



**Kahharov A.A., Shukurov K.E., Atadjanova N.S.**

# **O'RNATILGAN TIZIMLAR**



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT  
TEXNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARNI  
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**AL-XORAZMIY NOMLI TOSHKENT AXBOROT  
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**Kahharov A.A., Shukurov K.E., Atadjanova N.S.**

# **O‘RNATILGAN TIZIMLAR**

**Amaliy mashg‘ulotlar to‘plami**

**5330500 - Kompyuter injiniring (Kompyuter injiniring); 5350100 -  
Telekommunikatsiya texnologiyalari (“Teleradioeshittirish”); 5350100 -  
Telekommunikatsiya texnologiyalari (“Telekommunikatsiyalar”);  
5350100 - Telekommunikatsiya texnologiyalari (“Mobil tizimlar”)  
bakalavriatura yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan.**

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim  
vazirligining Muvofiqlashtiruvchi kengashi tomonidan o‘quv  
qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan**

**«Mahalla va oila nashriyoti»  
TOSHKENT 2021**

**UO'K 004.77(075.8)**

**KBK 32.968ya73**

**Q-35**

**Qahharov A.A., Shukurov K.E., Atadjanova N.S. O'ratilgan tizimlar. Amaliy mashg'ulotlar to'plami. O'quv qo'llanma. 2021 - 402 b.**

O'quv qo'llanmada nazorat va boshqarishning sanoat mikrokontrollerlari va shuningdek dasturlanuvchi mantiq vositalarini tadbiri asosidagi o'ratilgan tizimlarni apparat-dasturiy arxitekturasining injenering masalalari ko'rilgan. O'ratilgan tizimlarning asosiy tushunchalari va real vaqt o'lchamida ishlash talablari, joriy etish platformalarining xususiyatlari yoritilgan. So'ng boshqarish ob'ekti bilan ulanishning apparat vositalari, mikrokontrollerlarning umumiy arxitekturasi, ishlash ish tartiblari va boshqarish ob'ekti bilan ulanish interfeyslari o'rganiladi. Dasturiy ta'minot, loyixalashtirish va o'ratilgan tizimlarni sozlash batafsil ko'rilgan. PIC mikrokontrollerlar oilasining xususiyatlari va Raspberry Pi kompyuterining imkoniyatlari ko'rilgan. O'ratilgan tizimlar arxitekturasining amaliy joriy etilishi Arduino platasi oilasi misolida berilgan.

5330500-Kompyuter injiniring (Kompyuter injiniring); 5350100-Telekommunikatsiya texnologiyalari («Teleradioeshittirish»); 5350100-Telekommunikatsiya texnologiyalari («Telekommunikatsiyalar»); 5350100-Telekommunikatsiya texnologiyalari («Mobil tizimlar») bakalavriatura yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan.

**Taqrizchilar: TATU "Axborot texnologiyalari" kafedra mudiri, professor, t.f.d.**

**X.N. Zayniddinov.**

**TDTU "Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatizatsiyalashtirish" kafedrasida dotsenti, t.f.n. Yu.Sh. Avezov.**

**ISBN 978-9943-7778-7-3**

**© Kahharov A.A., Shukurov K.E.,  
Atadjanova N.S.. 2021 y.**

**© «Mahalla va oila nashriyoti». 2021 y.**

## Mundarija

<b>Kirish</b> .....	8
<b>I bob. Elektron sxemalar, tok va kuchlanish</b> .....	10
1.1. Dipollar.....	10
1.2. Elektr toki.....	13
1.3. Kuchlanish va potentsiallar farqi.....	17
1.4. Quvvat.....	20
1.5. Vaqt va chastota.....	21
1.6. Tugunlar, shoxlar va konturlar.....	22
1.7. Om qonuni.....	25
1.8. Elektr o'lashlar.....	28
Nazorat uchun savollar.....	33
<b>II bob. Elektron komponentlar</b> .....	34
2.1. Qarshiliklar.....	34
2.2. Yorug'lik diodlari.....	50
2.3. Sig'imlar.....	53
2.4. Kabellar.....	59
2.5. Induktiv g'altaklar.....	62
2.6. Transformatorlar.....	64
2.7. O'chirib yoqish moslamalari va tugmalar.....	65
2.8. Rele.....	67
2.9. Elektrodvigatel.....	69
2.10. Servodvigatellar.....	71
2.11. Karnay.....	72
2.12. Mikrofon.....	73
Nazorat uchun savollar.....	74
<b>III bob. Zanjirlarni qurish</b> .....	76
3.1. Ish joyi va asbob-uskunalar.....	76
3.2. Maketlash platasi.....	81
3.3. Sxemadan maketlash platasigacha.....	83
3.4. Ulanishlarni tekshirish.....	86
3.5. Nostandart qadamli komponentlar.....	87
3.6. Elektr manba shinalarining joylashishi.....	88
3.7. Harakat qilishdan oldin o'ylash kerak.....	91

3.8.	Ulanishlar uchun ba'zi yechimlar.....	91
3.9.	Payvandlash.....	93
3.10.	Stripboard maketlash platasi.....	101
3.11.	Sxemadan sxemaning maketini yaratishgacha.....	104
	Nazorat uchun savollar.....	106
<b>IV bob.</b>	<b>Yarimo'tkazgichlar.....</b>	<b>107</b>
4.1.	Diodlar.....	107
4.2.	Bipolyar tranzistorlar.....	113
4.3.	Maydon tranzistorlari.....	126
4.4.	Integral mikrosxemalar.....	133
	Nazorat uchun savollar.....	136
<b>V bob.</b>	<b>Loyihalar va tajribalar.....</b>	<b>137</b>
5.1.	Yorug'lik diodi va tugma.....	137
5.2.	Sig'imning zaryadi va razryadi.....	139
5.3.	Yorug'lik diodi va diod bilan tajriba o'tkazish.....	140
5.4.	Tranzistor bilan amaliy tanishuv.....	142
5.5.	Tranzistor bilan rele.....	145
5.6.	Sezgir yorug'lik diodi.....	147
	Nazorat uchun savollar.....	148
<b>VI bob.</b>	<b>Signallar va ularni o'lchash.....</b>	<b>150</b>
6.1.	Signallar bilan ishlash.....	152
6.2.	Kuchaytirgichlar.....	154
6.3.	Filtrlar.....	166
6.4.	Modulyatorlar va demodulyatorlar.....	172
6.5.	Ossilyatorlar.....	174
6.6.	Taymer.....	175
	Nazorat uchun savollar.....	176
<b>VII bob.</b>	<b>Sxemalarni manba bilan ta'minlash.....</b>	<b>178</b>
7.1.	Batareylar va manba bloklari.....	178
7.2.	Stabillashtirilgan manba qurish.....	184
7.3.	Boshqariluvchi turg'unlashtirilgan (stabillashtirilgan) manba qurish.....	188
7.4.	Ikki qutbli manba.....	190
7.5.	Yer (massa, umumiy).....	190

	Nazorat uchun savollar.....	190
<b>VIII bob.</b>	<b>Raqamli elektronika.....</b>	<b>192</b>
8.1.	Bul mantiqi.....	192
8.2.	Mantiq oilasi.....	202
8.3.	Kombinatsion sxemalar.....	205
8.4.	O'zgartiruvchilar.....	206
8.5.	Multipleksorlar va demultipleksorlar.....	209
8.6.	Ketma-ket ishlovchi sxemalar.....	211
8.7.	Takt generatorlari.....	211
8.8.	Triggerlar.....	215
8.9.	Registrlar.....	218
8.10.	Sanoq qurilmalari.....	222
8.11.	Analog-raqam va raqam-analog o'zgartiruvchilar.....	224
8.12.	Turli mantiqiy kattaliklar bilan ishlash.....	225
	Nazorat uchun savollar.....	228
<b>IX bob.</b>	<b>Arduino platformasi .....</b>	<b>229</b>
9.1.	Arduino ning yaratilish tarixi va afzalliklari.....	229
9.2.	Arduino mikrokontroller oilasi .....	232
9.3.	Arduino imkoniyatlarini kengaytiruvchi platalari.....	241
9.4.	Arduino kontroller to'plamining tarkibi.....	245
9.5.	Kompyuterga Arduino IDeni o'rnatish.....	252
	Nazorat uchun savollar.....	255
<b>X bob.</b>	<b>Arduino mikrokontrolleri yordamida amaliy ishlarni bajarish.....</b>	<b>256</b>
10.1.	Yorug'lik diodi. Yorug'lik diodini o'chirib yoqish.....	256
10.2.	Tugma (knopka). Yorug'lik diodini yoqish misolida tugmaning bosilishiga ishlov berish. Titrashga qarshi kurashish.....	258
10.3.	O'zgaruvchi qarshilik. Yorug'lik diodining yorqin yonishi orqali Om qonunini namoyish etish.....	263
10.4.	10 qismdan iborat bo'lgan yorug'lik diodili shkala. Potensiometrni harakatlantirish orqali yonayotgan	

	yorug'lik diodlarining sonini o'zgartirish.....	266
10.5.	RGB- yorug'lik diodi. Impuls kengligining modulyatsiyasi .....	271
10.6.	Bir razryadli yetti segmentli indikator. Raqamlarni indikatorga chiqarish.....	276
10.7.	7 ta yetti segmentli indikatorlardan tashkil topgan 4 razryadli matritsa. Dinamik aks ettirishni amalga oshirish.....	279
10.8.	74NS595 suruvchi registr mikrosxemasi. 4 razryadli matritsani boshqarish (Arduino chiqishlarini tejash).....	286
10.9.	8x8 yorug'lik diodili matritsa.....	290
10.10.	Pezonurlatgich. Pezonurlatgichni boshqarish: tonni o'zgartirish, davomiyligini o'zgartirish.....	294
10.11.	MOSFET tranzistori. Tranzistorning kuchaytirish hususiyatini namoyish etish. Elektoryuritgich misolida aylanishini o'zgartirish.....	298
10.12.	Rele. Releni tranzistor orqali boshqarish.....	300
10.13.	Fotoqarshilik. Yorug'lik diodlarini yoqish yoki o'chirish orqali yorug'lik darajasiga ishlov berish.....	303
10.14.	LM335harorat datchigi (uzluksiz). Ishlash tamoyili, ishlatishga misol.....	307
10.15.	LCD1602 indikator. Ulanish tamoyili, unga axborotni chiqarish.....	310
10.16.	Nokia 5110 misolida grafik indikator.....	314
10.17.	Servoyuritma. Potensiometrni aylantirib holatini o'zgartirish.....	317
10.18.	Djoystik. Djoystikdan kelgan axborotlarga ishlov berish. Djoystik yordamida Pan/Tilt Bracket boshqarish.....	320
10.19.	ULN2003 (L293) da boshqariluvchi 4 fazali qadam dvigateli.....	324
10.20.	DS18B20 harorat datchigi.....	328

10.21.	DHT11 namlik va harorat datchigi.....	332
10.22.	Gaz datchiklari. Ishlash tamoyili, ishlatishga misol.....	335
10.23.	HC-SR04 ultra tovushli masofa datchigi. Ishlash tamoyili, ulanishi va ishlatishga misol.....	337
10.24.	GY-521 misolida uch o'qli giraskop+akselerometr.....	341
10.25.	IQ-fotoqabul qiluvchi va IQ-boshqarish qurilmasi. Boshqarish qurilmasidan kelgan buyruqlarga ishlov berish.....	344
10.26.	Real vaqt soati. Ishlash tamoyili, ulanishi va ishlatishga misol.....	349
10.27.	SD-karta. Axborotlarni o'qish va yozish.....	355
10.28.	RC522 misolida RFID o'quvchi moslama. Ishlash tamoyili, ulanishi va misollar.....	358
10.29.	Arduino Ethernet shield W5100 misolida Internet bilan ishlash.....	364
10.30.	Simsiz aloqa. Wi-Fi ESP8266 moduli.....	369
10.31.	Simsiz aloqa. Bluetooth HC-05 moduli.....	376
10.32.	Simsiz aloqa. GSM/GPRS SIM900 moduli.....	381
10.33.	GPS moduli. Ishlash tamoyili, ulanishi va misollar.....	396
	<b>Adabiyotlar ro'yxati.....</b>	<b>401</b>



## KIRISH

Hozirgi vaqtda elektronikaga kun sayin qiziqish ortib bormoqda, ayniqsa maktab o'quvchilari va talabalar o'rtasida. Chunki maktab yoshidagi o'quvchilar hamda talabalar atroflarini o'rab borayotgan elektronika mahsulotlaridan foydalanadilar, ularni ishlashini kuzatadilar va buzilsa tuzatishga urinib ko'radilar. Lekin tashqaridan oddiy ko'ringan sxemalarni tuzatish, ishga tushirish uchun ancha bilim, ko'nikma va tajriba hamda malaka ta'lab etiladi.

Lekin elektronikaning asosiga bag'ishlangan o'zbek tilida sodda tilda yozilgan adabiyotlar yo'q, boshqa tillarda yozilganlari esa juda ham kam. Ko'pchilik adabiyotlarda elektronikani bayon qilish mutaxassis uchun mo'ljallanadi, lekin elektronikaga dastlabki qadamini qo'ygan, elektronikaga qiziquvchi uchun bu ma'lumotlar murakkab va tushunarsiz bo'lib qoladi. Elektronikaga qiziquvchilar va unga birinchi qadam qo'yuvchilar uchun alohida qo'llanmalar o'zbek tilida yo'q!

Elektronika, raqamli elektronika fanlarining amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini olib borishdagi kuzatishlarimiz, talabalarning fikrlarini o'rganish natijasida, ularni qiziqishlarini hisobga olgan holda quyidagi hulosaga keldik. Elektronika olamiga birinchi qadam qo'yuvchilar uchun elektronikaning asosiy qismlarini qadamma – qadam, oddiy tilda, mantiqiy ketma-ketlikda batafsil bayon qilingan va rasmlar bilan ko'rsatilib tushuntirilgan o'quv ko'llanma kerak.

O'quv ko'llanma mulliflarining elektronika yo'nalishi bo'yicha ko'p yillik shaxsiy tajribalari va Toshkent davlat texnika universitetida, Toshkent axborot texnologiyalari universitetida va Toshkent to'qmachilik va yengil sanoati institutida yillar davomida "Elektronika", "Analog va raqamli elektronika", "Sxemotexnika" va "Raqamli sxemotexnika" hamda "Mikroprotsessori asoslari" fanlaridan o'qilgan ma'ruzalari asosida hamda talabalarning fikrlarini inobatga olgan holda yozilgan.

O'quv ko'llanma elektronikaning eng asosiy negizlariga, uning element asosiga, sxemalarni to'g'ri o'qiy olishga va uning asosida loyihalar yaratish hamda amalga oshirishga bag'ishlangan bo'lib u quyidagi bo'limlardan tashkil topgan.

Birinchi bobda elektron sxemalar, tok va kuchlanishni o'lchash masalalari batafsil ko'rilgan.

Ikkinchi bobda elektron komponentlar, ularni tuzilishi, ishlashi, zanjirdagi vazifalari, o'lchash va rusumlanish tizimlari ko'rilgan.

Uchinchi bobda zanjirlarni qurish asoslari, maketlash plata tuzilishi va unda zanjirlarni yig'ish haqida to'liq ma'lumot berilgan.

To'rtinchi bob yarimo'tkazgichlarga bag'ishlangan, ularning vazifalari, ishlatish, o'lchash va rusumlash tizimi haqida to'liq bayon qilingan.

Beshinchi bob loyihlar va tajribalarga bag'ishlangan

Oltinchi bobda signallar va ularni o'lchash usullari ko'rilgan.

Yettinchi bob sxemalarni manba bilan ta'minlash va manba turlarini yoritishga bag'ishlangan.

Sakkizinchi bob raqamli elektronika asoslarining asoslarini yoritishga bag'ishlangan

To'qqizinchi bobda Arduino mikrokontrolleri oilasi haqida ma'lumot berilgan.

O'ninchi bobda Arduino mikrokontrolleri asosida amaliy ishlarni bajarish ko'rib chiqilgan.

Bu bilimlarni sabr va qanoat bilan o'rganish sizni ko'p loyihlaringizga xayot berishiga va yangi loyihlar yaratishingizga sabab bo'ladi aziz o'quvchi.

## I BOB. ELEKTRON SXEMALAR, TOK VA KUCLANISH

Sxemalarni yaratish va elektron qurilmalarni tushunish uchun asosiy tushunchalardan boshlash kerak bo'ladi. Biz bu bobda tok, kuchlanish, qarshilik va ular o'rtasidagi bog'liqlik haqida gap yuritamiz.

Elektron sxemani olib uni diqqat bilan kuzatamiz. U juda kichik shaharga o'xshaydi, juda ko'p chiziqlar yo'llarga o'xshab ketadi hamda ular kichik to'g'ri to'rtburchak va silindrsimon elementlarni o'zaro chiroyli ulaydi, elementlarda sirli yozuvlar, rangli chiziqlar va shakllar mavjud. Biz bir necha oy yoki yil oldin boshlangan loyihalashtirish natijasini mahsulot sifatida ko'rib turibmiz. Ushlab turgan sxemamizni, avval qog'ozda yoki monitorda turli belgilanishlarni ulab, so'ng plastik, smola va metallardan yasalgan real ob'ektga o'zgartiriladi. Yashil randagi kichik yo'llar harakatlanish yo'llari deyiladi va elektr o'tkazgichlarning ekvivalentidir. Katta bo'lmagan silindrik yoki kub shaklidagi ob'ektlar elektron komponentlarni tashkil etadi, ular tok harakatini o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

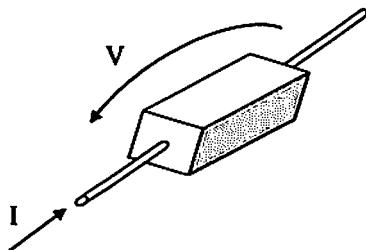
Bu mahsulot bosma plata deyiladi yoki PCB (Printed Circuit Board). Bosma platalarning kashf etilishidan avval (ular Ikkinchi Jaxon urushidan keyin ixtiro qilingan), sxemalarning turli elementlarini simlar yordamida ulash orqali amalga oshirilgan. Sxemalarni bu usulda yig'ish ancha samarasiz: hato qilish ancha oson va bundek mexnatni avtomatlashtirish murakkab. Hozirgi vaqtda ham sxemalarni bu usulda joriy etish mumkin, lekin sxemani ishlashini sinash uchun maket yaratilganda. Bosma platalar ishonchli natijaga erishishni qisqa mudatda amalga oshirish uchun xizmat qiladi. Zamonaviy sxemalarni avtomatlashtirilgan holda yig'ish uchun mahsus loyihalashtirilgan, buning natijasida ko'p vaqt tejaladi va bir kunda minglab nusxada ishlab chiqariladi.

### 1.1. Dipollar

Zanjirlarni qurishda asosiy elementlar bo'lib elektron komponentlar xizmat qiladi. Ikki oyoqcha (chiqish) bilan ta'minlangan umumlashtirilgan elektron qurilma *dipol* (ekvivalent sxema) deb ataladi. Lekin biz hech qachon uni elektronika magazinlaridan topa olmaymiz, chunki u mavjud bo'lmagan komponent va biz uni faqat nazariy jixatdan ko'ramiz. Dipollar ulanishlarni va elektr zanjir shakllarini o'rganish uchun zarur (yoki zanjir topologiyasini). Keyinroq biz ularni batafsil ko'rib chiqamiz.

Rasmdagi (1.1- rasm) dipol uni tasavvur etish uchun belgi hisblanadi. Elektr hossalarni tasavvur etishni osonlashtirish uchun tokni quvirdan oqib o'tayotgan suv bilan solishtiramiz. Bu solishtirish ba'zi hodisalarni tushuntirishda juda qo'l keladi, lekin bu solishtirishning cheklanishlari mavjud, undan zarur bo'lgandagina foydalanamiz. Elektr toki oqib o'tayotgan simni, suv oqib o'tayotgan quvirga o'xshatish mumkin. Elektron komponentlarni esa suv oqimini o'zgartiruvchi mahsus quvirlarga o'xshatish mumkin. Aslida elektron komponentlar mahsus materiallarning fizik, ximik va elektr hossalardan foydalangan holda ulardan oqib o'tayotgan elektr tokini o'zgartirish uchun qurilgandir. Elektr zanjiri bir-biri bilan elektr simlar yordamida ulangan dipollar to'plamidan tashkil topgan. Biz dipollarni va simlarni cheksiz kombinatsiyalarda ulashimiz mumkin, lekin rioya qilinishi kerak bo'lgan bir necha qoidalar mavjud:

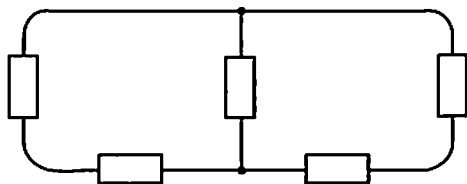
- ✓ dipollar faqat ikkita oyoqchaga ega bo'lishi mumkun;
- ✓ dipollararo ulanish ularning oyoqchalarini ulash orqali amalga oshiriladi;
- ✓ dipollar ramziy bo'lgani uchun ularning chiqishlari hoxish bo'yicha uzun bo'lishi mumkun;
- ✓ agarda biz suv bilan solishtirsak, dipolning bir kirishiga kirayotgan barcha suv ikkinchi chiqishidan chiqib ketishi kerak;
- ✓ bir necha dipolarning chiqishini ulab, biz tugun hosil qilamiz;
- ✓ bizning dipolli zanjirimizda bo'sh qolgan oyoqchalar bo'lishi kerak emas (zanjir yopiq bo'lishi kerak).



1.1- rasm.Dipolning belgisi

Elektronikani tushunish qiyin, murakkab va matematika hamda fizika fanlari bilan bog'liq. Matematikani barcha fanlarga aloqasi bor va u fanlarni tushunishga kalitdir, shuning uchun elektronika haqida fikrni pozitiv holatga keltirish kerak. Bir "shoda" dipollarni o'zaro

ulaganimizda, biz (matematik) uni graf deb ataydigan holatni yaratamiz. Elektr sxema zanjirni kuzatish uchun va uni amalda qanday joriy etilishini aniqlash uchun foydalaniladi. Elektr sxemasi axborot bo'lib va uni boshqalarga fikir almashish uchun ko'rsatishimiz (o'qitishimiz) mumkun. Kitobning boshidagi bir necha bobni o'zlashtirgach, biz elektr sxemani o'qiy olamiz va qog'ozdagi sxemaga chizilgan elementlarning belgilarini aniq elementlar bilan almashtirib uni amalda joriy etishimiz mumkun bo'ladi. Sxemani amalda joriy etishimizda biz qator katta bo'lmagan muammolar bilan to'qnash kelamiz, chunki ko'pincha sxemada belgilangan element bilan real mavjud elementlar o'rtasida tafovvut mavjud. Biz bu katta bo'lmagan elektron dilemmani hal qilishni o'rganamiz.



1.2- rasm. Dipol grafi

Agarda, 1.2-rasmga etibor qilib, har bir dipolni mavjud real komponent bilan almashtirilsa, u holda elektr zanjiri hosil bo'ladi. Agarda sxema juda murakkab bo'lsa, u holda kesishgan aloqa yo'llari hosil bo'lishi mumkun, u holda simlar ulangan hisblanadi qachonki rasmda kesishgan joyida tugun chizilgan bo'lsa. Kesishish joyida simlar ulanmaganligini ko'rsatish uchun esa yarim aylan orqali kesishish nuqtasidan o'tkaziladi yoki kesishish nuqtasiga tugun chizilmaydi, bundek ifodalanishda esa bitta sim ikkinchi simning tagidan o'tgan deb tushunish kerak bo'ladi (1.3-rasm).

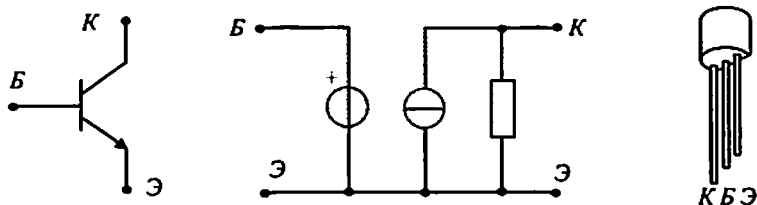


1.3-rasm. Ikkita simning ulanish nuqtasi ularning kesishgan joyida quyuuq nuqta bilan belgilangan (tugun)

Dipollar ikki oyoqchali bo'lishiga qaramay ba'zida biz uch yoki undan ham ortiq oyoqchali elementlarni uchratamiz. Tasvirlash nuqtai nazaridan bu elementlar bir necha ulangan dipollarni belgilaydi.

Tranzistorlar uchta oyoqchaga ega, lekin ularni bir necha dipolli to'plam kabi tasvirlash mumkin. Bu belgilashlar oddiylik, tez va oson foydalanish uchun ishlatiladi (1.4-rasm).

Yuqorida aytib o'tilganidek ko'p elementlar uchun belgilanish bilan real element o'rtasidagi bir hillik yo'q. Masalan, tranzistorning uch oyoqchasi E (Emmitter), K (Kollektor) va B (Baza) kabi belgilanishga ega, lekin hamma tranzistorlarda ham bundek belgilanish tartibiga rioya qilinmaydi. Integral sxemalar oddiy to'g'ri to'rtburchak kabi belgilanishga ega. Ular har doim zanjirning tasvirlanishini soddalashtirish nuqtaiy nazaridan kelib chiqqan holda joylashtirilgan, lekin odatda bu elementlarni belgilanishi xaqiqatdagi ko'rinishiga mos kelmaydi.



1.4-rasm. Uch oyoqchali tranzistorni (2N3904) belgilanishi

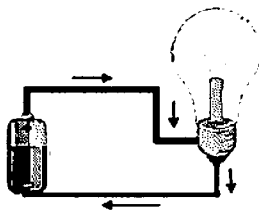
Bu axborotlarni qanday qilib aniqlashtirib olish mumkin? Internet bo'lmagan vaqtlarda diod, tranzistor va integral sxemalarning ko'rsatgichlari berilgan ma'lumotnomalardan foydalanilgan. Elektron sanoati qo'llanmalar nashir etgan, ularda elektron komponentlar ro'yxati va ularda elektr, konstruktorlik, texnologik hamda mexanik ko'rsatgichlari berilgan bo'lib, shuningdek ulardan foydalanish bo'yicha yo'riqnomalari bo'lar edi. Bugungi kunda internet yordamida xohlagan axborotni bir necha sekundda olish mumkin. Elementlarni ishlab chiqaruvchi kompaniya va firmalarning veb-saytlariga kirib ko'ring.

## 1.2. Elektr toki

Elektr hossalarni tushunmaydiganlar orasida ko'pincha tok, kuchlanish, quvvat atamaları bo'yicha tushunmovchiliklar kelib chiqadi. Tabiiyki bu barcha tushunchalar juda ham turlicha. Lug'atga mos ravishda elektr – bu oson kuzatiladigan materialni hususiyati bo'lib, u elektr zaryadlarining ta'siri ostida jisimlarni bir-biriga tortishish yoki itarilishida namayon bo'ladi. Bu nom Grek tilidan kelib chiqqan bo'lib yantar degan manoni bildiradi: agarda matoga yoki sherst matoga bir

bo‘lak yantar bilan ishqalansa u manfiy zaryadlanishi va uncha og‘ir bo‘lmagan predmetlarni o‘ziga tortishini qadimgi greklar ham bilishgan, masalan, qog‘oz parchalarini. Endi *elektr toki* haqida gapirsak bo‘ladi va unga alohida element kabi munosabatda bo‘lamiz. Amalda esa tok, kuchlanish, qarshilik va quvvat - ular bir-biriga bog‘liq va teskari proporsional kattaliklardir, ularni matematik formulalar bilan ifodalash mumkun, lekin hozirda biz buni muxokama qilmaymiz.

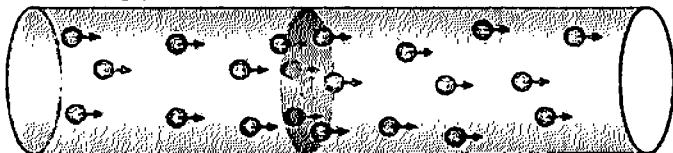
*Elektr toki* – temir yoki mis sim ichida elektr zaryadlangan zarrachalarning harakatidir. Qachondir bu zarrachalar musbat zaryadlangan deb hisoblangan, lekin aslida esa manfiy zaryadga ega elektronlardir. Metallar elektronlarga boy atomlardan tashkil topgan, ular erkin harakatlana oladi, shu munosabat bilan tok temir va misdan yaxshi o‘tadi, shuning uchun u metallarni “o‘tkazgichlar” deb ataydilar. Biz batareykani va lampochkani olib, ularni elektr simi bilan ulashimizni faraz qilib ko‘raylik. Elektr zaryadlari batareykaning musbat qutibidan jo‘nab elektr simi orqali “yo‘lakay” lampochkadan ham o‘tib dastlabki joyiga (batareykaga) manfiy qutibga keladi (1.5-rasm).



1.5-rasm. Zanjirda elektronlarning harakati

*Tok yo‘nalishga* yoki *qutibga* ega, chunki zaryadlar har doim musbat qutibdan manfiy qutib tomon oqadilar. Bu g‘oya’ni birinchi marotaba kiritgan inson Bendjamin Franklin bo‘lib, u o‘z ko‘zi bilan ko‘rib turgan hodisa tok haqiqatan manfiy zaryadlangan elektronlarga egaligini isbotlash uchun vasitalari bo‘lmagan yoki bilimga ega bo‘lmagan bo‘lishi mumkun. Franklin gipotetik ravishda manfiy zaryadlangan zarrachalar deb takidlagan. Franklin faqat ko‘zi bilan ko‘rib turgan hodisani bayon qilgan holos. Bu qabul qilingan shartli tasdiqlash shu kungachan saqlanib qolgan vaholanki aslida elektronlar manfiy qutibdan musbat qutib tomon harakatlanadilar. Musbat qutib odatda “ + ” belgi bilan yoki qizil chiziq bilan belgilanadi, manfiy qutib esa “ - ” belgi bilan yoki qora chiziq bilan belgilanadi.

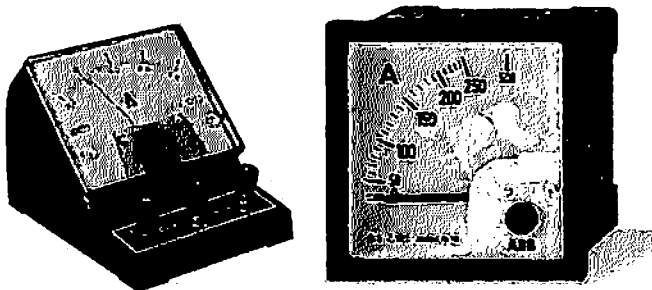
Tokni qanday o'lchash mumkin? Elektr tok kuchini o'lchash uchun elektr simidan bir sekundda qancha elektr zaryadlarini yoki elektronlar sonini o'tishini sanash orqali amalga oshirish kerak bo'ladi (yoki yaxshisi simning yuzasidan) (1.6-rasm).



1.6-rasm. Tok simning yuzasidan bir sekundda o'tadigan zaryadlar sonini hisoblash orqali o'lchanadi

Elektr tokini yoki tok kuchini o'lchov birligi bo'lib **amper (A)** hizmat qiladi, Elektr tokini birinchi kashfiyotchisi sharafiga atalgan, u buyuk fransuz fizigi Andre-Marua Amper bo'lib, XVIII-XIX asrlar bo'sag'asida yashagan. Amper belgisi bo'lib "A" harifi hizmat qiladi. Odatda formulalarda tok kuchini "I" harifi bilan ifodalanadi. Katta bo'lmagan tok qiymatini milliamperda [mA] ifodalaydilar. Juda kichik toklarni mikroamperda [mkA] ifodalanadi. Bir milliamper 0,001 A ga teng, bir mikroamper esa 0,000001 A ga teng.

Elektr toki **ampermetr** yordamida o'lchanadi (1.7-rasm). Biz ko'rib o'tganimizdan farqli u simdan o'tgan elektronlar sonini o'lchamaydi, lekin u boshqa samarasi ancha past bo'lgan tizimdan foydalanadi. Ananaviy ampermetr - bu strelka va shkala bilan ta'minlangan elektromexanik asboddir. Bunday strelkali ampermetrni sanoat elektr shitlarida uchratish mumkin. Bizning o'lchashlarimiz uchun esa multimetr yoki testrdan foydalanamiz, bu o'lchov asboblari turli hildagi elektr o'lchashlarni va shu jumladan tok kuchini ham o'lchaydi.



1.7-rasm. Strelkali ampermetrlarning ko'rinishi



**O'zgaruvchan va o'zgarmas tok.** Sxemalarimizda biz *o'zgarmas tokdan* foydalanamiz: uning qiymati vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'lib qoladi. Bu tokni akkumulator yoki batarey ta'minlab bera oladi. Matinda va sxemalarda uni ko'pincha DC (inglizcha Direct Current - postoyannyy tok, o'zgarmas tok) hariflari bilan belgilanadi. **O'zgaruvchan tok** – bu tok, vaqt bo'yicha davriy o'zgaradi: qandaydir vaqt oralig'ida tok bir taraftga oqadi, so'ng esa qarama- qarshi tomonga oqadi.

Aynan o'zgaruvchan tok elektrostansiyadan bizning uyimizgachan oqib keladi. XIX asr boshlarida shu tok turini ishlatishga qaror qilingan, chunki uni taqsimlash oson va ancha xavsiz, va<sub>hol</sub>angki u ancha yuqori kuchlanishga ega bo'lsa ham. O'zgaruvchan tok uy rozetkalarida vaqt o'tishi bilan davriy o'zgarib, manfiy qiymatdan musbat qiymatga o'tib turadi. O'zgaruvchan tok AS (inglizcha Alternating Current – peremennyy tok, o'zgaruvchan tok). Yevropa va O'rta Osiyo davlatlarida u sekundiga 50 siklni bajaradi (shundek qilib, uning chastotasi 50 Gs), Shimoliy va Janubiy Amerika davlatlarida esa tok chastotasi 60 Gs, chunki u sekundiga 60 ta sikl bilan o'zgaradi. O'zgarmas tokdan farqli, o'zgaruvchan tokni jamlab saqlab bo'lmaydi va shuningdek kator “ikkilamchi” hodisalarga olib keladi, bu esa undan foydalanishni murakkablashtiradi. Bu mavzuni ko'rib chiqish uchun ba'zi matematik bilimga va ko'p tajribaga ega bo'lish kerak. Bu kitob doirasida biz o'zgaruvchan tok haqida fikir yuritmaymiz. Agarda siz o'zgaruvchan tok haqida bilimga ega bo'lmoqchi bo'lsangiz, sizga elektrotexnikadan o'quv qo'llanma olishingizni maslaxat beramiz.

**Kattaliklar va ko'paytmalar: muxandislik sonlar.** Elektronikada shundek sonlar ishlatiladiki ular o'zaro katta farq qiladi. Bitta formula tarkibida juda katta kattaliklar bilan bir qatorda mikroskopik kichik kattaliklar ham ishtirok etadi. Bizning hisoblashlarimizda ko'pincha ko'p sonli nollardan iborat bo'lgan sonlarni ishlatishimizga to'g'ri keladi. Har gal bu raqamlarni qayta-qayta yozmaslik uchun o'n asosli eksponensial belgilanishdan foydalanish kerak bo'ladi: sonlarni bundek yozish usulidan olimlar va muxandislar foydalanidilar. Ko'pchilik bu usulda sonlarni yozishni qiyinchilik bilan qabul qiladilar. Masalan, 100 soni quyidagicha yoziladi  $10 \cdot 10$ , yoki  $10^2$  ko'rinishda (o'nni ikkinchi darajasi). 1000 quyidagicha yoziladi  $10 \cdot 10 \cdot 10$ , u ham esa  $10^3$  kabi bo'ladi ( o'nni uchinchi

darajasi). 200 quyidagicha yozish mumkun  $2 \cdot 10^2$ . Vergulli sonlar esa quyidagicha yozilishi mumkun:  $0,1 = 10^{-1}$ ;  $0,01 = 10^{-3}$ ;  $0,001 = 10^{-5}$ .

Sonlarni bu usulda yozilishi noqulaydek ko'rinadi, lekin u hisoblashlarda juda katta yordam beradi, sababi biz juda ko'n nollarni yozmaymiz va shuningdek daraja qiziq xususiyatga ega, masalan, ikki son bir hil asosga ega bo'lganda (o'n) va bitta tenglamada ko'paytirilsa ularning darajalari qo'shilishi mumkun. Masalan:

$$0,002 \cdot 470.000 = (2 \cdot 10^{-3}) \cdot (4,7 \cdot 10^5) = 9,4 \cdot 10^{(-3+5)} = 9,4 \cdot 10^2 = 9,4 \cdot 100 = 940$$

Bo'lishli tenglamalarda bir hil asosli darajalar ayirilishi mumkun:

$$\frac{220.000}{2000} = \frac{2,2 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^3} = \frac{2,2 \cdot 10^{(5-3)}}{2} = 1,1 \cdot 10^2 = 110$$

Oldingi misoldan ko'rishimiz mumkun, agarda darajali son kasirning maxrajida tursa u kasir suratiga o'tishi mumkun daraja ishorasini teskariga o'zgartirgan holda:

$$\frac{1}{10^{-3}} = 1 \cdot 10^3$$

Sonni yanada tez yozish uchun olimlar darajani yo'q qilib va uni qisqartirilgan shaklda yozilishini qabul qiganlar. Elektronikadan o'quv qo'llanma va darsliklarda biz quyidagicha qisqartirishlarni uchratamiz:

1m (Rossiya uchun 1 m) =  $0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$  = bir milli;

1 $\mu$  (Rossiya uchun 1 mk) =  $0,000001 = 1 \cdot 10^{-6}$  = bir makro;

1n (Rossiya uchun 1n) =  $0,000000001 = 1 \cdot 10^{-9}$  = bir nano;

1p (Rossiya uchun 1n) =  $0,0000000000001 = 1 \cdot 10^{-12}$  = bir piko.

Katta kattaliklar uchun biz quyidagilarga egamiz:

1k =  $1.000 = 1 \cdot 10^3$  = bir kilo;

1M =  $1.000.000 = 1 \cdot 10^6$  bir mega.

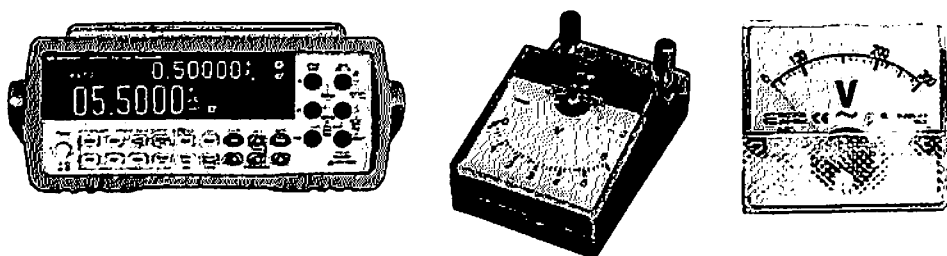
### 1.3. Kuchlanish va potentsiallar farqi

Necha marotaba biz o'zimizga quyidagi savollarni berganmiz, "Bu qurilma qanday kuchlanishda ishlaydi?" - "220 volt" yoki "Bu o'yinchoqqa qanday batareyka qo'yiladi?" - "9 voltli batareykami?" .

Faraz qilaylik, bir joyga bir necha musbat zaryadlarni yig'ish mumkun bo'lsin va qandaydir masofaga ikkinchi guruh manfiy

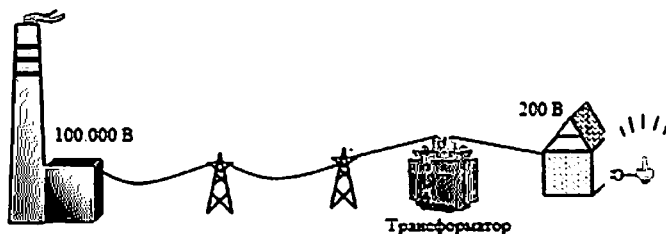
zaryadlarni qo‘yaylik. Bu har ikki guruh zaryadlari o‘rtasida elektr maydoni hosil bo‘ladi, agarda biz bu hududga uncha katta bo‘lmagan musbat zaryadlarni joylasak, u manfiy zaryalar guruhi tomon harakatlana boshlaydi va uning energiyasini o‘zgartiradi. Elektr maydonida joylashgan elektr zaryadi ma‘lum darajadagi potensial energiyaga ega bo‘ladi, chunki maydonning ma‘lum nuqtasida joylashgan va unda harakatsizdir. Potensial energiya faqat nuqtaning holatiga bog‘liq. Potensial energiya’ni zarracha zaryadining kattaligiga bo‘lish orqali kuchlanish hosil bo‘ladi va zarrachalarni harakatlantirish uchun zarur bo‘lgan energiya miqdorini ifodalaydi. Nisbiy kattaliklarni ishlatib shu tariqa biz potentsiallar farqi haqida gapirmoqdamiz.

Elektr soxasini o‘rganishga asos solgan olimlardan birining nomi bilan bog‘liq holda volt (V) kuchlanishni o‘lchov birligi sifatida ishlatiladi, u italiyalik olim, graf Aleksandr Volt XVIII – XIX asrlar bo‘sag‘asida yashagan (1745-1827 yillar) va galvanik element ixtirochisi sifatida ham tanilgan. Potentsiallar farqi voltmetr bilan o‘lchanadi (1.8-rasm).



1.8-rasm. Strelkali va raqamli voltmترلarning ko‘rinishi

Elektromexanik strelkali voltmترلar ham mavjud, ularni sanoat elektr shitlarida ko‘rish mumkun. Bizning o‘lchashlarimiz uchun esa multimetr yoki testrdan foydalanamiz, bu o‘lchov asboblari turli hildagi elektr o‘lchashlarni va shu jumladan kuchlanishni ham o‘lchaydi. Agarda biz suvni uzoq masofaga katta tezlikda uzatish uchun juda uzun quvur ishlatmoqchi bo‘lsak, quvir uchlarning balandligida jidiy farq bo‘lishi kerak. Shuningdek hodisa elektrostansiyalarda ham sodir bo‘ladi, yuqori kuchlanishli hosil qilingan tok (hatto yuz minglab volt), so‘ng yuzlab kilometrlarga tortilgan elektr uzatish yo‘llariga uzatiladi. Elektr uzatish yo‘llari oxirida kuchlanishni transformatorlar yordamida kamaytirib so‘ng korxon va xonadonlarga elektr energiyasini beriladi (8.1-rasm).



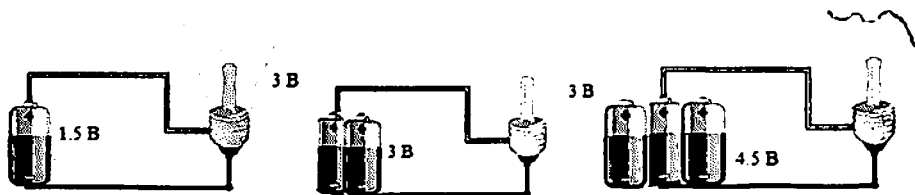
### 1.8-rasm. Katta masofalarni bosib o'tish uchun kuchlanish juda yuqori bo'lishi kerak

Xonadonimizga berilayotgan, bizning uy elektr asboblari uchun foydalanadigan elektr tarmoq kuchlanishi 220 voltni tashkil etadi. Kichik elektr asboblari ancha past kuchlanishni istemol qiladi, 12 yoki 5 volt. Kompyuterga ulangan USB-kabeli 5 voltli kuchlanishni uzatishi mumkin. Potensiallarning katta farqi juda ham xavfli (va<sup>hol</sup>angki, odatda tok kuchi va kuchlanishning nisbati hisobga olinadi), chunki yuqori kuchlanishli tok to'siqlardan o'ta olishi mumkin, hatto izolyatsiya materialining qatlamlariga singib o'tish orqali. Masalan, chaqmoq yer yuzasiga yetib kelguncha bir necha kilometr atmosfera qatlamini bosib o'tadi.

Zanjirni shikastlanishini oldini olish va o'zimizni xavsizligimizni ta'minlash uchun quyidagilarni tekshirib, ishonch hosil qilish kerak:

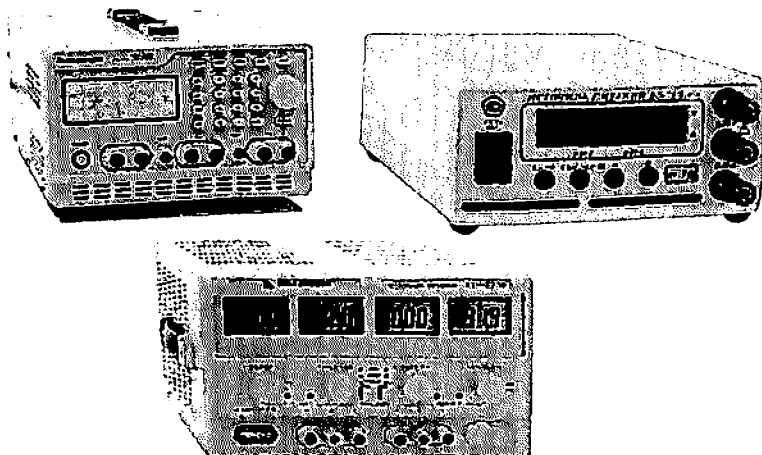
- ✓ tarmoqdagi kuchlanishning to'g'riligi;
- ✓ tok kuchining yetarligi.

Zanjirdagi energiya generatordan beriladi. Bu atama manbani anglatadi, ya'ni tok va kuchlanishni ta'minlab bera oladigan batarey, akkumulator yoki boshqa ob'ekt. Generatordagi kuchlanish sizning zanjiringiz talabi bilan bir hil bo'lishi kerak. Manba kuchlanishi zanjirga talab etiladigan kuchlanishdan kam bo'lsa, zanjir ishlamaydi. Agarda biror qurilma ishlashi uchun uchta batareyka talab etilsa, biz uni bitta batareyka bilan ishlatmoqchi bo'lsak, bu urinishimiz bexuda ketadi va qurilma shilamaydi. Agarda u qurilmaga to'rtta yoki beshta batarekadan kuchlanish beradigan bo'lsak, u holda qurilmani kuydirib qo'yiladi.



1.9-rasm. Har bir qurilma to'g'ri ishlashi uchun o'ziga kerakli kuchlanishni talab etadi

Har bir zanjir ma'lum miqdorda elektr energiyasini istemol qiladi. Agarda uni kam tok bilan ta'minlansa, zanjir ishlamaydi yoki noto'g'ri ishlaydi. Kuchlanish va tokni boshqarish mumkin bo'lgan manbalar mavjud. 5 V va 1 A tok istemol qiladigan zanjirni ishga tushirish uchun biz kuchlanishni rosa 5 V ga teng qilib o'rnatishimiz kerak bo'ladi (yoki sag'al kam). Agarda biz kuchlanishni 7 V gacha ko'tarsak, u holda zanjir kuyadi (bunday qilmang!). Manbada shuningdek tokni boshqarish imkoniyati mavjud. Agarda tokni 0 A ga o'rnatdik, u holda zanjir o'chiq holda bo'ladi, hatto kuchlanish to'g'ri bo'lsa ham, chunki tok zanjirga kelmayapti. Agarda tok kuchini 0,5 A gacha oshirsak, zanjir ishga tushishni boshlashi mumkin. Ba'zi bir qurilmalar noto'g'ri ishlashi mumkin yoki hatto shkastlanishi ham mumkin! Tokni bir amperga yetkazibgina zanjirni to'g'ri ishlashini ta'minlash mumkin.



1.10-rasm. Manba, laboratoriyalarda kuchlanish va tokni boshqarish mumkin

#### 1.4. Quvvat

Har qandek narsani bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga joyidan qo'zg'atish uchun energiya sarf qilish kerak. Bu fikir hatto juda kichik zarracha bo'lgan elektronlarga ham o'z kuchini saqlaydi. Joyidan qo'zg'alish turli vaqt oralig'ida sodir bo'lishi mumkin: bir sekundda, bir soatda yoki bir yilda. Harakat qanchalik tez bo'lsa, quvvat shunchalik ko'p. Fizika darsligida keltirilgan ifodada takidlanishicha, quvvat energiyani vaqtga taqsimlanganiga teng: harakat quvvatli bo'ladi, agarda tez sodir bo'lsa. Elektr quvvati XIX asir boshlarida yashagan Djeyms Uatt sharafiga atalgan **vatt**da (Vt) o'lchanadi va **R** harifi bilan belgilanadi. Elektr quvvatini elektr zanjirlari uchun quyidagicha hisoblash mumkin, dipoldan o'tayotgan va ikki chiqishlari orqali o'lchangan kuchlanish qiymatini tok qiymatiga ko'paytmasidan iborat.

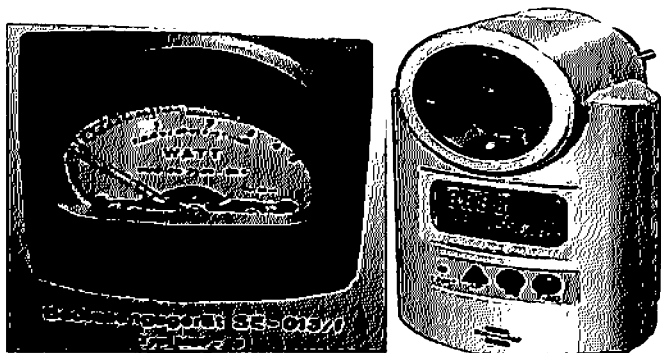
$$P = U \cdot I$$

Agarda bizda 9 V li batareykadan taminlanadigan zanjir bo'lsa va zanjirdagi tok 0,1 A bo'lsa, u holda istemol quvvati quyidagicha hisblanadi:

$$R = 9 \cdot 0,1 = 0,9 \text{ Vt}$$

Bu ifoda o'zgartirish tok zanjiri uchun quvvatni aniq hisoblash imkoniyatini beradi. O'zgaruvchan tok uchun formula ancha murakkab va boshqacha, biz uni hisoblamaymiz. Agarda soch uchun ishlatiladigan fenning foydalanish bo'yicha yo'riqnomasida yoki g'ilofida quvvati ko'rsatilgan bo'lsa 1000 Vt, manba kuchlanishi tarmoqdan ta'minlansa va u 220 V bo'lsa, istemol tokini quyidagicha hisoblashimiz mumkin:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{220} = 4,54 \text{ A}$$



1.11-rasm. Strelkali va raqamli vattimetr ko‘rinishi

### 1.5.Vaqt va chastota

Elektron sxemalarda biz to‘qnash keladigan yana bir muhim ko‘rsatgich – bu *vaqt*. Odatd, hisoblashlarda biz vaqtni chiziqli kattalik sifatida ishlatmaymiz, lekin *chastota* atamasini ishlatamiz, ya’ni bir sekund davomida sodir bo‘ladigan hodisa yoki sikllar soni. Chastotaning o‘lchov birligi sifatida gers (Gs) ishlatiladi va u XIX asrda yashagan nemis fizik –olimi Genrix Rudolf Gers sharafiga atalgan.

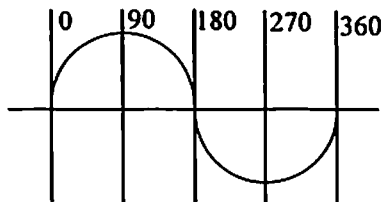
Masalan, agarda biz barabanga bir sekund davomida to‘rt marta ursak, u holda 4 Gs chastotali tovush hosil qilgan bo‘lamiz. Shundek qilib, barabanga urishlar soni vaqt bilan ajratilgan:

$$t = \frac{1 \text{ (sekund)}}{4 \text{ (urush soni)}} = 0,25 \text{ c}$$

Chastota hisoblanadigan formula:

$$f = \frac{1}{T}$$

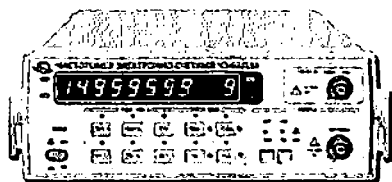
T harifi *davrni* ko‘rsatadi, ya’ni takrorlanuvchi hodisaning umumiy davomiyligini. O‘zgaruvchan tok uchun – bu tokning to‘liq bir davrini o‘tashi uchun zarur bo‘lgan vaqt, 0 dan boshlab, maksimumga yetib, so‘ng minimal qiymatga tushib va 0 ga qaytishidir ( 1.12 -rasm).



1.12– rasm. Davr –to‘liq siklni o‘tishi uchun kerak bo‘lgan vaqt

Hisoblashlarda ko‘p nolli sonlar yoki vergulli sonlar ancha noqulayliklar tug‘diradi, shuning uchun biz har bir 0,00000012 s da sodir bo‘ladigan voqea haqida emas, gerlarda gapirishni avzal ko‘ramiz.

O‘zgarmas tok 0 Gs chastotaga ega, chunki u hech qachon o‘zgarmaydi.



1.13-rasm. Chastotani raqamli o‘lchash qurilmalarining ko‘rinishi

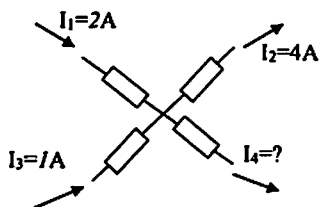
## 1.6. Tugunlar, shoxlar va konturlar

Keling endi elektr zanjirlarning hususiyatlarini ko‘rib chiqamiz va bu esa elektron sxemalarni tushinishda juda foydali bo‘ladi. Bir necha dipollarning oyoqchalarini (shuningdek ularni **klemmalar** yoki ulanish nuqtalari ham deyiladi) o‘zaro ulaymiz. Oyoqchalari tugunga birlashtirilgan, ular alohida elektr elementlaridir.

Bitta tugunga bir necha toklar kirishi va chiqishi mumkin, muhimi shundaki, agarda tugunga ma‘lum miqdorda tok kirs, Huddi shu miqdorda tok chiqib ketishi kerak. Bitta tugunga to‘rtta sim keladi, ulardan  $I_1$  ,  $I_2$  ,  $I_3$  va  $I_4$  toklar oqadi. Quyidagi qoidani kiritamiz:



tugunga kiradigan tok musbat ishoraga ega, ayni vaqtda tugundan chiqayotgan tok manfiy ishoraga ega. Tugundagi barcha toklarning yig'indisi har doim nolga teng bo'lishi kerak.



1.14-rasm. Bir tugunda toklar yig'indisi har doim nolga teng

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

Bu formula elektr zanjirlari uchun Kirxgofning birinchi qoidasi deb ataladi. Agarda 1.14 - rasmdagi toklar teng bo'lsa:

$$\begin{cases} i_1 = 2A \\ i_2 = -4A \\ i_3 = 1A \end{cases}$$

u holda  $I_4$  teng bo'ladi:

$$2 \cdot 4 + 1 + i_4 = 0$$

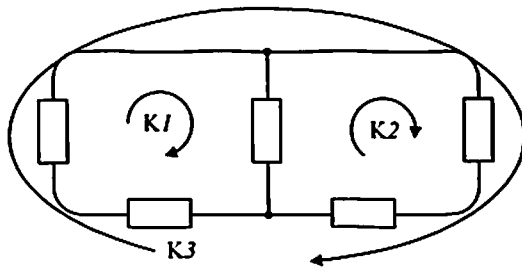
$$3 - 4 + i_4 = 0$$

$$-1 + i_4 = 0$$

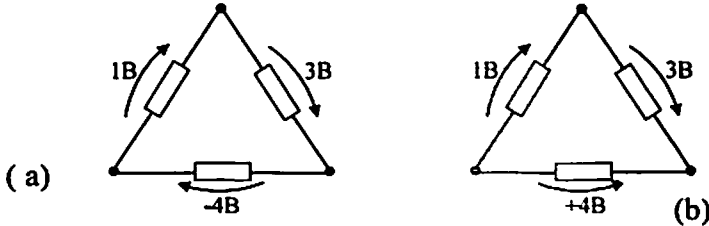
$$i_4 = 1$$

Tok  $I_4$  musbat ifodaga ega, shuning uchun biz o'ratgan qoidaga muvofiq u tugunga oqib keladi.

Elektr zanjiri tugun, shoxlar va konturlardan tashkil topgandir. **Shox** deb, zanjirning bir hil tokli qismiga aytiladi. **Kontur** - bu elektr zanjirining bir necha shoxlaridan va tugunlaridan o'tuvchi yopiq yo'ldir. Yopiq yo'l degan atama quyidagini bildiradi, zanjirning qandaydir tugunidan boshlab bir marotaba bir necha shoxlar va tugunlardan o'tib dastlabki tugunga qaytib kelishdir. Elektr zanjiri bir vaqtning o'zida bir necha konturga tegishli bo'lgan shox va tugunlarni tarkibiga olishi mumkun.



1.15 – rasm. Zanjir uchta konturdan iborat



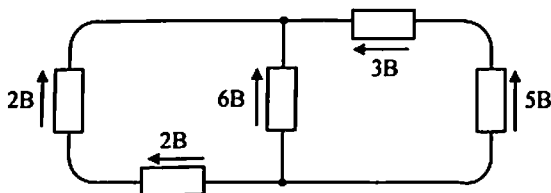
1.16 – rasm. Zanjirda dastlab strelkalarni ko‘k rang bilan chizish (a), (b) rasmda uchunchi dipoldagi strelkani teskariga o‘girildi, chunki u to‘g‘ri yo‘nalishga ega bo‘lishi kerak.

1.16 - rasmdagi zanjirda biz dastlab strelkalarni ko‘k rang bilan chizdik (a), so‘ng hisoblashlarni bajardik. Hisoblashlar uchunchi dipoldagi kuchlanish manfiyligini ko‘rsatdi. (b) rasmda uchunchi dipoldagi strelkani teskariga o‘girdik, chunki u to‘g‘ri yo‘nalishga ega bo‘lishi kerak.

Dipoldagi kuchlanish strelka bilan belgilanishi mumkin, u qutibni aniqlashga yordam beradi, shuning uchun uning uchi musbat qutibni ko‘rsatadi. Bu kuchlanishni ham shuningdek testr yoki multimetr yordamida o‘lchash mumkin, lekin multimetrda biror qiymatni o‘qish uchun komponentlar zanjirga o‘rnatilgan va manbaga ulangan bo‘lishi kerak. Ko‘pincha biz kuchlanish yo‘nalishi haqida o‘ylamaymiz (ya‘ni uning qaysi tomoni musbat va qaysi tomoni manfiy), shuning uchun biz dipollarga tok yo‘nalishini ko‘rsatib strelka chizib qo‘yishimiz kerak.

Agarda hisoblashlarni bajarib bo‘lganimizdan so‘ng kuchlanish manfiy qiymatga ega bo‘lsa, faqat strelkaning yo‘nalishini o‘zgartirib qo‘yiladi (1.17-rasm).

Kirxgofning ikkinchi qonuni (Kirxgofning kuchlanishlar qoidasi) bo‘yicha: har qanday yopiq kontur tarafidagi potentsiallar farqini qo‘shilsa, ularning yig‘indisi nolga teng bo‘lar ekan. Bu qoidani zanjirning har qanday yopiq konturi uchun tatbiq qilish mumkin.



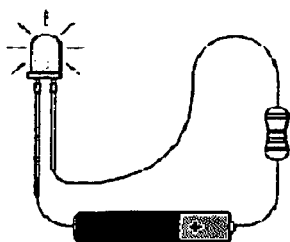
1.17-rasm. Rasmdagi zanjirning har bir dipoli uchun kuchlanish hisoblangan. Bo'lishi mumkin bo'lgan har bir konturda kuchlanishlar yig'indisi har doim nolga teng.

1.17-rasmda keltirilgan zanjirdagi har bir dipol uchun kuchlanish hisoblangan. Barcha uch konturda kuchlanish yig'indisi nolga tengligiga osonlikcha ishonishimiz mumkin.

### 1.7. Om qonuni

Tok va kuchlanish asoslarini ko'rar ekanbiz, keling ularni amaliyotda tatbiq etishga harakat qilib ko'ramiz. Qarshilik, yorug'lik diodi va 9 V batareykadan iborat bo'lgan oddiy zanjirni misol tariqasida olamiz. Ularning elementlari haqida keyinroq gap yuritiladi. Xozir biz quyidagilarni bilishimiz kerak:

- ✓ qarshilik - bu komponent zanjirdagi tokni kamaytiradi va zanjirdan tokning o'tishiga qarshilik ko'rsatadi;
- ✓ yorug'lik diodi – bu elektr lampochkasi kabidir;
- ✓ yorug'lik diodining qutubi mavjud va uni teskari ulansa u holda u yoqilmaydi;
- ✓ yorug'lik diodiga 2 V ga yaqin kuchlanish va qiymati 10 dan 20 mA gacha atrofda tok berilishi kerak;
- ✓ agarda yorug'lik diodining kuchlanish va tok qiymatlariga rioya qilinmasa, yorug'lik diodini ishdan chiqarib qo'yish xavfi tug'iladi.



1.18-rasm. Hisoblashimiz kerak bo'lgan oddiy zanjirning sxemasi

Yorug'lik diodlari bilan ishlaganda ko'pchilik o'ziga beradigan savol, bu "Yorkg'lik diodini kuydirib qo'ymaslik uchun qanday qiymatli qarshilik ulash kerak?"

Keling, Om qonunidan va Ba'zi bir oddiy kuzatishlardan foydalangan holda kerakli qarshilikni qanday hisoblash kerakligini ko'rib chiqamiz. Agarda yorug'lik diodini to'g'ridan to'g'ri 9 V li batareykaga ulansa, yorug'lik diodi bir oz vaqt yonadi va so'ng kuyadi. Yorug'lik diodiga 2 V kuchlanish kerak bo'ladi, biz esa uni 9 V li batareyga uladik. Bizning tajribamiz uchun 9 V li batareyka ishlatiladi. Batarey kamida 10 milliamperli tok bilan ta'minlashga qodir bo'lishi kerak, aks holda yorug'lik diodi ishlamaydi. Bizning holda bu muammo emas, chunki 9V li batarey ancha yuqori tok bilan ta'minlay olishi mumkun.

Kuchlanish nuqtaiy nazaridan qayd qilish mumkunki:

- ✓ batarey 9 V kuchlanishni ta'minlaydi;
- ✓ yorug'lik diodi 2 V dan ko'p bo'lmagan kuchlanishni ta'lab qiladi;
- ✓ qarshilik kuchlanishni kamaytirish uchun hizmat qiladi va yorug'lik diodiga kerakli bo'lgan kuchlanishni o'rnatishga kerak bo'ladi;
- ✓ qarshilik 7 V kuchlanishni buzilmasdan ko'tara oladi.

Kuchlanishlarni qo'shishga urinib ko'ramiz. Ular musbat yoki manfiy ishorali bo'lishi mumkun, qoidani biz o'zimiz boshqaramiz. Aytish mumkunki, agarda biz kontur bo'ylab soat strelkasi bo'yicha harakatlansak, u holda bu yo'nalishda kuchlanish "plyus" ishorali bo'adi, teskari yo'nalishda esa "minus" ishorali bo'ladi.

$$U_{\text{batareyka}} - U_{\text{qarshilik}} - U_{\text{yorug'lik diodi}} = 0$$

Shuningdek bu tenglamani biz quyidagicha yozishimiz mumkun:

$$U_{\text{batareyka}} = U_{\text{qarshilik}} + U_{\text{yorug'lik diodi}}$$

Endi biz ba'zi kattaliklarni bilamiz, shuning uchun biz ularni formulaga qo'yishimiz mumkun:

$$9 = U_{\text{qarshilik}} + 2$$

$$U_{\text{qarshilik}} + 2 = 9$$

$$U_{\text{qarshilik}} = 9 - 2 = 7$$

Olingan natija qarshilik oyoqchalarining oxiridagi kuchlanishga teng.

Endi tokni hisoblaymiz: zanjirda 20 mA tok aylanishi kerak, chunki tokning shuncha qiymati yorug'lik diodi uchun kerak. Batarey yuzlab milliamper tok berishi mumkin, lekin yorug'lik diodi va qarshilik zanjirda faqat zarur bo'lgan tok qiymatini aylanishiga sharoit yaratadilar. Keling endi diqatimizni qarshilikka qarataylik: uning oyoqchalarini uchida 7 V kuchlanish mavjud va u orqali 20 mA tok o'tadi.

Kuchlanish, tok va qarshilik qiymatlarini bog'lovchi Om qonuni quyidagicha yoziladi:

$$U = I \cdot R,$$

bu yerda  $U$  kuchlanishni,  $I$  - tok va  $R$  - qarshilikni belgilaydi. Shuningdek quyidagi formulalarni ham keltirib chiqarish mumkun:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Bizning zanjirimizda ishlatiladigan qarshilik qiymatini hisoblash uchun quyidagi formulaga qiymatlarni qo'yamiz:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{7 (B)}{20 (mA)} = \frac{7 (B)}{0,020(A)} = 350 (Om)$$

Bizning zanjirimizga zarur bo'lgan qarshilik 350 Om qiymatga teng bo'ladi. Savdoda qiymati 350 Om ga teng bo'lgan qarshilikli element yo'q, chunki bunday elementlar faqat ma'lum qiymatli qilib ishlab chiqariladi. Ishlab chiqariladigan qarshiliklar orasida biz hisoblagan qarshilik qiymatiga yaqin qiymat bu 390 Om.

Endi qarshilik istemol qiladigan quvvatni hisoblashga urunib ko'ramiz. Biz ko'rdikki, quvvat teng kuchlanishni tokka ko'paytirilganiga:

$$P_{quvvat} = U \cdot I$$

Om qonuni qayd qiladiki:

$$U = I \cdot R$$

Shuning uchun quvvat formulasi quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkun:

$$P_{quvvat} = U \cdot I = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R$$

Bizning qiymatlarimizni formulaga qo'yib quyidagi natijani olamiz:

$$P_{quvvat} = (0,020)^2 \cdot 390 = 0,156 \text{ (Vatt)}$$

Savdoda turli qarshiliklar mavjud va ular turli quvvatni ko'tara oladilar.

Ushbu holda oddiy 1/4 Vt li qarshilik yetrali bo'ladi, bu 0,25 Vt ni tashkil etadi. Agarda biz kam kuvvatli qarshilikni tanlasak, u holda tanlangan elementni qizib ketishi yoki kuyishiga sababchi bo'lib qolish mumkun.

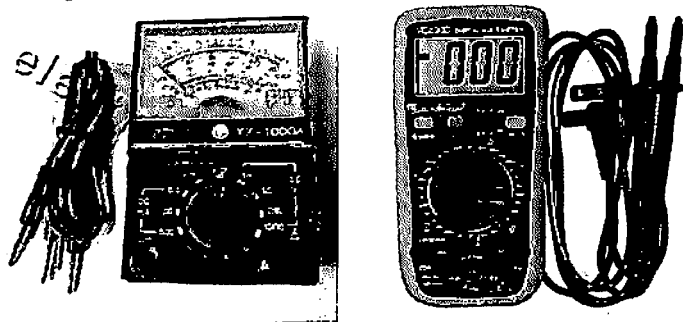
### 1.8.Elektro'lchashlar

Elektro xossalari ko'zga ko'rinmaydi. Biz metal simdan o'tayotgan elektronlarni ko'ra olmaymiz. Ularni shuningdek sanab ham bo'lmaydi! Bu qiyinchiliklarga qaramasdan biz tok harakati natijasida sodir bo'ladigan elektromagnit maydon "ikkilamchi" effektlarni kuzatish orqali tok va kuchlanishni o'lchay olamiz. Tok va kuchlanishlarni o'lchash uchun voltmetr yoki ampermetr ishlatilishini biz ko'rdik, lekin amaliy jixatdan testr yoki multimetрни ishlatish qulay, ya'ni turli elektro kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan asbob. Testrda raqamli displey yoki strelkali aks ettiruvchi, buraluvchi o'chirib-yoquvchi va uchta yoki to'rtta ulovchi moslama (raz'em) hamda juft simlar uchida metalli ulash moslama mavjud. Bitta ulash moslamasi har doim qizil ikkinchisi esa qora rangad bo'ladi. Bu rangalarni musbat (qizil) va manfiy (qora) deb hisoblash qabul qilingan.

Arzon o'lchov asboblari sotib olish mumkun, ular faqat tok, kuchlanish va qarshilikni o'lchaydilar yoki ancha murakkab va qimmat

bo'lgan o'lchov asboblari sotib olish mumkin, ular shuningdek quvvatni, chastotalarni, induktivlikni, tranzistorni, diodni va haroratni o'lchaydilar. Siz shuningdek strelkali asbobni topishingiz mumkin, ular foydalanishda murakkabroq, chunki ko'pincha bir-biriga joylashgan bir necha o'lchov shkalalari mavjud va shuningdek ko'p razemlarga ham ega. Xaqiqatda esa turli o'lchov asboblari qator umumiy belgilarga ega va siz birortasida ishlashni o'rganib olsangiz qolganlarini ham ishlatish sizga oson kechadi. Barcha o'lchov asboblarning modellarida "SOM" yozuvi bor, ya'ni bu umumiy simligini bildiradi. Bu raz'mga har doim qora sim ulanadi, ya'ni manfiy. Bizda yana  $V / OHM$  yozuvli raz'em ham bor, u orqali kuchlanish va qarshilikni o'lchanadi hamda bitta yoki bir necha raz'em tokni o'lchash uchun mavjud, odatda mA yoki A belgili. Tok uchun kirishlar alohida, chunki ba'zi bir quvvatni o'lchashda foydalanuvchi va testr zanjiri uchun ma'lum xavfsizlik choralariga rioya qilish talab etiladi. Bizning tajribalarimizda ishlatiladigan tok bir necha yuz milliamperdan katta bo'lmagan qiymatga ega bo'ladi.

O'lchov asbobi o'lchash turini o'rnatish uchun moslama bilan jixozlangan. Kuchlanishni o'lchash uchun mo'ljallangan maydonda turli sozlashlar mavjud, masalan quyidagilar bo'lishi mumkin: 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V. Zamonaviy va ancha qimmat o'lchov qurilmalarida o'lchanadigan kattalikka qurilmaning o'zi mustaqil moslasha oladi. Agar biz 2 V ga o'rnatilgan qurilmada 10 V kuchlanishni o'lchamoqchi bo'lsak, biz testrni ishdan chiqarib qo'ymaymiz, ekranda o'lchash oralig'i noto'g'ri o'rnatilganligi haqida ogoxlantirish yoki alohida yozuv chiqariladi. Huddi shundek holat tok va qarshilikda ham bo'ladi.



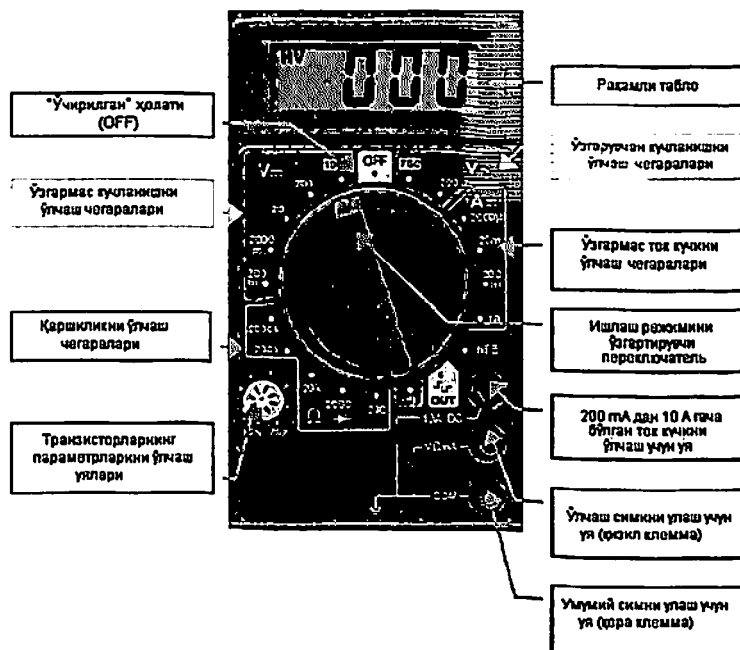
1.19-rasm. Multimetrning strelkali va raqamli turlarini ko'rinishi

Kuchlanishni o'lchash – ancha oddiy operatsiya: o'lchashni amalga oshirish uchun sxemani o'zgartirishning hojati yo'q va

potensiallar farqini o'lchash uchun zanjimning ikki nuqtasiga o'lchash qurilmasining shuplarini qo'yilsa yetarli.

**Raqamli multimetr yordamida o'lchashlarni amalga oshirish.** Multimetrning umumiy ko'rinishi 1.20-rasmda keltirilgan.

Rasmda boshqarish elementlarining joylashishi va multimetrni elektron sxemaga ulash joylari ko'rsatilgan. Ishlash tartibini va o'lchash chegaralarini o'zgartirish uchun sichqonchani ko'rsatgichi zarur o'lchash chegarasiga olib kelinadi va u qo'l shaklini olgandan keyin chap tugma bosiladi.



1.20-rasm. Multimetrning umumiy ko'rinishi va detallarining vazifalari

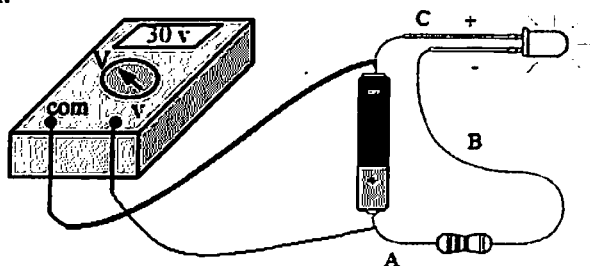
Multimetr yordamida quyidagilarni o'lchash mumkin:

- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok kuchlanishlari;
- o'zgarmas tok kuchi;
- o'zgarmas tok zanjiri qismlarining qarshiliklari.
- tovushli ogoxlantirishdan foydalanib ulanish mavjudligini tekshirish.



**Kuchlanishni o'lchash.** Tadqiq qilinayotgan zanjir qismlaridagi kuchlanishlarni o'lchash vaqtida quyidagilarga e'tibor berish zarur:

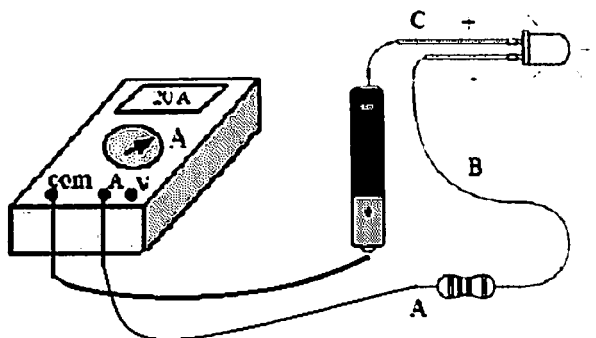
- voltmetr doimo kuchlanishi o'lchanayotgan zanjir qismiga parallel ulanadi;
- ish tartibini o'zgartiruvchi moslamasini o'lchanayotgan tok turiga (o'zgarmas yoki o'zgaruvchan) mos holatga o'tkazish kerak;
- voltmetr o'zgaruvchan tokning samarali qiymatini ko'rsatadi;
- voltmetr o'lchanayotgan o'zgarmas kuchlanish qiymati ishorasini (qutibini) hisobga olgan holda ko'rsatadi (agar o'lchash qisqichidagi potensial umumiy qisqichdagidan kichik bo'lsa kuchlanish qiymatining oldida "minus" (-) ishora hosil bo'ladi);
- o'zgarmas kuchlanishni o'lchash chegaralari: 1000 V, 200 V, 20 V, 2000 mV, 200 mV;
- o'zgaruvchan kuchlanishni o'lchash chegaralari: 750 V, 200 V.
- voltmetr ish tartibida o'lchov qurilmasining kirish qarshiligi 1 MOm.



1.21-rasm. Voltmetrning ish tartibi

**O'zgarmas tok kuchini o'lchash.** Tadqiq qilinayotgan zanjir uchashtalaridagi tok kuchini o'lchash vaqtida quyidagilarga e'tibor berish zarur:

- ampermetr tok kuchi o'lchanayotgan zanjir qismiga ketma-ket ulanadi (real ampermetr noto'g'ri ulanganda kuyib ketishi mumkin);
- ampermetr o'zgarmas tok kuchi qiymatini ishorasini hisobga olgan holda ko'rsatadi: agar tok o'lchash qurilmasining umumiy klemmasidan o'lchash klemmasiga oqsa, tok qiymatining oldida "minus" (-) ishora bo'ladi;
- o'zgarmas tokni o'lchash chegaralari: 10 A, 200 mA, 20 mA, 2000 mA;
- ampermetrning kirish qarshiligi juda kichik (10-6 Om atrofida).



1.22-rasm. Ampermetrning ish tartibi

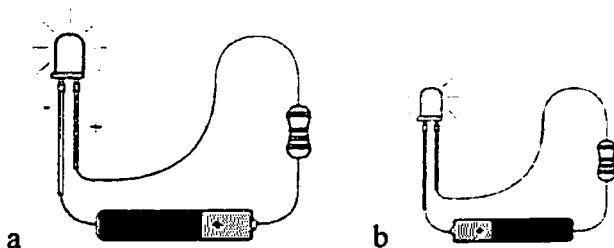
Qarshilikni o'lchashda quyidagilarni hisobga olish zarur:

- ommetr sxema elementlarining faqat faol qarshiliklarini o'lchaydi;
- qarshilikni o'lchash chegaralari: 2000 kOm, 200 kOm, 20 kOm, 2000 Om, 200 Om va ovozli signalizatsiyadan foydalanib ulanish mavjudligini tekshirish uchun mahsus holat mavjud;
- o'lchov qurilmasi qarshiligi o'lchanayotgan qismga 2 V kuchlanish beradi;
- o'lchov qurilma yordamida ulanish mavjudligini tekshirish mumkin, agar o'lchanayotgan uchastkaning yoki kontaktning qarshiligi 75 Om dan kichik bo'lsa ovoz signali beriladi.

Endi zanjirga yorug'lik diodini to'g'ri ulash sxemasini ko'raylik (1.23a-rasm). Birinchi holda (1.23a-rasm) batarey qarshilik bilan ulangan va so'ng qarshilikning ikkinchi oyoqchasi yorug'lik diodi bilan ulangan. Qarshilik yorug'lik diodiga keladigan tokni kamaytiradi, shundek qilib yorug'lik diodi yonadi, kuyib qolmaydi. Ikkinchi holda (1.23b-rasm) tok birinchi bo'lib yorug'lik diodi bilan to'qnashadi, shundan so'ngina qarshilikka keladi. Elektr toki yorug'lik diodidan o'tgach kamayadi. Yorug'lik diodi kuyadimi yoki yo'qmi? Xaqiqatda esa tok nuqtai nazaridan bu ikki holat bir hildir (ekvivalentdir). Ikki zanjirda ham tok bir hil qiymatga ega. 9 V li batareyni, 470 Om qarshilikni ishlatib, yorug'lik diodini ishlatishga 2 V kerakligini bilgan holda formulaga qo'yib quyidagi qiymatni olamiz:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{(9 - 2)}{470} = \frac{7}{470} = 0,0148(A) = 14,8(mA)$$

Matematik formula qarshilik yorug'lik diodidan oldin yoki keyin ulanganligini hisobga olmaydi, u faqat tok oqib o'tayotgan zanjirni inobtg'a oladi.



1.23-rasm. Rasmda keltirilgan zanjirda qarshilikni yorug'lik diodidan oldin yoki keyin ulansa nima sodir bo'ladi?

Hozirgi zamon fizikasi elektronlar shar shaklida emasligini aniqladi! Zarrachalar haqida gapirilmoqda, aslida esa biz maydon va to'lqinlarga egamiz, asoslar juda murakkablashib ketmoqda, chunki qator ikkilamchi hodisalar bilan to'qnashishga to'g'ri kelmoqda, ular ko'pchilik hollarda unchalik ahamiyat kasb etmaydi, lekin ma'lum sharoitlarda ularni hisobga olishga to'g'ri keladi. Bu kitob doirasida nazariyani sodda holda tushuntirishga harakat qilamiz.

#### Nazorat uchun savollar

1. Diod xaqida ma'lumot bering.
2. Diodning tuzilishi, vazifasi va rusumlanish tizimi xaqida ma'lumot bering.
3. Elektr tokining tarifini bering.
4. Elektr tokining o'lchov birligi va u qanday qurilma yordamida o'lchanadi?
5. Kuchlanish va potentsiallar farqini tushuntirib bering.
6. Quvvatni xisoblash formulasi va o'lchov vositasini tushuntirib bering.
7. Vaqt va chastotani o'lchov birligi, ifodasi va o'lchov vositalari xaqida batafsil ma'lumot bering.
8. Tugunlar, shoxlar va konturlarni tushuntiring va toklarni xisoblashga misol keltiring.
9. O'zgarmas tok kuchini qanday o'lchanadi, misol orqali tushuntiring.

## II BOB. ELEKTRON KOMPONENTLAR

Elektrotexnikada “dipol” atamasidan umumlashtirilgan elektron elementni belgilash uchun ishlatiladi. *Komponentlar passiv va aktiv guruhlarga bo‘linadi*: passiv elementlar kuchlanish va tokning amplitudasini kuchaytirmaydi, aktiv elementlar esa odatda manbaga ulanadilar va zanjirdagi tokni kuchaytiradilar. Har bir element elektron sxemalarni loyihalashtirishda ma’lum belgi bilan belgilanib sxemada ishlatiladi. Amalda yuz minglab elektron komponentlar mavjud. Ularni bilish va bir – biridan ajrata olish uchun tajribaga ega bo‘lish hamda ishlab chiqaruvchilar tomonidan qabul qilingan shakl, belgilanish, rang va kodlarini bilish kerak. Agarda komponent belgi bilan belgilangan bo‘lsa, biz internetdan so‘rov orqali komponent sxemasi, texnik ko‘rsatgichlari, jadvali, ko‘rsatmalar, o‘lchamlari va uni ishlatilishi yoritilgan bayonini yoki texnik pasportini topishimiz mumkun.

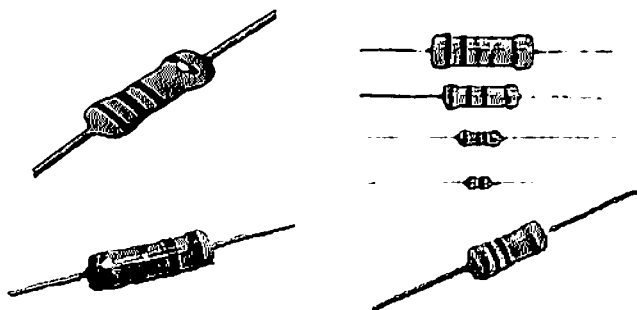
Quyida biz komponentlarning asosiy turlarini va ularni tanib olish uchun kerakli axborotlarni hamda ishlatilishi haqida ma’lumot beramiz.

## 2.1. Qarshiliklar

*Qarshiliklar elektr tok oqimini kamaytiradilar*. Qarshiliklar tok o‘tkanda ma’lum qarshilikni ta’minlovchi materialdan tayyorlanadi. Masalan, bundek material bo‘lib grafit hizmat qilishi mumkun. Qarshilikning kichik qiymati huddi elektr tokini o‘tishiga deyarli qarshilik ko‘rsatmaydigan material kabidir. Qarshilikning katta qiymati esa tokning faqat kam miqdori materialdan o‘tishini bildiradi. Qarshilikning o‘lchov birligi  $\Omega$  dir (Om yoki grekcha harif  $\Omega$  bilan belgilanadi). Qarshilikning o‘lchov birligi XVIII-XIX asirlarda yashagan nemis olimi Georg Simon Om sharafiga atalgan.

Mis yaxshi o‘tkazuvchidir, chunki u juda kichik qiymatli solishtirma qarshilikka ega, deyarli nol: 1 metr uzunlikdagi sim uchun 0,0000000169 Om (yoki Om-m). Temir ham huddi shuningdek tok o‘tkazadi, lekin u misga nisbatan yomonroq o‘tkazadi, uning solishtirma qarshiligi bir metrga 0,0000000968 Om ga teng. Shisha umuman tok o‘tkazmaydi, uning solishtirma qarshiligi 100 000 000 000 000 Om-m ga teng. Elektron sxemalarda ishlatiladigan qarshiliklarning qiymati bir necha Om dan to bir necha million Om gachan oraliqda bo‘ladi. Eng qo‘p tarqalgan qarshilik turi 2.1-rasmda keltirilgan ko‘rinishga ega va bu qarshilikni ranglar orqali qiymatlarini belgilash jadvali ham berilgan. Qarshilikning yuzida odatda to‘rtta rangli chiziq bo‘ladi va ulardan biri qarshilikning chetida joylashgan bo‘lib, u tilla rangga ega. Qarshilik qiymatini aniqlash uchun biz

qarshilikni tilla rangga bo'yalgan tomonini o'ng taraftga qilib ushlaymiz, so'ng rangli chiziqlarni chapdan o'ngga qarab ko'ramiz va 2.1-jadvalda keltirilgan ranglar jadvaliga qaraymiz.



2.1-rasm. Eng qo'p tarqalgan qarshiliklar ko'rinishi

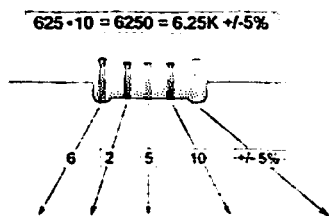
<table border="1"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>qora</td><td>jigarrang</td><td>qizil</td><td>olov rang</td><td>sariq</td><td>yashil</td><td>ko'k</td><td>binafsha</td><td>kubrang</td><td>oq</td> </tr> <tr> <td colspan="2">±5% tilla rang</td> <td colspan="8">±10% kumishrang</td> </tr> <tr> <td colspan="10"><b>Rangli kod</b></td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	qora	jigarrang	qizil	olov rang	sariq	yashil	ko'k	binafsha	kubrang	oq	±5% tilla rang		±10% kumishrang								<b>Rangli kod</b>										<table border="1"> <tr> <td>jigarrang ±1%</td> <td>qizil ±2%</td> <td>tilla rang ±5%</td> <td>kumishrang ±10%</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> <tr> <td colspan="4">27K misol</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>10</td><td>100</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>×10</td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td><td>2</td><td>×100</td><td></td> </tr> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>×1000</td><td></td> </tr> <tr> <td>4</td><td>4</td><td>×10000</td><td></td> </tr> <tr> <td>5</td><td>5</td><td>×100000</td><td></td> </tr> <tr> <td>6</td><td>6</td><td>×1000000</td><td></td> </tr> <tr> <td>7</td><td>7</td><td>+10 tilla</td><td></td> </tr> <tr> <td>8</td><td>8</td><td>+100 kumish</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>9</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>4 yo'li</b></td> </tr> </table>	jigarrang ±1%	qizil ±2%	tilla rang ±5%	kumishrang ±10%					27K misol				0	1	10	100	1	1	×10		2	2	×100		3	3	×1000		4	4	×10000		5	5	×100000		6	6	×1000000		7	7	+10 tilla		8	8	+100 kumish		9	9			<b>4 yo'li</b>				<table border="1"> <tr> <td>jigarrang ±1%</td> <td>qizil ±2%</td> <td>tilla rang ±5%</td> <td>kumishrang ±10%</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> <tr> <td colspan="4">15K misol</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>×10</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>×100</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>×1000</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>×10000</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>+10 tilla</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>+100 kumish</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>7</td><td>7</td><td></td> </tr> <tr> <td>8</td><td>8</td><td>8</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>9</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>5 yo'li</b></td> </tr> </table>	jigarrang ±1%	qizil ±2%	tilla rang ±5%	kumishrang ±10%					15K misol				0	0	1	10	1	1	1	×10	2	2	2	×100	3	3	3	×1000	4	4	4	×10000	5	5	5	+10 tilla	6	6	6	+100 kumish	7	7	7		8	8	8		9	9	9		<b>5 yo'li</b>			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																	
qora	jigarrang	qizil	olov rang	sariq	yashil	ko'k	binafsha	kubrang	oq																																																																																																																																																	
±5% tilla rang		±10% kumishrang																																																																																																																																																								
<b>Rangli kod</b>																																																																																																																																																										
jigarrang ±1%	qizil ±2%	tilla rang ±5%	kumishrang ±10%																																																																																																																																																							
27K misol																																																																																																																																																										
0	1	10	100																																																																																																																																																							
1	1	×10																																																																																																																																																								
2	2	×100																																																																																																																																																								
3	3	×1000																																																																																																																																																								
4	4	×10000																																																																																																																																																								
5	5	×100000																																																																																																																																																								
6	6	×1000000																																																																																																																																																								
7	7	+10 tilla																																																																																																																																																								
8	8	+100 kumish																																																																																																																																																								
9	9																																																																																																																																																									
<b>4 yo'li</b>																																																																																																																																																										
jigarrang ±1%	qizil ±2%	tilla rang ±5%	kumishrang ±10%																																																																																																																																																							
15K misol																																																																																																																																																										
0	0	1	10																																																																																																																																																							
1	1	1	×10																																																																																																																																																							
2	2	2	×100																																																																																																																																																							
3	3	3	×1000																																																																																																																																																							
4	4	4	×10000																																																																																																																																																							
5	5	5	+10 tilla																																																																																																																																																							
6	6	6	+100 kumish																																																																																																																																																							
7	7	7																																																																																																																																																								
8	8	8																																																																																																																																																								
9	9	9																																																																																																																																																								
<b>5 yo'li</b>																																																																																																																																																										

2.1-jadval. Qarshilik qiymatini aniqlash uchun ranglarning kodi

Faraz qilaylik, siz qarshilik yuzasida ko'k, qizil, yashil, jigarrang va tilla rangli chiziqlari bor qarshilikni ushlab turibsiz:

1. qarshilikni tilla rangga bo'yalgan tomonini o'ng taraftga qilib ushlanadi;
2. rangli chiziqlarni chapdan o'ng taraftga qarab o'qiladi;
3. birinchi chiziq ko'k rang;
4. qog'ozga "6" deb yozib qo'yamiz;
5. ikkinchi chiziq qizil rang, shuning uchun "2" yozamiz;

6. uchinchi chiziq yashil rangda, shuning uch “5” yozamiz;
7. to‘rtinchi chiziq jigarrang, shuning uchun “10” yozamiz;
8. keyingi rang tilla rang bo‘lgani uchun hatolik“ +/- 5%” yoziladi;
9. qog‘ozga biz “625 10 +/- 5%” yozdik, lekin bu hali qarshilik qiymati emas!



2.2-rasm. Qarshilik qiymatini aniqlash

10. Qarshilik 6250 Om ga teng (2.2-rasm).

Biroq 6250 Om yozish o‘rniga, biz 6.25 K +/- 5% yozamiz. 999 sonigachan qisqartirishsiz yoziladi. Mingdan oshgan sonlar “k” harifi bilan yoziladi, u kilo ni bildiradi: 1 kOm = 1 000 Om; 10 kOm = 10 000 Om; 100 kOm = 100 000 Om.

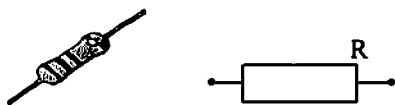
Shkala bo‘yicha “k” harifidan so‘ng “M” harifi turadi. Agarda biz 1 000 000 Om qarshilikni belgilamoqchi bo‘lsak – 1 MOm kabi yozamiz. Ba’zida “k” yoki “M” hariflari razryadlarni ajratish sifatida ishlatiladi, masalan: 2k2 Om = 2 200 Om; 4k7 Om = 47 000 Om; 3M3 Om = 3 300 000 Om.

Oxirgi rangli chiziq qarshilik qiymatining aniqligini ko‘rsatadi. U odatda har doim tilla rangli chiziq bo‘lib, u qarshilik qiymati 5% aniqlik atrofida bo‘lishini ko‘rsatadi. Agarda chiziq kumush rang bo‘lsa, hatolik 10% tashkil etishini bildiradi. Shuningdek katta aniqlikdagi elementlar ham mavjud (1 – 2%), ularda to‘rtta chiziq o‘rniga beshta chiziq bo‘ladi va ularni huddi yuqoridagi tartibda o‘qiladi.

Qarshiliklarni faqat ma’lum qiymatlilari ishlab chiqariladi, aks holda juda katta xajimli omborlar ularni saqlash uchun kerak bo‘lar edi. Qarshiliklarni ruxsat etilgan qiymatlari ma’lum qatorda ishlab chiqariladi. Biz hech qachon 21 Om qiymatli qarshilikni topa olmaymiz, lekin 22 yoki 18 Om qiymatligi bor. 500 kOm qiymatli qarshilik mavjud emas, lekin 470 kOm yoki 560 kOm qiymatli qarshiliklar mavjud.

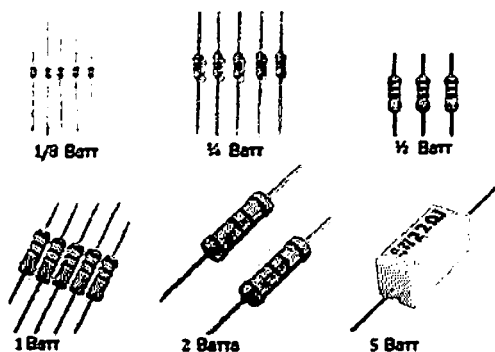
Qarshiliklarni sxemada ifodalash uchun ishlatiladigan belgi to‘g‘ri to‘rtburchak shakilga ega 2.3-rasmda ko‘rsatilganidek. Dunyoda yana

boshqacha belgilanish ham mavjud, arrasimon. Qarshiliklarni turli shakllarda va turli o'lchamlarda ishlab chiqariladi.



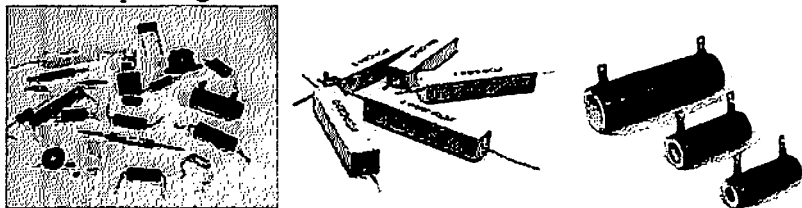
2.3-rasm. Qarshilikni sxemada belgilanishi

Qarshilikdan tok o'tganda u qiziydi. Agarda qarshilikdan o'tayotgan tok qiymati katta bo'lsa, qarshilik qattiq qizishi va hatto buzulishi ham mumkun. Elementning istemol quvvati har doim chegaraviy tarqalish quvvatidan kam bo'lishi kerak.  $\frac{1}{4}$  Vt li qarshiliklar eng ko'p tarqalgan qarshiliklardir. Shuningdek  $\frac{1}{8}$  Vt ,  $\frac{1}{16}$  Vt yoki katta quvvatli  $\frac{1}{2}$ , 1 yoki 2 Vt qarshiliklarni ham topish mumkun (2.4-rasm).



2.4-rasm. Turli quvvatli qarshiliklarning ko'rinishi

Keramik g'ilofli qarshiliklar ham mavjud (2.5-rasm), ular 5, 10 va hatto 20 Vt quvvatga ham bardosh bera oladi.

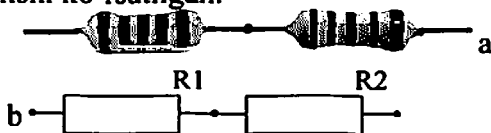


2.5-rasm. Keramik g'ilofli qarshiliklarning ko'rinishi

Agarda istemol quvvati katta bo'lsa, sovutish uchun qovurg'ali qarshiliklar ishlatilishi mumkun. Ba'zida standar bo'lmagan shakldagi qarshiliklar ham uchrab turadi, u elementlar mahsus ko'rsatgichli

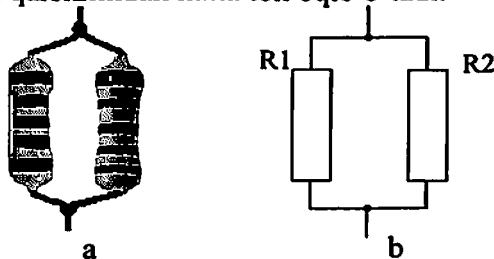
qarshilik bo'lib, odatdagi sanoat dastgoxlari tomonidan ishlab chiqarib bo'lmaydi.

**Ketma-ket va parallel ulangan qarshiliklar.** Ikkita qarshilikni bir – biri bilan ulab biz "ketma-ket ulanish" deb ataluvchi ulanishni hosil qilamiz. Birinchi qarshilikka kirgan tok undan o'tib so'ng ikkinchi qarshilikka kiradi. 2.6-rasmda bundek ulanishni sxemada aks ettirilishi va amalda bajarilishi ko'rsatilgan.



2.6-rasm. Ikkita qarshilikni ketma - ket ulash ko'rsatilgan (a- amalda) va (b- zanjir sxemasida)

Ikkita ketma-ket ulangan qarshiliklar o'zini bitta butun qarshiliklar qiymatining yig'indisiga teng bo'lgan qarshilikdek tutadilar. Agarda  $R_1$  teng 100 Om bo'lsa va  $R_2$  esa 50 Om bo'lsa, ikkita ketma-ket ulangan qarshiliklarning umumiy qiymati 150 Om ga teng bo'ladi. Ya'ni ikkita qarshilik 150 Om li bitta qarshilikdek zanjirga ta'sir etadi. Ketma-ket ulash orqali ikkitadan ko'p qarshilikni ulash mumkun. Endi ikkita qarshilikni parallel ulashga urinib ko'ramiz, ya'ni ularning oyoqchalarining bir-biri bilan ulanishi 2.7-rasmda keltirilgan. Agarda qarshiliklar qiymati bir hil bo'lsa, tok bir hil qismlarga ajraladi, aks holda kichik qiymatli qarshilikdan katta tok oqib o'tadi.



2.7-rasm. Ikkita qarshilikni parallel ulash ko'rsatilgan (a- amalda) va (b- zanjir sxemasida)

Ikkita parallel ulangan qarshiliklar o'zini huddi bir komponent kabi tutadi, qarshilik qiymati formula yordamida hisblanadi. Eng oddiy holda, ikkita qarshilikning qiymati bir hil bo'lganda: ikkita parallel ulangan 150 Om li qarshiliklar bitta 75 Om li qarshilikka ekvivalentdirlar. Umumiy qiymat ikki xissa kamayadi! Ikkita turli



qarshilikka ega bo'lgan holda umumiy qarshilikni hisoblash uchun quyidagi ifoda ishlatiladi:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2},$$

umumiy formuladan kelib chiqadiki, u haqiqatdan xohlagan sonli parallel ulangan qarshiliklar uchundir (foydalanishda uncha qulay emas):

$$R_{ekv} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

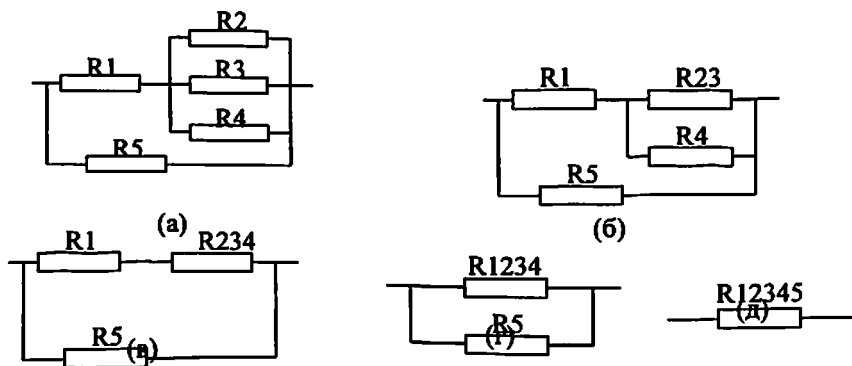
Biz bilamizki sotuvda ma'lum qiymatlarga ega bo'lgan qarshiliklar bor. Ketma-ket va parallel ulash orqali qarshilikning turli hil qiymatlarini olish imkoniyati hosil bo'ladi. Agarda bizga 101 kOm qiymatli qarshilik zarur bo'lsa, u holda 100 kOm va 1 kOm qiymatli qarshiliklarni ketma-ket ulash orqali zarur bo'lgan qarshilikka ega bo'lamiz.

Keling teng qiymatli qarshiliklarni 2.8-rasmda keltirilgan sxema uchun hisoblaylik. Bir hil qiymatli qarshiliklarni hisoblash matematik jarayondir, uning yordamida biz qarshiliklarni ulab qarshiliklar guruhi hosil qilingan, u guruhning umumiy qarshilik qiymatini aniqlaymiz.

Qarshilik guruhlarini soddalashtirib qadamma –qadam harakat qilish kerak.

Qarshiliklarning qiymati quydagicha:

$$R_1 = 10 \text{ Om}; R_2 = 100 \text{ Om}; R_3 = 47 \text{ Om}; R_4 = 56 \text{ Om}; R_5 = 120 \text{ Om};$$



2.8-rasm. Zanjirdagi teng qiymatli qarshiliklarni hisoblashda (a) soddalashtirish va guruhlashni to bitta oxirgi qarshilik qolguncha davom ettiriladi

Parallel ulangan qarshiliklarni hisoblashdan boshlaymiz. Dastlab  $R_2$  va  $R_3$  qarshiliklar qiymatini hisoblaymiz;

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{100 \cdot 47}{100 + 47} = \frac{4700}{147} = 31,97 \text{ (Om)}$$

So'ng parallel ulangan  $R_{23}$  va  $R_4$  qarshiliklar qiymatini hisoblaymiz;

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{31,97 \cdot 56}{31,97 + 56} = \frac{1790,32}{87,97} = 20,35 \text{ (Om)}$$

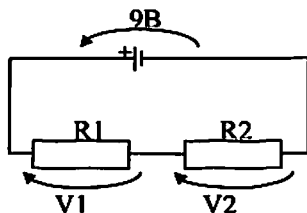
Zanjirda ketma-ket qarshiliklar  $R_1$  va  $R_{234}$  mavjud;

$$R_{1234} = R_1 + R_{234} = 10 + 20,35 = 30,35 \text{ (Om)}$$

Va nixoyat, parallel  $R_{1234}$  va  $R_5$  qarshiliklar qiymatini hisoblaymiz;

$$R_{um} = \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5} = \frac{30,35 \cdot 120}{30,35 + 120} = \frac{3642}{150,35} = 24,22 \text{ (Om)}$$

**Tok va kuchlanishni bo'luvchi.** Ikki qarshilikni ketma-ket ulash orqali biz kuchlanishni bo'luvchi yoki hoxish bo'yicha kuchlanishni bo'lish va uning qiymatini kamaytirishga hizmat qiluvchi zanjirni yaratamiz. Kuchlanishni bo'luvchi 9 V batareydan 3V li kuchlanishni olishimiz kerak bo'lganda zarurdir (2.9-rasm). Buning uchun qanday qiymatli qarshiliklar kerak bo'ladi? Dastlab ikki qarshilikdan qancha tok oqib o'tishini hal qilib olishimiz kerak. Tokni katta bo'lmagan qiymatini tanlaymiz, 10 mA ga teng. Shundek qilib bizda mavjud:  $U_{bat} = 9V$ ;  $U_1 = 3V$ ;  $I = 10 \text{ mA}$ .



2.9-rasm. 9 V batareyga ulangan kuchlanish bo'luvchisining elektr sxemasi

Agarda biz bo'luvchi va bataryadan tashkil topgan zanjirni kuzatsak, kuchlanishlarni qo'shib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_{batarey} = U_1 - U_2 = 0$$

Uni qaytatdan quyidagicha yozib olamiz:

$$U_2 = U_{batarey} - U_1$$

Ifodaga ma'lum qiymatlarni qo'yiladi:

$$U_2 = 9 (B) - 3 (B) = 6(B)$$

Endi biz  $U_1$  va  $U_2$  qiymatlarini bilamiz.  $R_1$  qarshilik qiymatini Om qonuniga asosan hisoblaymiz.

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{3 (B)}{10 (mA)} = \frac{3 (V)}{0,010 (A)} = 600 (Om)$$

$R_2$  ni hisoblaymiz;

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{6 (B)}{10 (mA)} = \frac{6 (V)}{0,010 (A)} = 300 (Om)$$

Hisoblashlarni to'g'ri bajardikmi, tekshirib ko'ramiz, umumiy qarshilikni hisblab ko'ramiz, so'ng esa 10 mA ga teng bo'lishi kerak bo'lgan tok qiymatini ko'ramiz.

$$R_{um} = R_1 + R_2 = 300 + 600 = 900 (Om)$$

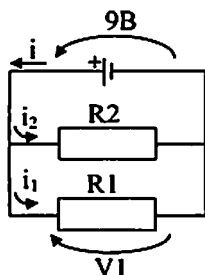
Tokni quyidagi formula orqali tekshiramiz:

$$I = \frac{U}{R_{um}} = \frac{9(V)}{900 (Om)} = 0,010(A) = 10(mA)$$

Hisoblashlar to'g'ri! Amaliyotda bu hol sag'al boshqacharoq bo'ladi, chunki amalda tayyor 600 Om li qarshilik yo'q. Bu qiymatli qarshiliqqa eng yaqin qarshilik – bu 500 Om. Zanjirdagi tok va qarshilikning real qiymatlari qanday bo'lishini tekshirib ko'ramiz.

*Eslatma: kuchlanishni bo'luvchi – bu xaqiqiy kuchlanishni boshqaruvchi emas; uning chiqishiga boshqa zanjir ulasak, biz zanjirni o'zgartiramiz! Biz keyingi boblarda ancha ishonchli sxemalar qurishni ko'rib chiqamiz.*

Ikkita (yoki undan ko'p) parallel ulangan qarshiliklar tokni zanjirning turli yo'nalishlarga bo'lib tok bo'luvchisini hosil qiladi (2.10-rasm).



2.10-rasm. 9 V batareyga ulangan tok bo'luvchisining elektr sxemasi

Faraz qilaylik, bizda ikki shoxchaga shoxlangan tok bo'luvchisi bor deb, ulardan 10 va 20 mA tok o'tkazilmoqchi bo'lsin:  $U_{bat} = 9 B$ ;  $I_1 = 10 mA$ ;  $I_2 = 20 mA$ .

Bu holda darrov kerakli tokni olish uchun qarshilik qiymatini aniqlash mumkin, chunki qarshiliklarning oyoqchalarida qarshilik qiymati 9V. Om qonunini qo'llash orqali:

$$R_1 = \frac{U_{bat}}{I} = \frac{9 B}{10 mA} = \frac{9V}{0,010 (A)} = 900 (Om)$$

$$R_2 = \frac{U_{bat}}{I} = \frac{9 B}{20 mA} = \frac{9V}{0,020 (A)} = 450 (Om)$$

Batareyga ulangan umumiy qarshilikni o'zaro parallel ulangan  $R_1$  va  $R_2$  lardan hislab olish mumkin:

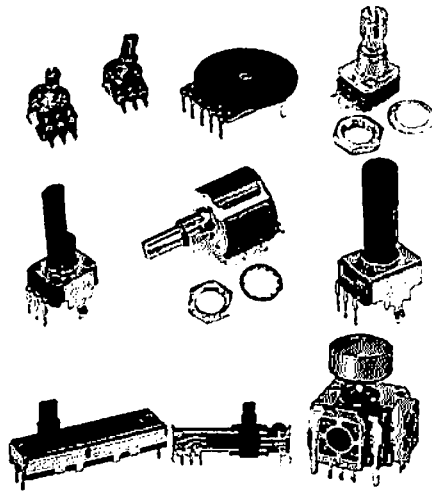
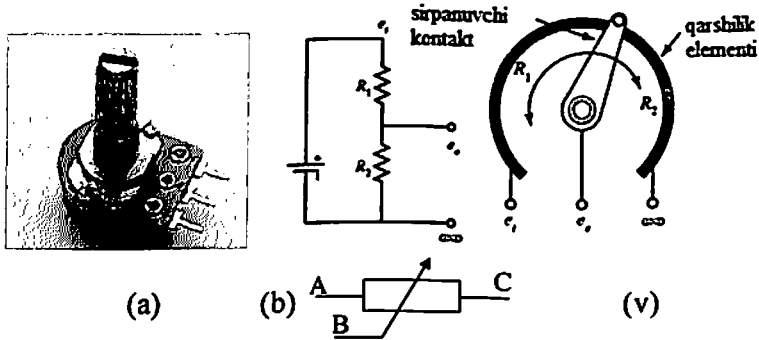
$$R_{um} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{450 \cdot 900}{450 + 900} = 300 (Om)$$

Batarey ta'minlaydigan umumiy tok ikki shoxchalarning uchidagi toklarning yig'indisiga teng. Bu tok shuningdek batarey kuchlanishini umumiy qarshilikka bo'linishidan hislab olish mumkin:

$$I = \frac{U_{batarey}}{R_{um}} = \frac{9 (V)}{300 (Om)} = 0,030 (A) = 30(mA)$$

**Sozlovchi qarshilik va o'zgaruvchan qarshilik.** Tovush karnayini tovushini balon qilish uchun biz qarshilik qiymatini o'zgartiruvchi moslamani buraymiz, uni sozlovchi qarshilik deb ataladi: mahsus komponent uchta oyoqchali va o'qdan iborat. Uning umumiy

ko'rinishi (2.11a-rasm) konstruktiv tarkibi (2.11b-rasm) va sxemada ko'rsatilishi (2.11v-rasm) hamda mavjud turlariga namunalarining ko'rinishi (2.11g-rasm) keltirilgan. O'qni aylantirilganda komponent qarshiligi odatda chiziqqli oshadi. Qarshiligi logorifmik o'suvchi o'zgaruvchan qarshiliklar ham mavjud (bunde komponentlar tovushni boshqaruvchi sifatida ishlatiladi).



(g)

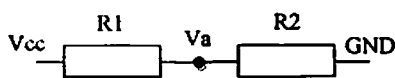
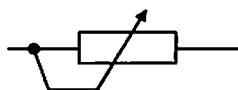
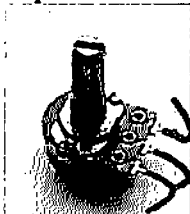
2.11-rasm. Sozlovchi qarshilik va o'zgaruvchan qarshilikning umumiy ko'rinishi (a), konstruktiv tarkibi (v) va sxemada ko'rsatilishi (b) hamda mavjud turlariga namunalarining (g)

Sozlovchi qarshiliklar – bu komponentlar o'zgaruvchan qarshiliklar bo'lib, bosma platalarda ishlatiladi. Sozlovchi qarshiliklarda val bo'lmaydi, lekin otvertka bilan burash uchun joy qoldirilgan, shu joyidan ma'lum qiymatli qarshilikni o'rnatiladi, foydalanish jarayonida bu qiymat deyarli o'zgartirilmaydi yoki juda kam o'zgartiriladi.

Sozlovchi va o'zgaruvchan qarshiliklar uchta oyoqchasi bor va ular quyidagilar sifatida ishlatilishi mumkin:

✓ boshqariluvchi kuchlanish bo'luvchilari – bunda o'rtadagi oyoqchadan ikkita chetdagi oyoqchalar o'rtasidagi kuchlanishning o'rtasidagi kuchlanish chiqadi;

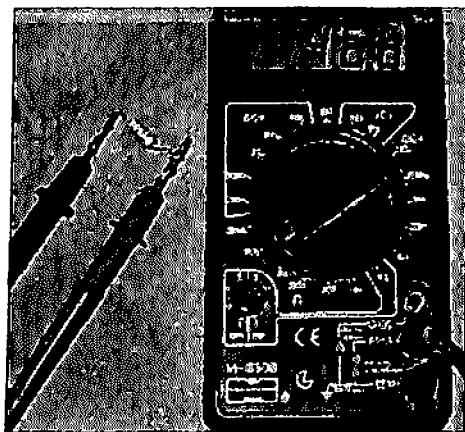
✓ o'zgaruvchan qarshilik – bunda faqat ikkita oyoqchasi ishlatiladi va qarshilik o'zini o'zgaruvchan qarshilik kabi tutadi.



2.12-rasm. O'zgaruvchan qarshilikni reostat kabi ulanishi (a) va kuchlanishni bo'luvchi sifatida ulanishi (b).

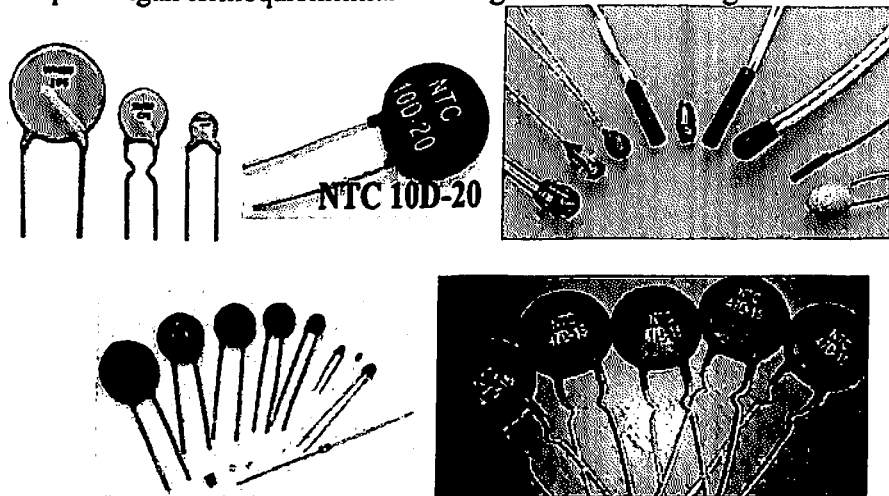
**Qarshilikni o'lchash.** Qarshilikni o'lchash oson, tester ishlatilsa kifoya. O'lchov asbobining sozlash moslamasini R harifi yozilgan holatga o'rnatiladi va kerakli qiymatni tanlanadi. Kuchlanish va tok uchun ham huddi shuningdek, kerakli qiymatni tanlash maydonida bo'lishi mumkin bo'lgan bir necha qiymatlar joylashgan bo'lishi mumkin: bir necha yuz omdan megaomgacha. O'lchov asbobida tanlanadigan qiymat o'lchanadigan qiymatga nisbattan ozgina kattaroq tanlanadi. Agarda asbobda tanlanadigan qiymatni hato o'rnatib qo'yilsa, hechqisi yo'q shikastlanish sodir bo'lmaydi, strelkali ko'rsatgich yoki displey dastlabki holatini egallaydi. Qarshilikni o'lchash uchun qora simni SOM raz'emga ulanadi va qizil simni esa R yoki  $\Omega$  harifi bilan belgilangan raz'emga ulanadi so'ng simlarni uchini qarshilik oyoqchalariga ulanadi (2.13-rasm). O'lchanadigan komponent zanjirdan uzib qo'yilgan bo'lishi kerak, aks holda o'lchov asbobi ko'rsatgan qattaliklar noto'g'ri bo'ladi. Qarshilikni zanjirdan to'liq uzib qo'yish shart emas, oyoqchalaridan birini zanjirdan uzib qo'yishning o'zi yetarli bo'ladi.

**Eslatma:** *Kuchlanish berilgan zanjirlar bilan ishlash juda xavflidir! Bu holda juda extiyotlik bilan ishlash kerak!*



2.13-rasm. Qarshilik qiymatini o'lchash uchun testerni ishlatish

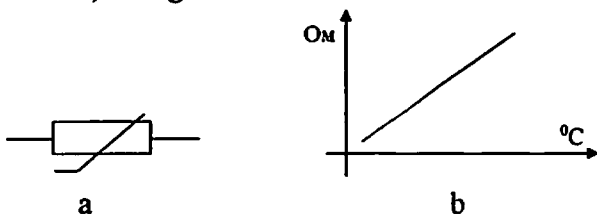
**Termoqarshilik.** Qarshiliklar – bular shundek komponentlarki, ularning qarshilik qiymati ko'p omillarga bog'liq, hatto haroratga ham. Odatda haroratni qarshilik qiymatiga ta'sir etishi keraksizdir, lekin bu ko'rsatgichga bog'liq bo'lgan elementlar kashf etildi, maqsad, ulardan datchiklar sifatida foydalanish edi. 2.14-rasmda sanoatda ishlab chiqariladigan termoqarshiliklar turining namunasi keltirilgan.



2.14-rasm. Termoqarshiliklar turining namunasi

**Termoqarshiliklar** – bu qarshiliklarning solishtirma qarshiligi haroratga chiziqli shaklda bog'liq: har bir gradusda qarshilik qiymati

o'zgarimas kattalikda o'zgarib boradi. Tabiatda shundek materiallar borki harorat oshib borishi bilan ularning qarshiligi ortib boradi va huddi shuningdek issiqlik oshishi bilan qarshiligi kamayib boradi. 2.15-rasmda termoqarshilikni sxemadagi shartli grafik belgilanishi (2.15a-rasm) va qarshilikni haroratga chiziqli bog'liqligini namoyish etuvchi grafik (2.15b-rasm) berilgan.



2.15-rasm. Termoqarshilikni sxemadagi shartli grafik belgilanishi (a) va qarshilikni haroratga chiziqli bog'liqligi (b)

Savdoda biz termoqarshiliklarning ikki turini topishimiz mumkun:

- ✓ MaXX (manfiy harorat koeffitsientli) - haroratning ortishi bilan ularning qarshiligi kamayadi;
- ✓ MuXX (musbat harorat koeffitsientli) - haroratning ortishi bilan ularning qarshiligi oshadi.

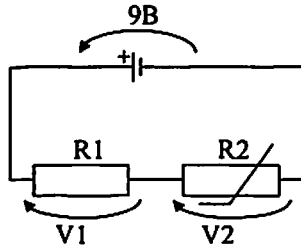
Termoqarshiliklar "sokinlik holatida" qiymatga ega, u standart haroratda o'lchanadi (odatda  $20^{\circ}C$  atrofida) va bir necha o'n kiloomga mos keladi.

Termoqarshilik va oddiy qarshilikda kuchlanish bo'luvchisini loyihalashtirilar ekan, biz haroratni termoqarshilikdagi kuchlanishni tushishini o'qish orqali o'lchashimiz mumkun bo'ladi. Kuchlanish ushbu haroratga teng bo'lmaydi, ammo proporsional qiymatga ega bo'ladi.

5 V li manbaga ulangan kuchlanish bo'luvchisi 10 kOm li termoqarshilik va 10 kOm li qarshilikdan tashkil topgandir (2.16-rasm),  $20^{\circ}C$  da termoqarshilikda biz 4,5 V kuchlanishni o'lchay olamiz. Haroratning o'zgarishi bilan termoqarshilikning qarshiligi o'zgarib boradi va shuning natijasida qarshilik o'zgaradi, zanjirning umumiy toki hamda kuchlanishning tushishi o'zgaradi. Termoqarshiliklar yordamida o'lchashni aniq olib borib bo'lmaydi.

Termoqarshilik qiymatini aniqlash uchun ranglarning kodi 2.2-jadvalda batafsil keltirilgan va jadval ostida koddan chiqarishga misollar berilgan. Termoqarshiliklarni shifrdan chiqarish tartibi yuqorida ko'rib chiqilgan, qarshilikni koddan chiqarish tartibi kabi olib boriladi.





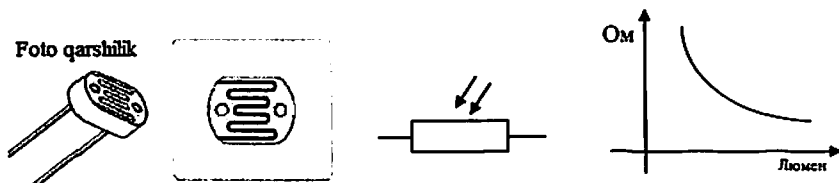
2.16-rasm. Haroratni o'lash uchun termoqarshilikni 10 kOm li qarshilikka ulanadi

Chiziq va nuqtaning rangi	I	II	III	IV	
	Raqamlar qiymati kOm		Ko'paytma	Hatolik darajasi %	
Tilla rang			0,01	± 5%	
Kumish rang			0,1		
Qora rang	1	1			
Qizil rang	2	2		± 5%	
Oq rang	3	3	100	± 2%	
Olov rang	4	4		± 3%	
Sariq rang	5	5			
Yashil rang	6	6			
Ko'k rang	7	7			
Binalsha rang	8	8			
Kulrang	9				
Oq rang		0			
<p>470 kOm ±1%</p>			<p>150 kOm ±2%</p>		
<p>0,68 kOm ±3%</p>			<p>4,7 kOm ±5%</p>		

2.2-jadval. Termoqarshilik qiymatini aniqlash uchun ranglarning kodi



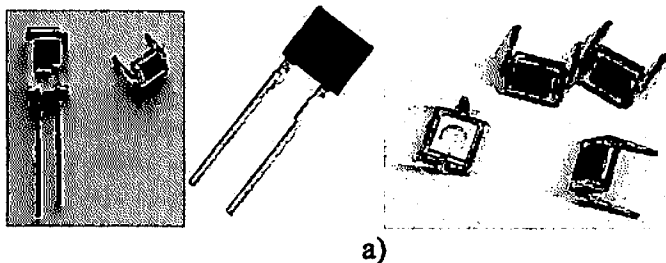
kuchlanishga ega bo'lgan manbaga ulanishi mumkin, o'рта nuqtadan esa biz fotoqarshilikka yetib kelgan yorug'lik miqdoriga proporsional bo'lgan kuchlanishni o'qib olishimiz mumkin.

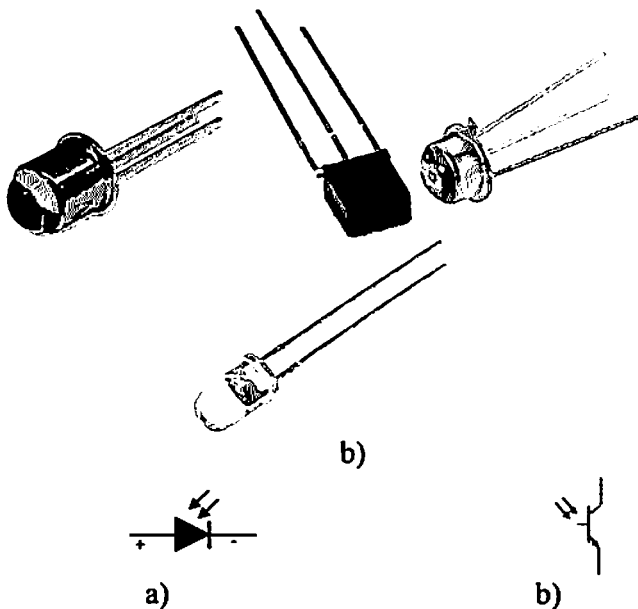


2.18-rasm. Fotoqarshilik turlari, sxemada belgilanishi va turli yorug'lik darajalarida qarshilikning o'zgarish grafigi

Fotoqarshiliklarga qo'shimcha sifatida yana boshqa komponentlar ham bor, masalan, yorug'lik diodlari va yorug'lik tranzistorlari, ular yorug'likni aniqlash yoki yorug'lik miqdorini o'lchashlari mumkin. Fotodiod o'zini kichik tok generatori kabi tutadi: yarimo'tkazgich atomiga urilayotgan fotonlar erkin elektronlarni bo'shatadilar va qurilma chiqishida katta bo'lmagan tok hosil qiladilar (o'n mikroamper atrofida). Fotodiodlar telekommunikatsiya soxasida keng qo'llaniladi va shuningdek nafaqat ko'rish xududidagi nurlanishlarni aniqlashlari mumkin (ultrabinafsha va infraqizil oraliqda).

Fototranzistorlar fotodiodlar kabi ishlaydilar. Tranzistorlarda uchta oyoqcha bo'lsa, fototranzistorlarda esa faqat ikkita oyoqcha bo'ladi. Bu komponentni ishlatish ancha oddiy, u ikki chiqishdagi tokning oqib o'tishini nazorat qiladi. 2.19-rasmda fotodiod (a) va fototranzistorlarning (b) turlari hamda sxemada ko'rsatish uchun shartli grafik belgilanishi keltirilgan.





2.19-rasm. Fotodiod (a) va fototranzistor (b) namunalarining ko‘rinishi, shartli grafik belgilanishi keltirilgan

## 2.2. Yorug‘lik diodlari

Yorug‘lik diodlari o‘zidan yorug‘lik tarqatuvchi komponent bo‘lib, ular juda keng sohalarda ishlatiladi. Yorug‘lik diodlarini ko‘pincha LED (Light Emitting Diode) qisqartma bilan belgilanadi, uning tarjimai yorug‘lik tarqatuvchi diod. Yorug‘lik diodining ikki oyoqchasi bo‘lib ulardan biri anod va ikkinchisi katod deb ataladi. Yorug‘lik diodini ishlatish uchun uni to‘g‘ri ulanishini hosil qilish kerak bo‘ladi, sababi tok undan faqat bir taraftga oqib o‘tadi. Katod manfiy oyoqchasiga mos keladi, anod esa musbat oyoqchaga to‘g‘ri keladi. Odatda yorug‘lik diodlarida anod va katodni bildiruvchi yozuvlar bo‘lmaydi, uni oyoqchalarining uzunligidagi farq orqali ajratib olinadi, katodning oyoqchasi har doim anodning oyoqchasidan kalta bo‘ladi.

Yorug‘lik diodini ishga tushirish uchun 1,2 V dan 3 V gachan kuchlanish va 10 mA dan 20 mA gachan tok berish mumkun, kuchlanish va toqning qiymati yorug‘lik diodining turiga va yorug‘lik rangiga bog‘liq (2.3-jadvalga qaralsin).

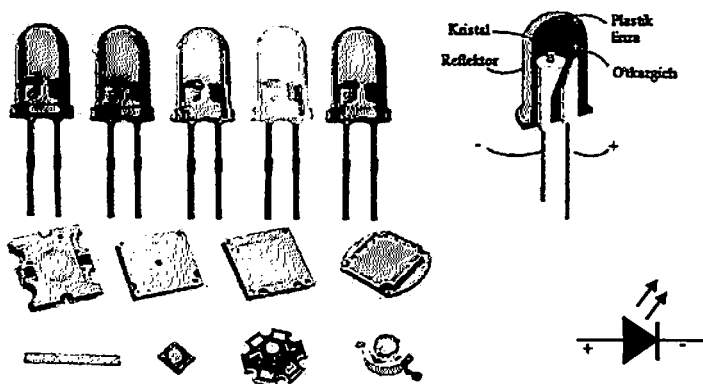
Ko‘rinmaydigan yorug‘likni infraqizil oraliqda hosil qiluvchi yorug‘lik diodlari ham mavjud, ular masofaviy boshqarish qurilmalarida va qorong‘ida ko‘rish asboblari “ko‘rinmaydigan” yorug‘lik manbai

sifatida ishlatiladi. 3 va 5 mm o'lchamga ega bo'lgan yorug'lik diodlariga qo'shimcha sifatida noananaviy kvadrat va uchburchak shakldagilari ham mavjud bo'lib, ularni turli elektron qurilmalarning oldi panelida indikator sifatida ishlatiladi (2.20-rasm).

2.3-jadval. Yorug'lik diodlarining rangiga bog'liq holda kuchlanish qiymati

Rang	Kuchlanish, V
Qizil	1,8
Sariq	1,9
Yashil	2,0
Ko'k	3,5
Oq	3,0
Infragizil	1,3

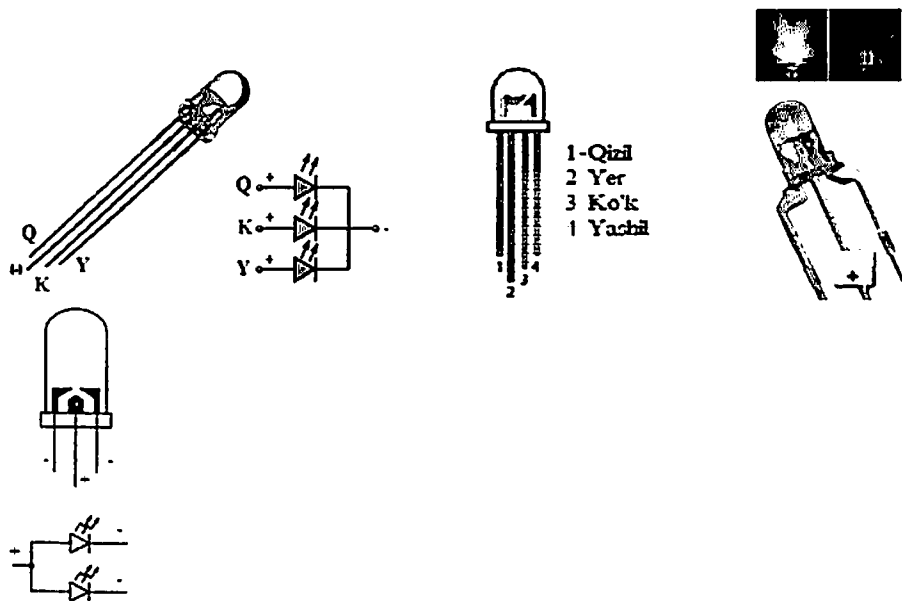
Ikki rangni hosil qiluvchi yorug'lik diodlari ham mavjud va ularda uchta oyoqcha bo'ladi, ulardan o'rtada joylashgan oyoqcha katod hisblanadi. Bu qurilmalar ikkita qizil va yashil yorug'lik diodini bir g'ilofga joylashtirish orqali amalga oshiriladi. Yon taraftagi oyoqchalarni galma-galdan ulanadi, agarda ikki oyoqchani ulansa sariq yoki olov rangdagi rang hosil qilinadi.



2.20-rasm. Turli rangdagi yorug'lik diodlarini ko'rinishi va tashkil etilishi, tuzulishi hamda shartli grafik belgilanishi

Uch rangli RGB-yorug'lik diodlari bir g'ilof ichida uchta yorug'lik diodidan tashkil topgandir: qizil, yashil va ko'k, shuning uchun ularda

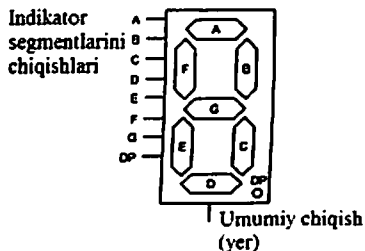
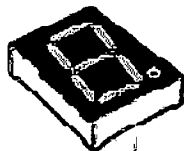
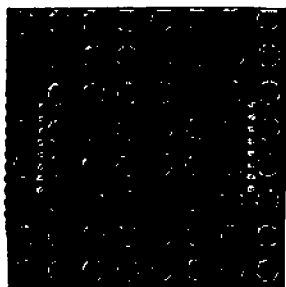
to'rtta oyoqcha bo'ladi. Uchta yorug'lik diodining yorug'lik intensivligini (jadalligini) o'zgartirish orqali amaliy jixatdan hoxishiy rangni hosil qilish mumkin (2.21-rasm).



2.21-rasm. Ikki va uch rangli yorug'lik diodlarining ko'rinishi hamda shartli grafik belgilanishi

So'ngi 5-10 yil ichida lazer nurini hosil qiluvchi yorug'lik diodlarini savdoda uchratish mumkin. Ularni ishlatish uchun mahsus tadbir va manba zanjirlari kerak bo'ladi.

**Nuqtali matritsalar** – bu bir necha yorug'lik diodlarini to'r yoki matritsa shaklida ulanib hosil qilingan blok. Yettita segmentli (semisegmentnnyy) indikator yettita yorug'lik diodidan tashkil topgan bo'lib, uning yordamida xohlagan raqamni ko'rsatish mumkin. Display bitta umumiy chiqishga ega bo'lib, u ishlab chiqarilgan modelga qarab anod yoki katod bo'lishi mumkin va yettita segmentlarga mos yettita chiqishlari mavjud hamda yana bitta nuqtani ko'rsatish uchun oyoqchasi bo'ladi. Yettita segmentdan ko'p bo'lgan yoki ko'p sonli belgilarni aks ettiruvchi indikatorlarning yanada murakkab modellari ham mavjud (2.22-rasm).



2.22-rasm. Yorug'lik diodli massiv va yetti segmentli displey ko'rinishi hamda segmentlarni joylashish sxemasi

Budek murakkab indikatorlarni oson ishlatish uchun ularni mahsus nazorat qiluvchi integral sxemalar yordamida boshqariladi, ular kirishida aks ettirish uchun ishorani qabul qiladi va so'ng esa ko'p honali sonni aks ettirish uchun tegishli yorug'lik diodlarni yoqadi. Ancha murakkab axborotni va grafik axborotni aks ettirish uchun boshqa texnologiyaga asoslangan qurilmalar ishlatiladi, suyuq kristalli displeylar (SKD). Bu holda har bir oyoqchani alohida boshqarish haqida gap ham bo'lishi mumkin emas albatta, shuning uchun ketma-ket kanal orqali buyruqlarni jo'natish yo'li orqali yoki raqamli signal ketma-ketligi bilan nazorat qilinadi. Bu elementlar juda murakkab ko'rinishi mumkin, lekin zamonaviy mikrokontrollerlar yordamida displeyni boshqarish oddiy operatsiya bo'lib qoladi.

**Keng impulsli modulyatsiyalangan (KIM) signallar.** Yorug'lik diodi yordamida hosil qilinadigan yorug'lik jadalligini o'zgartirish uchun biz tokni kamaytiruvchi qarshilikdan foydalanishimiz mumkin. Biroq yorug'lik diodini shilashi uchun ma'lum miqdorda kuchlanish va tok talab etiladi, "YoQISH-O'ChIRISH" tamoilida ishlar ekan ular yoqiq yoki o'chiq bo'ladi. Qarshilikni ulash orqali ulardan oqib o'tadigan tokni o'zgartirish mumkin, shu orqali nur tarqatish yorqinligini o'zgartiriladi. Yorug'lik jadalligini o'zgartirish uchun biz bir xiyla ishlatamiz, yorug'lik diodini bir sekundda bir necha marotaba o'chirib yoqiladi. Bu kinoda sodir bo'ladigan holatni eslatadi, bu holda harakatdagi surat tez o'tadigan kadrlar ko'pligidan tashkil topgandir. Faraz qilaylik, bizda yoqiq yorug'lik diodni bir necha yuzta surati mavjud, bu suratlarni tez varaqlash orqali doim yoniq turgan yorug'lik diodining tasviriga ega bo'lamiz.

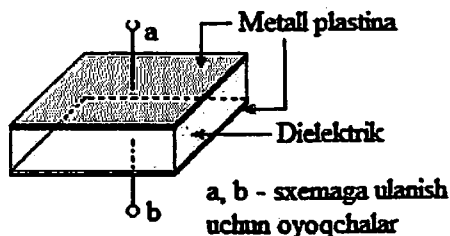
Endi faraz qilaylik, o'chirilgan yorug'lik diodni bir necha yuzta surati mavjud, bu suratlarni tez varaqlash orqali doim o'chiq turgan yorug'lik diodining tasviriga ega bo'lamiz. Suratlardan birini yoqiq

yorig'lik diodining suratiga almashtirib qo'ysak qanday holat yuzaga kelar ekan? Bizga yorug'lik diodidan kam yorug'lik tarqatilayotgandek tuyuladi. Suratlarini ko'p qismini almashtirilsa, u holda bizga yorug'lik diodi yarim imkoniyati bilan yonayotgandek tuyuladi.

### 2.3. Sig'imlar

**Sig'im** – bu elektr zaryadlarini yig'ish hususiyatiga ega bo'lgan komponentdir. Ular “sendvich” (buterbrod) shaklida tayyorlangan, ya'ni ikki o'tkazuvchan qatlamdan (plastinalar) tashkil topgan va ular o'rtasida dielektrik qatlam joylashtirilgan (ba'zida bu qatlam xavodan iborat bo'ladi) 2.23-rasmda ko'rsatilgan.

Bu elementning qismlari o'rtasida ulanish yo'q, demak undan tok oqib o'tmaydi! Ish tartibida huddi shundek bo'ladi (o'zgarimas tokda). Tranzistorlarni yoki o'zgaruvchan tok ishlatilganda sig'imlar o'zini mahsus qarshiliklar kabi tutadilar. Plastinalarga berilgan tok va kuchlanishning ta'siri natijasida zaryadlar yig'iladi, bir tomonida musbat va qarama-qarshi tomonidagisida esa manfiy. O'zini “g'alati” tutishining sababi plastinalardagi zaryadlarni o'zgarishi bilan bog'liqdir. Plastinalarda zaryadlarni ushlab qolish hususiyati sig'im deb ataladi va faradlarda ifodalanadi (F), XIX asr boshlarida yashagan angliyalik fizik olim Maykl Faradey sharafiga atab nomlangan. Sig'im juda katta oraliqdagi qiymatlarga ega bo'lishi mumkin, kuchaytirgich yoki katta manbalarda ishlatiladigan sig'imlar ming mikrofaradadan (mkF) boshlab, to radio va kompyuterlarda ishlatiladigan pikofaradagachan (pF) qiymatga ega bo'ladi. Sig'imni uncha ko'p bo'lmagan suvni saqlash imkoniyati bo'lgan idish stakanga (piyolaga) o'xshatish mumkin. Aslida sig'im kichik teshigi bor stakanga o'xshashdir, u teshik orqali stakandan suv sekin asta oqib ketadi. Teshik elementda albatta mavjud bo'lgan zaryadning yo'qolishini aks ettiruvchidir.



2.23-rasm. Sig'imning tuzilishi va tarkibi



Agarda biz sig'imga o'zgaruvchan tok bersak, u o'zini qarshilik kabi tutadi: uning chastotasi oshishi bilan qarshiligi kamayib boradi va deyarli nolga teng bo'lamaguncha kamayadi. Biroq to'g'ri atama qarshilik emas, reaktans (reaktiv qarshilik), u avvalgidek omlarda ifodalanadi. Ma'lum chastotada sig'imning reaktiv qarshiligini aniqlab beruvchi formula quyidagidan iborat:

$$X_s = \frac{1}{2 \Pi \cdot f \cdot C}$$

Formulada tokning tebranish chastotasini gersda, sig'im qiymatini esa faradada ko'rsatish zarur; konstanta Pi 3,14 ga teng.

Keling 50 Gs da 1 mkF ( $10^{-6}$ ) uchun reaktiv qarshilik qiymati qancha bo'lishini ko'raylik.

$$X_s = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{6,28 \cdot 50} = \frac{10^6}{314} \cong 3184 (Om)$$

1 kGs ( $10^3$ ) chastotada:

$$X_s = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^3}{6,28} \cong 159 (Om)$$

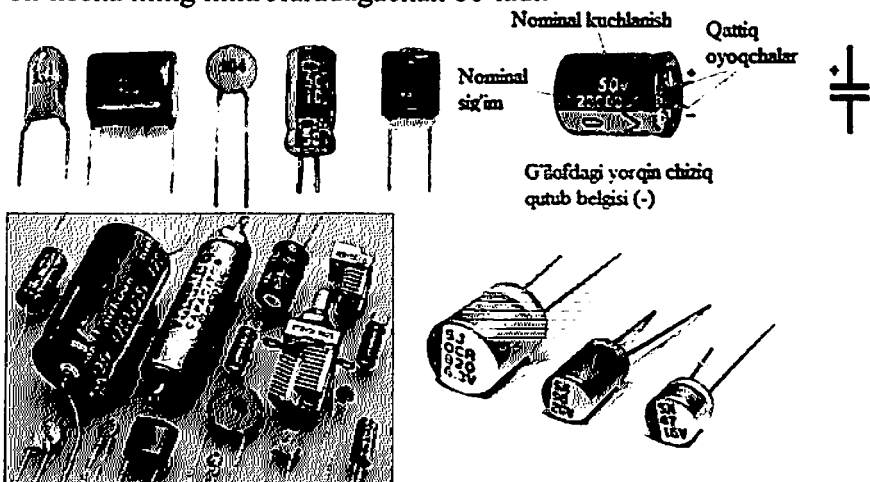
100kGs ( $10^5$ ) chastotada:

$$X_s = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-1}} = \frac{10}{6,28} \cong 1,59 (Om)$$

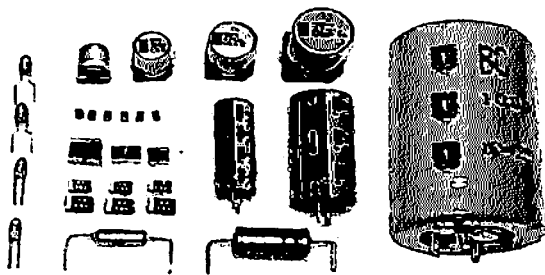
**Sig'im turlari.** Sig'imlar turli texnologiyalardan foydalanib ishlab chiqariladi, ular bir-birlaridan dielektrik qismi uchun ishlatiladigan material turi bilan farq qiladi: bu keramika, plastik, qog'oz, mahsus suyuqliklar va metallar bo'lishi mumkin. Ba'zi sig'imlarning qutibi bo'ladi, sig'imni shkastlamaslik uchun ularga rioya qilish kerak. Sig'im g'ilofiga maksimal ishchi kuchlanish va shuningdek qutibini aniqlash uchun foydali ma'lumotlar yozilgan bo'ladi. Muhimi ishchi kuchlanish qiymatiga rioya qilish kerak, aks holda komponentni ishdan chiqarib qo'yish mumkin (dielektrikni teshib qo'yiladi). Sig'im qiymatini aniqlash ancha murakkab. Turli materiallardan ishlab chiqarilgan sig'imlar turli shaklga va turli tashqi ko'rinishga ega bo'ladi hamda foydalanishdagi talablari ham turlicha bo'ladi. Qarshiliklarga nisbatan sig'imlar ancha yuqori hatoliklarga ega (10% va undan ham yuqoriroq) va ularning real qiymatlari sig'imda ko'rsatilganidan ancha farq qilishi mumkin.

Foydalanish uchun eng sodda sig'imlar bu elektrolitik sig'imlar bo'lib, u o'z tarkibida suyuq eritmaga bo'ktirilgan dielektrikdan

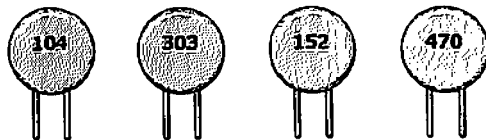
iboratdir. Ular silindrik shaklga ega: ularning kuchlanishi, quvvati va qutblari g'ilofida yoziladi 2.24-rasmda ko'rsatilganidek. Sig'implarning bu turida sig'im qiymatlari keng oraliqda bir necha mikrofaraadan to bir necha ming mikrofaraadagachan bo'ladi.



2.24-rasm. Sanoatda ishlab chiqariladigan sig'implarning turlari: disksimon keramikli, elektrolitik, lavsanli va tantalli



2.25-rasmda disksimon sig'implar g'ilofida yozilgan sonlarni qanday o'qilishi berilgan, ya'ni shifrdan chiqarish ko'rsatilgan.



$$104 = 10 \times 10^4 = 100000 \text{ pF} = 100 \text{ nF} = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$$

$$303 = 30 \times 10^3 = 30000 \text{ pF} = 30 \text{ nF} = 0,03 \text{ }\mu\text{F}$$

$$152 = 15 \times 10^2 = 1500 \text{ pF} = 1,5 \text{ nF}$$

$$470 = 47 \times 10^0 = 47 \text{ pF}$$

### 2.25-rasm. Disksimon sig'implarning g'ilofida yozilgan sonlarini shifrdan chiqarish

Sig'imning grafik belgilanishi ikki parallel plastinani eslatadi. Agarda sig'imning qutubi bo'lsa, u holda grafik belgilanishida plastinalarning birini yoniga "plyus" ishorasi qo'yiladi.

Disksimon keramik sig'implar juda ko'p tarqalgan, ularning o'lchami kichik, qutubga ega emas va ularning qiymati bir necha pikofaradadan (pF) minglab pikofaradagachan oraliqda mavjud. Ularning g'ilofida kod yozilgan, unda quvvati va hatoligi yozilgan bo'ladi. Biz, masalan keramik diskimonsig'imning g'ilofida 102k yozuvini ko'rsak, uni quyidagicha koddan chiqariladi. U yozuvga ikkita nol qo'shamiz, ya'ni 1000 pF, k harifi hatolik 10% ekanligini ko'rsatadi (2.4-jadval).

### 2.4-jadval. Lavsanli sig'implarning hatoligi

Harif	Hatolik, %
F	± 1 dan 2 gachan
G	± 2
J	± 5
K	± 10
M	± 20
Z	± 20÷80

Sig'im qiymatini multimetr yordamida o'lchash mumkun.

Misol:

$$1 \text{ yoki } 1R0 = 1 \text{ pF}$$

$$3,3 \text{ yoki } 3R3 = 3,3 \text{ pF}$$

121 yoki  $n12 = 120 \text{ pF}$

Lavsanli sig'implar kichik parallelopepid shaklida bo'lishi mumkin, sig'im qiymatlari va ishchi kuchlanishi esa parallelopepid tomonlariga yozilishi mumkin.

Masalan, 334K 100 V yozuvi bildiradiki, sig'im qiymati "33" ga to'rtta nol qo'shib 330 000 pF ga ega bo'lamiz. K harifi esa hatolik 10 % tashkil etishini bildiradi, beriladigan maksimal kuchlanish qiymati esa 100 V ni tashkil etishini ko'rsatadi.

**Sig'implarni parallel va ketma-ket ulash.** Biz sig'implarni ketma-ket yoki parallel ulashimiz mumkin, lekin sig'implarning turiga va ishlash tamoiliga bog'liq bo'lgan ulanish xususiyatlari mavjud (2-26-rasm).



2.26-rasm. Ketma-ket va parallel ulangan sig'implar

Umumiy sig'imni oshirish uchun sig'implarni parallel ulash kerak bo'ladi, huddi plastina maydonini kengaytirilgandek, shu sababli formula juda sodda shaklda bo'ladi:

$$S_{um} = S_1 + S_2 + \dots$$

Sig'imning nostandart sotuvda yo'q qiymatlarini olish uchun esa biz ikki va undan ortiq sig'implarni ketma-ket ulash orqali olishimiz mumkin bo'ladi:

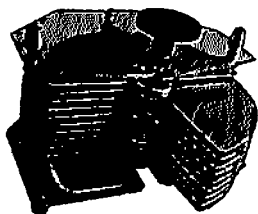
$$S_{um} = \frac{1}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \dots}$$

Agarda bizda faqat ikkita sig'im bo'lsa, formula soddalashadi:

$$S_{um} = \frac{S_1 \cdot S_2}{S_1 + S_2}$$

**Xavo sig'implari va kompensatorlar.** O'zgaruvchan sig'implar ham mavjud, ular uncha ko'p tarqalmagan, ularning sig'imi mexanik tizimga bog'liq holda o'zgaradi. O'zgaruvchan sig'implar ikki guruh plastinalardan iborat bo'lib, ulardan biri qo'zg'almas, ikkinchisi esa o'z o'qi atrofida aylanuvchi (2.27-rasm). O'qni aylantirilsa plastinalar harakatga keladi, sig'im qiymati o'zgaradi. Kompensatorlar uncha katta bo'lmagan element bo'lib, shuningdek ularni sig'imli trimmerlar deb

ataladi. Ularning sig'imi otvertka yordamida o'zgartiriladi va platalarda sxemani sozlash uchun ishlatiladi. Foydalanish davrida bir yoki ikki marotaba sig'imi o'zgartiriladi. Kompensatorning dielektrik qismi plastikdan, shisha va xavodan tayyorlanishi mumkun. Ularning o'lchami kichik bo'lgani uchun o'zgaruvchan sig'is qiymati uncha katta bo'lmagan oraliqda o'zgaradi (bir necha o'n pikofarada atrofida).



2.27-rasm. O'zgaruvchan sig'im ko'rinishi va shartli grafik belgilanishi

Hozirgi kunda radiotexnikada 2.27-rasmda keltirilgan o'zgaruvchan sig'imlar ishlatilmaydi, o'lchamlari katta bo'lganligi uchun, yangi raqamli texnologiyalardan foydalaniladi, masalan, varikaplar – mahsus diodlar bo'lib, ular sig'imning kuchlanishi bilan boshqariladigan hususiyatga egadir.

#### 2.4. Kabellar

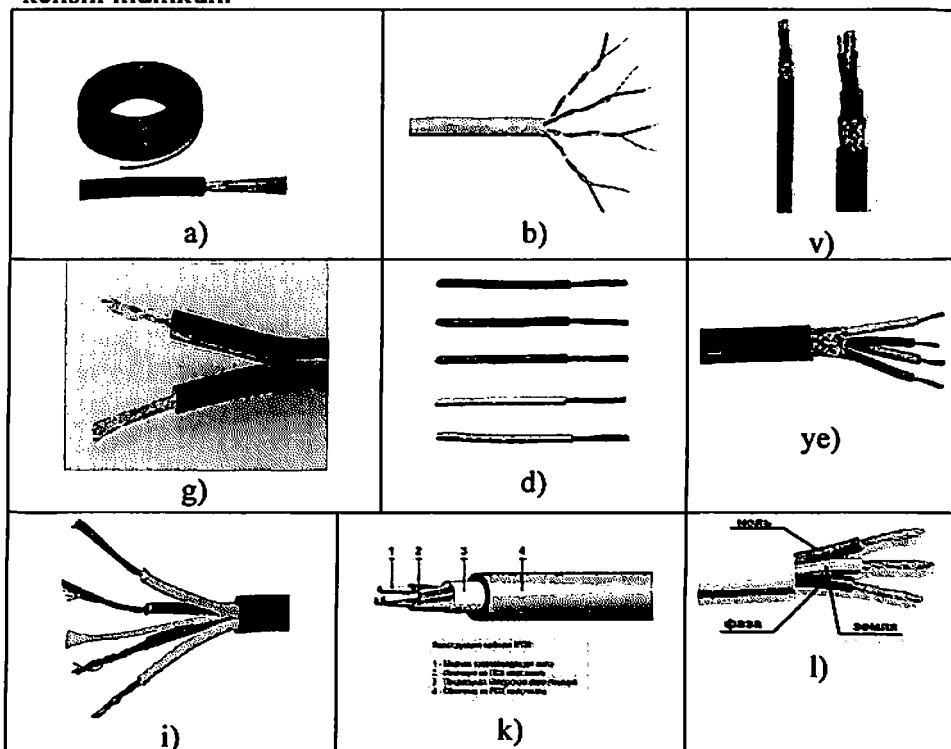
Elektronikada eng ko'p ishlatiladigan elementlar – bu simlardir. Simlarning ko'p sonli turlari va modellari mavjud. Ularni sanoatda ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan metall turi – mis, chunki uning solishtirma qarshiligi eng kichikdir, faqat kumushga nisbatan ko'proq, lekin juda qimmat bo'lganligi sababli kumushdan simlar ishlab chiqarilmaydi. Biz tajribalarimizda ishlatadigan elektr kabellari asosan o'zagi qattiq yaxlit mis simidan iborat bo'lib, rezina yoki plastikli himoya qobig'li bo'ladi. Bu simlar maketlash platalarda (yoki Breadboard) foydalanish uchun juda qulay, lekin ular ancha mustahkam zanjir yaratish uchun esa to'g'ri kelmaydi, chunki silkinish va mexanik yuklamalar berilgan hollarda oson uzilib ketishi mumkun.

Induktiv g'altaklarni tayyorlash uchun mahsus emal qoplama bilan qoplangan qatlamli mis simlar ishlatiladi, ularni tozalash uchun qum qog'oz ishlatiladi.

Turli zanjirlarni yoki tashqi komponentlarni ulash uchun, ya'ni rele, lampochka, yorug'lik diodlari, o'chirib-yoqish moslamalarni, raz'emlarni ulashda ingichka tolalardan iborat o'ralgan mis simli kabellar ishlatiladi. Bu kabellar egiluvchan, oson egish mumkun va mexanik yuklamalarga ancha chidamli. Ba'zida bir qobiq ichida bir

necha kabellar bo'lishi mumkin, u holda har bir kabel qobig'i turli ranglarda ishlab chiqariladi. Kabel ichidagi simni o'zak yoki tola deb ataladi.

Kabelning qirqim yuzasi qabeldan oqib o'tuvchi maksimal tokka ta'sir etadi, ya'ni kabeldagi elektr tokining tezligiga. Kabeldan oqib o'tayotgan tok o'tkazuvchining yuzasiga yaqin joylashish tendensiyasiga ega: bir necha tolali simlarni to'qilishidan hosil qilingan kabel bir hil qirqimli bir tolali simli kabelga nisbatan ancha kam qarshilikka ega bo'ladi. Odatda kabelning qirqimi qancha katta bo'lsa qarshiligi shuncha kam va shu kabeldan o'tkaziladigan tokning quvvati shuncha katta bo'ladi. O'zgaras toklar uchun ham kabel va ularning qirqimini inobatga olish kerak bo'ladi. Agarda kabel yetarli darajada qirqimga ega bo'lmasa, u holda kabelning qarshiligi katta bo'ladi va zanjirdagi katta tok ko'zda tutilmagan kuchlanish tushishlariga olib kelishi mumkin.



2.28-rasm. Elektr montaj uchun ishlatiladigan kabel turlari va ularning tuzilishi

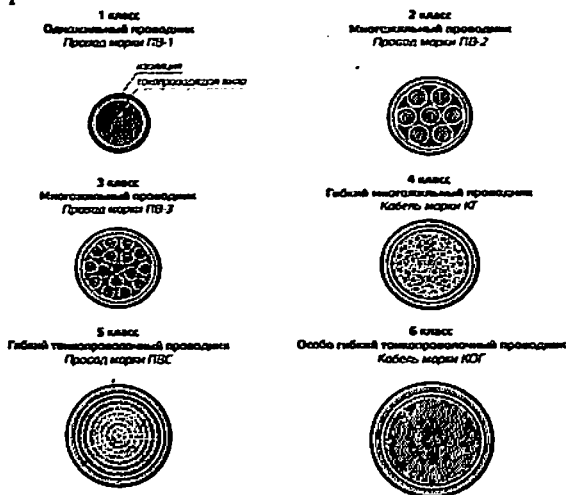
2.30-rasmda keltirilgan elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun ishlatiladigan kabel to'plamini rusumlanishi va turlaridan namunalar keltirilgan hamda u quyidagicha o'qilishi kerak bo'ladi, masalan, VVG 2x4.0 :

V – tolalar izolyatsiyasi polivinilxloridli plastikdan;

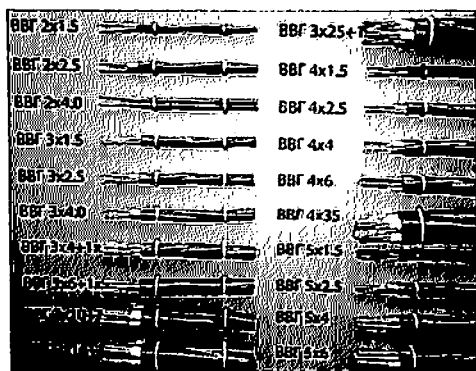
G – himoya qobig'i yo'qligini bildiradi;

2 – tolalar soni;

4 – tola qirg'imi.



2.29-rasm. Kabel sniflarining qirg'imi ko'rsatilgan



2.30 – rasm. Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun ishlatiladigan kabel to'plami va ularni rusumlanishi

## 2.5. Induktiv g'altaklar

*Induktiv g'altak* – bu sodda komponent bo'lib, uni g'altakka elektr simini o'rash orqali hosil qilinadi. Elektr toki nuqtai nazaridan induktiv g'altaklar o'zini sig'implarga nisbatan teskari tutadilar. Sig'implar o'zgarmas tokni to'xtatib, o'zgaruvchan tokni o'tkazib yuboradi, induktiv g'altak esa o'zgarmas tokni o'tkazib, o'zgaruvchan tokni o'tkazmaydi. Tok chastotasi oshib borishi bilan induktiv g'altak o'zini qarshilikka o'xshab tutadi, tok chastotasi oshishi bilan uning qarshiligi oshib boradi. G'altakda aylanayotgan tok elektr maydonini hosil qiladi va u shu tokning har qanday o'zgarishiga qarshilik qilib shu tok kuchiga ta'sir qiladi. G'altaklar o'zi hosil qilgan elektromagnit maydon yordamida energiyani yig'ishi mumkin va agarda tok zanjirga kelmasa, u zanjirdagi tok qiymatini ushlab turish uchun yig'ilgan energiyani sarf etishi mumkin.



2.31-rasm. Induktiv g'altak va uni shartli grafik belgilanishi

Induktiv g'altakni sotib olish mumkin yoki mustaqil ravishda qog'oz g'altakka (slindsimon) laklangan mis simini o'rash orqali hosil qilish mumkin. G'altakni hosil qilish uchun kerakli o'lchamlarini ko'rsatuvchi ba'zi qoidalarga rioya qilish kerak bo'ladi. Ananaviy ko'rsatgichlar quydagilar: sim qirqimi, g'altak diametri, g'altak uzunligi, o'ramlar soni, oralig'i va o'ram shakli.

Elektr tokiga qarshi turish hususiyati induktivlik bilan harkterlanadi va genrida (Gn) o'lchanadi, XIX asrda yashagan amerikalik fizik olim Djozef Genri sharafiga atalgan. Biz ko'pincha mili- va mikro- genrilar bilan ishlashimizga to'g'ri keladi. O'zakning mavjudligi g'altakning induktivligini va uning sifatini oshiradi: Q harifi bilan belgilangan ko'rsatgich g'altak qanchalik samaraligini aniqlash uchun foydalidir. Q ning yuqori qiymati tebranishlarni asta sekin so'ndirishini ko'rsatadi.

O'zgaruvchan tok oqib o'tayotgan induktiv g'altak o'zi uchun qarshilik hosil qiladi, uni *reaktiv qarshilik* deb ataladi, u chastota (F) va



induktivlik ( $L$ ) qiymatiga bog'liq. Reaktiv qarshilik  $X$  harifi bilan belgilanadi va quyidagi ifoda bilan hislanadi:

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

10 mkGn ( $10 \cdot 10^{-6}$ ) induktivlik qiymatiga ega bo'lgan g'altak uchun 0 Gs chastotada, ya'ni o'zgarmas tokda reaktiv qarshilik qarshilik bilan bir hil bo'ladi va 0 Om ga teng.

10 Gs da biz quyidagiga ega bo'lamiz:

$$X_L = 2\pi \cdot 10(10 \cdot 10^{-6}) = 6,28 \cdot 10^{-4} = 0,000628 \text{ (Om)}$$

Agarda chastota 1 MGs gachan ohsa, biz quyidagiga ega bo'lamiz:

$$X_L = 2\pi \cdot 10^6(10 \cdot 10^{-6}) = 6,28 \cdot 10 = 62,8 \text{ (Om)}$$

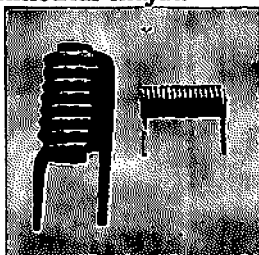
Induktiv g'altaklar ham shuningdek ketma-ket va parallel ulanishi mumkin. Umumiy induktivlikni hisoblash formulasi qarshilikni hisoblash formulasiga o'xshash. Ketma-ket induktiv g'altakning induktivligi oddiy qo'shish orqali hislanadi:

$$L_{Um} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

Parallel ulangan induktiv g'altaklar uchun formula quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L_{um} = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots}$$

Induktiv g'altaklarni rusumlash uchun umumiy qoidalar va standart topish qiyin. Ko'p hollarda ular o'lcham bo'yicha tayyorlanadi va shuning uchun ularning qiymatlarini aniqlash qiyin. Induktivlikni o'lchash uchun sotuvda multimetrlar majut.



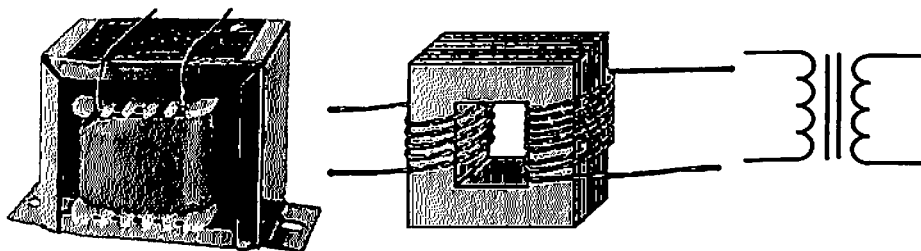
2.32-rasm. O'zakli induktiv g'altak ko'rinishi

Ba'zi induktiv g'altaklar metallardan (ferrit) o'zakka ega, uni otvertka yordamida surish mumkin. O'zak holatini o'zgartirish orqali induktivlikning qiymatini o'zgartiriladi. Induktiv g'altaklar filtrlarni yaratishda va radioda ham ishlatiladi.

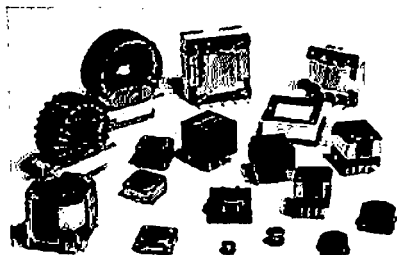
## 2.6. Transformatorlar

Induktiv g'altaklar transformatorlarni yaratishda juda ko'p ishlatiladi, ularda bitta o'zakka ikkita g'altak o'ralgan yoki oddiy biri ikkinchisiga maxkamlangan. *Transformator* – bu kirishdagi kuchlanishni ancha yuqori kuchlanishga o'zgartirish va shuningdek kirishdagi kuchlanishni ancha past kuchlanishga o'zgartira oluvchi komponentdir. Ikkita o'ram bo'lib, ulardan biri birlamchi va ikkinchisi ikkilamchi bo'ladi, birlamchi va ikkilamchi o'ramlarining sonining nisbati esa chiqish kuchlanishi qanday bo'lishi kerakligini aniqlab beradi. Agarda birlamchi o'ram soni ikkilamchi o'ram soniga nisbatan ko'p bo'lsa, u holda chiqish kuchlanishi kamaytiriladi. Transformatorlarning bu turi keng tarqalgan, chunki ular manbalarda elektr tarmog'idan kelgan kuchlanishni kamaytirish uchun ishlatiladi. Biroq, hozirgi zamonaviy manbalar elektr tarmog'idagi kuchlanishni kamaytirish uchun boshqa ancha samarali usullardan va transformatorlarga nisbatan ancha kichikroq komponentlardan foydalaniladi.

Transformatorlar shuningdek audio sxemalarda ham ishlatiladi yoki impedansni moslash kerak bo'lgan hollarda, ya'ni ikkita kaskaddan iborat zanjirning birida bo'ladigan qarshilik. Ikkilamchi o'ram turli chiqish kuchlanishini yoki turli impedansli signallarni berish uchun bir necha "razyom" ga ega bo'lishi mumkin (2.32-rasm).



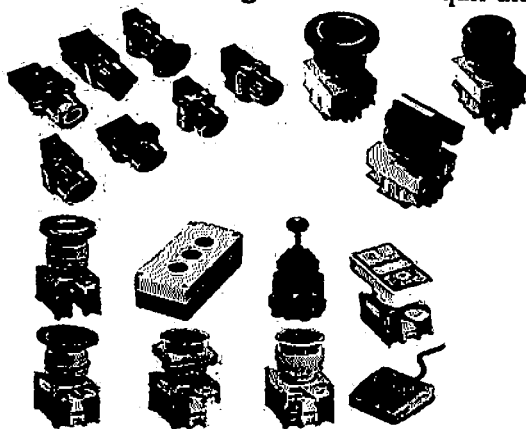
2.32-rasm. Transformatorning ko'rinishi, tuzilishi va shartli grafik belgilanishi



2.33-rasm. Sanoatda ishlab chiqariladigan manbalar uchun ishlatiladigan transformatorlarning ko'rinishi

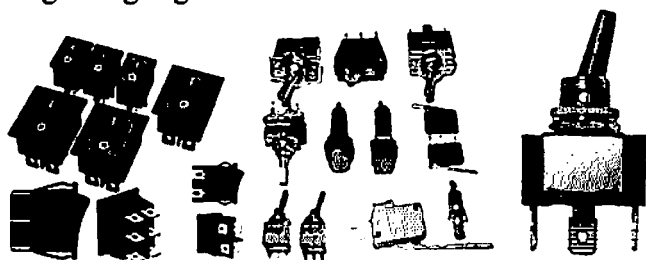
### 2.7. O'chirib yoqish moslamalari va tugmalar

O'chirib yoqish moslamasi va tugmalar foydalanuvchi bilan eng oddiy teskari ulanishni hosil qilishni ta'minlashi mumkin. Bosma platalarda ishlatiladigan tugmalar juda arzon turadi va ular turli tumandir. Tugmalarni turli hillari va modellari mavjud, qalpoqli, qopqoqli va hatto yorug'lik diodili hamda indikatorlilari. Lekin ularni turlarga ajratishda shakliga qarab ajratilmaydi, vazifasiga qarab turlarga ajratilmaydi. *Tugma* - bu prujinali mexanik qurilma bo'lib, prujina tugmaga berilgan bosimga qarshilik ko'rsatadi. Prujina tasodifiy silkinishlar natijasiga hoxishdan tashqari bosilish bo'lmasligi uchun ozmi ko'pmi qattiqroq bo'lishi kerak. Eng ko'p tarqalgan tugma turi bu odatiy ulanmagan kontakt (NO): tugmaga bosilganda ikki chiqishi elektr ulanishni hosil qiladi. Oddiy ulangan kontakt (NS) holatida chiqishlari har doim ulangan holda bo'ladi va tugmani bosish orqali ulanish uziladi.



2.33-rasm. Tugmalarning (knopka) ko'rinishi

*O'chirib yoqish moslamasi* (tumbler) – bu moslamada, tugmaga berilgan bosim yoki richagni harakatga keltirish orqali ulanishni hosil qiladi yoki ulanishni uzadi. O'chirib yoqish moslamasi bir necha kontakt guruhiga ega bo'lishi mumkin.



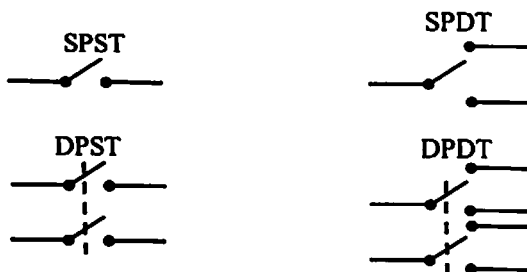
2.34-rasm. Sanoatda ishlab chiqariladigan o'chirib yoqish moslamalarining (pereklyuchatel) ko'rinishi

Katalogdan biz qator belgilanishlarni topishimiz mumkin, ular kirish va chiqish kontaktlar sonini ko'rsatadi. Kirish kontaktlarini *qutiblar* (Pole, P) deb ataladi, chiqish kontaktlarini *yo'nalishlar* (Throw, T) deb ataladi. Agarda kirish/chiqish kontakti bitta bo'lsa S (Single) harifi yordamida belgilanadi, agarda ular ikkita bo'lsa D (Double) harfi bilan ko'rsatiladi. Biz shuningdek ikkitadan ko'p kirish/chiqish kontaktlari mavjud moslama bilan ham ishlashimiz mumkin. Masalan, SP3T bitta kirish va uchta chiqish kontaktli moslama. Ba'zi keng tarqalgan qisqartmalar quyida keltirilgan:

- ✓ SPST (Single Pole Single Throw) : bir qutib, bir yo'nalishli;
- ✓ SPDT (Single Pole Double Throw) : bir qutib ikki yo'nalishli (bir guruh kontaktlar);
- ✓ DPST (Double Pole Single Throw) : ikki qutib, bir yo'nalishli; ikkita "parallel" kirish kontaktli ularning har biri chiqish kontaktiga ulanishi mumkin bo'lgan moslama;
- ✓ DPDT (Double Pole Double Throw): bir qutib, ikki yo'nalishli (ikkita guruh kontaktlar);
- ✓ SPnT (Single Pole n Throw): bir qutib, n yo'nalishli (kommutator);
- ✓ mPnT (m Pole n Throw): m qutib, n yo'nalishli (multi o'chirib yoqish moslamasi);

Barcha bu moslamalar mexanik turda va hatto mahsus tadbirlar amalga oshirilib chang va iflosliklardan saqlash choralari ko'rilgan bo'lsa ham ularni ma'lum sonli operatsiyalarni amalga oshirilgandan so'ng almashtirish kerak bo'ladi. Prujinalar ham shuningdek o'zining tarangligini yo'qotishi mumkin. Har qanday holda ham o'chirib yoqish

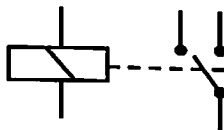
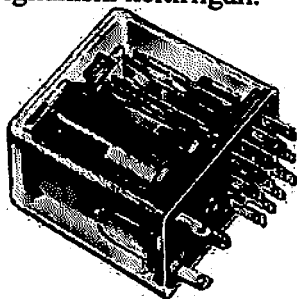
moslamalarining hizmat ko'rsatish vaqti ular o'rnatilgan elektron qurilmalarning hizmat vaqtidan uzoqroq. Boshqa holatda esa ishlatilish sharoitidan kelib chiqqan holda kam bo'lishi mumkun: iflosliklar, chang, namlik, silkinishlar va issiqlik sababli.



2.39-rasm. O'chirib yoqish moslamalarining shartli grafik belgilanishi

### 2.8. Rele

*Rele* – bu elektr boshqariluvchi o'chirib yoqish moslamasi, u ikki zanjirni alohida qilish uchun ishlatiladi. Past kuchlanishli zanjir yuqori tokli va kuchlanishli zanjirni ular o'rtasida elektr kontakt xosi qilmasdan nazorat qilishi mumkun. Rele o'chirib yoqish moslamasi yoki kontaktlar guruhidan tashkil topgan bo'lib, u elektromagnit yordamida yoqiladi. Elektromagnit hosil qilish uchun metal o'zak atrofida simni o'rash yetarlidir. G'altakka o'zgarmas tok berib, elektrmagnit maydon hosil bo'lishini ta'minlanadi, u rele ichida joylashgan elektr kontaktlarni ulaydi. Elektromagnit ishlashi uchun katta tokni talab etadi va shu bilan birga kerak bo'lmagan ta'sir hosil qiladi: ular endi manbaga ulanmagan holda va rele ishchi bo'lmagan holatga qaytadi, elektromagnitlar ikkilamchi toklarni chiqaradi, ular shuningdek past kuchlanishli boshqarish zanjirini shikastlashi mumkun. 2.40-rasmda sanoatda ishlab chiqarilgan relening ko'rinishi va shartli grafik belgilanishi keltirilgan.



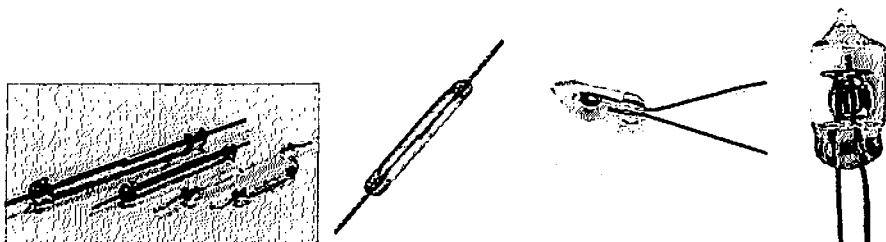
2.40-rasm. Relening ko'rinishi va shartli grafik belgilanishi

Shundek relelar bor, ularning ichida oddiy o'chirib yoqish moslamasi emas, kontaktlar guruhi joylashtirilgandir. Kontaktlarning joylashishi huddi tugma va o'chirib yoqish moslamalari kabi aks ettiriladi: SPST, SPDT, DPST, DPDT. Oyoqchalarining joylashishi yetarli darajada murakkab bo'lishi mumkin, uni aniqlash uchun mahsulotning texnik pasportiga murojat etish kerak bo'ladi. Ba'zida rele g'ilofida g'altakning manba kuchlanishi, kontakt turi va maksimal ruxsat etilgan tok va kuchlanish qiymatlari yozilgan bo'ladi. Rele katta tokli (bir necha o'nlab amper) yuzlab voltli kuchlanishni o'chirib yoqishi mumkin.

Releni yoqilishi uchun boshqarish tizimi kerak, uni oddiy tranzistorda joriy etish mumkin.

Relelar odatda bir necha o'n yoki bir necha yuzlab millisekundlarda ishlashi mumkin, lekin bu vaqt hozirgi zamon elektronikasi uchun yetarli emas albatta.

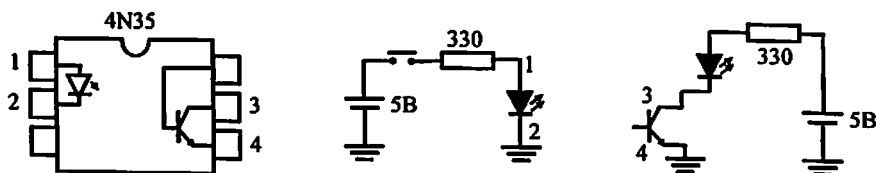
Releni alohida turi – bu *gerkonli rele* bo'lib, uni katta bo'lmagan shishali yoki plastmassali g'iloflar gerkonlarni (germetizatsiyalashtirilgan kontakt so'zlarining qisqartmasi) o'rab turuvchi tuzilmadan (konstruksiyadan) iborat. Ulanish oddiy elektromagnit yordamida amalga oshiriladi, agarda u to'g'ri yo'nalishga qo'yilgan bo'lsa, u holda o'chirib yoqish moslamasi o'chgan holatda bo'ladi. *Simobli o'chirib yoquvchi* - bu juda kichik slindrsimon shisha g'ilofga joylashgan ikki kontaktlarni simob tomchisi bilan o'ralgan, simob esa o'tkazuvchi vazifasini bajaradi. Agarda u teskariga o'girilgan yoki ma'lum burchakka og'dirilsa, simob harakatlanib kontakt hosil qiladi. Hozirgi vaqtda simobli o'chirib yoquvchilar kam ishlatiladi 2.41-rasmda simobli o'chirib yoquvchilarning turlari va ko'rinishi berilgan.



2.41-rasm. Simobli o'chirib yoquvchilarning turlari va ko'rinishi

Alohida holatlarda, qachonki ihcham, o'chirib yoqish tezligi va kam elektr energiya istemol etuvchi komponent kerak bo'lgan hollarda qattiq tanali relelarni ishlatish mumkin. Bu qurilmalar aslida integral mikrosxemalar bo'lib, o'chirib yoquvchi sifatida loyihalashtirilgan. Ularni katta toklarda va kuchlanishlarda ishlatib bo'lmaydi va o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokli kam amplitudali signallarni kommutatsiyalash uchun ishlatiladi.

*Optoizolyatorlar* mikrosxemalarni eslatadi: bir-biriga qarama-qarshi joylashgan yorug'lik diodi va fototranzistordan tashkil topgan. Yorug'lik diodi yongan holda fototranzistor faollashadi, uni o'chirib yoquvchining vazifasida ishlatiladi. Optoizolyatorlar ham shuningdek katta toklarda ishlatilmaydi. Ikki zanjirni elektr ulanish jixatidan ajratish kerak bo'lgan hollarda judayam qadirlidir, chunki yorug'lik diodi va fototranzistorlar o'rtasida elektr ulanish mavjud emas. Shunday qilib, to'liq ajratish ta'minlanadi, bu esa elektromagnit halallarni yoki bir janjirdan ikkinchisiga o'tuvchi kerak bo'lmagan shovqinlarni bartaraf etadi. Optoizolyatorni ishga tushirish uchun yorug'lik diodiga to'g'ri tok va kuchlanish berish kerak bo'ladi, 5 V kuchlanishda 0,5 dan 1 kOm gachan qarshilikni ulash orqali 2.42-rasmda keltirilganidek.



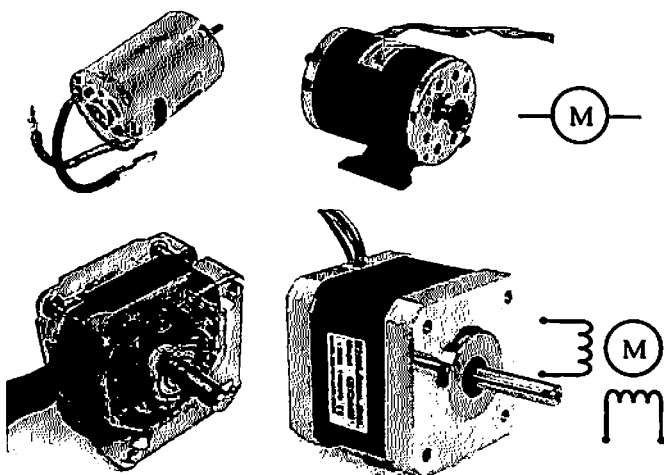
2.42-rasm. 4N35 – bu ko'p tarqalgan optoizolyator, uni shartli grafik belgilanishi va tatbiqiga misol

## 2.9. Elektrodvigatel

Elektrodvigatellar elektr energiyasini mexanik energiyaga o'zgartiradilar. Bu qurilmalarning tarkibida magnitlar va elektromagnitlar mavjud hamda ishlashi uchun ma'lum quvvatli tok ta'lab qiladi. Dvigatelning oddiy modeli – bu o'zgarmas tok dvigateli (O'TD), avval u kassetali magnitafonlarda va videomagnitofonlarda keng qo'llanilgan edi, xozir uni modellashtirishda uchratishingiz mumkin. Uning ichki qismida ikki element bor: stator va rotor. Qo'zg'aluvchi qismi rotor elektromagnitdan iborat. Stator doimiy

magnit bo'lib, u g'ilofga maxkamlangandir. Ishlash tamoyili magnitlarning ishlash tamoyili bilan bir hil, holatiga qarab tortiladi yoki itariladi. Shetkalar tizimi rotor bilan ulanishni shunday ta'minlaydiki ular o'rtasida itarilish kuchi bo'ladi: aynan shu dvigatelni aylanishga majbut qiladi. Shetkalar kontaktlarga tegadi, ular rotorni o'zgaruvchan qutbli magnitlaydi. Bu olamshumul mexanizm yordamida dvigatel o'zgaras tok bilan ta'minlanadi.

Rotor kontaktlarida sirpanayotgan shetka uchqun va elektromagnit halallarni hosil qilishi mumkin. Bu halallardan holi bo'lish uchun "sirpanuvchi" kontaktlar yo'q shetkasiz dvigateldan foydalanish mumkin, unda elektromagnit qatorlari rotorni o'rab turadi. Magnitlar ketma-ket ishlaydilar va shu tariqa dvigatel aylanadi.



2.43-rasm. O'zgaras tok dvigateli, qadamli dvigatel va ularning shartli grafik belgilanishi

O'zgaras tok dvigatellarining tezligini boshqarish uchun biz berilayotgan tok va kuchlanishnigina o'zgartira olmaymiz: dvigatelni ishlashi uchun juda aniq tok va kuchlanish talab etiladi. Tuzatish (korrektirovka) KIM signalni berish orqali amalga oshiriladi, u sekundiga bir necha marta dvigatelni o'chirib yoqib turishi orqali kerakli tezlikka erishadi. Dvigatelni ikki sim orqali manbaga ulanadi.

Elektrodvigatelni ishga tushirishni oddiy tranzistor orqali amalga oshirish mumkin yoki mahsus sxemalarni ishlatish orqali, ularni drayver deb ataladi, ular tezlikni boshqarishga imkon beradi va aylanish



yo'nalishini o'zgartiradi. Drayverlar bir guruh tranzistorlardan yoki mahsus mikrosxemalarda hosil qilinadi. Ularni past tokli signal bilan ishga tushiriladi va dvigatelni ishga tushirish uchun kerak bo'lgan katta tokli zanjirdan alohida joylashtiriladi.

Qadamli dvigatellarda rotor erkin aylanmaydi, har gal bir qadamga aylanadi. G'ilof ichkarisida o'zaro ulangan qator elektromagnitlardan iborat. Dvigatel valini aylantirish uchun biz guruh elektromagnitlarga to'g'ri ketma-ketlikda manba berishimiz kerak. Bu dvigatelni tanib olish oson, chunki manbaga ulanadigan simlari 4, 6 yoki 8 ta bo'ladi. Ularni ishga tushirish uchun boshqarish sxemalarini ishlatish maqsadga muvofiqdir (drayverlarni), ular elektromagnitlarni ishga tushiradilar. Qadamli dvigatellar robototexnikada keng qo'llaniladi va ishlab chiqarishni avtomatizatsiyalashtirishda ishlatiladi, chunki ular juda aniq ishlaydilar: minimal qadam aylanish gradusining ulushlarida ham bo'lishi mumkin.

### 2.10. Servodvigatellar

Servodvigatel, yoki servoyuritma (raqamli dasturiy boshqariluvchi dastgoxlarda ishlatiladi), g'ilofining ichida aylanuvchi tishsimon shtiftlardan tashkil topgan. Aylanish to'liq emas, lekin modeliga qarab maksimum 180/270 gradusgachan aylanadi. Servoyuritmalar berilgan holatga kelgach u holatni ushlab tura oladilar.

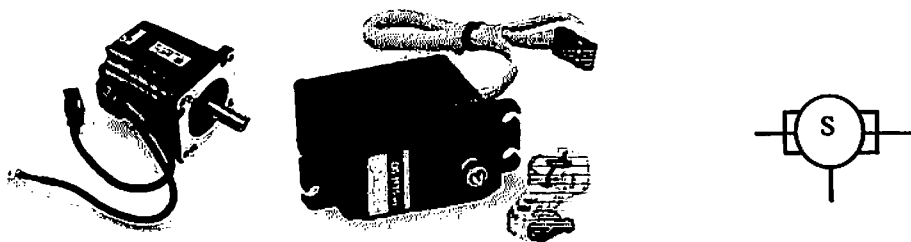
Servodvigatel quyidagi elementlardan tashkil topgan:

- ✓ o'zgarmas tok dvigateli;
- ✓ potensiometr – dvigatel holatini aniqlash uchun ishlatiladi;
- ✓ bir guruh tishli g'ildiraklar – potensiometrni va dvigatelni ulash hamda qurilmani “mexanik quvvatini” oshirish uchun.
- ✓ uncha katta bo'lmagan nazorat zanjiri – nazorat signalini qabul qiladi, dvigatelni ishga tushiradi va potensiometrni o'qish orqali servodvigatel holatini aniqlaydi.

Servodvigateldan uchta sim chiqadi: qizil va qora manba uchun ishlatiladi, uchinchi sim (sariq yoki olov rang) nazorat signali uchun ishlatiladi.

Bu qurilmalar yetarli quvvatga erishishi mumkin. Servoyuritma aylanish momenti 2 kgs·m bo'lganda 2 kg massaga teng yukni ko'tarishi mumkin, u 1 m uzunlikdagi o'zakka shtift yordamida maxkamlangan. Agarda biz o'zak uzunligini 1 metrning yarmigachan kamaytirsak, u holda 50 sm bo'lganda 4 kg gachan yukni ko'tara oladi.

Boshqarish signali aniq bo'lishi kerak. Odatda, signal 0 yoki 5 V bo'lishi mumkin. Servoyuritmani 0 gradus holatga keltirish uchun, biz 5 V li impulslarning ketma-ketligini hosil qilishimiz kerak, impuls har 20 ms da 1 s davomiylilikda beriladi. Impuls davomiyligini oshirish bilan biz servodvigatel valini 0 gradusdan maksimal qiymatgachan oshiramiz (masalan 180 gradusga) 2 ms impuls davomiyligida.



2.44-rasm. Servodvigatellar va uning shartli grafik belgilanishi

### 2.11. Tovush karnayi

Elektr signalini tovushga o'zgartiruvchi turli qurilmalar mavjud. Eng ko'p tarqalgani dinamik tovush karnayi yoki dinamik deyiladi, unda g'altakdan tok oqib o'tib u doimiy magnitni bo'ylab tepaga va pastga harakatlanadi. G'altak membrana bilan ulangan. Turli tok berib magnit maydonida g'altakning harakatini boshqariladi va u bilan ulangan membrana orqali tovush hosil qilinadi. Tovush karnayini ishga tushirish uchun ma'lum miqdordagi energiya ta'lab etiladi, u kuchaytirish zanjirlaridan beriladi. Tovush karnayining ko'rsatgichlari quyidagilar:

**Impedans:** bu tovush karnayining to'liq qarshiligi. U Om da ifodalanib, juda kichik qiymatga ega bo'ladi (4, 8, 16 Om).

**Quvvat:** tovush karnayi buzilmasdan chiday oladigan maksimal signal.

**Chastota oralig'i:** katta tovush karnaylari kichik chastotalarni yaxshi hosil qilish imkoniyatiga ega va samvufelar deb ataladi (past chastotali tovush karnaylari). Yuqori chastotalar uchun tovush karnaylarini tviterlar deb ataladi, o'rta chastotalar uchun ishlatiladiganlarini esa o'rta oraliqdagi tovush karnaylari deb ataladi. Barcha chastotalarni qamrab olish uchun bir necha tovush karnaylarini filtr orqali birlashtiriladi, ular chastotalarni ajratadilar (krossover).

Tovushni hosil qilish uchun, shunigdek pezoelektrik zummerlar va generatorlarni ishlatish mumkin. Pezoelektrik asboblarda ba'zi bir materiallarning ulardan elektr toki o'tganida o'zining mexanik tarkibini

o'zgartirish xususiyatlari ishlatiladi. Ular uncha quvvatli qurilmalar emas, lekin ular oddiy tovush signallarini hosil qilish uchun idealdir.



2.45-rasm. Membrianali tovush karnayi (chapda) va uning shartli grafik belgilanishi (o'ngda), pezelektrik zummer (o'rtada)

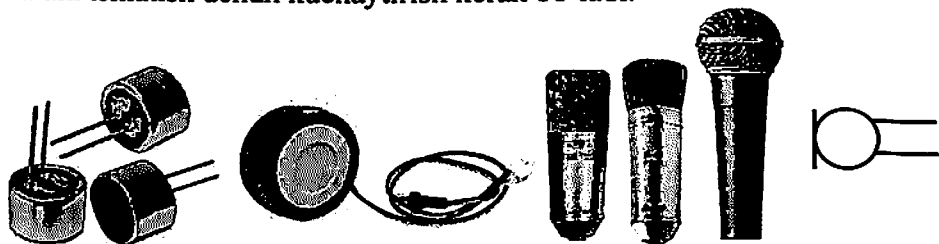
*Zummerlar* – ular elektromexanik qurilmalar bo'lib, relelarga o'xshash va tebranuvchi tovush hosil qiluvchi. Zummerlar oddiy ogoxlantiruvchi qurilma va ularning tovushini o'zgartirib bo'lmaydi.

### 2.12. Mikrofon

Mikrofon mexanik tebranishlarni elektr signaliga o'zgartirib beradi. Uning ishlash tamoyili tovush karnagiga teskari: elektr maydoni qamrab olgan g'altakni tovush tebranishlari harakatlantiradi. U olingan tovushga proporsional tok hosil qiladi. Mikrofonning sezgirliги qancha yuqori bo'lsa u shunchalik yaxshi. Hozirgi zamon mikrofonlari ko'pincha magnit yoki elektr maydoniga qamrab olingan yupqa plastinalardan tashkil topgan. Sig'imli mikrofonlar sig'im tamoyili kabi ishlab chiqarilgan: plastinalardan biri mikrofon membranasi bilan ulangan va tebranib elektr signali hosil qiladi.

Lentali mikrofonlarda tovush signali magnit maydonidagi yupqa metal plastina yordamida qabul qilinadi.

Mikrofondan kelayotgan signallar har doim juda kuchsiz bo'ladi va uni ishlatish uchun kuchaytirish kerak bo'ladi.



2.46-rasm. Mikrofon turlarining ko'rinishi va mikrofonning shartli grafik belgilanishi

Har bir mikrofon chiqishlarida ma'lum qarshilikka ega bo'ladi, u qarshilikni impedans deb ataladi. 500 Om li past impedansli mikrofonlar ham majut. Yuqori impedansli mikrofonlar bir necha o'n kiloomli qarshilikka ega bo'ladi.

Qarshilik qiymati mikrofonning turiga bog'liq, impedanslarni muvofiqlashtirish jaroyonida mikrofonni kuchaytirgichga ulashda etiborga olish zarur bo'ladi. Agarda mikrofon past qarshilikka ega bo'lsa, siz kirishda katta qarshilikka ulashingiz kerak bo'ladi, shundek qilib, kirishda tok so'nib signalni so'ndirish ro'y bermaydi.

Agarda mikrofon katta qarshilikka ega bo'lsa, uni pas qarshilikli kirishga ulash orqali biz signalni so'ndiramiz. Yozilmagan qoida mavjud, unga asosan mikrofon qarshiligi kamida o'n baravar yuqori bo'lgan kuchaytirgichga ulanishi kerak.

Mikrofon ko'rsatgichlari:

✓ Chastota oralig'i – mikrofonlar ma'lum oraliqdagi chastotalarga sezgir bo'ladilar, bir hil mikrofonlar past chastotalar uchun yaxshi, boshqalari esa yuqori chastotalar uchun mos tushadi.

✓ Sezgirligi – bu chiqishda tovush bosimini kuchlanishga o'zgartirish samarasidir.

✓ Yo'naltirilganligi – bu, qurilma yo'naltirilgan yoki turli yo'nalishdagi tovushlarni qabul qila olishini ko'rsatadi. Yo'naltirilganlik ba'zida diogrammalarda belgilangan bo'ladi, unda yo'naltirilmagan mikrofonlarni yurak shaklida belgilanadi (kardioidlar).

✓ Impedans – bu mikrofon qarshiligi.

### Nazorat uchun savollar

1. Dipol deganda nimani tushunasiz?
2. Qarshilik qanday element va uning vazifasi nimadan iborat?
3. Qarshilik turlari va rusumlanish tizimi xaqida ma'lumot bering.
4. Qarshilikni o'lchov birligi va u qanday o'lchanadi?
5. Qarshilik turlari qanday shartli grafik belgilanishlar orqali ifodalanadi?
6. Qarshiliklarni ketma-ket va parallel ulash xaqida batafsil ma'lumot bering.
6. Yorug'lik diodlarini vazifasi, shartli grafik ifodalanishi xaqida ma'lumot bering.
7. Yorug'lik diodlarini turlari va rusumlanish tizimi xaqida ma'lumot bering.

8. Yorug'lik diodlarini nechta oyoqchalari bor, nomi va ularni qanday aniqlash mumkun?

9. Yorug'lik diodlarini qanday ishga tushiriladi?

10. Sig'im vazifasi va konstruksiyasi qanday?

11. Sig'im turlari va o'lchov birligi qanday?

12. Sig'imning rusumlanishi va shartli grafik belgilanishlari xaqida ma'lumot bering.

13. Sig'imni ketma-ket va parallel ulashni tushuntiring?

13. Kabel turlari, vazifasi nimadan iborat?

14. Induktiv g'altak, turlari, o'lchov birligi va shartli grafik belgilanishi?

15. Transformatorning vazifasi, ko'rinishi, tuzilishi va shartli grafik belgilanishi?

16. Transformatorning qanday turlari mavjud?

17. Sanoatda ishlab chiqariladigan o'chirib yoqish moslamalarining (pereklyuchatel) turlari, vazifasi va ko'rinishi xaqida ma'lumot bering.

18. Relening vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi xaqida batafsil ma'lumot bering?

19. Elektrovigatellarning vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi xaqida batafsil ma'lumot bering?

20. Servodvigatellarning vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi xaqida batafsil ma'lumot bering?

21. Tovush karnayining vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi xaqida batafsil ma'lumot bering?

22. Mikrafon vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi xaqida batafsil ma'lumot bering?

### III bob. ZANJIRLARNI QURISH

Elektr janjirni hosil qilishni o'rganmoqchi bo'lganlar to'qnash keladigan asosiy qiyinchilik, nazariyadan qanday qilib amaliyotga o'tishdir, ya'ni elektr sxemani real ishlaydigan zanjirga o'tqazish jarayoni.

Musiqachi notalariga qarab biror kuyni jozibali ijro etgani kabi elektronika bo'yicha bo'lajak mutaxassis ham huddi shundek elektr sxemalarni, chiziqlar bilan ulangan turli belgilarni, yozuvli belgilanishlarni va qisqartmalarni o'qishni o'rganishi kerak bo'ladi.

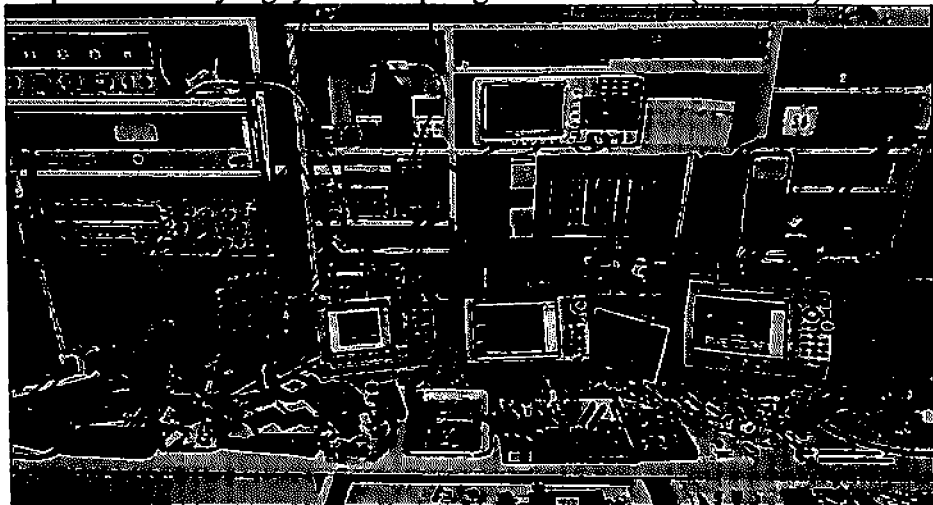
Sxemaning maqsadi noma'lum bo'lsa, ba'zi bir hisob kitobli shilarni amalga oshirish va uning ishlash tamoilini tushunish shuningdek tok, kuchlanish hamda komponentlarning o'zini tutishini tushunish uchun ozroq vaqt sariflash kerak bo'ladi.

Zanjirni qurish uchun sxemadagi har bir belgi real komponentga mos bo'lishi kerak, ko'pincha komponentni aniqlash tez bo'lavermaydi, chunki ulardan har biri ham o'zining belgilanishiga aniq mos kelavermaydi: ulardan ba'zilari ko'p sonli oyoqchalarga ega, boshqa komponentlarning oyoqchalari esa ma'lum shaklda joylashgan. Real komponentlar sxemaning rasmsida ko'rsatilganiga nisbatan katta o'lchamga ega bo'lishi mumkin, o'lchami haqida sxemadagi belgilanishi ma'lumot bermaydi. Bu esa elektronika bo'yicha bo'lajak mutaxassis elementlarni yaxshilab o'rganishi, plataga joylashtirish uchun komponentlar o'rtasidagi masofani va ularni ulanishlarini taxlillashi kerak. Keling sxemani sinov platasiga yig'ish uchun kerak bo'ladigan asboblarni ko'rib chiqaylik.

#### 3.1. Ish joyi va asbob-uskunalar

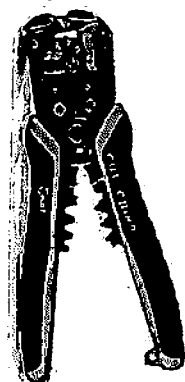
Ish joyi (laboratoriya) – bu usta o'z ishini amalga oshiradigan joy. Bu joy g'oyalar reallikka aylantiriladigan joy. Uyingizda sizning qiziqqan ishingiz bilan shug'ullanish uchun biror joy toping, stol yoki asboblarni, moslama, elementlarni saqlashga alohida xona, eng asosiysi xotirjam ishlash uchun! Bizga qulay bo'lishi uchun ish joyi keng bo'lishi kerak. Sxemalarni loyihalashtirish yoki sxema maketini yaratish jarayonida siz turli tajribalarni amalga oshirasiz va sekin asta stol usti sxema, komponentlar, asboblarni, simlar va turli hil detallar bilan to'la boshlaydi. Saramjon va ish joyini toza bo'lishiga harakat qilamiz! Meni ko'p yillik tajriba shunga o'rgatdiki, ish stolini tozalash shuningdek fikirni ham tartibga keltirishga yordam berar ekan. Ba'zida

loyiha ustida fikir yuritayotganimda stol ustini tozalash ba'zi fikirlarni aniqlashtirish va yangi yechim topishga turtki bo'ladi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Elektronika bilan shug'ullanish uchun mo'ljallangan xona

Dastlabki sxemalarni qurish uchun zarur bo'lgan bir necha asbob-uskunalar mavjud. Ishni sifatli va yaxshi bajarish uchun ishni bajarish maqsadiga mos keladigan asboblari kerak albatta. Ishni bajarilish maqsadiga ular qanchalik mos kelsa va ular qanchalik sifatli bo'lsa, ishning natijasi shunchalik yaxshi bo'ladi va shunchalik kam kuch hamda mehnat sarflanadi, 3.2-rasmda zarur asboblari namunasi keltirilgan.



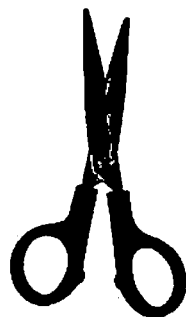
1



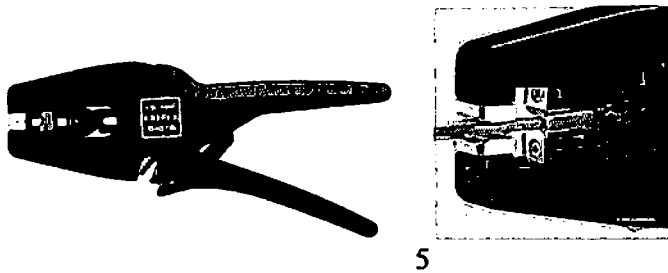
2



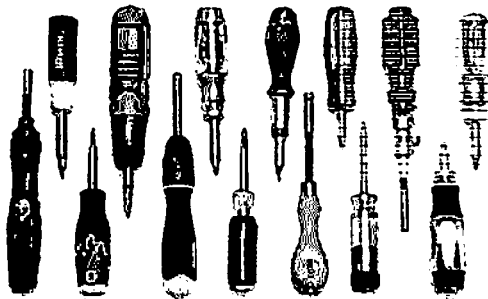
3



4

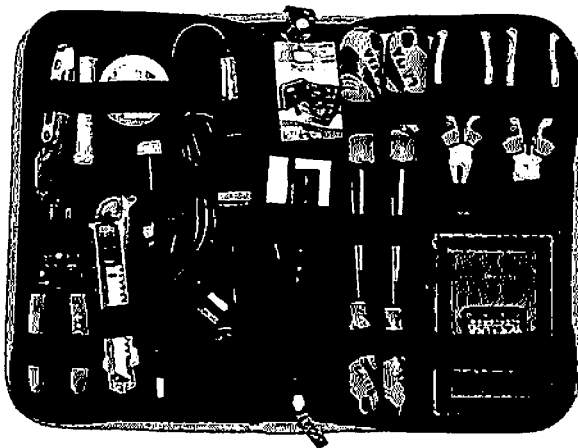


5



6

3.2-rasm. 1- strimmer, 2-passatij, 3- qattiq simni qirqish uchun qaychi (kusachka), 4-qaychi, 5-avtomatik stripper, 6-otvertkalar to'plami.



3.2-rasm. Zarur asboblarning to'plamining namunasi



Kerakli asbob-uskunalarning ro'yxati.

✓ *Ish maydoni* – agarda biz oddiy stolda ishlasak, stol yuzasini faner bilan himoya qatlam hosil qilib qoplash kerak. Stol yuzasi yaxshi yoritilgan bo'lishi kerak.

✓ *Bir necha otvertka* – turli o'lchamli va uchi - hamda + shaklda bo'lgan.

✓ *Bir juft qaychi* – kabel va simlarni qirqish uchun, agarda u mahsus tutgichlari izolyatsiyalangan elektrotexnik asbob bo'lsa yaxshi bo'ladi.

✓ *Passatij* – elektr o'tkazgichlardan izolyatsiyasini olish, sim uchlarini burash, undagi mahsus moslama yordamida simlarni qirqish uchun ishlatiladi.

✓ *Qirqish moslamasi* (kusachka) - qattiq simlarni kesish uchun ishlatiladi.

✓ *Avtomatik stripper* – agarda siz qaychi yoki passatij yordamida simning izolyatsiyasini olishni bilsangiz, u holda bu asbob sizga kerak bo'lmaydi. Avtomatik stripper ko'p sonli simi bo'lgan kabelarning uchini izolyatsiyadan tozalash uchun foydali bo'ladi.

✓ *Katta qilib ko'rsatuvchi oyna (linza)* – komponentlar juda kichik va ularga yozilgan yozuvlar ham juda kichik, o'qish qiyin.

✓ *Maketlash platasi* – elektr kontaktlari mavjud, elementlarni o'rnatish uchun mo'ljallangan, teshiklari bor izolyatsion materialdan tayyorlangan to'g'ri to'rtbutchakli taxtakachdan iborat, unda sxemalarni payvandlamasdan tez yig'ish imkoniyati yaratilgan. Komponentlar teshiklarga o'rnatiladi va oddiy elektr simlari bilan teshiklarga simlarni tiqish orqali komponentlar o'zaro ulanadi.

✓ *Simlar va ulash moslamalari (peremychki)* – g'altakka o'ralgan turli hil simlar (turli diametrdagi va egiluvchan hamda qattiq o'zakli) to'plamini olish kerak bo'ladi. Agarda biz maketlovchi platada ko'p ishlasak ancha ulash moslamasiga ega bo'lishimiz kerak, ularni qattiq o'zakli mis simdan ham tayyorlash mumkin. Ular komponentlar o'rtasida ulanishlarni hosil qilish uchun juda qulay.

✓ *Testr yoki multimetr* – ular yordamida kuchlanish, tok va qarshilik qiymatlarini o'lchash mumkin.

Payvandlash uchun quyidagilar kerak bo'ladi:

✓ *20/30 Vt quvvatli payvandlash moslamasi* - asbob-uskuna sotuvchi do'kondan yoki internetdan harid qilib olish mumkin. Yaxshisi payvandlash uskunasi taniqli va sinalgan ishlab chiqaruvchining mahsulotidan olish kerak: Weller, Ersal, Philips va

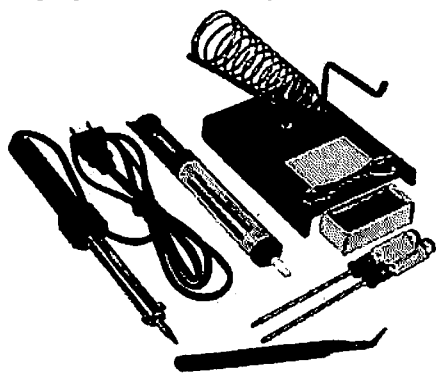
boshqalar. Arzon payvandlash moslamasi bir necha soat ishlagach ishdan chiqadi, sababi payvandlash moslamasining uchki qismi tezda yemirilaib ketadi. Agar imkoniyatingiz bo'lsa haroratni nazorat qila oladigan payvandlash stansiyasini olishingiz mumkin.

✓ *Qalayni so'rib oluvchi* – bu prujina simon slindr bo'lib, u ortiqcha qalayni so'rib oladi.

✓ *Tabiiy suyuqlikni shimib oluvchi vosita* – ozroq namlangan vosita yordamida payvandlash moslamasining uchini tozalab turiladi. Sintetik vositalar tozalash uchun yaroqsizdir, chunki payvandlash moslamasining uchi ish vaqtida harorati baland bo'ladi va u sintetik vositani eritib yuboradi.

✓ *Qalay* - bir necha yil muqaddam qalay va qo'rg'oshin qotishmasidan foydalanilar edi (60/40 nisbatda), qo'rg'oshin erishni osonlashtiradi, lekin uning bug'i inson uchun zararli hususiyati mavjud. Bugungi kunda siz qo'rg'oshinsiz qotishmalarni sotib olishingiz mumkin, ular ancha yuqori haroratda eriydi. Qalayli simning ichida mikro teshik bo'lib, uni payvandlash pastasi (konifol) bilan to'ldiriladi. Issiqlik yordamida payvandlash pastasi erib payvandlashni osonlashtiradi va “toza” payvandlashni amalga oshirishga yordamlashadi. Payvandlash pastasining bug'i zaharli emas, lekin u bilan nafas olish kerak ham emas.

✓ *“Uchinchi qo'l”* – payvandlash elementlarini mahkamlab qo'yish uchun ikkita qisqichli mahsus tayanchli moslama.



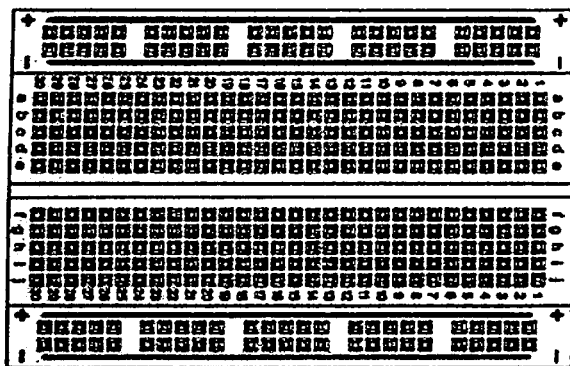
3.3-rasm. Payvandlash uchun kerakli moslamalar: payvandlash moslamasi, qalayni so'rib oluvchi, payvandlash moslamasi uchun tayanch prujinasini bilan

### 3.2. Maketlash platasi

*Maketlash platasi* – bu elektr kontaktlari mavjud, elementlarni (komponentlarni) oʻrnatish uchun moʻljallangan, teshiklari bor, izolyatsion materialdan tayyorlangan toʻgʻri toʻrtburchakli taxtakachdan iborat, unda sxemalarni payvandlamasdan tez yigʻish imkoniyati yaratilgan. Komponentlar teshiklarga oʻrnatiladi va oddiy elektr simlari bilan teshiklarga simlarni tiqish orqali komponentlar oʻrtasida ulanish hosil qilinadi. Yana uni *breadboard* ham deb ataydilar, chunki u teshigi bor non kesish taxtasiga oʻxshash boʻlganligi tufayli, taxta ostida joylashgan idishga teshiklardan tushayotgan non ushoqlari yigʻiladi.

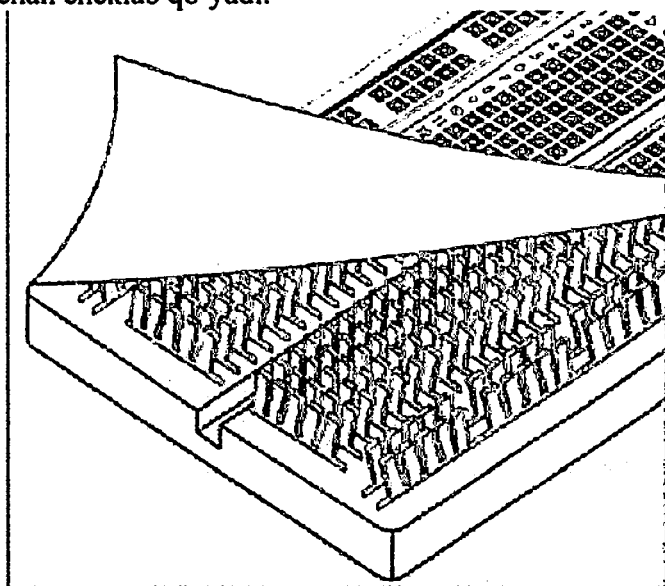
Maketlash platasidan foydalanish juda oddiy. Simlar va komponentlarni siz qanday joylashtirishni xoxlasangiz, maketlash platasining yuzasida shunday joylashtirish mumkin. Maketlash platalarini odatda oq plastikdan tayyorlanadi, lekin boshqa ranglardagisi ham mavjud. Teshiklar orasidagi masofa 2,54 mm teng, chunki mikrosxemalarning oyoqchalarini orasidagi masofa ham 2,54 mm ga teng.

Maketlash platasi koʻp qatlamli boʻlib, uning ichidan koʻp elektr kontaktlari oʻtadi. Turli oʻlchamdagi platalar mavjud. Eng koʻp tarqalgan modeli – bu toʻliq versiya deb nomlanuvchi yoki *“full”*, uning uzunligi 20 sm atrofida va plataning chetlarida ikkita manba shinalari joylashtirilgan. Shuningdek kichik *“half”* versiyasi ham mavjud, uning uzunligi toʻliq versiyaʼning uzunligidan ikki xissa kichik va shuningdek mini maket platalar ham bor.



3.4-rasm. Maketlash platasi va uning ishchi holati

Maketlash platalarning o'rtasidan ariqcha o'tkazib ikki qismga (sektor) ajratilgan. Har bir qismda besh qator teshiklar joylashgan. Ustun bo'lib joylashgan besh qator teshiklar elektr ulangan shinalarni hosil qiladi. Har bir shinani teshiklari T-simon ulangan bir-biriga maxkamlangan quvirlar qatoriga o'xshatish mumkin. Birinchi qism shinalari ikkinchi qism shinalari bilan elektr ulanishda bo'lmaydi, chunki ular o'rtasidan markaziy ariqcha o'tkazilib ajratilgan. Ko'pchilik maketlash platalari ikki tomonida ikkita shinaga ega bo'ladi hamda ular plataning uzunligi bo'yicha tortilgan va odatda ularni komponentlarni manbaga ulash uchun ishlatiladi. Maketlash platasining o'rtasidagi ariqchaning ikki tomonidagi teshiklarga integral mikrosxemalarni joylash uchun ishlatiladi, chunki bu teshiklar o'rtasidagi masofa ancha kengroq. Ko'p maketlash platalarini bir-biri bilan ulash orqali plata o'lchamini oshirib, katta plata hosil qilish mumkin, bu esa katta sxemalarni ham yig'ish imkonini yaratadi. Bu platalar yordamida yaratilgan sxemalar juda tez ishlay olmaydi, chunki kontaktlar, katta bo'lmagan quvvat va simli ulanishlar zanjir tezligini maksimal 10/20 MGs qiymatgachan cheklab qo'yadi.



3.5-rasm. Maketlash platasining ichki tuzilishi

Ulanishlarni bajarish uchun quyidagilarni ishlatish mumkin:

✓ Qattiq o'zakli elektr kabeli – kerakli o'lchamda ularni kesib va uchlarini tozalash kerak. Simning diametri tegishli o'lchamda bo'lishi kerak, sababi agarda diametri katta bo'lsa kontaktni shikastlashi mumkin, agarda diametri kichik bo'lgan taqdirda esa kontakt yaxshi bo'lmasligi mumkin.

✓ Ulash moslamasi (перемычка) – uchlariga ishlov berilgan egiluvchan kabel. Siz ularni sotib olishingiz yoki o'zingiz tayyorlashingiz mumkin.

Chigal va bir-biri bilan kesishgan simlardan ulanishlarni hosil qilish noto'g'ri ulanishlarga olib kelishi mumkin va sxemani ko'rib taxlil qilishni qiyinlashtiradi. Maketlash platalarida yig'ilgan sxemalar juda ham turg'un emas va tashqi ta'sirlarga sezgirdir. Simlar qancha uzun bo'lsa va ular o'zaro qanchalik ko'p kesishsa, sxema o'zini g'alati tutish extimoli shunchalik ko'payadi.

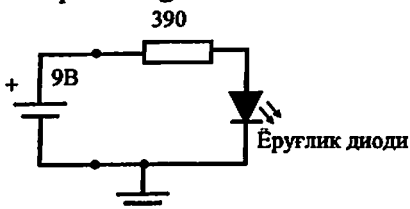
Simlarni ulashni osonlashtirish uchun har bir ustun nomerlangan, har bir qator A dan Ye gachan harif bilan belgilangan, ikkinchi qism qatorlari esa F dan J gachan belgilangan. Fill maketlash plata versiyasi yetmishta ustunga ega.

### 3.3. Sxemadan maketlash platasigacha

Keling endi biz birinchi oddiy sxemamizni maketlash platasida yarataylik, sxema yorug'lik diodi va qarshilikdan tashkil topgan bo'ladi. Oddiy kuzatishni keltiramiz:

- ✓ Zanjirning elektr sxemasi real elektr zanjiriga mos kelmaydi.
- ✓ Komponent o'zining shartli belgilanishidan farq qiladi (shuning uchun texnik bayonnomasi bor).
- ✓ Elektr sxemada komponentning o'lchamlari va ular orasidagi nisbat hisobga olinmagan.
- ✓ Elektr sxemada komponentlar o'rtasidagi ulanishlar turi juda ham muhim.

Siz yaratmoqchi bo'lgan sxema 3.6-rasmda keltirilgan: yorug'lik diodi batarega qarshilik orqali ulangan.



3.6-rasm.Maketlash platasida yig'ish kerak bo'lgan sxema

Biz birinchi bobda bu sxemaning hisoblash ishlarini bajargan edik, shuning uchun kerakli komponentlarni bilamiz, ular quyidagilar:

- ✓ qizil yorug'lik diodi – 1 dona;
- ✓ 390 Om qiymatli qarshilik - 1 dona;
- ✓ 9 V kuchlanishli batarey – 1 dona;
- ✓ 9 V kuchlanishli batarey uchun qisqich – 1 dona;
- ✓ manba uchun ikki shinali to'liq o'lchamli maketlash platasi – 1 dona;
- ✓ ulash moslamasi 2 dona yoki 2 dona bir necha santimetrli elektr o'tkazgich, ulanishni hosil qilish uchun simlarning ikki uchidan 10 mm o'lchamga teng qismi tozalangan bo'lishi kerak.

Hozirgi holatdagi maqsad juda oddiy, chunki u bitta konturga ega. Agarda sxema ancha murakkab bo'lganda edi, men komponentlarni stolga joylashtirishni yoki ularni bir varroq qog'ozga chizib olishni maslahat bergan bo'lar edim, komponentlarni optimal joylashtirishda biz ko'rayapmizki ular real elektr sxemalardan ancha farq qiladilar. Keling ko'raylikchi yorug'lik diodini yoqish uchun qanday ishlarni amalga oshirish kerak bo'ladi.

1. Maketlash platasini ish maydoniga ishlash uchun qulay qilib joylashtiramiz.

2. 390 Om qiymatli qarshilikni olamiz, uni rangli chiziqlari orqali qiymatini ajratib olinadi: olov rang, oq, jigar rang va tilla rang.

3. Qarshilikning oyoqchalarini maketlash platasidagi D5 va D9 kordinatlarda joylashgan teshiklarga tiqiladi. Qarshilik qutiblarga ega bo'lmaganligi uchun oyoqchalarni qaysi yo'nalish bo'yicha ulanishining ahamiyati yo'q.

4. Qizil yorug'lik diodini olamiz va katodini Ye10 teshikka hamda qarshilikning oyoqchasi ulangan qatordagi Ye9 teshikka anodni joylaymiz. Yorug'lk diodining kichik oyoqchasi katoddir (manfiy oyoqcha).

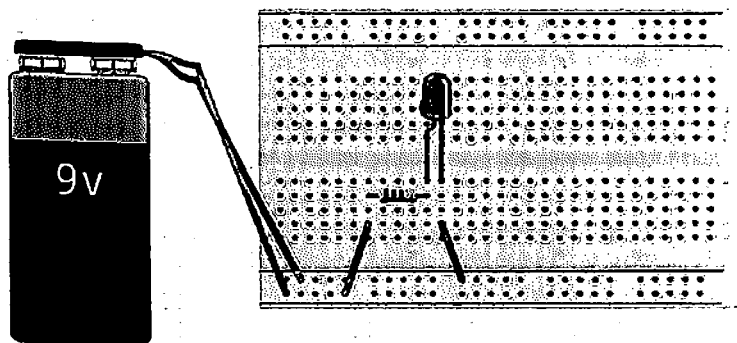
5. Ulash moslamasini yoki uzunligi bir necha santimetr bo'lgan, uchlari tozalangan bir bo'lak simni olamiz va bir uchini A5 teshikka, boshqa uchini esa maketlash platasida qizil chiziq bilan belgilangan + manba shinasidagi teshiklardan biriga ulanadi.

6. Ikkinchi ulash moslamasini yoki uchi tozalangan sim bo'lagini olamiz va uning bir uchini A10 teshikka ulanadi, ikkinchi uchini esa xavo rang bilan belgilangan manba shinasidagi teshiklardan biriga ulanadi.

7. 9 V li batarey qisqichi ikkita egiluvchan simdan iborat. Qizil rangli simni musbat manba ulangan ustundagi birinchi teshikka tiqiladi va qora rangli simni manfiy manba ulangan ustundagi birinchi teshikka tiqiladi.

8. Batareyni ulaymiz.

9. Yorug'lik diodi yonishi kerak: balli!



3.7-rasm. Maketlash platasida yeg'ilgan sxemaning tasviri. Rasm Fritzing dasiuri yordamida amalga oshirilgan

Agarda yorug'lik diodi yonmasa:

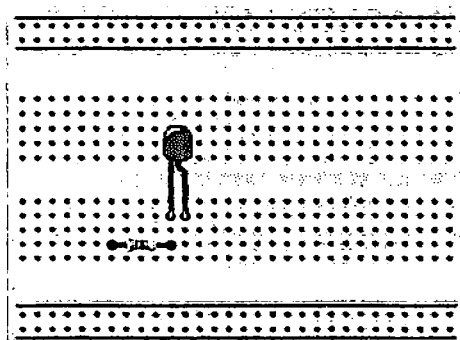
✓ Biz diqqat bilan barcha ulanishlarni tekshirib chiqamiz. Eng ko'p tarqalgan hatolik – bu qo'shni elementlarning oyoqchalari ikkita parallel qatorlarga ulanib qolishi, bitta qatorga emas. Buning natijasida tok bitta komponentdan ikkinchisiga oqib o'ta olmaydi!

✓ Ulash moslarmalari va simlarni uchlarini maketlash platadagi teshiklarga tiqilganda ulanish hosil bo'lganligiga ishonch hosil qilish uchun qo'l bilan sim uchlarini qo'zg'atib ko'ring.

✓ Yorug'lik diodini oyoqchalarini o'zgartirib ko'ring, oyoqchalarni adashtirib qo'ygan bo'lishingiz mumkin (musbat qutibni manfiy qutib bilan).

✓ Yorug'lik diodi kuygan bo'lishi mumkin, uni yangisi bilan almashtiring.

✓ 9 V li batareyning zaryadlari tugagan bo'lishi mumkin, uni almashtirib ko'ring.

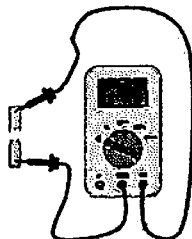
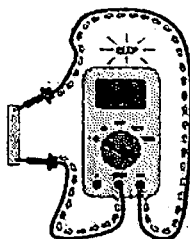
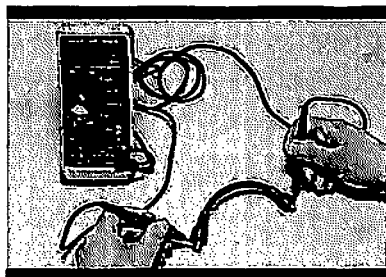


3.8-rasm. Agarda yorug'lik diodi yonmasa: ikki komponentning oyoqchalari bir ustunga ulanganligiga ishonch hosil qiling

### 3.4.Ulanishlarni tekshirish

Zanjirning nosozligini asosiy sabablaridan biri yomon ulanish: ulanish moslamasi, simlar, raz'emlar va komponentlar, ular o'zaro elektr ulanishda bo'lishlari kerak, ammo turli sabablarga ko'ra ulanish yo'q. Bu muammolarni topish uchun, deyarli barcha testlarda mavjud bo'lgan diodlarni testlash vazifasini ishlatamiz. Testning bu vazifasi yordamida tok faqat bir taraftga oqib o'tishi mumkin bo'lgan diodlarni, komponentlarni ishga layoqatligini tekshirish mumkin bo'ladi.

Diodga testning o'lchash uchun mo'ljallangan simlarning uchi bilan tekgezilsa, testr tovushli signal hosil qiladi, agarda tok o'tsa. Testrning bu foydali ish tartibi diodlarni tekshirishdan tashqari, zanjirlarning uzuluksizligini va elektr ulanishlar borligini tekshirish uchun ham ishlatiladi 3.9-rasmnda ko'rsatilganidek.



3.9-rasm. Testr yordamida diodni tekshirish ish tartibida sim va ulanish moslamalarini tekshirish



Diodni tekshirish vazifasini ikki nuqta o'rtasida elektr ulanish mavjudligiga ishonch hosil qilish uchun ham ishlatib ko'ramiz.

1. Testning qora simining bir uchini testning SOM raz'emiga ulaymiz.

2. Testning qizil simining bir uchini kuchlanish/tok va qarshilik raz'emiga ulanadi.

3. Testlanayotgan zanjir yoki kontur manbaga ulanmaganligiga ishonch hosil qiling.

4. Ikki testlanuvchi nuqtaga testr simlarining ikkinchi uchlarini tegizing.

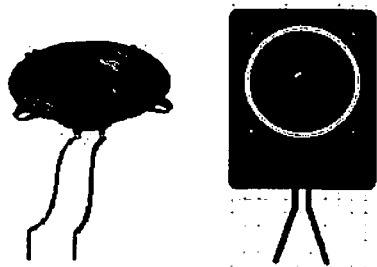
5. Agarda ulanish mavjud bo'lsa testr tovushli signal beradi.

*Eslatma.* Bu o'lchashlar har doim batareyni o'chirilgan va manba zanjiriga ulanmagan holda olib boriladi.

Agarda bizning o'lchov asbobimizda diodni testlash vazifasi bo'lmasa, biz ikki nuqta orasidagi qarshilikni o'lchashimiz mumkin: agarda qarshilik 0 Om ga teng bo'lsa, demak, ulanish bo'ladi.

### 3.5. Nostandart qadamli komponentlar

Ba'zi komponentlarni maketlash platasiga joylashtirib bo'lmaydi. Ko'p komponentlarning qadami 2,54 mm dan (komponent oyoqchalarining o'rtasidagi masofa) farq qiladi, boshqa komponentlarning oyoqchalari esa mahsus ravishda joylashtirilgan (halqasimon ham bo'lishi mumkin), ba'zi birlarining oyoqchalari juda qalin yoki juda ingichka va hatto chiqish oyoqchalari umuman yo'q bo'lishi mumkin. Tovush karnagini, mikrofonlarni, relarlarni, shtekkerlarni, rozetkalarini va boshqa mahsus komponentlarni maketlash platasiga o'rnatishda qiyinchiliklar bo'lishi mumkin. Bu hollarda sanab o'tilgan komponentlarning oyoqchalariga ma'lum uzunlikdagi simni payvandlash mumkin.



3.10-rasm. Tovush karnagini maketlash platasiga ulanishi

Mahsus detallarni ishlatish uchun, xotiraning SD-kartasi, simsiz aloqa adapteri yoki yuzaki montaj uchun komponentlar (SMD) kabilarni ulashga mahsus kontaktlarining qadami 2,54 mm ga teng adapter kerak, uni maketlash platasiga oson ulash mumkun.

Tovush karnagini maket platasiga payvandsiz ulash uchun biz egiluvchan simdan foydalanishimiz mumkun, ikkita 20-30 sm uzunlikdagi egiluvchan simning uchlarini taxminan 15 mm tozalab tovush karnagining ikki kontaktiga o'raladi va simning ikkinchi uchlariga esa qattiq mis sim olib uning uchiga o'raladi (qattiq mis simining diametri maketlash plata teshigiga mos bo'lishi kerak). So'ng o'ralgan simlarning uchini izolyatsiyalash lentasi bilan o'rab qo'yish mumkun.

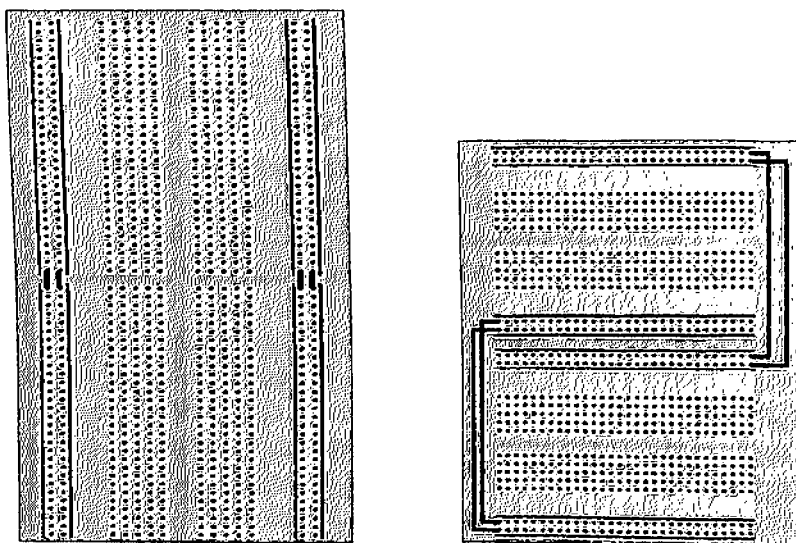
### **3.6. Elektr manba shinalarining joylashishi**

Elektr manba shinalarini tartibli joylashtirish – bu muammosiz va halalsiz ishlaydigan sxemani yig'ish uchun birinchi qadam bo'lib hizmat qiladi. Biz manba shinalarini maketlovchi plataning chetlarida joylashgan versiyasini ishlatamiz (qizil va ko'k ranglar bilan belgilangan). Ba'zida bu shinalar maketlovchi plataning uzunligining hammasidan o'tmaydi, lekin o'rtasida to'xtaydi. Maketlash platasining butun uzunligi bo'yicha shina o'tkazilganligini tekshiramiz, agarda o'tkazilmagan bo'lsa, uzilgan shinalarni uncha katta bo'lmagan ko'prikchalar bilan ulaymiz 3.11-rasmda ko'rsatilgani kabi.

Maketlash platasining pastki qismdagi ikkita qizil va ko'k rangli chiziqlarda joylashgan teshiklar va uning qarama-qarshi tomonidagi ikkita qizil va ko'k rangli chiziqlarda joylashgan teshiklar o'zaro ulanmagan. Ular bir maketlash platasi doirasida ikkita alohida shinani tashkil etadi. Agarda biz bir manba ishlatsak, u holda pastki yoki tepadagi shinlarning biriga ulaymiz va shu shinaning ikkinchi uchini esa kerakli uzunlikdagi egiluvchan sim bilan ikkinchi shina uchlariga ulanadi, natijada maketlash platasining yuzida bir manbali shina hosil qilinadi.

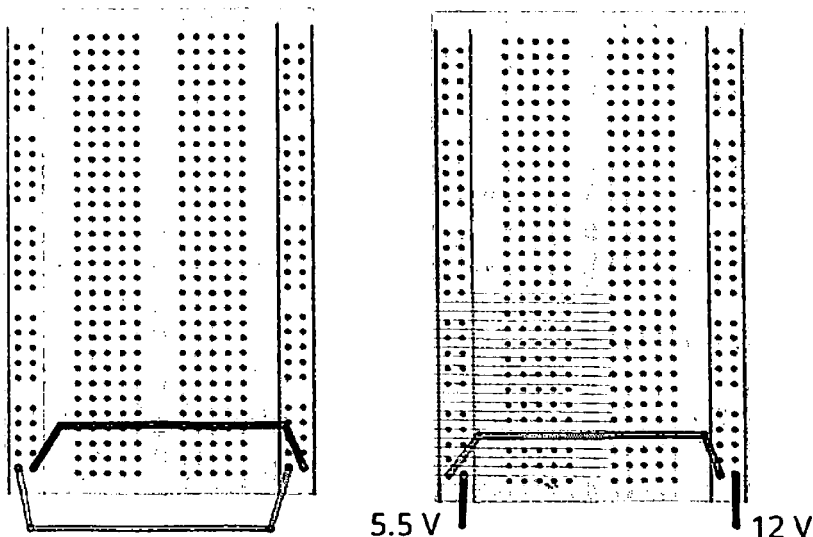
Agarda ikki kontur bo'lsa va ular ikkita turli qiymatli kuchlanish (masalan, 5 V va 12 V) yoki ikki qutbli (+5 V va – 5 V) manba ta'lab etilsa, u holda bitta qizil shinaga bitta qiymatli kuchlanishni va ikkinchi qizil shinaga esa ikkinchi qiymatli kuchlanish ulanadi so'ng ikkita ko'k shinalar uchini o'zaro ulash kerak bo'ladi. Sxema turli qiymatli kuchlanishni ishlatishi mumkun, ya'ni bir necha manbalardan. Masalan,

siz “Arduino” elektron to‘plimni ishlatsangiz u 5 V manba ta’lab etadi, galogenli lampni yoki dvigatelni boshqarish uchun esa 12 V yoki undan ortiqroq kuchlanish talab etilishi mumkin. Bu holda hech qanday qo‘rqinchli yoki xavfli holat yo‘q. Rioya etilishi kerak bo‘lgan yagona xafsizlik chorasi – bu turli manbalardagi barcha manfiy (-) simlarning (qora simlar) uchini bir nuqtaga ulash kerak bo‘ladi (3.12-rasm). Bu juda muhim, chunki kuchlanish potentsiallar farqi bo‘lganligi uchun umumiy manfiy shinaga ega bo‘lishi kerak. Agarda biz bu tadbirni amalga oshirmasak, sxema ishlamaydi yoki uni g‘alati tutishi kuzatiladi.

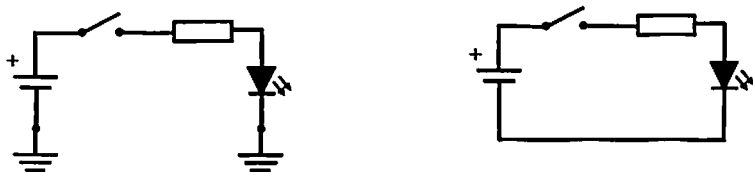


3.11-rasm. Uzilgan shinalarni uncha katta bo‘lmagan ko‘prikchalar bilan ulash

Ba’zida elektron sxemalarda g‘ilofdagi yerga ulanishi o‘g‘ridan-to‘g‘ri eslatib o‘tilmaydi va barcha yerga ulash nuqtalarining o‘rniga, har bir nuqta uchun yerga ulash belgisi alohida ishlatiladi (sxema rasmsini soddalashtirish uchun). Biz zanjir hosil qilishimizda esa yerga ulash belgilari bilan belgilangan barcha nuqtalarning barchasi bir-biri bilan ulanganligiga ishonch hosil qilishimiz kerak. Yer manfiy manbaga ekvivalent bo‘lib, ba’zida 0 V kabi ham belgilanadi, bu o‘tmishdan meros, manfiy manbaga ulangan elektr zanjirini metall g‘ilofga joylashtirilgandagi holatlar.



3.12-rasm. Faqat bitta qiymatli manba sxema uchun talab etilsa shinalar rasmdagi kabi ulanadi (a). Agarda kuchlanish qiymatlari turlicha bo'lsa, umumiy bo'lib faqat manfiy shina bo'lishi kerak (b)



3.13-rasm. Chapdagi zanjirda g'ilofdagi yerga ulanish alohida belgilar bilan ko'rsatilgan. O'ngdagi zanjirda yerga ulanishni belgisi manbaning manfiy qutibiga ulanish orqali ko'rsatilgan.

**Manba yo'llaridagi halalni so'ndirish.** Manba yo'llarida aylanib yuruvchi har qanday halalni susaytirish uchun (so'ndirish), manba yo'llari chegarasiga uncha katta qiymatga ega bo'lmagan (100 pF) sig'im ulanadi. Yaxshisi tegishli kuchlanishli 50 yoki 100 pF li elektrolitik sig'im ishlatish kerak. Bu sig'im sxemaning ishlash vaqtida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan kuchlanish tebranishlarini so'ndiradi. 100 pF li sig'imlarni har bir mikrosxemaning manba oyoqchalari yoniga joylashtiriladi.

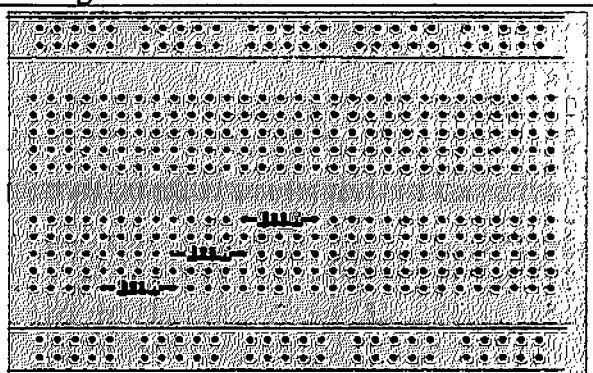
### 3.7. Harakat qilishdan oldin o'ylash kerak

Bu to'g'ri, maketlash platalari sxemani sinash uchun xomaki variantlarini yig'ishni osonlashtiradi, ularga komponentlarni ulash va olib tashlash oson kechadi, lekin "temir-tersak" lar bilan ishlashdan oldin biroz to'xtab, o'ylash kerak albatta! Sxemani yig'ish ni boshlashdan oldin komponentlarni ko'rib chiqamiz, ular qanday qilib manbaga ulanishini va qanday qilib ularni o'zaro yaxshi joylashtirish mumkunligini. Taklif etilgan elektr sxemadagidek aniq uning joylashish tartibiga rioya qilish shart emas, o'ylab ko'rishga harakat qiling, sxemadagi real komponentlarni sinchiklab ko'rib chiqing: ularni stol ustiga yoyib ko'zdan kechiring va bir varraq qog'ozga komponentlarni joylashish sxemasini chizing, chizishda ulanishlarning eng optimla holatini hisobga olish kerak bo'ladi. Maketlash platalarda komponentlarni joylashtirishni loyihalashtiruvchi dasturlar ham mavjud. Ulardan eng taniqlisi **Fritzing**.

### 3.8. Ulanishlar uchun ba'zi yechimlar

Keling ulanishlar uchun ba'zi bir yechimlarni ko'rib chiqaylik.

✓ Ikki komponentni ketma-ket ulash – bizda ikkita qarshilik bor, ularni maketlash platasida ketma-ket ulashimiz kerak. Kontaktlarning bir qatorida joylashgan ikkita qarshilikning bittadan oyoqchalari o'rtasida ulanish borligini tekshiramiz. Quyida keltirilgan 3.14-rasmda maketlash platasida qarshiliklarni to'g'ri ulangan ketma-ket ulanishi ko'rsatilgan.

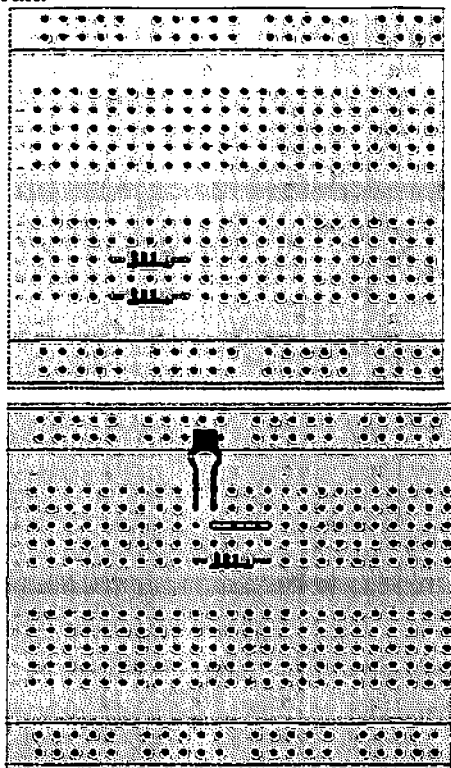


3.14-rasm. Maketlash platasida uchta qarshilikni ketma-ket ulanishi

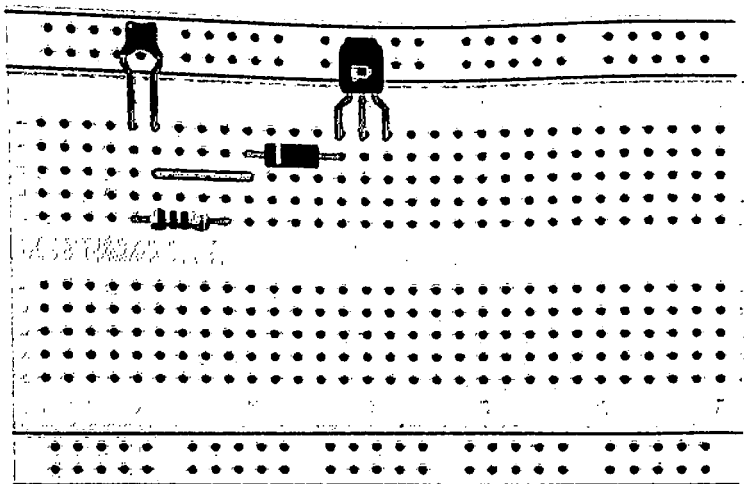
✓ Komponentlarni parallel ulanishi – biz bir hil yoki turli uzunlikdagi elementlarga ega bo‘lishimiz mumkin. Elementlar uzunligi turli bo‘lgan holda elementlarni parallel ulashni amalga oshirish uchun uncha katta bo‘lmagan ko‘prik kerak bo‘ladi.

✓ Kontaktlar sonini oshirish – maketlash platasining har bir qatori faqat beshtadan teshikka ega. Agarda sxemaning bir qismidagi ulanishlar uchun bizga ko‘p sonli kontaktlar kerak bo‘lsa, qo‘shni qator bilan ko‘prik orqali ulanish nuqtalar sonini ikki xissa oshirish mumkin.

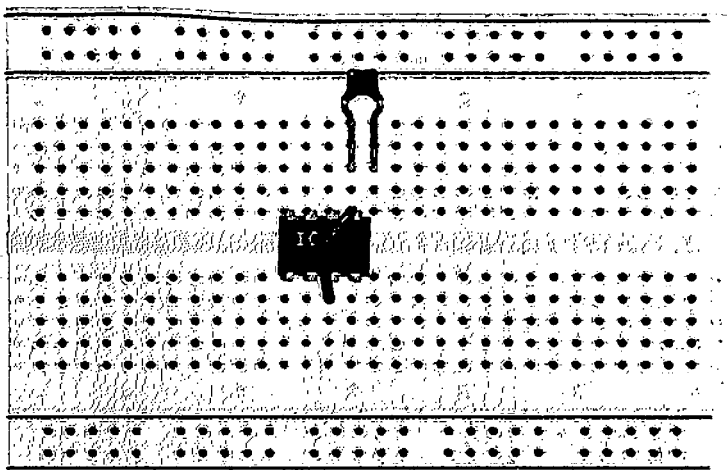
✓ Integral mikrosxemalarni ishlatish – mikrosxemalar maketlash platsining o‘rtasidan o‘tgan ariqcha bo‘ylab o‘rnatiladi va ularning manba ulanadigan oyoqchalariga sig‘imni ulanishini ham hisobga olish kerak.



3.15-rasm. Maketlash platasida ikkita komponentni parallel ulash



3.16-rasm. Maaketlash platasida bir necha komponentlarni ketma-ket ulanishi



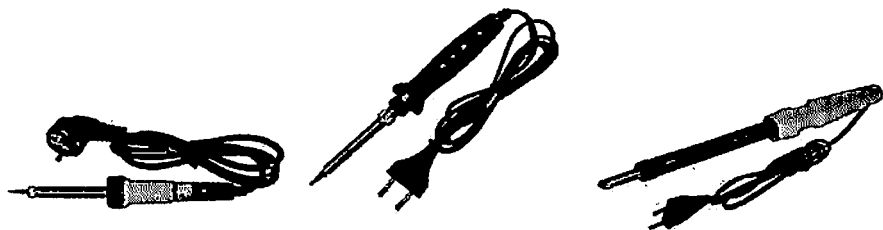
3.17-rasm. Maketlash platasida mikrosxemani joylashtirish

### 3.9. Payvandlash

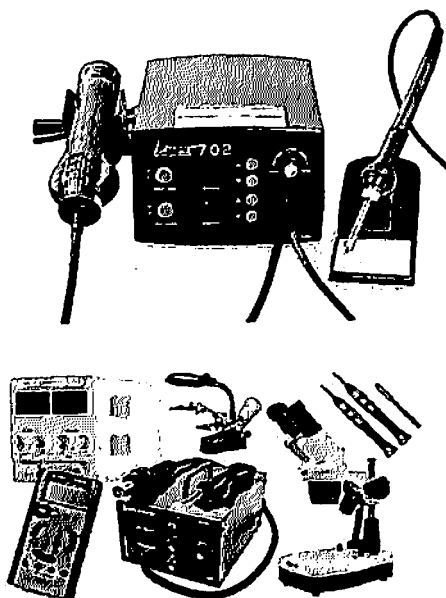
Ishonchli va uzoq vaqt ishlovchi zanjirlarni yaratish uchun payvandlash asbobidan foydalanish kerak va uncha katta bo'lmagan platalarga mahkamlash kerak, uni montaj kolodkasi deb ataladi, ular maketlash platalariga o'xshab "universal" yoki ma'lum aniq holat uchun ishlatiladigan ulanish yo'llari bilan ta'minlangan (bosma plata) bo'lishi

mumkun. Komponentlarni ulashda qalay va qo'rg'oshinning qotishmasini eritish orqali amalga oshiriladi va darhol payvandlangandan so'ng ulangan kontaktlarni ajratish qiyin bo'ladi. Payvandlash jarayoni murakkab emas va xavfli ham emas, agarda siz ozgina tajribaga ega bo'lsangiz hamda xavfsizlik choralarini qo'llasangiz. Payvandlash asbobi – bu asbob payvandlash uchun va uning shakli 3.18-rasmda turli shakllari keltirilgan, uni 220 V manbaga yoki o'zgarmas tok manbaiga ulab ishlatish mumkun. Payvanlovchining uchi 300 – 350 °C gachan qizdiradi. Elektronikada ishlatiladigan payvandlash asboblari 25-36 Vt quvvatga ega bo'ladi. Payvandlash moslamasining uchi odatda ko'p ishlatilishi natijasida yemiriladi va uni boshqasiga almashtirish mumkun.

Payvandlash asbobi qalay va qo'rg'oshining qotishmasidan iborat bo'lgan ingichka simni eritadi. Qo'rg'oshin zararli metall bo'lganligi uchun payvandlashda toza qalay yoki qo'rg'oshinni nisbati kamaytirilgan qotishmadan foydalanamiz. Qo'rg'oshin qotishmani erish haroratini kamaytirish uchun qo'shiladi, agar qotishmada qo'rg'oshin bor bo'lsa quyidagicha belgilanadi, masalan 60/40, ya'ni 60% qalay va 40% qo'rg'oshin. Qalayli simlar turli o'lchamdagi g'altaklarga o'ralgan holda sotiladi. Simning ichida mikro teshik bo'lib u smola (yoki konifol) bilan to'ldirilgan bo'ladi. Konifol payvandlashni osonlashtiradi va payvandlash asbobining uchini toza holda ushlab turish uchun ham hizmat qiladi. Payvandlashdan oldin payvandlanadigan yuzalarni spirt bilan tozalash kerak (turli yog'larni eritib tozalash uchun). Qalay eriganda konifol bug'lanadi, yaxshisi u bug'dan nafas olish kerak emas! Payvandlash vaqtida tanovvul qilish kerak emas va suv ham ichish kerak emas, yeb va ichiladigan maxsulartlarni zararli moddalar bilan zaharlantirmaslik uchun. Ish tamom bo'lgach qo'lni yaxshilab tozalash kerak!

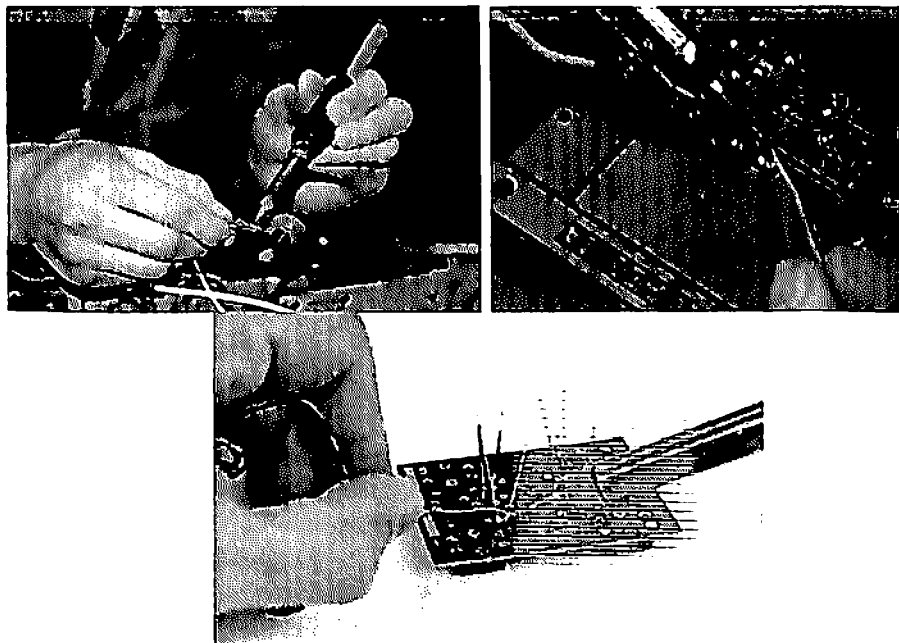






3.18-rasm. Payvandlash asbobining turlarini ko‘rinishi

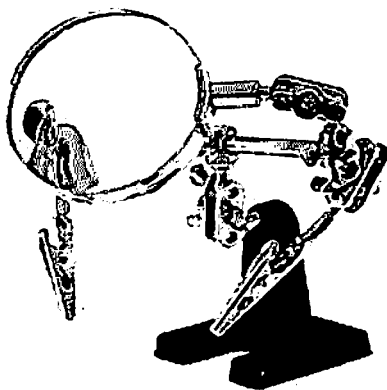
Payvandlash asbobi 2-3 minut ichida qizib ishlashga tayyor bo‘ladi. Panjalarinigizni uchi bilan payvandlash asbobining uchiga tegmang, aks holda uncha katta bo‘lmagan noxush kuyishga olib keladi. Payvandlash asbobi yetarli ishchi haroratga yetganligini bilish uchun payvandlash asbobining uchi bilan qalayli simga tegizish kerak bo‘ladi, agarda uni eritsa, biz ishni boshlashimiz mumkin. Bu operatsiyani bajarar ekansiz payvandlash asbobining uchini qalay bilan “xo‘llab” olgach issiqlik payvandlaniladigan komponent oyoqchasiga oson o‘tadi. 350°C li harorat yetarli darajada issiq bo‘lganligi uchun, u qog‘oz, taxta va turli plastik materiallarni yondira oladi, shuning uchun extiyt bo‘ling! Payvandlash asbobi qo‘lda ruchkani ushlagandek ushlanadi 3.19-rasmda ko‘rsatilganidek, o‘rta barmoq bilan tutib turiladi va bosh hamda ko‘rsatgich barmoqlar bilan qisib ushlanadi. Qo‘limiz titramasligi uchun, qo‘limizning bir chekkasini stolga tirashimiz mumkin.



3.19-rasm. Payvandlashning turli holatlari

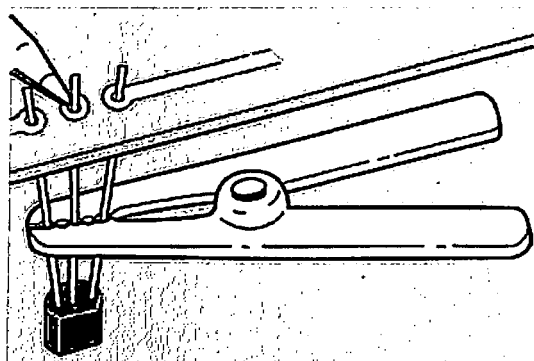
Payvandlash ishlarini yengillashtirish uchun 3.20-rasmda keltirilgan ko‘rinishga ega bo‘lgan “uchinchi qo‘l” mahsus moslama ishlatiladi: u yetarli darajada baquvvat asosga maxkamlangan ikkita qisqichga ega, ular yordamida komponent yoki sxema platasini payvandlash uchun maxkamlanadi. Shundek qilib, bizning ikki qo‘limiz bo‘sh va elemen yoki sxema platasini ushlab turishimiz kerak bo‘lmaydi. Bu moslamaning ba’zi modellari kattalashtirib beruvchi lupa bilan ham ta’minlangan bo‘ladi. Bunde moslamani uy sharoitida ham qilib olish mumkun.

Payvandlash vaqtida komponent va uning oyoqchalari juda ham harorati oshib ketadi va bu haroratni pinset, otvertka yoki qisqich yordamida ushlab turish kerak. Kontaktlarni payvandlash uchun zarur bo‘lgan vaqti ikki yoki uch sekundni tashkil etadi. Komponent keragidan ortiq uzoq vaqt davomida issiqlik ta’sirida bo‘lsa, u ishdan chiqishi mumkun. Ortiqcha haroratni olib tashlash yoki yo‘lini to‘shish uchun qiziyotgan oyoqchalar bilan komponent o‘rtasiga qisqich ulash yoki otvertka qo‘yish mumkun 3.21-rasmda ko‘rsatilganidek.



3.20-rasm. Payvandlash ishlarini yengillashtirish uchun mahsus moslama

Namlangan shimgich (gupka) yordamida payvandlash asbobining uchiga komponentlarni ko'p payvandlash natijasida yeg'ilib qolgan iflosliklarni tozalash kerak bo'ladi. Issiqlikga chidamli mahsus nam shimgich ishlatiladi. Shoshilinch holat bo'lib qolganda oddiy latta bo'lagini suvda namlab, payvandlash asbobining uchini tozalash mumkin.



3.21-rasm. Komponent oyoqchalariga qisqichni o'rnatish orqali ortiqcha haroratni olib tashlash

**Simlarni qalay bilan qoplash.** Bitta o'zakli qattiq mis sim yuklama ta'sirida oson sinib ketishi mumkin, egiluvchan ingichka ko'p tolali o'ralgan mis simlari ancha uzoq vaqt ishlatiladi. Biroq o'ralgan ingichka ko'p tolali mis simlar boshqa muammo hosil qilishi mumkin, chunki ular o'rami ochilib ketadi. Shu sababli biz o'rami ochilgan

simning bir qismini qalay bilan qoplashimiz mumkun, o'ralgan ingichka tolali simni erigan qalayda "xo'llab" olish orqali bajariladi. Bu juda tez bajariladigan operatsiya, keling bu ishni qadamma-qadam qanday amalga oshirish kerakligini ko'rib chiqaylik.

1. O'ralgan mayda tolali elektr simini olib, uni bir uchini 10 mm qobig'idan tozalaylik.

2. Simni katta va ko'rsatgich barmoqlar orasiga olib, tozalangan uchidagi simlarni o'z atrofida aylantirib o'raymiz.

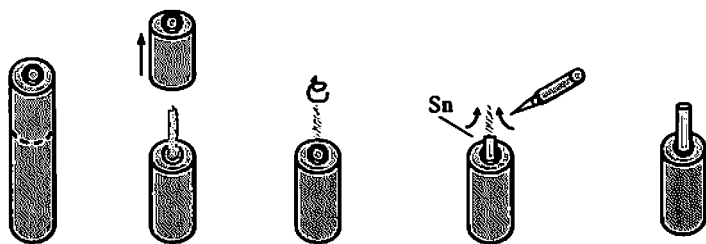
3. Payvandlash uchun mahsus tutgichga maxqamlab, qalay va payvandlash asbobini ishga tayyorlaymiz.

4. Payvandlash asbobining uchini simni tozalab ochilgan uchiga 1-2 sekund davomida tegizib turamiz.

5. G'altakka o'ralgan qalayli simning uchini qalay bilan qoplash kerak bo'lgan simning orqa tomoniga tegizamiz (shu vaqtda oldi tomonida payvandlash asbobining uchi tegib turadi).

6. Qalay eriy boshlashi bilan payvandlash asbobining uchini simning tozalangan uchi bo'ylab keskin harakatlantiramiz, natijada simning ochilgan uchining barcha xududini qalay bilan qoplanadi.

7. Simni sovutish uchun qoldiramiz va uni tekshiramiz.



3.22-rasm. Ingichka tolali o'ralgan simlar uchini qalay bilan qoplash

Sifatli, yaxshi payvandlanishni olish uchun asosiy qoida – bu payvandlanishi kerak bo'lgan xududni spirt bilan turli yog'lar va iflosliklardan tozalab, so'ng qizdiriladi va shundan so'ngina qalay bilan payvandlash amalga oshiriladi. Agarda biz tozalanmagan va sovuq payvandlash kerak bo'lgan metall maydonga qalayni tegizsak, u holda yuzalar bilan yomon tutashuv hosil bo'ladi, payvandlash sifati yomonlashadi, shuningdek elektr ulanish hamda payvandlangan xudud maxkamligi ham yomonlashadi.

**Komponentlarni payvandlash.** Keling komponentlarni bosma plataga yoki sinov o'tkaziladigan plataga payvandlashni ko'rib chiqaylik:

1. Komponentlarni plataning teshiklariga shundek o'rnatish kerakki platani orqa tarafidan uning oyoqchalari payvandlash uchun teshikdan chiqib turishi kerak, ya'ni u teshik atrofini metal chiziqlar bilan o'rab turuvchi va uni erib turgan qalay bilan qoplash kerak (payvandlash uchun).

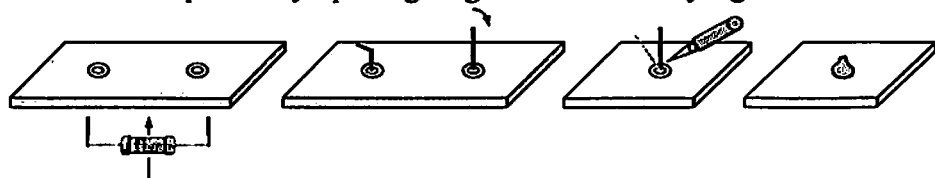
2. Plataning orqa tomonidan chiqib turgan komponentning oyoqchasini platada mahkamlash uchun bir oz bukiladi.

3. Payvandlash asbobini va qalayni tayyorlaymiz.

4. Payvandlanadigan hududga ikki sekund davomida payvandlash asbobini tegizib turamiz.

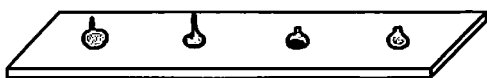
5. Payvandlanadigan hududga qalayni qo'yamiz.

6. Qalay erishi bilan bir oz kutamiz payvandlanadigan xududni erigan qalay bilan qoplanguncha va payvandlash asbobining uchi bilan har doim komponent oyoqchasiga tegizib uchi tomon yurg'izamiz.



3.23-rasm. Bosma plataga komponentlarni o'rnatish va payvandlash

Ko'p tarqalgan hatolik: payvandlash asbobining uchida qalayni eritiladi, so'ng erigan qalayni komponentga ishlatiladi, biz "sovuq" yoki yaroqsiz payvanlanishga ega bo'lamiz. Yomon payvandlangan yuzaga oqish rangli bo'ladi, pufak yoki teshikchalari bo'lgan tekis bo'lmagan yuzaga ega bo'lamiz. Bu holda payvandlangan yuzani boshqatdan qilishimiz mumkin, so'rg'ich yordamida yuzadagi qalayni olib tashlash mumkin. Oqish payvand shuningdek "sovuq" ham deb ataladi, odatda u eritilgan qalayni noto'g'ri ishlatish natijasida yoki oyoqcha sovish jaroyonida joyidan qo'zg'atilgan bo'lsa hosil bo'ladi. Ba'zida teshik yoki oyoqcha zanglab qoladi, bu holda ham payvandlash mustahkam bo'lmaydi. Bu hollarda ham pufakchali yoki teshikchali payvandlash hosil bo'ladi. Bu muammolarni hal qilish uchun zang bosgan qatlamni qum qog'oz yordamida olib tashlash mumkin.



a



b

3.24-rasm. Noto'g'ri (a) va to'g'ri (b) payvandlashga misollar

Ba'zi komponentlar issiqlikka juda sezgir bo'ladi. Ertami kechmi biz shisha qobiqli diodlar, tranzistorlar yoki qimmat integral sxemalar bilan ishlashimiz kerak bo'ladi. Issiqlikni tarqatish va komponentlarni shikastlanishini oldini olish choralarini ko'rib chiqamiz:

- ish vaqtini qisqartirish;
- komponentlarni sovushi uchun to'xtab-to'xtab ishlash;
- sovutish moslamalarini ishlatish.

Ko'p komponentlar va shuningdek integral mikrosxemalar ham mahsus moslamaga o'rnatiladi, u moslama plataga payvandlanadi. Mikrosxemalar o'rnatiladigan moslama – bu uncha katta bo'lmagan "kravat", mikrosxema yoki komponentlarning o'lchamiga mos ravishda tayyorlangan, u moslamalar plataga payvandlanadi, moslamaga esa mikrosxema yoki komponent oyoqchalarini payvandsiz tiqib qo'yiladi.

***Maket platasi uchun ulash moslamasini tayyorlash.*** Keling biz maketlash platada ishlatish uchun ulash moslamasini (перемычка) yasashni ko'rib chiqaylik. Quyidagi materiallar kerak bo'ladi:

- uzunligi 10 sm ga teng bo'lgan o'ralgan eletr sim bo'lagi;
- uzunligi 15 mm li ikki bo'lak qattiq bir o'zakli izolyatsion qobiqdan tozalangan mis sim;
- issiqlikka chidamli izolyatsion quvur yoki izolyatsiyalash tasmasi.

Quyidagi harakatlar amalga oshiriladi:

1. Elektr o'tkazgichni kerakli uzunlikda qirqib olib va uning uchlaridan 5 mm uzunlikdagi qismini izolyatsiyali qobiqdan tozalaymiz.

2. Simning ochilgan uchini burab ihcham holga keltiramiz va so'ng payvandlash asbobi yordamida qalay bilan qoplab chiqamiz.

3. Uzunligi bir santimetrli ikkita bo'lak issiqlik yordamida o'rnatiluvchi quvirni kesib olinadi va uni simga tortib kiydiriladi.

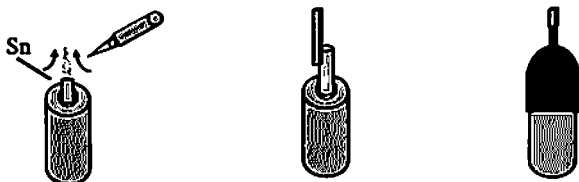
4. Uzunligi 15 mm li ikki bo'lak qattiq bir o'zakli izolyatsion qobiqdan tozalangan mis simining bittasini uzunligi 10 sm ga teng

bo'lgan o'ralgan elektr sim bo'lagining tozalangan uchiga payvandlaymiz.

5. Issiqlik yordamida o'rnatiluvchi quvir bilan payvandlangan joyni yopib qo'yamiz, payvandlash uchi bilan butun yuzani qizdiramiz. Issiqlik yordamida o'rnatiluvchi quvir simning atrofini siqib qoladi (quvircha bo'lmasa izolyatsion tasma bilan ham o'rab qo'yish mumkin, lekin uni qizitish kerak emas).

6. Huddi shu jarayonni simning ikkinchi uchida ham takrorlanadi.

7. Tayyorlangan ulash moslamamiz ishlatishga tayyor.



3.25-rasm. Maketlash platasi uchun ulash moslamasini tayyorlash

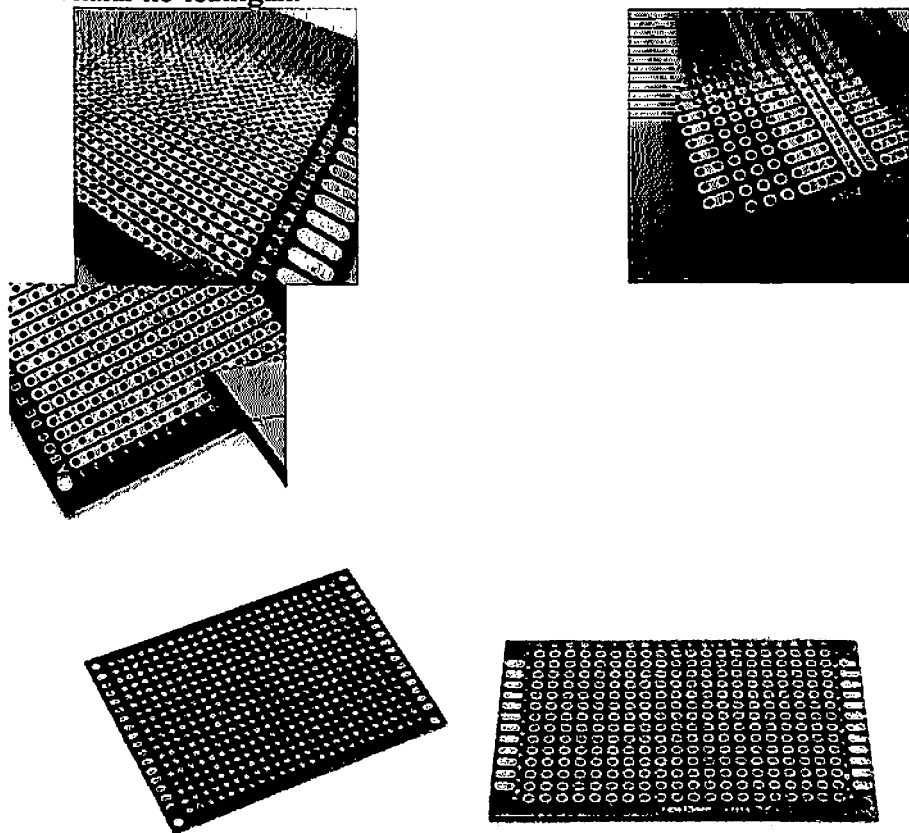
**Payvanddan chiqarib olish.** Payvandlash jarayoni oddiy operatsiya bo'lishi bilan bir qatorda, komponentlarni payvanddan chiqarib olish esa anchagina qiyin ish. Payvandlangan komponentlarni olib tashlash qiyin va chalkash ish bo'lishi mumkin. Biroq shundek hollar borki, u hollarda siz qalayni oson olib tashlashingiz yoki sifatsiz bajarilgan payvandlashni boshqatdan bajarishningiz va komponentlarni platadan olib tashlashingiz mumkin.

Maydonchadan qalayli payvandni olib tashlash uchun biz payvandni ko'chiruvchi so'rg'ichni ishlatishimiz mumkin: erigan qalayni so'rib oluvchi prujina bilan ta'minlangan quvurcha. Komponentni olib tashlash uchun payvandlangan xududni payvandlash asbobi bilan qalay eriguncha qizdiriladi, so'ng so'ruvchi moslamani qizdirilgan hududga tutib erigan metallni so'rib olinadi. Bu operatsiya bir necha marotaba qaytarilishi mumkin.

Bosma platadagi teshikchalarni tozalash uchun biz mis simlaridan foydalanishimiz mumkin, simni ortiqcha eritilgan qalay bor hududga olib kelib, uni qalayga botirib burab-burab tortib olinadi. Payvandlash ishlari bilan ko'p shug'ullanuvchi laboratoriyalarda mahsus payvanddan chiqarib olish maydonlari mavjud, ular so'rib oluvchi nasos va mahsus uchlari yassilantirilgan payvandlash asbobi bilan ta'minlangan, ular yordamida komponentlarni payvanddan oson platani shkastlamasdan ko'chirib olinadi.

### 3.10.Stripboard maketlash platasi

Endi payvandlash asbobi bilan ishlashni o'zlashtirib olganimizdan so'ng, biz komponentlarni maketlash platasiga yoki bosma platalarga payvandlab mustahkam sxemalarni yaratishimiz mumkin bo'ladi. Sxemani amlada sinash uchun yig'ish platasini, ya'ni maketlash platasi **Stripboard** deb ataladi. Bu maketlash platalarining turlari juda ko'p 2.54 mm qadamli teshiklarga ega. Har bir teshikning pastki tomonida (plataning orqa tomoni) shu teshik atrofini ingichka mis halqa o'rab turadi (ploshadka, maydoncha). Komponentlarning chiqishlarini shu ulanish maydonchaga payvandlash orqali maketlash platasiga maxkamlanadi, 3.26-rasmda maketlash platalarining turlaridan namunalar ko'rsatilgan.



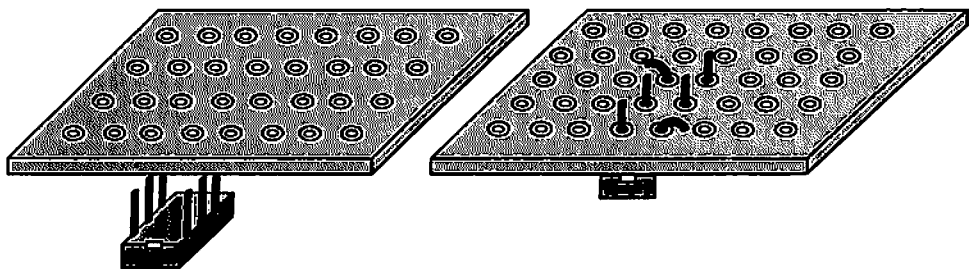
3.26-rasm. Sxema yaratish uchun maketlash platalarining turlari va ularning ko'rinishi



Ulanishlar odatda maketlash platasining pastki tomonida turli uzunlikdagi motaj simlari yordamida amalga oshiriladi. Qiyinchilik, simlarni chigal bo'lib ketmasligi uchun komponentlarni qanday qilib juda yaxshi joylashtirishdan iborat. Ulanish maydonchalari ma'lum tartibda ulangan maketlash platalarining modellari ham mavjud, ular kator yoki ustun bo'yicha amalga oshirilgan. Bunde platalarining kamchiligi, ular ko'p tarqalmagan, oddiy maketlash platalariga nisbatan narhi qimmat bo'lishi mumkin va ular yuqori chastotalar uchun har doim ham optimal emas.

Maketlash platalarining ushbu turida ishlash uchun qattiq o'zakli (bitali, diametri 0,5/0,7 mm) bir necha metr uzunlikdagi elektr o'tkazgich kerak bo'ladi. Sim qobiqsiz ishlatiladi va zanjirning turli nuqtalarini o'zaro ulash uchun ishlatiladi. Ko'pincha ulanishlarni amalga oshirishda komponentlarni kesib tashlangan oyoqchalaridan ham foydalaniladi. Odatda sxemani yig'ishda birinchi navbatda kichik o'lchamli komponentlar plataga o'rnatiladi (yoki payvandlanadi), so'ng esa ancha katta komponentlar o'rnatiladi. Stripboard maketlash platasida esa yaxshisi ancha murakkab komponentlardan boshlash kerak, ya'ni mikrosxemalar, raz'emlar va tranzistorlardan.

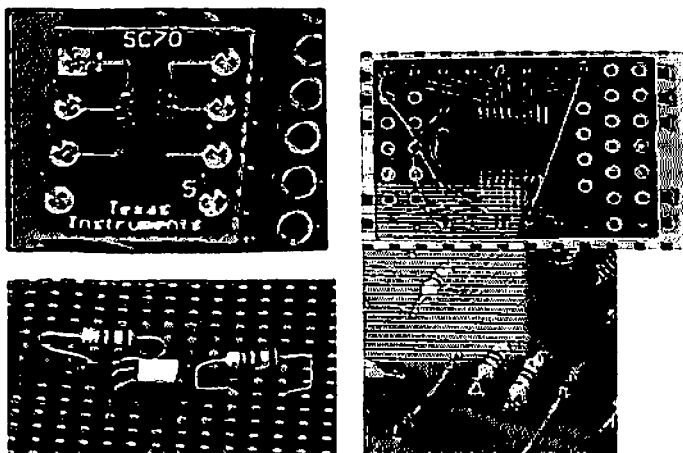
Integral sxemalarni mahkamlash uchun ularni teshiklarga o'rnatilib, so'ng qarama-qarshi tomonidagi ikkita oyoqchalari tashqi tarafdga bir oz egib qo'yiladi. Maketlash platasi o'girilib faqat shu egilgan ikki oyoqchalarni payvandlanadi. Qolgan oyoqchalarni esa odatda kechroq va faqat zarurat bo'lgandagina payvandlanadi.



3.27-rasm. Mikrosxemalarni o'rnatish uchun moslamani (kolodka, gnezda) maketlash platasiga o'rnatish

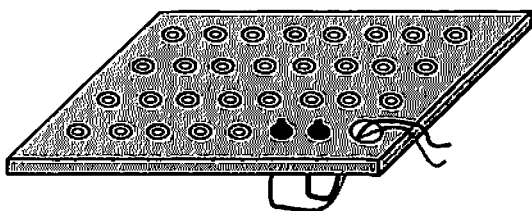
Chiroyli joylashtirilgan va toza ishlangan natijani olish uchun, yaxshisi barcha komponentlarni maketlash plataning pastgi tarafiga joylashtirish va ulash kerak, vaholangki bu har doim ham oson emas albatta. Ba'zida kesishish mumkin bo'lmagan hollarda nuqtalarni

ulanishini ta'minlash uchun ko'prik qilish zarur. Kalta ulanish moslamalarini hosil qilish orqali osilib turuvchi simlardan holi bo'lamiz, ular o'zini antenna kabi tutib halallar hosil qiladi.



3.28-rasm. Ulash moslamalari simlarni kesishishini oldini oladi

Elektr manba shinalarini joylashishi juda muhim, ular shovqin va halallarni kamaytirishga yordam beradi. Ta'lab etiladigan zanjirga yetish uchun tokning bosib o'tadigan yo'li har doim to'g'ri va qisqa bo'lishi kerak. Shu sababli yer shinasi sxemani perimetri (atrofidan) bo'ylab o'tkaziladi, shundek qilib, yer har bir komponentdan bir hil masofada joylashgan bo'ladi. Bir necha qatlamli bo'lishi mumkin bo'lgan bosma platalarda yer uchun butun bir qatlam ajratiladi – yerga ulash tekisligi. Elektr manba yo'llari yoki takt signallari bevosita komponentlarga yetib borishi kerak va odatda eng yaxshi joylashish kesishgan holdagi ulanish.



3.29-rasm. Simlarni yig'ish uchun teshik

Bizning maket platomizdan elektr simlari chiqadi, ular signallarga, o'chirib yoqish moslamalariga, displeylarga, yorug'lik diodlariga vahokazolarga ulanishi mumkin. Bu simlar oson uzilib ketishi mumkin. shuning uchun maketlash platasida drel yordamida uncha katta bo'lmagan teshik hosil qilish kerak. Bu teshik 3-29-rasmda ko'rsatilganidek simlarni bir joyga yig'ish uchun hizmat qiladi.

### 3.11.Sxemadan sxemaning maketini yaratishgacha

3.6-rasmda ko'rsatilgan sxemani *Stripboard* maketlash platasi va payvandlash asbobi yordamida yaratishga harakat qilib ko'ramiz. Biz oddiy maketlash platasida sxema yaratgan edik, lekin *Stripboard* maketlash platasida oladigan natijamiz butunlay boshqacha bo'ladi.

Kerakli komponentlar:

- 1 ta qizil yorug'lik diodi;
- 390 Om qiymatli 1 ta qarshilik;
- kuchlanishi 9 V qiymatli batarey;
- 1 ta Stripboard maketlash platasi;
- ulanishlar uchun elektr o'tkazgich;
- 25 Vt li payvandlash asbobi, qalay, nam shimgich,

payvandlash uchun kerakli anjomlar.

Hatto sxema juda oddiy bo'lsa ham, komponentlarni plata yuzasida ihcham joylashtirishga harakat qilib ko'ramiz. Elementlarni eng yaxshi holatda joylashtirishga harakat qilib, teshiklarga ularni oyoqchalarini tiqib o'rnatamiz. Ishga kirishamiz.

1. Payvandlash asbobini ishlash uchun tayyorlaymiz va qizitamiz.

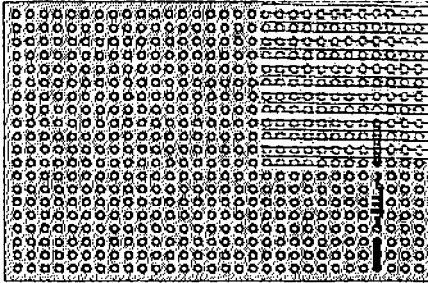
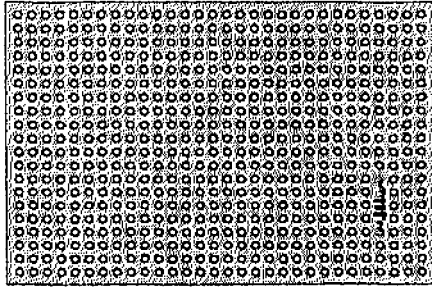
2. Maketlash platasining pastki qismidan ikki yoki uchta teshik qoldirib qarshilikni joylashtiramiz.

3. Qarshilikni panjamiz bilan ushlab turib, platani orqasini o'giramiz va qarshilik oyoqchalarini tashqi tomonga toki maketlash platasiga tegguncha egamiz.

4. Qarshilikni payvandlaymiz.

5. Plata orqasida joylashgan qarshilikni oyoqchalarning plata chetiga yaqin joylashganini qirqmasdan qoldiriladi, bu oyoqchani batareyni musbat kutibiga ulash uchun ishlatiladi. Qarshilikning ikkinchi oyoqchasini qirqiladi.

6. Yorug'lik diodini o'rnatishda quyidagiga etibor berish kerak, yorug'lik diodining musbat oyoqchasi qarshilikning oyoqchasi joylashgan chiziqda yotishi kerak.



3.30-rasm. Maketlash platasiga qarshilikni o'ratish (platanin oldi tomoni va orqa tomonidan ko'rinishi)

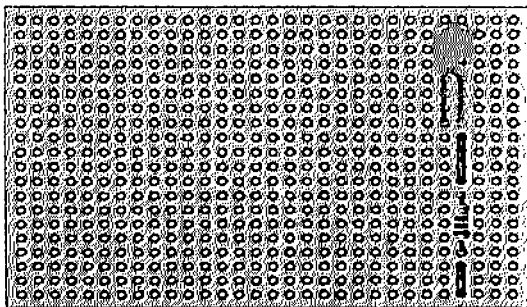
7. Yorug'lik diodining oyoqchasini shundek egishimiz kerakki u qarshilikning oyoqchasiga yetsin (musbat oyoqcha).

8. Yorug'lik diodining oyoqchasini payvandlaymiz va oyoqchasini ortiqcha qismini kesib tashlanadi 3.31-rasmda ko'rsatilganidek.

9. Payvandlash asbobi yordamida yorug'lik diodini oyoqchasini qarshilikning oyoqchasi bilan ulash uchun "ko'prik" yasashimiz kerak. Buning uchun payvandlash asbobining uchiga qalayni olib sekin asta yorug'lik diodini oyoqchasini uchini qarshilikning oyoqchasi bilan payvandlaymiz.

10. Endi uchlari tozalangan 15-20 sm uzunlikdagi simni bir uchini yorug'lik diodining manfiy oyoqchasiga va simning ikkinchi uchini montaj platasini bir chetiga payvandlaymiz.

11. Batarey simining uchlari qalay bilan ishlov berilganligini tekshirib ko'ramiz, agarda ishlov berilmagan bo'lsa, ishlov beramiz.



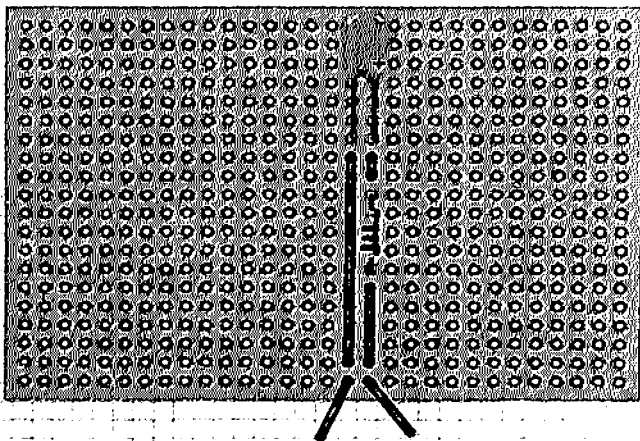
3.31-rasm. Yorug'lik diodini maketlash platasiga payvandlash

12. Batareykaning qizil simini plataning eng pasida joylashgan teshikka tiqamiz va uni shundek payvandlaymizki qizil simning uchi qarshilikning uchi bilan ulansin.

13. Batareykaning qora simini plataning eng pasida joylashgan teshikka tiqamiz va uni shundek payvandlaymizki qora simning uchi yorug'lik diodining manfiy qutibiga olib boruvchi sim uchiga payvandlanadi, 3.32-rasmda ko'rsatilganidek.

14. Batareyni ulaymiz.

15. Balli!



3.32-rasm. Stripboard maketlash platasida hosil qilingan natija

### 3. Nazorat uchun savollar

1. Elektronika bilan shug'ullanuvchining ish joyi qanday bo'lishi kerak va qanday asbob-uskunalar ishlatadi?
2. Qanday maketlash platalari mavjud va uning ishchi holati?
3. Oddiy sxemani maketlash platasida yeg'ish tartibi qanday?
4. Ulanishlarni qanday tekshiriladi?

5. Maket platasi uchun ulash moslamasi qanday tayyorlanadi?
6. Komponentlarni payvandlash tartibini bayon qiling.
7. Manba yo‘llaridagi halalni qanday so‘ndiriladi?
8. Stripboard maketlash platasining vazifasi va tuzilishi xaqida ma’lumot bering.
9. Bosma plataga komponentlarni qanday o‘rnatiladi va payvandlanadi?
10. Simlarni kesishishini qanday oldini olinadi?

## IV bob. YARIM O‘TKAZGICHLAR

Bu bobda biz aktiv komponentlarning asosiy turlarini batafsil ko‘rib chiqamiz, ya‘ni yarim o‘tkazgichlar ishlatiladigan turlarini. Diodlardan boshlab to yuzlab yoki minglab juda kichik tranzistorlar joylashgan integral sxemalargachan.

**Yarim o‘tkazgichlar** – bu alohida xususiyatli material bo‘lib, u tok oqimini o‘zgartira olish xususiyatiga ega. Ular quyidagi materiallardir: kremniy, germaniy, mishyak, galliy yoki shu materiallarning aralashmalari. Yarim o‘tkazgichlarga alohida qo‘shimchalar qo‘shish orqali biz ularni ozgina musbat yoki manfiy zaryadlar bilan zaryadlaymiz va shundan so‘ng ularning xususiyatlari hamda o‘zini tutishi o‘zgaradi. Bu jaroyonni ligirlash deb ataladi va uning maqsadi yarim o‘tkazgichni nafaqat qarshilik sifatida ishlatish emas, elektronlar bilan ta‘minlash yoki ularni yutish sifatida ham shilatishtir. Avval yarim o‘tkazgichlarni n- turi haqida, so‘ng p - turi haqida fikr yuritamiz. Turli turdagi yarim o‘tkazgichlarning qatlamlarini va qalinligini birlashtirib qator xususiyatlarni aniqlandi, bu xususiyatlar yordamida quyidagi yangi elektron asboblar qurishga erishildi: diod, tranzistor va integral sxemalar.

### 4.1.Diodlar

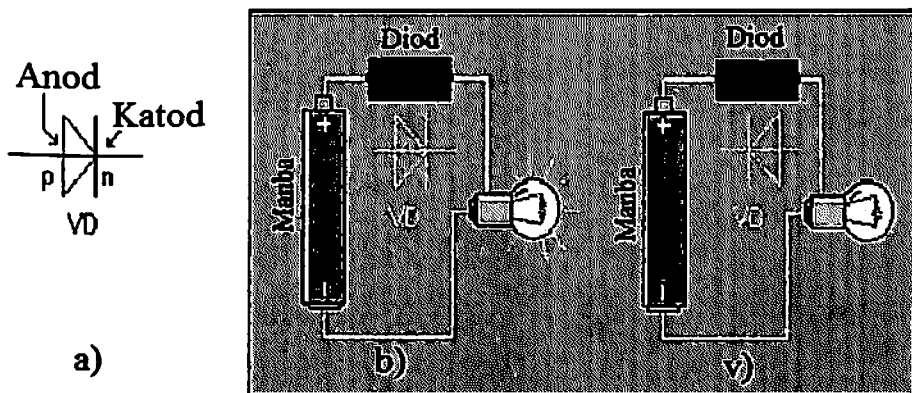
**Diod** – bu elektr tokining bir taraftga o‘tkazuvchi va teskari taraftga o‘tkazmaydigan element bo‘lib, p - n turidagi yarim o‘tkazgichning xususiyatidir. Bu avfzallik juda oddiy, lekin juda muhim, bu xususiyat tranzistorlarni va integral sxemalarni yaratish uchun asos bo‘lib hizmat qildi.

Taxminan 1874 yili Karl Ferdinand Braun ba‘zi metall qotishmalar elektr tokini faqat bir taraftga o‘tkazish xususiyati mavjudligini qayd qildi. Diodni mahsus klapaniga o‘xshatish mumkun, suv undan faqat bir taraftga oqib o‘tadi (teskari klapan).

Bu element qanday maqsadlarda ishlatiladi? Diodni qisqa to‘qnashuvlarni oldini olishda va boshqa qurilmalar orqali teskari yo‘nalishli kuchli toklarni o‘tishiga hamda shikastlanishiga to‘sqinlik qilishda ishlatiladi. Ular shuningdek manba bloklarida, elektr tarmoq kuchlanishi 220 V ni yig‘ib va uni o‘zgarmas tok kuchlanishiga o‘zgartirishda ishlatiladi. O‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka o‘zgartirishni diodlar yordamida amalga oshiriladi.

Diodlar yarim o'tkazgichlarni ikki qatlamini ulash orqali tayyorlanadi, birinchisi p – turi ("positive" so'zidan olingan, u asosiy yetkazuvchini musbat zaryadini bildiradi, ikkinchisi n- turi ("negative" so'zidan olingan, u asosiy yetkazuvchini manfiy zaryadini bildiradi). Ikkisi birgalikda p – n o'tishni hosil qiladilar. Birinchi diodlarda yarim o'tkazgich sifatida germaniydan foydalanib ishlab chiqarilgan. Teskari qutbli xudud uchun elektr to'siq yaratiladi, u ikki yo'nalishdan biriga elektr tokini o'tishiga to'siq bo'lishi mumkin. Diodni bildiruvchi belgi strelkani eslatadi, u tok o'tish yo'nalishi haqida axborot beradi.

Diod qutblarga ega: uning chiqishlarini oson farqlab olish mumkin va ular *anod* hamda *katod* nomlari bilan ataladi. Katod manfiy qutibga mos keladi, anod esa musbat qutibga mos keladi. Anodni generatorning musbat qutibiga ulansa, katodni esa manfiy qutibiga ulansa, diod to'g'ri surilishga ega bo'ladi va u orqali tok oqib o'tadi. Qisqa to'qnashuv sodir bo'lmasligi uchun, biz qarshilikni diod bilan ketma-ket ulashimiz kerak! Agarda ulanish yo'nalishini o'zgartirsak, diod teskari surilishga ega bo'ladi, tok oqib o'tmaydi.



4.1-rasm. a) diodni shartli grafik belgilanishi, b) diodni to'g'ri ulanishi va v) diodni teskari ulanishi

Elementning anod va katodini oson ajratish mumkin, chunki katod har doim chiziq bilan yoki ranli chiziq (oq yoki qora) bilan belgilanadi. Turli sohalarida turli diodlardan foydalaniladi:

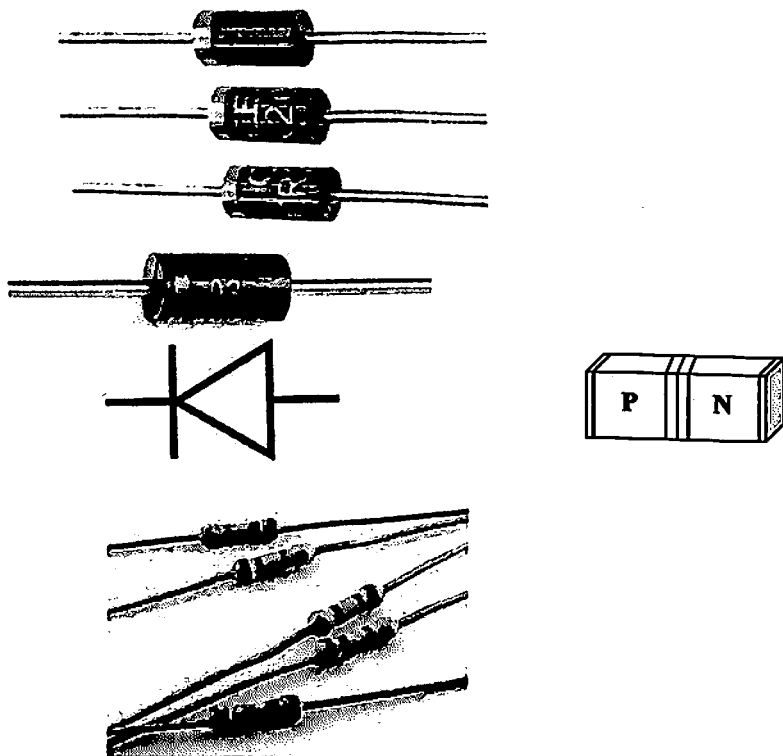
- Signallar uchun diodlar - kam toklar bilan hosil qilinadigan elektr signallarni o'zgartirish uchun ishlatiladi, masalan ingichka shisha qobiqli 1N4148.
- Germanili diodlar – dedektorlar radioda qo'llaniladi.



➤ To'g'rilovchi diodlar – tokni o'zgartirish uchun yoki qisqa to'qnashuvni bartaraf etish uchun ishlatiladi, masalan, qora plastmassali g'ilofda va katodi oq chiziq bilan belgilangan, 1N4005.

➤ Kuchli toklar uchun diodlar – g'ilofi katta o'lchamli plastik yoki keramikadan yasalgan, yuqori haroratga bardoshli va issiqlikni ancha samarali tarqata oluvchi.

➤ Mahsus diodlar – Zener diodi, Shottki diodi va varikaplar.



4.2-rasm. Diodning p – n o'tishi, diodning shartli grafik belgilanishi va sanoatda ishlab chiqariladigan diodlarning turi hamda ko'rinishi

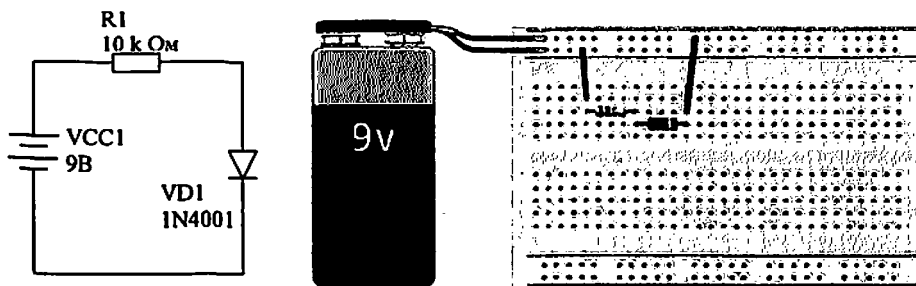
Keling oddiy dioddan sodda sxema yaratib va u o'zini qanday tutishini ko'raylik. Kerakli ashyolarning ro'yxati:

- oddiy diod, masalan 1N4005 yoki 1N4007;
- 10 kOm qiymatli qarshilik;
- maketlash platasi;

- ulanishlar uchun moslamalar;
- 9 V qiymatli batarey ulanish qisqichi bilan;
- tester.

Biz yuqorida aytganimizdek, agar diodni to‘g‘ri surilishda ulasak, u holda diodning anodi batareyning musbat qutibiga ulansa, komponent tokni o‘chirib yoquvchi sifatida o‘tkazishi kerak va uning chiqishlarida kuchlanishning tushishi 0 voltga teng bo‘lishi kerak. Om qonunini qo‘llab o‘lchanadigan tok quyidagi qiymatga teng bo‘lishini faraz qilish mumkun:

$$I = \frac{9 (B)}{10 (kOm)} = 9 (mA)$$

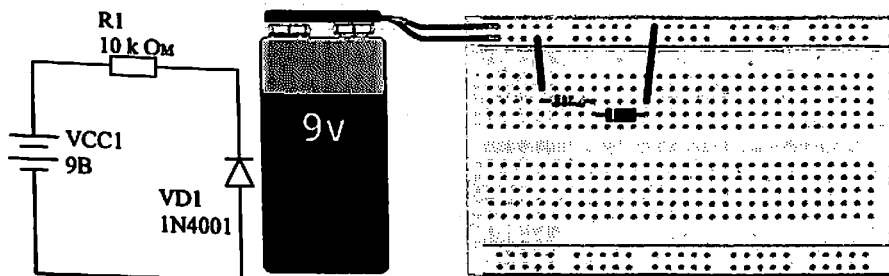


4.3-rasm. Elektr sxema va uning maketlash platada amalga oshirilishi

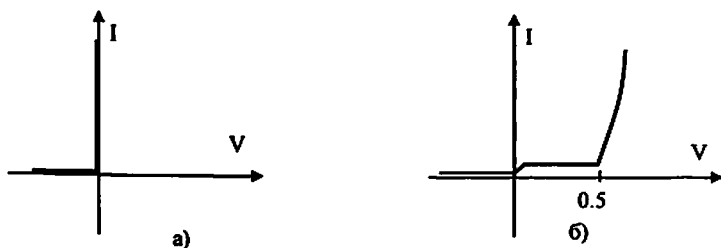
Testr yordamida tokni o‘lchanganda, biz 8 mA atrofidagi qiymatni ko‘ramiz. Agarda diodning chiqishidagi kuchlanishni o‘lchasak, kuchlanish 0,6 V qiymatga teng bo‘ladi. Bu holat diod o‘zini o‘chirib yoquvchi sifatida tutmayotganligini bildiradi. Diodni “yoqish” uchun uning oyoqchalarida 0,5 V dan 0,7 V gachan atrofida kuchlanish bo‘lishi kerak. Qiymati diodning modeliga va tuzilishiga bog‘liq, ba’zi mahsus diodlarga faqat 0,1 V ta’lab qilinadi! Tokni to‘g‘ri hisoblash uchun, biz diodning “yoqilish kuchlanishini” hisobga olishimiz kerak. To‘g‘ri hisob quyidagicha bo‘ladi:

$$I = \frac{(9 (V) - 0,6 (V))}{10 (kOm)} = 8,4 (mA)$$

Diodni qarama-qarshi yo‘nalishda joylashtirishda, ya‘ni teskari surilish, tok oqib o‘tmaydi va uning oyoqchalarida aniq kuchlanish 9 V o‘lchanadi, chunki bu holda u o‘zini tok oqib o‘tmaydigan uzilgan zanjirdek tutadi.



4.4-rasm. Teskari surilishli diodli elektr sxema va uni maketlash platasida joylashishi

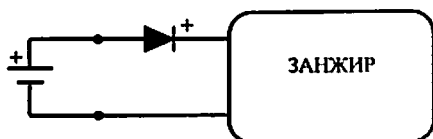


4.5-rasm. Diod ishlashini grafik ko‘rinishi: nazariy (a) va amaliy (b)

Diodlarni texnik ko‘rsatgichlari berilgan texnik bayonlarda bir necha grafiklarni uchratish mumkun, grafiklar yordamida diodlarni o‘zini tutishi tushuntirilgan. Ideal diod 4.5a-rasmda ko‘rsatilgan grafikka ega bo‘ladi, gorizontal o‘q ( $x$ ) bo‘ylab kuchlanish o‘tadi va tok esa vertikal o‘q ( $y$ ) bo‘ylab yotadi. Diod teskari surilishda bo‘lsa, u holda kuchlanish manfiy qiymatga ega bo‘ladi, tok esa nolga teng bo‘ladi; diod to‘g‘ri surilishda bo‘lsa, kuchlanish musbat qiymatga ega bo‘ladi, tok esa hoxishiy qiymatga ega bo‘ladi. Real diod butunlay boshqacha grafikka ega bo‘ladi. Manfiy kuchlanishlar uchun tok har doim nolga teng, lekin kuchlanish musbat qiymatga ega bo‘ladi, biz ko‘rayapmizki, taxminan 0,6 V qiymatgachan tok o‘tmaydi (u nolga

teng). Kuchlanish qiymati 0,6 V bo'lganda diod tok o'tkazishni boshlaydi va grafik ma'lum qiyalikda ko'tariladi (4.5b-rasm), bu bildiradiki, komponentdan oqib o'tayotgan tok oshishi bilan diodning kuchlanishi aniq 0,6 V ga teng bo'lmaydi, ammo u o'zgaradi (juda kam).

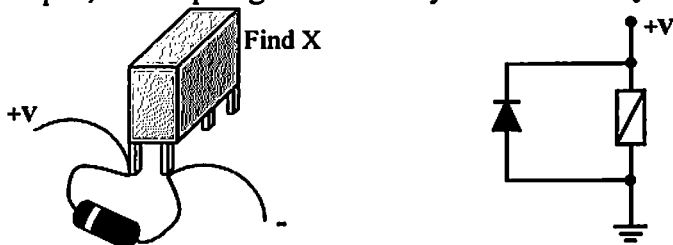
Diodni ananaviy tatbiqi, bu uni qutiblarni o'zgarishidan himoyalovchi sifatida ishlatilishidir (ya'ni manbani qutiblarini chalkashtirishdan). Diod zanjirning manbaini musbat chiqishidan keyin ham o'rnatilishi mumkin, katodini ichkariga qaratib: buning natijasida tok faqat to'g'ri yo'nalish bo'yicha oqa oladi.



4.6-rasm. Qutiblarning o'zgarishidan himoyalashga hizmat qiluvchi sxemaning ulanishi

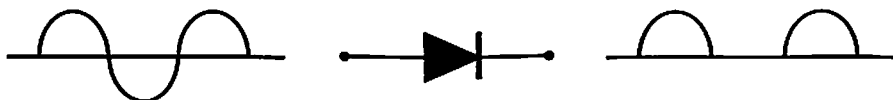
Rele yoki dvigatel bor sxemalarda kerak bo'lmagan noxush toklar paydo bo'ladi, ular boshqa komponentlarni ishdan chiqarishi mumkin. Elektromagnitdan o'tayotgan elektr toki uziladi, elektromagnit tok hosil qilib yeg'ilgan energiyani bo'shatadi, u manba kuchlanishiga teskari yo'nalishda aylanadi. Shu sababli relening kontaktlariga parallel ravishda diod ulanadi, u normal sharoitda o'zini uzilgan zanjir kabi tutadi (teskari surilishli), lekin rele tomonidan hosil qilinadigan qoldiq yoki yolg'ondakam toklar uchun u o'zini kerak bo'lmagan toklarni olib tashlab qisqa to'qnashuv kabi tutadi.

Diodlar shuningdek toklarni to'g'rilash uchun ham ishlatiladi. O'zgaruvchan tok shundekki, u avval bir taraftga oqadi va so'ng teskari taraftga oqadi. Diod orqali o'zgaruvchan tok oqib o'tganda, undan faqat musbat tok chiqadi, shu vaqtning o'zida manfiy tok o'tkazilmaydi.



4.7-rasm. Relelda hosil bo'ladigan soxta toklarni yo'q qilish uchun diodni ulanishi

“Ko‘prik” shaklida ulangan to‘rtta dioddan foydalanib o‘zgaruvchan tokning ikkita yarim to‘lqinini o‘zgartirish mumkin va ularni shundek birlashtirib ularning hammasi bir taraftga musbat taraftga oqadigan qiladi. Bu jarayonni amalga oshiruvchi sxemani manbalar ko‘riladigan bobda ko‘rib chiqiladi.



4.8-rasm. Diodga sinusoidal to‘lqinli tok keladi va undan faqat musbat yarim to‘lqinlarni o‘tkazadi

Diodlarni yana shuningdek yetarli darajada turg‘un tayanch kuchlanishlarni yaratish uchun ham ishlatiladi. Diodning oyoqchalarida kuchlanish 0,7 V atrofidagi qiymatni tashkil qiladi, shuning uchun bir necha diodlarni ketma-ket ulaymiz va biz quyidagi qiymatli kuchlanishlarni olamiz: 1,4 V; 2,1 V; 2,8 V va hokazo.

Ba‘zi mahsus xususiyatli diodlar ham mavjud. Zener diodlari yoki stabiltronlar, agarda teskari surilishda bo‘lsalar o‘zlarini oddiy diod kabi tutadilar, kuchlanishning ma‘lum qiymatigachan uzilgan zanjirdek tutadilar va bu chegaradan tashqarida kuchlanishni aniq bir qayd qilingan qiymatigachan “to‘sadilar” va kuchlanishni oddiy stabilashtiruvchi ko‘rinishida ham ishlatish mumkin.

Shottki diodlari yarim o‘tkazgich va metallni birlashtirish orqali hosil qilingan. Ular juda kam surilish kuchlanishiga ega (0,1/0,15 V) va katta tezlikda ishlaydilar. Varikaplar o‘zgaruvchan sig‘imli elektr boshqarishli tamoilga asosan ishlaydilar.

#### 4.2. Bipolyar tranzistorlar

Tranzistorni elektronikada revolyusiya qilgan komponent deb hisoblash mumkin. Birinchi tranzistorlarni 1948 yili yaratilgan va qisqa vaqt ichida katta va nozik elektron lampalarni o‘rnini egalladi, bu esa asboblarni o‘lchamini kichlashtirdi va integral sxemalarni hamda kompyuterlarni yaratishga poydevor hosil qildi. Birinchi tranzistorlar Uilyam Shokli, Djon Bardin va Uolter Brattheynlar tomonidan yaratilgan. Bipolyar tranzistor uch oyoqchali komponent bo‘lib, uch qatlamli yarim o‘tkazgichdan tashkil topgan. Uning ishlash tamoilini ba‘zi matematik formulalarni, grafiklarni hamda jadvallarni ishlatib elektron va teshiklar yordamida tushuntirish mumkin.

**Tranzistor** – bu uncha katta bo‘lmagan nazoratchi tok yordamida asosiy tok oqimini boshqarish xususiyatli komponent.

Tranzistorni ishlash tamoilini tushunish uchun etiborga olinishi zarur bo'lgan ikkita asosiy holat mavjud:

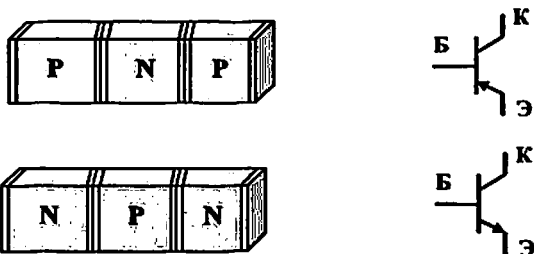
➤ ishlash tamoili bo'yicha bipolyar tranzistor kranga o'xshaydi;

➤ bu komponent tok bo'lsagina ishlaydi.

Tranzistorning uchta oyoqchalari quyidagicha nomlanadi: baza, emmitter va kollektor. Baza deb ataluvchi oyoqcha suv kranining "buragichi" kabi ishlaydi. Suv oqimi bilan o'xshatilsa, tranzistorni kran bilan o'xshatish mumkin, uni bizning qo'limiz yordamida boshqarmay asosiy klapani nazorat qiluvchi suv oqimi bilan boshqariladi. Real tranzistorda kichik tok kollektor va emmitter o'rtasida oqib o'tuvchi katta tokni nazorat qilishi mumkin, shunday qilib katta tokni ta'lab qiluvchi qurilmani boshqarish imkoniyatiga ega bo'lganidek (rele da qilinadigandek) yoki kuchsiz signallarni kuchaytirish uchun.

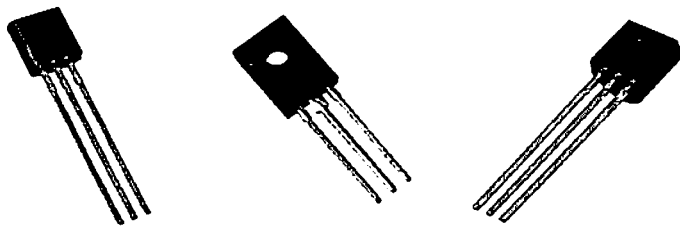
Agarda bazaga tok kelmasa, bu holda kran huddi yopiqdek va demak kollektor hamda emmitter o'rtasida tok oqib o'tmaydi. Bazaga katta bo'lmagan tok (mikroamper atrofida) kelishi bilanoq, kranning asosiy o'tish joyi ochilishni boshlaydi. Emmitter va kollektor o'rtasidan oqib o'tadigan tok bir necha mikroamper qiymatga ega. Bipolyar tranzistorda bazaga yetib boruvchi tok asosiy oqimga qo'shilib ketadi.

Tranzistor uch qavat galma-gal taxlangan yarim o'tkazgichli qatlamlardan tayyorlangan bo'lib, unda n- turdagi yarim o'tkazgich p - turdagi yarim o'tkazgichlar orasiga joylashgan yoki teskarisi bo'ladi. Tranzistorlarning ikkita bo'lishi mumkin bo'lgan varianti mavjud, p- n- p va n - p - n deb nomlanuvchi. Tranzistorlarning bu ikki p- n- p va n- p - n turlarining shartli grafik belgilanishi turlicha. p- n- p tranzistorini shartli grafik belgilanishida strelka ichki tomonga qaragan, n- p - n turlarida esa strelka tashqi tomonga qaratilgan.



4.9-rasm. p- n- p va n- p - n tranzistorlarining tarkibi va shartli grafik belgilanishi

Yarim o'tkazgichli qatlamlar plastikli yoki metall g'ioflarga joylashtirilgan: g'ioflarning turli hillari mavjud, ular standartlashtirilgan. Metall g'iofli tranzistorlar bor, ular 4.10-rasmda ko'rsatilgan shakllarga ega, boshqalari esa qora plastmassali g'iofda ishlab chiqariladi va yana boshqalari esa sovutish qovurg'ali g'ioflarda (TO220 formatda) ishlab chiqarilgan. Shuningde, kichik o'lchamli tranzistorlar ham mavjud.



4.10-rasm. Sanoatda ishlab chiqariladigan tranzistorlarning namunasi

Tranzistor g'ioflari standartlashtirilgan bo'lsa ham, uning oyoqchalarining joylashish tartibi har bir yangi ishlab chiqarilayotgan modelda o'zgarishi mumkin. Tranzistor oyoqchalarining joylashish tartibini bilishning yagona yo'li uning texnik pasportiga murojat etishdir. Har bir tranzistorning hususiyati va vazifalarini bildiruvchi kodlashtirilgan tizim mavjud. Kodlarni belgilash uchun standart mavjud, masalan, Yaponiya standartida barcha modellar 2N yozuvi bilan boshlanadi va so'ng raqamlar keladi yoki Yevropa standarti, unda ikkita harif (BC, BD, AF) yozilib, so'ng sonlar yoziladi. Hariflar va sonlar turli manoga ega, masalan, Yevropa standartidagi birinchi harif tranzistor turini bildiradi, germaniy (A) yoki kremniy (K), ikkinchi harif ishlatilish turini bildiradi: S- umumiy, F – radiochastotalar uchun vahokazo.

Tranzistor uch turdagi ish tartibida ishlashi mumkin:

➤ To'yinish ish tartibi – qachonki bazadagi tok katta qiymatga yetganda, tranzistor o'zini yopiq o'chirib -yoquvchi kabi tutadi.

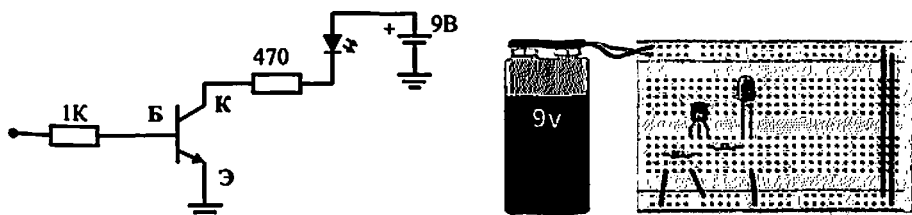
➤ Teskari (inversiya) ish tartibi - qachonki bazadagi tok nol qiymatga teng bo'lsa, tranzistor o'zini ochiq o'chirib -yoquvchi kabi tutadi.

➤ Faol ish tartibi – emitter va kollektor o'rtasida oqib o'tayotgan tok bazaga berilgan tokka proporsional bo'lganda sodir bo'ladi.

**Tranzistorning to‘yinish ish tartibi.** Tranzistorlardan foydalanishning eng oddiy usuli - bu ularni tok bilan boshqariluvchi o‘chirib-yoquvchi sifatida ishlatishdir, demak, to‘yinish ish tartibida yoki teskari ish tartibida. Balkim siz uni “Arduino” da releni boshqarish uchun ishlatilganda ko‘rgan bo‘lishingiz mumkin, tranzistor bazasi 1 kOm qiymatli qarshilik orqali mikrokontroller oyoqchasiga ulangan. NPN- turidagi 2N2222 model tranzistori ishlatilgan. Bu holda tranzistor zarur, chunki “Arduino” chiqish kontaktini maksimum bir necha o‘n milliamper tok bilan ta‘minlay oladi, bu tok releni boshqarish uchun kamlik qiladi va mikrokontrollerni kuydirish xavfini yaratadi.

Keling yorug‘lik diodini boshqarish sxemasini yig‘ib qurilma sxemasini yig‘ishni takrorlaylik. Bizga quyidagilar kerak:

- maketlash platasi;
- 2N2222 modeli NPN-tranzistori;
- yorug‘lik diodi;
- 470 Om qiymatli qarshilik;
- 1 kOm qiymatli qarshilik;
- ulanishlar uchun simlar;
- 9 V qiymatli batarey qisqichi bilan.



4.11-rasm. Yorug‘lik diodini yoqishni elektr sxemasi va maketlash platasida yig‘ilgan zanjiri

Sxemani yig‘ishni boshlaymiz.

1.Tranzistorni olib, uning oyoqchalarini aniqlang. Chapdan o‘nga sanab, biz emmiter, baza va kollektorni aniqlab olamiz.

2.Emitterni maketlash platasining Ye7 teshigiga o‘rnatamiz, bazani esa Ye8 va kollektorni Ye9 teshiklarga joylaymiz.

3.Emmitterni maketlash platasidagi manba uchun mo‘ljallangan ko‘k chiziqdagi manbaning manfiy qutibiga ulangan A7 dan chiqqan simning uchiga ulanadi.



4. 1 kOm qiymatli qarshilikni tranzistorning bazasi bilan manbaning musbat qutibining orasiga ulanadi (bitta oyoqcha to'rtinchi ustunda, boshqasi sakkizinchi ustunda).

5. Uncha katta bo'lmagan sim bilan to'rtinchi ustunni manbaning manfiy qutubiga ulanadi.

6. 470 kOm qiymatli qarshilikni bir oyoqchasini 9 ustunga (tranzistorning kollektori bilan birgalikda), boshqasini esa 13 ustunga joylashtiramiz.

7. Yorug'lik diodining anodini (+) 14 ustunga va katodini (-) 13 ustunga ulanadi.

8. 14 ustunni uncha uzun bo'lmagan sim bilan manbaning musbat qutibi ulangan chiziq bilan ulanadi.

9. Batareykaning simlarini maketlash platasidagi belgilangan qutiblari bilan ulanadi.

9 V qiymatli batareyni ulaganimizda yorug'lik diodi yonadi, chunki biz tranzistorning bazasiga tok beramiz, u tok "kranni ochadi". Bazaga kelgan tokni Om qonuniga asosan hisoblash mumkun:

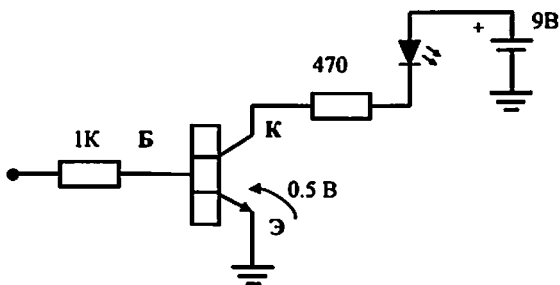
$$I_B = \frac{U_{chiq}}{R} = \frac{9(V)}{1(kOm)} = 9(mA)$$

Tokning bu qiymati uncha katta emasday ko'rinishi mumkun, lekin u "kranni ochishga" yetarlidir, ya'ni tranzistorni to'yinish ish tartibida ishlashiga majburlashga yetarli. Tok qiymatini ancha aniq hisoblaydigan formulani yozish kerak:

$$I_B = \frac{(9 - 0,5)(B)}{1(kOm)} = 8,5(mA)$$

Biz 0,5 V ni ayirib tashlashimiz kerak, chunki tranzistor o'zgaruvchan turdagi yarim o'tkazgichdan tashkil topgan va baza hamda emitter o'rtasida biz diodga o'xshash narsaga egamiz. Qachonki bu diod to'g'ri surilish holatida bo'lsa (tok strelka bo'ylab oqadi), uning chiqishida 0,5 V kuchlanish mavjud, qarshilikda to'g'ri kuchlanish olish uchun uni biz ayirib tashlashimiz kerak (4.13-rasm).

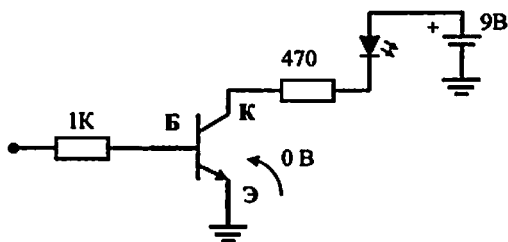
Tranzistor to'yinish ish tartibida bo'lgan holda, tok kollektor bilan emitter o'rtasida oqadi va faqat emitter yoki kollektorga ketma-ket ulangan komponentlar bilan chegaralanadi, eng yaxshisi qisqa to'qnashuv yoki tranzistorni kuyishini oldini olish uchun har doim qarshilik ulanishi kerak (4.12-rasm).



4.12-rasm. Baza va emitter o'rtasida PN-o'tish mavjud

**Tranzistorning teskari (inversiya) ish tartibi.** Kranni qandek yopish kerak? Agarda bazani yerga ulansa, u holda tok aylanmaydi, tranzistor esa ulanmagan o'chirib yoquvchi kabi ishlaydi. Diod (yoki p-n o'tish) baza va emitter o'rtasida boshqa to'g'ri surilish holda emas, chunki bazada ham va emitterda ham kuchlanish 0 V tashkil etadi, shuning uchun tranzistor o'chiq holda bo'ladi. Tranzistorni yoqish uchun esa baza va emitter o'rtasidagi kuchlanish 0,5 V dan kam bo'lmasligi kerak.

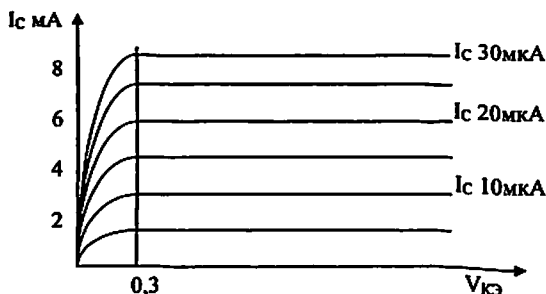
Oldin sinov uchun yig'gan zanjirga o'zgartirish kiritib ko'raylik, 1 kOm qiymatli qarshilikni tranzistor bilan manbaning manfiy qutibi orasiga ulab ko'raylik (4.13-rasm). Kutilganidek yorug'lik diodi o'chadi.



4.13-rasm. Tranzistor bazasi yerga ulangan, baza emitter nolli kuchlanishga ega: tranzistor inverslamaydigan ish tartibida

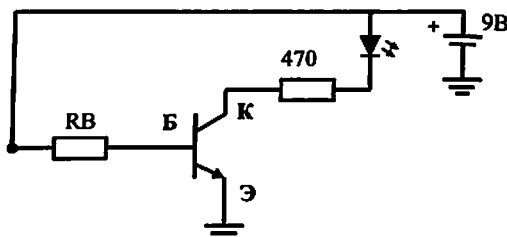
**Tranzistorning faol ish tartibi.** Endi tranzistorni oraliq ish tartibida ishlashga majbur etamiz, u holda zanjir to'liq ochiq holatda ham emas va to'liq yopiq holatda ham emas. Bu holda tranzistor faol ish tartibida deb hisoblash qabul qilingan va biz bu holatni signallarni

kuchaytirish uchun ishlatishimiz mumkin. Bazadagi tok bir necha mikroamperga teng, emitter va kollektor o'rtasidagi tok esa bazadagi tokka ( $I_B$ ) proporsional ravishda o'zgaradi. 2N2222 model tranzistorining texnik bayonnomasida grafik ko'rsatilgan (4.13-rasm), unda kollektor tokini o'zgarishi va kollektor bilan emittor o'rtasidagi kuchlanishning o'zgarishini aks ettiruvchi grafik keltirilgan. Huddi shu rasmda bir-birining ustiga chizilgan bir necha grafiklar ko'rsatilgan. Rasmdagi har bir grafik baza tokining turli qiymatlariga mos keladi. Agarda biz baza tokining 0,5 V qiymati bilan ishlashga qaror qilgan bo'lsak, u holda rasmdagi ko'p grafiklar ichidan faqat bitta baza toki 0,5 V ga mos keluvchi grafik kerak bo'ladi.



4.14-rasm. Tranzistorni ish grafigi

Biz maketlash platasiga avval yig'gan 4.11-rasmdagi sxemani ishlatamiz. Lekin bu safar bazaga ulangan qarshilik qiymatini o'zgartiramiz va uni R deb belgilaymiz, bazaning toki 0,5 V ga teng bo'ladi.



4.15-rasm. Baza bilan manba o'rtasiga ulangan qarshilik yordamida tranzistorning baza toki o'rnatiladi

Zanjir 9 V qiymatli batareydan tok oladi, shuning uchun qarshilik chiqishida kuchlanishning tushishi 8,5 V ga teng bo'ladi, ya'ni baza bilan emitter o'rtasidagi ulanish uchun 9 V batareydan biz 0,5 V ni ayirib tashlaymiz.

$$R_B = \frac{(9 - 0,5)(V)}{0,5 (mA)} = 9000 (Om) \cong 10 (kOm)$$

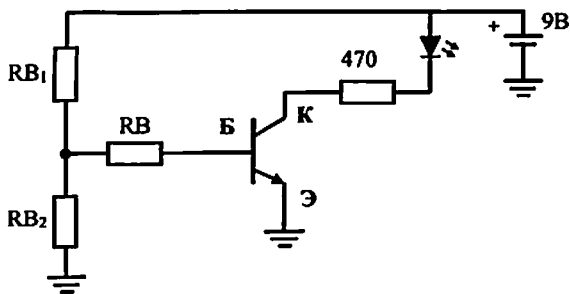
R qarshilik qiymatini 18 kOm gachan yaxlitlanadi.

Endi kollektordan oqib o'tayotgan tokni ( $I_K$ ) qanday hisoblashni ko'raylik. Bipolyar tranzistorlarda  $I_K$  va  $I_B$  o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjud, kollektor toki baza tokiga teng, ma'lum songa ko'paytirilgan (kuchaytirish koeffitsienti). Texnik bayonlarda uni "beta" deb ataydilar (yoki grekcha  $\beta$  harif bilan belgilanadi), bu o'zgaruvchan koeffitsient, uning qiymati hatto bir turdagi tranzistorlar orasida ham o'zgarishi mumkun, shuning uchun uning qiymati ma'lum oraliqda yoziladi. Qoidani quyidagicha yozish mumkun:

$$I_K = \beta \cdot I_B$$

Beta – bu sonni tranzistorning texnik bayonidan yoki ma'lumotnomalardan topish mumkun. 2N2222 model tranzistori uchun betaning qiymati 100 dan 300 oralig'ida yotadi. Betaning qiymati taxminiy ko'rsatiladi, chunki u o'zgaruvchan sonidir. Shu sababli yuqorida ko'rilgan kuchaytirgichning sxemasi oddiy, lekin aniqligi kam, sababi tok betaning ko'rsatgichiga juda ham bog'liq va shuningdek atrof muhit haroratiga bog'liq, u esa bazaga keluvchi tokning o'zgarishiga jiddiy ta'sir etadi. Amaliyotda ko'p ishlatiladigan yaxshi sxemalarda tok qiymatini qayd qilish uchun kirishida kuchlanish bo'luvchisi joylashgan bo'ladi.

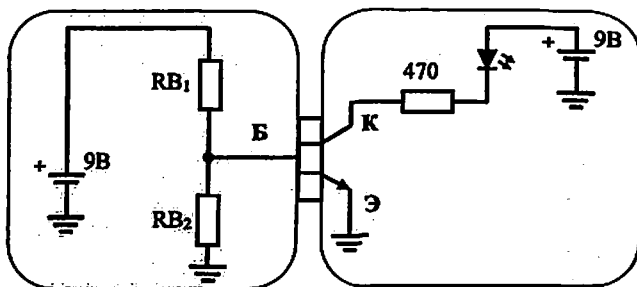
4.16-rasmda ko'rsatilgan sxema uchun baza toki qanday? Biz  $RB_1$  va  $RB_2$  qarshiliklar o'rtasidan oqib o'tayotgan tokka egamiz va bu tokning bir qismi bo'luvchidan chiqib bipolyar tranzistor bazasiga kiradi. Tranzistorli kuchaytirgich uchun qarshilik tanlashning empirik usuli bu maketlash platasi bilan qarshilik o'rniga trimmer (sozlovchi qarshilik) ishlatishdir, qarshilik qiymatini o'zgartirib kirishga signal beriladi va chiqishdagi signalni ossilograf yordamida kuzatishimiz mumkun. Sinash va hato qilish usulini qo'llab, sozlovchi qarshilikning qiymatini tokni chiqish signali bizga ma'qul bo'lmaguncha o'zgartiramiz.



4.16-rasm. Baza tokini qayd qilish uchun qarshilik bo‘luvchisini ishlatilishi mumkun

Kuchlanishni bo‘luvchisidan chiquvchi baza tokining qiymatini aniqlash uchun biz “Tevenin ekvivalent sxemasi” usulini qo‘llaymiz, unda ikki qarshilikni kuchlanish manbasi bilan almashtiriladi.

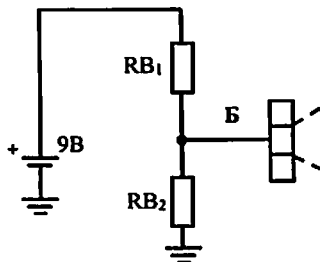
Birinchi navbatda biz tranzistorning o‘ng tarafida joylashgan barcha elementlarni chap tarafidagi elementlardan ajratib sxemani o‘zgartirishimiz kerak. Zanjir bitta batareydan foydalanadi, lekin biz ikki qismga ajratganimiz uchun ikki tarafta bir hil kuchlanishli ikkita batareyni ishlatishimiz kerak bo‘ladi. Oydinki, barcha elementlar bir joyda bo‘ladi. O‘zgarish faqat hisoblashlarni soddalashtirishga xizmat qiladi. Real zanjir, kirishida bo‘luvchisi bo‘lgan sxemaning o‘zi.



4.17-rasm. Teverin ekvivalentini hisoblash uchun hisoblashlarni soddalashtirishga sxemani o‘zgartirishimiz kerak va biz ikki turli zanjirga ega bo‘lamiz

Teverin nazariyasiga asosan barcha generatorlarni qisqa to‘qnashuv bilan o‘zgartirish kerak. Shundek qilib, ikki qarshilik  $RB_1$  va  $RB_2$  parallel ulanadi. Ekvivalent qarshilikni hisoblaymiz va  $R_{ekv}$  bilan belgilaymiz.

$$R_{ekv} = \frac{R_{b1} \cdot R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}$$



4.18-rasm. Generatorlarni inkor qilib qarshilikni guruhlashtiramiz va bir generator hamda bir qarshilik olamiz

Generatorning ekvivalent qiymatini hisoblash uchun tranzistorni inobatga olmaymiz, faqat generatorni tashkil qilgan va ikkita ketma-ket ulangan qarshilikli zanjirni ko‘ramiz. Generatorning ekvivalent kuchlanishi qarshilikdagi kuchlanishning tushishiga teng. Soat strelkasi bo‘yicha harakatlanib, kuchlanishni qo‘shib, zanjirdan oqayotgan tokni hisoblaymiz:

$$U - R \cdot i - R \cdot i = 0$$

Manba kuchlanishini chap taraftga o‘tqazib formulani qayta yozamiz:

$$U = R \cdot i + R \cdot i$$

Ekvivalent tokni qavsdan tashqariga chiqaramiz:

$$U = i(R + R)$$

Ifodani tok uchun qayta yozamiz:

$$i = \frac{U}{(R_{b1} + R_{b2})}$$

Endi biz  $R$  qarshilikdagi kuchlanishni hisoblashimiz kerak, uni “Teverinning ekvivalent kuchlanishi” deb nomlaymiz:

$$U_{ekv} = R \cdot i$$

$R=100$  kOm,  $R=20$  kOm ,  $U= 9$  V qiymatlarni formulaga qo‘yib, nima hosil bo‘lishini ko‘ramiz:

$$R_{ekv} = \frac{20 \cdot 100}{20 + 100} = 16,67 \text{ (kOm)}$$

$$i = \frac{9}{20 + 100} = 0,075 \text{ (mA)} = 75 \text{ (mkA)}$$

$$U = 20 \text{ (kOm)} \cdot 0,075 \text{ (mA)} = 1,5 \text{ (V)}$$

Ekvivalent zanjir 16,67 kOm qarshilikka ega va kuchlanish generatori 1,5 V ga ega. Endi biz, bipolyar tranzistorning baza va emitter o'rtasidagi kuchlanishning tushishi va ekvivalent generatori, ekvivalent qarshilik hosil qilingan zanjir kirishidagi kuchlanishlarni hisoblagach, tranzistorning baza tokini hisoblay olamiz. Kuchlanish tushishi bizga ma'lum emas, lekin agarda biz tranzistor faol ish tartibida bo'lishini xoxlasak, uning qiymati 0,5 V dan kam bo'lmasligi kerak. Faraz qilaylik, baza va emitter o'rtasidagi kuchlanishning tushishi 0,5 V ga teng.

Zanjirdagi kuchlanish:

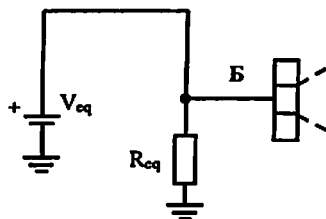
$$U_{ekv} - 1 \cdot R_{ekv} - 0,5 = 0$$

Bazaning toki quyidagicha hisblanadi:

$$I_b = \frac{(1,5 - 0,5) \text{ (V)}}{16,67 \text{ (kOm)}} = 0,060 \text{ (mA)} = 60 \text{ (mA)},$$

Baza tokini hislab bo'lgach, kollektor tokini hisoblash mumkun bo'ladi.

Kelin qarshiliklardan birini qiymatini o'zgartirib ko'raylik:  $R_{b1} = 100 \text{ kOm}$  va  $R_{b2} = 5 \text{ kOm}$ ,  $U = 9 \text{ V}$ . Hislab topamiz:  $R_{ekv} = 4,76 \text{ kOm}$  va  $U_{ekv} = 0,428 \text{ V}$ , bu esa 0,5 V dan kamni tashkil etadi. Lekin tranzistorning baza va emitteri orasidagi kuchlanish kamida 0,5 V bo'lishi kerak, aks holda tranzistor o'chiq holda bo'ladi. Shuning uchun,  $U$  kuchlanish 0,5 V qiymatdan ortiq bo'lishi uchun kuchlanishni bo'luvchisiga kerakli qarshilikni tanlash juda muximdir.



4.19-rasm. Ekvivalent kuchlanish va generator bilan ulangan tranzistorning nazariy sxemasi

Kollektor tokini hisoblashga qaytaylik. 2N2222 tranzistor modeli uchun  $\beta$  koeffitsienti 200 atrofida bo'ladi, demak:

$$I_k = \beta \cdot 16 = 200 \cdot 0,060 \text{ (mA)} = 12 \text{ (mA)}$$

Bu tok kollektor bilan emitter o'rtasida aylanuvchi tok bo'lib, u U kuchlanish 0,3 V qiymatdan katta bo'lganda sodir bo'ladi, aks holda tranzistor o'chiq holda bo'ladi.  $U_{ke}$  kuchlanish bipolyar tranzistorning emitteriga yoki kollektoriga ulangan qarshilikka bog'liq. Bizning holda faqat  $R_k$  mavjud, shuning uchun chiqish zanjiri  $U_{ke}$  dan,  $R_k$  dagi kuchlanishdan va 9 V li manbadan tashkil topgan. Zanjir bo'ylab harakatlanib, quyidagilarni hisoblashimiz mumkin:

$$U = U_{ke} + i_k \cdot R_k$$

Shuning uchun:

$$U_{ke} = U - i_k \cdot R_k$$

Agarda R teng bo'lsa 10 kOm ga, u holda:

$$U_{ke} = 9 \text{ (V)} - 12 \text{ (mA)} \cdot 10 \text{ (kOm)} = 9 \text{ (V)} - 120 \text{ (V)} = -111 \text{ (V)}$$

9 V li manba bilan kuchlanishning bundek qiymatli bo'lishi mumkin emas, bu bildiradiki, amalda  $U_{ke}$  0 V ga teng bo'ladi, shuning uchun o'chiq holda bo'ladi.  $R_k$  ning qiymatini 1 kOm gachan kamaytirib hislab ko'ramiz:

$$U = 9 \text{ (V)} - 12 \text{ (V)} \cdot 1 \text{ (kOm)} = 9 \text{ (V)} - 12 \text{ (V)} = -3 \text{ (V)}$$

Bu holda ham tok oqib o'tmaydi,  $R_k$  ning qiymati 100 Om bo'lganda:

$$U = 9 \text{ (V)} - 12 \text{ (V)} \cdot 100 \text{ (Om)} = 9 \text{ (V)} - 1,2 \text{ (V)} = 7,8 \text{ (V)}$$

Endi tranzistor to'g'ri ishlaydi. Biz shuningdek oldindan talab etilgan U kuchlanish qiymatini o'rnatishimiz mumkin edi, so'ng R ning qiymatini aniqlash uchun. Faraz qilaylik U kuchlanish qiymati manbadagiga nisbatan ikki xissa kam, demak 4,4 V. So'ng quyidagi formula orqali R qarshilikning eng to'g'ri keladigan qiymatini aniqlaymiz:

$$U = U \cdot i \cdot R$$

R ni hisoblasak:

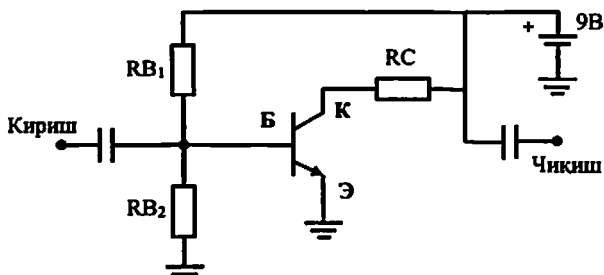
$$R_k = \frac{(U - U_{ke})}{i_k}$$

Qiymatlarni  $U=4,5$  V,  $U=9$  V va  $I=12$  mA formulaga qo'yib, hisoblaymiz:

$$R_k = \frac{(9 - 4,5) \text{ (V)}}{12 \text{ (mA)}} = \frac{4,5 \text{ (V)}}{12 \text{ (mA)}} = 375 \text{ (Om)}$$



Bundan kelib chiqadiki, biz 390 Om qiymatli qarshilikni ishlatsak bo‘ladi, chunki standartda bor qarshiliklar ichida biz hisoblagan qarshilik qiymatiga eng yaqini shu. Shundek qilib, tranzistor uning ishlashini markaziy oralig‘i ishga tushirilgan, shuning uchun bazaga signal berilsa, u kuchaytiradi. Signallar to‘g‘ridan – to‘g‘ri zanjirga berilmay, o‘zgarmas kuchlanishlarni bloklash uchun sig‘imlar ishlatiladi, ular tranzistor ishlashiga ta’sir qilishi mumkin. Sig‘imlar faqat o‘zgaruvchan tokni o‘tqazib zanjirni izolyatsiyalaydi. Ikkita bir necha o‘n mikrofaradali elektrolitik sig‘imni birini zanjir kirishiga va ikkinchisini zanjirning chiqishiga o‘rnatamiz 4.20-rasm ko‘rsatilganidek.



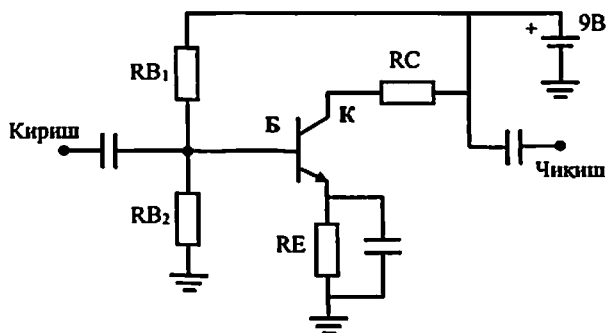
4.20-rasm. Kirish va chiqishlarida elektrolitik sig‘im bo‘lgan tranzistorda hosil qilingan kuchaytirgich sxemasi

Amaliyotda bundek elektr zanjirida shuningdek emitterda qarshilik qatnashadi. Bu qarshilik kuchaytirgichning ishlashini stabillashtiruvchi vazifasini o‘taydi. Odatda R bilan parallel bir necha o‘n mikrofaradali sig‘im ulanadi, komponent faqat surush uchun ishlaydi. O‘zgaruvchan signal bo‘lganda sig‘im o‘zini qisqa to‘qnashuv kabi tutadi, katta unumdorlikni ta’minlab emitter qarshiligi yo‘q bo‘lib ketadi.

Sxemalar har doim bu ikki ish tartibini quvatlaydilar: birinchi holda manba kuchlanishi va komponentlarni surilishi nazorat qilinadi, ya’ni optimal ishlash sharoiti yaratiladi, ikkinchi holda esa vaqt davomida o‘zgaruvchi signal nazorat qilinadi. Bu shartga rioya qilinsa, sig‘imlarni qisqa to‘qnashuv kabi qarash mumkin, manbani esa inobatga olmaslik mumkin. Ushbu ish tartibi “kichik signallar” nomi bilan yuritiladi. Aslida esa surulish ish tartibi va kichik signallar ish tartiblari birga bo‘lishi mumkin.

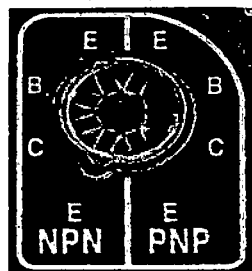
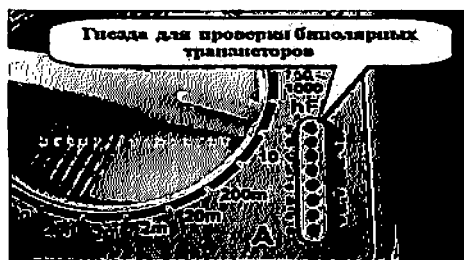
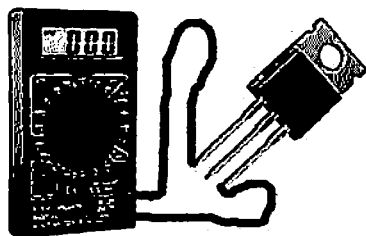
**Tranzistorlarni o‘lchash.** Birdaniga tranzistorning  $\beta$  koeffitsientini aniqlash murakkab. Ba’zida, qo‘limizga ishonchsiz komponent tushib qolishi mumkin yoki eski elektron sxemadan olingan komponent bo‘lishi mumkin. Ko‘p zamonaviy multimetrlarda tranzistorni testlash

va NPN yoki PNP turini aniqlash hamda  $\beta$  qiymatini aniqlash funksiyasi bo'ladi. Multimetrdagi qator teshiklar mavjud bo'lib, Ye, V, S hariflar bilan belgilangan, ularga testlash uchun komponentlar ulanadi.



4.21-rasm. Tranzistordagi kuchaytirgich sxemasining oxirgi varianti

Teshiklarga komponentlarni oyoqchalarini ulab, markaziy o'chirib yoquvchini NPN yoki PNP holatiga o'rnatiladi, displayda  $\beta$  qiymatini aks ettiradi. Agarda hech narsa bo'lmasa, agarda qiymati nolga teng bo'lsa yoki agarda displey o'chib yonsa, tranzistor to'g'ri ulanganligiga ishonch hosil qiling yoki boshqa holatni sinab ko'ring. Bipolyar tranzistorni ishlashiga ishonch hosil qilish uchun sinash va hatolik usulini qo'llab barcha holatlarni amalga oshirib ko'ring.

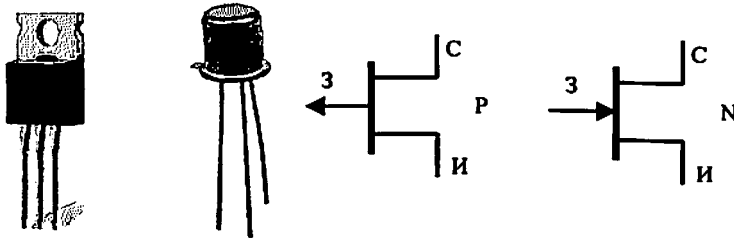


4.22-rasm. Multimetr yordamida tranzistorlarni testlash

### 4.3. Maydon tranzistorlari

*Maydon tranzistori* - yarim o'tkazgichli material kombinatsiyasidan hosil qilingan uch oyoqchali komponent bo'lib, lekin u bipolyar tranzistorlardan farq qiladi. Maydon tranzistori yarim o'tkazgichdan tashkil qilingan o'zini tutishi diodga o'xshash p-n o'tishni hosil qilgan tok oqib o'tishi uchun asosiy kanal va markaziy xududida ikki elektrod mavjud. Qachonki p-n o'tish teskari yo'nalishga surilgan bo'lsa, bu holat asosiy kanaldan tok o'tishini cheklash yoki bartaraf etishi mumkin.

Ushbu tamoilni suv kranining ochilishini suvning oqimi orqali boshqarilishiga o'xshatish mumkin, qo'l bilan boshqarishga emas. Maydon tranzistorining uch oyoqchalari quyidagicha nomlanadi: stok, istok va zatvor. Zatvor boshqarish oyoqchasidir 2.23-rasmda a) sanoatda ishlab chiqariladigan maydon tranzistorlarining namunalari va b) ularning shartli grafik belgilanishi.



4.23-rasm. Ba'zi bir maydon tranzistorlari va ularni shartli grafik belgilanishi

Bipolyar tranzistorlardan farqli jixatlari quyidagilar:

- maydon tranzistorini unga berilgan kuchlanish orqali boshqariladi, tok bilan emas;
- tok stok va istok o'rtasida oqib o'tadi, hatto zatvorga kuchlanish berilmagan holda ham, chunki hech qanday to'siq yo'q;
- zatvorda hech qanday (deyarli) tok sarif bo'lmaydi (faqatgina bir necha pikoamper);
- kuchaytirgich sifatida ishlatilganda u sezilarsiz darajada kuchaytiradi, lekin u kirishiga ulangan qurilmadan tok istemol qilmaydi (kuchsiz toklarda foydalidir).

Asosiy kanalga ishlatilgan materialga bog'liq holda quyidagi maydon tranzistorlarining turlari mavjud: p - turi yoki n – turi.

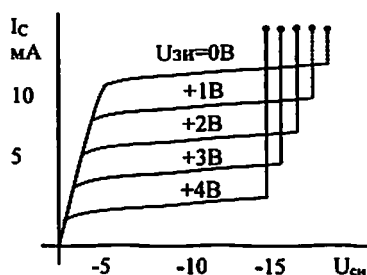
Maydon tranzistorining ish tartibi bipolyar tranzistorning ish tartibidan farq qiladi:

➤ chiziqli ish tartibi yoki omik xudud – komponent o'zini qarshilik kabi tutadi, uning qiymati unga berilgan kuchlanish qiymatiga bog'liq holda bo'ladi;

➤ to'yinish ish tartibi – stok va istok o'rtasidagi tok bevosita zatvordagi kuchlanish bilan boshqariladi;

➤ teskari (invers) ish tartibi – qachonki, zatvordagi kuchlanish ma'lum miqdordan kam bo'lsa, tranzistor o'zini ulanmagan zanjir kabi tutadi;

➤ o'tkazish ish tartibi – qachonki, stok va istok o'rtasidagi kuchlanish ma'lum miqdordan oshsa, u holda boshqarish to'xtaydi va komponentdan tok erkin oqib o'tadi.



4.24-rasm. Maydon tranzistorlarining turli ish tartiblari uchun grafik

Maydon tranzistorlari plastikli yoki metall g'ilofda ishlab chiqariladi, Huddi bipolyar tranzistorlar kabi. Har doimdagidek, tranzistorlarni ishlatishdan avval ularning oyoqchalarini joylashish tartibini texnik bayonlardan yoki ma'lumotnomalardan tekshirib, bilib olishimiz kerak. Ba'zi keng tarqalgan maydon tranzistorlarning quyidagi modellari 2N5457 yoki 2N5460 mavjud. Xaqiqatan maydon tranzistorlari sotuvda kam uchraydi va foydalanishda unchalik qulay emas. Ko'p hollarda MOYa-tranzistorlar (metall oksid yarim o'tkazgich) ishlatiladi, sababi ko'p tarqalgan va ishlatilishi ancha oddiy.

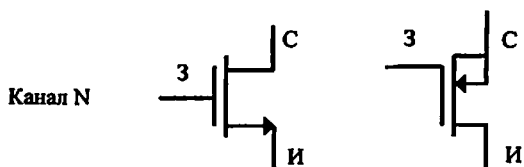
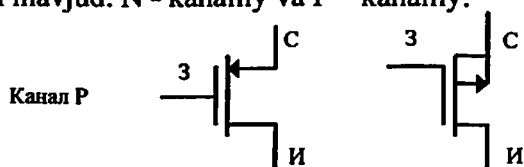
**MOYa-tranzistorlari.** MOYa-tranzistori (qisqartmasi, metall oksid yarim o'tkazgich) maydon tranzistorlar oilasiga mansub va ular o'zini maydon tranzistorlariga o'xshash tutadi. Shuningdek, ularda uch oyoqcha mavjud va ular zatvor, istok va stok deb nomlanadilar. Zatvorga kuchlanish berilganda yarim o'tkazgichdan oqib o'tayotgan

tokni nazorat qilish mumkin, stok va istok unga ulangan (bu aloqa ham kanal deb ataladi).

Maydon tranzistorining zatvoridan juda kichik tok o'tadi (bir necha pikoamper), ammo MOYa-tranzistorlaridan esa undan ham kichikroq qiymatli tok o'tadi, shu sababli kirish qarshiligi  $10^{14}$  Om atrofidagi qiymatni tashkil qiladi, maydon tranzistorlarda esa qarshilik  $10^9$  Om qiymatga ega. Tranzistorlarning bu turi ham yarim o'tkazgichlarning p - turi va n - turidan tayyorlanadi. MOYa-tranzistorining zatvori stok ham istokdan elektr nuqtai nazaridan izolayatsiyalangan va o'ziga xos sig'imni tashkil qiladi. Shu sababli MOYa-tranzistorlari statik elektr zaryadlariga juda sezgir, bu turdagi tranzistorlar bilan ishlaganda extiyot choralariga juda ham rioya qilgan holda ishlash kerak bo'ladi, oddiy qo'l tegsa ham ishdan chiqarish mumkin.

Extiyot chorasi bo'lib mahsus antistatik bilak uzuklardan (mis dan tayyorlangan) foydalanish mumkin, ularni ikkinchi uchini yerga ulash kerak bo'ladi. Undan tashqari payvandlash uskunasi va ish maydonini ham yerga ulash zarurdir.

MOYa-tranzistorlarini ishlab chiqishning ikki hil texnologichsi ma'lum: to'yinish texnologiyasi va zaryad tashuvchilarni kamaytirish texnologiyasi. Har bir texnologiya uchun ikki turdagi konstruksiya varianti mavjud: N - kanalliy va P - kanalliy.



to'yinish                      zaryad tashuvchilarni kamaytirish

4.25-rasm. MOYa-tranzistorlarini shartli grafik belgilanishi va to'yinish hamda zaryad tashuvchilarni kamaytirish texnologiyalari uchun n - turi va p-turi uchun konstruksiyasi

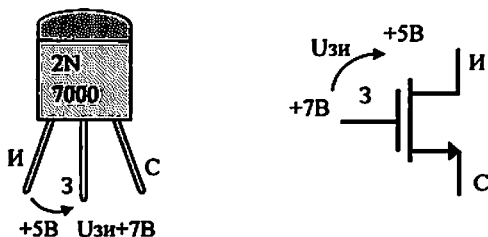
Zaryad tashuchilarni kamaytirish texnologiyasi bo'yicha tayyorlangan KMYa-tranzistori har doim stok va istok o'rtasida tok o'tqazadi, qachonki to'yinish texnologiyasi bo'yicha ishlab chiqarilgan tranzistorlarda stok va istok kanali yopiq zatvorga kuchlanish berilguncha. 4.1-jadvalda tranzistor o'zini tutushining turli modellari berilgan. Jadvaldagi keltirilgan ma'lumtlardan kelib chiqadiki, N-turidagi kanalli komponentlar foydalanish uchun qulay, sababi zatvor bilan istok orasiga beriladigan musbat kuchlanishni talab etadilar, u 0 V dan manba kuchlanishining qiymati oralig'igachan qiymatli bo'lishi mumkun. R-turidagi kanalli komponentlarda esa zatvor bilan istok orasiga beriladigan kuchlanish manfiy bo'lishi kerak.

4.1-jadval. KMYa-tranzistorlarni o'zini tutush sxemasi

	N-turidagi kanal		R-turidagi kanal	
	$U_z$	Holat	$U_z$	Holat
To'yinish	0 V	O'chiq	0 V	O'chiq
	+ V	Yoqiq	- V	Yoqiq
Zaryad tashuchilarni kamaytirish	0 V	Yoqiq	0 V	Yoqiq
	+ V	O'chiq	- V	O'chiq

#### KMYa-tranzistorini o'chirib/yoquvchi sifatida ishlatish.

KMYa-tranzistorlaridan eng sodda holatda foydalanish - bu kuchlanish bilan boshqariladigan o'chirib/yoquvchi sifatida ishlatishidir. KMYa-tranzistorining to'yinish turidagi N-kanalli 2N7000 yoki IRF520 modellaridan foydalanib ular ustida tajriba o'tkazib ko'raylik. Komponentni tekshirish uchun  $U_{zi}$  kuchlanishga ta'sir etish kerak, ya'ni zatvor bilan istok o'rtasidagi kuchlanish farqiga. Tranzistor sxemaning bir qismidir, shuning uchun u boshqa komponentlarga ulanadi. Manbaga ulanishda har bir element ma'lum kuchlanishga ega bo'ladi. Biz zanjirning har bir nuqtasiga testning o'lchov moslamalarini tegizib kuchlanishni o'lchay olamiz. Faraz qilaylik, testning o'lchov moslamasini tranzistorning zatvor oyoqchasiga tegizsak, u nuqtada kuchlanish 7 V ni tashkil etadi. So'ng, istok oyoqchasiga tegizamiz, u yerda esa kuchlanish 5 V bo'ladi 4.26-rasmda ko'rsatilganidek.

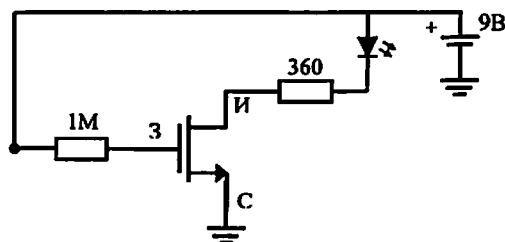


4.26-rasm. Rasmdagi sxemad kuchlanish  $U_{zi}$  2 V ni tashkil etadi, chunki zatvorda 7 V, istokda esa 5 V

$U_{zi}$  belgilanish Zatvor bilan Istok o'rtasidagi kuchlanishlar farqini aks ettiradi.

$$U_{zi} = U_z - U_i = 7(\text{V}) - 5(\text{V}) = 2(\text{V})$$

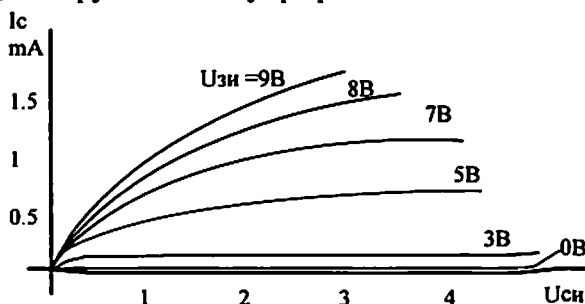
Yuqorida keltirilgan misolda  $U_{zi}$  ning qiymati +2 V ga teng bo'ladi. Agarda zatvordagi kuchlanish 3 V ni tashkil etganda, istokda esa 7 V bo'lganda edi,  $U_{zi}$  kuchlanish qiymati - 4 V ga teng bo'lar edi. Shuning uchun manfiy nazorat qiluvchi kuchlanishni ham hosil qilish mumkun.



4.27-rasm. MOYa-tranzistorini yorug'lik diodi bilan ulanishning elektr sxemasi. Zatvor 1 Mom qarshilik orqali yorug'lik diodi bilan 9 V ga ulangan

$U_{si}$  kuchlanish uchun ham shu qoida o'rinlidir. Stok kuchlanishini yerga nisbatan o'lchash, so'ng shuningdek yerga nisbatan Istok kuchlanishini ayiramiz. Maketlashtirish platasida 4.28-rasmdagi sxemani yg'ishga urinib ko'ramiz. Bizga quyidagilar kerak bo'ladi: maketlash platasi; 2N7000 modeldagi MOYa-tranzistori; yorug'lik

diodi; 390 Om qiymatli qarshilik; 1 MOm qiymatli qarshilik; ulash uchun simlar; 9 V qiymali batarey qisqichi bilan.



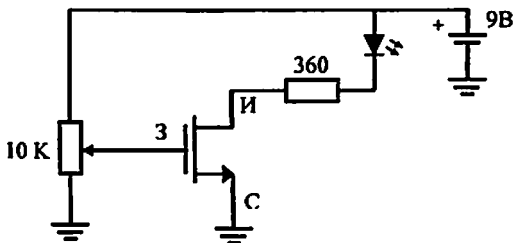
4.28-rasm. Grafikda  $U_{zi}$  kuchlanish uchun 0 V dan 9 V gachan bo'lgan qiymatlar oralig'idagi qiymatlar grafik shaklida keltirilgan

Zatvorni yerga ulaymiz va so'ng manbaga ulaymiz. Yorug'lik diodi o'chiq bo'ladi. Biz zatvor va istokdagi kuchlanishni o'lchay olamiz, u 0 V qiymatga ega bo'ladi.  $U_{zi}$  ham 0 V ga teng bo'ladi, MOYa- tranzistori tok o'tkazmayapti. 1 MOm qiymatli qarshilik parazit toklar ta'sirini yo'qotadi, bu toklar tranzistori turg'un ishlashiga halaqit beradilar. Qarshilik yerga ulanganda undan tok oqib o'tmaydi, agarda tok o'tsa ham juda oz qismi o'tadi, demak zatvordagi kuchlanishni 0 V ga teng deb olish mumkun.

Endi sxemani o'zgartiramiz, huddi shundek 1 MOm qiymatli qarshilik orqali zatvorni manba kuchlanishiga ulaymiz. Istokdagi kuchlanish 0 V ga teng bo'ladi, lekin zatvorda u 9 V ni tashkil etadi. Endi esa yorug'lik diodi yoqiq, chunki "kanal ochiq" zatvorga berilgan kuchlanish mavjud bo'lganligi sababli, u qarshilikni deyarli nolgacha kamaytiradi. Bu holda biz zatvordagi kuchlanishni 9 V ga teng deb hisoblaymiz, hatto 1 MOm li qarshilik ulangan va undan kam tok o'tsa ham.

**MOYa-tranzistori chiziqli ish tartibida.** Biz zatvordagi va manbadagi kuchlanish 0 V bo'lgan chegaraviy holatni ko'rib chiqdik.  $U_{zi}$  oralig'dagi qiymatlarga ega bo'lganda qanday holat yuzaga keladi? Buni bilish uchun yana sxemani o'zgartiramiz (4.29-rasm), unga trimmer (sozlash qarshiligi) ulash orqali, u zatvordagi kuchlanishni minimal qiymatdan maksimal qiymatgachan o'zgartira oladi.





4.29-rasm. Bu sxemada zatvor trimmerga ulangan

Sozlovchi qarshilik qiymatini o'zgartirib, yorug'lik diodini yorug'lik darajasini o'zgartiramiz, chunki qarshilikni o'zgartirish orqali  $U_{zi}$  ga ta'sir etiladi, stok bilan istok o'rtasida oqayotgan tokni o'zgartiramiz. Agarda 2N7000 tranzistorini N-turidagi zaryad tashuvchilarni kamaytirish texnologiyasi asosida ishlab chiqarilgan KMYa-tranzistoriga almashtirilsa, bu holda o'zini teskari tutish holati kuzatiladi: zatvorga 0 V berilgach tok kanaldan oqadi, shuning uchun yorug'lik diodi yonadi; zatvordagi kuchlanishni oshishi bilan tok kamaya boshlaydi va yorug'lik diodi sekin o'chishni boshlaydi. Biz DN2530 model tranzistorini ishlatishimiz ham mumkin edi (oyoqchalarining joylashishiga etibor bering!).

Agarda R-turidagi KMYa-tranzistorini ishlatsak biz sxemani o'zgartirishimiz kerak bo'ladi, chunki bu holda  $U_{zi}$  kuchlanishi 0 V dan kichik bo'lishi kerak. Bu ikkita manba talab etiladi degani emas, lekin  $U_i$  kuchlanish  $U_z$  kuchlanishdan katta bo'lishi kerak.

**Mantiqiy kattalik turidagi KOYa-tranzistori.** Ba'zida qurilmani boshqarida qurilmaga zatvorga maksimal kuchlanish berilishi kerak bo'lib qoladigan holat bo'lib qolishi mumkin. Oddiy holat, qachonki biz "Arduino" yordamida lampochkani yoki yorug'lik diodini 12 V kuchlanish orqali yonishini nazorat qilmaoqchi bo'lganimizda. "Arduino" yorug'lik diodini MOYa-tranzistori orqali boshqaradi, u 5 V dan oshmaydigan kuchlanish beradi. Biz oldin ko'rganimizdek, ushbu holda MOYa-tranzistorining kanali "to'liq" ochiq bo'lmaydi va ma'lum qarshilikka ega bo'ladi: yorug'lik diodi maksimal yorug'lik tarqatmaydi!

Biz bu muammoni ikki tranzistor yordamida hal qilishimiz mumkin yoki komponentni mahsus tranzistor bilan almashtirib, ya'ni mantiqiy kattalikda ishlovchi, hatto zatvorga katta bo'lmagan signal 5 V kelsa ham maksimal ochiq kanal holatiga yetkaza olish imkoniyati

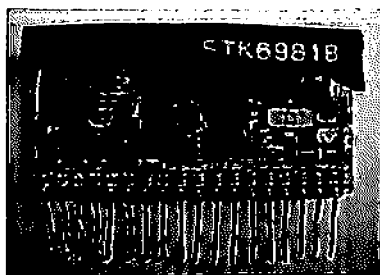
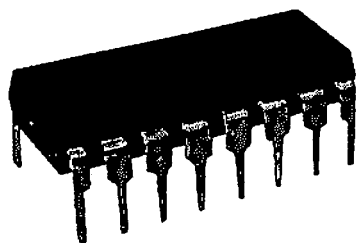
mavjud MOYa- tranzistoriga o'zgartirib. FQP30N061 modeli N-turidagi MOYa-tranzistoridir.

#### 4.4. Integral mikrosxemalar

Integral sxema juda kichik shakldagi sxema, ya'ni nano texnologiyani qo'llash orqali amalga oshirilgan sxemadir, u uncha katta bo'lmagan kremnili maydonchada (chip) joriy etilgan va unda tranzistorlar hamda boshqa komponentlardan qarshiliklar shuningdek sig'implar joylashtirilgan. Chip tashqi ta'sirlarga juda ham sezgir, shu sababli u g'ilof bilan himoyalangan. G'ilf boshqa elementlar bilan elektr ulanishlarni amalga oshirish uchun ko'p oyoqchalarga ega. G'ilofning har bir oyoqchasi ingichka tilla simlar orqali chipga ulanadi.

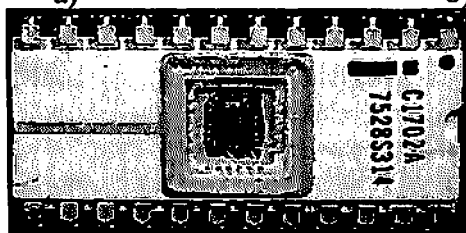
Elektronikada har qanday vazifani faqat tranzistor orqali amalga oshirishimiz mumkin. Hatto oddiy sxema taymerni yaratish uchun ham yuzlab komponent talab etilar, har gal yangitdan konstruksiyalashga to'g'ri kelar edi. Shu sababli bipolyar tranzistor ixtro etilgach, qanday qilib murakkab sxemalarni bipolyar tranzistorlarni yaratish texnologiyasi asosida yaratilganda vaqt va mablag'ni tejash mumkunligi haqida ko'p elektronika bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar o'ylanib qoldilar.

Birinchi tranzistorni yaratgan mutaxassislar guruhi loyiha tugagach tarqalib ketdilar. Ulardan biri Shokli yarim o'tkazgichlarni ishlab chiqaruvchi kompaniya tashkil etdi. Kompaniya unchalik muvoffaqiyat qozona olmaganligi sababli ko'p mutaxassislar tarqalib ketadi. Ulardan biri Robert Noys bo'lib, u Fairchild Semiconductor o'z kompaniyasini tashkil etdi. Noys yarim o'tkazgichlar ustida tajribalar o'tkazar edi, u kremniy o'rniga germaniy ishlatishga urunar va shuningdek, yarim o'tkazgichli materiallarga boshqa komponentlarni joylash ustida hamda  $p - n$  o'tishlardagi metall bug'laridan foydalanish bo'yicha innavatsion usullar yaratish ustida ishlagan. Noysni integral sxemani yaratuvchi sifatida ko'rish mumkun, vaholanki bundek loyiha ustida boshqa injenerlar va boshqa mamlakatlardagi mutaxassislar ham ishlar edilar. Birinchi xaqiqiy integral sxema 1960 yili dunyoga keldi. Bu oddiy xotira yacheykaschi (trigger) edi, u tranzistor va qarshilikdan iborat bo'lgan. Birinchi chiplar juda qimmat bo'lgan va oddiy vazifalarni bajaragan. Ularni og'irlik va o'lchamlarga qo'yilgan qattiq talablarni bajarish uchungina ishlatilgan.



a)

b)

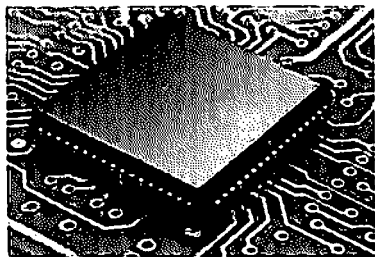


s)

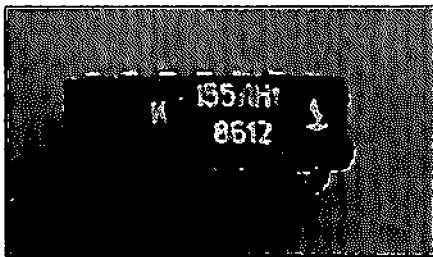
4.30-rasm. a) integral sxemaning g'ilofga olingan holati, b) g'ilof ichida joylashishi gibrid integral sxema va s) g'ilof yopilmasdan oldingi ko'rinishi

Mur va Noys 1965 yili Intel kompaniyasiga asos soldilar. 1960 yili birinchi integral sxemadagi triggerlarning narhi ming dollar turar edi, Hozirgi kunda esa bu to'rtta triggerli chiplar o'n sent atrofida turadi. Integral sxemalarni murakkablik darajasiga qarab va shuningdek ulardagi tranzistorlar soniga bog'liq holda turlarga ajratish mavjud. Bu turlanish bo'yicha asosan quyidagi integral sxemalar mavjud: kichik integral sxema (KIS), o'rta integral sxema (O'IS), katta integral sxema (KIS), juda katta integral sxema (JKIS), ultra katta integral sxema (UKIS).

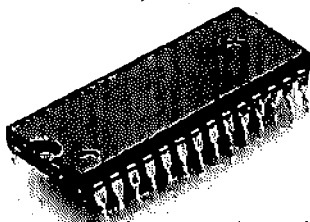
Savdoda integral sxemalarning turli hillari bor. Biz tajribalarimiz uchun DIP- g'ilof (Dual In Line Package) ishlatiladi, u parallel ikki qatorli oyoqchalardan tashkil topgan, oyoqchalarining orasidagi qadam 2,54mm ga teng hamda parallel qatorlar orasidagi masofa esa 7,62 mm ga teng. Bu integral sxemalar maketlash platasining markaziy ariqchasi atrofiga bema'lol o'rnatilishi mumkin. Chiplar kodlashtirib g'ilofning tepa qismiga yozilgan, har bir oyoqchalari ma'lum vazifani bajaradi, ma'lum tartibda sanaladi va ularni ma'lumotnomalardan yoki komponentning texnik bayonidan o'qib olish mumkin.



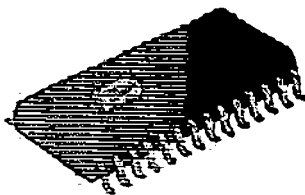
a)



b)



s)

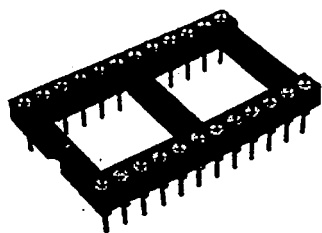


g)

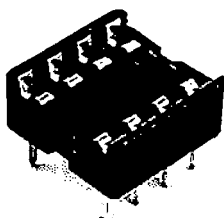
4.31-rasm. Hozirgi kunda sanoatda ishlab chiqarilayotgan turli o'lovli, turli shakldagi va oyoqchalarini soni turlicha bo'lgan integral sxemalarga namuna

Integral sxemalarning shartli grafik belgilanishi oddiy to'g'ri to'rtburchak orqali ifodalanadi, atrofiga oyoqchalari ko'rsatilib ularning tartib nomeri va oyoqchalarining vazifalari qisqartmalar orqali yoziladi, masalan, nolga o'tkazish oyoqchasi RST, takt generatori uchun oyoqcha CLK yoki CK kabi. Hozirgi vaqtda savdoda juda ko'p sonli va turli tuman vazifalarni bajaruvchi integral sxemalar mavjud hamda ular arzon narxlarda.

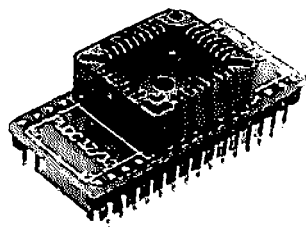
Integral sxemalarni plataga payvandlashda ularni aksariyat kuydirib qo'yish mumkin, yuqorida aytilganidek kristalni g'ilof oyoqchalariga ulagan tilla simni eritib yuborish mumkin (payvandlash moslamasini integral mikrosxema oyoqchasida ko'proq vaqt ushlab turish sababli). Ayniqsa integral mikrosxemaning oyoqchalar soni ko'p bo'lgan hollarda kuyish ko'p sodir bo'ladi. Bunday hollarni oldini olish uchun mahsus moslamalar yaratilgan, uyachalar (gnezdo). Ularni plataga payvandlanadi so'ng u konstruksiyaga integral sxemani oyoqchalarini tiqib qo'yiladi, 4.32-rasmda turli g'iloflar uchun turli uyachalarning ko'rinishi berilgan.



a)



b)



s)

4.32-rasm. Plataga integral sxemalarni payvandlamalik va oddiy hamda ishonchli o'ratish moslamalariga namunalar keltirilgan, ularni "gneздо" uyachalar deb ataladi

#### 4.Nazorat uchun savollar

- 1.Diodning vazifasi, turlari, shartli grafik belgilanishi.
2. Bipolyar tranzistorlarning vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi.
- 3.Tranzistorlarning qanday ish tartiblari mavjut?
4. Maydon tranzistorlarining vazifasi, turlari va shartli grafik belgilanishi.
5. Integral mikrosxemalar xaqida to'liq ma'lumot bering.

## V bob. LOYIHLAR VA TAJRIBALAR

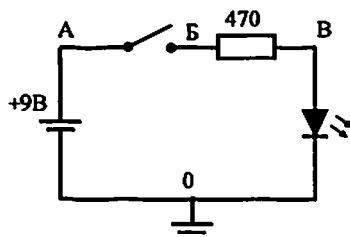
Bu bob amaliy yo'nalishga bag'ishlanadi, birgalikda biz oldingi boblarda olgan nazariy bilimlarimizni amalda qo'llashga harakat qilib bir necha tajribalar o'tkazib ko'ramiz. Bizga maketlash platasi, testr, ba'zi komponentlar va ulash moslamalari hamda simlar kerak bo'ladi.

### 5.1.Yorug'lik diodi bilan tugma

Tugma bosilganda yorug'lik diodi yonuvchi zanjirni yig'amiz.

Kerakli uskunalar:

- tugma ( masalan, OMRON B3F modeli o'lchami 12 mm yoki o'xshashi);
- yorug'lik diodi;
- 470 Om li qarshilik;
- maketlash platasi;
- 9 V li batarey qisqichi bilan;
- ulash uchun simlar.



5.1-rasm. Yorug'lik diodi va tugmali zanjirning elektr sxemasi

Bu oddiy sxemani yig'ishga kirishishdan oldin uni ishlash tamoilini tahlillab ko'raylik. Tugma tokni to'xtatadi, lekin uni bosilganda tok qarshilik orqali oqib o'tadi va yorug'lik diodini yoqadi. Zanjirdan oqib o'tayotgan tok kuchini hisoblash uchun, to'liq konturdagi kuchlanishni qo'shamiz. Bizda batareydan beriladigan 9 V qiymatli kuchlanish bor, undan biz qarshilikdagi kuchlanishni tushishini va yorug'lik diodidagi kuchlanishni tushishini ayiramiz, taxminan 2 V. Bizda:

$$9 - iR = 0$$

Shundek qilib, qarshilikda biz 7 V kuchlanish tushishiga ega bo'lamiz. Tok kuchi quyidagini tashkil etadi:

$$i = \frac{7(V)}{470(V)} = 0,0148(A) = 14,8(mA)$$

Biz bu qiymatlarni zanjirni yig'gandan so'ng tekshiramiz. 5.1-rasmdagi sxema juda oddiy va u biz uchun maketlash platasida hamda boshqa komponentlar bilan ishlashda amaliy ko'nikma hosil qilish uchun zarur.

1. Maketlash platasiga tugmani o'rnatamiz. Tugmani maketlash platasining o'rta chizig'ining chetiga o'rnatiladi. Uning oyoqchalari ikki qarama-qarshi tomonlarga joylashgan va oyoqchalar uchunchi va beshinchi ustunlarga o'rnatilgan, 5.2-rasmda ko'rsatilgan.

2. 470 Om qiymatli qarshilikni o'rnatiladi, uning bitta oyoqchasini beshinchi ustunga (tugma oyoqchalari o'rnatilgan ustun) va ikkinchi oyoqchasini esa to'qqizinchi ustunga o'rnatiladi.

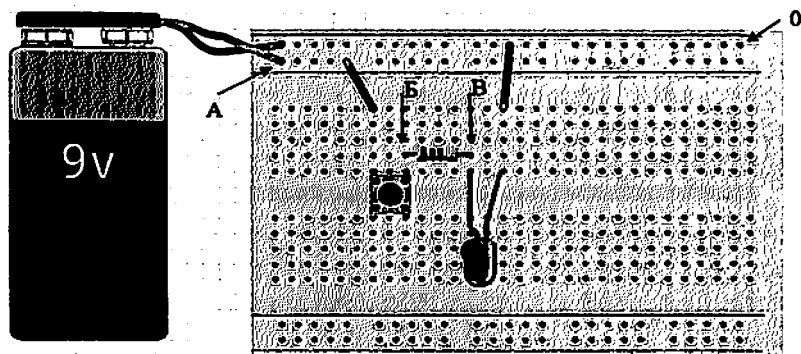
3. Yorug'lik diodining musbat oyoqchasini to'qqizinchi ustunga o'rnatamiz (qarshilikning ikkinchi oyoqchasi ulangan ustun) va katodini o'ninchi ustunga o'rnatiladi. Yorug'lik diodining musbat oyoqchasi uzunroq.

4. Maketlash platasining chetidagi manbaning qizil musbat yo'li bilan yettinchi ustunni sim bilan ulanadi (masalan, j7 teshiklarini).

5. Maketlash platasining chetidagi manbaning qora manfiy yo'li bilan o'n to'rtinchi ustunni sim bilan ulanadi (masalan, j14 teshiklarini).

6. Batareydagi qisqichli simlar uchini mos ravishda maketlash platasining manba yo'llariga ulanadi.

7. 9 V qiymatli batarey ulangan tugmani yorug'lik diodini yoqish uchun bosamiz.



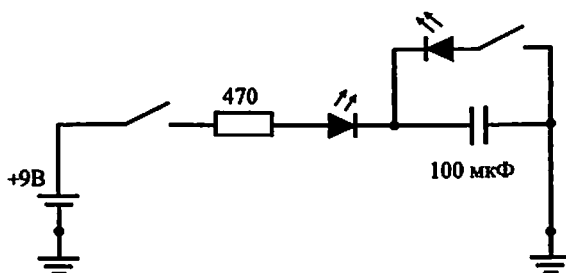
5.2-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan yorug'lik diodi va tugmali zanjir

Testr yordamida kuchlanish va tok qiymatini tekshirib ko'riladi. O'lchov asbobini tokni o'lchash uchun moslanadi, so'ng hoxishiy nuqtadan zanjir uziladi. O'lchov asbobining simlarini ikki uchini o'lchash nuqtalariga qo'yiladi va maketlash platasidagi tugma bosiladi. Testr 15 mA atrofidagi qiymatni ko'rsatishi kerak. Zanjirni uzilgan joyini tiklanadi va kuchlanish o'lchanadi. Qora simni manbaning manfiy qutibiga ulanadi va qizil simni zanjirning turli nuqtalariga qo'yib zanjirdagi turli kuchlanishlarni o'lchanadi.

Bir necha tugmalarni parallel yoki ketma-ket ulash orqali tajribani murakkablashtirib ko'rish mumkun.

### 5.2. Sig'imning zaryadi va razryadi

Oldingi boblardan bilamizki sig'im plastinalariga zaryad yig'ilayotganda ma'lum vaqt oralig'ida zaryadlanadi. 100 mkF li sig'imdan foydalanamiz, u yorug'lik diodi va 470 Om qiymatli qarshilik bilan ketma-ket ulanadi. Maksimal zaryadlangan holat bir sekundni o'ndan bir qismidan kam vaqt oralig'ida amalga oshiriladi. Zaryadlash 5 siklda amalga oshadi, bizning holda 0,04 s tashkil etadi. Sig'im zaryadlanib bo'lgach, u ichida zaryadni ma'lum vaqt davomida saqlay oladi (shu sababli buningdek komponentlar xavfli bo'lishi mumkun, eski elektr qurilmalardan elementlarni olayotganingizda extiyot bo'ling). Ikkinchi tugmani bosish orqali ikkinchi yorug'lik diodi yordamida sig'imni razryadlanadi 5.3-rasmdagi sxemaga etibor qiling.



5.3-rasm. Sig'imning zaryadlanganini tekshirish uchun sxema

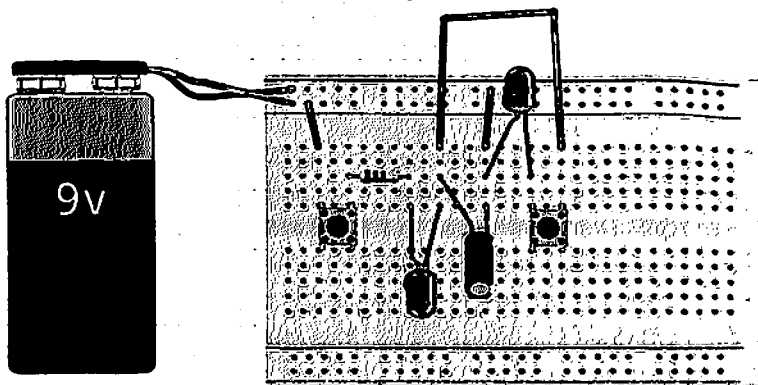
Bu tajribani amalga oshirish uchun quyidagilar kerak bo'ladi:

- tugma (masalan, OMRON B3F modeli o'lchami 12 mm yoki o'xshashi);
- qizil va yashil yorug'lik diodi;
- 470 Om qiymatli qarshilik;



- sig‘im 100 mkF li;
- maketlash platasi;
- 9 V kuchlanishli batarey;
- ulashlar uchun simlar.

Bu gal sxemani maketlash platasida yig‘ish ketma-ketligini batafsil bayon qilmaymiz. Zaryadlash uchun tugmani ulashdan boshlaymiz, so‘ng sig‘imni, qarshilikni va yorug‘lik diodlarini ulaymiz. Tugmani va yorug‘lik diodini manba shinasiga ulanadi. Birinchi tugma va yorug‘lik diodidan uncha uzoq bo‘lmagan masofaga ikkinchi tugmani va yorug‘lik diodini o‘rnatiladi hamda uzun simlardan foydalanib ularni sig‘im bilan ulanadi 5.4-rasmda ko‘rsatilganidek.

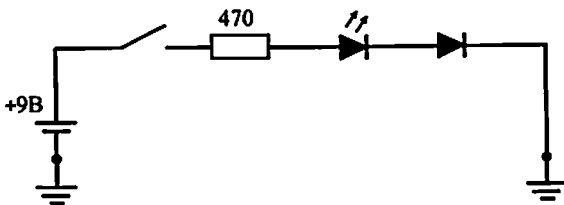


5.4-rasm. Maketlash platasida 5.3-rasmda berilgan sxemaning yig‘ilganidan so‘ng ko‘rinishi

Birinchi tugmani bosilganda tok oqib o‘ta boshlaydi, bunda sig‘im zaryadlanadi. Qizil yorug‘lik diodi qisqa vaqt oralig‘ida o‘chib yonib turadi, so‘ng o‘chib qoladi. Agarda biz tugmani yana bir bor bossak, hech narsa sodir bo‘lmaydi, chunki sig‘im zaryadlanib bo‘lgan, demak tok oqib o‘tmaydi. Ikkinchi tugmani bosamiz, shu harakat orqali biz zaryadlangan sig‘imga ikkinchi yorug‘lik diodini ulaymiz. U uncha katta bo‘lmagan batarey kabi ishlaydi, qisqa vaqt yashil yorug‘lik diodini yoqib, juda qisqa vaqt yorug‘lik nurini tarqatadi.

### 5.3.Yorug‘lik diodi va diod bilan tajriba o‘tkazish

5.5-rasmdagi sxema yordamida biz diod o‘zini qanday tutushini kuzatamiz: agarda u to‘g‘ri o‘rnatilgan bo‘lsa, u holda tok oqib o‘tadi va yorug‘lik diodi yonadi.



5.5-rasm. Diodni ishlashini kuzatish sxemasi

Sxemani maketlash platasida yig'ish uchun kerakli komponentlar:

- tugma ( masalan, OMRON B3F modeli o'lchami 12 mm yoki o'xshashi); yorug'lik diodi;
- 470 Om qiymatli qarshilik;
- 1N4007 rusumli diod;
- maketlash platasi;
- 9 V kuchlanishli batarey;
- ulashlar uchun simlar.

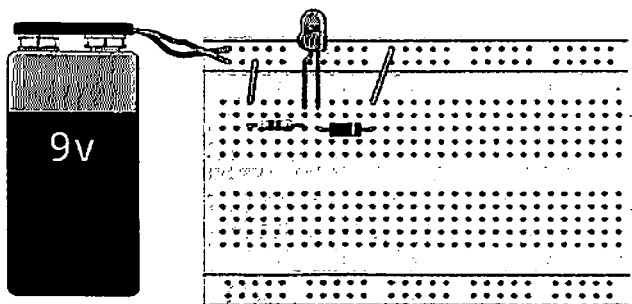
Maketlash platasida sxemani yig'ishni boshlaymiz, tugmani maketlash platasiga joylashtiriladi, so'ng qarshilikni, yorug'lik diodini va diodni o'rnatiladi. Diod g'ilofida oq chiziq bilan uning katodi (manfiy qutib) belgilangan: uning zanjirdagi holatiga etibor bering. Katod bevosita manbaning manfiy qutibi bilan uncha uzun bo'lmagan sim orqali ulanishi kerak. Shundek qilib diod to'g'ri yo'nalishga surilgan va agarda tugmani bosilsa, yorug'lik diodi yonadi. Keling zanjirdagi harakatlanayotgan tokni o'lchashga harakat qilaylik. Endi faqat yorug'lik diodi va qarshidikdan tashkil topgan zanjirdagi tok kuchi 15 mA dan bir oz kam bo'ladi. Nima uchun?

Bu gal biz shuningdek dioddagi kuchlanish tushishini ham hisobga olishimiz kerak bo'ladi, u 0,7 V atrofidagi qiymatni tashkil etadi. Shu tariqa ulangan diod, to'g'ri surilishda ishlaydi. Uning ishga tushishi uchun minimal kuchlanish qiymati 0,6 / 0,7 V atrofida bo'lishi kerak. Konturdagi kuchlanishni yig'indisini topishga urinib ko'ramiz:

$$9 - iR - 2 - 0,7 = 0$$

Bu gal ham biz diod chiqishida 0,7 V kuchlanishni ayirib tashladik. Shundek qilib, qarshilikda kuchlanish tushishi 6,3 V ga ega bo'lamiz. Tok kuchi teng:

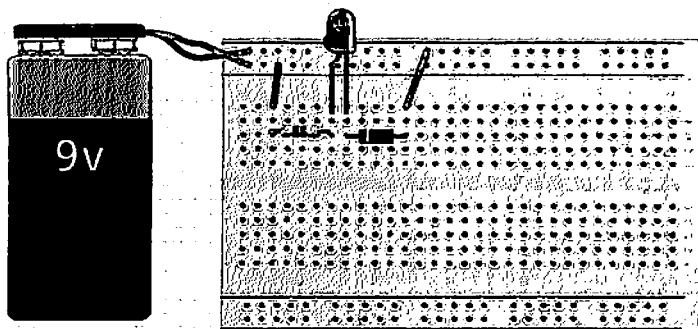
$$i = \frac{6,3 (V)}{470 (Om)} = 0,0134(A) = 13,4 (mA)$$



5.6-rasm. Maketlash platasida yorug'lik diodi va diodli zanjirni yig'ish

Testr yordamida diodning chiqishlaridagi kuchlanishni o'lchaymiz. Diodning oyoqchalariga testning o'lchash moslamalarini tegizib, mavjud kuchlanish qiymatini o'qiyamiz. Uning qiymati qanday?

Endi sxemani o'zgartiramiz, diodni teskari ulanadi: uning manfiy oyoqchasi (oq chiziq bilan belgilangan) bevosita yorug'lik diodiga ulangan bo'lishi kerak, musbat oyoqchasi esa manbaning manfiy shinasiga ulanadi. Tugmani basamiz. Hech narsa sodir bo'lmaydi, yorug'lik diodi yonayotgani yo'q, chunki diod teskari yo'nalishga surilgan va tokni o'tkazmaydi. Keling tok va kuchlanish qiymatlarini o'lchashga harakat qilib ko'raylik. Ularning qiymatlari qanday?

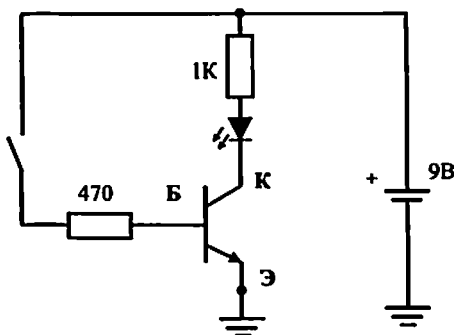


5.7-rasm. Diodni teskari ulaymiz, teskari yo'nalishli surilish olinadi, yorug'lik diodi ishlamaydi

#### 5.4. Tranzistor bilan amaliy tanishuv

Bu tajriba yordamida yorug'lik diodini boshqarish uchun tranzistordan foydalanamiz. Tranzistorning boshqarish oyoqchasi bazaga

tok berish orqali emmitter va kollektor o'rtasida oqib o'tadigan tokka ta'sir etamiz.



5.8-rasm. Tranzistor bilan tanishish sxemasi

Sxemani maketlash platasida yig'ish uchun kerakli komponentlar:

- tugma ( masalan, OMRON B3F modeli o'lchami 12 mm yoki o'xshashi);
- yorug'lik diodi;
- 470 Om qiymatli qarshilik;
- 1 kOm qiymatli qarshilik;
- 2N2222 rusumli tranzistor;
- maketlash platasi;
- 9 V kuchlanishli batarey;
- ulashlar uchun simlar.

Bu sxemaning tuzilishi avvalgi sxemalarning tuzilishidan bir oz murakkab, lekin ulanishlarni amalga oshirishda etiborli bo'lib, diqqat bilan yig'ish tartibiga rioya qilinib, simlarni keragida uzunini ishlatmasdan sxema yig'ilsa, murakkab sxemalarni ham qiyinchiliksiz yig'ib ishlatish mumkun.

1. Maket platasiga tranzistorni o'rnatishdan boshlaymiz, uni markazda joylashgan teshiklarga o'rnatish tavsiya etiladi.

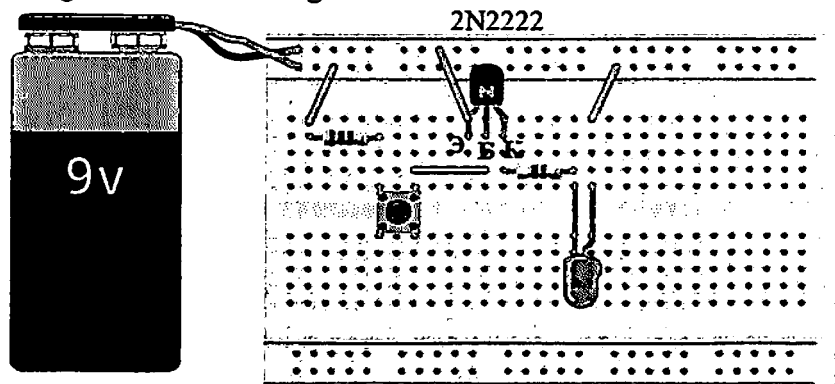
2. Agarda tranzistorning yassi tomonini o'zimizga qaratib ushlaganimizda, 2N2222 tranzistorining oyoqchalari quyidagi tartibda joylashgan bo'lishi kerak "emitter, baza, kollektor" (EBK) (har doim texnik bayonidan tekshirishimiz kerak).

3. Emittorni manbaning manfiy shinasiga ulanadi.

4. 470 Om li qarshilikni va yorug'lik diodini kollektor bilan musbat shina oralig'iga o'rnatamiz.

5. Tugma va 1 kOm li qarshilikni ulaymiz.

6. Tugmani tranzistorning bazasi bilan ulanadi.



5.9-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan tranzistor bilan tanishish sxemasi

Elektr sxemani kuzatish natijasida biz ko'ramizki, tugma bosilmagan holda tok tranzistorning bazasiga yetib kela olmaydi va natijada emitter va kollektor o'rtasidan oqib o'ta olmaydi. Tugmaga bosilganda tok 1 kOm li qarshilik orqali oqib o'tadi. Tokni hisoblash uchun konturdagi kuchlanishni qo'shamiz:

$$9 - i R - 0,5 = 0$$

Batareykaning kuchlanishiga egamiz, undan qarshilikdagi kuchlanish tushishini va tranzistorning baza hamda emitteri o'rtasidagi 0,5 V kuchlanishni ayiramiz, u yoqiq bo'lganligi uchun biz uni hisobga olishimiz kerak. Bazaga o'tayotgan tok kuchi teng bo'ladi:

$$i = \frac{(9 - 0,5)(V)}{470 (Om)} = 0,018 (A) = 18 (mA)$$

Tranzistorni boshqarish uchun bir necha mA yetarli yoki undan ham kamroq. 18 mA tokda tranzistor to'liq "uzilgan", ya'ni to'yinish ish tartibida bo'ladi va yorug'lik diodi yoniq holda. Qachonki tranzistor to'yinish ish tartibida bo'lsa, emitter bilan kollektor o'rtasidagi tok faqat unga ulangan komponentlarga bog'liq bo'ladi, bizning holda ketma-ket ulangan yorug'lik diodi va qarshilikka bog'liq. Biz shuningdek emitter va kollektor o'rtasidagi kuchlanishni hisobga olishimiz kerak, tranzistor to'yinish ish tartibida bo'lgan holda u 0,2 V atrofidagi qiymatni tashkil etadi. Kollektordagi tokni hisoblash uchun tranzistor chiqishlaridagi kuchlanishni qo'shamiz:

$$9 - i R - 2 - 0,2 = 0$$

Biz batareydan beriladigan 9 V kuchlanishga egamiz, undan 2 V ni yorug'lik diodi uchun va 0,2 V ni, ya'ni tranzistorning  $U_{ke}$  ayiriladi. U holda tok quydagiga teng bo'ladi:

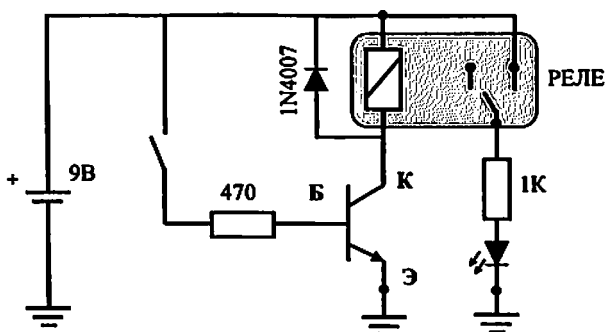
$$i = \frac{(9 - 2 - 0,2)(V)}{470 (Om)} = 0,014(A) = 14(mA)$$

Testor yordamida baza va kollektordagi tok kuchining qiymatini tekshiramiz. O'lchashni amalga oshirish uchun sxemani o'zgartirishimiz kerak bo'ladi, ya'ni ulanishlarni uzish kerak so'ng testr bilan tokni o'lchanadi. Shuningdek kuchlanishlarni ham tekshirish kerak. Tranzistorning  $U_{ke}$  dagi kuchlanishi qancha?  $U_{be}$  dagi kuchlanish qancha?

### 5.5. Tranzistor bilan rele

Odatda yorug'lik diodini yoqish uchun tranzistor talab etilmaydi, biz qo'rgan sxema bipolyar tranzistorini ishlash tamoilini tushunish uchun kerak bo'ldi. Bunde tranzistorlar relelarni, dvigatellarni yoki tovush karnaylarini boshqarish uchun zarur bo'lgan katta toklarni nazorat qilishi mumkun. Keling 5.8-rasmdagi sxemani 9 V li releni boshqarish uchun o'zgartirib ko'raylik.

5.10-rasmda keltirilgan zanjir sxemasi 5.8-rasmda berilgan sxemadan bir oz farq qiladi, yorug'lik diodi va qarshilik rele bilan almashtirilgan. Rele bilan parallel diod joylashtirilgan, rele "o'chiq" holatda bo'lganda tranzistorni himoyalash uchun diod ishlatilgan. Rele manbaga ulangan holatda uning g'altagi energiyani yig'adi, qachonki tok oqib o'tmasa bu energiya qo'yib yuboriladi. G'altakdagi tok asosiy tokka nisbatan teskari tomonga oqadi, shuning uchun tranzistorni shikastlashi mumkun. Diod esa kerak bo'lmagan tokni tranzistorga kelishini oldini oladi.

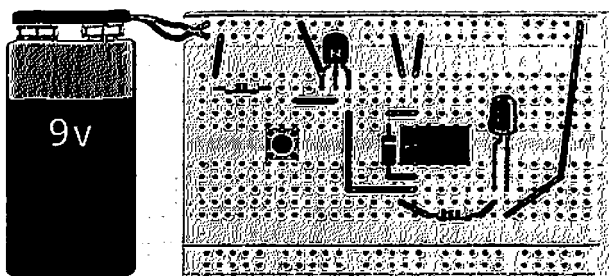


5.10-rasm. Tranzistor bilan releli zanjir sxemasi

Sxemani maketlash platasida yig'ish uchun kerakli komponentlar:

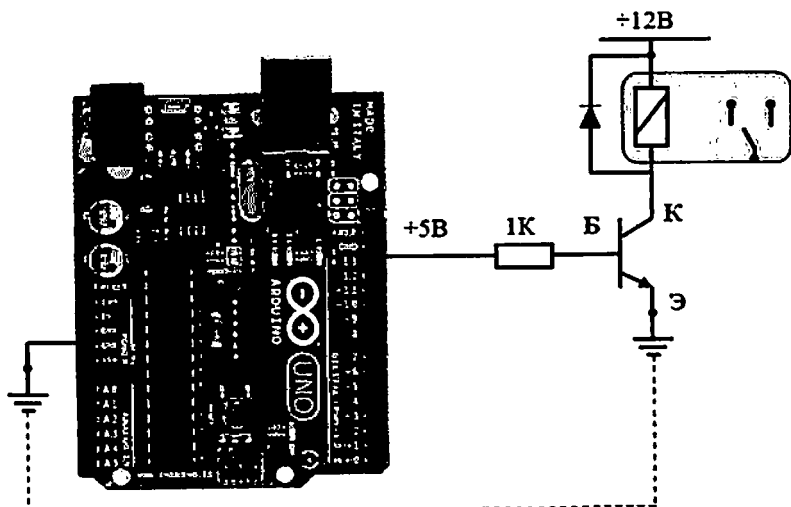
- tugma ( masalan, OMRON B3F modeli o'lchami 12 mm yoki o'xshashi);
- yorug'lik diodi;
- 470 Om qiymatli qarshilik;
- 1 kOm qiymatli qarshilik;
- 2N2222 rusumli tranzistor;
- 1N4007;
- 9 V li hoxishiy turdagi rele;
- maketlash platasi;
- 9 V kuchlanishli batarey;
- ulashlar uchun simlar.

Rele o'chayotgan vaqtda oson taniluvchi "shiqirlash" sodir bo'ladi. Releni o'chishini namoyish qilish uchun biz releni yorug'lik diodi va qarshilikdan tashkil topgan ikkinchi zanjirni o'chirib/yoquvchisi sifatida foydalanamiz. Bu misolda zanjir oddiy bo'lishi uchun faqat bitta manbaga ega bo'lamiz, lekin shuningdek rele mustaqil zanjirlarni boshqarish uchun ishlatiladi, ular turli manbalarga ega bo'lishlari mumkin.



5.11-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan tranzistor bilan releli sxema

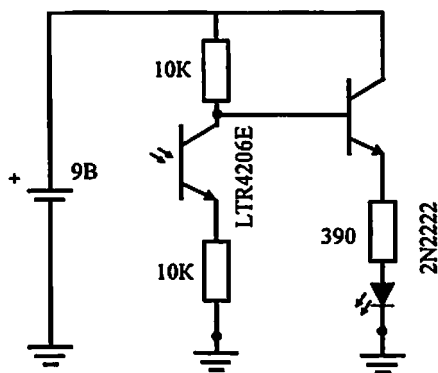
Mikrokontrollerlar va mantiqiy sxemalar odatda 5 V kuchlanishda ishlaydilar. Sizga releni 12 V orqali ishga tushirish kerak bo'ladi, vaholanki chiqishda 5 V mavjud. Bu holda tranzistor ishlatishimiz mumkin 5.12-rasmda ko'rsatilganidek yoki MOYA-tranzistoridan foydalanish mumkin.



5.12-rasm. 12 V li releni 5 V li signal bilan nazorat qilish sxemasi

### 5.6. Sezgir yorug'lik diodi

Bu bobdagi oxirgi misol tariqasida, qorong'i tushgan vaqtda yorug'lik diodini yonishini ta'minlovchi zanjir quraylik. Bizga atrof muhitni yorug'lik intensivligini aniqlash uchun datchik kerak bo'ladi. Bu vazifani foto qarshilik, foto diod yoki foto tranzistorlardan foydalanib hal qilish mumkin. Foto tranzistorning mahsus turini tanlaymiz, u ikki oyoqchaga ega: emitter va kollektor. Komponentga tushgan yorug'lik emitter va kollektor o'rtasida oquvchi tokning harakatini o'zgartiradi.



5.13-rasm. Sezgir yorug'lik diodili zanjir sxemasi

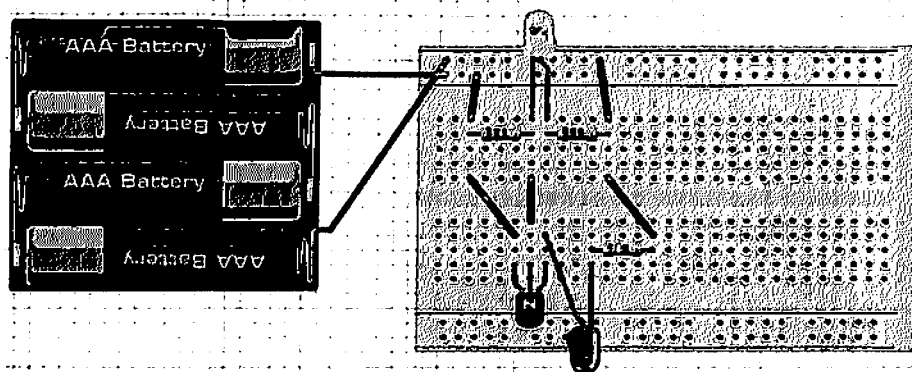
Sxemani maketlash platasida yig'ish uchun kerakli komponentlar:



- LTR4206E rusumli foto tranzistor;
- yuqori yorug'liq tarqatuvchi oq yorug'lik diodi;
- 390 Om qiymatli qarshilik;
- ikkita 10 kOm qiymatli qarshiliklar;
- 2N2222 rusumli NPN-turidagi tranzistor;
- 1N4007;
- maketlash platasi;
- uchta 1,5 V kuchlanishli batareyalar;
- ulashlar uchun simlar.

Qorong'ida foto tranzistor o'zini tranzistor kabi tutadi, unda baza toki nolga teng, ya'ni tok kollektor va emitter oralig'idan oqib o'tishi mumkun. Qurilmaga yetib kelgan yorug'lik, qiymati bo'yicha tranzistorning baza tokiga o'xshash tokka o'zgaradi va kollektor tokini oshiradi. LTR4206E rusumli foto tranzistori galogenli, fluoressentli lampalar yoki nakalli lampalar yorug'ligiga sezgir, u yorug'lik diodili lampalar bilan ishlamaydi! Foto tranzistorda oqib o'tayotgan tok n-p-n tranzistori bilan kuchaytiriladi, u yorug'lik diodini yoqadi. Yorug'lik diodini yorug'ligi xonaning yoritilganligiga proporsional ravishda o'zgaradi.

Internetdan o'xshash sxemalarni topish mumkun, ularda 3 V li disksimon batarey ishlatilgan. 3 V kuchlanishli batarey bo'lgani uchun ba'zi qarshiliklarning qiymatini o'zgartirish kerak bo'ladi. Sxemani shundek o'zgartirish mumkunki, unda yorug'lik diodi sekin o'chadi. Buning uchun zanjirga sig'im o'rnatilsa yetarlidir.



5.14-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan sezgir yorug'lik diodili zanjir sxemasi

### **Nazorat uchun savollar**

1. Tugma bosilganda yorug'lik diodi yonuvchi zanjirini qanday yig'iladi?
2. Sig'imning zaryadlanganini tekshirish uchun sxema qanday yig'iladi?
3. Yorug'lik diodini boshqarish uchun tranzistordan foydalanish sxemasini tushuntirib bering?
4. Tranzistor bilan releli zanjir sxemasini tushuntirib bering?
5. Sezgir yorug'lik diodili zanjir sxemasi maketlash plptasiga qanday yig'iladi?

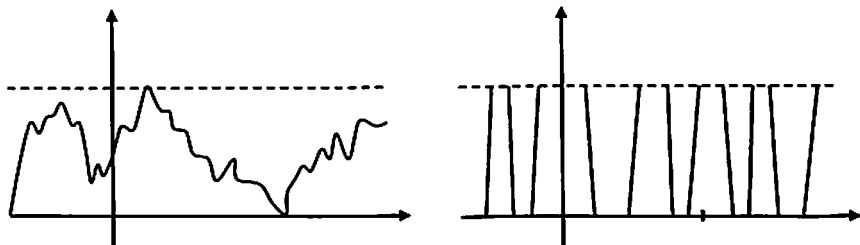
## VI bob. SIGNALLAR VA ULARNI O'LGHASH

Elektronika signallarni boshqarish sanati desak mubolag'a bo'lmaydi. Bu bobda biz elektr signallarni qanday qilib o'zgartirish va ularni elektron sxemalar yordamida yaratish haqida fikr yuritamiz.

Signal axborotni uzatish va almashish vositasidir. Almashuv muvaffaqiyatli o'tishi uchun, jo'natuvchi bilan qabul qiluvchi o'rtasida kelishuv o'rnatilishi kerak, u kelishuv qoidalari xabarni vaqti va tarkibini belgilab beradi. Bizga "Skayp" yoki elektron pochta orqali yozishimiz kerakmi? Balkim, biz qog'ozli varaqlarni ishlatarmiz, unda so'zlar yozilgan bo'ladi, dengizda ikki kema bir-biri bilan rangli bayroqlarni ishlatgandek yoki hatto telefon kaliti, ular qisqa elektr signallarini jo'natganidek. Agarda biz "Skayp" ni ishlatishga qaror qilsak, biz bekorga xabarimizni kutub turmaslik uchun aloqa vaqtini kelishib olishimiz kerak. Xabar shifrlanadi, chunki biz bir hil tilda gaplashamiz, shuningdek hariflar qanday yozilishi haqida kelishib olinishi kerak. Bu kelishuvlarning ko'pi odamlar bilan muloqatda inobatga olingan, chunki har gal takrorlanadi. Shundek qilib biz bitta uzatuvchi, bitta qabul qiluvchi va bitta uzatish kanaliga egamiz. Kanal qisman uzulishi mumkin, ya'ni shovqin munosabati bilan buzilgan: bu tuman bo'lishi mumkin, mehmonlarni baland tovushli suxbati yoki elektr razryadlari bo'lishi mumkin. Qabul qiluvchiga yetgan xabar shifrdan chiqarilgan bo'lishi kerak, so'ng uning tarkibidagi axborotni olish uchun izoxlangan bo'lishi kerak. Elektr toklari axborot tashuvchi sifatida signallarni yaratish uchun juda yaxshi ishlatilishi mumkin.

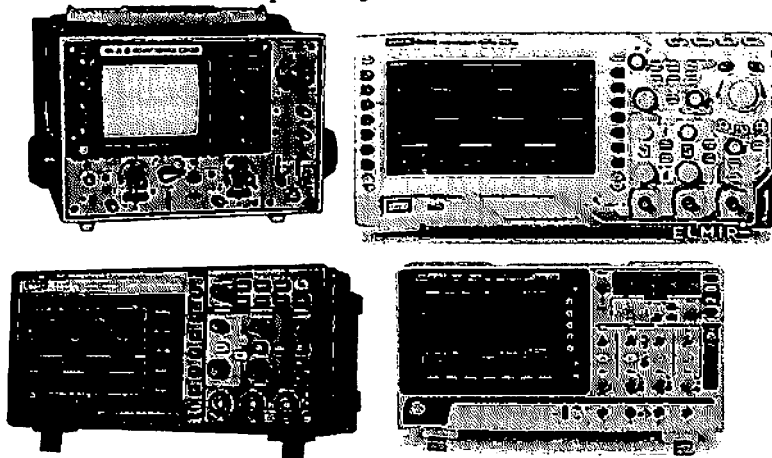
**Analog (uzuluksiz) va raqamli (uzulukli) signallar.** Mikrofon o'zgartiruvchi bo'lib, u tovush to'lqinlarining mexanik energiyasini elektr energiyasiga o'zgartiradi. Uning oyoqchalarida vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi signallarni olamiz, ya'ni ular tovush to'lqinlarini ozmi-ko'pmi tebranishlarga aniq mos ravishda hosil qiladi. Agarda bu signalning diogrammasini qurilsa, biz ancha jonli chiziqlarni olamiz. Bu turdagi signal ham analogli signal deb ataladi, chunki bu signal bu oraliqda minimumdan maksimumgachan hoxishiy har qanday qiymatni olishi mumkin. Raqamli signallar faqat ikki holatga ega bo'lishlari mumkin, minimal va maksimalga teng bo'lgan qiymatni. Bu turdagi signal hisoblash texnikasida ishlatiladi.

Ular odatda, doimiy vaqt qatorini hosil qilish uchun aniq o'rnatilgan ishlash vaqtiga ega. Har bir vaqt oralig'i faqat ma'lum qiymatga ega bo'lishi mumkin va bir bitga mos keladi.



6.1-rasm. Analog signal (chapda) ma'lum oraliq ichida hoxishiy qiymat olishi mumkun va raqamli signal (o'ngda) ikkita qiymat olishi mumkun

**Ossillograf.** Ossillograf juda foydali o'lchov asbobidir, u elektr signallarini ekranda aks ettiradi. O'lchov asbobi bir necha datchiklar bilan ta'minlangan, ishlatilish tamoili bo'yicha testrga o'xshashdir. Ossillografni vaqt oraliq'ini o'zgartirib sozlash mumkun, bu esa sekin va tez signallarni kuzatish imkonini beradi va bu signal amplitudasini o'zgartirish, ya'ni ularni kuchaytirish yoki kamaytirish mumkun hamda bu jarayonni ekranda kuzatish ham mumkun. Ossillografni aniq o'lchashdan ko'ra ko'proq miqdoriy baholash uchun ishlatiladi, ya'ni elektr signalini tutushini tushunish uchun, shuningdek tamirlash jarayonida buzulishlarni aniqlashda juda ham foydalidir.



6.2-rasm. Elektronika soxasida mutaxassislar tomanidan ko'p qo'llaniladigan ossillograflarning ko'rinishi

Bir necha yil avval analogli o'lchov asboblari ko'p ishlatilar edi, vaholanki zamonaviy o'lchov asboblari raqamli bo'lsa ham, eski analog

o'lov asboblarini ishlatilishining sababi signalga dastlabki ishlov berilmasdan signallarni ancha toza va aniq aks ettiriladi. Raqamli asboblar signallarni yassi ekranda ishlov berish va aks ettirish maqsadida bitlar ketma-ketligiga o'zgartiradi. Analog ossilograflarda kuchaytirilgan signallar "bevosita" elektron nurlarni ekranga yo'naltiradi. Har bir ossilograf o'tkazish yo'lagi bilan harakterlanadi: 10, 20, ... , 50, 100 MGs. O'tkazish yo'lagi maksimal bo'lishi mumkin bo'lgan chastotani ko'rsatadi yoki aks ettiriladigan signallarning tezligini bildiradi.

### 6.1. Signallar bilan ishlash

**Elektronika** – bu sust (kichik) toklarni boshqarish sanati, ya'ni elektr signallarini. Tranzistorlar va integral sxemalar kabi turli komponentlarni ishlatib, biz hoxishiy turdagi signalni hosil qilishimiz mumkin va uni hoxishimiz bo'yicha o'zgartirib kuchaytirishimiz, susaytirishimiz, qo'shishimiz, ajratishimiz, tozalashimiz va shovqinlar bilan ifloslantirishimiz mumkin.

Elektronika bo'yicha mutaxassislar uchun signallar toza va manbadagi signalga aniq mos bo'lishi kerak. Signallarni qabul qilish va ularni aslidan juda kam o'zgartirish oson bo'lib ko'rinishiga qaramay – bu juda ham murakkab masala. Shu sababli yaxshi sifatli kuchaytirgichlar juda qimmat turadi. Real sxemalar har doim o'zlaridan o'tuvchi signallarning shaklini o'zgartiradilar. Ba'zida aksi bo'ladi, signalni boshqa maqsadlarda shilatish uchun uni tubdan o'zgartirish ta'lab etiladi, masalan, turli sxemalarni boshqarish uchun, signalning "egriliklari" ga yashiringan alohida axborotlarni olish uchun.

Eng sodda signallardan biri bu sinusoidal to'lqin bo'lib, uni matematiklar quyidagicha yozadilar:

$$\text{To'lqin} = A \cdot \sin(\text{burchak})$$

"Sinus" so'zi funktsiyani bildiradi, qandaydir qora quti, natija olish uchun unga son kirgizishimiz mumkin, ya'ni yangi son. Qutiga sin burchakni  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gachan kirgizib, biz sinusoidal to'lqin kengligini (enini) olamiz, ya'ni birdan silliqlik minus birgachan o'tuvchi sonni olamiz. Agarda burchak  $360^\circ$  dan katta bo'lsa, natija boshidan takrorlanadi, masalan  $361^\circ$  da  $1^\circ$  dagi natijani beradi. Sin funktsiyani A soniga ko'paytirilsa uning amplitudasi  $+A$  dan  $-A$  gachan oraliqda tebranadi. Sin funktsiyasiga biz burchakni qo'shishimiz kerak, u songa o'zgaradi. Agarda biz vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi burchak hosil qilmoqchi bo'lsak, formulani quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$\text{To'liqin} = A \cdot \sin(k \cdot t)$$

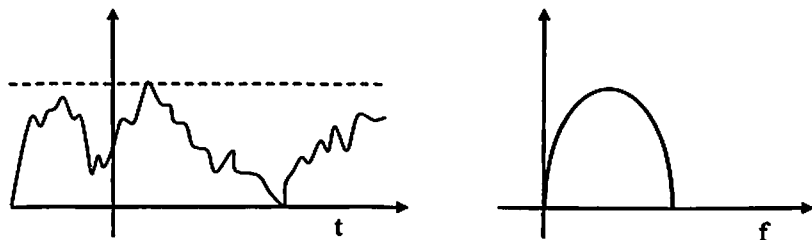
Vaqt  $t$  harifi bilan belgilanadi, bu o'zgaruvchi son, ya'ni boshlanish vaqtidan o'tgan sekundlar soni:  $t$  nol sekund, bir sekund, ikki sekund vahokazoni tashkil etishi mumkun.  $k$  harifi doimiy deb ataladi va bu son, u o'zgar olmaydi hamda  $t$  vaqtga ko'paytirilganda burcha xosi qiladi, u vaqt o'tishi bilan  $k$  ning qiymatiga bog'liq holda ozmi ko'pmi tez oshib boradi.

1822 yili fizik va matematik Jozef Fure uzoq vaqt davom etgan hisob – kitoblardan so'ng quyidagi hulosaga kelgan, signal ho xishiy shaklda yig'indi ko'rinishda ifodalanishi mumkun, hatto cheksiz sinusoidal to'liqlarni ham. Hatto sizning sevimli qo'shig'ingiz ham bundek formula yordamida bayon qilinishi mumkun:

$$\text{sevimli qo'shiq} = A_1 \cdot \sin(k_1 \cdot t) + A_2 \cdot \sin(k_2 \cdot t) + A_3 \cdot \sin(k_3 \cdot t) + \dots$$

Bu kashfiyotning ilmiy oqibatidan tashqari, Fure bu to'liqlarni aniq grafik yordamida aks ettirishga uringan, gorizontaal o'qda chastotani va vertikal o'qda amplitudani. Har bir sinusoida  $A$  koeffitsient bilan belgilangan o'ziga xos chastotaga va balandlikka ega, shundek qilib biz uni grafikda vertikal chiziq ko'rinishida tasvirlashimiz mumkun, uni *chastotali spektr* deb nomlanadi. Har bir elektr signali ikki hil tabiatga ega va "vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi " kabi va shuningdek chastotalar to'plami kabi ko'rilishi mumkun. Signalni matematik bir bayonidan boshqasiga o'tish uchun matematik mexanizmni *Fure o'zgartirish* deb nomlangan.

Bu nazariyaning eng bevosita ishlatilishiga misol qilib biz volyumentrlarda ko'rishimiz mumkun, ularni audioapparaturada topish mumkun, tushib chiqib turuvchi ustunlar ketma-ketligi.



6.3-rasm. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchi signal tasviri (chapda) va uning ekvivalent spektri (o'ngda)

Keyingi paragraflarda eng ko'p tarqalgan ba'zi signallar bilan operatsiyalarni bayon qilinadi va imkoniyat qadar amaliy sxemalar ham ko'riladi.

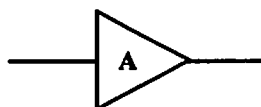
## 6.2. Kuchaytirgichlar

Elektronika soxasida eng ko'p tarqalgan operatsiya signallarni kuchaytirishdir. Signallar datchiklardan yoki boshqa zanjirlardan olinadi va ular juda sust bo'lishi mumkin. Signallar qabul qiluvchi qurilmaga kelishdan avval xavoda ko'p kilometrilar bosib o'tishi mumkin, uning tok kuchi bir necha mikroampnerni tashkil etishi mumkin. Ba'zida faqat shovqinni qabul qilamiz, u ham boshqa narsa emas, elektr signalidir. Kuchaytirgichning maqsadi bo'lib, signalni dastlabki shaklini o'zgartirmasdan signal amplitudasini to'g'ri kuchaytirish, bu yuqori aniqlikda ishlovchi qurilma ishqibozlarining asosiy muammosi.

Oldingi asirda signallarni kuchaytirish uchun elektron lampalar ishlatilgan, ko'p oyoqchali lampalarning mahsus turi. Ishlash tamoyili quyidagidan iborat, katta bo'lmagan tok katta tokni o'zgartirishi mumkin. Bugungi kunda elektron lampalar kam tarqalgan, vaholanki xozir ham ba'zi qurilmalarda ishlatiladi, masalan, radiouzatuvchilarda, muzika qurilmalari uchun kuchaytirgichlarda yoki Hi-Fi – apparatlarda. Bu lampalar signallarni yuqori tozalikda va aniqlikda kuchaytirganliklari sababli ko'pchilikka taniqlidir, ammo afsuski katta ishchi kuchlanish ta'lab etadi 100 V, juda qiziydi, vaqt o'tishi bilan eskiradi va shuningdek juda nozik, chunki shishadan tayyorlangan.

1947 yilda tranzistor yaratilgan, u elektron lampalardek signallarni unchalik samarali kuchaytirmaydi, lekin ancha uzoq vaqt ishlatiladi va ihcham o'lchamlarga ega. Tranzistorlar turli ko'rsatgichli kuchaytirgichlarni hosil qilish uchun turli usullarda ulanishlari mumkin. Integral sxemalar ixtiro qilingandan so'ng bitta mikrosxemada (chipda) tayyorlangan birinchi kuchaytirgichlar savdoga chiqarila boshlandi. Bu komponentlarning ishlashi uchun faqat bir necha tashqi passiv komponentlar ulanishi zarur. Ba'zi zamonaviy mikrosxemalar yetarli quvvatni ta'minlaydi, hatto o'nlab vatt va tovush karnaklariga xavfsiz ulash uchun mo'ljallangan.

Umumiy kuchaytirgich uchun shartli grafik belgilanish oddiy uchburchak shaklga ega 6.4-rasmda ko'rsatilganidek. Kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsienti bilan harakterlanadi, ya'ni kirish signali ko'paytiriladigan son bilan.



6.4-rasm. Umumiy kuchaytirgichning shartli grafik belgilanishi

Signalning hoxishiy turiga javob beradigan kuchaytirgichli zanjirni qurish yetarli darajada murakkab, shu sababli har bir holatga mo'ljallangan mahsuslashtirilgan sxemalar mavjud. Masalan, tovush signallari uchun kuchaytirgich, radiochastotalar kuchaytirgichi, juda sust signallar uchun kuchaytirgich, katta tovush karnaklarini boshqarish uchun quvvat kuchaytirgichlari. Oraliq kuchaytirgichlar, shuningdek zanjirning turli qismlarini ajratib qo'yish uchun ishlatiladigan bittali kuchaytirish kuchaytirgichlari.

**Shovqin.** Shovqin elektronlarni tasodifiy harakatidan hosil bo'ladi, shuningdek kesishgan elektr kabellari va zanjirlardagi tebranish hosil qiluvchi ko'p sonli sabablar tufayli. Har bir signal har doim shovqin bilan birgalikda harakatlanadi, bundan qochib bo'lmaydi. Shu sababli shovqinlarning umumiy sonini nechtaligini hisobga olish kerak emas, signal bilan shovqin o'rtasidagi nisbat nechtaligini inobatga olish kerak (SNR kabi belgilanadi yoki signal-shovqin nisbati). Bu nisbatning qiymati qancha ko'p bo'lsa, signal shuncha ko'p shovqindan "ajralgan" va natijada yaxshi farqlanadi. Yaxshi kuchaytirgich signalni kuchaytirishi va shovqinni qaytishiga yo'l qo'ymasdan kamaytirishi kerak.

Kuchaytirish koeffitsienti, shuningdek signal-shovqin nisbati, odatda desibellarda ifodalanadi, chunki kuchlanishlar, toklar yoki quvvatning o'rtasidagi nisbatni bayon qiladi.

**Desibel.** Desibellar ikkita juda turli bo'lgan kattaliklar o'rtasidagi nisbatni qulay belgilash uchun ishlatiladi. Biz solishtirayotgan o'zgaruvchining turiga bog'liq bo'lgan holda ikkita turli formula ishlatiladi: birinchisi kuchlanish kabi kattaliklarni solishtirish uchun, ikkinchisi esa quvvatlarni solishtirish uchun. Hisoblashlar uchun asosi 10 ga teng logarifm ishlatilishi kerak, juda ham chuqurlashtirmasdan bu funksiyani hisoblash jadvalidan topish mumkin. *Logarifm* – bu operator, u sonni o'zgartiradi va katta kattaliklarni juda kichik kattaliklar bilan solishtirishga yordam beradi.

Ikki  $U_1$  va  $U_2$  kuchlanishlarni solishtirish uchun formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



$$dB = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{U_2}{U_1} \right)$$

Quvvat uchun formula:

$$dB = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$$

Logarifm o'zini ma'lum tutishiga ega; agarda kuchlanishlar o'rtasidagi nisbat birdan katta bo'lsa, u holda desibel musbat ishoraga ega bo'ladi, agarda nisbat birga teng bo'lsa, biz nol desibelga ega bo'lamiz va birdan kichik nisbat uchun desibel qiymati manfiy bo'ladi. Kuchaytirish koeffitsientini desibelda ifodalanganligini ko'p uchratish mumkun.

Agarda chiqish signali yigirmata kirish signaliga teng bo'lsa, u holda kuchaytirish koeffitsienti 20 desibelni tashkil etadi, biz quyidagiga ega bo'lamiz:

$$20 \log_{10}(20) = 26,02 \text{ dB}$$

Agarda kirish signali chiqish signaliga teng bo'lsa, kuchaytirish koeffitsienti birga teng bo'ladi yoki nol desibel bo'ladi:

$$20 \log_{10}(1) = 0 \text{ dB}$$

Kuchaytirish koeffitsienti 100 bo'lganda 40 desibelga teng:

$$20 \log_{10}(100) = 40 \text{ dB}$$

Agarda kuchaytirish koeffitsienti 100 gachan yetsa, bizda 60 desibel bor:

$$20 \log_{10}(1000) = 60 \text{ dB}$$

**Impedans.** Bu ko'rsatgichni kuchaytirgichni ishlatilishida yoki loyihalashtirishda hisobga olish kerak bo'ladi, bu uning kompleks qarshiligi. *Impedans* – bu qarshilik, kuchaytirgichni kirish signaliga bog'liq bo'lgan holda uni signal manbai "ko'radi". Qachonki impedans yuqori bo'lsa, kuchaytirgich zanjirdan uncha katta bo'lmagan tokni yutadi, uni biz uning kirishiga ulaymiz. Agarda biz juda sust signalga ega bo'lsak, masalan mikrofondan yoki antennadan, kirishida katta impedans bo'lishi muhim, buning sharofati tufayli tok istemol qilinmaydi va signal so'nmaydi. Impedans juda murakkab tarifga ega, u mahsus sonlarni ishlatishni ta'lab etadi, mavxum deb ataluvchi. Oddiy atamalar bilan aytganda, bu qarshilik, u o'zgaruvchan signalga qarshi turuvchi, u om da o'lchanadi va Z harifi bilan belgilanadi hamda signal chastotasiga bog'liq. Qarshiliklarga qo'shimcha sifatida, sig'implar va induktiv g'altaklar ham impedansga ega, ular ma'lum chastotada tebranuvchi o'zgaruvchan tokni o'tishiga to'sqinlik qiladi.

**Operatsion kuchaytirgichlar (OK).** Tajribamdan ma'lumki, har doim eng katta muammo zanjirni ishlashini tekshirish uchun tegishli asboblarning yo'qligi bo'lgan, ossillograf va signallar generatori bo'lsa bizni ishdan hech narsa to'xtata orlmaydi! Afsuski bu asboblari har doim ham bo'lavermaydi va ular ancha qimmat hamda ularni har kim ham sotib olish imkoni yo'q. Bu muammoni oson va samarali yechimini operatsion kuchaytirgichlar taklif etadilar, uncha katta bo'lmagan integral sxemalar, ular ikkita alohida kirishli kuchaytirgichlar. Ikki kirishidan biri signalni o'zgartirmasdan uzatadi, ikkinchisi esa shu vaqtda signalni invertlaydi (ishorasini o'zgartiradi).

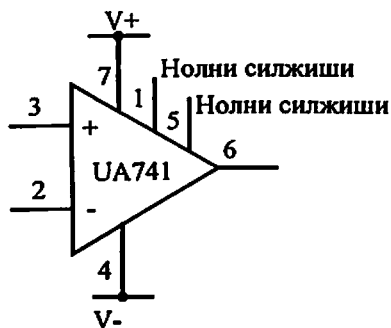
Kuchaytirgichning bu turini differensial kuchaytirgich deb nomlanadi va turli vazifalarga moslashtirish juda oson, bir necha komponentlarni qo'shilsa uni kuchaytirgich yoki signallarga ishlov berish qurilmasi kabi ishlatish mumkin bo'ladi. Kuchaytirgichning bu turi analogli signallar bilan ishlovchi kompyuterlar uchun loyihalashtirilgan. 1970 yillar analog hisoblash mashinalari differensial tenglamalarni yechish va ba'zi modellashtirish masalalarni amalga oshirish uchun ishlatilgan. Bu uncha katta bo'lmagan hisoblash mashinalari analogli hisoblagichlarga asoslangan bo'lib, ular signalni kuchaytirish, qo'shish va boshqa operatsiyalarni amalga oshira olganlar. Hozirgi kunda analog hisoblash mashinalari ishlatilmaydi. Lekin uning elementlari operatsion kuchaytirgichlar turli qurilmalar tarkibida foydalaniladi.

Operatsion kuchaytirgichning shartli grafik belgilanishi oddiy uchburchak bo'lib, unda ikki kirish "plyus" va "minus" bilan belgilangan hamda chiqishi ko'rsatilgan. Aslida esa bu komponent juda murakkab, chunki o'nlab kichik tranzistorlardan tashkil topgan bo'lib, u bir kremnili asosga joylashgan va g'illoflangan.

Operatsion kuchaytirgichlarning eng tanilgan modellari  $\mu A741$  uni DIP g'illofda 8 ta oyoqcha bilan ishlab chiqariladi.  $\mu A741$  kuchaytirgichning 1 va 5 nomerli oyoqchalari surilishni boshqarish uchun xizmat qiladi, ya'ni kuchaytirgichning chiqishida kuchlanish nolga tengligiga ishonch hosil qilish uchun, qachonki uning ikki kirishida signal bir hilda bo'lganda. Operatsion kuchaytirgichning chiqishida kerak bo'lmagan kuchlanish bor bo'lib qolish holati ham bo'lishi mumkin. Ikki oyoqcha va markaziy oyoqchalar o'rtasiga trimmer ulash orqali uni yo'q qilinadi, ular manfiy manbaga ulangan. Surilishni tashlash uchun multimetr zarur bo'ladi, o'lchash simining bir uchi yerga ulanadi va boshqasi esa oltinchi oyoqchasiga ulanadi (OK

chiqish signali). Absolyut kuchlanish bilan ishlanganda surilish kerak bo'lmagan holatdir, lekin kuchaytirgich kuchaytirish uchun ishlatilganda esa surilishning hech qanday ta'siri bo'lmaydi.

Barcha ishlab chiqaruvchi firmalar operatsion kuchaytirgichlarni turli ko'rsatgichlilarini va turli o'lcham hamda g'ilofda havola qilmoqdalar. Ba'zi taniqli modellari: TL081, LF231, TL082 bitta g'ilofda ikkita OK, TL084 bitta g'ilofda to'rtta OK. Operatsion kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsienti yuqori bo'lgan differensial kuchaytirgichdan iborat, ya'ni o'zining kirishlarida signallar farqini hosil qila oladigan va ularni "invertlovchi" hamda "invertlmaydigan" deb nomlangan zanjirdir. Invertlmaydigan kirishiga 5 V va invertlaydigan kirishiga 3 V berilganda, chiqishida 2 V kuchlanish o'lchanishi kerak. Ma'lum vaqtda ba'zi muxandislar sezib qoldilarki, kirishiga kuchlanish berib chiqishida qiziq effekt olish mumkun ekan. Bu kuzatish boshqarish va avtomatizatsiyalashtirish nazariyasining asosi bo'ladi: signal qaerdan beriladi va u qanday effekt beradi, kutilgan hatolik o'lchanadi so'ng o'lchash hatoligi signalga tuzatish kritish uchun ishlatiladi. Bu mexanizm ma'lum operatsiyalarni bajarilishi nazoratli va turg'un olib borilishini kafolatlaydi.



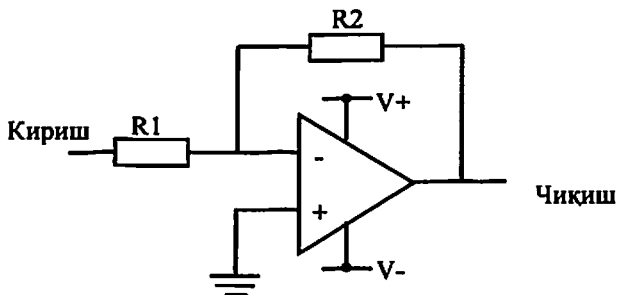
6.5-rasm. UA741 rusumli operatsion kuchaytirgichining shartli grafik belgilanishi

Bu kuchaytirgichlarning kirishlari yuqori qarshilikka ega, bu esa ularga ulanadigan datchiklardagi toklarni yutmasligini bildiradi. Chiqishlarida bir necha o'n milliamper tok bo'lishi mumkun.

Yagona kamchilik quyidagidan iborat, operatsion kuchaytirgichning ishlashi uchun yerga nisbatan ikki qutbli manba ta'lab etiladi, musbat va manfiy manba. Biz ikkita batarey ishlatishimiz mumkun.

**Invertlovchi kuchaytirgich.** Eng sodda operatsion kuchaytirgich bu invertlovchi kuchaytirgichdir, ya'ni chiqish signali kirish signaliga nisbattan inverlanuvchi kuchaytirgich. Agarda biz uning kirishiga musbat signal bersak, uning chiqishida esa manfiy signal o'laymiz va aksi. Bu sxema turini yaratish uchun ikkita qarshilik kerak bo'ladi, ular kuchaytirish koeffitsientini aniqlaydi, ya'ni kirish signali necha marotaba kuchaytiriladi.

R2 qarshilik zanjirning chiqishi bilan kirishi o'rtasiga shundek ulanganki, signalni bir qismini kirishga olib kelishi kerak va kuchaytirish koeffitsientini chegaralasin. Invertlamaydigan kirishi bevosita yerga ulangan va sxema ikkita manba bilan ishlaydi, ya'ni musbat kuchlanish, manfiy kuchlanish va umumiy yer. *Ko'p tarqalgan hatolik yerni manfiy manbaga ulanishidir.*



6.6-rasm. Operatsion kuchaytirgich asosidagi invertlovchi kuchaytirgichning sxemasi

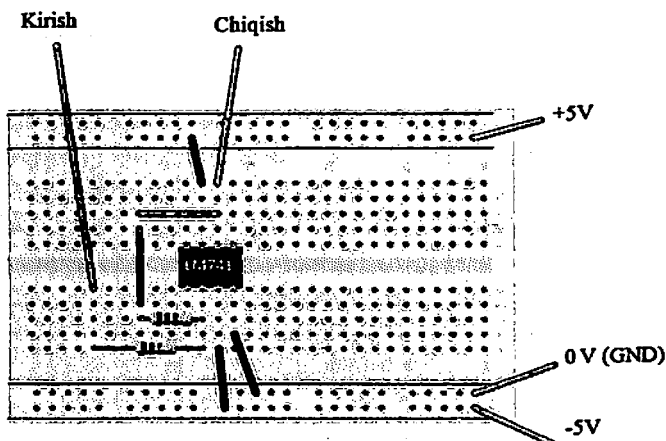
Chiqish signali quyidagi formula yordamida hisblanadi, u yerda biz kuchaytirish koeffitsienti ikki qarshilik o'rtasidagi nisbatga bog'liq ekanligini kuzatamiz.

$$U_{chiq} = -U_{kir} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

Agarda R1 teng bo'lsa 1 kOm va R2 teng bo'lsa 10 kOm, kuchaytirish koeffitsienti teng bo'ladi -10. Juda oddiy!

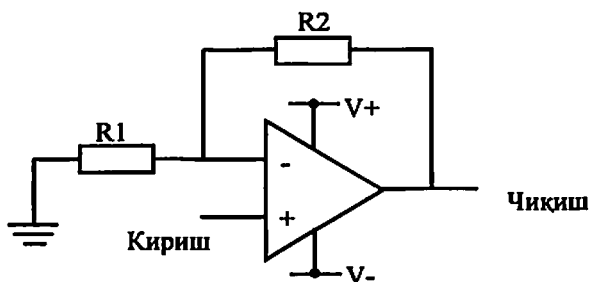
Agarda biz bu kuchaytirgichni o'zgaruvchi signallarni kuchaytirish uchun ishlatishni xoxlasak, mikrofondan kelayotgan audio signal uchun, u holda biz uni ajratib qo'yishimiz (izolirovat) kerak, kirishiga va chiqishiga bitta 10 yoki 50 mkF qiymatli elektrolitik sig'imni ulash orqali. Sig'imlar o'zgarmas toklarni bloklaydi va faqat o'zgaruvchi signallarni o'tkazadi, aslida kuchaytirgichni ajratib qo'yib.

Turg'un bo'lmagan tutish holatini oldini olish uchun ba'zi extiyot choralar ishlatiladi, masalan, yer bilan manba oralig'iga 100 pF qiymatli sig'imni ulash orqali. Sig'im iloji boricha oyoqchalarga yaqin joylashtirilishi kerak.



6.7-rasm. Maket platasida joriy etilgan invertlovchi kuchaytirgich

**Invertlamaydigan kuchaytirgich.** Oldingi sxemani bir oz o'zgartirib, biz invertlamaydigan kuchaytirgichni joriy etamiz, unda chiqish signalining ishorasi kirishdagi signal ishorasi bilan bir hil bo'ladi. R1 qarshilikni yer bilan invertlovchi kirish o'rtasiga ulanadi va operatsion kuchaytirgichning invertlamaydigan kirishiga bevosita kirish signali beriladi.

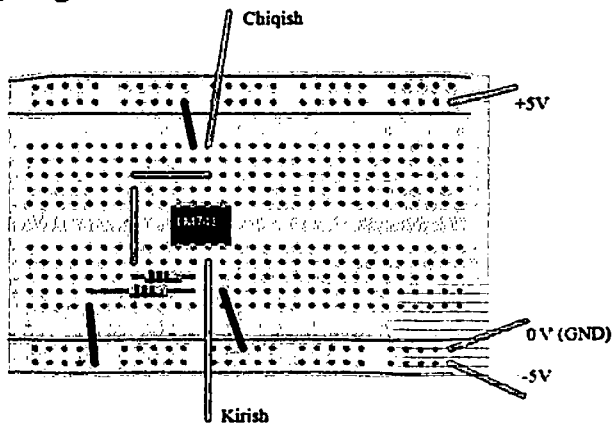


6.8-rasm. Invertlamaydigan kuchaytirgichning sxemasi

Rasmda berilgan sxema uchun kuchaytirish koeffitsienti ikki qarshiliklar o'rtasidagi nisbatga bir qo'shilganiga teng bo'ladi. Chiqish kuchlanishi quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkun:

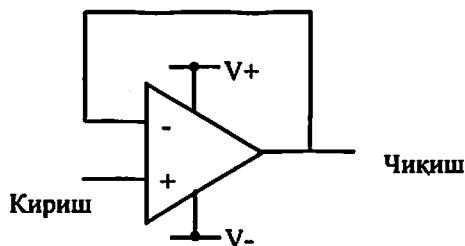
$$U_{chiq} = U_{kir} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

R1 teng 1 kOm va R2 teng 10 kOm bo'lganda, kuchaytirish ko'effitsienti 11 teng bo'ladi.



6.9-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan invertlamaydigan kuchaytirgich

**Bufer kuchaytirgichi.** Operatsion kuchaytirgichning chiqishini bevosita invertlash kirishiga ulansa nima bo'ladi? Biz kuchaytirish ko'effitsienti birga teng bo'lgan kuchaytirgichga egamiz. Kuchaytirmaydigan kuchaytirgich nima uchun kerak? Bu turdagi kuchaytirgich bufer deb nomlanadi, u juda foydali komponent, chunki u ajratuvchi sifatida ishlatiladi: tarqalib ketishni (rasseivaniya) oldini olish uchun yuqori kirish impedansni ishlatadi yoki juda sust signallarni yutadi va ularni chiqishga chiqaradi, u eng yuqori tokni ta'minlashi mumkin.



6.10-rasm. Bitta kuchaytirishli bufer kuchaytirgich sxemasi

Uni ishlash tamoilini tushinish uchun biz signal hatoligini hisobga olishimiz kerak, ya'ni invertlanmaydigan kirishiga ( $U_+$ ) va

invertlanadigan kirishiga ( $U_-$ ) beriladigan signallarning o'rtasidagi farq. Chiqish signali kirishga beriladi va agar ikki signal teng bo'ladigan bo'lsa, u holda  $U_+$  va  $U_-$  kuchlanishlar orasidagi farq nolga teng bo'lishi kerak.

$$U_+ - U_- = 0$$

Sxemani kuzatib, biz ko'rayapmizki  $U_+$  kirish  $U_{kir}$  signaliga teng va  $U_-$  chiqish  $U_{chiq}$  signaliga teng. U holda biz formulani quyidagicha yozishimiz mumkin bo'ladi:

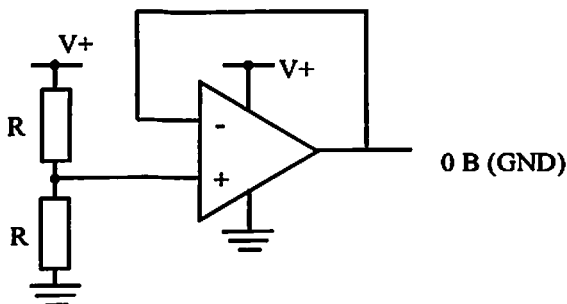
$$U_{kir} - U_{chiq} = 0$$

So'ng kirish va chiqish signallari bir hil ekanligiga ishonch hosil qilinadi:

$$U_{kir} = U_{chiq}$$

**Vazin generatori.** Operatsion kuchaytirgichlar ikkita manba talab etadi. Biz ikkita ketma-ket ulangan batareylarni ishlatishimiz mumkun, bir-biri bilan ulanish nuqtasida kuchlanish 0 V li. Agarda bizda bitta manba bo'lsa, qiymatlari bir necha o'n kiloom bo'lgan ikki qarshilikdan iborat kuchlanish bo'luvchisini ishlatishimiz mumkun. Buluvchilar odatda turg'un kuchlanishni kafolatlamaydi, boshqa komponentlarning ulanishiga bog'liq holda o'zgarishi mumkun.

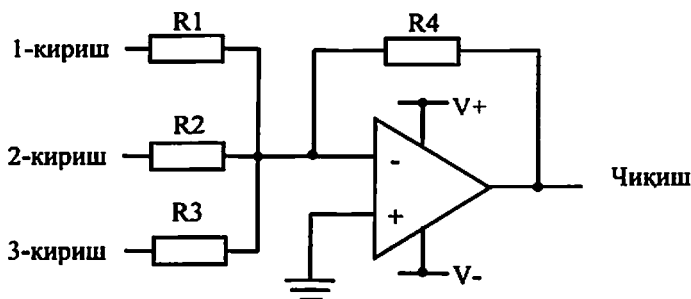
Bufer tamoilida qurilgan operatsion kuchaytirgich bilan biz bo'luvchini "himoyalash" va 0 V kuchlanish hosil qilishimiz mumkun, kirishdagi kuchlanishga mos. Operatsion kuchaytirgich kuchlanish bo'luvchisidan tokni yutmaydi, shu bilan qarshiliklarda kuzatgan kuchlanish tushishi saqlanadi.



6.11-rasm. Bufer va kuchlanish bo'luvchisidan tashkil topgan vazin generatorining sxemasi

**Summator.** Bu komponent signallarni qo'shish uchun mo'ljallangan. Biz u qurilmani invertlovchi kuchaytirgich yordamida amalga oshirishimiz mumkin, qancha signalni qo'shmoqchi bo'lsak kirishiga shuncha qarshilik o'rnatish orqali. Kirish qarshiligi shuningdek o'zgaruvchi qarshilik bo'lishi ham mumkin (trimmer yoki potensiometr), har bir kirish signalining kuchaytirish koeffitsientini o'zgartirish mumkin bo'lishi uchun. Har bir kirish signali o'zining mustaqil kuchaytirish koeffitsientiga ega va chiqish signali quyidagi formula orqali hisoblanishi mumkin:

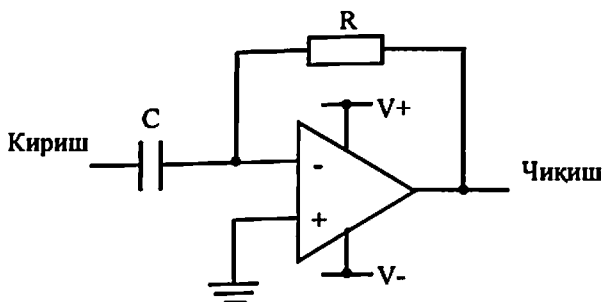
$$U_{chiq} = -U_1 \cdot \left(\frac{R_4}{R_1}\right) - U_2 \cdot \left(\frac{R_4}{R_2}\right) - U_3 \cdot \left(\frac{R_4}{R_3}\right)$$



6.12-rasm.Summatorning sxemasi

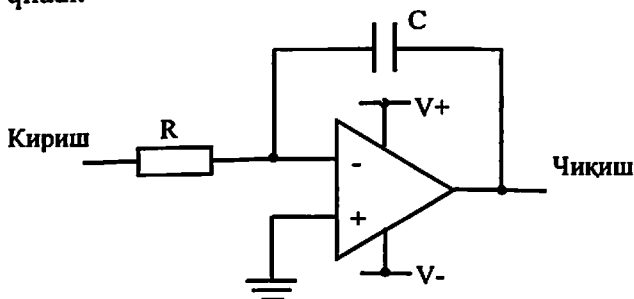
**Integrator.** Invertlovchi kuchaytirgichning kirish bilan chiqish o'rtasidagi qarshilikni sig'im bilan o'zgartirilsa nima bo'ladi? Biz alohida zanjir yaratamiz, uni integrator deb ataladi va signalning yuzasini hisoblash uchun ishlatish mumkin bo'ladi. Bu qurilmani bevosita va amaliy jixatidan samaraliy ishlatilishi to'g'ri to'rtburchakli signallarni uchburchakli signalga o'zgartirishdir. Sig'imga parallel bir necha MOm qiymatli qarshilik ulash kerak bo'ladi, chunki aks holda chiqish signali 0 V qiymatdan sekin-asta og'ish tendensiyasiga ega. Invertlovchi kirish bilan yerning o'rtasiga qarshilik ulash kerak, integratorning turg'unligini yaxshilash uchun. Bu qarshilik qiymati quyidagiga teng bo'lishi kerak, parallel ulangan qarshilik va parallel sig'im qarshiligining ekvivalent qarshiligiga teng bo'lishi kerak.





6.13-rasm.Integratorning sxemasi

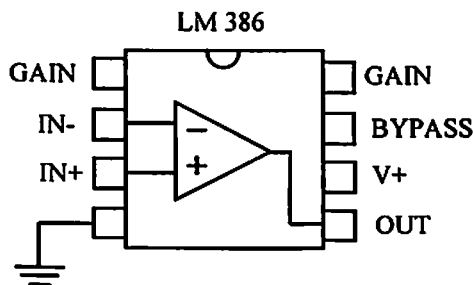
**Differensiator.** Agarda integratordagi qarshilik bilan sig‘imni o‘rnini almashtirsak, biz differensiallovchi zanjirni hosil qilamiz, ya‘ni u kirish signalining o‘zgarish tezligiga proporsional signal hosil qiladi, integratorga teskari tamoilda ishlaydi. Agarda differensiator uchbursaksimon signalni qabul qilsa, chiqishida to‘rtburchaksimon signal hosil qiladi.



6.14-rasm.Differensiatorning elektr sxemasi

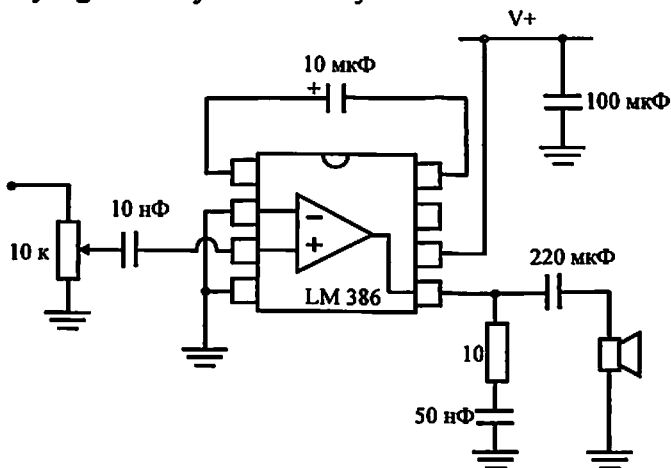
Sxemaning turg‘un ishlashini ta‘minlash uchun uning kirishi bilan chiqishining o‘rtasiga bir necha o‘n pikofaradali sig‘im va shuningdek kirishiga qarshilik o‘rnatilishi kerak bo‘ladi.

**LM386 integrallashtirilgan tovush kuchaytirgichi.** Operatsion kuchaytirgich uncha katta bo‘lmagan tovush karnagini ishlatish uchun yaramaydi. Bu maqsadlar uchun tovush kuchaytirgichi ko‘rinishida ishlab chiqarilgan integral sxemani ishlatish maqsadga muvofiq bo‘ladi. LM386 – bu uncha katta bo‘lmagan mikrosxema (chip), batareydan manba taminlanadi, tejamkor va 1 Vt quvvatni ta‘minlay oladi.



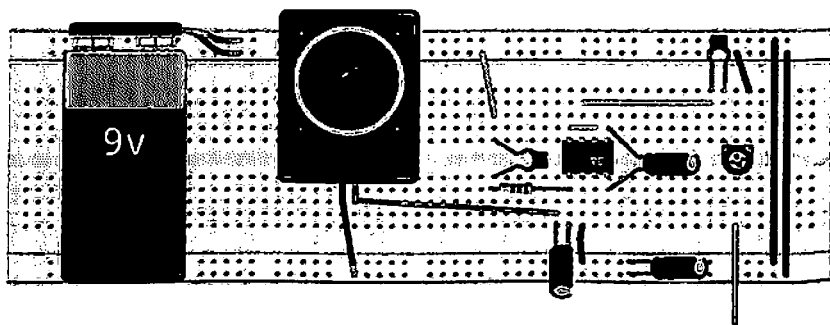
6.15-rasm. LM386 tovush kuchaytirgichining oyoqchalarini joylashishi

Mikrosxema DIP-g'ilofda ishlab chiqariladi, 8 ta oyoqchasi bor va u ikki qutbli manba talab etmaydi. Shu sababli elektronika ishqibozlarining o'rtasida u ko'p taniqli va tarqalgan, undan kichik va ihsam kuchaytirgichlarni yaratishda foydalanadilar.



6.16-rasm. LM386 chipdan foydalanib tuzilgan oddiy tovush kuchaytirgich sxemasi

LM386 chip o'z navbatida quvvat operatsion kuchaytirgichidir, u ikki kirishga ega: invertlovchi va invertlamaydigan. Kuchaytirish koeffitsienti 20 yoki 200 tashkil etishi mumkin va uni 10 mF sig'im qo'shib o'zgartirish mumkin. Kirish oyoqchasiga (5 nomerli) tovuv balandligini boshqarish uchun 10 kOm qiymatli trimmer (o'zgaruvchan qarshilik) ulanadi. Tovush karnagi 8 Om qiymatli impedansga ega bo'lishi kerak.



6.17-rasm. LM386 chipdan foydalanib maketlash platasida yig'ilgan tovush kuchaytirgichi

Agarda siz xoxlasangiz, sxemani maketlash platasida joriy etishingiz mumkin va uni kichik qutiga joylashtirish ham mumkin, laboratoriyangizda har doim uncha katta bo'lmagan kuchaytirgich bo'lsa yaxshi bo'ladi.

### 6.3. Filtrlar

**Filtr** – bu qurilma signalni cheklaydi yoki tanlab oladi. ADSL uchun filtr telefon signalini ajratishga ishlatiladi, u 4 kGs chastotagachan tashkil topgan va shu kanalda mavjud ADSL – modem uchun signal 4 kGs chastotadan ortiq filtrsiz biz ikki signalning aralashmasini eshitgan bo'lar edik, u na bizga va na modemga xush keladi. Elektron dunyoda filtrlar hamma joyda mavjud, ko'pincha ular halaqit ham qiladi, chunki komponentlarning ma'lum tartibda ishlatilishi, zanjir ishlov berishi mumkin bo'lgan chastotani cheklab qo'yadi. Filtrlarning ikki katta oilasi mavjud: passiv va faol. Passiv filtrlar quyidagi oddiy komponentlar yordamida joriy etiladi: qarshilik, sig'im va induktiv g'altak. Odatda, ular signallarni susaytiradi va kuchsiz signallar bilan ishlash uchun yaramaydi, undan tashqari aniqligi va samarasi kam. Faol filtrlar o'z tarkibiga kuchaytirgich va bir necha passiv komponentlarni oladi. Ular kichik signallar bilan ishlay oladilar, ularning aniqligi va samaradorligi ancha yuqori, lekin joriy etish uchun murakkab sxemalarni ishlatish kerak bo'ladi.

Analog va raqamli filtrlar bor. *Raqamli filtrlar* ishlov berilishi kerak bo'lgan signallarni bitlar ketma-ketligiga o'zgartirilishini talab etadi va DSP (Digital Signal Processor-sifrovoy signalni protsessor-raqamli signal protsessori) deb nomlanuvchi mahsus ishlov berish sxemasi yordamida signallarga ishlov beriladi. DSP – bu uncha katta

bo'lmagan mahsus hisoblash mashinasi, u signal kadri uchun matematik hisoblarni juda tez bajaradi. Shundek qilib filtr, dasturiy ta'minot orqali joriy etiladi, bu oddiy element emas, uning hisoblash quvvati juda yuqori. Siz chastotani filtrlashni aniq va samarali amalga oshiruvchi sxemani yaratishingiz mumkin va ajoyib narsalarni hosil qilishingiz mumkin, masalan, signalni navbatdagi kadrini bashorat qilish kabi. Bunde qurilmalarni hozirgi zamon musiqa studiyalarida ishlatish mumkin, unda butun orkestrning tovushlarini alohida yozish mumkin.

Bu bobda biz vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi signallarni boshqarish uchun mo'ljallangan oddiy analog filtrlarni ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Filtrlar signalga nisbatan tutishi bo'yicha turlarga ajratiladi. Ular quyidagilar:

- past chastota (PCh) – ma'lum chastotadan past qiymatli chastotani o'tkazib yuboradi;
- yuqori chastota (VCh) – qirqilish chastotasidan yuqori chastotani o'tkazib yuboradi;
- yo'lakli – ba'zi o'tkazish yo'lagidagi chastotalarni o'tkazadi;
- to'siqlovchi – ma'lum yo'lakli chastotalarni to'suvchi.

**Past chastota filtri.** Filtrni eng oddiy yaratish usuli bu sig'im va qarshilikni ulash orqali amalga oshirishdir, sig'im qarshilik bilan yerning orasiga ulanishi kerak bo'ladi. Yuqoridagi komponentlarga bag'ishlangan bobda ko'rganimizdek, sig'im o'zgarmas tok sharoitida huddi ochiq konturlar kabi tutadi, chastota oshishi bilan qarshilikka ega bo'ladi, u sekin asta nolga yetguncha kamayadi yoki juda kichik qiymatga yetguncha. Agarda 6.18-rasmda keltirilgan sxemadagi filtr kirishiga o'zgarmas signal berilsa, biz hech narsa ko'ra olmaymiz, signal qarshilik orqali o'tib sig'imda hech qanday hodisa sodir qilmaydi. Agarda signal chastotasi juda yuqori bo'lganda edi, sig'im o'zini qarshilik kabi tutgan bo'lar edi yoki hatto ulanish bo'lib, kelgan signalni to'liq yo'q qililar edi.



6.18-rasm. Past chastota filtrining sxemasi (chapda) va ishlashini grafik aks ettirilishi (o'ngda)

Filtrlash hodisasi grafik ko‘rinishda ifodalanishi mumkun, u har bir bo‘lishi mumkun chastota uchun so‘nish hodisasini ko‘rsatadi. Egri chiziq 0 Gs da boshlanadi, so‘ng tezda so‘nadi: chastotaning ma’lum qiymatidan keyin hech qanday signal o‘tish imkoniyatiga ega bo‘lmaydi. R va C kombinatsiyasi filtrning qirqish chastotasini aniqlaydi. Qirqish chastotasi aniq emas va shuning uchun uning aniq qiymatini aniqlash qiyin. Shu sababli 3 dB ko‘rsatiladi, ya’ni shundek chastota ko‘rsatiladiki, uning uchun chiqish quvvati kirish quvvatining yarmini tashkil etuvchi. Filtr kabi oddiy sxema uchun kesish chastotasini hisoblash murakkab emas, buning uchun formulani bilish kifoyadir. Qirqish chastotasi quyidagi formula orqali hisblanadi.

$$\omega_{qir} = \frac{1}{2P \cdot R \cdot C}$$

R qarshilik qiymati omda, S – sig‘im qiymati faradada va 2P 6,28 atrofidagi sonni tashkil etadi. 1 kOm qarshilik va 100 pF sig‘im bilan chastota 1,5 kGs teng bo‘ladi:

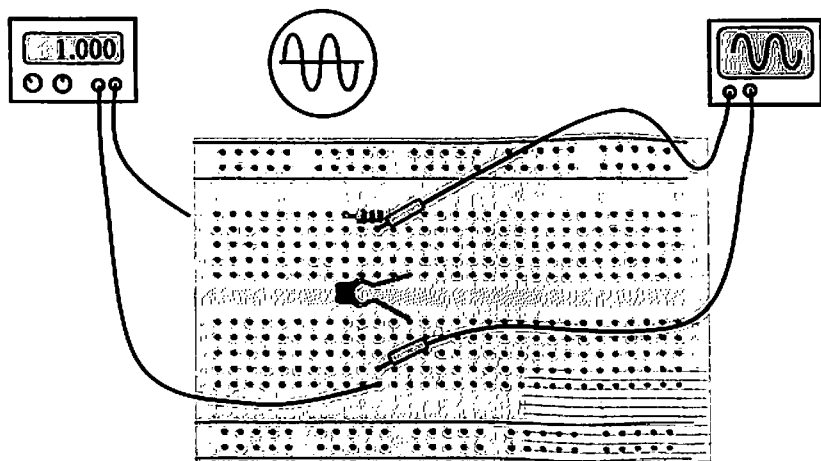
$$\begin{aligned} \omega_{qir} &= \frac{1}{6,28 \cdot (1000) \cdot (100 \cdot 10^{-9})} = \frac{1}{6,28 \cdot (10^3) \cdot (10^2 \cdot 10^{-9})} = \\ &= \frac{1}{6,28 \cdot 10^{3+2-9}} = \frac{10^4}{6,28} = \frac{100000}{6,28} = 1,592 \text{ (Gs)} \end{aligned}$$

Qarshilikni 100 Om gachan kamaytirib, biz 16 kGs qirqish chastotasiga ega bo‘lamiz.

Biz oddiy tajriba orqali filtrning ishlashini tekshirishimiz mumkun. Bizga quyidagilar kerak bo‘ladi:

- 100 pF qiymatli sig‘im;
- 100 Om, 1 kOm va 10 kOm qiymatli qarshiliklar;
- signal generatori;
- ossillograf yoki ossillograf sifatida ishlash uchun sozlangan “Arduino”.

Signallar generatori sifatida shuningdek “Arduino” ni ishlatish mumkun, o‘zgaruvchan chastotali to‘g‘ri to‘rt burchakli signallarni hosil qilish uchun dasturlangan. Shu bobning oxirida biz signallar generatorini qanday qilib hosil qilishni ko‘rib chiqamiz.



6.19-rasm. Maketlashtirish platasida yig'ilgan past chastota filtri

Signal generatorini ishga tushiramiz va chastotani oshiramiz. Agarda biz hamma komponentlarni to'g'ri ulagan bo'lsa, arduinoskop (ossillograf) yordamida chastota oshishi bilan o'lchanadigan signal amplitulasining kamayishini ko'rish mumkun. Qarshilikni o'zgartiramiz va qirqish chastotasi kutilganidek o'zgarayaptimi tekshirib ko'ramiz.

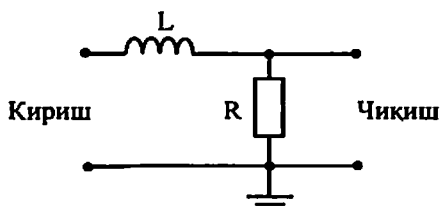
Hatto qarshilik va induktiv g'altak ishlatilganida ham past chastotali filtr qurish mumkun, lekin bu gal kirishdagi signal avval induktiv g'altakdan o'tadi, so'ng chiqish bilan yer o'rtasiga ulangan qarshilikka keladi. Biz ko'rganimizdek induktiv g'altak o'zini sig'imga nisbatan teskari tutadi. Qachonki filtrning kirishiga o'zgarmaydigan signal kelsa, g'altakni yopiq zanjirga solishtirsa bo'ladi, chastota oshishi bilan u katta qarshilikka (reaktiv) ega bo'la boshlaydi va signal chiqishga yetib bora olmaydi.

Ushbu holda qirqish chastotasi teng:

$$\omega_{qir} = \frac{1}{2P \cdot L}$$

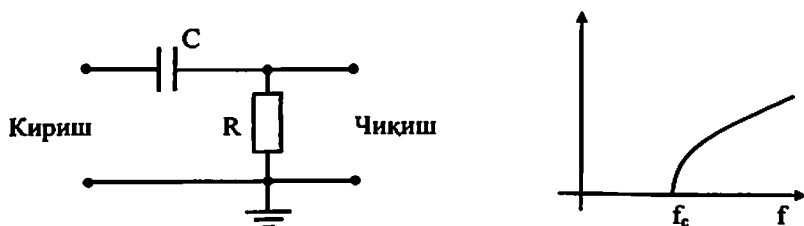
Past chastotali filtrlar yuqori chastotali shovqinlarni (ular sxemalarimizga kelishi mumkun) yo'q qilish uchun foydali. Agarda, masalan, biz tovush signali bilan ishlovchi bitta seksiyali sxema va ikkinchi seksiya juda shovqinli raqamli seksiyali sxema bo'lsa, past

chastotali filtni o'rnatib shoaqinlarni cheklashimiz mumkun, chunki raqamli shoqvinlar odatda juda yuqori chastotaga ega bo'ladi.



6.20-rasm. R L turidagi past chastotali filtr sxemasi

**Yuqori chastota filtrlari.** 6.18-sxemadagi qarshilik va sig'imning o'rmini almashtirsak nima sodir bo'ladi. Agarda signal o'zgarmas bo'lsa sig'im uni uzulgan zanjirdek qabul qiladi, shuning uchun chiqishga tok yetib bormaydi. Signal chastotasini oshirilsa, sig'im o'zining reaktiv qarshiligini kamaytiradi va ulangan zanjir sifatida bo'ladi, tok oqib o'tadi.

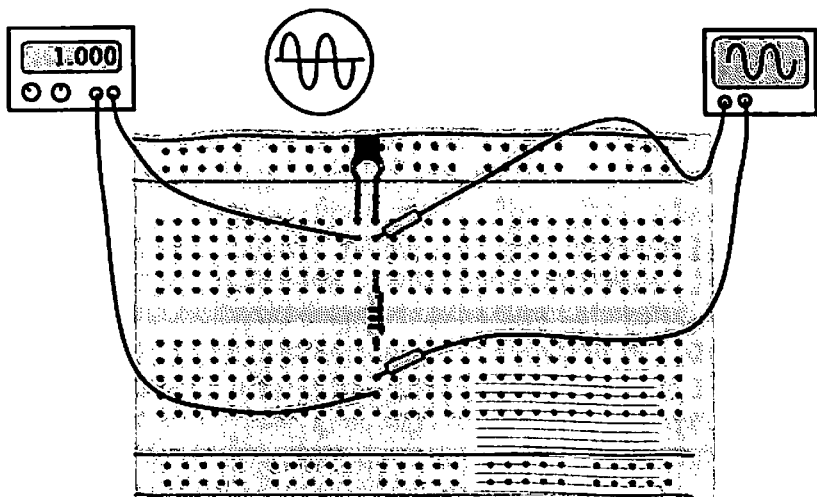


6.21-rasm. Oddiy yuqori chastota filtrining sxemasi

Yuqori chastota filtrlarining spektri past chastota filtrlari uchun sxemaga o'xshash, qurilma qirqish chastotasidan past chastotalarni barchasini bloklaydi, faqat qirqish chastotasidan yuqori chastotalarni o'tkazib. Bunday chastota past chastotali filtrlar uchun ishlatiladigan formula yordamida hisblanadi:

$$\omega_{qtr} = \frac{1}{2P \cdot R \cdot C}$$

Birinchi holdagidek filtr ishlashini signallar generatori va arduinoskop orqali tekshirish mumkun.

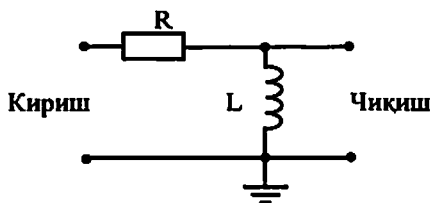


6.22-rasm. Maketlashtirish platasida yig‘ilgan yuqori chastota filtri

Signal amplitudasi boshlanishidan nol yoki juda kichik bo‘lishi, so‘ng yetarli darajada tez hisoblangan qirqish chastotasigachan yaqinlashishi kerak.

Induktiv g‘altakli va qarshilikli yuqori chastotali filtr quyidagicha quriladi, qarshilikni induktiv g‘altakka o‘zgartiriladi va sig‘imni qarshilikka o‘zgartiriladi. Qachonki berilgan signal chastotasi nolga teng bo‘lsa, induktiv g‘altak ulangan zanjir sifatida bo‘ladi va signal R qarshilik orqali yerga o‘tib ketadi. Chastota oshganda induktiv g‘altak yuqori qarshilikka ega bo‘ladi, shundek qilib signalni to‘siqsiz o‘tkazib yuboradi.

Yuqori chastota filtrlari signal tarkibida bo‘lgan o‘zgarmas va noxush kerakmas kuchlanishlarni bloklab qo‘yish uchun ishlatilishi mumkin. Bu parazit kuchlanishlar zanjir o‘zini tutishiga ta‘sir etishi mumkin.



6.23-rasm. RL turidagi yuqori chastota filtrining sxemasi

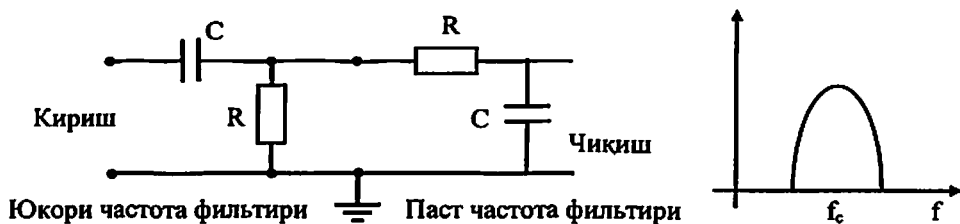


**Yo'lakli filtr.** O'tkazish yo'lagi deganda qandaydir chastota oralig'i tushuniladi. *Yo'lakli filtr* faqat ma'lum chastota oralig'idagi signallarni o'tkazib qolgan chastotalarni o'tqazmaydigan zanjirdir. Radio uzatishlarda bundek filtr turi biz eshitishni xohlagan kanalni alohida ajratadi va antennadan kelgan signal bilan to'qnashuvchi birinchi hamda eng muxim komponent bo'lib hizmat qiladi. Ular induktiv g'altakdan va sig'imdan tashkil topgandir. Sig'im ko'rsatgichlari va avvalam bor induktiv g'altakning ko'rsatgichlari radio sxemalardan o'tuvchi signal sifatini aniqlab beradi.

Yo'lakli filtr uchta komponentdan tashkil topadi: qarshilik, sig'im va induktiv g'altak. Ushbu holda biz qirqish chastotasi haqida va filtrning markaziy chastotasi haqida ham so'z yuritayotganimiz yo'q. Bu filtr turi haqida gaprilyotganda ko'pincha biz *Q harfi bilan belgilanib sifat ko'rsatgichi (dobrotnost) bo'lgan ko'rsatgichni ishlatamiz*, u bizga o'tkazish oralig'ining qiymati haqida ma'lumot beradi: Q ning qiymati qancha katta bo'lsa, o'tkazish oralig'i shuncha tor bo'ladi.

$$\omega = \frac{1}{2P\sqrt{LC}}$$

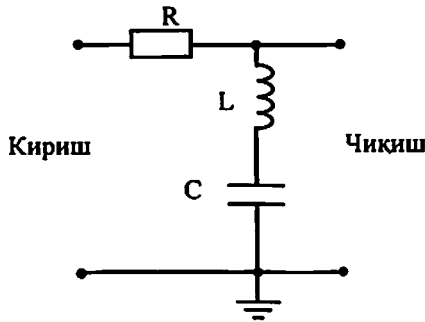
Filtrning bu turini yana quyidagi yo'l bilan hosil qilish mumkun: past chastota filtri bilan yuqori chastota filtrini ketma – ket ulash orqali. Passiv turli ikki filtr yordamida signal qiymati pasaytiriladi.



6.24-rasm. Yo'lakli filtr sxemasi

**To'siqlovchi filtr.** To'siqlovchi filtr yo'lakli filtdan farqli ma'lum chastotani olib tashlaydi va qolgan barchasini uzatadi. Siz bu turdagi filtrni qarshilik va induktiv g'altakni sig'imga ketma – ket ulash orqali hosil qilishingiz mumkun. Chastotani hisoblash uchun quyidagi formula ishlatiladi:

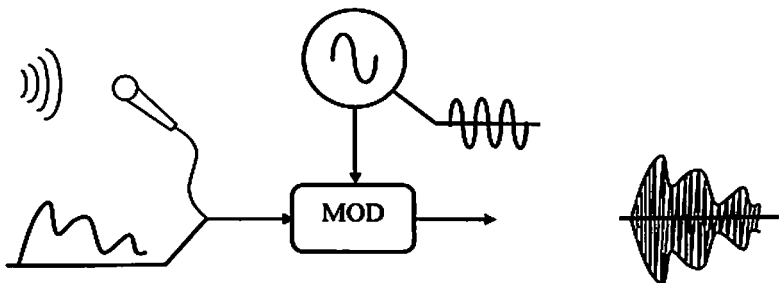
$$\omega = \frac{1}{2P\sqrt{LC}}$$



6.25-rasm. To'siqlovchi filtr sxemasi

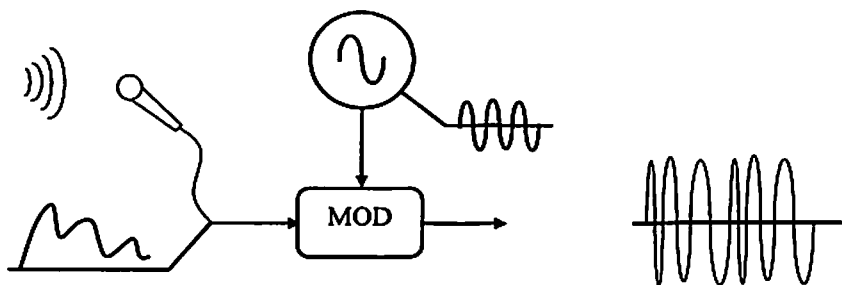
#### 6.4. Modulyatorlar va demodulyatorlar

Mikrafon chiqishidan olinadigan oddiy signal ma'lum chastota oralig'ini egallaydi, ya'ni o'tkazish hususiyatiga ega. Inson tovushi orqali hosil bo'ladigan tovush chastotasi 0 Gs dan deyarli 4 kGs gachan oralig'ini egallaydi: shundek qilib bu signalning o'tkazish hususiyati 4 kGs atrofini tashkil etadi. Mikrofonga sim ulash mumkin va u orqali signal uzatuvchi qurilmaga yoki qandaydir boshqa zanjirga yetib boradi. Agarda biz ikkinchi mikrafon ulamoqchi bo'lsak, ikkinchi simni ulashimiz kerak bo'ladi. Agarda biz boshqa simni ulay olmasak, u holda biz boshqa biror usul tanlashimiz kerak bo'ladi, chunki signal ma'lum 4 kGs bo'lgan oralig'ini talab etadi. Biz ikkinchi signalni birinchisidan bir oz balandroqqa joylashtirshimiz mumkin, shundek qilib u 4 dan 8 kGs chastota oralig'ini egallaydi.



6.26-rasm. Modulyator tovush signali bilan tashuvchini o'z ichiga oladi

Birinchi signal asos signal deb ataladi, shuning uchun uning chastotasi nolga teng. Ikkinchi signal modulatsiyalangan signal deb ataladi. Qanday qilib signalni asos o'tkazish yo'lagidan yuqori chastotaga ko'tarish mumkun? Buni modulyator orqali amalga oshirish mumkun, mikrofon signalini ikkinchi signal bilan aralashtirib (kombinatsiyasini) beruvchi zanjir, odatda sinusoidal signalni yuqori chastotali signal bilan aralashtiradi va uni tashuvchi deb ataladi. Bu quyidagicha amalga oshiriladi, past chastotali signal tashuvchini amplitudasini o'zgartirish orqali. Bu modulyatsiya amplitudali modulyatsiyalash deb ataladi (AM). Modulyatsiyalashning boshqa turlari ham mavjud, eng ko'p tarqalgan turi bu chastotali modulyatsiyalashdir (ChM), unda asosiy o'tkazish yo'lagining signali tashuvchini chastotasini o'zgartiradi (amplitudasini emas).



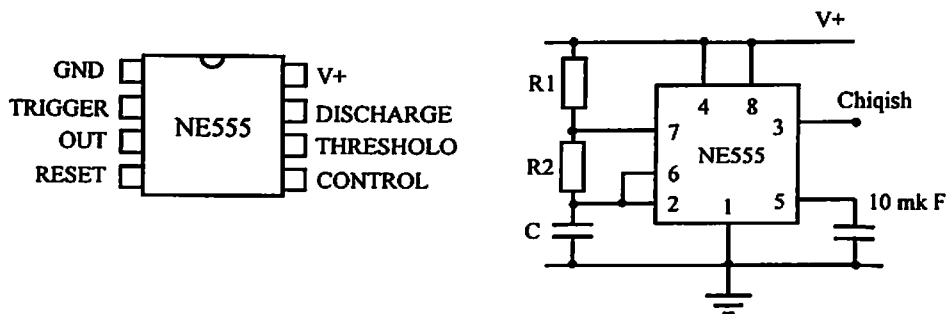
6.27-rasm. ChM-modulyatori o'zgarmas amplitudali, lekin o'zgaruvchi chastotali signal hosil qiladi

Dastlabki signalni olish uchun esa demodulyatorni ishlatishimiz kerak bo'ladi, ya'ni biz o'zgartirishni xohlagan birinchi navbatda yo'lakli chastota filtri yordamida ajratadigan zanjir, faqat asos yo'lakdagi signalni qoldirib so'ng tashuvchini signalini olib tashlaydi. Shu tamoilda radio ishlaydi, lekin modulyatsiyalash va demodulyatsiyalash uchun boshqa tizimlar ham mavjud, ular boshqa ko'p sohalarda ishlatiladi, masalan, axborotlarni uzatish uchun modemlarda (modem so'zi MODulyator/DEMOfulyatorni bildiradi), shuningdek audio – va musiqa qurilmalarida. Modulyatsiyalash va demodulyatsiyalashning amaliy sxemalari bir necha og'iz gap bilan tushuntirish ancha murakkab sxemalar bo'lganligi uchun biz bu kitob doirasida ko'rib chiqmaymiz. Bu mavzuni chuqurroq o'rgatuvchi mahsus fanlarga qoldiramiz.

## 6.5. Ossilyatorlar

Signal hosil qiluvchi qurilmani ishlash tamoili oddiy, kuchaytirgich va hosil qilingan signalni chiqishiga uzatish usuli kerak. Kuchaytirgich sifatida tranzistorni, operatsion kuchaytirgichni yoki rakamli sxemani ishlatish mumkun. Kuchaytirgichning kirishiga signal qanday berilishi juda muhim, shuning uchun signal kuchaytirgichni tebratishga majbur qilishi kerak va muhimi u kirishida kuchaytirgichga qo'shimcha turki bo'lishi uchun kerak. Tebranish chastotasi vaqtni ushlashni tashkil qilish orqali boshqariladi, u signalga kirishiga qaytish uchun ta'lab etiladi.

Ancha oddiy va murakkab ossilyatorlar mavjud, yana shu oydingi oddiy generatorlar uchun ishlatishga mo'ljallangan integral mikrosxemalar ham ishlab chiqariladi va tebranish chastotasini belgilash uchun faqat tashqi ba'zi komponentlar kerak bo'ladi. XR2206 mikrosxemasi uchburchak, sinusoidal va to'g'ri to'rtburchakli signallarni hosil qiluvchi qurilma (generator) sifatida yaratilgan. Oldindan to'g'ri to'rtburchakli signallarni hosil qilish uchun taymerlar ishlatilgan, NE555 mikrosxema taymerdir, u savdoda 1971 yildan beri mavjud. Bu uncha katta bo'lmagan 8 ta oyoqchali mikrosxema, uni taymer sifatida (monostabil) yoki to'g'ri to'rtburchakli signal generatori sifatida (turg'un bo'lmagan) ishlatish mumkun. Monostabil ish tartibida signal kirishga berilganda mikrosxema chiqish signalini hosil qiladi va vaqt bo'yicha yetarlicha aniqlikda ishlaydi. Berilgan vaqt oxirida chiqish signali past qiymatga tushadi, toki yangi signal kelguncha. "Ossilyator" ish tartibida yoki turg'un bo'lmagan ish tartibida mikrosxema uzuluksiz signal hosil qiladi. Taymerni sozlash bir necha qarshilik va sig'imlar orqali amalga oshiriladi. NE555 mikrosxema ichida trigger bor, u bir bitni saqlash imkoniyati bor xotira elementidir va shuningdek komparator mavjud, u sig'imning zaryad va razryad vaqti bilan beriladigan kuchlanishni solishtirish orqali yacheykaning holatini o'zgartirishga ishlatiladi. To'g'ri to'rtburchakli signalni hosil qiluvchi sxema 6.28b-rasmda berilgan.



6.28-rasm. NE555 mikrosxema oyoqchalarining vazifasi 6.28a-rasmda ko'rsatilgan va to'g'ri to'rtburchakli signalni hosil qiluvchi sxema 6.28b-rasmda berilgan

To'g'ri to'rtburchakli signal vaqtini hisoblash uchun ikkita qarshilik va sig'im talab etiladi:

$$t_1 = 0,693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C$$

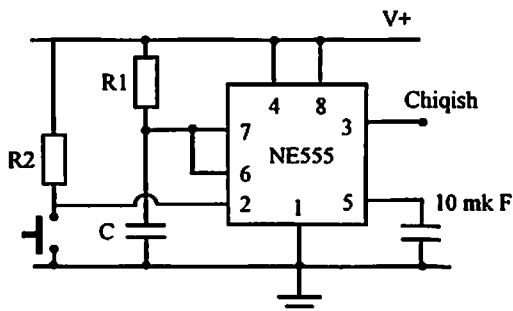
shuningdek:

$$t_2 = 0,693 \cdot R_2 \cdot C$$

Vaqtning hisoblangan qiymati hech qachon teng bo'lmaydi, chunki NE555 taymeri hosil qiladigan to'g'ri to'rtburchakli signal 50% ga farq qiluvchi impuls davomiyligiga ega. 50% ga yaqin impuls davomiyligiga ega bo'lish uchun biz  $R_1$  ni  $R_2$  dan qiymati ancha kichigini ishlatishimiz kerak bo'ladi. Ikki qarshilikning qiymati 1 kOm dan kichik bo'lishi kerak.

### 6.6.Taymer

Taymer ishga tushirilgandan so'ng chiqish signalini hosil qilishdan oldin ma'lum vaqt oralig'ida kutib turadi. Mikrosxema yordamida taymerni hosil qilish juda oson. Biz universal NE555 mikrosxemadan foydalanishimiz mumkin. Sodda sxema yordamida taymerning vaqt uzunligini o'rnatish mumkin, qarshilik va sig'imni ishlatish orqali. Ishga tushirish signali 2 nomerli oyoqchaga beriladi, uni yerga ulash orqali. Chiqish signali 3 oyoqchadan olinadi, berilgan vaqt tugagach u past qiymatdan yuqori qiymatga o'tadi.



6.29-rasm. NE555 mikrosxemasidan foydalanib sodda sxema qurish

Vaqt oralig'i quyidagi formula yordamida hisblanadi:

$$t = 1,1 \cdot R_1 \cdot C_1$$

**Nazorat uchun savollar**

1. Tabiatda qanday signal mavjud?
2. Signal turlari xaqida ma'lumot bering.
3. Signallarni qanday xosil qilish mumkun?
4. Signallarga qanday ishlov beriladi?
5. Analog va raqamli signal xaqida to'liq ma'lumot bering.
6. Taymerni qanday xosil qilinadi?
7. Signal hosil qiluvchi qurilmani (Ossilyator) ishlash tamoilini tushuntiring.
8. Modulyatorning vazifasi nimadan iborat?
9. Demodulyator vazifasi nimadan iborat?
10. To'siqlovchi filtrning boshqa filtrlardan nimasi bilan farqlanadi?
11. Yo'lakli filtrning vazifasi nimadan iborat?
12. Yuqori chastota filtrlarning vazifasi.
13. Past chastota filtrlarning vazifasi.
14. Filtrlarning qanday turlarini bilasiz?
15. Operatsion kuchaytirgichlar xaqida ma'lumot bering.
16. Operatsion kuchaytirgichlar yordamida qanday qurilmalarni xosil qilish mumkun?
17. Operatsion kuchaytirgich asosidagi invertlovchi kuchaytirgichning sxemasini tushuntirib bering?
18. Invertlamaydigan kuchaytirgichning sxemasini tushuntirib bering?
19. Summatorning sxemasini chizib tushuntirib bering?
20. Integratorning sxemasini chizib tushuntirib bering?
21. Differensiatorning elektr sxemasini chizib tushuntirib bering?
22. Jozef Fure uzoq vaqt davom etgan hisob – kitoblardan so'ng qanday hulosaga kelgan?

## VII bob. SXEMALARNI MANBA BILAN TA'MINLASH

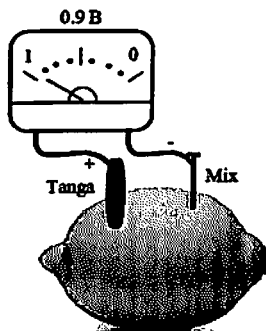
Har qanday zanjir energiya manbaisiz jonsiz temir bo'lagi bo'lib qoladi. Bu bobda biz batareylarni qanday turlarini ishlatish va manbani stabilashtiruvchi qurilmalarni qanday qurish kerakligi haqida fikr yuritamiz.

Energiyaning boshqa turlaridan farqli, elektrni saqlash mumkun. Birinchi bo'lib bu hodisani 1800 yili Aleksandro Volt aniqladi, u sink, mis va voylokli (yungli qalin mato) matoni sho'r suv bilan xo'llangan disk yordamida batarey hosil qilayotgan vaqtida aniqladi. Bu bobda batareylar va manba bloklari qanday ishlashini hamda kuchlanish va tokni boshqarish uchun sxemalarni qanday qurish kerakligini ko'rib chiqiladi.

### 7.1. Batareylar va manba bloklari

Batarey elektrokimyoviy qurilma bo'lib, u elektr toki bilan ma'lum vaqt oralig'ida ta'minlab berishi mumkun, ya'ni uning ichida ma'lum kimyoviy reaksiya o'tgunga qadar. Batarey Aleksandro Volt yaratganidek metallning ba'zi elektronlarni bo'shatish yoki qabul qilish hususiyatlarini ishlatadi. sink atomi proton va neytrondan iborat va elektronlar buluti bilan o'ralgan, ko'pincha ular yadro bilan yaqin aloqa qila olmaydi va yengil harakat qiladi. sink kislotali eritma (sirka yoki limon sharbati) bilan to'qnashganda uning erkin elektronlaridan ba'zi birlari bo'shaydi va ularni zanjirni energiya bilan ta'minlashga ishlatish mumkun. Elektronlar biroq batareyga qaytishlari kerak, u yerda kislotaga cho'ktirilgan mis ularni yutadi.

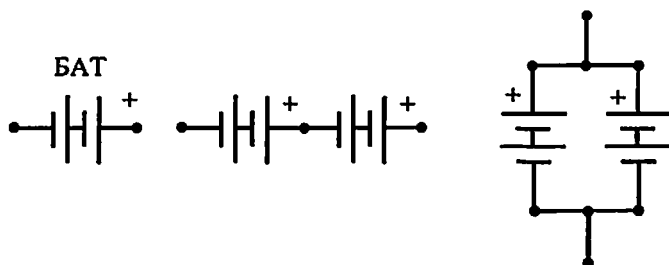
Biz ham limon, sinklangan mix va tangadan qo'lbola batarey qurishimiz mumkun, 7.1-rasmda ko'rsatilganidek. Bu qo'lbola batarey bir necha milliamper tok bilan ta'minlashi mumkun.



7.1-rasm. Limondan qanday qilib batarey hosil qilish

Batareydagi kuchlanishni oshirish uchun biz bir necha batareyni ketma-ket ulashimiz mumkin. Batareydan berilayotgan tokni oshirish uchun biz bir necha batareyni parallel ulashimiz mumkin, bu holda umumiy tok toklarning yig'indisiga teng bo'ladi.

Batareylarni turli hil materiallardan tayyorlanadi. Avval sink va ko'mir ishlatilgan, so'ng ular ancha samaraliy batareylarga almashtirildi, ularda ishqoriy metallar ishlatilgan. Akkumulatorli batareylarda kimyoviy reaksiyani tiklash batareyga tok berish orqali amalga oshiriladi. Akkumulatorli batareylarning birinchi ishlab chiqarilganlarida nikel va kadmiy ishlatilgan, lekin katta bo'lmagan xajimga ega bo'lganlar va kam muddat foydalanilgan, ularni qayta zaryadlash uchun esa ular to'liq zaryadi tugagan bo'lishi kerak edi. Avtomobillarda ishlatiladigan batareylarda kislotaga cho'ktirilgan qalayli elementlar ishlatilgan. Litiy yoki boshqa metal ishlatilgan hozirgi zamon akkumulatorli batareylar katta sig'imga ega.



7.2-rasm. Batareylarni shartli grafik belgilanishi (chapda), ketma-ket ulangan batarey (o'rtada), parallel ulangan batarey (o'ngda)

Akkumulatorlarni zaryadlashda tok ma'lum algoritmgaga bo'ysingan holda vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Shu sababli ularni oddiy elektr manbaidan zaryadlash xavfli bo'lishi mumkin, shuning uchun zaryadlash qurilmalaridan foydalanish kerak, aks holda portlash yoki yonish holati kelib chiqishi mumkin. Akkumulatorli batareylar odatda zaryadlanmaydigan batareylarga nisbatan past kuchlanishga ega bo'ladi (masalan, 1,5 V o'rniga 1,2 V).

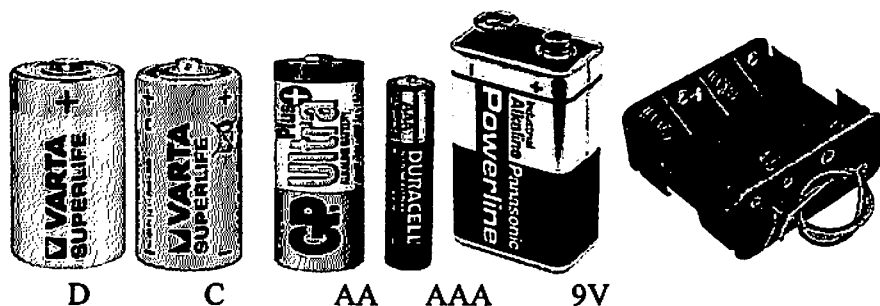
Juda ko'p turdagi batareylar mavjud, ularning har bir modeli o'zining amper-soatda (As) ifodalanuvchi ma'lum kuchlanishi va sig'imiga ega. Katta bo'lmagan batareylar bir necha yuz milliimper-soat berishi mumkin, avtomobilning akkumulatorlari yuzlab amper-soat sig'imga ega bo'lishi mumkin.



Biz maketlarimizda batareylarning AA va AAA 1,5 V li turlarini ketma-ket guruhlash uchun qisqichlar yoki kontakt uyachalari orqali ulab ishlatishimiz mumkin. Akkumulatorli batareylarning turli konfiguratsiyalari mavjud va ular 3 V, 4,5 V, 6 V, 9 V va 12 V kuchlanish bilan ta'minlay oladilar.

7.1-jadval. Ba'zi batareylarning ko'rsatgichlari

Batarey turi	Kuchlanish, V	Sig'im, mAs
AAA (tuzli)	1,5	500
AAA (ishqorli)	1,5	1200
AAA (litiy ionlari, ionli-litiy)	1,25	800-1000
AA (tuzli)	1,5	500-1000
AA (ishqorli)	1,5	1800-2500
AA (litiy ionlari, ionli-litiy)	1,25	2200-2900
S	1,5	4000-8000
D	1,5	8000-12000
“Krona” to'g'ri to'rtburchak	9	500



7.3-rasm. Batareylarning turlari va batareylarning g'ilofi

Batareyning zaryadi qancha vaqtga yetadi? Batareylarning qancha vaqt ishlashini qanday aniqlash mumkin? Har bir batarey kuchlanishi va tok bilan ta'minlash hususiyati bilan harakterlanadi, A yoki mA soat ga (mAs) kabi belgilangan.

Batareyni ishlash vaqtining davomiyligini hisoblash uchun, biz zanjirning istemolini aniqlashimiz kerak bo'ladi, ya'ni u qancha tok ta'lab qilishini.

Faraz qilaylik bizda 100 mA istemol qiluvchi sxema va 3000 mAs li batarey bor.

Sxema vaqt davomida ishlaydi:

$$t = \frac{3000 (mAs)}{100 (mA)} = 30(s)$$

Sxemani istemol tokini topish uchun biz hisob kitob ishini amalga oshirishimiz mumkin yoki testr yordamida o'ldashimiz mumkin. Biz hisoblagan ishlash vaqtining davomiyligi faqat nazariydir, amalda esa batareyda sodir bo'luvchi elektroximyoviy hodisalar uni shkastlanishiga olib kelishi mumkin.

Batarey ta'minlaydigan tokni hoxishiy ravishda oshirish mumkin emas. Fikirlab ko'rishga harakat qilaylik: agarda oldingi misoldagi batarey 3 A soat havola qila olsa, u holda ancha yuqori tokni kam vaqt orasida ta'minlab bera oladimi? Masalan, biz 6 A tokni yarim soat davomida ta'lab etamiz. Biroq batarey bunday tokni ta'minlab bera olmaydi va qizib ketadi, bu esa uni ishdan chiqishiga olib keladi. Berishi mumkin bo'lgan maksimal tok bu 3 A atrofida bo'ladi. Yuqori tokni hatto qisqa vaqt oralig'ida berish ham, batareyni tuzatib bo'lmas buzulishga olib kelish xavfi bilan bog'liq.

Batareyni zarayadlanganmi yo'qmi aniqlash yetarli darajada murakkab. Ishqorli batareylarda kuchlanishini testr yordamida aniqlash mumkin, agarda kuchlanish nominal qiymatni taximidan 80% tashkil etsa, u holda batarey zaryadlangan. Shundek qilib, kuchlanish 1,5 V batarey uchun kuchlanish taxminan 1,2 V atrofida bo'lishi kerak va 9 V li batarey uchun esa 7,5 V atrofida bo'lishi kerak. Akkumulatorli batareylar uchun bu empirik usulni ishlatib bo'lmaydi, sababi ular har doim o'zgaras tokni quvvatlaydilar. Batareyning zaryadini baholashda zanjirga batareyni ulash orqali kuchlanishini o'ldash yo'lini qo'llash kerak, u maksimal batareyda ko'rsatilgan soatli tokni yarmi atrofida yig'adi. Agarda biz 9 V li batareyning zaryadlar holatini tekshirmoqchi bo'lsak, biz maksimal tok 250 mA deb faraz qilishimiz kerak, chunki maksimal sotli tok 500 mA ni tashkil etadi. Bu ma'lumotlardan foydalanib biz batareyga ulanadigan qarshilikning qiymatini hosil qilamiz:

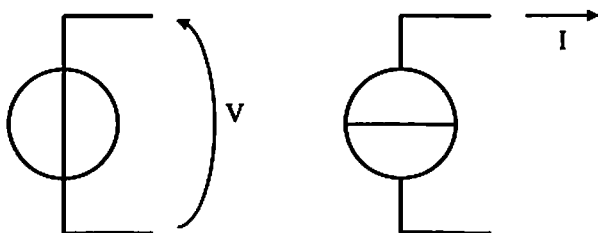
$$R = \frac{9 (V)}{250 (mA)} = 36 (Om)$$

Qarshilik orqali yetarli darajada katta tok oqib o'tadi, shuning uchun qarshilik ko'tara oladigan quvvatni hisoblaymiz:

$$P = I^2 \cdot R = 0,25^2 \cdot 36 = 2,25 \text{ (Vt)}$$

Qarshilik 2,25 Vt qiymatdan ko'proq quvvatni ko'tara olishi kerak. Endi qarshilikni batareyga ulaymiz va tokni o'lchaymiz, undan oqib o'tuvchi tokning qiymati 250 mA ga qancha yaqin bo'lsa, batarey shuncha ko'p zaryadlanadi.

**Ideal generator.** Elektriklar va elektronika bo'yicha mutaxassislar o'zlarining hisob-kitob ishlarida ko'pincha nazariy "ideal generator" larni ishlatadilar. Ideal generatorlarning ikki turi ma'lum: kuchlanish generatorlari va tok generatorlari. Kuchlanishning ideal generatori shundek qurilmaki, u ma'lum kuchlanishni ta'minlash imkoniyatli cheksiz toki mavjud, shundek batarey kabiki, uning zaryadi hech qachon razryadlanmaydi va har qanday qiymatli tok bera oladi. Tokning ideal generatori tok va kuchlanishning barcha hoxishiy aniq qiymatini ta'minlay oladi. Biz bundek hodisani tasavvur qilishimiz qiyin, chunki odatda tok va kuchlanish manbai sifatida batareydan foydalanamiz. Batarey va real generatorlarni kuchlanish, tok va qarshiliklarning kombinatsiyasi sifatida ko'rish mumkun.



7.4-rasm. Ideal kuchlanish generatorining (chapda) va ideal tok generatorinig (o'ngda) shartli grafik belgilanishi

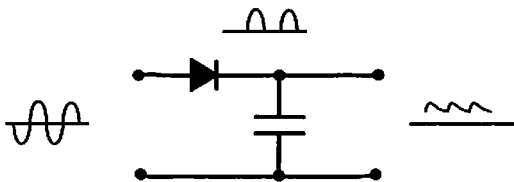
Sxemalar uchun hisoblash ishlarini amalga oshiriyotganimizda odatda biz faraz qilamizki, barcha elementlar ideal kuchlanish generatoridan manbalanadi deb. Tok generatorlari juda ko'p tarqalgan va modellashtirish uchun ishlatiladi, ya'ni qurilma va alohida komponentlarni matematik formulalar bilan tushuntirish uchun. Masalan, bipolyar tranzistorning matematik modeli o'z tarkibiga tok generatorini oladi.

**Elektr energiyasi bilan ta'minlash manbai.** Batareyga bog'liq bo'lib qolish qimmat va noqulay. Har bir o'zini xurmat qiluvchi laboratoriya bir necha elektr energiyasi bilan ta'minlash manbaiga ega bo'ladi. Energiya bilan ta'minlash manbalari qayd qilingan kuchlanish

qiymatli va boshqariluvchi qiymatli bo'ladi. Laboratoriya uchun mo'ljallangan manba bloklari kuchlanish va tok bo'yicha boshqarish imkoniyatiga egadir. Agarda biz zanjirdagi tokni 1 A ga chegaralab qo'ymoqchi bo'lsak, biz hoxishimiz bo'yicha bu qiymatni o'rnatishimiz mumkin. Zanjirni manbaga ulashdan avval, kerakli qiymatli kuchlanish va tokni o'rnatamiz, so'ng zanjir manbaga ulanadi. Agarda zanjir manba bloki ta'minlayotgan tokdan ancha yuqori tok talab qilsa, u holda ogoxlantiruvchi indikator yonadi. Malakali mutaxassislar ishlatadigan manba bloklari o'rnatilgan qiymatlarni raqamli displeylarda yoki strelkali displeylar ko'rsatib turadi. Manba bloklari 30 – 50 voltgacha kuchlanish va bir necha ampergacha tok bilan ta'minlashi mumkin. Ba'zi "ikkitali" manba bloklarining modellari o'zida bir g'ilof ichida ikki manbani mujassamlashtirgan bo'lib, ikkita kuchlanishni ta'minlaydi, masalan, +/- 12 Volt.

**Manba bloki qanday ishlaydi?** Manba bloki (MB) o'zgaruvchi tok tarmog'iga 220 V ga ulanadi va uni pasaytirilgan kuchlanishli o'zgarmas tokka o'zgartiradi. MB ishlab chiqarish uchun vaqt o'tishi bilan turli texnologiyalar qo'llanilgan. Eng oddiy usuli diod va transformatorni qo'llashdir. Transformator kuchlanishni kamaytirish uchun kerak, masalan, 220 V dan 5 V ga. Diod faqat to'g'ri yo'nalishdagi tokni o'tkazadi. Natija pulslanuvchi tok bo'ladi, uni katta sig'imli elektrolitik sig'im yordamida tekislash mumkin bo'ladi. Sig'im tashqi halallarga ta'sirchan kuchlanishni o'zgartiradi. Bunday stabilizator bir yarim davirli to'g'rilagich deb ataladi.

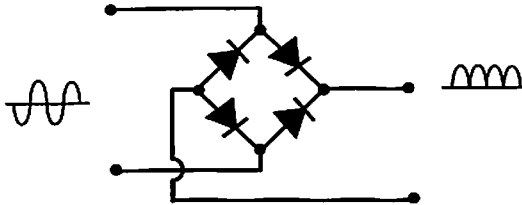
Yaqin vaqtgacha manba bloklarini yaratish uchun keng tarqalgan yechim bo'lib to'g'rilovchi ko'priklarni ishlatish bo'lgan. Bu ma'lum usulda ulangan to'rtta diodli, o'zgaruvchan tokning ikki "egriligini" birgalikda birlashtirib to'g'rilash imkoniyatli qurilma. Uni shuningdek diodli ko'priklar deb ataydilar.



7.5-rasm. Bir qutbli to'g'rilagichning elektr sxemasi

Siz tayyor to'rtta diodli ko'priqli to'g'rilagichni sotib olishingiz mumkin yoki diodlar yordamida o'zingiz yig'ib olishingiz mumkin.

Ko‘prik to‘rtta chiqishga ega: ularning ikkitasiga o‘zgaruvchan tok keladi, ikkita boshqasidan esa “to‘g‘rilangan” tokni olish uchun ishlatiladi. O‘zgaruvchan tok musbat fazada faqat ikkita dioddan oqib o‘tishi mumkin, manfiy fazada esa boshqa ikkita dioddan oqib o‘tadi. Diodlar shundek ulanganiki kvazio‘zgarvas tokni o‘tkazishga moslangan (7.6-rasm).



7.6-rasm. Diodli ko‘prikning elektr sxemasi

Ko‘prikli to‘g‘rilagichdan chiqayotgan yarim to‘lqinlarning ketma-ketligi sig‘im yordamida to‘g‘rilanadi. Integral sxemalarni kuchlanishini yuqori darajada stabillashtirish uchun boshqariluvchi integral sxemalar ixtiro qilindi, ular kuchlanishni turg‘un va juda aniq to‘g‘rilaydilar. Stabllizatorlarni bitta nominalda ishlaydiganlari va kuchlanishni boshqariluvchi turlari mavjud.

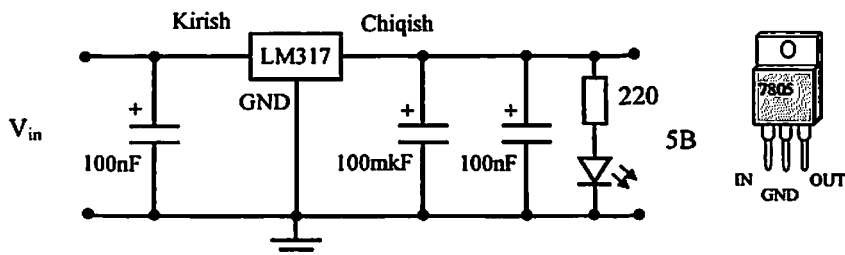
Ortiqcha kuchlanish isiqlikka o‘zgarib ketadi, buning natijasida komponentlar juda qizib ketishlari mumkin. Issiqlikni tarqatish uchun sovutuvchi qovurg‘a qo‘shiladi.

Oxirgi yillarda manbalar uchun ko‘p ishlatiladigan texnologiya bu impulsli manbadir, ularda transformator ishlatilishi talab etilmaydi. Impulsli manba bloklari yuqori unumdorlikka ega va qizib ketmaydilar, chunki kuchlanishni kamaytirishda rezestiv usullar ishlatilmaydi. Ularning ishlash tamoili yetarli darajada sodda, ularning chiqishidagi signal bir tekisda va doimiy uziladi, shuning uchun faqat to‘g‘rilangan yoki stabllashgan impulslar g‘altakdan va sig‘imdan o‘tadi.

## 7.2. Stabllashtirilgan manba qurish

Mikrokontrollerlar yoki raqamli mikrosxemalar ishlatiladigan ko‘p elektron sxemalar o‘zining ishlashi uchun 5 V talab qiladi. Bunde kuchlanishni batareyalar yordamida olish qiyin masala. Birinchi tajribalar uchun biz uncha katta bo‘lmagan sozlovchini yig‘ishimiz mumkin, uni mobil telefonning manba bloqidan yoki kerak bo‘lmagan elektr asbobining manbasidan foydalanib yig‘amiz. Biz uni 5 V li turg‘unlashtirilgan kuchlanish manbaini qurish uchun o‘zgartiramiz.

Havola qilingan sxema amalda shuningdek batareyda ham ishlaydi, quyidagi shart ta'minlansa, ular sxema talab qiladigan kuchlanishdan yuqori kuchlanishga ega bo'lsa.



7.7-rasm.7805 asosidagi kuchlanishni turg'unlashtiruvchining elektr sxemasi

Bizning manba blokimizning markazi bo'lib kuchlanishni turg'unlashtirishni sozlovchi hizmat qiladi, tranzistorni eslatuvchi mahsus komponent, aslida u kompleks mikro elektron sxemadir.

Bu komponent "7805" kabi taniqli (ishlab chiqaruvchiga bog'liq holda LM7805 yoki 78LM05). U uchta oyoqchali bo'lib: yer, kirish va chiqish dan iborat. Belgilanishi oddiy to'g'ri to'rtburchak. Maksimal chiqish toki 1 A ga teng.

Sxema tokni turg'unlashtirish va halallarni bartaraf etish uchun bir necha sig'imdan iborat. 5 V li shinaga ulangan qarshilik orqali ulangan yorug'lik diodi qurilmani to'g'ri ishlashini ko'rsatib turadi. Biz yorug'lik diodini umumiy ishlarga mo'ljallanganini ishlatamiz, shuning uchun talab etiladigan tok 15 mA ga teng. Qarshilik oyoqchalarida kuchlanish tushishi 3 V ga teng, chunki 2 V yorug'lik diodi uchun kerak. Qarshilikni hisoblaymiz:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3(V)}{15(mA)} = \frac{3(V)}{0.015(A)} = 200(Ohm)$$

Kerakli komponentlar:

- ✓ maketlash platasi;
- ✓ eski manba bloki kamida 5 V li yoki 9 V li batarey qisqichi bilan;
- ✓ LM7805;
- ✓ 200 Ohm li qarshilik;
- ✓ yorug'lik diodi;
- ✓ 100 nF li ikkita sig'im;
- ✓ 100 mkF li bitta sig'im;

✓ ulashlar uchun simlar.

Maketlash platasida sxemani yig'ish tartibi (7.8-rasm).

1. 7805 kontrollerini olib uni maketlash platasining chetiga uchta teshikka o'rnatib (masalan, Ye1, Ye2 va Ye3). Joylashtirish yo'nalishiga etibor bering. Birinchi ustundagi chiqish "IN" kontaktiga mos kelishi kerak va uchinchi ustundagi chiqish "OUT" kontaktiga mos kelishi kerak.

2. Batareyning qisqichidagi simlarni maketlash platasiga ulanadi. Qizil simni birinchi ustunga ulash kerak, 7805 kontrollerining IN kirishi kontaktiga mos ravishda.

3. Qisqichning qora simini maket platasining xavo rang shinasiga ulanishi kerak.

4. Uncha uzun bo'lmagan sim bilan 7805 ning o'rta oyoqchasini batareyning ma'nfiiy qutibi ulangan maketlash plata shinasiga ulanadi.

5. Ikkinchi sim bilan 7805 ning chiqish "OUT" kontaktini manbaning qizil shinasiga ulanadi.

6. 100 nF li sig'imni oyoqchalari birinchi va ikkinchi ustunga joylashishi kerakligini hisobga olib o'rnatiladi.

7. 100 nF li sig'imni oyoqchalari ikkinchi va uchinchi ustunga joylashishi kerakligini hisobga olib o'rnatiladi.

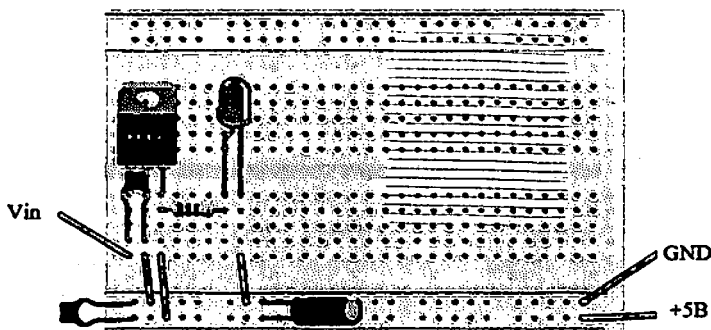
8. Manba shinasining ikkalasiga 100 mkF li sig'imni o'rnatiladi. Elektrolitik sig'im qutiblarga ega va kontaktlari "+" va "-" belgilar bilan belgilangan. "+" kontaktini manba shinasining qiziliga ulanadi.

9. Yorug'lik diodini 220 Om li qarshilikka ketma-ket ulanadi. Yorug'lik diodining katodini (-) uncha uzun bo'lmagan sim bilan manbaning ma'nfiiy shinasiga ulanadi. Qarshilikni yorug'lik diodining anodi (+) bilan manbaning qizil shina orasiga ulanadi.

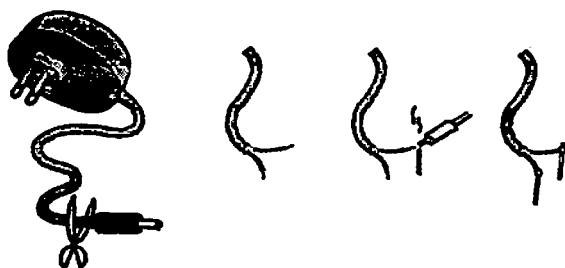
Agarda batarey o'rni biz telefonning manba blokini ishlatadigan bo'lsak, biz uning raz'emini uzishimizga to'g'ri keladi (7.9-rasm), sababi ikkita simni ajratib musbat va manfiy simlarni multimetr yordamida topish kerak bo'ladi. Shuningdek multimetr yordamida manbadan beriladigan kuchlanishni ham o'lchash zarur. Simlarni maketlash platasiga ulashdan avval biz ularning uchiga 7.9-rasmda ko'rsatilganidek maketlash platasiga ulashni osonlashtiruvchi qattiq simlarni payvandlashimiz kerak bo'ladi.

7805 ning kirishiga 5 V dan 20 V gachan bo'lgan oraliqdagi kuchlanishni berish mumkin, lekin kuchlanishni sozlovchi o'zining

chiqishida har doim 5 V ta'minlab beradi. Stabillashtiriladigan kuchlanishga nisbatan kirish kuchlanishi ancha katta bo'lsa, komponent qattiq qizib ketadi, chunki kuchlanishlar farqi to'liq issiqlikka aylanadi. Bu holda yaxshisi issiqlik tarqatuvchini o'rnatish kerak - qovurg'ali alyumindan yasalgan issiqlik tarqatuvchi (radiator), ularda o'rnatish uchun teshiklari ham bo'lish kerak. Biz 7805 uchun bir parcha alyuminidan radiator yasashimiz mumkin, uni gayka va bolt orqali mahkamlashimiz ham mumkin. Radiatorning teshiklari 3 mm bo'lishi kerak.



7.8-rasm. Montaj platasida 5 V ga mo'ljallangan turg'unlashtirilgan manba sxemasini yig'ilgani



7.9-rasm. Telefonning manba blokini maketlash platasi bilan ulashga tayyorlash

Turli kuchlanishlarga o'rnatilgan kuchlanishni sozlovchilarning ko'p modellari mavjud. 7812 mikrosxemasi 12 V ni olish uchun ishlatiladi, 7806 - 6 V olish uchun, 7809 - 9 V olish uchun ishlatiladi. Mikrosxemaning rusumlanishidagi oxirgi ikki raqami u beradigan kuchlanish qiymatini bildiradi. Shuningdek ma'nfiy kuchlanishni sozlovchilari ham mavjud, ularni 78xx seriya sozlovchilari bilan

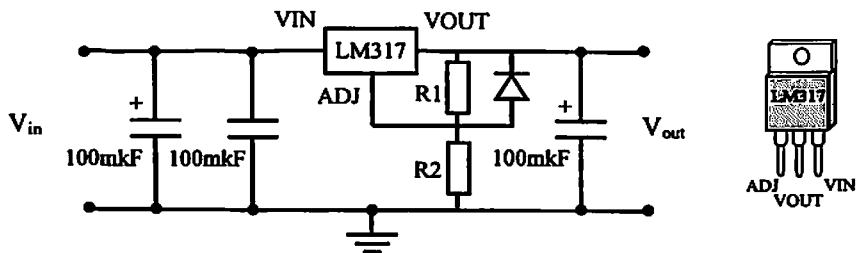


birgalikda ishlatiladi, ularni rusumlanishidan ajrtib olish mumkin 79xx. Ma'nfiy 5 V olish uchun 7905 mikrosxemasidan foydalaniladi.

Xozir ko'rib chiqilgan sxemani bizga har gal 5 V kerak bo'lganda hosil qilishimiz mumkin. Biz bu sxemani Stripboard maketlash platasida yig'ib mos g'ilofga joylashimiz ham mumkin va kerak bo'lganda bimalol ishlatishga oson bo'ladi.

### 7.3. Boshqariluvchi turg'unlashtirilgan (stabillashtirilgan) manba qurish

Bizning tajribalarimizga aniq kuchlanishlar kerak bo'lishi mumkin, u kabi kuchlanishlarni qayd qilingan kuchlanishni boshqaruvchi hosil qila olmaydi. Biz ko'rib chiqdik, kuchlanish bo'luvchilari yomon natijalar berdi. LM317 integral mikrosxema mavjud, ularning asosida biz chiqish kuchlanishi boshqariluvchi manba qurishimiz mumkin. Bu komponent o'z tarkibiga ikkita tashqi qarshilikdan foydalanib kuchlanishni boshqara oladigan murakab elektron sxemani olgan. 78xx seriyali boshqaruvchilarda esa kirish kuchlanishi 20 V gachan yetishi mumkin. Agarda turg'unlashtiriladigan kuchlanish kirishiga beriladigan kuchlanishga nisbatan ancha past bo'lsa, komponent juda qizib ketadi, chunki kuchlanishlar farqi issiqlikga o'zgaradi, hosil bo'lgan issiqlikni esa tarqatish kerak bo'ladi.



7.10-rasm. LM317 dan foydalanib hosil qilingan kuchlanishni boshqarish sxemasi. Uning oyoqchalarini belgilanish tartibi 78xx seriyadagilardan farq qiladi

Chiqish kuchlanishi  $R_1$  va  $R_2$  qarshiliklar uchun qiymat tanlash yo'li orqali o'rnatiladi.  $R_2$  ni o'zgaruvchan qarshilik bilan almashtirib biz chiqish kuchlanishini hojishimiz bo'yicha o'zgartiramiz. Qarshilikni tanlash uchun formula ishlatiladi, u formulani esa texnik bayonida ko'rsatiladi.  $U_0$  ga teng bo'lgan chiqish kuchlanishini olish

uchun hoxishiy  $R_1$  qarshiligini tanlash mumkin va  $R_2$  ni quyidagi formula bilan hisblanadi:

$$R_2 = \left( \frac{U_0}{1,25} - 1 \right) \cdot R_1$$

3,3 V kuchlanishni olish uchun endi manba quramiz. Bunde kuchlanish hozirgi zamon integral sxemalarida ko'p ishlatiladi. Kerakli komponentlar:

- ✓ maketlash platasi;
- ✓ 5 V va undan yuqori kuchlanishli eski manba yoki 9 V li qisqichi bilan batarey;
- ✓ LM317 (yaxshisi radiatorli bo'lsin);
- ✓ yorug'lik diodi;
- ✓ 330 Om li  $R_1$  qarshilik;
- ✓ 220 Om li  $R_2$  qarshilik;
- ✓ ikkita 100 pF li sig'im;
- ✓ bitta 100 mkF li sig'im;
- ✓ ulanishlar uchun simlar.

Maketlash platasida sxemani yig'ish tartibi.

1. LM317 sozlovchini olamiz va maketlash platasining chetiga 5,6 va 7 ustunlarga mikrosxema oyoqchalarini o'rnatamiz.

2.  $R_1$  va  $R_2$  qarshiliklarni o'rnatamiz. Ko'p xajimni egallamasligi uchun uni oyoqchalarini qirqib o'rnatish mumkin.

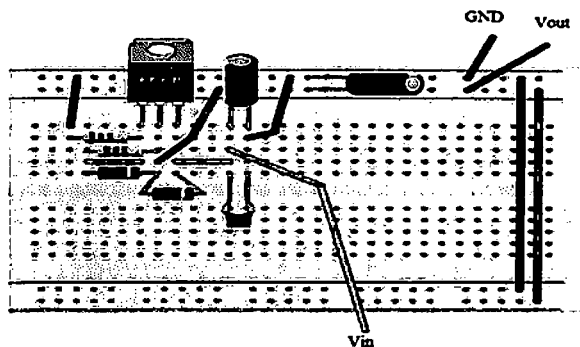
3. LM317 ning markaziy oyoqchasi bilan manbaning qizil shinasini sim yordamida ulanadi.

4. 100 nF va 100 mkF li sig'imlarni bevosita ikkita manba shinasiga o'rnatamiz.

5. Ikkinchi 100 nF li sig'imni o'rnatamiz.

6. Yorug'lik diodini va 220 Om li qarshilikni o'rnatamiz.

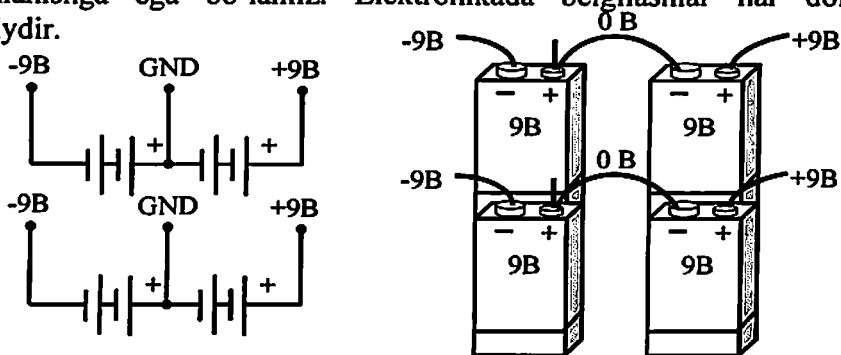
7. Nixoyat bataryning manba qisqichini ulaymiz, qizil simini maketlash platasining qizil shinasiga va qora simni esa xavo rang shinaga ulanadi.



7.11-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan kuchlanishni boshqarish sxemasi

#### 7.4. Ikki qutbli manba

Ba'zi bir sxemalar ikki qutbli manba talab etadi, ya'ni uchta kontakt bo'lishi kerak: manfiy kuchlanish, yer (yoki 0 volt) va musbat kuchlanish. Hamma ham ikkitali laboratoriya manbasiga ega emas va shuning uchun kerak bo'lib qolgan hollarda bir hil kuchlanishga o'rnatilgan ikkita manbani ketma-ket ulash mumkin yoki hatto ikkita batareyni. Shunday qilib, 0 V sifatida ("markaziy") manbalarning manfiy va musbat qutblarining ulanish nuqtasini olinadi, biz ikki qutbli kuchlanishga ega bo'lamiz. Elektronikada belgilashlar har doim nisbiydir.



7.12-rasm. Ikki qutbli manba hosil qilish uchun ikkita ketma-ket ulangan batareylarni ishlatish

#### 7.5. Yer (massa)

*Kuchlanish* – nisbiy kattalik. Shu sababli barcha birga ulangan zanjirlar uchun umumiy hisoblash nuqtasini ta'minlash juda muhim. Shunday qilib, 0 V potensial beriladi va massa, yer (ba'zida "umumiy")

ham deb ataladi) nuqtasi aniqlanadi. Massa nuqtasi har doim kontur doirasida yagona bo'lishi kerak, huddi shuningdek o'zaro ulangan ko'p sonli zanjirlar uchun ham. Azaldan elektr zanjirlari metall g'ilofga (korpus) joylashtirilgan va unga ma'nfiy zaryad manbai ulangan, shu tufayli "Massa" atamasi kelib chiqqan.

Telegraf va radio apparaturalarda 0 V qiymat sifatida yerning o'zi ishlatiladi. Ular yerga o'rnatilgan stolbaga ulangan zanjirlar, uzatuvchi va qabul qiluvchilar yerni juda katta ma'nfiy zaryadlarni yig'uvchi sifatida ishlatadilar. Juda ko'p hollarda kuchlanish 0 V ga teng bo'lgan zanjirning umumiy nuqtasini "yer" deb ataydilar.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Oddiy limondan qanday qilib batarey xosil qilish mumkun?
2. Batareylarni shartli grafik belgilanishi (chapda) qanday ko'rinishga ega, chizib tushuntiring.
3. Batareylarni ketma-ket ulanish sxemasini chizib tushuntiring.
4. Batareylarni parallel ulanish sxemasini chizib tushuntiring.
5. Batareylarning turlari va ko'rsatgichlarini misol tariqasida keltiring.
6. Batareyning zaryadi qancha vaqtga yetadi?
7. Manba bloki qanday ishlaydi?
8. Bir qutibli to'g'rilagichning elektr sxemasini tushuntiring.
9. Diodli ko'prikning elektr sxemasini tushuntiring.
10. Qanday qilib ikki qutibli manba hosil qilinadi?
11. Yer (massa) nima uchun kerak?

## VIII bob. RAQAMLI ELEKTRONIKA

Bu bobda raqamli integral sxemalar (mikrosxemalar, chiplar) va ularning tatbiqi haqida gap yuritiladi hamda raqamli mantiq asoslarini, registrlar, sanoq qurilmalar va xotirani ko‘rib chiqiladi. Bugungi kunda har qanday masalalarni mikrokontrollerlardan foydalanib hal qilish mumkunligiga qaramasdan, ba‘zi hollarda mahsuslashtirilgan sxemalarni ishlatish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Raqamli integral sxemalarni tushunish ancha oson va ularni o‘zaro kombinatsiyasidan yorug‘lik diodini yoqish, yetti segmentli displeyda harif va sonlarni yozish, tugmadan signal olish va boshqa ko‘p ishlarni bajarish uchun sxemalarni oson yaratish mumkun.

Bugungi kunda mikrokontrollerni ancha arzon narxda sotib olinadi va uni yuqorida sanab o‘tilgan ishlarni bajarish uchun dasturlashimiz ham mumkun. Ba‘zi hollarda ma‘lum operatsiyalarni bajarish uchun oddiy mahsuslashtirilgan mikrosxemalarni ishlatish ancha arzonga tushadi.

Bugungi kunda mikrokontrollerlarga qo‘shimcha mahsus integral sxemalar yaratilgan, ularni Programmable Logic (FPGA) yoki (PPVM – programmiruemaya polzovatelem ventelnaya matritsa) foydalanuvchi tomonidan dasturlanuvchi ventelli matritsa (FDVM) deb ataladi. Bu mikrosxemalarda yuzlab yoki yuz minglab mantiqiy ventillar bor, ularni hoxishimizga qarab ulashimiz mumkun. Dastur va kompyuter yordamida biz mikrosxemadagi elementlarni hoxish bo‘yicha ulash mumkun, huddi mikrosxema ichida mikroskopik kremnili maketlash platasi va bir yashik to‘la mantiqiy komponentlar hamda ulash uchun simlar bordek.

### 8.1. Bul mantiqi

Raqamli elektronika juda sodda signallarni ishlatadi: yoqiq va o‘chiq. Shuning uchun uni tushunish va ishlatish oson. Raqamli elektronika matematik Dyorj Bul nomi bilan atalgan mantiqiy algebraga asoslangan, shunga qaramay uni hatto endi boshlovchilar uchun ham tushunishi ancha oson.

Biz birdan o‘ngachan sonlarga o‘rganib qolganbiz, Dyorj Bul alohida matematik dunyoni ixtiro qildi, unda faqat ikki son mavjud: nol va bir. Axborotni minimal soni *bit* deb ataladi va u keltirilgan sonlardan birini qiymatini egallashi mumkun. Hatto ikkita sonlar bilan biz qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish va bo‘lish kabi matematik operatsiyalarni

amalga oshira olamiz. Matematik operatsiyalardan tashqari Bul bitlar bilan ishlovchi mantiqiy operatsiyalarni kiritgan. Bulning vaqtida hisoblash mashinasini qurish uchun elektronika elementlari hali kashf etilmaganligi tufayli o'rniga mexanik elementlar ishlatilgan, ularni hali kompyuter deb atalmagan albatta. Elektronika bitlar bilan yaxshi chiqishdi, faqat ikki kuchlanish qiymati bilan ishlovchi sxemalarni oson yaratish mumkun. Mantiqiy nol 0 V ga yoki o'chirib-yoquvchining uzoq holatiga mos keladi, mantiqiy bir esa manba kuchlanishining qiymatiga yoki o'chirib-yoquvchining ulangan holatiga mos keladi.

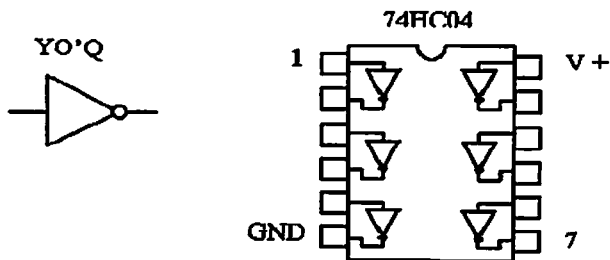
**Mantiqiy ventillar.** Integral sxemalar paydo bo'lmagan oldin mantiqiy sxemalarni relelarda, lampalarda so'ng tranzistorlarda qurilgan. Oddiy operatsiyani bajarish uchun quriladigan sxemaga ko'p komponent talab etilgan, shuning uchun birinchi qurilgan kompyuterlarga butun boshliq bino talab etilgan! Bugungi kunda esa ishlatishga tayyor operatorlar yoki mantiqiy elementlar bor chiplarni sotib olishi mumkun. Ular qanday qurilgan, nechta va qanday tranzistor yordamida qurilganligi bizni bezovta qilishi kerak emas. Bu mantiqiy ventillar kirish va chiqishlariga ega, ularga elektr signallari beriladi. Bul mantiqi quyidagi ventillarni ta'minlaydi: YO'Q, VA, YoKI, YoKINI INKORI. Bu asosiy ventillarga qo'shimcha sifatida shuningdek quyidagi ventillar mavjud: VA-YO'Q, YoKI-YO'Q, YoKI-YO'Qni INKORI, ya'ni asos ventillarni chiqishiga YO'Q ventili ulanib hosil qilingan kombinatsiyasi. Ventillar odatda ikki kirishga ega, lekin 4 yoki 8 ta kirishli ventillar ham mavjud.

**YO'Q ventili.** YO'Q ventili oddiy operator bo'lib hizmat qiladi. Bu elementni bir kirishi va bir chiqishi bor. YO'Q ventili kirishidagi signalni teskarisiga o'zgartiradi. Agarda YO'Q ventilining kirishiga "bir" berilsa (ya'ni 5 V), u holda chiqishida "nol" hosil bo'ladi (ya'ni 0 V) va aksl, agarda kirishiga "nol" berilsa, u holda chiqishida "bir" olinadi. Ventilning ishlashini bayon etish uchun jadvaldan foydalaniladi, uni *haqiqiylik jadvali* deb ataladi. Jadvalda mantiqiy ventilning har bir kirish signali uchun ustun va har bir chiqish signali uchun ham ustun mavjud. Ular kirishlarning imkoniyati qancha bo'lsa shuncha qatorga ega bo'ladi. YO'Q ventili uchun jadval juda sodda, ikki qatorli bitta kirish va bitta chiqishga ega.

8.1-jadval. YO'Q ventili uchun haqiqiylik jadvali

Kirish	Chiqish
0	1
1	0

Integral sxemalardagi mantiqiy ventillarni odatda mahsus belgilar bilan ifodalanadi. YO'Q ventilining shartli grafik belgilanishi uchburchakning uchida aylana bilan belgilangan (Yevropa va Amerikada) va to'rtburchak chiqishida aylana bilan Rossiyada belgilanadi 8.1-rasmda ko'rsatilganidek. Ba'zi YO'Q ventili mikrosxemalarning rusumlari: 74NS04 yoki 4049V yoki 4069V kabilar.



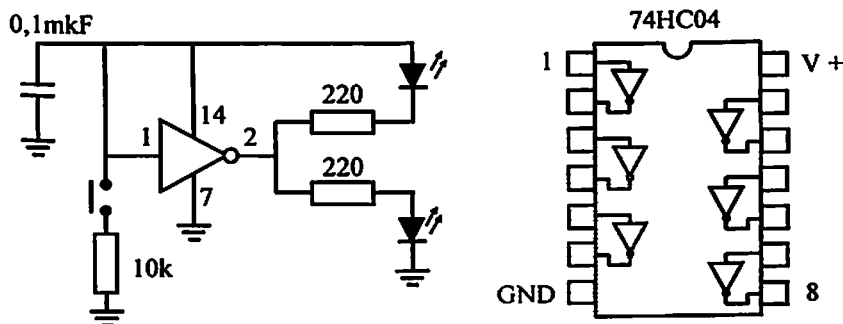
8.1-rasm. YO'Q ventilining shartli grafik belgilanishi va bir g'ilofta oltita YO'Q ventilidan iborat 74NS04 mikrosxemasi

Keling endi YO'Q ventili bilan tajriba o'tkazaylik. Bizga quyidagi komponentlar kerak bo'ladi:

- maketlash platasi;
- KMOYa texnologiya asosida tayyorlangan 6 ta YO'Q ventelli 74NS04 integral mikrosxemasi;
- qizil yorug'lik diodi;
- yashil yorug'lik diodi;
- 220 Om qiymatli ikkita qarshilik;
- normal uzoq tugma;
- 10 kOm qiymatli bitta qarshilik;
- 5 V li manba;
- 0,1 mkF li sig'im;
- ulashlarni amalga oshirish uchun simlar.

Zanjirning elektr sxemasi 8.2-rasmda ko'rsatilgan. Sxemada mikrosxemani umumiy to'rtburchak sifatida belgilanmadi, lekin biz YO'Q ventilini tasvirladik. Sxemani yig'ishni to'g'ri amalga oshirish uchun mikrosxema oyoqchalarini bajaradigan vazifalari bayon etilgan ma'lumotnomaga ega bo'lishimiz kerak. Bizga yordam sifatida elektr sxemada (8.2-rasm) mantiqiy ventilning mikrosxemadagi oyoqchalarining nomlari berilgan. Mikrosxemada ko'p sonli mantiqiy

elementlar mavjud bo'lsa, har bir elemenga nomer beriladi, masalan E1.1; E1.2; E1.3 vahokazo. Faqat ventillardan bittasining manbaga va yerga ulanishi ko'rsatilgan. G'ilofda nechta mantiqiy element bo'lishidan qat'iy nazar, hamma ventillar manbaga va yerga ulangan bo'ladi (integral mikrosxema ichida).



8.2-rasm. YO'V ventilinging tatbiq zanjirining elektr sxemasi va 74NS04 mikrosxemasining oyoqchalarini joylashishi.

**Eslatma:** Ba'zi integral mikrosxemalar uchun manba kuchlanishining qiymati aniq kattalikda bo'lishi kerak, odatda 5 V. Bu shartga rioya qilmaslik zanjirning ishdan chiqishiga olib keladi.

Sxemaning yig'ish tartibi.

1. Maketlash platasining manba shinalarini (plataning yuqori va pastki qismlarini) birlashtirib umumiy manba shinasini hosil qilamiz.

2. Maketlash platasining markaziga integral mikrosxemani o'rnatamiz.

3. 74NS04 mikrosxemaning 14 oyoqchasini manbaning (5 V) qizil shinasiga ulanadi.

4. 74NS04 mikrosxemaning 7 oyoqchasini manbaning (0 V) ko'k shinasiga ulanadi.

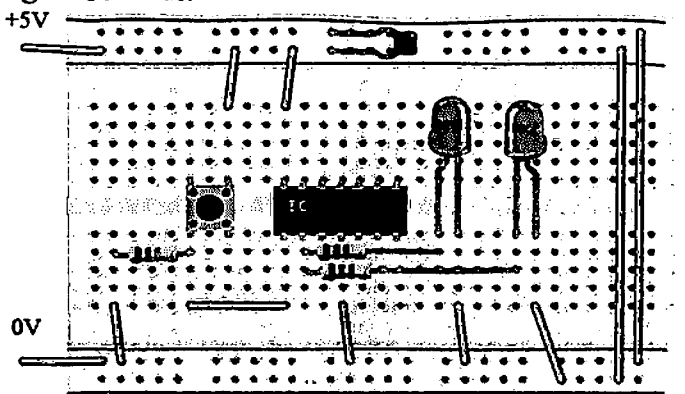
5. Tugma va 10 kOm qiymatli qarshilikni o'rnatamiz va ularni simlar yordamida mikrosxemaning 1 oyoqchasiga ulanali.

6. Qizil yorug'lik diodi bilan 220 Om qiymatli qarshilikni ketma-ket ulanadi va yorug'lik diod katodini yerga ulanadi.

7. Yashil yorug'lik diodi bilan 220 Om qiymatli qarshilikni ketma-ket ulanadi va yorug'lik diodining anodini 5 V li shinaga ulanadi.



8. Ulash simlari yordamida ikkita qarshilikning ulanmagan oyoqchalarini ulanadi.
9. Ikki qarshilikning umumiy nuqtalarini integral sxemaning 2 oyoqchasiga ulanadi.
10. Sig'imni ikki manba shinasining orasiga ko'prik qilib ulanadi.
11. Zanjirga 5 V kuchlanish beriladi.
12. Tugma bosiladi!



8.3-rasm. Yig'ilgan sxemaning ko'rinishi

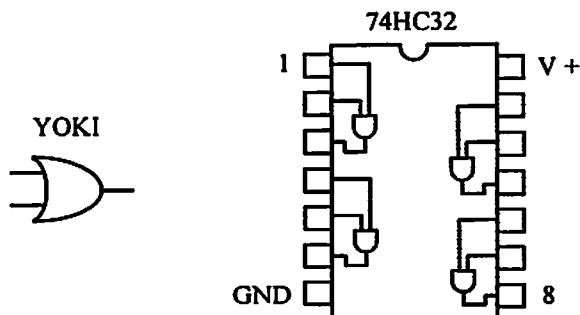
YO'Q ventilining kirishi 10 kOm li qarshilik orqali yerga ulangan. Qarshilik orqali tok aylanmaydi va kirish signali 0 V ga teng. Ventilning chiqishida yuqori potensial mavjud, shuning uchun qizil yorug'lik diodi yoqiq. Tugmani bosish orqali ventilning kirishiga 5 V beriladi, ventilning chiqishida past potensial hosil bo'ladi (0 V), shuning uchun yashil yorug'lik diodi yonadi, u 5 V bilan mikrosxemaning chiqish oralig'iga ulangan, xozir u yerda 0 V mavjud. 10 kOm qiymatli qarshilik qisqa to'qnashuv bo'lishining oldini oladi va tugmani bosib 5 V berilganda tokni chegaralaydi.

0,1 mkF li sig'im elektr uzatish yo'llaridan kelgan yoki mikrosxema hosil qilishi mumkin bo'lgan ( mantiqiy ventel holatini o'zgartirganda) notekisliklarni to'g'rilaydi. Mashq sifatida ikkita YO'Q ventilini ketma-ket ulashga va ventelni holatini bilish uchun ularning har birini chiqishiga yorug'lik diodini ulab ko'rishga harakat qiling.

**YoKI ventili.** Mantiqiy ventillar noaniqliklarni bilmaydilar va ularni o'zini tutishi qat'iy haqiqiylik jadvali bilan aniqlanadi. Biz uchun "YoKI" turli qiymatlarga ega bo'lishi mumkin, masalan tovush tonini o'zgarishi yoki yuzning o'zgarishi yoki ko'zlarning turlicha qisilishi

yoki boshni turlicha harakatlanishi. YoKI mantiqiy ventili har doim o'zini bir hil tutadi.

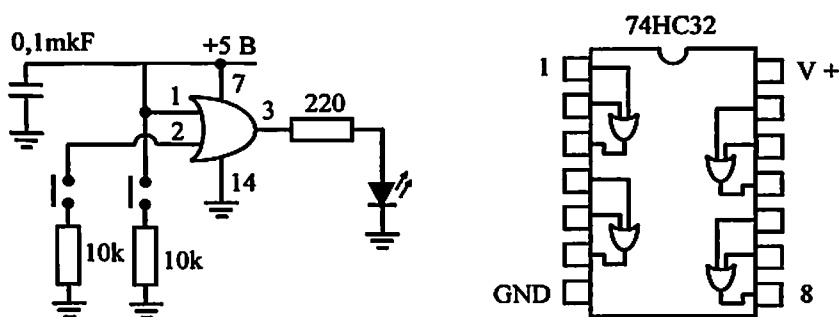
YoKI mantiqiy ventilning chiqishi "1" bo'lishi uchun, kirishlaridan birida bir holat bo'lsa yetarlidir. Haqiqiylik jadvali bu safar to'rtta qatordan tashkil topgan bo'ladi, sababi kirishlarining bo'lishi mumkun bo'lgan barcha kombinatsiyasini etiborga olingani uchun.



8.4-rasm. YoKI ventilning shartli grafik belgilanishi va bir g'ilofda to'rtta YoKI ventili bor 74NS32 mikrosxemasini

8.2-jadval. YoKI ventilning haqiqiylik jadvali

A kirish	B kirish	Chiqish
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



8.5-rasm. YoKI ventilning tatbiqi uchun elektr sxema

Ko'p mikrosxemalar YoKI ventilini o'z ichiga oladi, masalan 74NS32 yoki 4071V mikrosxemalari (8.5-rasm). YoKI ventili bilan qilinadigan tajriba uchun bizga quyidagi komponentlar kerak bo'ladi:

- maketlash platasi;
- 4 ta YoKI ventildan iborat bo'lgan 74NS32 mikrosxemasi;
- yorug'lik diodi;
- 220 Om li qarshilik;
- ikkita normal ochiq tugma;
- 10 kOm li ikkita qarshilik;
- 5 V manba;
- 0,1 mkF li sig'im;
- ulashlarni amalga oshirish uchun simlar.

Zanjirning elektr sxemasi 8.5-rasmda berilgan.

Zanjirni yig'ishni boshlaymiz.

1. Maketlash platasining manba shinalarini (plataning yuqori va pastki qismlarini) birlashtirib umumiy manba shinasini hosil qilamiz.

2. Maketlash platasining markaziga integral mikrosxemani o'rnatamiz.

3. 74NS32 mikrosxemaning 14 oyoqchasini manbaning (5 V) qizil shinasiga ulanadi.

4. 74NS32 mikrosxemaning 7 oyoqchasini manbaning (0 V) ko'k shinasiga ulanadi.

5. Tugma va 10 kOm qiymatli qarshilikni o'rnatamiz va ularni simlar yordamida mikrosxemaning 1 oyoqchasiga ulanali.

6. Ikkinchi tugma va 10 kOm qarshilik ulanadi hamda ularni simlar yordamida integral mikrosxemaning 2 oyoqchasiga ulanadi.

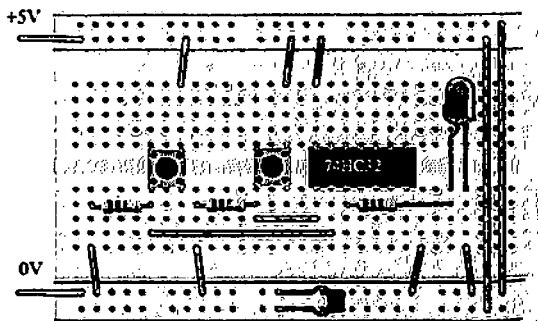
7. Qizil yorug'lik diodi bilan 220 Om qiymatli qarshilikni ketma-ket ulanadi va yorug'lik diod katodini yerga ulanadi.

8. 220 Om li qarshilikni integral mikrosxemaning 3 oyoqchasiga ulanadi.

9. Sig'imni ikki manba shinasining orasiga ko'prik qilib ulanadi.

10. Zanjirga 5 V kuchlanish beriladi.

11. Tugma bosiladi!



8.6-rasm. Yig'ilgan sxemaning ko'rinishi

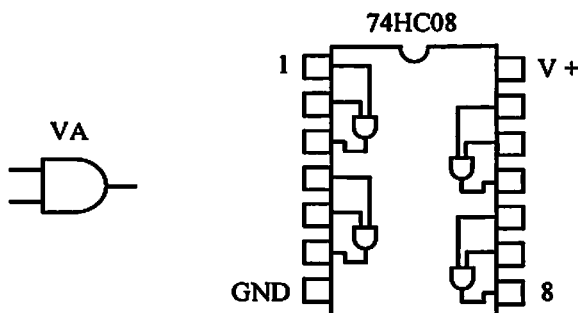
YoKI ventiling kirishlari 10 kOm li qarshilik orqali yerga ulangan. Ikkita tugmadan birini bosish orqali kirishiga 5 V beriladi va ventiling chiqishi "1" holatga ega bo'ladi. YoKI ventiliga ulangan yorug'lik diodini yonishi uchun kirishiga ulangan ikkita tugmadan birini bosilishi yetarli bo'ladi.

**VA ventili.** VA mantiqiy ventiling chiqishida "1" bo'ladi, qachonki faqat ikki kirishida "1" bo'lsa, aks holda u har doim "0" holatda bo'ladi. Quyida VA mantiqiy ventiling haqiqiylik jadvali keltirilgan.

8.3-jadval. VA ventiling haqiqiylik jadvali

A kirish	B kirish	Chiqish
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

VA mantiqiy ventilini o'z ichiga olgan mikrosxemalar: 74NS08, 74NSP, 74NS21, 4073V, 4081V (8.7-rasm).



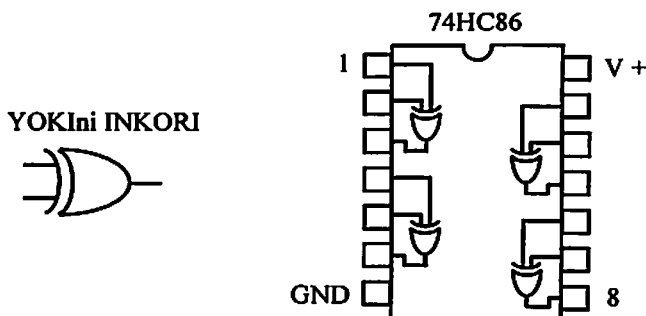
8.7-rasm. VA ventiling shartli grafik belgilanishi va to'rtta VA ventili bo'lgan 74NS08 mikrosxema

Mashq sifatida sinash uchun VA mantiqiy vetelini yig'iladi, huddi YoKI mantiqiy ventilini yig'ilgani kabi. Ushbu hol uchun 74NS08 integral mikrosxemasidan foydalaniladi.

**YoKI ni INKORI ventili.** YoKIni INKORI ventilini ba'zida "modul 2 bo'yicha qo'shish" deb ham ataladi. Quyida uning haqiqiylik jadvali keltirilgan (8.4-jadval).

8.4-jadval. YoKIni INKORI ventilining haqiqiylik jadvali

A kirish	B kirish	Chiqish
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



8.8-rasm. YoKI ni INKORI ventilining shartli grafik belgilanishi va to'rtta YoKI ni INKORI ventili bor 74NS86 mikrosxemasi

YoKIni INKORI ventili oddiy ikkilik sonlarni qo'shuvchisidir. Bitlar faqat "0" va "1" qiymatlarga ega bo'ladi. Biz ularni o'nlik sonlarni "0" dan "9" gachan qo'shgandek qo'sha olamiz.

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

Shu joygachan hech qanday muammo yo'q. Quyidagi yig'indi bo'lsa nima hosil bo'ladi?

$$1+1=?$$

Biz "2" deb yoza olmaymiz! Agarda biz "9" bilan "1" ni qo'shsak, u holda quyidagicha yoza olamiz:

$$9+1=10$$

Nima sodir bo'ldi? "0" dan "9" gachan bo'lgan sonlar o'nlik sonlardir. "1" ni "9" ga qo'shish orqali o'nni olinadi, shuning uchun "1" yoziladi, so'ng "0" yoziladi. Ikkilik sonlar bilan ham huddi shundek bo'ladi, "1" soniga "1" ni qo'shishda bizda sonlar tugaydi, shuning uchun biz quyidagicha yozamiz:

$$1+1=10$$

Davom ettiramiz:

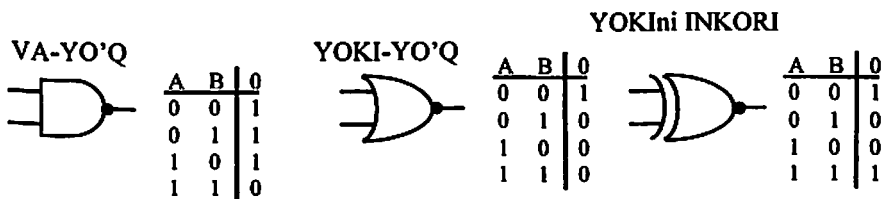
$$10+1=11$$

$$11+1=100$$

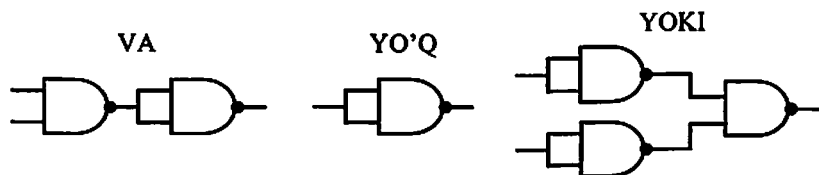
YoKIni INKORI ventili oddiy razryaddan razryadga o'tkazmaydigan qo'shuvchi (jamlovchi) hisblanadi, chunki u ikkita oddiy bitni qo'sha oladi va o'tishdagi sonni yo'qotadi.

YoKIni INKORI ventelli mikrosxemalarga misol, 74NS86 va 4030V bo'la oladi.

VA-YO'Q, YoKI-YO'Q, va YoKIni INKORI ventillari. Har bir mantiqiy ventel uchun unga mos "negativ" varianti bor. YoKI-YO'Q ventilining boshqachasi esa YoKI ventilining chiqishiga YO'Q ventilining ulangani mos keladi.



8.9-rasm.VA-YO'Q, YoKI-YO'Q, YoKIni INKORI –YO'Q ventillarining shartli grafik belgilanishi



8.10-rasm.Faqat VA-YO'Q ventildan foydalanib YoKI-YO'Q, VA, YoKI ventillarini joriy etish

Bu ventillarning qulayligidan tashqari (ikkita mikrosxemani ishlatish kerak bo'lmaydi), ular alohida hususiyatga ega, chunki VA-

YO'Q orqali bul mantiqidagi xohlagan boshqa mantiqli vetel turini hosil qilish mumkun. Huddi shundek YoKI-YO'Q bo'lgan holda ham xohlagan mantiqli ventelni hosil qilish mumkun. Ixtiyorimizda bitta YoKI-YO'Q hamda bitta VA-YO'Q ventili bo'lsa, xohlagan ventelni hosil qishishimiz mumkun bo'ladi.

74hc02, 74HC27, 4001B, 4002B rusumli mikrosxemalar YoKI-YO'Q ventillaridan iborat. VA-YO'Q vetellari uchun 74NS00, 74NS10, 74NS20, 4011V, 4012V, 4068V rusumli mikrosxemalar va YoKIni INKORI ventillari uchun esa 4077V rusumli mikrosxemalar mavjud.

**Bufelar.** Biz ko'rib chiqadigan ventel turlarining oxirgisi birinchi ko'rinishida butunlay kerak emasdek ko'rinadi. Ventilning bu turi bufer deb ataladi, uning shartli grafik belgilanishi oddiy uch burchak va uning chiqishidagi signal har doim kirishidagi signalga teng bo'ladi 8.5-jadvalda keltirilganidek. 74NS17 rusumli mikrosxemada bu ventel mavjud va u signalni qayta tiklashga yoki sxemaning mantiqiga shkast yetkazuvchi yuklamani ishga tushirish uchun ishlatiladi.

Ochiq kollektorli turdagi buferlar chiqishida tranzistorlari mavjud (74LS17 rusumli mikrosxemalar), ular chiqishida 40 mA tokni ta'minlab bera oladilar, ya'ni bu buferning chiqishiga 30 tagachan mikrosxema ulash mumkun bo'ladi.

8.5-jadval. Buferning haqiqiylik jadvali

Kirish	Chiqish
0	0
1	1

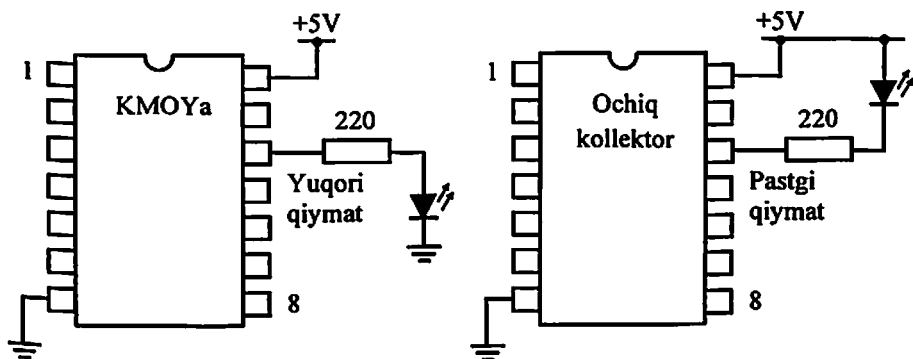
## 8.2.Mantiqlar oilasi

Ikkita muhim raqamli integral mikrosxema turi mavjud: TTM va KMOYa. TTM (tranzistor-tranzistorli mantiq) mikrosxema oilasida bipolyar tranzistorlar ishlatiladi va ishlashi uchun 5 V kuchlanish talab etiladi. KMOYa mikrosxemalari MOYa tranzistor juftligi ishlatiladi va 3,3 V kuchlanishli manba talab etiladi. Asosiy ikki tur negizida vaqt o'tishi bilan turli variantlar yaratildi, ular turli ishchi tezliklarda ishlashi bilan, istemol kuchlanishi bilan va ishchi kuchlanishi bilan harakterlanadi. TTM mikrosxemalarini rusumlanishidagi boshlanish raqamlari orqali bilib olish mumkun 74xx, bu mikrosxemalar 1960 yillari ishlab chiqarilgan. Balkim siz xozir ham ulardan ba'zilarini ko'rib qolarsiz. Vaqt o'tishi bilan u mikrosxemalarni ancha yangi versiyalar bilan almashtirildi masalan, 74LSxx va shuningdek boshqa oilalar 74Sxx, 74Fxx, 74ALSxx. Ular bir-biridan ishlab chiqarish

texnologiyasi bilan, ularda Shottki diodi bor yoki yo‘qligi bilan, tezligi va energiyani istemoli bilan farqlanadilar. Hozirgi vaqida TTM mikrosxema oilasidan 74LSxx mikrosxemalari ishlatiladi, ular “ochiq kollektor” turiga mansub va ular o‘zini KMOYa dan butunlay boshqacha tutadi. Bu mikrosxemalarning chiqishi past qiymatli bo‘lganda ( mantiqiy 0) 8 mA tokni yutish uchun mo‘ljallangan, chiqishida yuqori qiymat bo‘lganda esa juda kam tok ta‘minlashi mumkin. Turli mikrosxemalarni bir-biri bilan ulanganda muammo yo‘q, lekin raqamli chiqishlar zaryadlarni boshqarishi kerak bo‘lganda esa muammo paydo bo‘lishi mumkin. Biz uni yorug‘lik diodini mikrosxemaning chiqishiga qanday qilib to‘g‘ri ulash misolida ko‘rib chiqamiz.

Indikator hatto biz uni mikrosxema chiqishi bilan yer oralig‘iga ulasak ham yonishi mumkin, lekin to‘g‘ri ulash usuli bu yorug‘lik diodini chiqish bilan musbat kuchlanish manba orasiga ulashdan iborat (8.11-rasmda ko‘rsatilganidek). Shundek qilib indikator mikrosxema chiqishi past qiymatli bo‘lganda yonadi. Bu katta muammo emas, lekin bu holat bizni sxemaning mantiqini ko‘rib chiqishimizga majbur qiladi.

Turg‘unlikni ta‘minlash uchun mikrosxemani ishlatilmagan oyoqchalarini manbaning musbat kuchlanishiga ulanadi.



8.11-rasm. Turg‘unlikni ta‘minlash uchun mikrosxemani ishlatilmagan oyoqchalarini manbaning musbat kuchlanishiga ulash

Barcha bu xususiyatlar mikrosxemaning bu oilasini ishlatilishini qiyinlashtiradi, lekin bizda ba‘zida ilojimiz bo‘lmay qoladi, chunki ba‘zi mikrosxemalar faqat shu texnologiyada ishlab chiqariladi. KMOYa mikrosxemalar oilasini rusumlanishi quyidagi belgilar bilan boshlanadi 40xx, shuningdek ancha yangi seriyasi ham mavjud 40xxV.



Ba'zi 74xx oila mikrosxemalarida MOYa (metal oksid yarimo'tkazgich) texnologiyasi qo'llanilgan, shuning uchun ba'zida chalkashliklar hosil bo'ladi, masalan, 74NS00 MOYa tranzistorlaridan tashkil topgan! Bugungi kunda eng ko'p ishlatiladigan mikrosxemalar bu NS seriyasidagi mikrosxemalardir. Zanjirni g'alati tutushidan saqlash uchun, bu mikrosxemalarni ishlatishda barcha ishlatilmagan oyoqchalarni yerga ulashini esdan chiqarmang. Mikrosxemaning chiqishlari to'rt milliampere atrofida tok kuchini ta'minlab bera oladi, qachonki chiqish oyoqchalarida yuqori qiymat bo'lsa (mantiqiy bir), yoki chiqishlari past qiymatda bo'lsa tokni yutadilar. Bu toklar uncha katta emas, yorug'lik diodini yoqish uchun zo'rg'a yetadi, lekin boshqa mikrosxemalar bilan ulash uchun yetarlidir. Yuklamaga ulashda bufer ishlatish kerak bo'ladi.

Raqamli mikrosxemalarni ishlatganda yaxshisi har doim bir turdagi mikrosxema oilasidan hamda bir turdagi seriyalardan foydalangan yaxshi. Tegishli extiyot choralarni ko'rmasdan turli oilaga mansub mikrosxemalardan foydalanish noxush oqibatlar olib kelishi mumkin! Sxema ishlashi mumkin, lekin g'alati holatlar yuzaga kelishi mumkin. Turli mikrosxema oilalari nol va birlar bilan ishlaydilar, lekin ular o'zini tutushi bir-biridan farqlanishi mumkin, Har bir mikrosxema oilasi o'zining mantiqiy bir va nollarining kuchlanish oralig'iga ega shu oralikda mantiqiy bir va nol kuchlanishlari aniqlanadi. TTM mikrosxemalarida 5 va 3,7 V atrofida kuchlanish mantiqiy bir sifatida belgilangan, KMOYa mikrosxemalarida esa 5 va 3,5 V atrofida kuchlanish mantiqiy bir sifatida belgilangan. Huddi shuningdek mantiqiy nol ham 0,7 va 0,4 V atrofida belgilangan.

Har bir texnologiya chiqishida tok manbai bo'lishi mumkin va shuningdek tokni istemol qilishi ham mumkin. Bu holat ventilning chiqishiga uni shikastlamasdan qanday elementlarni va nechta elementni ulash mumkunligiga ta'sir etadi. Bu ko'rsatgich shoxlanish (tarqalish) koeffitsienti deb ataladi va mantiqiy elementni shikastlamasdan uning chiqishiga ulanishi mumkin bo'lgan ventillar sonini aniqlab beradi. Birinchi ishlab chiqarilgan vetellarning tarqalish koeffitsienti 10 teng bo'lgan, hozirgi kunda ba'zi texnologiyalar tarqalish koeffitsienti 50 gachan bo'lgan mikrosxemalarni ishlab chiqarishga qodir.

Biz ventelni sodda bitta komponent sifatida qarab o'rganib qoldik, aslida esa har bir mantiqiy ventel bir guruh tranzistorlardan va boshqa komponentlardan tashkil topgandir, mikrosxemada bu murakkab

sxemani tashkil etadi. Shuning uchun mikrosxemaning kirishiga berilgan signal uning chiqishiga yetib borishi uchun bir qancha vaqt kerak bo'ladi. Bu holat mantiqiy ventilning tezligiga cheklanish qo'yadi va ventelni qanday maksimal chastotada ishlashini ko'rsatadi.

Raqamli sxemalar shovqin qiladi! Ko'p sonli ventillar va turli qurilmalar uzuluksiz o'chib va yonib turadilar. Har bir holatni o'zgartirish uncha katta bo'lmagan shovqin hosil qiladi, ular yolg'on signal hosil qilishi mumkin. Ushbu halallarni cheklash uchun har bir mikrosxemaning manba oyoqchalariga iloji boricha yaqin qilib katta bo'lmagan sig'im ulanishi kerak. Odatda 100 pF qiymatli sig'im ishlatiladi.

Shovqinni cheklash uchun hech qachon mikrosxema oyoqchalarini ulamasdan qoldirmang. Agarda mantiqiy ventel bir necha kirishlardan iborat bo'lsa, biz esa ulardan faqat bir nechasini ishletsak qolgan kirishlarni esa yerga yoki manbaga (mikrosxemaning ishlash mantiqiga asosan yoki uning turiga qarab) ulash kerak bo'ladi. Agarda oyoqchalardan birortasi ulanmay qolsa, u holda u kirishda tasodifiy xohlagan mantiqiy holat bo'lishi mumkin yoki shovqin hosil qilishi mumkin.

### 8.3.Kombinatsion sxemalar

Faqat mantiqiy ventillardan tashkil topgan sxemani kombinatsion sxema deb ataladi. Ularni ish holatlarini haqiqiylik jadvali orqali bayon qilish mumkin. Kirishga berilgan signallar juda tez chiqishiga yetib boradi. Haqiqiylik jadvalining chap tomonida har bir kirish uchun ustun joylashgan, o'ng tarafta esa kombinatsion sxemaning chiqishi uchun ustun joylashgan. Chiqishdagi holatni xisolash uchun kirishida bo'lishi mumkin bo'lgan barcha holatlarni qayd qilish kerak. Qatorlar soni juda ko'p bo'lishi mumkin, chunki u n kirishlar soniga bog'liq:

$$\text{qatorlar soni} = 2^n$$

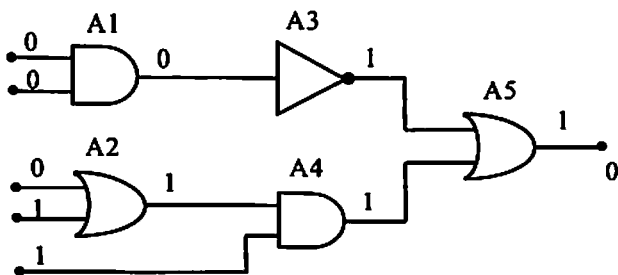
Ikkita kirish bo'lgan holatda

$$2^2 = 2 \times 2 = 4$$

Uchta kirish bo'lganda qatorlar soni quyidagicha aniqlanadi

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$$

Siz har bir qator uchun hisob ishlarini bajariningiz kerak, kirish qiymatlarini chiqishga siljitib.



8.12-rasm. Kombinatsion sxema

Rasmdagi sxema uchun haqiqiylik jadvalini oltita ustundan iborat qilib chizamiz, har bir kirish uchun bitta va har bir chiqishi uchun bitta. Hisoblashlarni osonlashtirish uchun har bir ventel chiqishlari uchun haqiqiylik jadvaliga bittadan oraliq ustunlarni qo‘shamiz, ularni A1, A2, A3 va A4 deb ataymiz. Hamma kirishlar nol bo‘lgan holda birinchi qator uchun oraliq chiqishlarni hisoblashni boshlaymiz. Bu holda sxemaning chiqish signali birga teng. Kirishlarda har biri bo‘lishi mumkin bo‘lgan kombinatsiya uchun hisoblashlarni amalga oshiramiz, jadval 32 ta qatordan iborat bo‘ladi!

Kombinatsion sxemalarda hisoblash juda tez amalga oshiriladi: signal kirishga berilishi bilan chiqish signali shu xaxoti paydo bo‘ladi yoki juda kam ushlanishdan so‘ng hosil bo‘ladi. Kombinatsion sxemalarni juda tez va oddiy hisoblash hamda kam zarur bo‘lgan elementlar bilan hisoblashning ba’zi usullari mavjud, masalan “Kuayn-Maklaski usuli” va “Karno kartasi”.

8.8-jadval. 8.12-rasmdagi mantiqiy sxema uchun haqiqiylik jadvalining bir qismi.

a	b	c	d	e	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1

#### 8.4.O‘zgartiruvchilar

Raqamli elektronikada ko‘p bajariladigan operatsiya bu axborotlarni bir o‘lchamdan boshqasiga o‘zgartirish operatsiyasidir. Ushbu masala o‘zgartiruvchilar yordamida tez hal qilinishi mumkun,

ular ko'p kirish va chiqishli kombinatsion sxemalarda hosil qilinadi. Koder yoki dekode bir guruh bitlarni boshqasiga o'zgartiradi.

Bu turdagi sxema 3 kirishga ega bo'lishi mumkin, ular sakkista chiqishga o'zgartiriladi. Uchta kirish quyidagi ikkilik sonlarni qabul qiladi: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 – va uni sakista chiqishini bo'lishi mumkin bo'lgan kombinatsiyada yoqish uchun ishlatadi. Bu turdagi sxema bilan faqat uchta simdan foydalanib 8 ta chiqishni boshqarish mumkin.

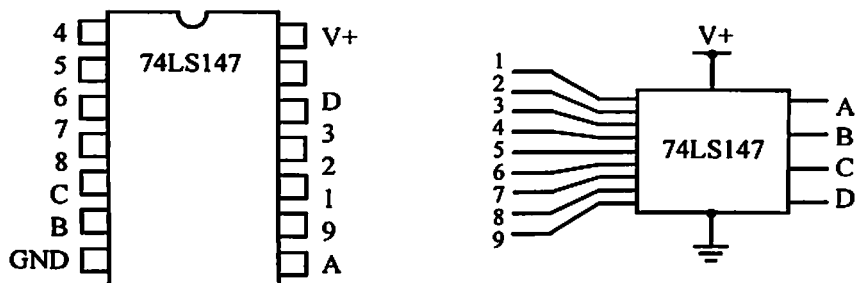
O'nlik qiymatlarni ikkilik qiymatlarga o'zgartiruvchi o'nlab kirishlarga ega bo'ladi, ular birdaniga bir marttadan faollashishi mumkin va shuningdek ma'lum sonli chiqish simlari mavjud. Har bir kirishi chiqishdagi ikkilik soniga mos. Kirishdagi o'n soni uchun bizga to'rta sim kerak bo'ladi, chunki noldan (0000) o'ngachan (1001) sanash kerak bo'ladi. Agarda kirish signallarining hech qaysinisida mantiqiy bir holat bo'lmasa, u holda chiqishida nollar kerma-ketligi hosil bo'ladi. Kirishni faollashtirish orqali chiqishda mos ravishda ikkilik sonlarni hosil qilinadi.

#### 8.7-jadval. O'nlik qiymatlarni ikkilik qiymatlarga ideal o'zgartirining haqiqiylik jadvali

Tanlangan kirish	A chiqish	V chiqish	S chiqish	D chiqish
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

74LS147 mikrosxema o'nta kirishli va to'rta chiqishli dekoderdir. Bu integral sxema TTM texnologiya asosida ishlab chiqarilgan. 0000 holatni olish uchun biz birinchi kirishidan tashqari barcha kirishlarini "1" holatga o'rnatamiz, birinchi kirishi "0" holatga o'rnatilgan. Undan tashqari kirishlari ustunlik hususiyatiga egadirlar, agarda bir necha kirishlar bir vaqtning o'zida yuqori qiymatga ega bo'lsalar, u holda katta qiymatli kirishlar ko'rilgan bo'lar edi, agarda 7 chiqish va 2

chiqishni past qiymatga keltirilsa, ular etiborga olinmaydi. Haqiqiylik jadvalida hoxishiy qiymatni olishi mumkin bo'lgan kirishlari X harifi bilan belgilangan.



8.13- rasm. 74LS147 mikrosxema o'nta kirishli va to'rtta chiqishli dekoder

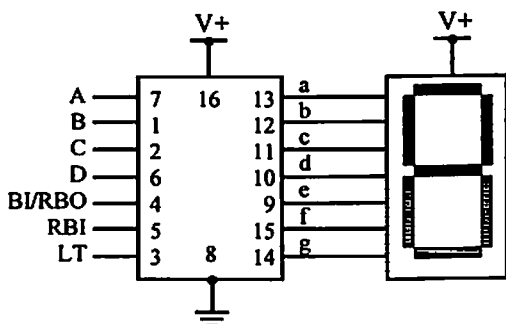
8.8-jadval. 74LS147 dekoderning haqiqiylik jadvali

Kirishlar									Chiqishlar			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	V	S	D
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	1	1	0
x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	1	1	1
x	x	x	x	x	x	0	1	1	1	0	0	0
x	x	x	x	0	1	1	1	1	1	0	1	0
x	x	x	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
x	x	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
x	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Agarda ko'p sonli kirishlar zarur bo'lib qolsa, biz bundek komponentni qandaydir internet-magazin saytlaridan qidirishimiz kerak bo'lar edi. O'n oltita kirishli mikrosxemalarni topish mumkin, ular keyin to'rtta chiqish bitlariga o'zgartiriladi.

Koderning alohida turi yetti segmentli displeyni boshqarish uchun ishlatiladi, ular to'rtta kirish va yettita chiqishga ega, u chiqishlar displeyning yetti segmentiga ulanadi. Mikrosxema kirishidagi bitlarga

mos signallarni hosil qiladi va bu signallar yetti segmentli elementda sonlarni yoqadi. Agarda kirishiga "0011" o'rnatilsa, u holda yetti segmentli displeyda biz "3" sonini o'qiyamiz. Bu turdagi chip masalan, 74LS47, u to'g'ri yorug'lik diodili displeyga 330 Om li qarshilik orqali ulanadi.



8.14-rasm. Koderni yetti segmentli displeyni boshqarish sxemasi

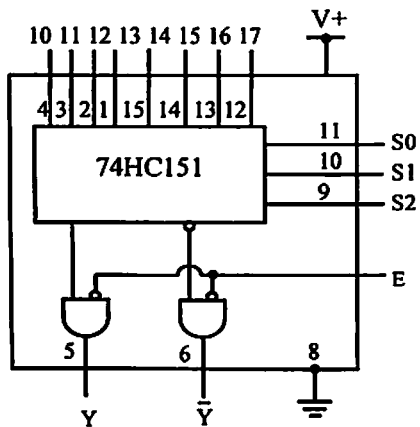
Bu mikrosxemalar faqat bir taraftga ishlaydi, chiqishiga signal berib kirishida signal hosil bo'lishini kutush befoyda. Esda saqlang raqamli mikrosxemalar har doim faqat bir taraftga ishlaydi!

### 8.5. Multipleksorlar va demultipleksorlar

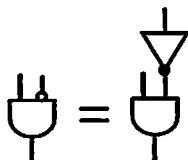
Biz birinchi boblarda ko'rdikki burama o'chirib-yoquvchi: uning o'qi bo'lib, uni markaziy raz'emni bir necha doira bo'ylab joylashgan kontaktlar bilan ulash uchun aylantirish mumkun. Markaziy raz'emga kelgan signalni doira bo'ylab joylashgan chiqish kontaktlaridan biriga uzatish mumkun. Biz huddi shu operatsiyani integral mikrosxemalar yordamida ham amalga oshirishimiz mumkun, tanlangan ba'zi ra'zemandan signalni qanday saralash mumkunligini. Multipleksor yoki MUX ko'p raqamli kirishlarga ega, ularni chiqish yo'llariga ulash mumkun. Demultipleksor yoki DEMUX, kirishiga signal qabul qilib, uni kerakli bo'lgan chiqishlaridan biriga uzatishi mumkun.

74NS151 (yoki 74LS151) integral sxemasi 8 kirishli multipleksordir, kirish signalini tanlash uchun 1 ta va 3 ta chiqishli.

74NS138 (yoki 74 LS138) integral sxema 1 kirish, 8 chiqish va chiziqli chiqishni tanlash uchun 3 oyoqchali demultipleksordir.

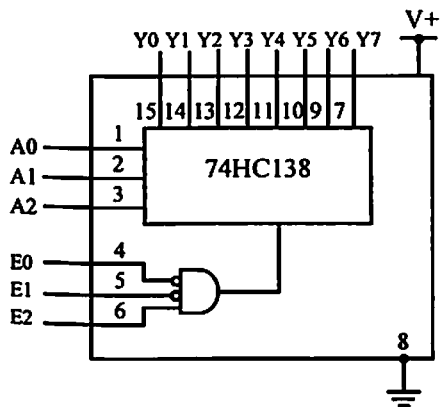


E	Kirish								Chiqish				
	S2	S1	S0	0	1	2	3	4	5	6	7	Y	Y <sup>-</sup>
H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H



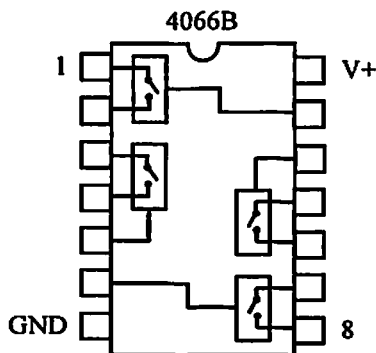
8.15-rasm. 74NS151 (yoki 74LS151) integral sxemasi 8 kirishli multipleksori va haqiqiylik jadvali

Multipleksor va demultipleksorni ikki yo‘nalish bo‘yicha ishlatish mumkin emas. Bu qoidani inkor qilgan, juda foydali mikrosxema, u raqamli mikrosxema 4066V rusumli bo‘lib, 4 raqamli boshqarish kontaktiga ega. Bu kontaktlar xaqiyqiy o‘chirib-yoquvchilar. Ularni analog signallarni boshqarish uchun ishlatish mumkin. Uning o‘chirib-yoquvchilarini chiqishlarining qutublari yo‘q va bir yo‘nalishga yoki boshqa yo‘nalishga ham ishlatish mumkin. Har bir o‘chirib yoquvchi raqamli signal yordamida boshqariladi: “0” kontaktlarni ochish uchun va “1” kontaktlarni yopish uchun.



			Kirish			Chiqish							
E1	E2	E3	A0	A1	A2	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X											
X	X	L											
L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L
			L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H
			L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H
			H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
			H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H
			H	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H
			H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H

8.16-rasm. 74NS138 (yoki 74 LS138) integral sxema 1 kirish, 8 chiqish va chiziqli chiqishni tanlash uchun 3 oyoqchali demultipleksori va haqiqiylik jadvali



8.17-rasm. 74NS138 (yoki 74 LS138) integral sxema

### 8.6. Ketma-ketlikda ishlovchi sxemalar

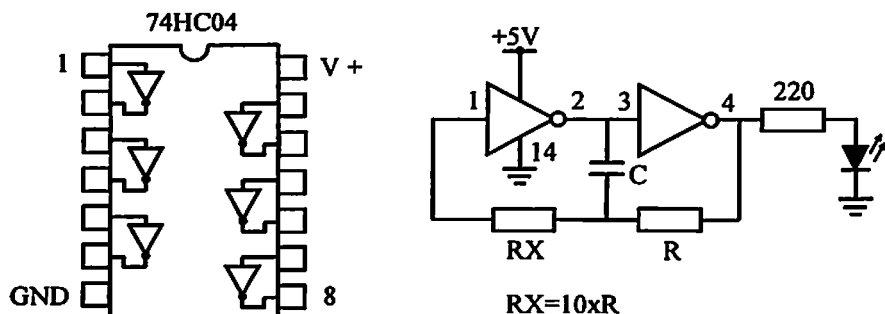
Raqamli sxemalarning shunday turi mavjudki, ularning ishlashi uchun **sinxronlovchi signal** kerak bo'ladi, uni yana **taktlash signali** ham deb ataladi. Bu sxemalarda axborotlar takt bo'yicha belgilangan vaqt oralig'ida ishlov beriladi, shu sababli ularni ketma-ketlikda ishlovchi deb ataladi. Agarda ketma-ketlikda ishlovchi sxemalarning kirishiga signal berilsa, uning chiqish signali faqat bir yoki bir necha takt impulsidan so'ng hosil bo'ladi. Sxemalarning bu turi axborotlarni uzoq vaqt davomida saqlashga imkon beradi.



## 8.7. Takt generatorlari

Takt signallari ketma-ketlikda ishlovchi sxemalar uchun eng muhim signallardan biri bo'lib xizmat qiladi, chunki u barcha operatsiyalarni sinxronlash uchun xizmat qiladi. Bu signal to'g'ri to'rt burchak shakliga ega va bir necha yuz kilogers yoki megogersga teng bo'lishi mumkin. Takt signalini qanday hosil qilish mumkin? Eng sodda usuli bu mantiqiy ventillarni ishlatishdir.

Ikkita qarshilik va bitta sig'im hamda ikkita YO'Q ventilini birlashtirib to'g'ri to'rtburchakli impuls hosil qiluvchi generatorni amalga oshirishimiz mumkin. Generatorning bu turi "turg'un bo'lmagan" deb ataladi, chunki u turg'un holatga ega emas, lekin uzuluksiz bir holatdan boshqasiga o'zgarib turadi, to'g'ri to'rtburchakli impuls hosil qilib.



8.18-rasm. Ikkita qarshilik va bitta sig'im hamda ikkita YO'Q ventilini birlashtirib to'g'ri to'rtburchakli impuls hosil qiluvchi generatorni amalga oshirishi

Generatorning nazariy sxemasi faqat R qarshilik va C sig'imni talab etadi. YO'Q ventillari ketma-ket ulangan, bitta ventilning chiqishi ikkinchi ventilning kirishiga ulangan. Ikkinchi ventilning chiqishi qarshilik va sig'im bilan ulangan va yana birinchi ventilning kirishi bilan ulangan.

Quyidagi holatni faraz qilaylik, birinchi ventilning kirishi mantiqiy nol holatda bo'lsin. Ikkinchi ventilning kirishida mantiqiy bir holat bo'lsin, demak ikkinchi ventilning chiqishida nol holatda bo'ladi. Shundek qilib, S sig'im zarayadlanadi va birinchi YO'Q ventilining kirishiga kelgan kuchlanish sekin asta YO'Q ventili bir deb bilgan pog'ona qiymatiga yetguncha ko'tariladi. Qiymatlar o'rni o'zgaradi va

ikkinchi ventel kirishiga mantiqiy nol qiymat keladi. Shundek qilib S sig'im razryadlanadi, shuning uchun kuchlanish sekin asta kamayadi, toki ventel dastlabgi holatga o'tmaguncha. Jarayon takrorlanadi va ikkinchi YO'Q ventilining chiqishida to'g'ri to'rt burchakli impuls hosil qilishi mumkun. Real sxemada esa sig'im bilan birinchi YO'Q ventilining kirishi o'rtasiga qarshilik ulanishi kerak. Bu qarshilikning qiymati odatda R qarshilikning 10 tasining qiymatiga teng bo'ladi va ventelni shikastlanishini oldini oladi.

Tebranish chastotasini qator murakkab hisoblashlar orqali hisblanadi, u hisoblashlar quyidagiga keltiriladi:

$$f=1/R \times C$$

Takt chastotalar juda yuqori, lekin yorug'lik diodini o'chib yonishga majburlab generatorni chastotasini kamaytirish mumkun. 100 kOm li qarshilik va 10 mkF qiymatli sig'im ishlatiladi. Chastota 0,72 Gs atrofida bo'ladi. Bu sxema atrof muhitga bog'liq holda ishlaydi, chunki bu sxemada ishlatilayotgan komponentlarning ko'rsatgichlari sezilarli darajada haroratga bog'liq. Hatto manba kuchlanishi o'zgarganda ham chastota o'zgarishi mumkun.

Keling generator yig'ishga urinib ko'raylik. Biz yig'adigan zanjirning elektr sxemasi 8.18-rasmda keltirilgan va quyida kerakli komponentlar ro'yxati ham berilgan:

- maketlash platasi;
- KMOP texnologiyada bajarilgan 74NS04 integral sxema, 6 ta YO'Q ventilidan iborat;
- qizil yorug'lik diodi;
- 220 Om qiymatli qarshilik;
- 100 Om qiymatli qarshilik;
- 1 MOm li qarshilik;
- 10 mkF qiymatli sig'im;
- 0,1 mkF li sig'im;
- 5 V manba;
- ulanishlarni amalga oshirish uchun simlar.

Sxemada mikrosxemadagi YO'Q ventilini tarqatib, uni nomerladik, alohida mikrosxema shaklida uchburchak kabi belgilamasdan. Sxemani yig'ishni osonlashtirish uchun elektr sxemada mantiqiy elementlarni oyoqchalarini nomerlandi.

Mikrosxema ko'p sonli mantiqiy ventillardan iborat bo'lsa, har bir element nomer bilan nomlanadi, masalan  $E1_a$  ,  $E1_v$  ,  $E1_s$  va  $E1_d$

vahokazo. Faqat ventillardan bittasida yerga va manbaga ulanish ko'rsatiladi.

Sxemani yig'ishga o'tamiz:

1. Maketlash platasining manba shinalarini (plataning yuqori va pastki qismlarini) birlashtirib umumiy manba shinasini hosil qilamiz.

2. Maketlash platasining markaziga integral mikrosxemani o'rnatamiz.

3. 74NS04 mikrosxemaning 14 oyoqchasini manbaning (5 V) qizil shinasiga ulanadi.

4. 74NS04 mikrosxemaning 7 oyoqchasini manbaning (0 V) ko'k shinasiga ulanadi.

5. 1 MOm va 100 kOm qarshiliklarni o'rnatiladi. Qarshiliklar umumiy chiqiga ega bo'lishi kerak. 1 MOm li qarshilik chiqishi birinchi mikrosxema oyoqchasi bilan ulanganligini, 100 kOm li qarshilik chiqishi mikrosxemaning 4 oyoqchasi bilan ulanganligini tekshirib ko'rish kerak.

6. Sim bilan mikrosxemaning 3 va 4 oyoqchalarini ulanadi.

7. 10 mkF li sig'im ventilning 3 oyoqchasi bilan ikkita qarshilikning oyoqchalari bir nuqtaga birlashgan kontakt ustuni orasiga ulanishi kerak.

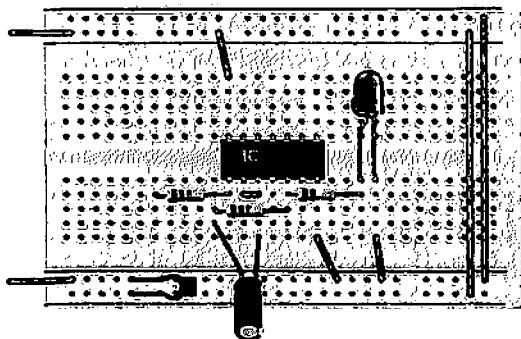
8. 220 Om li qarshilik va yorug'lik diodini o'rnatiladi. Qarshili mikrosxemaning 4 oyoqchasiga ulanadi.

9. Manbaning ikki shinasining orasiga sig'imni ko'priq qilib ulanadi.

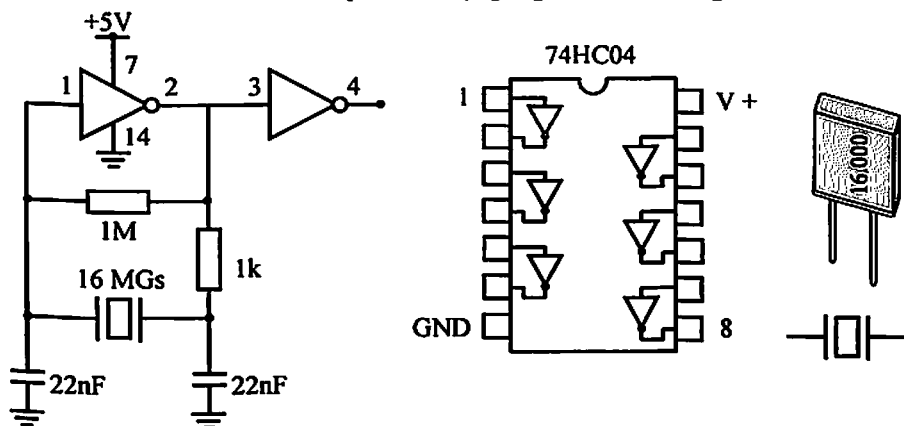
10. Zanjirga 5 V kuchlanish beriladi va yorug'lik diodi o'chib yona boshlaydi!

Yuqori va turg'un chastotali generator qurish uchun sxemaning o'xshash variantidan foydalanamiz, unda qarshilik va sig'im o'rniga kvars kristali ishlatiladi.

Kvarsning kristali juda aniq tebranadi, shu bilan birga tebranish chastotasi haroratga juda ham bog'liq emas. Zanjirning tebranish chastotasi faqat kvars chastotasiga bog'liq. 16 MGs li kvars bilan sxema aniq 16 MGs chastotada tebranadi. Kvars ikkita uncha katta bo'lmagan keramik sig'im bilan ishlatilishi kerak, sig'imning qiymati esa bir necha o'n pikofaradni tashkil etishi kerak (odatda 20 yoki 18 pF). Bu sig'imlarning qiymati ishlatilayotgan kvarsning turiga bog'liq va pasport ma'lumotlariga asosan hisoblash mumkin bo'ladi.



8.19-rasm. Maketlash platasida yig'ilgan sxemaning ko'rinishi



8.20-rasm. Takt generatorlarining sxemasi, 74HC04 mikrosxemada mantiqiy elementlarni oyoqchalarini nomerlandi

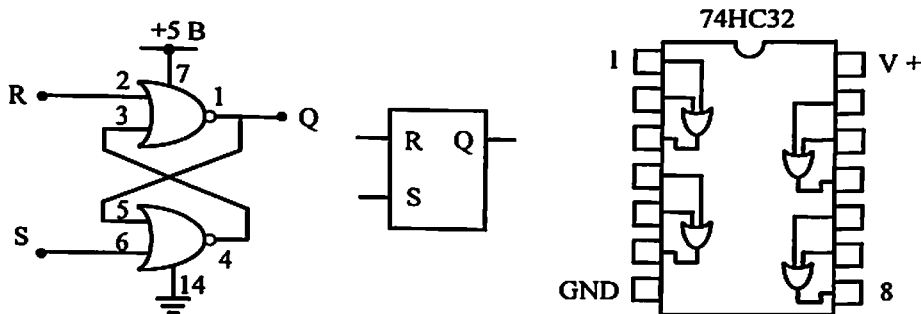
### 8.8.Triggerlar

Ikkita VA-YO'Q yoki YoKI-YO'Q mantiqiy ventillarni chiqishlarini kirishlariga ulab bir bit axborotni saqlash mumkun. Shu tariqa, sodda xotira yacheykasini xosi qilindi va uni *flip-flop* yoki *trigger* deb ataladi. Trigger ketma-ketlikda ishlovchi sxemaga eng oddiy misol bo'la oladi, hatto triggerning bu "asos" sxemasida ham takt signali inobatga olinmagan. Triggerning kirishlari R (RESET) va S (SET) hariflari bilan belgilangan va chiqishi Q harifi bilan belgilangan. Trigger kirishlari R va S chiqishi Q hariflari bilan belgilangan oddiy to'g'ri to'rt burchak shakilda belgilanadi. Bunday trigger RS-triggeri deb ataladi. Bizning kompyuterimizdagi xotira bundek triggerlarda

qurilmagan, lekin kichik maydonda juda katta bitlar sonini saqlay oladigan texnologiyalarga asoalangan holda bajarilgan.

Bizning kichik xotira yacheykamizni ishlashini taxlil qilib ko'raylik.

- Ikki R va S kirishiga nol beriladi.
- Biz Q chiqishi qanday holda ekanligini bilmaymiz, shuning uchun uni yuqori qiymatli deb qabul qilamiz (1).
- Q chiqishi pastda joylashgan (8.21-rasm) ventilning kirishiga ulangan, uning kirishlari yuqori va past qiymatlarga ega bo'ladi.
- Pastki ventilning chiqishida yuqori qiymat mavjud, u yuqoridagi ventilning ikki kirishidan biriga beriladi.
- Yuqoridagi ventilning ikki kirishida past qiymatga ega bo'lamiz, shuning uchun uning chiqishi yuqori qiymatli bo'ladi (va bu bizni dastlabki farazimizni tasdiqlaydi).



8.21-rasm. R-S triggerlari, shartli grafik belgilanishi va 74HC32 mikrosxemada mantiqiy elementlarni oyoqchalarini nomerlandi

Endi R va S kirishlari past qiymatga ega, Q chiqishi esa 0 deb faraz qilamiz:

- Ikki R va S kirishiga nol beriladi.
- Biz Q chiqishi qanday holda ekanligini bilmaymiz, shuning uchun uni past qiymatli deb qabul qilamiz (0).
- Q chiqishidagi signalni pastda joylashgan ventelga beriladi, uning ikki kirishi 0 holatda, chiqishi esa mos ravishda yuqori qiymatli bo'ladi.
- Pastgi ventilning chiqishidagi 1 signalini yuqoridagi ventilning kirishiga beriladi.

➤ Yuqoridagi ventilning kirishlari 0 va 1 qiymatga ega bo‘ladi, shuning uchun Q chiqishi 0 qiymatga teng bo‘ladi (va bu bizning farazimizni tasdiqaydi).

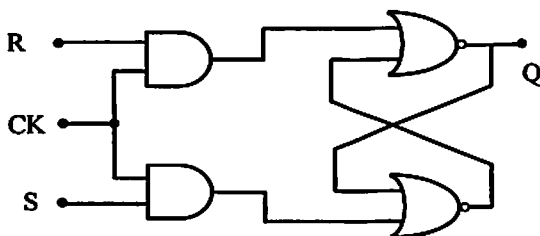
R va S kirishlarini nolga o‘rnatish orqali triggerdagi o‘rnatilgan qiymatni (holatini) saqlab qolinadi. Bunde holatni *saqlab turish* ish tartibi deb ataladi yoki HOLD. Q chiqishini yuqori qiymatga o‘rnatish uchun SET chiqishini (8.21-rasm) 1 holatga o‘rnatiladi. Chiqishini tashlash (nol holat) uchun esa RESET kirishiga 1 berish kerak bo‘ladi. SET va RESET kirishlariga bir vaqtda yuqori qiymat berilishidan saqlanish kerak, chunki bu holda chiqish o‘zgarishni boshlab turg‘un holatga ega bo‘lmaydi.

8.9-jadval. Triggerning ishlash tamoili

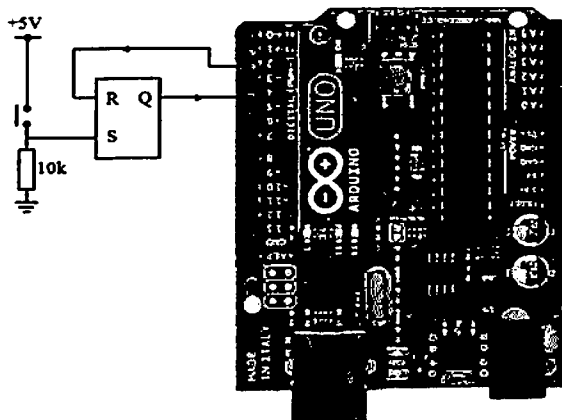
SET	RESET	Q
0	0	HOLD
1	0	1
0	1	0
1	1	noaniq

Triggerlar ketma-ketlikda ishlovchi sxemalar bo‘lsa ham taktlovchi signal olishi kerak. 8.21-rasmdagi sxemani o‘zgartirishimiz mumkin, takt signali bilan boshqariluvchi ikkita VA ventilini qo‘shish orqali. Shundek qilib, SET va RESET buyruqlari triggergachan yetib kelishi mumkin faqat takt signali yuqori qiymatda bo‘lsagina.

Triggerlarning boshqa turlari ham mavjud, masalan, D - trigger, T-trigger va JK – trigger vahokazo. Trigger kirishidagi yoki chiqishidagi signal holatini ushlab turishga yoki saqlashga ishlatilishi mumkin.

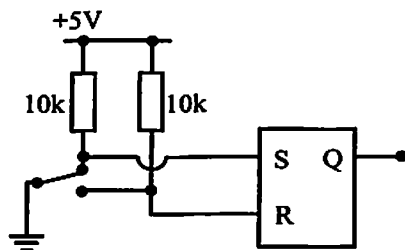


8.22-rasm. Takt signalli RS-triggeri



8.23-rasm. RS-triggerini plataga ulanishi

Faraz qilaylik, biz o‘chirib yoquvchi oddiy tugmani bir marta bosilganda hosil bo‘luvchi o‘zgaruvchan signal bilan ishlaymiz deb. Bu masalani siz dasturiy ta‘minot va mikrokontroller yordamida hal qilishingiz mumkin yoki triggerni ishlatish mumkin, u tugmaga qo‘yilgan bosimni o‘lchaydi va bu xorlatni saqlab turadi, mikrokontroller esa tugmaga bosilganlik hodisasini qayd qiladi. Triggerlarni ogoxlantiruvchi tizimlarni yaratish uchun ham ishlatish mumkin, datchik biror bir hodisani o‘lchasa, bu signal kerak bo‘lgan vaqt davomida saqlanishi mumkin. Biz tugmani “Arduino” ga trigger yordamida ham ulashimiz mumkin. Sozlashda triggerni tugma bosilishini qabul qilishga tayyor bo‘lishi uchun qayta yuklanadi. Tugma bosilganda SET signali yuqori qiymatga o‘tadi va trigger “1” holatni saqlab qoladi, uni Arduino o‘qishi mumkin, tokiy trigger bu holatini o‘zgartirguncha, buning uchun RESET ga “1” signalini jo‘natish kerak bo‘ladi.



8.24-rasm. Trigger tugmani o‘chirish holatini bartaraf etuvchi sxemada ishlatilishi

Trigger tugmani o'chirish holatini bartaraf etuvchi sxemada ishlatilishi mumkin. Bu holda oddiy tugma o'rniga o'chirib yoquvchi ishlatish kerak bo'ladi. O'chirib yoquvchi bilan triggerning kirishlaridan faqat bittasi faol bo'ladi: faqat R yoki faqat S. O'chirib yoquvchi bir holatdan boshqasiga o'tish vaqtida signalning sakrashlari (titirash, drebezg) hosil bulishi mumkin, uni trigger o'tkazmaydi, chunki R va S kirishlarida "0" mavjud va qurilma saqlab turish (HOLD) holatida.

Agarda trigger VA-YO'Q mantiqiy ventildan tashkil topgan bo'lsa, o'zini tutishi o'xshash, lekin holati teskari (invertlangan holat). 74NS279 mikrosxemasi VA-YO'Q ventelli 4 ta RS-triggeridan tashkil topgan.

8.10-jadval. VA-YO'Q ventelli triggerning ishlash tamoili

SET	RESET	Q
1	1	HOLD
0	1	1
1	0	0
0	0	noaniq

### 8.9.Registrlar

Triggerlardan foydalanib registrlar yaratish mumkin – bu qurilmalarning *bitlar guruhini saqlash* imkoniyati mavjud. Har bir registr ma'lum sonli triggerlardan tashkil topadi: 8 bitli registr 8 ta triggerdan iborat bo'ladi. Registrlar kirish va chiqishining turiga qarab ajratiladi, ular ketma-ket yoki parallel bo'lishi mumkin. Ketma-ket shina bitta kanaldan hosil qilinadi, undan bitlar berilgan chastotaga mos ravishda bir-birini ketidan o'tadi. Parallel shina ko'p sonli simlarni ishlatadi, ular orqali bitlarni bir vaqtda uzatiladi. Parallel shinalar ketma-ket shinalardan tez ishlaydi, lekin ko'p sonli simlar talab etiladi. Shundek qilib, biz registrning to'rt turiga ega bo'lamiz:

SISO – ketma-ket kirishli/ ketma-ket chiqishli;

SIPO – ketma-ket kirishli/ parallel chiqishli;

PISO – parallel kirishli/ ketma-ket chiqishli;

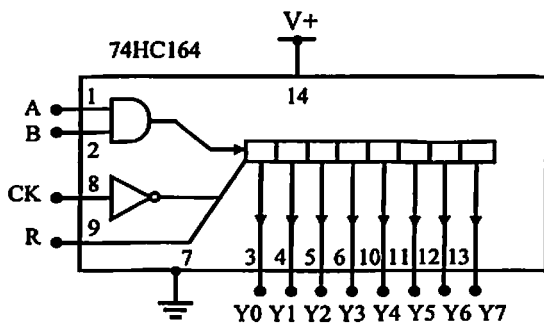
PIPO – parallel kirishli/ parallel chiqishli.

Operatsiyalarni sinxronlashtirish uchun barcha registrlar takt signali bilan ishlaydi. Qachonki bizda ketma-ketli kirish yoki chiqish bo'lsa, axborotlar har gal takt signalini o'chishi bilan bitta-bittadan registrga yuklanadi (kiritiladi). PIPO va SISO turidagi registrlar kerak emasdek ko'rinadi, lekin ular ushlanish yo'llarini hosil qilishda yoki



axborotlarni markaziy protsessorda ishlov berishdan oldin bir necha bir vaqtda kelmaydigan kirishlarni sinxronlashtirish (axborotlarni bir vaqtda berish) uchun ishlatiladi. Bittali triggerlardan registr qurish mumkin bo'lsa ham ularning foydaliligi va keng ko'lamda ishlatilishini inobatga olingan holda, butun registrni bir g'ilofda mikrosxema shaklida ishlab chiqarilgan.

74NS164 mikrosxema SIPO turidagi suruvchi registr vazifasini bajaradi. 3 ta kirish yordamida 8 ta chiqish signalini nazorat qilish mumkin. Bitta kirish takt signali uchun ishlatiladi, yana bittasi - RESET signali uchun va yana bittasi kirish signali uchun ishlatiladi. Bu mikrosxemalarni mikrokontroller chiqishini sonini oshirish uchun ishlatish mumkin. 74NS164 registri aslida ikkita kirishdan A va V iborat, ular mantiqiy VA ventiliga ulangan. V kirishini "1" holatga o'rnataylik, A kirishini esa axborotlarni ketma-ket kiritish uchun ishlatamiz. Axborotlarni yuklash (kiritish) uchun kirishga har gal bir bit berib bir taktni hosil qilamiz, ya'ni shundek qilinadiki u past qiymatdan yuqori qiymatga o'tadigan qilinadi. Registr yacheykalariga bitlar har taktida o'tadi.



8.25-rasm.74HC164 mikrosxema oyoqchalarining joylashishi

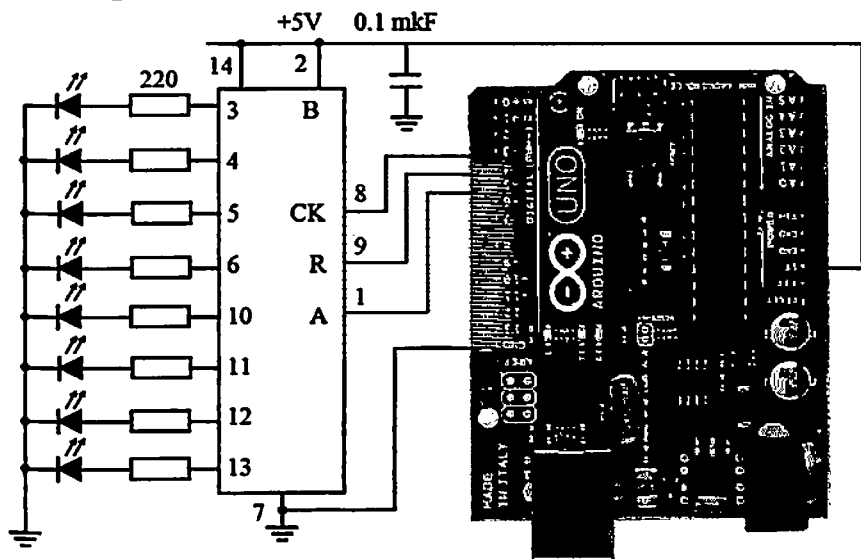
Takt o'zi to'g'ri to'rtburchakli impulsni tashkil etadi, u axborotlar bilan sinxronlashtirilishi kerak.

8 ta yangi raqamli chiqishni hosil qilish uchun 74NS164 mikrosxemasini "Arduino" mikrokontrolleriga ulaymiz. Bizga quyidagi komponentlar kerak bo'ladi:

- maketlash platasi;
- 74NS164 mikrosxemasi;
- 8 ta yorug'lik diodi;
- 8 ta 220 Om qiymatli qarshiliklar;

- “Arduino UNO” mikrokontrolleri;
- 0,1 mkF li sig‘im;
- ulanishlar uchun simlar.

Suruvchi registrning tajriba uchun elektr zanjir sxemasi 8.26(28)-rasmda keltirilgan.



8.26-rasm. 74NS164 mikrosxemani mikrokontroller platasiga ulash sxemasi

8.26-rasmda berilgan zanjirni yig‘ish tartibi quyidagicha:

1. 74NS164 mikrosxemani maketlash platasining o‘rtasiga o‘rnatiladi.

2. Maketlash platasining manba shinalarini (plataning yuqori va pastki qismlarini) birlashtirib umumiy manba shinasini hosil qilamiz.

3. 0,1 mkF li sig‘imni ikkita manba shinasiga ulanadi, uni 5 V bilan yer orasiga ulanadi.

4. 74NS164 mikrosxemaning 7 oyoqchasini manbaning (0 V) ko‘k shinasiga ulanadi, 14 oyoqchasini esa 5 V manbaning qizil shinasiga ulanadi.

5. 220 Om qiymatli qarshilikni va yorug‘lik diodlarni mikrosxemaning 3, 4, 5 va 6 oyoqchalariga extiyot bo‘lib o‘rnatiladi, so‘ng mikrosxema tomonining qarama-qarshi tarafidagi 10, 11, 12 va 13

oyoqchalariga yorug'lik diodlarni va qarshiliklarni extiyot bo'lib o'rnatiladi. Diodlarning qutibi to'g'ri ulanganligini tekshirib ko'ring.

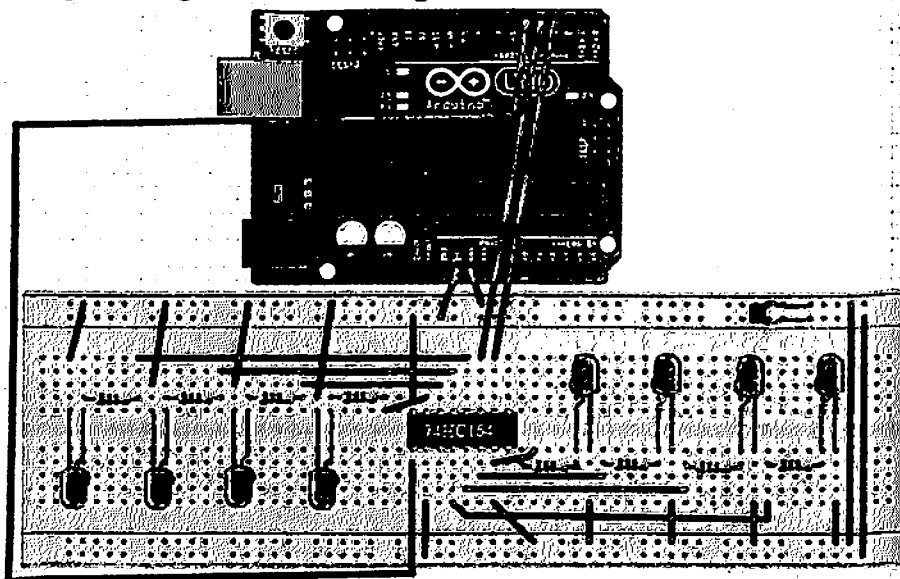
6. 2 chiqishni (V kirish) 5 V li manba yo'liga ulanadi.

7. Ulash simlari yordamida mikrosxemaning 8 oyoqchasini (CLOCK) "Arduino" ning 3 oyoqchasiga ulanadi.

8. Ulash simlari yordamida mikrosxemaning 9 oyoqchasini (CLEAR) "Arduino" ning 4 oyoqchasiga ulanadi.

9. Ulash simlari yordamida mikrosxemaning 1 oyoqchasini (axborotlar kirishi A) "Arduino" ning 5 oyoqchasiga ulanadi.

10. "Arduino" mikrokontrollerining 5 V manbaini va yerini maketlash platasidagi manba shinalariga ulanadi.



8.27-rasm. "Arduino" mikrokontrollerining 5 V manbaini va yerini maketlash platasidagi manba shinalariga ulanishi

11. Kompyuterda "Arduino" uchun sketch (dastur) tayyorlanadi.

12. "Arduino" ni USB kabeli yordamida kompyuterga ulab, tayyorlangan sketchni "Arduino" ning xotirasiga yuklanadi.

### Sketch

```
void setup () {  
  pinMode (3, OUTPUT); //clock  
  pinMode (4, OUTPUT); //clear
```

```

pinMode (5, OUTPUT); //data
//RESET signalini jo'natish
digitalWrite(4, LOW);
delay(100);
digitalWrite(4, HIGH);
//takt signalini tayyorlayman
digitalWrite(3, LOW);
//"1" takt signali
digitalWrite(3, HIGH);
//birinchi bitni o'tqazaman
digitalWrite(5, HIGH);
delay(10);
//takt signalini "0"ga
digitalWrite(3, LOW);
}
void loop () {
//"1"takt signalini "1" ga
digitalWrite(3, HIGH);
delay(300);
//faqat 0 ni o'tqazaman
digitalWrite(5, LOW);
// takt signali "0" ga va axborotlar o'tadi
digitalWrite(3, LOW);
}

```

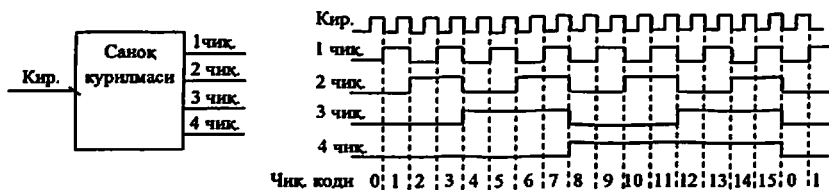
Bu sketch dastlab mikrosxemani qayta yuklaydi, so'ng esa takt impulsi yordamida birinchi "1" bitni beradi. Siklda boshqa bitlar yuklanmaydi, lekin takt impulsi yagona bitni toki registrdan "chiqmaguncha" o'tkazadi, u setup vazifasiga kiritilgan. Yorug'lik diodlari birin-ketin yonishi kerak. Ketma-ketlikni takrorlash uchun "Arduino" ning RESET tashlash tugmasini bosish kerak. Bu turdagi mikrosxemalarning muammosi, alohida bitta chiqishni biror holatga o'tkazib bo'lmashligida, chunki 8 ta bitni ketma-ketlikda hammasini yuklash kerak bo'ladi, hatto bittasini o'zgartirmoqchi bo'lsak ham. Shundek bo'lsa ham yuklash yetarli darajada tez.

74NS165 integral sxema PISO turidagi registr bo'lib, uning yordamida mikrokontroller uchun 8 ta qo'shimcha kirish tashkil etish mumkin. Bu mikrosxemaning ishlash tamoili 74NS164 integral sxemaning ishlash tamoiliga o'xshash.

## 8.10.Sanoq qurilmalari

Sanoq qurilmalari registrlarga nisbattan raqamli mikrosxemalarning murakabligi bo'yicha ancha yuqori darajadagi qurilmalar qatorida bo'lib, ichki xotiraga ega. Vaholanki har qandek sanoq qurilma asosida registri hosil qilgan triggerlar yotsada, ammo sanoq qurilmalarda triggerlar murakkab aloqalar bilan ulangan va natijada ularning vazifalari registrlarning vazifalariga nisbattan ancha murakkablashadi hamda ular yordamida registrga qaraganda murakkab qurilmalarni yaratish mumkin bo'ladi. Huddi registr holidaydek sanoq qurilmalarning ichki xotirasi operativ xotiradir, ya'ni uning qiymatlari sxemada Manba yoqiq bo'lgan vaqt davomida saqlanib turadi. Manbaning o'chishi bilan xotiradagi axborot o'chib ketadi va sxemaning Manbasi qayta yoqilganda esa xotira qiymati hoxishiy, tasodifiy, ya'ni sanoq qurilmasining chiqish signallari hoxishiy holatni egallaydi.

Nomidan kelib chiqadiki, sanoq qurilmalar kirishdagi impulslarni sanash uchun mo'ljallangan. Ya'ni kirishga kelgan har bir yangi impuls bilan chiqishdagi ikkilik kodi birga oshadi (yoki kamayadi) (6.1-rasm). Sanoq qurilma kirish signalining ma'nfuy fronti (takt) bo'yicha (rasmdagidek) yoki kirish signalining musbat fronti bo'yicha ishlaydi. Sanash ish tartibi ichki triggerlarga sanash ish tartibida ishlovchi triggerlarni tatbiq etish orqali tashkil etiladi. Sanoq qurilma chiqishlari bo'lib shu triggerlarning chiqishlarini o'zi hizmat qiladi. Sanoq qurilmasining har bir chiqishi ikkilik kodining razryadlarini tashkil etadi, boshqa razryadlarga nisbattan (har bir kirish impulsiga) o'z holatini ko'p o'zgartiruvchi razryad bu - kichik razryaddir, boshqa razryadlarga nisbattan o'z holatini kam o'zgartiruvchi razryad esa - katta razryaddir.



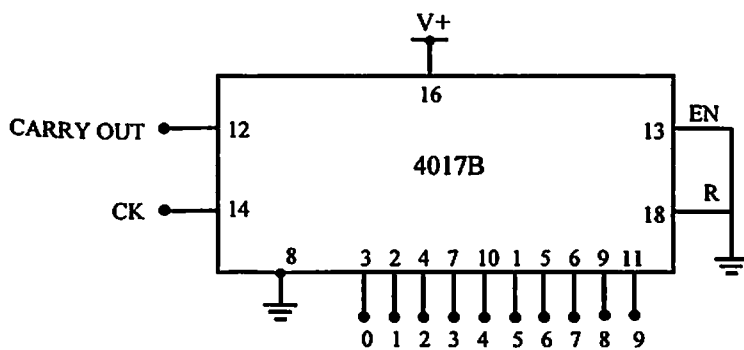
8.28-rasm. 4-razryadli sanoq qurilmasining ishlashi.

Sanoq qurilma har bir kirish impulsining kelishi bo'yicha chiqish kodini oshishiga ishlashi mumkin, bu barcha sanoq qurilmalarida mavjud asosiy ish tartibi bo'lib, bu ish tartibni *to'g'ri sanash ish tartibi*

deb ataladi. Sanoq qurilma yana shuningdek har bir kirish impulsining kelishi bo'yicha chiqish kodini kamayishiga ishlashi mumkun, bu ish tartib *teskari yoki inversiyali sanash* ish tartibi deb ataladi va ikki ish tartibida ishlashi inobatga olingan sanoq qurilmalarini esa *reversiv sanoq qurilmalari* deb ataladi. Teskari sanashni cheklangan sondagi impulsni sanash kerak bo'lgan sxemalarda ishlatish ancha qulay bo'ladi.

4017V mikrosxemasi o'nlik sanoq qurilmasi bo'lib, unga bitta takt impulsi 10 ta chiqish yo'lini ketma-ketlikka faollashtirish uchun yetarli. Sanashni boshlash uchun RESET va ENABLE kirishlari nol (0) holatda bo'lishi kerak (8.29-rasm).

4017B mikrosxemasiga o'xshash mikrosxema 74NS160, u to'rt bitli sanoq qurilmasi. Uning 4 ta chiqishida ikkilik signali olinadi, masalan, 0000, 0001, 0010, 0011 vahokazo.



8.29-rasm. To'rt bitli sanoq qurilma

### 8.11. Analog-raqam va raqam-analog o'zgartiruvchilar

Ko'pincha raqamli signaldan analog signalga o'tishga to'g'ri keladi. Bu ishni qilishning eng yaxshi usuli mikrosxemadan foydalanish, u analog signalni bitlar ketma-ketligiga o'zgartirib beradi yoki aksincha. Bunday mikrosxemalarni *analog raqam o'zgartiruvchi* (ARO') va *raqam analog o'zgartiruvchi* (RAO') deb ataladi. Analog signallar raqamli signallarga qaraganda axborotga boy, chunki signal bir turdan boshqasiga o'zgariganda axborot yo'qoladi.

Analog dunyodan raqamli dunyoga o'tish avvalam bor tanlashlarni yaratilishini talab etadi, dastlabki signal doimiy vaqt oralig'ida o'lchanadi yoki ma'lum chastotada, bu chastotani *diskretlash chastotasi* deb ataladi. Har bir tanlashdan so'ng raqamli kodga o'zgartiriladi, ya'ni

bitlar ketma-ketligiga. Shu bilan birga ikkita muhim yo'qotish mavjud, birinchisi diskretlash chastotasi bilan bog'liq, chunki birinchi va ikkinchi tanlash oraliq'idagi axborot tashlab yuboriladi, ikkinchisi esa tanlash qiymatini yaxlitlash tufayli. Agarda tanlash 4, 4536 V bo'lsa, bu qiymat yaxlitlanadi, masalan, 4,5 V gachan, ya'ni qolgan axborot yo'qoladi.

Bu operatsiya *kvantlash* deb ataladi. Kvantlashning maydalashtirish darajasi bitlar soniga bog'liq. Bu yo'qotishlar uncha ta'siri yo'q hisblanadi, yo'qotilgan axborot minimal hisblanadi, agarda ma'lum cheklanishlarga rioya qilinsa analog signalni qayta tiklanishiga kafolat bor va uni asl signaldan deyarli farqlab bo'lmaydi. Minimal yo'qotishga ega bo'lish uchun, tanlangan signalning maksimal chastotasidan diskretlash chastotasi kamida ikki baravar yuqori bo'lishi kerak. Musiqada maksimum 22 kGs gachan yetadi, shuning uchun tovush signallari uchun diskretlash chastotasi 44 kGs teng bo'ladi. Qiymat bo'yicha kvantlash jarayonida hosil bo'ladigan hatolikni aniqlash uchun, biz maksimal qiymatlar sonini va maksimal chiqish kuchlanishini ko'rib chiqishimiz kerak. Agarda signal 8 bitga ega bo'lsa, qiymatlarning maksimal soni  $2^n$  teng bo'ladi, ya'ni 256. Agarda signal 0 dan 5 V oraliq'ida bo'lsa, 1 bitga mos minimal oraliq  $5 \text{ V} / 256 = 0,02 \text{ V}$  ga teng bo'ladi.

Bitga o'zgartirilgan tanlanmalarni ketma-ket yoki parallel o'zgartiruvchining chiqishidan olish mumkin, shundek qilib parallel yoki ketma-ket bitlar chiqishi mavjud. 12 yoki 16 bit ishlatadigan o'zgartiruvchilar odatda axborotlarning ketma-ket chiqishiga ega, aks holda juda ko'p sonli chiqish oyoqchalariga ega bo'lish kerak bo'lar edi.

Raqamli signalni analog signalga o'zgartirish uchun qarshilikli sxema va past chastotali filtr kerak bo'ladi, dastlabki signalni tiklash uchun. Boshlovchilar uchun eng oddiy mikrosxema bu parallel kirish va chiqishlar ishlatilgan mikrosxemalardir, o'zgartirilgan signalga mos ravishda 8 ta aloqa yo'li bo'lgan. Agarda bitlar soni oshsa (12, 16 yoki 32 tagachan) u holda albatta bitlarni har gal qabul qilish yoki uzatish uchun ketma-ket chiqish yoki kirishlarni ishlatish kerak bo'ladi. Parallel chiqishli 8-bitli ARO' mikrosxemasiga misol bo'lib ADC0804 mikrosxemasi misol bo'lishi mumkin. Unga mos 8 ta parallel kirishli va 1 ta analog chiqishli RAO' mikrosxemasi ADC0800 mikrosxemasi misol bo'ladi.

## 8.12. Turli mantiqiy kattaliklar bilan ishlash

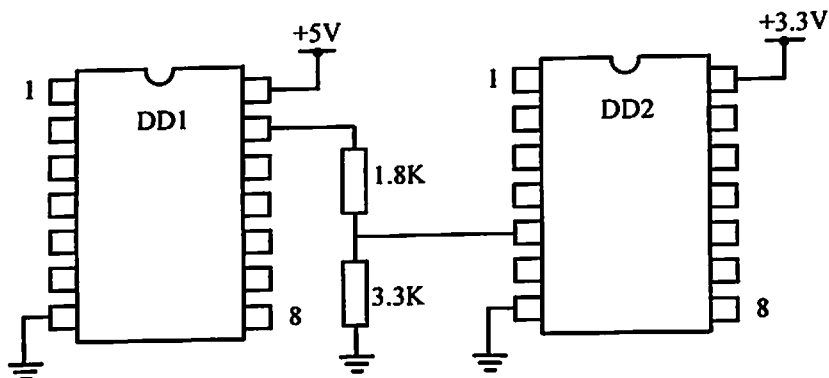
3,3 V da ishlovchi akselerometrni yoki SD xotira kartasini o'qish qurilmasini "Arduino" yoki boshqa 5 V da ishlovchi mikrosxemalar bilan qanday qilib ulash mumkin? Baxtimizga ko'pchilik raqamli mikrosxemalari bir yo'nalishga ishlaydi, kirishga bog'liq bo'lmagan holda chiqishlar chiqish bo'lib qolaveradilar. Muxandislar turli yechimlarni o'ylab topganlar. Eng oddiy holat, qachonki biz 5 V dan 3,3 V ga o'tganimizda ishlaydi, buni kuchlanishni bo'luvchida ishlatiladi.

Agarda mikrokontrollerning chiqish kontaktida yuqori qiymat bo'lsa, u holda bo'luvchi 5 V ni bo'ladi, shundek qilib qiymatni 3,3 V gachan kamaytiradi. 5 V bilan biz 3,3 kOm va 6,5 kOm li qarshiliklarni ishlata olamiz. Bo'luvchining umumiy qarshiligi 10 kOm atrofidagi qiymatni tashkil etadi, toki esa 0,5 mA ni tashkil etadi. Chiqish kontaktida yuqori qiymat bo'lgan holda 6,5 kOm li qarshilikda biz 3,3 V ga ega bo'lamiz. Chiqish kontaktida past qiymat bo'lgan holda esa, ya'ni 0 V, tok oqib o'tmaydi va shuningdek bo'luvchida ham 0 V bo'ladi. Bo'luvchilarni boshqa muammosi – bu biz ulagan qurilmalar ularni o'zini tutishiga ta'sir qilishi mumkin.

MOYa-tranzistorini tatbiq etish juda ham chiroyli yechim bo'ladi, masalan, 2N7000 rusumli tranzistorini. Keyingi sxemada ko'rsatilganidek (8.31-rasm) uni ulab biz ikki yo'nalishli interfeys hosil qilamiz, uni 5 V li va 3,3 V li sxemalar o'rtasiga ulash mumkin bo'ladi. Bu sxemani Philips Semiconductors Systems Laboratory Eindhoven (<https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN1044I.pdf>) ishchisi Xerman Shyutt yaratgan [ 9 ].

Agarda biz 8.31-rasmdagi sxemaning chapdagi kirishiga 3,3 V bersak u yuqori qiymatda bo'ladi (1),  $U_{ZI}$  kuchlanish qiymati 0 teng, MOYa-tranzistori o'chiq, u go'yoki yo'qdek, o'ng tarafta R2 qarshiligidan so'ng 5 V mavjud. Agarda sxemaning 3,3 V li tarafida past qiymat bo'lsa, MOYa-tranzistori "yoqiq" va sxemaning chap taraftiga berilgan 0 V ni o'ng tarafti ko'radi.

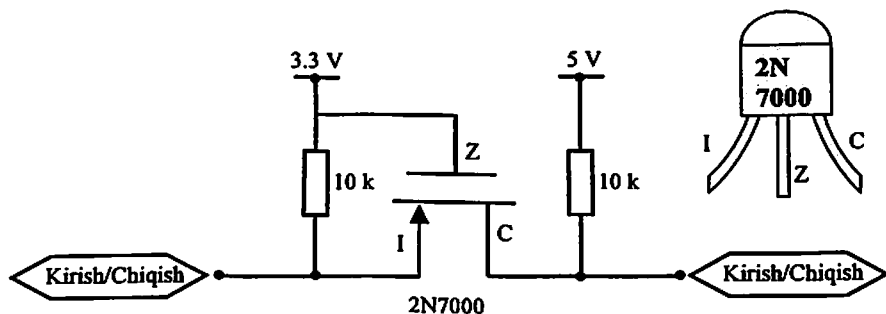




8.30-rasm. Ikki yo‘nalishli interfeys hosil qilish

Qachonki sxemaning 5 V li taraftiga past qiymat bersak, u holda MOYa-tranzistori “yoqiladi” va shuningdek chap taraftida 0 V ega bo‘lamiz. “1” berilganda MOYa-tranzistorning istoki (ya’ni sxemaning chap tarafti) 3,3 V gachan oshadi va tranzistor o‘chadi.

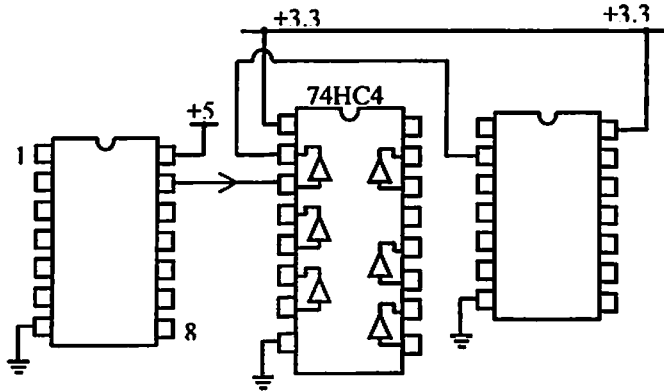
Agarda qiymati bo‘yicha moslashtirish talab etiladigan bir necha axborot yo‘llari bo‘lsa, extimol yaxshisi bir necha signallarga ishlov bera oladigan mikrosxema ishlatilishi maqquldir. Ko‘p ishlatiladigan mikrosxemalarga quyidagilar misol bo‘la oladi: 74NS245 va 74NS4050.



8.31-rasm. Ikki yo‘nalishli interfeys

74NS4050 rusumli mikrosxema qiymatlarni biridan ikkinchisiga o‘tkazuvchi bo‘lib hizmat qiladi. Biz unga maksimal 7 V manbadan berishimiz mumkin, lekin uning kirishlari maksimal 15 V li kuchlanishga chiday oladi. Kirishlari ikki yo‘nalishlik emas! Shuning uchun biz mikrosxemaga 3,3 V berib ularni 5 V da ishlovchi “Arduino” ga ulashda va 3,3 V da ishlovchi SD-kartani ulashda ishlatishimiz

mumkun. Agarda uning buferlaridan birining kirishi 5 V ga yetsa, chiqish signali 3,3 V ga teng bo'ladi (8.32-rasm).



8.32-rasm. 74NS4050 rusumli mikrosxema qiymatlarni biridan ikkinchisiga o'tkazuvchi

### Nazorat uchun savollar

1. Bul mantiqi qanday ventillarni ta'minlaydi?
2. YO'Q ventilini vazifasi.
3. VA ventilini vazifasi.
4. YoKI ventilini vazifasi.
5. YoKIni INKORI ventilini vazifasi.
6. Qanday sxemani kombinatsion sxema deb ataladi? Misol orqali tushuntiring.
7. O'zgartiruvchilarni misol orqali tushuntiring.
8. Multipleksor va demultipleksorni misol orqali tushuntiring.
9. Ketma-ketlikda ishlovchi sxemalar nima uchun kerak?
10. Takt generatorlari qanday vazifani bajaradi?
11. Triggerlarning vazifasi nimadan iborat va ularning turlari?
12. Triggerlarni ishlashini misol orqali tushuntiring.
13. Registr turlari va bajaradigan qazifasi.
14. Sanoq qurilma turlari va bajaradigan qazifasi.
15. Analog-raqam o'zgartiruvchilarning turlari va bajaradigan qazifasi.
16. Raqam-analog o'zgartiruvchilarning turlari va bajaradigan qazifasi.
17. Diskretlash chastotasi deganda nimani tushunasiz?
18. Turli mantiqiy kattaliklar bilan qanday ishlanadi?

## IX – bob. Arduino platformasi

### 9.1 Arduino ning yaratilish tarixi va afzalliklari

Birinchi mikrokontrollerlarni yaratilishi mikroprotessor texnikasining rivojlanishida yangi asr boshlanishidan darak berdi. Bir kristall yuzasida tizimli qurilmalarning ko'pini joylashtirilishi mikrokontrollerni oddiy kompyuter kabi foydalanishga hoxish tug'dirdi. Lekin bu hoxishni ko'pchilik omillar ushlab turar edi. Masalan, mikrokontrollerda qurilma yig'ish uchun esa sxemotexnika asoslarini bilish zarur, aniq bir protsessorni qurilmalarini va ishlashini, assemblerda daturlashni hamda elektron texnikasini tayyorlashni bilish kerak bo'lgan. Shuningdek dasturni xotiraga yozish uchun mahsus qurilma, sozlovchi qurilma va boshqa yordamchi qurilmalar zarur bo'lgan. Natijada katta bilimlar xajmisiz va qimmatbaxo qurilmalarsiz ishlab bo'lmas edi. Bunde holat uzoq vaqt ko'p mikrokontroller ishqibozlariga o'z loyihlarida mikrokontrollerlarni ishlatishga imkon bermadi. Xozirda, mikrokontrollerlar bilan mahsus qurilmalarsiz va ko'p fanlardan jiddiy bilimlarsiz ishlashga imkon beruvchi qurilmalarning paydo bo'lishi bilan hammasi o'zgardi. Bunde qurilmaga misol bo'lib italiyaliklarning Arduino loyihasi hizmat qilishi mumkun.

Arduino va uning klonlari – bu tayyor elektron bloklardan va dasturiy ta'minotdan tashkil topgan to'plamdir. Elektron blok bu yerda – mikrokontroller va uning ishlashi uchun kerak bo'lgan minimal elementlarni o'z tarkibiga olgan plataadir. Aslida Arduino ning elektron bloki zamonaviy kompyuterning tizimli platasiga o'xshash plataadir. Unda tashqi qurilmalarni ulash uchun raz'emlar va kompyuter bilan aloqa qilish uchun ham raz'emlar mavjud. Bu raz'em orqali mikrokontrollerni kompyuter yordamida dasturlash amalga oshiriladi. Atmel firmasining ATmega mikrokontrollerlarining hususiyati mahsus dasturlovchi qurilmalarning ishtirokisiz dasturlashni amalga oshirish mumkunligidadir. Yangi elektron qurilmani yaratish uchun bor-yo'g'i Arduino platasi, aloqa kabeli va kompyuter kerak bo'ladi holos. Arduino dagi loyihaning ikkinchi qismi dasturiy ta'minot bo'lib, uning yordamida boshqarish dasturi yaratiladi. U oddiy loyihalashtirish muhitini va mikrokontrollelar uchun dasturlash tilini, S/S++ tilining variantini o'zida birlashtirdi. Unga apparat qismini o'rganmasdan turib dasturlash imkonini beruvchi elementlar kiritilgan. Shunde qilib amaliy jixatdan Arduino bilan ishlash uchun S/S++ dasturlash tilining

asoslarini bilish kifoyadir. Arduino turli qurilmalar bilan ishlashi uchun kodlardan tashkil topgan ko'p kutubxonalar yaratilgan.

Zamonaviy kompyuterning foydalanuvchisi ShK ning alohida qismlarining ishlashi to'g'risida o'ylab ham o'tirmaydi. U kerakli dasturlarni ishga tushiradi va u bilan ishlaydi. Qurilmalarni alohida elementlarini ishlash tamoillarini va ishlatishni o'rganish o'rniga Arduino ham foydalanuvchiga loyihaga diqqat va etiborni qaratishga imkon beradi. Tugallangan plata va modullar yaratishga ham xojat yo'q. Loyihalashtiruvchi tayyor kengaytirish platalaridan foydalanishi mumkin yoki Arduino ga kerakli elementlarni to'g'ridan – to'g'ri ulashi ham mumkin. Barcha diqqat va etibor yuqori darajadagi dasturlash tilida boshqaruvchi dasturni yaratish va sozlashga qaratiladi. Natijada mikroprotsessorli qurilmalarni yaratishga nafaqat yuqori malakali mutaxassislar, balki mikroprotsesordlarda qurilmalarni yaratishga ishqiboz xovoskorlar ham katta imkoniyatlarga ega bo'ldilar. Tayyor modullarning mavjudligi va dasturlar kutubxonasining borligi elektronika havaskorlari tomonidan o'zlarining masalalarini hal qilish uchun tayyor ishlaydigan qurilmalar yaratishga imkon yaratdi. Arduino ni ishlatish sohalari mikrokontroller imkoniyatlariga va mavjud plata variantiga hamda shuningdek loyihalashtiruvchining muxandislik fikirlash chegarasiga bog'liq.

2002 yili dasturchi Massimo Bansi (Massimo Banzi) Ivrea shahar muloqotlarni loyihalashtirish Institutiga (Interaction Design Institute Ivrea, IDII) dotsent lavozimiga interaktiv loyihlarni yangi usuldarini yaratishni olg'a surish uchun ishga qabul qilindi. Biroq budjetni kamligi va laboratoriya bazasiga ega bo'lishning chegaralanganligi uning urinishlarini bexuda qilar edi. Bansi loyihlarda koliforniyaning Parallax kompaniyasi yaratgan BASIC Stamp qurilmasidan foydalanar edi. Turli qurilmalarni yaratish uchun mo'ljallangan Stamp uncha katta bo'lmagan bosma plata bo'lib unda energiya Manbai, mikrokontroller, xotira va kiritish/chiqarish portlari joylashtirilgan edi. Mikrokontrollerni dasturlash BASIC tilida amalga oshirilgan. BASIC Stamp ning ikkita muammosi bo'lgan: hisoblash quvvati yetishmagan va narhi yetarli darajada qimmat bo'lgan. Bansi boshchilik qilgan guruh mustaqil ravishda o'z talablarini qondiruvchi plata yaratishga qaror qiladi.

Bansi va uning ishchilari loyihalashtiruvchi uchun qurilma yaratishda sodda, ochiq va ega bo'lish oson platforma yaratishni, narhi talabalarning cho'ntagi ko'tara oladigan 30 dollar atrofida bo'lishini maqsad qilib qo'ydilar. Ular boshqalar ishlab chiqaradigan

mahsulotlardan ham ajralib turishini ham xoxladilar. Shuning uchun boshqa ishlab chiqaruvchilar bosma plata chiqishlar sonini tejasalar, ular esa iloji boricha chiqishlar sonini ko'p bo'lishiga harakat qildilar, shuningdek o'zlarini platalarining rangini xavo rang qilib chiqardilar, boshqa ishlab chiqaruvchilarda esa ananaviy yashil rangda ishlab chiqariladi.

Bansi guruhi ishlab chiqargan mahsulot arzon va topish oson komponentlardan tashkil topgandir – masalan, u ATmega328 mikrokontrolleri asosida yaratilgan. Asosiy masala qurilmani ishlashini plug-and-play tamoili asosida ishlashini kafolatlanishidir, - foydalanuvchi platani qutidan olib va uni kompyuterga ulagach darhol ishga kirisha olishidadir.

Plataning birinchi varianti 2005 yili ishlab chiqilgan va u hali Arduino nom bilan atalmagan. Bir ozdan so'ng Bansi o'ziga tegishli bo'lgan barning nomi bilan atashni taklif qildi. "Arduino" brendi hech qanday reklamasiz va marketing mablag'ini jalb qilmasdan Internetda juda tez tarqaldi. Dunyoda Arduino mahsulotini tarqatuvchi 200 dan ortiq katta firmalarning distribyutorlari mavjud.

Arduino platasining asosiy versiyalari quyidagi modellardan iborat:

**Due** – ARM SAM3U4E 32-bitli ARM Cortex-M3 mikroprotessor asosidagi plata;

**Leonardo** – Atmega32U4 mikrokontrollerdagi plata;

**UNO** - Arduino ning asos platformasi, eng ko'p tanilgan versiyasi;

**Duemilanove** – Atmega168 yoki Atmega328 mikrokontrollerdagi plata;

**Diecimila** – Arduino USB platforma asosidagi versiyasi;

**Nano** – maket sifatida ishlatiluvchi, icham platforma. Nano kompyuterga USB Mini – V kabeli yordamida ulanadi;

**Mega ADK** – Android li telefonlar va USB interfeysli boshqa qurilmalar bilan aloqa uchun USB - host interfeysni quvvatlovchi Mega 2560 plata versiyasi;

**Mega 2560** – USB-portiga ketma-ket ulanish uchun ATmega8U2 chipi ishlatilgan Atmega2560 mikrokontrolleri asosidagi plata;

**Mega** – Atmega1280 mikrokontrolleri asosidagi Mega seriya versiyasi;

**Arduino BT** – simsiz aloqa va dasturlash uchun Bluetooth modulli platforma;

**LilyPad** – matoga qo'shib tikilishi mumkun bo'lgan platformasi;

**Fio** – simsiz tatbiqlar uchun yaratilgan platforma. Fio ning tarkibi: XBee radio uchun raz'em, LiPo batareka uchun raz'em va zarayadlash uchun joylashtirilgan sxema;

**Mini** – Arduino eng kichik platformasi;

**Pro** – tajribali foydalanuvchilar uchun yaratilgan platforma, katta loyihaning qismi bo'lishi mumkin;

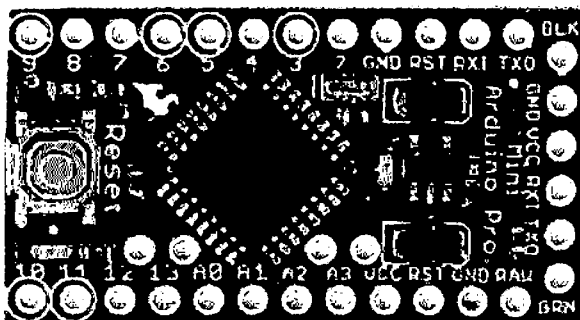
**Pro Mini** – Pro platformasi kabi tajribali foydalanuvchilar uchun yaratilgan, arzon narx, kichik o'lcham va qo'shimcha imkoniyatlar kerak bo'lgan vaziyatlarga mo'ljallangan.

Yuqorida sanab o'tilgan platalarning ba'zilarini batafsil ko'rib chiqamiz.

## 9.2. Arduino mikrokontroller oilasi

### Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini platasi Atmega168 mikrokontrollerida qurilgan (9.1-rasm).



9.1-rasm. Arduino Pro Mini platasi

Arduino Pro Mini platasining texnik ko'rsatgichlari 9.1-jadvalda berilgan.

9.1- jadval. Arduino Pro Mini platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	Atmega168
Ishchi kuchlanishi	3,2 V yoki 5 V (modelga bog'liq holda)
Kirish kuchlanishi	3,3 V – 12 V (3,3 V modelda ) yoki 5 – 12 V (5 V modelda)
Raqamli kirish/chiqishlari	14 (ulardan 6 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkin)
Analog chiqishlari	6
Kirish/chiqishi orqali	40 mA

o'zgarimas tok	
Flesh - xotira	16 Kbayt (2 – yuklovchi uchun ishlatiladi)
OXQ	1 Kbayt
EEPOM	512 bayt
Takt chastotasi	8 MGs (3,3 V model) yoki 18 MGs (5 V model)

Arduino Pro Mini energiya Manbaini olishi mumkun: FTDI kabel orqali yoki konvertor platasidan, yoki boshqariluvchi manbadan 3,3 V yoki 5 V (platforma modeliga bog'liq) VCC oyoqchalari orqali, yoki boshqarilmaydigan manbadan RAW oyoqchalari orqali.

Manba uchun oyoqchalar:

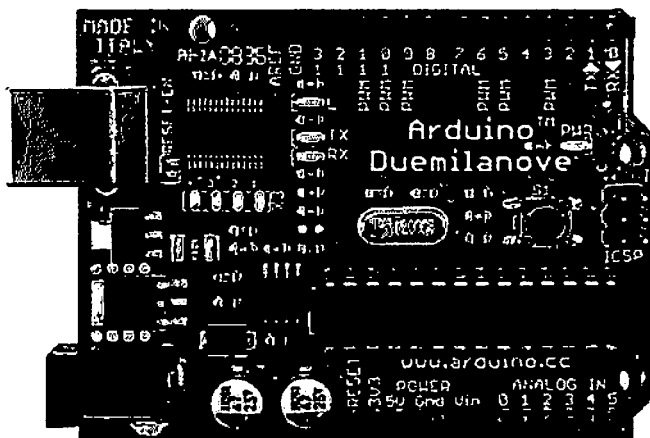
RAW – boshqarilmaydigan kuchlanishni ulash uchun;

VCC – boshqariluvchi 3, V yoki 5 V kuchlanishlar uchun;

GND – yorga ulash uchun oyoqchalar.

### Arduino Duemilanove

Arduino Duemilanove modeli ATmega168 yoki Atmega328 mikrokontrollerlaridan birida qurilgan (9.2-rasm).



9.2-rasm. Arduino Duemilanove platasi

Arduino Duemilanove platasining texnik ko'rsatgichlari 9.2 jadvalda havola qilingan.

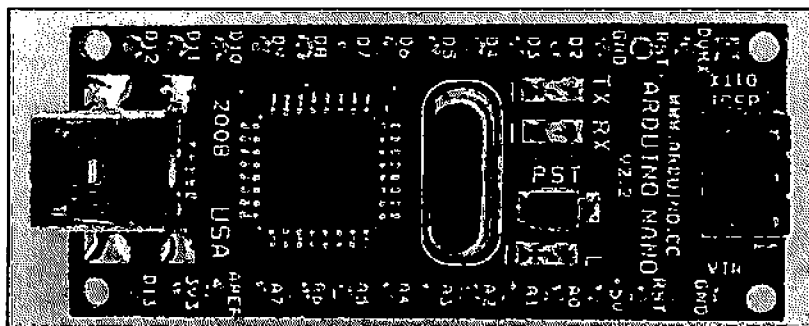
9.2 jadval. Arduino Duemilanove platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	ATmega168 yoki Atmega328
Ishchi kuchlanishi	5 V

Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 V – 12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	14 (ulardan 6 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	6
Kirish/chiqishi orqali o'zgarimas tok	40 mA
Chiqish uchun o'zgarimas tok	50 mA
Flesh - xotira	16 Kbayt (ATmega168) yoki 32 Kbayt (ATmega328) Shundan 2 Kbayti yuklovchi uchun ishlatiladi
OXQ	1 Kbayt (ATmega168) yoki 2 Kbayt (ATmega328)
EEPOM	512 bayt (ATmega168) yoki 1 Kbayt (ATmega328)
Takt chastotasi	16 MGs

### Arduino Nano

Nano platformasi ATmega328 mikrokontrollerida qurilgan (Arduino Nano 3.0 ) yoki ATmega168 (Arduino Nano 2x), o'lichamlari katta emas, laboratoriya ishlarida qo'llanilishi mumkun (9.3-rasm).



9.3-rasm. Arduino Nano platasi.



Arduino Nano Manbani USB Mini-B ulash orqali olishi mumkun yoki 6 – 20 V (30 oyoqcha) boshqarilmaydigan yoki 5V (27 oyoqcha) boshqariladigan, tashqi Manbalardan olishi mumkun. Avtomatik ravishda eng katta kuchlanishli Manba tanlanadi.

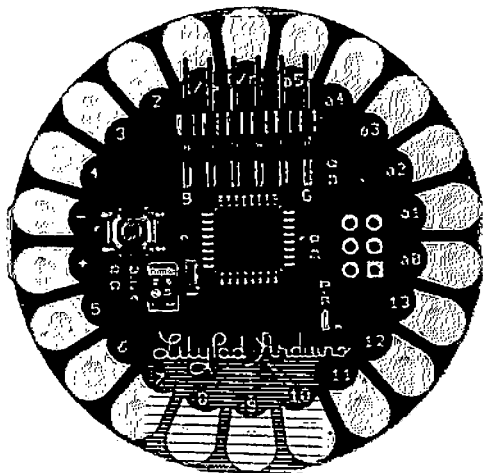
Arduino Nano platasining texnik ko'rsatgichlari 9.3 jadvalda havola qilingan.

**9.3 jadva. Arduino Nano platasining texnik ko'rsatgichlari**

Mikrokontroller	ATmega168 yoki Atmega328
Ishchi kuchlanishi	5 V
Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 V – 12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	14 (ulardan 6 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	6
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	40 mA
Chiqish uchun o'zgarmas tok	50 mA
Flesh - xotira	16 Kbayt (ATmega168) yoki 32 Kbayt (ATmega328) Shundan 2 Kbayti yuklovchi uchun ishlatiladi
OXQ	1 Kbayt (ATmega168) yoki 2 Kbayt (ATmega328)
EEPOM	512 bayt (ATmega168) yoki 1 Kbayt (ATmega328)
Takt chastotasi	16 MGs

### **Arduino LilyPad**

Arduino LilyPad platformasi (9.4-rasm) kiyimning bir qismi sifatida ishlatish maqsadida yaratilgan. Uni datchik, simlar bilan birgalikda matoga joylashtirilgan Manba bilan qo'shib tikish mumkun. Bu platforma ATmega168V mikrokontrollerlarida yaratilgan.



9.4-rasm. Arduino LilyPad platasi

Arduino LilyPad platasining texnik ko'rsatgichlari 9.4 jadvalda keltirilgan.

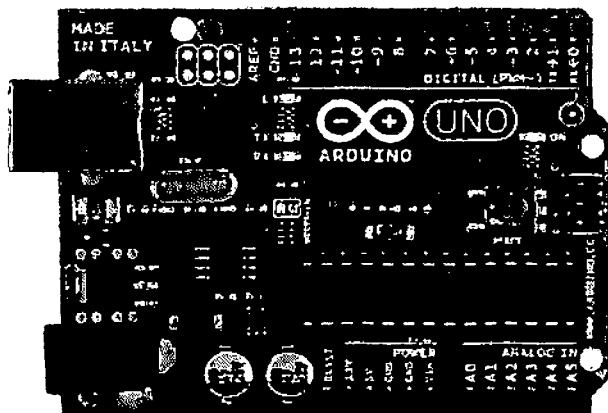
9.4 jadval. Arduino LilyPad platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	ATmega168 yoki Atmega328
Ishchi kuchlanishi	2,7 – 5,5 V
Kirish kuchlanishi	2,7 – 5,5 V
Raqamli kirish/chiqishlari	14 (ulardan 6 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	6
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	40 mA
Flesh - xotira	16 Kbayt (ATmega168) yoki 32 Kbayt (ATmega328) Shundan 2 Kbayti yuklovchi uchun ishlatiladi
OXQ	1 Kbayt (ATmega168) yoki 2 Kbayt (ATmega328)
EEPOM	512 bayt (ATmega168) yoki 1 Kbayt (ATmega328)
Takt chastotasi	16 MGs

### Arduino Uno

Arduino Uno kontrolleri (9.5-rasm) ATmega328 mikrokontrollerida yaratilgan. Aloqa uchun USB ishlatilgan FTDI USB

mikrokontrollerli barcha oldingi platalardan farqli yangi Arduino Uno da Atmega8U2 mikrokontrolleri ishlatilgan.



9.5-rasm. Arduino Uno platasi

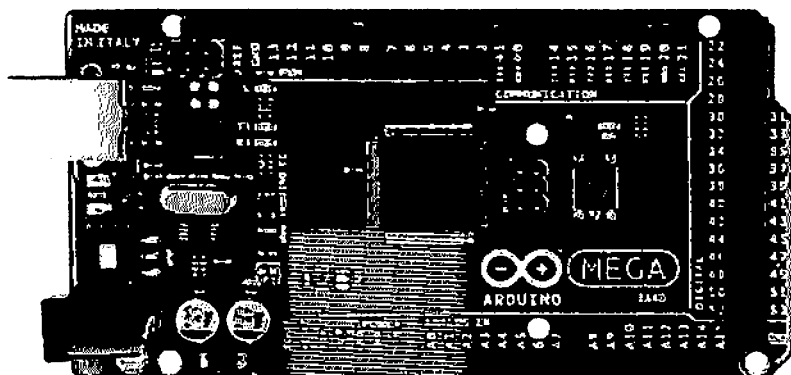
Arduino Uno platasining texnik ko'rsatgichlari 9.5 jadvalda keltirilgan.

9.5 jadval. Arduino Uno platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	ATmega328
Ishchi kuchlanishi	5 V
Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 -12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	14 (ulardan 6 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	6
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	40 mA
3,3 V li oyoqcha uchun o'zgarmas tok	50 mA
Flesh - xotira	32 Kbayt, shundan 0,5 Kbayti yuuklash uchun ishlatiladi
OXQ	2 Kbayt
EEPOM	1 Kbayt
Takt chastotasi	16 MGs

## Arduino Mega2560

Arduino Mega platasi (9.6-rasm) ATmega2560 mikrokontrollerida qurilgan.



9.6-rasm. Arduino Mega 2560 platasi  
Arduino Mega 2560 platasining texnik ko'rsatgichlari 9.6 jadvalda keltirilgan.

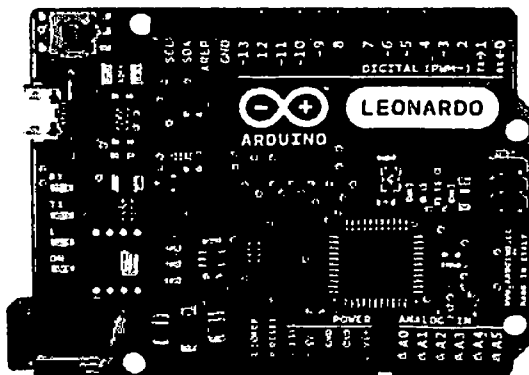
9.6 jadval. Arduino Mega 2560 platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	ATmega2560
Ishchi kuchlanishi	5 V
Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 -12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	54 (ulardan 14 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	16
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	40 mA
3,3 V li oyoqcha uchun o'zgarmas tok	50 mA
Flesh - xotira	256 Kbayt, shundan 8 Kbayti yuuklash uchun ishlatiladi
OXQ	8 Kbayt
EEPOM	4 Kbayt
Takt chastotasi	16 MGs

## Arduino Leonardo

Arduino Leonardo (9.7-rasm) – ATmega32U4 mikrokontroller asosida qurilgan.

Barcha oldingi platalardan farqli ATmega32U4 mikrokontrolleri USB-ulanishlar uchun plataga joylashtirilgan quvvatlashga ega.



9.7-rasm. Arduino Leonardo platasi

Arduino Leonardo platasining texnik ko'rsatgichlari 9.7 jadvalda keltirilgan.

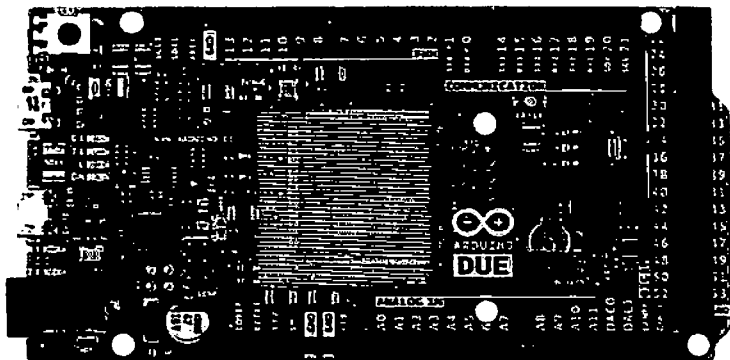
9.7 jadval Arduino Leonardo platasining texnik ko'rsatgichlari

Mikrokontroller	ATmega32U4
Ishchi kuchlanishi	5 V
Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 -12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	20 (ulardan 7 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog chiqishlari	12
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	40 mA
3,3 V li oyoqcha uchun o'zgarmas tok	50 mA
Flesh - xotira	32 Kbayt, shundan 4 Kbayti yuuklash uchun ishlatiladi
OXQ	2 Kbayt
EEPOM	1 Kbayt
Takt chastotasi	16 MGs

## Arduino Due

Arduino Due (9.8-rasm) – mikrokontroller platasi Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 protsessor asosida. Bu Arduino ning birinchi 32-bitli ARM-yadroli mikrokontrolleridagi platasi.

Arduino ning boshqa platalaridan farqli Arduino Due platasi 3,3 V da ishlaydi. Kirish/chiqishlarining maksimal kuchlanishga chidamliligi 3,3 V ni tashkil etadi.



9.8-rasm. Arduino Due platasi

Arduino Due platasining texnik ko'rsatgichlari 9.8 jadavlda keltirilgan.

9.8 jadavl. Arduino Due platasining texnik ko'rsatgichlari

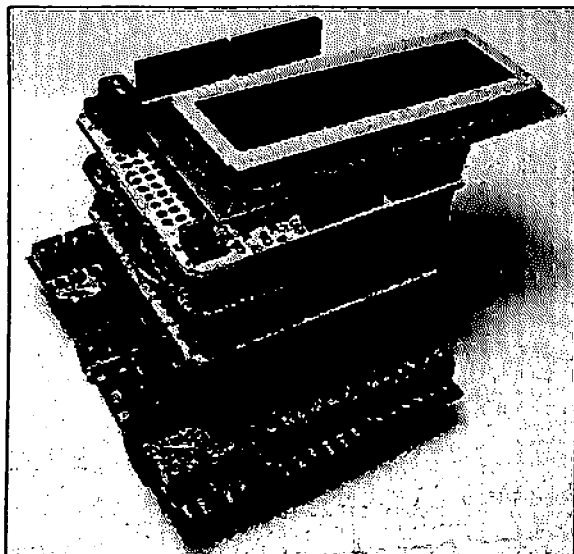
Mikrokontroller	AT91SAM3X8E
Ishchi kuchlanishi	3,3 V
Kirish kuchlanishi (tavsiya etiladigani)	7 -12 V
Kirish kuchlanishi (chegaraviy)	6 – 20 V
Raqamli kirish/chiqishlari	54 (ulardan 12 tasi KIM chiqishi sifatida ishlatilishi mumkun)
Analog kirishlari	12
Analog chiqishlari	2 (RAO')
Kirish/chiqishi orqali o'zgarmas tok	50 mA
3,3 V li oyoqcha uchun o'zgarmas tok	800 mA
5 V li oyoqcha uchun o'zgarmas tok	800 mA
Flesh - xotira	512 Kbayt

OXQ	96 Kbayt (bank uchun 64 Kbayt va 32 Kbayt)
Takt chastotasi	84 MGs

### 9.3. Arduino imkoniyatlarini kengaytiruvchi platalar

Arduino platasining keng tarqalishiga nafaqat uning arzonligi, loyihalashtirishning va dasturlashning osonligina emas, asosan Arduino ga qo‘shimcha vazifalarni bajarishga imkon beruvchi kengaytirish platasining (*shildlar* deb nomlanuvchi) mavjudligi sharofatidir. Arduino ga shildlar (kichik modullar va LilyPad platasidan tashqari) ularning konstruksiyasida mavjud bo‘lgan ignasimon raz‘emlar orqali ulanadilar (9.9-rasm).

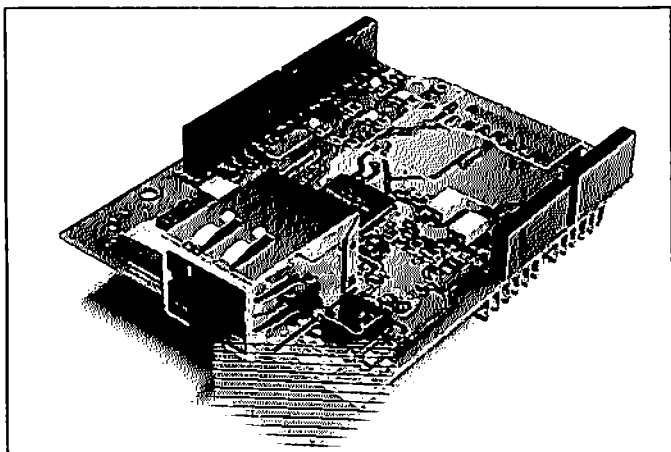
Vazifalari bo‘yicha turli shildlar majut – maket yasash uchun mo‘ljallangan oddiydan to murakkab, ko‘p vazifalarni bajaruvchi alohida qurilma ko‘rinishidagigachan.



9.9-rasm. Arduino uchun kengaytirish platasini modulli o‘rnatish tarkibi

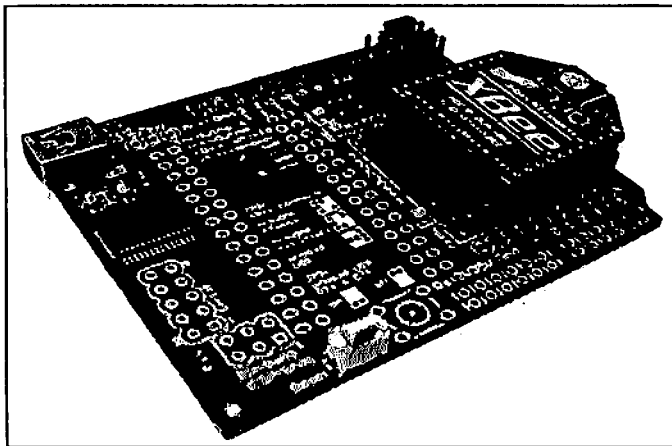
Ulardan ba’zilarini ko‘rib chiqamiz.

**Ethernet Shield** (9.10-rasm) – Internetga ulanishni ta’minlaydi;



9.10-rasm.Ethernet Shield

**XBee Shield (9.11-rasm)** – Maxstream XBee Zigbee moduli yordamida bir necha Arduino qurilmalarini simsiz aloqa bilan ta'minlaydi;

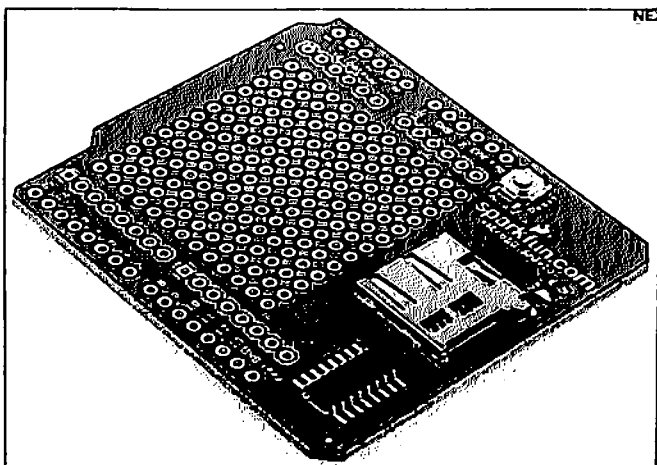


9.11-rasm. XBee Shield

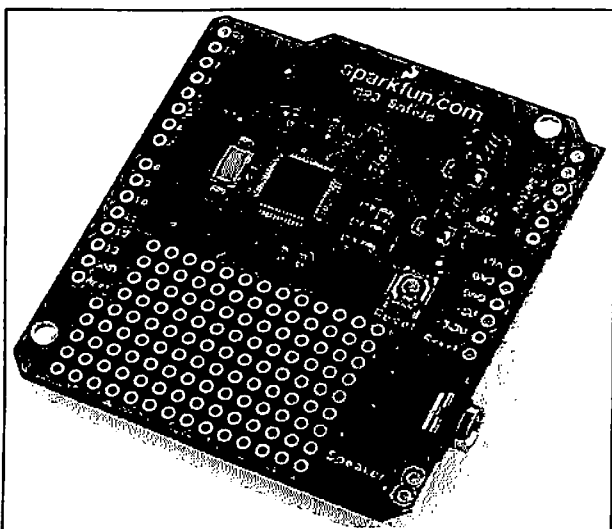
**MicroSD Shield (1.12-rasm)** – microSD kartasiga axborotlarni yozishni ta'minlab beradi;

**MP3 Shield (9.13-rasm)** – Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/MIDI formatlarda tovushni hosil qilish va Ogg Vorbis formatda yozish uchun plata.





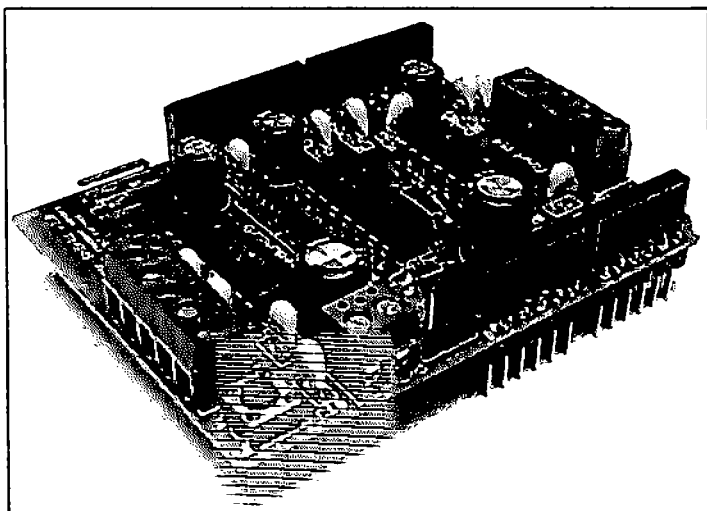
9.12-rasm. MicroSD Shield



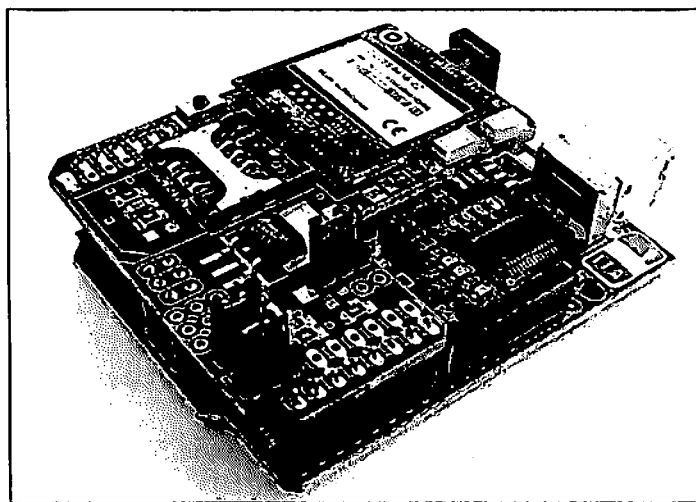
9.13-rasm. MP3 Shield

**Motor Shield** (9.14-rasm) – o'zgarmas tok dvigatellarini boshqarishni ta'minlaydi;

**GSM/GPRS Shield** (9.15-rasm) – SMS - xabarlarni jo'natish, qo'ng'iroqlar qilish, GPRS orqali axborotlar almashishga imkon beradi;

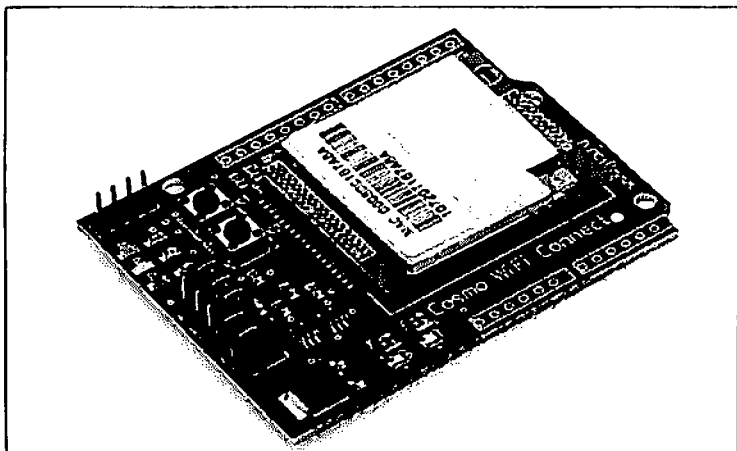


9.14-rasm. Motor Shield



9.15-rasm. GSM/GPRS Shield

**Cosmo WiFi Connect (9.16-rasm) – IEEE802.11b/g standartli simsiz aloqani tashkil etish uchun mo'ljallangan.**



9.16-rasm. Cosmo WiFi Connect

Shuningdek boshqa shildlar ham mavjud: **Video Overlay Shield** – matinni analog videoga qo‘yish uchun; **EasyVR Arduino Shield** - ko‘p maqsadli nutuqni tanish moduli; **Music Shield** – mutaxassilar uchun audiokoder va boshqalar.

Kengaytirish platalarining (shildlar) soni doimiy ko‘payib bormoqda. Ularning ro‘yxati bilan Arduino loyihasining rasmiy saytida quyidagi manzil bo‘yicha tanishish mumkun [http://www.arduino.cc/playground /Main/SimilarBoards#goShie](http://www.arduino.cc/playground/Main/SimilarBoards#goShie). Yana shuningdek qiziq resurs mavjud: <http://shieldlist.org/>, bu manzilda Arduino uchun 244 shild bayon etilgan.

#### 9.4. Arduino kontroller to‘plamining tarkibi

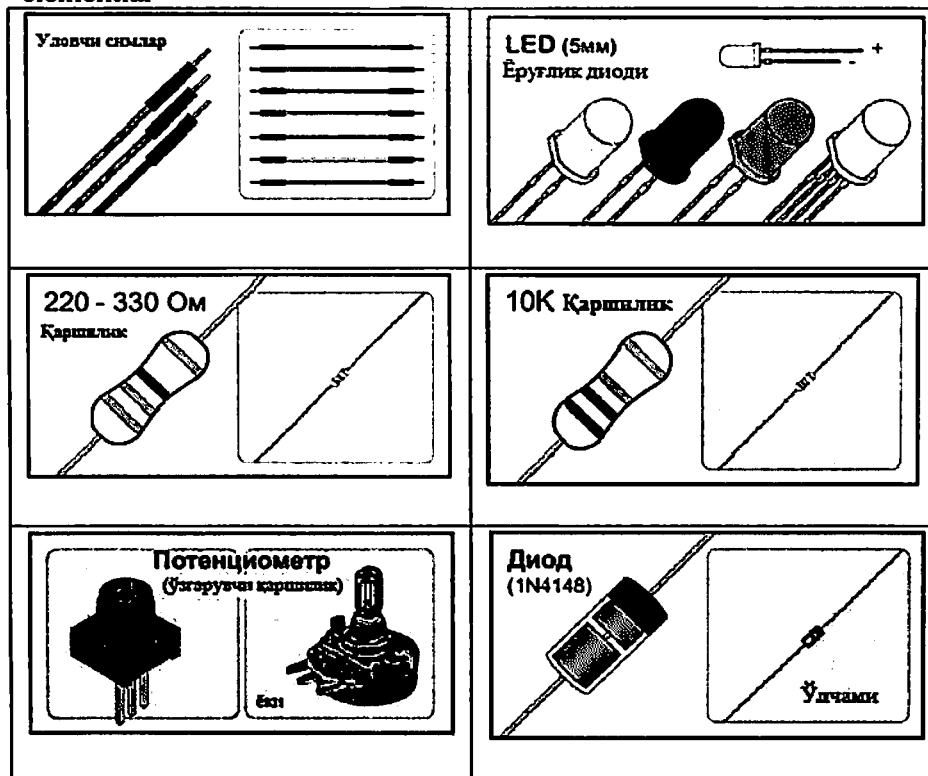
Arduino – bu elektron konstruktor va elektron qurilmalarni tez yaratishning qulay platformasidir. Bu platforma dunyoda keng tarqalishining sababi dasturlash tilining qulayligi va soddaligi, shuningdek arxitekturasi hamda dasturlash kodlarining ochiqligidir. Arduino platasi Atmel AVR mikrokontrolleridan va dasturlash hamda boshqa sxemalar bilan bog‘lash elementlaridan tashkil topgan. Ko‘p platalarda +5 V yoki +3,3 V kuchlanishni chiziqli stabilashtiruvchi moslama mavjud. 1.9-jadvalda Arduino to‘plamidagi asosiy elementlar va sxema yig‘ish platasining tuzilishi keltirilgan.

Taklash kvarsli rezonator yordamida 16 yoki 8 MGs chastotada amalga oshiriladi (ba‘zi versiyalarida – keramik rezonator yordamida).

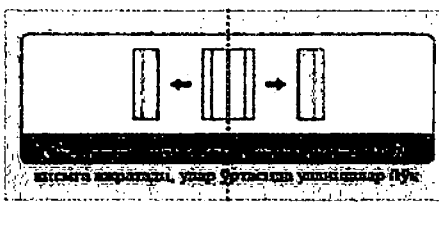
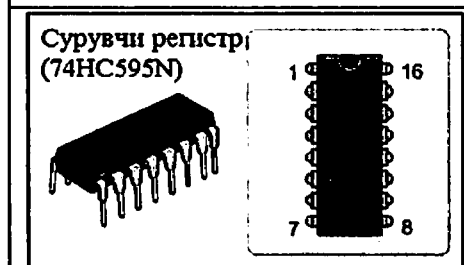
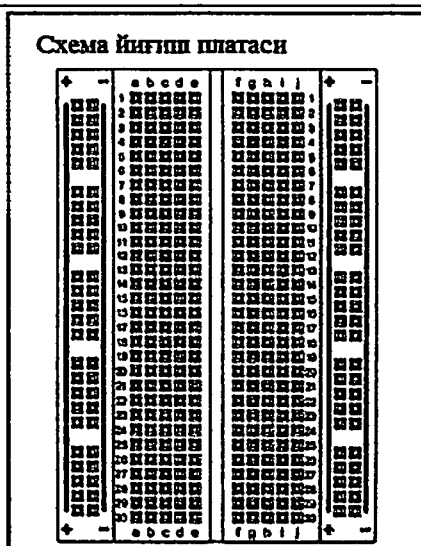
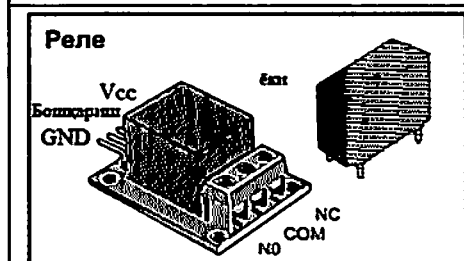
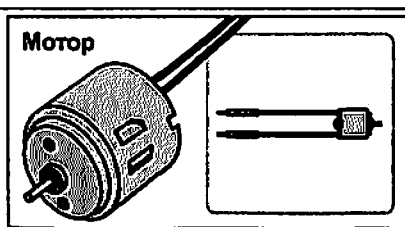
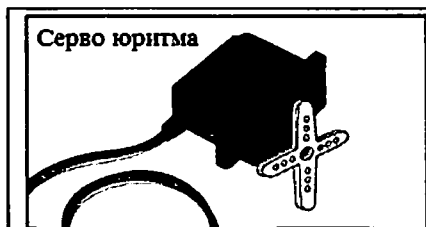
Mikrokontrollerga dastlab Boot- Loader yuklovchi yoziladi, shuning uchun tashqi dasturlovchi kerak bo'lmay qoladi. Qurilma USB orqali tashqi dasturlovchini ishlatmasdan dasturlanadi.

Arduino platformasini bir necha versiyalari mavjud. Leonardo versiyasi ATmega32u4 mikrokontrolleri asosida amalga oshirilgan. Uno, Nano, Duemilano va Duemilanove versiyalari esa AtmelATmega328 mikrokontrolleri asosida amalga oshirilgan. Decimila platformasining eski versiyalari va Duemilanoves birinchi ishchi varianti AtmelATmega168 asosida loyihalashtirilgan edi. O'z navbatida ArduinoMega2560 versiyasi ATmega2560 mikrokontrollerda qurilgan. ArduinoDue so'nggi versiyasi Cortex mikroprotsessor asosida amalga oshirilgan.

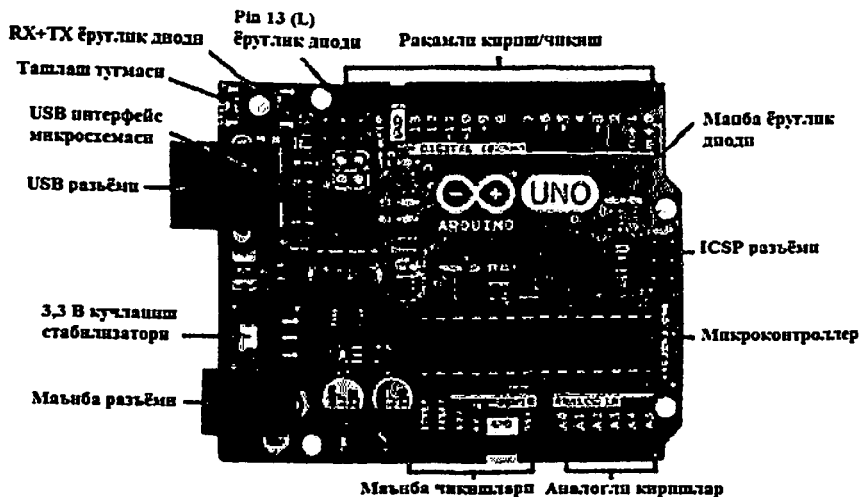
9.9-jadval. Arduino kontroller to'plamining tarkibiga kiruvchi elementlar







UNO versiyasi (9.17-rasm) uncha katta bo'lmagan loyihlar uchun keng qo'llanadigan, ko'p tarqalgan eng tanqli versiyadir.



9.17-rasm. ArduinoUNO platasi.

ArduinoUNO platasining ko'rsatgichlari 9.10 jadvalda keltirilgan.

9.10 jadval. ArduinoUNO platasining ko'rsatgichlari

Микроконтроллер	ATmega328
Ishchi kuchlanish	5V
Manba kuchlanishi (tavsiya etilishi)	7-12 V
Manba kuchlanishi (chegaraviy)	6-20 V
Raqamli kirish/chiqishlar	14 (ulardan 6 KIM-chiqishlari sifatida ishlatilishi mumkin)
Uzuluksiz chiqishlar	6
Bitta chiqishining maksimal toki	40 mA
Chiqishining maksimal chiqish toki 3.3 V	50 mA
Flash-xotira	32 KB (ATmega328)/ulardan 0,5 KB yuklovchi tomonidan ishlatiladi
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Takt chastotasi	16 MGs

Mikro sxemaning 14 ta raqamli oyoqchalaridan har biri kirish yoki chiqish bo'lib hizmat qilishi mumkin. Mikro sxemaning oyoqchalarida kuchlanish miqdori 5 V kattalikda cheklangan. Bitta oyoqcha maksimal tok berishi yoki istemaol qilishi 40 mA ni tashkil etadi. Barcha oyoqchalar ichki tortuvchi qarshilik bilan ulangan (sukut bo'yicha o'chirilgan) va uning qiymati 20-50 kOm teng. Undan tashqari Arduinoning ba'zi oyoqchalari qo'shimcha vazifani ham bajarishi mumkin:

- ketma-ket interfeys: 0 (RX) va 1 (TX);
- tashqi uzulish: 2 va 3 oyoqchalar;
- KIM: 3,5,6,9,10 va 11 oyoqchalari KIM – signal ko'rinishida 8-bitli analog qiymatni chiqarishi mumkin;
- SPI interfeys: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) oyoqchalar;
- yorug'lik diodi: 13. 13 oyoqchaga ulangan joylashtirilgan yorug'lik diodi.

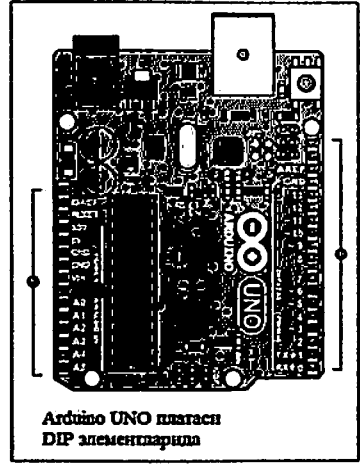
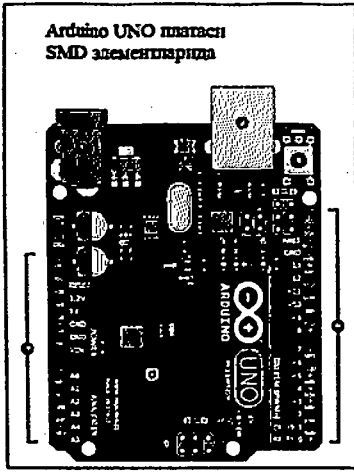
ArduinoUno da 6 ta analogli kirish (A0-A5) mavjud, ulardan har biri 10- bitli sonni (1024 ta turli qiymatni) analog kuchlanish ko'rinishida ifodalashi mumkin. Sukut saqlash bo'yicha kuchlanishni o'lchash 0 dan 5 V oraliqqa nisbatan amalga oshiriladi.

Shunga qaramay bu oraliqning yuqori chegarasini AREF oyoqchasidan va analog Referenc funksiyasidan foydalanib o'zgartirish mumkin. Analog kirishlaridan ba'zilar qo'shimcha vazifalarga ega:

TWI: A4 ili SDA chiqishi va A5 yoki SCL chiqishi.

ArduinoUno da kompyuterning USB-portini qisqa to'qnashuv va ortiqcha yuklanishdan saqlovchi tiklovchi himoya vositasi mavjud. Ko'pchilik kompyuterlar o'zining himoyasi bo'lishiga qaramay bunday himoya qo'shimcha himoya darajasini ta'minlaydi. Agarda USB-portdan 500 mA dan ko'p tok istemol qilinsa, saqlovchi vosita avtomatik ravishda ulanishni uzib qo'yadi toki qisqa tutashuv yoki ortiqcha yuklama sababi bartaraf etilmaguncha. 9.18; 9.19 va 9.20-rasmda ArduinoUno konstruksiyasi keltirilgan.



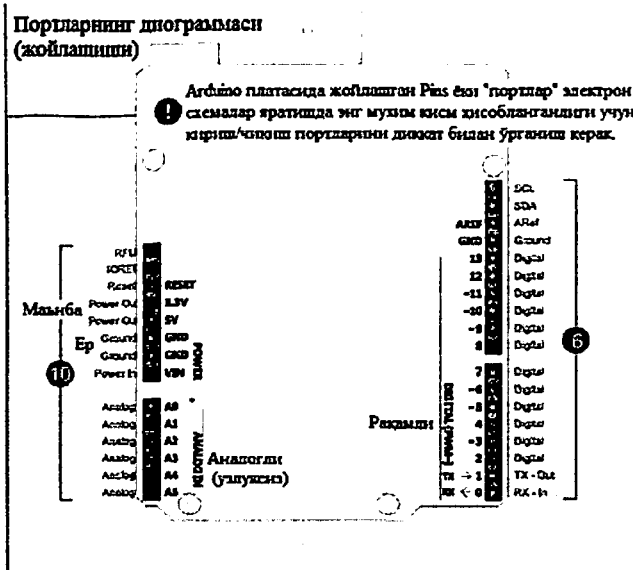


9.18-rasm. Arduino UNO platasi  
SMD elementlarida

9.19-rasm. Arduino UNO

platasi

DIP elementlarida



9.20-rasm. ArduinoUno portlarining joylashishi.

1. Manba raz'emi (bataredan) – 9 – 12 Voltli manba bloklari bilan ishlatilishi mumkin.

2. USB raz'emi (USB port) – sxemani manbasi sifatida ishlatish mumkin, shuningdek kompyuter bilan aloqani tashkil qilish uchun ham ishlatish mumkin.

3. Indikator (RX:Qabul qilish) – Axborotlarni qabul qilishni indikatsiyalashga ishlatiladi, agarda bu dasturda keltirilgan bo'lsa.

4. Indikator (TX: Uzatish) - Axborotlarni uzatishni indikatsiyalashga ishlatiladi, agarda bu dasturda keltirilgan bo'lsa.

5. Indikator (13 port: nosozliklarni qidirish) – Sketch ishlayotgan vaqtda hammasi to'g'ri ishlayotganligini ko'rsatadi.

6. Portlar (ARef, Ground, Digital, Rx, Tx) – tayanch kuchlanish, yer, raqamli portlar, axborotlarni uzatish va qabul qilish portlari.

7. Indikator (manba indikator) – Arduino platasiga manba berilganligini ko'rsatadi.

8. Reset (sbros, tashlash, nolga o'tqazish) - Arduino platasini qaytadan ishga tushurish, sizning dasturingizni takroran ishga tushirishga olib keladi.

9. IC SP raz'emi (dasturlash porti) – plataning yuklovchisining ishtirokisiz dasturlash imkoniyatini beradi.

10. Portlar (Analog In, Power In, Ground, Power Out, Reset) – analogli (uzuluksiz), kiruvchi, chiquvchi, manba, yer.

### **9.5. Kompyuterga Arduino IDEni o'rnatish**

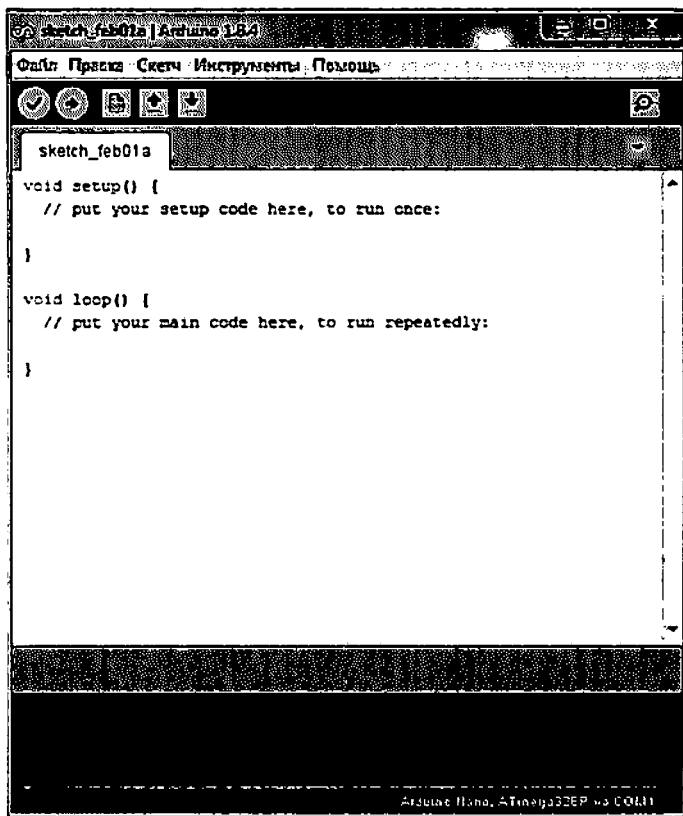
Arduino arxitekturasi mos tushuvchi platalar asosida ilovalarni yaratish rasmiy bepul ArduinoIDE dasturlash muhitida amalga oshiriladi. Muhit Arduino ga mos tushuvchi plataga o'rnatilgan qurilma mikrokontrolleri xotirasiga kompilyatsiyalash va loyihalashtiruvchining dasturlarini yozish uchun mo'ljallangan. Loyihalashtirish muhit asosi Processing/ Wiring tili bo'lib – u oddiy C++, faqat kontaktlarga kiritish-chikarishni boshqarish uchun sodda va tushunarli funksiyalar bilan to'ldirilgan. Windows, MacOS i Linux operatsion tizimlar uchun ham muhitning versiyalari mavjud.

Arduino muhitining oxirgi versiyalarini <http://arduino.cc/en/Main/Software> rasmiy sayt saxifalaridan yozib olish mumkin. Windows operatsion tizimli kompyuterga ArduinoIDE o'rnatishni ko'rib chiqamiz. <http://arduino.cc/en/Main/Software> saxifaga murojaat qilamiz, Windows operatsion tizim versiyasi uchun tanlaymiz va arxiv faylini ko'chirib olamiz. U barcha zarur ma'lumotlarga ega va shu jumladan drayverga ham mavjud. Yuklash tugagach o'zimizga qulay joyga yozib olingan faylni ochib yozib olamiz. Endi drayverni o'rnatish kerak. So'ng Arduino ni kompyuterga ulanadi. Kontrollerda

manba indikatorini yonishi kerak – ko‘k yorug‘lik dodi. Windows drayverni o‘rnatishga harakat qiladi, u «Programmnoe obespechenie drayvera ne bylo ustanovleno» (Drayverni dasturiy ta‘minoti o‘rnatilmadi) xabari bilan tugallanadi. Qurilmalar Dispedcherini ochamiz. Qurilmalar tarkibidan ArduinoUno belgisini topamiz – qurilma undov belgisi bilan belgilangan. ArduinoUno belgisiga to‘g‘rilab sichqonchani o‘ng tugmasini bosiladi va ochilgan darchada drayverlarni yangilash (Obnovit drayvery) punktini tanlanadi, so‘ng bu kompyuterda drayverlarni qidirishni bajarish (Vypolnit poisk drayverov) punktini tanlanadi. Drayverga yo‘lni ko‘rsatamiz – kompyuterdagi arxivni ko‘chirib yozilgan papkaning joyini. Bu Arduino ni o‘rnatish katalog papkasi drivers bo‘lsin – masalan, C:\arduino-1.0\drivers. Windows ning barcha ogohlantirishlarini inobatga olmaymiz va natijada ushbu qurilmaga dasturiy ta‘minoti yangilanishi muvaffaqiyatli tugatildi (Obnovlenie programmnoy obespecheniya dlya dannogo ustroystva zaversheno uspešno) xabari olinadi. Darcha sarlovxasida qurilma o‘rnatilgan SOM-port ham ko‘rsatiladi. Endi ArduinoIDE ni ishga tushirish mumkin.

Arduino ni loyihalashtirish muhiti (9.21-rasm) quyidagilardan tashkil topgan:

- dasturiy kod muharriridan;
- xabarlar xududidan;
- matnni chiqarish darchasidan;
- ko‘p ishlatiladigan buyruqlarning tugmali asboblardan;
- bir necha menyudan.



9.21-rasm. ArduinoIDE muhiti

Arduino muhitida yozilgan dastur **sketch** deb ataladi. Sketch ma'ni muharririda yoziladi, u yaratilayotgan dastur kodini yoritib turuvchi rangli yoritgichga ega. Loyihani saqlash va eksport qilish vaqtida xabarlar xududida tushuntirish va hatoliklar haqida axborot paydo bo'ladi. Matnni chiqarish darchasi Arduino xabarini ko'rsatadi, u hatoliklar haqida to'liq hisobotni va boshqa axborotlarni o'z ichiga oladi. Asboblarning panelining tugmalari dasturni yozish, yaratish, ochish va sketchni saqlash, ketma-ket shinani monitoringini va nazorat qilish imkoniyatini beradi.

Yaratilayotgan sketchga qo'shimcha vazifalarni kutubxona yordamida qo'shish mumkin, u mahsus jihozlangan dasturiy kod kab bo'lib qandaydir vazifani bajaradi va yaratilayotgan loyihaga qo'shish mumkin bo'ladi.

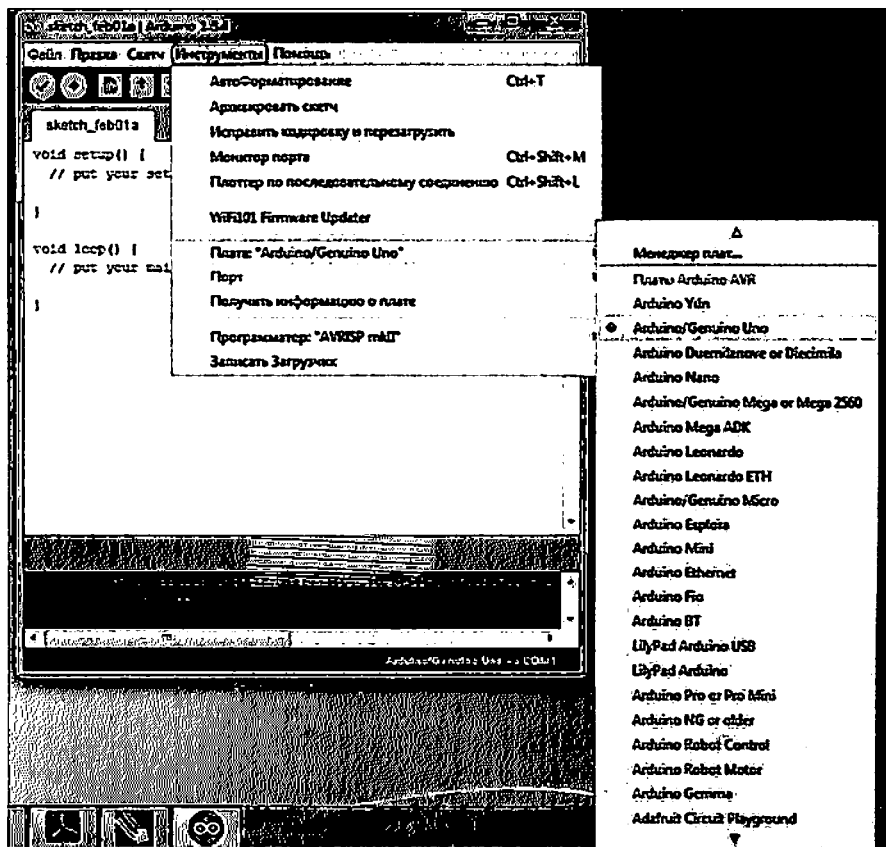
Mahsuslashtirilgan kutubxonalarining ko'pi mavjud. Odatda kutubxonalarni yozishda u yoki bu masalani yechishni osonlashtirish va loyihalashtiruvchidan apparat-dasturiy joriy etilishining detallari yashirilgan bo'ladi. ArduinoIDE muhiti standart kutubxonalar to'plami bilan foydalanuvchiga yetkaziladi. Ular Arduino ni o'rnatish katalogining libraries katalog ostisida joylashgan bo'ladi. Zarur bo'lgan kutubxonalar shuningdek turli resurslardan yuklanishi mumkin. Agarda kutubxona to'g'ri o'rnatilgan bo'lsa, u holda u kutubxonalarni `Eskiz | Import` (`Eskiz | Import bibliotek`) menyusida paydo bo'ladi. Menyudan kutubxonalarni tanlash qatordagi dastlabki kodga qo'shimcha kiritishga olib keladi

```
tinclue<imya biblioteki.h>
```

Bu derektiva ob'ektni bayoni bo'lgan sarlovxa faylini ulaydi, endi kutubxonaning vazifasi va konstantalarini loyihada ishlatish mumkin bo'ladi. Arduino muhiti yaratilayotgan loyihani (dasturni) ko'rsatilgan kutubxona bilan birgalikda kompilyatsiyalaydi.

Sketchni yuklashdan oldin menyuga zarur ko'rsatgichlarni berish talab etiladi `Asboblar | Plata (Tools | Board)` va `Asboblar | Ketma-ket port (Instrumenty | Plata (Tools | Board) i Instrumenty | Posledovatelnyy port)` (9.20-rasm).

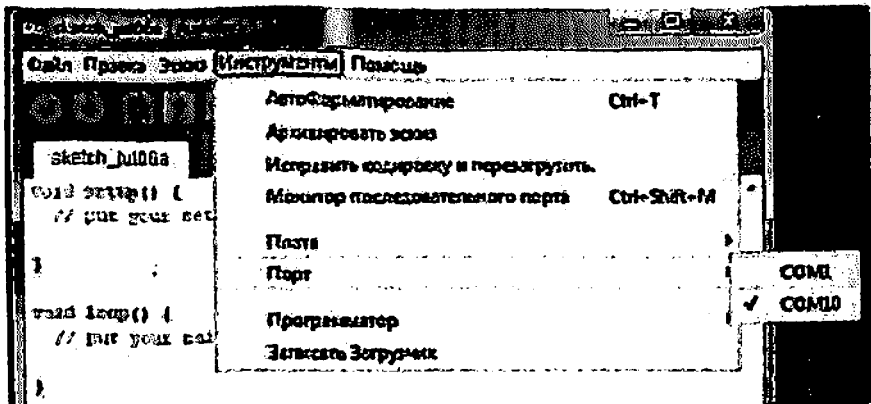
Arduino ning zamonaviy platformalari yuklanishdan oldin avtomatik ravishda qayta yuklanadilar. Eski platformalarda qayta yuklash tugmasini bosish kerak bo'ladi. Ko'pchilik platalarda yuklash jarayonida RX va TX yorug'lik diodlari o'chib-yonib turadi. Sketchni yuklashda Arduino ni (bootloader) yuklovchisi ishlatiladi – platadagi mikrokontrollerga yuklanuvchi katta bo'lmagan dastur. U qo'shimcha apparat vositalardan foydalanmasdan dastur kodini yuklashga imkon beradi. Yuklovchining ishini D13 chiqishidagi yorug'lik diodini o'chib-yonishidan bilib olish mumkin.



## 9.22-rasm.Arduinoplatani tanlash

Ketma-ket portni monitor qilish (SerialMonitor) Arduino platformasiga jo‘natilayotgan axborotlarni aks ettiradi (USB platasini yoki ketma-ket shina platasini).

Endi, biz Arduino va dasturlash muhiti bo‘lgan ArduinoIDE haqida bir oz bilim olganimiz tufayli amaliy ishlarga o‘tish – eksperimentlar o‘tqazishimiz mumkin bo‘ladi.



9.23-rasm.Arduino platasini ulash portini tanlash

### Nazorat uchun savollar

1. Arduino ni loyihalashtirish muhiti nimalardan tashkil topgan?
2. ArduinoIDE qanday muhit?
3. ArduinoIDE qanday o'rnatiladi?
4. ArduinoUNO portlari qanday joylashgan?
5. ArduinoUNO platasining ko'rsatgichlarini bayon qiling.
6. Arduino kontroller to'plamiga qanday komponentlar kiradi?
7. Cosmo WiFi Connect qanday vazifani bajarish uchun mo'ljallangan?
8. Motor Shield qanday vazifani bajarish uchun mo'ljallangan?
9. GSM/GPRS Shield qanday vazifani bajarish uchun mo'ljallangan?
10. MicroSD Shield qanday vazifani bajarish uchun mo'ljallangan?
11. MP3 Shield qanday vazifani bajarish uchun mo'ljallangan?
12. Arduino Due platasining texnik ko'rsatgichlarini bayon qiling.
13. Arduino Leonardo platasining texnik ko'rsatgichlarini bayon qiling.
14. Arduino Mega 2560 platasining texnik ko'rsatgichlarini bayon qiling.

## 10 - BOB. ARDUINO MIKROKONTROLLERI YORDAMIDA AMALIY ISHLARNI BAJARISH

### 10.1. Yorug'lik diodi. Yorug'lik diodini o'chirib yoqish.

#### Mashg'ulotning maqsadi:

Bu mashg'ulotda yorug'lik diodini Arduino mikrokontrolleri yordamida boshqarishga ko'nikma hosil qilish.

#### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxemani yig'ish uchun plata;
- yorug'lik diodi;
- qarshilik 220 Om;
- raz'emli simlar.

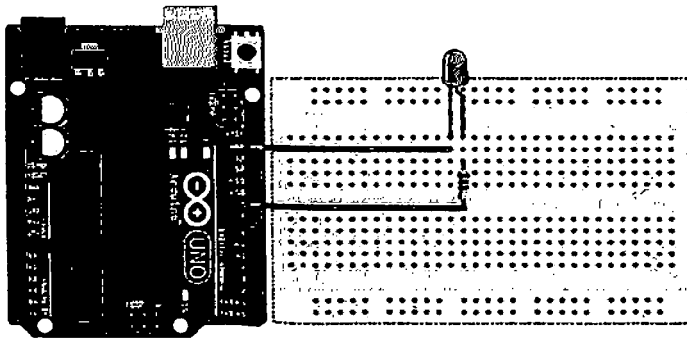
Yorug'lik diodi – bu elektr tokini bevosita yorug'lik nuriga o'zgartiruvchi. Inglizchasiga yorug'lik diodini lightemittingdiode deb ataladi yoki LED. Yorug'lik diodini yorug'lik ko'rsatgichlari unda ishlatilgan yarimo'tkazgichning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Yorug'lik diodi spektorning tor qismda nurlanadi, uning yorug'ligi tiniq. Yorug'lik diodi mexanik jixatdan puxta va nixoyatda ishonchli, uning ishlash muddati 100 ming soatgacha yetishi mumkin, lyuminessent lampaga nisbatan 5-10 marotaba ko'p. Yorug'lik diodi past voltli element bo'lganligi uchun u xavsiz.

Yorug'lik diodlari qutbli, ularni qaysi yo'nalishda ulashning ahamiyati bor. Yorug'lik diodining musbat oyoqchasi (ozroq uzun) anod deb ataladi, manfiy oyoqchasi – katod. Barcha diodlar kabi yorug'lik diodlari ham tokni bir taraftga oqishini ta'minlaydi – anoddan katodga. Tok musbatdan manfiyga qarab oqqani uchun yorug'lik diodining anodiga 5 V signal ulanishi kerak, katodi esa yerga ulanishi kerak.

Biz yorug'lik diodini Arduino ning raqamli D9 oyoqchasiga qarshilik bilan ketma-ket ulaymiz. Yorug'lik diodlari har doim qarshilik bilan birga ketma-ket ulanishi kerak, qarshilik tok bo'yicha cheklovchi sifatida ishlatiladi. Qarshilikning qiymati qancha katta bo'lsa u shuncha katta tokdan chegaralaydi. Bu mashg'ulotda 220 Om qiymatga ega bo'lgan qarshilik ishlatiladi. Ulanish sxemasi 10.1-rasmda keltirilgan.

Cheklovchi qarshilikni qanday tanlash kerakligini va qarshilik qiymati yorug'lik diodining yorqinligiga qanday ta'sir etishini 3 mashg'ulotda ko'riladi.





10.1-rasm. Yorug'lik diodini ulash sxemasi

Yorug'lik diodini qarshilik bilan ketma-ket Arduino ning raqamli D9 oyoqchasiga ulanadi. Sukut saqlash bo'yicha Arduino ning barcha oyoqchalari kirish kabi o'zgartirilgan. Biz Arduino ning oyoqchalarini chiqish kabi ishlatamiz, shuning uchun uni o'zgartirish kerak bo'ladi, buning uchun kontrollerga quyidagi tegishli buyruq beriladi.

```
pinMode(9,OUTPUT);
```

Yorug'lik diodini navbatma-navbat yonib o'chishib turishi uchun Arduino ning oyoqchasiga ma'lum vaqt oralig'i bilan HIGH signalini (mantiqiy 1) va LOW (mantiqiy 0) signalini berib turish kerak. Signalni o'zgarish vaqti Arduino ning D9 oyoqchasi orqali delay() buyrug'i yordamida o'ratiladi, u buyruq sketchni berilgan vaqt oralig'ida ushlanish vaqtini millisekundlarda (ms) amalga oshiradi.

10.1 listingda (tuzilgan dasturni bosmadan chiqarilgan qog'oz varog'i) amaliy ish sketchi keltirilgan.

### 10.1 listing

```
const int LED=9; // 9 (D9) yorug'lik diodini ulash uchun oyoqcha
nomeri
void setup ()
{
  // Yorug'lik diodi ulanadigan oyoqchani chiqish (OUTPUT) deb
o'zgartiramiz
  pinMode(LED, OUTPUT);
}
void loop()
{
  // oyoqchaga (HIGH) mantiqiy 1 berib yorug'lik diodini yoqamiz
```

```
digitalWrite(LED,HIGH);
//sukut1 sek (1000 ms)
delay(1000);
// oyoqchaga (LOW) mantiqiy 0 beribyorug'lik diodini o'chiramiz
digitalWrite(LED,LOW);
// sukut 1 sek (1000 ms)
delay(1000);
}
```

### **Mashg'ulotning bajarilish tartibi:**

1. Yorug'lik diodini uzun oyoqchasini (anod) D9 Arduino ning raqamli chiqishiga ulanadi, boshqa oyoqchasini esa (katod) – 220 Om qarshilik orqali GND oyoqchasiga ulanadi (10.1-rasmga qaralsin).

2. 10.1 listingdagi sketchni Arduino ning platasiga yuklanadi.

3. Yorug'lik diodini o'chib yonish jarayonini kuzatiladi.

Endi yorug'lik diodini o'chib yonish davrini o'zgartirish bo'yicha tajriba o'tkazishimiz mumkin, uni sketchda ushlanish vaqtini qiymatini delay() funksiyasida o'zgartirish orqali.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Yorug'lik diodini o'chib yonish vaqti qanday boshqiriladi?

**10.2 Tugma (Knopka). Yorug'lik diodini yoqilishi misolida tugmaning bosilishiga ishlov berish. Titrashga qarshi kurashish**

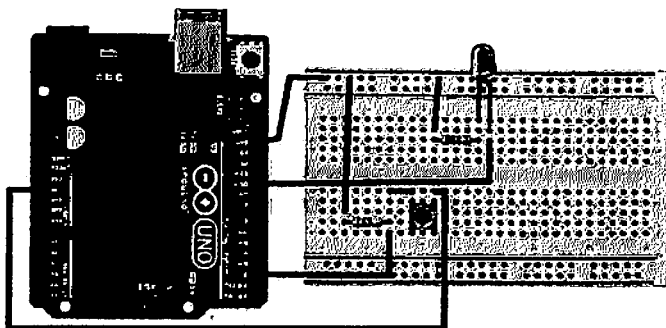
### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Tugmani bosilishi bo'yicha yorug'lik diodini yoqilishi va tugmani qo'yib yuborish bo'yicha yorug'lik diodini o'chishini ArduinoUNO kontrolleri orqali amalga oshirish ko'nikmasiga ega bo'lish kerak.

### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxemani yig'ish uchun plata;
- o'chirib yoqish tugmasi;
- yorug'lik diodi;
- 220 Om qiymatli qarshilik;
- 10 kOmqiymatli qarshilik;
- raz'emli simlar.

Ushbu amaliy ishda Arduino ning D2 ulanish nuqtasini kirish sifatida foydalanamiz. Bu esa unga tugmani ulab loyiha bilan real vaqt ish tartibida muloqatini ta'minlash imkoniyatini yaratadi. Arduino ni ishlatilganda kirish sifatida pull-up- va pull- down-qarshiliklar ishlatiladi, sababi Arduino «osilib qolish» holatiga tushib qolmasligi uchun (xohishiy holatga ega bo'lib qolish), oldindan ma'lum bo'lgan holatga (0 yoki 1) ega bo'lishi uchun. pull-up qarshiligi kirishni +5 V manbaga tortadi, pull-down-qarshiligi kirishni GND ga tortadi. Undan tashqari pull-up- va pull-down-qarshiliklari tugma bosilganda +5V va yer o'rtasida qisqa to'qnashuv bo'lmasligini kafolatlaydi. Amaliy ishda tugmani ulash uchun pull-up- va pull-down-qarshiliklari ishlatiladi. Qarshiliklarni ulanish sxemasi 10.2-rasmda berilgan. Tugma o'chiq bo'lgan holda D2 kirish «yerga» 10 kOm qiymatli qarshilik orqali tortilgan holatda bo'ladi, bu holatda tok oqimi cheklangan bo'ladi va kirish nuqtasida LOW kuchlanish qiymati o'rnatilgan bo'ladi. Tugmani bosilgan holatda kirish ulanish nuqtasi to'g'ri 5V ga ulangan bo'ladi. Tokning katta qismi eng kam qarshilikka ega bo'lgan yo'l yopiq tugma orqali oqib o'tadi va kirishda HIGH qiymat hosil qilinadi. Tugma bosilganda yorug'lik diodini yoqiladi, tugmani qo'yib yuborilganda esa yorug'lik diodi o'chadi.



10.2-rasm. Tugma va yorug'lik diodini ulanish sxemasi

### Listing 10.2

```
const int LED=10; // Ulanishnuqta 10 yorug'lik diodini ulash
uchun
const int BUTTON=2; // Ulanishnuqta 2 tugmani ulash uchun
void setup()
{
// Yorug'lik diodining ulanish nuqtasini chiqish kabi o'zgartirish
pinMode (LED, OUTPUT);
// Tugmaning ulanish nuqtasini kirish kabi o'zgartirish
pinMode (BUTTON, INPUT);
}
void loop()
{
if (digitalRead(BUTTON) == LOW)
{
// yorug'lik diodini yoqish, oyoqchaga mantiqiy 1 berib (HIGH)
digitalWrite(LED, LOW);
}
else
{
// yorug'lik diodini o'chirish, oyoqchaga mantiqiy 0 berib (LOW)
digitalWrite(LED, HIGH);
}
}
```

#### Mashg'ulotning bajarilish tartibi:

1. Yorug'lik diodini uzun oyoqchasini (anod) D10 Arduino ning raqamli chiqishiga ulanadi, boshqa oyoqchasini esa (katod) – 220 Om qarshilik orqali GND oyoqchasiga ulanadi (10.2-rasmga qaralsin).

2. Tugmaning bir oyoqchasini +5V ga ulanadi, boshqasini 10 kOm qarshilik orqali GND ga ulanadi, tugmaning chiqishini Arduino ning D2 kirishiga ulanadi (10.2-rasmga qaralsin).

3. 10.2 listingdagi sketchni Arduino ning platasiga yuklanadi.

4. Tugmani bosilganda yorug'lik diodi yonishi kerak, tugmani qo'yib yuborilganda esa o'chishi kerak.

Masalani murakkablashtiramiz – tugmani har bir bosilishida yorug'lik diodining holatini o'zgartiramiz (yoqilgan/o'chirilgan). 10.3 listingdagi sketchni Arduino ning platasiga yuklanadi.

### Listing 10.3

```

const int LED=10; // Ulanish nuqta 10 yorug'lik diodini ulash
uchun
const int Button=2; // Ulanish nuqta 2 tugmani ulash uchun
int tekButton = LOW; // Tugmani hozirdagi holatini saqlash uchun
o'zgaruvchi
int prevButton = LOW; // Tugmani oldingi holatini saqlash uchun
o'zgaruvchi
// tugmalar
boolean ledOn = false; // yorug'lik diodini hozirdagi holati
(yoqilgan/o'chirilgan)
void setup()
{
// Yorug'lik diodining ulanish nuqtasini chiqish kabi o'zgartirilsin
pinMode (LED, OUTPUT);
// Tugmaning ulanish nuqtasini kirish kabi o'zgartirilsin
pinMode (Button, INPUT);
}
void loop()
{
tekButton=digitalRead(Button);
if (tekButton == HIGH && prevButton == LOW)
{
// tugmani bosilishi - yorug'lik diodining holatini o'zgartirish
ledOn=!ledOn;
digitalWrite(LED, ledOn);
}
prevButton=tekButton;
}

```

Tugma bosilganda yorug'lik diodi o'zining holatini o'zgartiradi. Lekin bu har doim bo'lavermaydi. Buning sababi tugmada hosil bo'luvchi titirashlardir.

Tugma konstruktiv jixatdan mexanik qurilma bo'lib, u prujinasimon ulanish nuqtali tizimni tashkil etadi. Tugmani pastga bosilganada signal nafaqat past qiymatdan yuqori qiymatgacha o'zgaradi, unda ulanish nuqtalari bir-biri bilan zich holatga kelib to'liq ulanish hosil bo'lguncha bir necha milli sekund davomida bir holatdan boshqasiga bir necha marotaba o'tadi, so'ng HIGH signal qiymati o'rnatiladi. Mikrokontroller bu holatlarni barchasini qayd qilib oladi, chunki titirashda hosil bo'ladigan signal bosishda hosil bo'ladigan

signaldan farq qilmaydi. Titrashning ta'sirini dastur orqali bartaraf etish mumkin. Uning algoritmi quyidagicha:

1. Tugmaning oldingi holatini va hozirgi holati saqlanadi (LOW initsializatsiyalashda).

2. Tugmaning hozirdagi holatini o'qiladi.

3. Agarda tugmaning hozirdagi holati oldindagi holatidan farq qilsa, 5 ms kutiladi, chunki tugma holatini o'zgartirgan bo'lishi mumkin.

4. 5 ms dan so'ng tugma holatini o'qiladi va uni hozirdagi holati sifatida ishlatiladi.

5. Agarda tugmaning oldingi holati LOW bo'lgan bo'lsa, hozirdagi holati HIGH bo'lsa, u holda yorug'lik diodining holatini o'zgartiriladi.

6. Tugmaning oldingi holatini hozirgi holati uchun o'rnatiladi.

7. 2 qadamga qaytish.

Sketchga titrashni bartaraf etish dasturostisini qo'shiladi.

10.4 listingda ko'rsatilgan kod olinadi.

#### 10.4 listing

```
const int LED=10; // 10 ulanish nuqta yorug'lik diodini ulash uchun
```

```
const int BUTTON=2; // 2 ulanish nuqta tugmani ulash uchun
```

```
int tekButton = LOW; // Tugmani hozirgi holatini saqlash uchun o'zgatuvchi
```

```
int prevButton = LOW; // Tugmani oldingi holatini saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
// tugmalar
```

```
boolean ledOn = false; // Yorug'lik diodining hozirgi holati (yoqiq/o'chiq)
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
// Yorug'lik diodining ulanish nuqtasini chiqish kabi o'zgartirish
```

```
pinMode (LED, OUTPUT);
```

```
// Tugmaning ulanish nuqtasini kirish kabi o'zgartirish
```

```
pinMode (BUTTON, INPUT);
```

```
}
```

```
// Titrashni yo'q qilish funksiyasi. Tugmaning oldingi holatini
```

```
// argument sifatida qabul qiladi va xaqiqiyini beradi,
```

```
boolean debounce(boolean last)
```

```
{
```

```

boolean current = digitalRead(BUTTON); // Tugma holatini
o‘qish,
if (last != current) // agarda o‘zgarsa...
{
  delay(5); // 5 ms kutish
  current = digitalRead(BUTTON); // Tugma holatini o‘qish
  return current; // Tugma holatini o‘qish qaytarish
}
}
void loop()
{
  tekButton = debounce(prevButton);
  if (prevButton == LOW && tekButton == HIGH) // agarda
bosish...
  {
    ledOn = !ledOn; // yorug‘lik diodining holatini teskariga
o‘zgartirish
  }
  prevButton = tekButton;
  digitalWrite(LED, ledOn); // yorug‘lik diod holat statusini
o‘zgartirish
}

```

Arduino platasiga sketchni yuklanadi va ishlashini tekshiriladi. Endi hammasi to‘g‘ri ishlaydi, tugmani har bir bosilishi yorug‘lik diodining holatini o‘zgarishiga olib keladi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg‘ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro‘yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg‘ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg‘ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Titrashga qarshi qanday chora ko‘riladi?

### 10.3. O'zgaruvchi qarshilik. Yorug'lik diodining yorqin yonishi orqali Om qonunini namoyish etish

#### Mashg'ulotning maqsadi:

Bu tajriba ishida biz o'zgaruvchi qarshilik bilan tanishamiz va yorug'lik diodining yorug'ligini boshqarishni hamda o'zgaruvchi qarshilikning qarshiligini o'zgartirishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

#### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- o'zgaruvchi qarshilik 2kOm;
- yorug'lik diodi;
- qarshilik 220Om;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

1 tajribada raqamli chiqishga yorug'lik diodini ulash uchun 220 Om qiymatga ega bo'lgan cheklovchi qarshilik ulangan edi. Bu ishda cheklovchi qarshilikni tanlashni va u qarshilikning qiymati yorug'lik diodining yorug'ligiga ta'sir ko'rsatishini kuzatiladi.

Har qanday elektrik-muxandis uchun eng asosiysi Om qonunining tenglamasidir. Om qonuni zanjirdagi kuchlanish, tok va qarshiliklar nisbatini aniqlaydi.

Om qonuni quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$V = I \cdot R$$

Bu yerda V- kuchlanish voltda; I – tok amperda; R – qarshilik Omda.

Sxemadagi har bir element qandaydir qarshilikka ega, u esa kuchlanishni kamaytiradi. Yorug'lik diodlarida ma'lum darajada kuchlanishni tushishi aniq va u tokning ma'lum qiymatida ishlaydi. Yorug'lik diodidan qancha katta tok o'tsa yorug'lik diodi shuncha yorug'roq (oxirgi chegara qiymatigacha) yonadi. Ko'p tarqalgan yorug'lik diodlari uchun tokning maksimal qiymati 20 mA tashkil etadi.

Yorug'lik diodi uchun odatdagi kuchlanish tushishining qiymati – 2 V atrofida. Manba kuchlanishi 5 V yorug'lik diodi va qarshilikda tushishi kerak, yorug'lik diodi uchun 2 V bo'lgani uchun qolgan 3 V qarshilikda tushishi kerak. Yorug'lik diodidan o'tuvchi maksimal to'g'ri tokni (20 mA) bilganligimiz uchun qarshilik qiymatni topa olamiz.

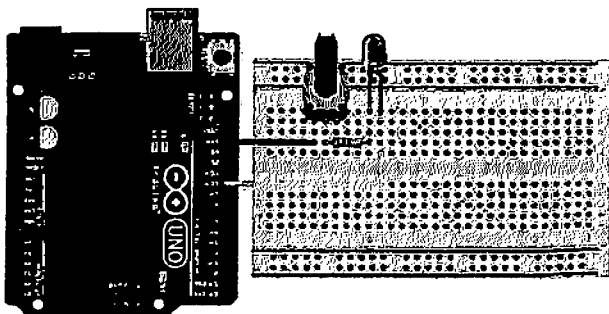
$$R = V/I = 3/0,02 = 150 \text{ Om.}$$



Shunday qilib 150 Om qiymatli qarshilikdan va yorug'lik diodidan qiymati 20 mA tok oqib o'tadi. Qarshilikning qiymati oshib borishi bilan tak kamayib bradi. 220 Om qarshilik 150 Om ga nisbatan ozroq bo'lsa ham kamroq, lekin yorug'lik diodini yetarli darajada yorug'roq yonishiga imkon beradi va qarshiliklarning bunday qiymatliklari ko'p tarqalgan. Agarda qarshilik qiymati oshirib borilsa, u holda yorug'lik diodidan o'tuvchi tokning qiymati kamayib boradi va mos ravishda yorug'lik diodining yorqinligi (yorug'lik darajasi) ham kamayadi.

Yorug'lik diodining yorqinligini o'zgartirish uchun o'zgaruvchi qarshilikdan foydalaniladi. O'zgaruvchi qarshilik eletr kuchlanishini o'zgaruvchan bo'luvchisi hisoblanadi. Odatda, bu kontaktlari chiqarilgan harakatlanuvchi moslamali qarshilikdir. Ular turli o'lchamli va turli shaklga ega bo'lsa ham ularning hammasi uch oyoqchali konstruksiyaga egadir. O'zgaruvchi qiymatli qarshilikning ikki chetdagi oyoqchalari o'rtasidagi qarshilik aniqlanadi, o'rtadagi buruvchi oyoqcha bilan chetdagi oyoqchalar o'rtasidagi qarshilik 0 dan qarshilikning maqsimal qiymatigachan yoki aksiga maksimal qiymatidan 0 gacha o'zgartiriladi.

Tajribada o'zgaruvchi qarshilikni 220 Om li qarshilikka ketma – ket ulanadi, sababi yorug'lik diodi uchun cheklovchi qarshilik qiymatni nolgacha kamaytirib yorug'lik diodini kuydirib qo'ymaslik uchun. Ulash sxemasi 10.3-rasmda keltirilgan.



10.3-rasm. Yorug'lik diodi va o'zgaruvchi qarshilikni ulash sxemasi

Tajriba sketchi 3.1. listingda (tuzilgan dasturni bosmadan chiqarilgan varaq) keltirilgan. U juda ham oddiy –Arduino ning D10 raqamli chiqishiga ulangan yorug'lik diodini faqat ishga tushirish uchun yoqish kerak.

### Listing 10.5

```

const int LED=10; // 10 (D10) yorug'lik diodini ulash uchun
oyoqcha
void setup()
{
// Yorug'lik diodining ulanadigan oyoqchasini chiqish kabi
o'zgartiramiz (OUTPUT)
pinMode(10, OUTPUT);
//yorug'lik diodini yoqamiz, oyoqchasiga mantiqiy 1 berib (HIGH)
digitalWrite(LED,HIGH);
}
void loop()
{;}

```

### **Mashg'ulotning bajarilish tartibi:**

1. Yorug'lik diodining uzun oyoqchasiga (anod) Arduino ning D10 raqamli chiqishiga ulanadi, boshqa oyoqchasini esa (katod) – 220 Om li qarshilikning oyoqchalaridan biriga ulanadi (10.3-rasmga qaralsin).

2. 220 Om li qarshilikning bo'sh oyoqchasiga o'zgaruvchan qarshilikning o'rtadagi oyoqchasi ulanadi, o'zgaruvchan qarshilikning ikkinchi oyoqchasini (xohishiy ikkita chetdagi oyoqchalaridan biriga) GND ga ulanadi (10.3-rasmga qaralsin).

3. 10.5. listingdagi sketchni Arduino ning platasiga yuklanadi.

4. O'zgaruvchan qarshilikning burash moslamasini buraladi va yorug'lik diodini yorqin yonishini kuzatiladi, to'liq o'chiq holatdan deyarli to'liq yorqinlik holatgacha.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. O'zgaruvchi qarshilikning vazifasi, turlari va ishlatilishi?

#### **10.4. 10 qismdan idorat bo'lgan yorug'lik diodili shkala. Potensiometrni harakatlantirish orqali yonayotgan yorug'lik diodlarining sonini o'zgartirish.**

##### **Mashg'ulotning maqsadi:**

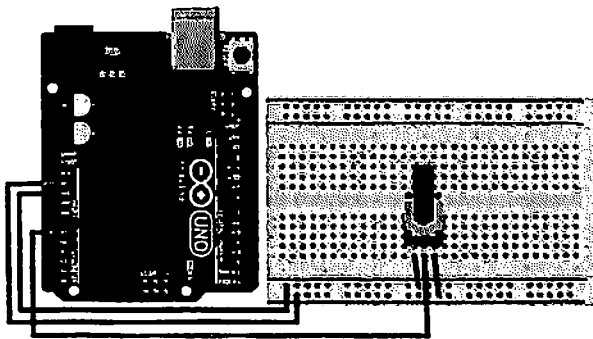
Bu amaliy ishda Arduino ning analog kirishlarini ishlashini ko'rib chiqiladi, analog datchik sifatida o'zgaruvchi qarshilikni va yorug'lik diodida hosil qilingan shkala yordamida analog datchikning ko'rsatgichlarini o'zgartirishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

##### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- o'zgaruvchi qarshilik 2 kOm;
- 10 segmentli yorug'lik diodli shkala;
- qarshilik 220 Om - 10 dona;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Oldingi amaliy ishlarda biz Arduino ning raqamli chiqishlarini ishini ko'rib o'tgan edik, ular faqat ikkita bo'lishi mumkin bo'lgan holatga ega: yoqiq yoki o'chiq, HIGHyokiLOW, 1 yoki 0. Ammo atrofimizni o'rab turgan dunyo haqida axborot olish uchun analog (uzuluksiz) axborotlar bilan ishlashga to'g'ri keladi, u turdagi axborotlar berilgan oraliqda cheksiz bo'lishi mumkin bo'lgansonlar qiymatiga ega bo'ladi. Analog axborotlarni olish uchun Arduino da analog kirishlari mavjud, ular analog axborotni raqamli axborotga o'zgartirish uchun 10-razryadli analog-raqam o'zgartirish qurilmalari (ARO') bilan jihozlanganlar. 10-razryadli ARO' bildiradiki, ARO' qurilma analog signalni  $2^{10}$  turli qiymatlarga bo'ladi. Demak, Arduino signalni  $2^{10} = 1024$  ta turli qiymatga bo'ladi, 0 dan 1023 gacha. Tayanch kuchlanish maksimal kuchlanishni aniqlab beradi, uning qiymati ARO' ni 1023 mos keladi. Tayanch kuchlanishni o'zgartirish mumkin bo'lishiga qaramay biz 5 V li tayanch kuchlanishni ishlatamiz.

O'zgaruvchan qarshilikni analog datchigi sifatida qanday ishlatishni ko'rib chiqamiz. 10.4-rasm o'zgaruvchan qarshilikni Arduino ga qanday qilib to'g'ri ulanish kerakligini ko'rsatadi. Chetdagi oyoqchalardan birini yerga ulanadi, boshqa chetdagi oyoqchasini esa +5 V ga ulanadi. O'zgaruvchan qarshilikning o'rtadagi oyoqchasini Arduino platasining AO analog kirishiga ulanadi. Analog portdan axborotlarni o'qish uchun Arduino da analogRead() funksiyasi mavjud.



10.4-rasm.O'zgaruvchan qarshilikni (potensiometr) analog datchik sifatida ulash sxemasi.

Analog port qiymatni o'qish uchun va ularni Arduino ning monitorni ketma-ket portiga chiqarish uchun 10.6 listingdagi sketchni Arduino ning platasiga yuklanadi.

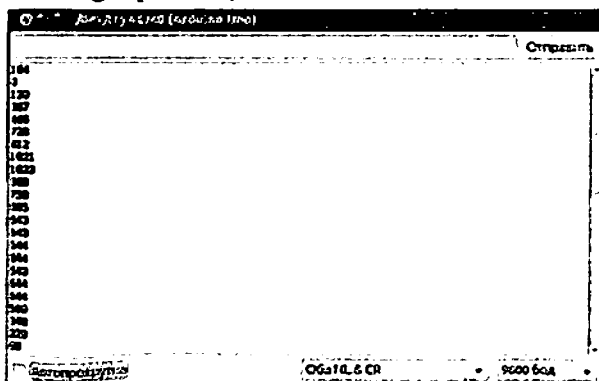
**10.6 listing**

```
const int POT=0; // O'zgaruvchi qarshilikni ulash uchun AO
analog kirish
int valpot =0; // o'zgaruvchi qarshilik qiymatni saqlash uchun
o'zgaruvchi
void setup()
{
Serial.begin (9600);
}
void loop()
{
valpot = analogRead(POT); // potensiometrdan axborotlarni o'qish
Serial.println(valpot); // ketma-ket portga qiymatlarni chiqarish
delay(500); // 0.5 sek ushlanish
}
```

**Mashg'ulotning bajarilish tartibi:**

1. 10.4-rasmdagi sxema bo'yicha o'zgaruvchi qarshilikni ulanadi.
2. 10.6 listingdagi sketchni Arduino platasiga yuklanadi.
3. ArduinoIDE da ketma-ket port monitorini ishga tushiriladi.

4. O'zgaruvchi qarshilikning burash moslamasini buraladi va ketma-ket port monitorida o'zgaruvchi qarshilikni analog chiqishini kuzatamiz (10.5-rasmga qaralsin).



10.5-rasm. O'zgaruvchi qarshilikning analog qiymatlarini ketma-ket port monitoriga chiqarish

Endi 10 razryadli chiziqli yorug'lik diodili shkala yordamida potensiometrning analog axborotlarini aks ettiramiz. Shkala 10 ta biriga bog'liq bo'lmagan yorug'lik diodlaridan iborat bo'lgan yig'mani tashkil etadi. Shkalani Arduino ga ulash uchun 10 ta D3-D12 raqamli chiqishlarni ishlatiladi. Ulanish sxemasi 4.3-rasmda keltirilgan. Shkalaning har bir yorug'lik diodi anod oyoqchasi bilan Arduino ning raqamli chiqishlari bilan ulangan, katodi esa 220 Om qiymatli chegaralovchi qarshilik orqali ketma-ket yerga ulangan.

Potensiometrning analog axborotlari (0-1023) tar() funksiyasi yordamida shkalani (0-10) axborotiga masshtablanadi va tegishli sondagi yorug'lik diodlari yoqiladi. 4.2 listingda sketch keltirilgan.

#### Listing 10.7

```
const int POT=0; // O'zgaruvchi qarshilikni ulash uchun AO
analogli kirish
int valpot =0; // o'zgaruvchi qarshilik qiymatni saqlash uchun
o'zgaruvchi
// yorug'lik diodili shkalani ulashga ulanish nuqtalar ro'yxati
const int pinsled[10]={3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};
const int pinsled[10]={3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};
int countleds =0; // shkala qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
void setup()
{
```

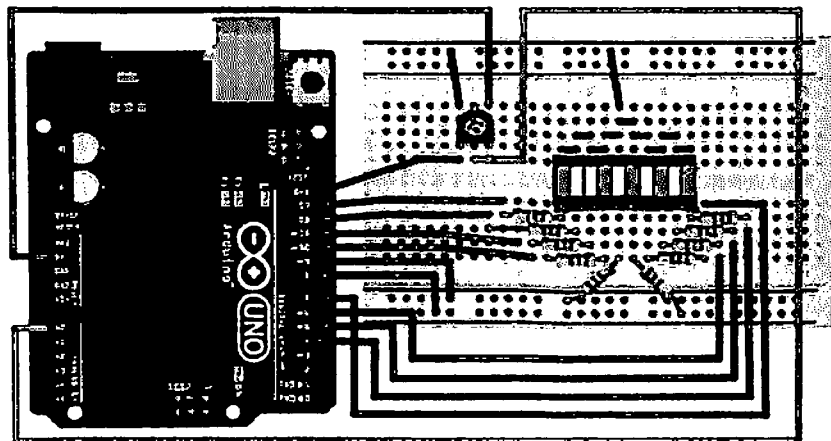
```

for(int i=0;i<10;i++)
{
// shkala ulanadigan ulanish nuqtasini chiqish kabi o'zgartiramiz
pinMode (pinsled [i], OUTPUT) ;
digitalWrite(pinsled[i],LOW);
}
}
void loop()
{
valpot = analogRead(POT); // potensiometrdaqi axborotni o'qish
// 0-10 oraliqqa qiymatlarni masshtablanadi
countleds=map(valpot,0,1023,0,10);
// countledga teng shkaladagi yo'lchalar sonini yoqamiz
for(int i=0;i<10;i++)
{
if(i<countleds) // yorug'lik diodili shkalani yoqish
digitalWrite(pinsled[i],HIGH);
digitalWrite(pinsled[i],HIGH);
else // yorug'lik diodili shkalani o'chirish
digitalWrite(pinsled[i],LOW);
}
}
}

```

#### **Mashg'ulotning bajarilish tartibi:**

1. 10.6-rasmdagi sxema bo'yicha o'zgaruvchan qarshilikni ulash.
2. Yorug'lik diodili shkala chiqishlarini anodlar ulanish nuqtasiga 220 Om qiymatga ega bo'lgan cheklovchi qarshilik orqali Arduino ning D3-D12 chiqishlariga ulanadi, katodning ulanish nuqtasi yerga ulanadi (10.6-rasmga qaralsin).
3. 10.7 listingdagi sketchni Arduino platasiga yuklanadi.
4. O'zgaruvchi qarshilikning burash moslamasini buraladi va yorug'lik diodili shkaladan o'zgaruvchi qarshilik qiymatini kuzatamiz.



10.6-rasm. Chiziqli yorug'lik diodli shkalani ulanish sxemasi.

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

**Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Potensiometrni harakatlantirish orqali yonayotgan yorug'lik diodlarining sonini qanday qilib o'zgartiriladi?

**10.5. RGB-yorug'lik diodi. Impuls kengligining modulyatsiyasi Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu amaliy ishda impuls kengligining modulyatsiyasi ko'rib chiqiladi, u Arduino ga analog axborotlarni raqamli chiqishlariga chiqarish imkoniyatini yaratadi va bu bilim orqali RGB-yorug'lik diodlarini xohishiy ranglarda yonishini ta'minlash ko'nikmasiga ega bo'lish kerak.

**Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;

- sxema yig'ish uchun plata;
- RGB-yorug'lik diodi;
- qarshilik 220 Om - 3 dona;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Arduino raqamli chiqishlariga hojlagan kuchlanishni bera olmaydi, yoki +5 V (HIGH), yoki 0 V (LOW) bera oladi. Ammo kuchlanish qiymati bilan ko'p narsa boshqariladi: masalan, yorug'lik diodining yorqinligi yoki motorning aylanish tezligi. To'liq bo'lmagan kuchlanishni hosil qilish uchun IKM (impuls kengligining modulyatsiyasi yoki PWM) ishlatiladi.

IKM – bu o'zgaruvchi analog qiymatni raqamli signallar orqali olinish operatsiyasi. Chiqishda raqamli signal doimiy maksimal va minimal qiymatlar o'rtasida bir holatdan ikkinchisiga o'zgarib turadi. Holatlarning o'zgarishi bir necha ming gers chastotaga egadir. Ko'z 50 Gs dan yuqori o'chib yonib turishni sezmaydi, shuning uchun bizga yoriqlik diodi o'chib yonmayotgandek tuyuladi, balkim to'liq yoriqlik bilan yonmayotgandek bo'ladi. Turli analog kattaliklarni olish uchun impulsning kengligi o'zgartiriladi (10.7-rasmga qaralsin).

AnalogWrite() vazifasi Arduino ning raqamli chiqishiga IKM-signalini hosil qilib berish. analogWrite() chaqirilgandan so'ng Arduino ning raqamli chiqishida berilgan kenglikdagi doimiy to'g'ri burchakli impuls to'liqini hosil bo'ladi toki analogWrite() ni keyingi chaqirilgunga qadar, IKM – signalini beriladigan chastotasi 490 Gs ga teng.

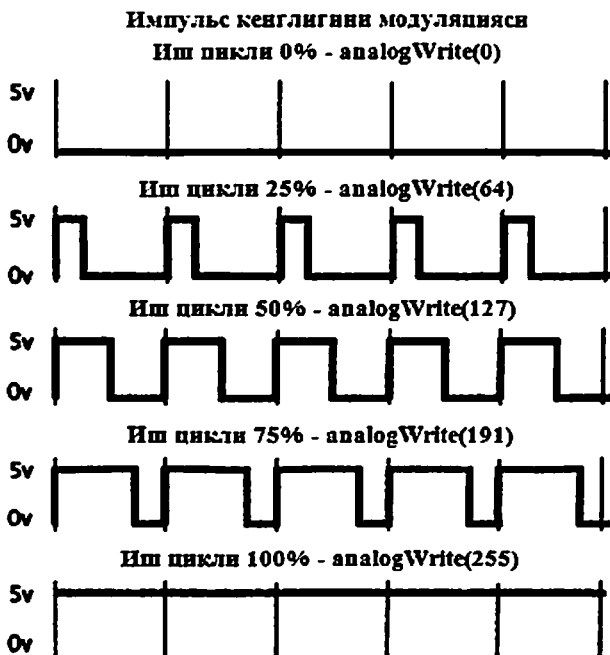
ArduinoNano va UNO platalarida IKM ni quvvatlovchi oyoqchalari 3, 5, 6, 9, 10 va 11, Mega platada esa – 2-13 oyoqchalar quvvatlaydi. Ushbu chiqishlar tilda ~ belgisi bilan belgilangan.

Ushbu mashqda biz RGB-yorug'lik diodidan foydalanamiz. RGB-(Qizil, Yashil, Havo rang) so'zlarni bosh harifidan olingan qisqartma, bu ranglar yordamida ularni surish orqali xohishiy ranglarni olish mumkin.

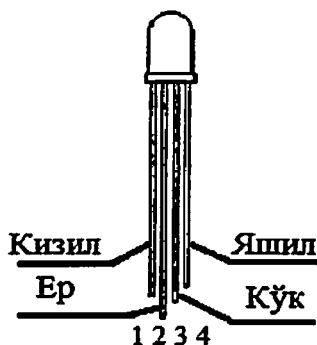
RGB-yorug'lik diodi oddiy diodlardan farqi u uchta uncha katta bo'lmagan kristaldan iborat, ular harqanday rangni sintezlashi mumkin. RGB-yorug'lik diodining 4 ta oyoqchasi bo'ladi (10.8-rasmga qaralsin).

RGB-yorug'lik diodini Arduino platasiga ulanadi va uni kamalak ranlarida yonishiga erishiladi. 10.9-rasmda RGB-yorug'lik diodini Arduino platasiga ulanishi ko'rsatilgan.

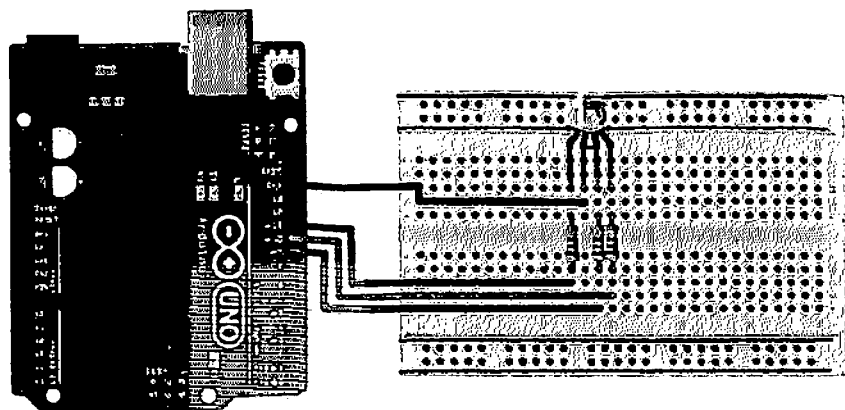




10.7-rasm. IKM signalining qiymatlarini impuls kengligiga bog'liqligi



10.8-rasm.RGB- yorug'lik diodining oyoqchalari



10.9-rasm. RGB- yorug'lik diodini ulanish sxemasi

Endi sketchni yozishga kirishish mumkin. Aslida kamalakda tovlanuvchi ranglar juda ko'p, asosiy 7 ta rangning olinishini sababi faqat bu ranglar inson ko'zi bilan aniq qabul qilinadi va aniqlana oladi va biz ularni aytib bera olamiz. Kamalakning 7 ta asosiy ranglari R, G va V komponentlarga ajratib ko'rsatilgan ro'yxati 10.1 jadvalda keltirilgan.

10.1 jadval

Rang	R	G	B
Qizil	255	0	0
Olov rang	255	125	0
Sariq	255	255	0
Yashil	0	255	0
Havo rang	0	255	255
Ko'k	0	0	255
Siyox rang	255	0	255

Yorug'lik diodimiz 7 ta asosiy ranglarning hammasidan o'tib qizil rangdan siyox ranggacha tovlanishi kerak. Kamalakning xohishiy oraliqdagi ranglarni hisoblash algoritmi quyidagicha:

1. Hisoblashning boshlong'ich nuqtasi qilib qizil rangni qabul qilamiz (255, 0, 0).

2. G ko'k tarkibli qiymatni sekin asta oshirib boriladi, toki olov rang qiymatiga yetmaguncha (255, 125, 0), so'ng sariq ranggacha (255, 255, 0).

3. R qizil tarkibli qiymatni sekin asta yashil rang qiymatigachan (0, 255, 0) kamaytiriladi.

4. V ko'k tarkibli qiymatni sekin asta havo rang qiymatigacha (0, 255, 255) kamaytiriladi.

5.G yashil tarkibli qiymatni sekin asta ko'krang qiymatigacha (0, 0, 255) kamaytiriladi.

6.R qizil tarkibli qiymatni sekin asta siyox rang qiymatgachan (255, 0, 255) oshiriladi.

7. Bir oz sukut saqlab va 1 qadamga o'tiladi. Sketch tarkibi 5.1 listingda berilgan.

### 10.8 listing

```
const int RED=11; // RGB- yorug'lik diodining qizil oyoqchasining chiqishi
```

```
const int GREEN=10; // RGB- yorug'lik diodining yashil oyoqchasining chiqishi
```

```
const int BLUE=9; // RGB- yorug'lik diodining ko'k oyoqchasining chiqishi
```

```
int red; // R-tarkibli rangni saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int green; // G-tarkibli rangni saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int blue; // V-tarkibli rangni saqlash uchun o'zgaruvchi voidsetup()
```

```
void setup()
```

```
{;
```

```
void loop ()
```

```
{
```

```
// qizildan sariqqa
```

```
red=255;green=0;blue=0;
```

```
for(green=0;green<=255;green++)
```

```
setRGB(red,green,blue); // sariqdan yashilga
```

```
for(red=255;red>=0;red--)
```

```
setRGB(red,green,blue); // yashildan ko'kga
```

```
for(blue=0;blue<=255;blue++)
```

```
setRGB(red,green,blue); // havo rangdan ko'kga
```

```
for (green=255; green>=0; green--)
```

```
setRGB(red,green,blue); // ko'kdan siyox ranggacha
```

```
for(red=0;red<=255;red++)
```

```
setRGB(red,green,blue);
```

```
delay(2000);
```

```
}
```

```
// RGB– yorug‘lik diod rangini o‘rnatish funksichsi
void setRGB(int r,int g,int b)
{
analogWrite(RED,r);
analogWrite(GREEN, g);
analogWrite(BLUE,b);
delay(10);
}
```

#### **Ulanish tartibi:**

1. Alohida tashkil etuvchilarni emas R, G, V uchta komponentning surilishini ko‘rish uchun yorug‘lik diodining yuzasini sag‘al g‘adir-budur qilish kerak (egov bilan) yoki xira plastina bilan qoplash kerak.

2. RGB-yorug‘lik diodini 10.9-rasmda ko‘rsatilgan sxemaga amal qilib ulanadi.

3. Arduino platasiga 10.8 listingda keltirilgan sketchni yuklanadi.

4. Kamalak ranglarida yonayotgan yorug‘lik diodini yonishini kuzatiladi.

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg‘ulotning maqsadi.

3. Kerakli komponentlar ro‘yxati.

4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.

6. Mashg‘ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg‘ulotning maqsadi nimadan iborat?

2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?

3. Sxema qanday tartibda yigildi?

4. Arduino ga analog axborotlarni raqamli chiqishlariga qanday chiqariladi?

### **10.6. Bir razryadli yetti segmentli yorug‘lik diodili indikator**

#### **Mashg‘ulotning maqsadi:**

Bu mashg‘ulotda bir razryadli yetti segmentli yorug‘lik diodili indikatorning ishlashini ko‘rib chiqiladi, u Arduino da olingan

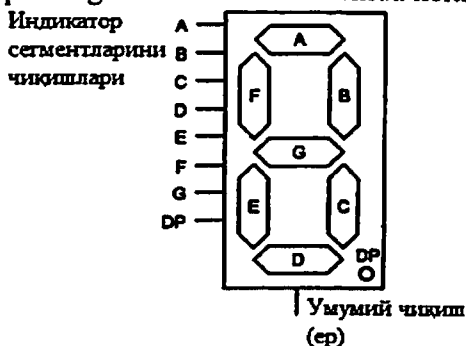
natijalarni raqam ko‘rinishida ko‘risatishni ta‘minlash imkonini yaratish haqida tasavvurga ega bo‘lishi kerak.

### Sxemani yeg‘ish uchun kerakli komponentlar:

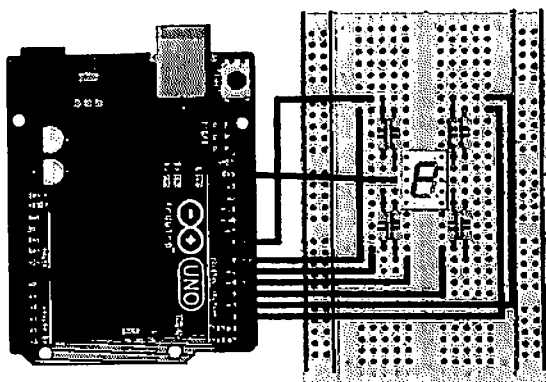
- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig‘ish uchun plata;
- bir razryadli yetti segmentli indikator;
- qarshilik 510 Om - 7 dona;
- ikki uchida razyomlari bo‘lgan simlar.

Yorug‘lik diodli yetti segmentli indikator guruh yorug‘lik diodlaridan iborat bo‘lib, ma‘lum tartibda joylashgan va konstruktiv jixatdan bilashtirilgan. Yorug‘lik diodining ulanish nuqtalari a dan g hariflarigachan rusumlangan (va qo‘shimcha dp harflari bilan belgilangan, ular o‘nlik nuqtalarni aks ettirish uchun) va bitta umumiy chiqish, u indikator ulanish turini aniqlaydi (OA umumiy anodli ulanish yoki OK umumiy katodli ulanish). Bir necha yorug‘lik diodlarni bir vaqtda yoqib indikatora raqamlarni hosil qilish mumkin. Bir razryadli yetti segmentli indikator sxemasi 10.10-rasmda berilgan.

Bir razryadli yetti segmentli yorug‘lik diodidagi indikatorni Arduino ga ulash uchun 7 ta raqamli oyoqchalarni ishlatiladi, indikatorning a – g ulanish nuqtalarining har biri 470 Om qiymatli cheklovchi qarshilik orqali Arduino ning oyoqchalariga ulanadi. Amaliy ishda yetti segmentli indikatorni OK umumiy katodli ulanishi ishlatiladi, umumiy sim yerga ulanadi. Bir razryadli yetti segmentli indikatorni Arduino platasiga ulanishi 10.11-rasmda keltirilgan.



10.10-rasm. Bir razryadli yetti segmentli indikator sxemasi



10.11-rasm. Yetti segmentli indikatorni Arduino ga ulanish sxemasi

Sketchni yozishga kirishiladi. Yetti segmentli indikatorga siklik ravishda 0 dan 9 gachan bo'lgan sonlarni 1 sekunddan sukut saqlab chiqariladi. 0 – 9 gachan bo'lgan raqamlar qiymati bilan massiv hosil qilinadi, baytning katta razryadi indikatorning a segmentiga mos keladi, kichigi esa – g segmentga mos tushadi.

```
byte numbers[10] = { B11111100, B01100000, B11011010,
V11110010, B01100110, B10110110, B10111110, B11100000,
B11111110, B11110110};
```

Raqamning qiymatni Arduino chiqishlariga chiqarishda qiymatni o'zgartirish uchun tilning bitli operatsiyalarini ishlatiladi.

Arduino:

```
bitRead(x,n); // x baytni n razryadning qiymatini hosil qilish
```

10.9 listingda amaliy ish sketchi havola qilingan.

### 10.9 listing

// a– g razryadlariga ulanish uchun Arduino ning oyoqchalar ro'yxati

```
// yetti segmentli indikatorni
```

```
int pins[7]={2,3,4,5,6,7,8};
```

```
// 0 – 9 gacha bo'lgan sonlarni chiqarish uchun qiymat
```

```
byte numbers[10] = { B11111100, B01100000, B11011010,
B11110010, B01100110, B10110110, B10111110, B11100000,
B11111110, B11100110};
```

```
// hozirdagi raqam qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int number=0;
```

```

void setup()
{
// ulanish nuqtalarini chiqishlar kabi o'zgartirish
for (int i=0;i<7;i++)
pinMode(pins[i],OUTPUT);
}
void loop()
{
showNumber(number);
delay(1000);
number=(number+1)%10;
}
// yetti segmentli indikatorga sonlarni chiqarish funksiyasi
void showNumber(int num)
{
for (int i=0;i<7;i++)
{
if (bitRead(numbers[num],7-i)==HIGH) // segmentni yoqish
digitalWrite(pins[i],HIGH);
else // segmentni o'chirish
digitalWrite(pins[i],LOW);
}
}
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. 10.11-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha yetti segmentli indikatorni ulash.
2. 10.9 listingda keltirilgan sketchni Arduino platasiga yuklash.
3. Yetti segmentli indikatorli ekranga sonlarni chiqarilishini kuzatish.

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Ulanish sxemasi.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Bir razryadli yetti segmentli yorug'lik diodili indikatorini qanday ishlaydi?

### **10.7. 7 ta yetti segmentli indikatorlardan tashkil topgan 4 razryadli matritsa. Dinamik aks ettirishni amalga oshirish**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

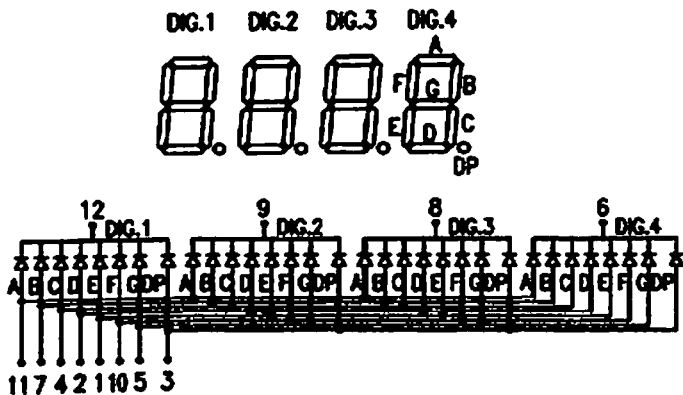
Bu mashg'ulotda Arduino ni 4- razryadli yetti segmentli matritsa bilan ishlashni ko'rib chiqiladi. Arduino ni bir hil oyoqchalarini axborot chiqarishda bir necha yetti segmentli indikatorlarga ishlatilishi mumkinligini bilib olish, dinamik aks ettirish haqida tasavvurga ega bo'lishi kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- 4- razryadli yetti segmentli indikator;
- qarshilik 510 Om – 8 dona;
- tugma;
- 10 kOm qarshilik;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Yetti segmentli indikatorlardagi 4-razryadli matritsa 4 ta yetti segmentli indikatorlardan tashkil topgan va matritsaga bir vaqtda 4 ta raqam chiqarish uchun mo'ljallangan. 7-segmentli indikatorlardagi 4-razryadli matritsa sxemasi 10.12-rasmda berilgan.



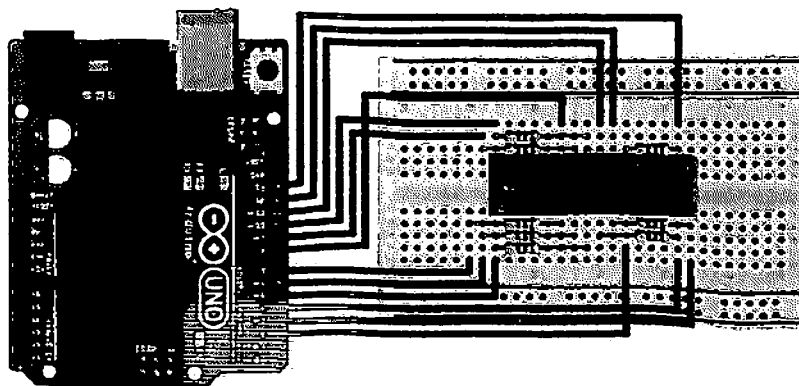


10.12-rasm. 7-segmentli indikatorlardagi 4-razryadli matritsa sxemasi.

Raqamni chiqarish uchun A-G va DP ulanish nuqtalarida kerakli yorug'lik diodlarini yoqish kerak va 6, 8, 9 yoki 12 chiqishlariga LOW ni berib kerakli matritsani tanlanadi.

Matritsaning ulanish nuqtalarini Arduino platasiga ulanadi va matritsaning turli razryadlariga raqalarni chiqariladi. Ulanish uchun Arduino ning 12 oyoqchasi kerak bo'ladi. 4-razryadli matritsani Arduino platasiga ulash sxemasi 10.13-rasmda berilgan. Ulanish nuqtalarga 510 Om qiymatli cheklovchi qarshilik orqali ulanadi.

(0-9) raqamlarni ketma-ket matritsaning xohishiy registriga chiqarish sketchi yoziladi. Berilgan oraliqdan tasodifiy qiymatni tanlash uchun random() funksiyasini ishlatamiz. num- bers[ ] massivida 0-9 raqamlarini aks ettirish uchun tegishli axborotlar qiymatlari saqlanadi (baytning katta razryadi indikatorning A segment belgisiga mos, kichik razryadlari – G segmentga), pins [ ] massivida - A-G va DP segmentlar uchun ulanish nuqtalar qiymatlari, pindigits [ ] massivida esa – matritsa razryadini tanlash uchun ulanish nuqtalar qiymati saqlanadi. 10.10 listingda sketch havola qilingan.



10.13-rasm. 4-razryadli matritsani Arduino ga ulash sxemasi

### 10.10 listing

```
// yetti segmentli indikatorning a – g razryadlariga ulanish uchun
// Arduino oyoqchalarining ro'yxati
int pins[8]={9,13,4,6,7,10,3,5};
// 0-9 raqamin chiqarish uchun qiymatlar
byte numbers[10] = {B11111100, B01100000, B11011010,
B11110010, B01100110, B01101110,
B10111110, B11100000, B11111110,
B11110110};
// hozirdagi raqam qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
int number=0;
// yetti segmentli indikatorniki
int pindigits[4]={2,8,11,12};
// hozirdagi raqam qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
int digit=0;
void setup()
{
// ulanish nuqtalarini chiqish kabi o'zgartirish
for(int i=0;i<8;i++)
pinMode(pins[i],OUTPUT);
for(int i=0;i<4;i++)
{pinMode(pindigits[i],OUTPUT);
digitalWrite(pindigits[i],HIGH);
}
}
void loop()
```

```

{
number=(number+1)%10;
showNumber(number); // DS
for(int i=0;i<4;i++)
digitalWrite(pindigits[1],HIGH);
digit=random(0,4);
digitalWrite(pindigits[digit],LOW);
delay(3000);
}
// raqamni yetti segment indikatoriga chiqarish funksiyasi
void showNumber(int num)
{
for(int i=0;i<7;i++)
{
if(bitRead(numbers[num],7-i)==HIGH) // zajeck segment
digitalWrite(pins[i],HIGH);
else // potushit segment
digitalWrite(pins[i],LOW);
}
}
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. Yetti segment indikatorini 10.13 chimada ko'rsatilgandek ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.10 listingdagi sketchni yuklash kerak.

3. Yetti segmentli indikatorli ekranga sonlarni chiqarilishini kuzatiladi.

Savol tug'iladi: qanday qilib matritsaning barcha razryadlariga bir vaqtda sonlarni chiqariladi? Agarda bir vaqtda barcha razryadlar tanlansa (6, 8, 9, 12 oyoqchalarga bir vaqtda LOW berilsa), u holda barcha razryadlarda bir hil son bo'ladi. Lekin har bir razryadga bir vaqtda turli sonlar berilishi kerak. Bu muammo dinamik aks ettirish orqali hal qilinadi. Dinamik aks etirish deganda indikatorning razryadlarini inson ko'zi sezmaydigan (ilg'amayligan) chastotada navbat bilan yonishi nazarda tutiladi. Agarda indikatorlarni navbat bilan yetarli darajada katta tezlikda axborolarni aks ettirishga majburlansa, u holda inson ko'ziga barcha indikatorlar o'z axborotlarini uzuluksiz aks ettirayotgandek tuyuladi. Natijada bitta simdan navbat bilan aks ettiriladigan axborotni uzatish mumkin bo'ladi. Odatda axborotni

yangilanish chastotasi 50 Gs bo'lsa yetarlidir, lekin bu chastotani 100 Gs gacha oshirilsa yaxshi bo'ladi.

Matritsaga soniya hisoblagich sketchini yoziladi. Vaqtni sanash uchun Arduino ning millis() funksiyasini ishlatiladi, sketch ishlashi boshlanishidan o'tgan millisekunlar sonini qaytaruvchi. Sxemaga tugmani qo'shiladi va 0.1 aniqlikdagi 0-999 soniyagacha sanovchi soniya hisoblagichi yaratiladi, u tugma bosilganda nolga o'tib ish boshlaydi va o'tgan vaqtni aks ettirib qayta tugma bosilganda to'xtaydi.

10.11 listingda soniya hisoblagichi uchun sketch ko'rsatilgan.

### 10.11 listing

// a – g razryadlariga ulanish uchun Arduino oyoqchalarining ro'yxati

```
// yetti segmentli nidikatorni
```

```
int pins[8]={9,13,4,6,7,10,3,5};
```

```
// 0-9 raqamlarni chiqarish uchun qiymalar
```

```
byte numbers[10] = {B11111100, B01100000, B11011010,
```

```
B11110010, B01100110, B10110110,
```

```
B10111110, B11100000, B11111110,
```

```
B11110110};
```

```
// hozirdagi qiymatni ishlov berish va saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int number=0;
```

```
int number1=0;
```

```
int number2=0;
```

```
// yetti segmentli nidikatorni
```

```
int pindigits[4]={2,8,11,12};
```

```
// hozirdagi razryadni saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int digit=0;
```

```
// o'lchash uchun 100 ms
```

```
unsigned long millis1=0;
```

```
// ish tartib 1 – soniya hisoblagich ishlamoqda
```

```
mode=0;
```

```
const int BUTTON=14; // 14(AO) ulanish nuqta tugmani ulash
```

uchun

```
int tekButton = LOW; // Tugmani hozirdagi holatini saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
int prevButton = LOW; // Tugmani oldingi holatini saqlash uchun
```

```
// tugmani
```

```
boolean ledOn = false; // Yorug'lik diodini hozirdagi holati (yoqiq/o'chiq)
```

```

void setup()
{
// tugmaning ulanish nuqtasini kirish kabi o'zgartirish
pinMode (BUTTON, INPUT);
// ulanish nuqtalarini chiqishlar kabi o'zgartirish
for(int i=0;i<8;i++)
pinMode(pins[i],OUTPUT);
for(int i=0;i<4;i++)
{pinMode(pindigits[i],OUTPUT);
digitalWrite(pindigits[i],HIGH);
}
}
void loop()
{
tekButton = debounce(prevButton);
if (prevButton == LOW && tekButton == HIGH) // agarda
bosilish...
{
mode=1-mode; // ish tartibini o'zgartirish
if(mode==1)
number=0;
}
if(millis0-millis1>=100 && mode==1)
{ millis1= millis1+100;
number=number+1;
if (number==10000)
number=0;
}
number1=nuraber;
for(int i=0;i<4;i++)
{
number2=number1%10;
number1=number1/10;
showNumber(number2,i);
for(int j=0;j<4;j++)
digitalWrite(pindigits[j],HIGH);
digitalWrite(pindigits[i],LOW);
delay(1);
}
}

```

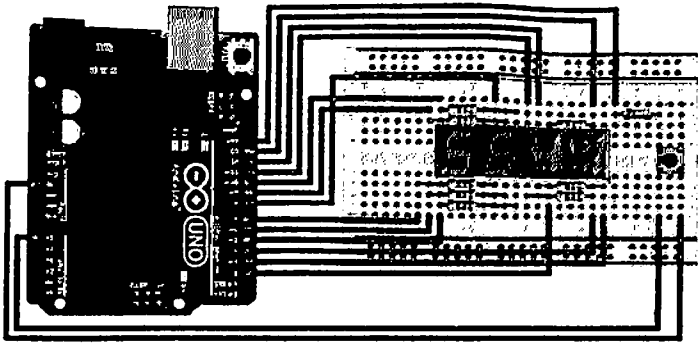
```

}
// yetti segmentli indikatorga sonlarni chiqarish funksiyasi
void showNuraber(int num,int dig)
{
for(int i=0;i<8;i++)
{
if(bitRead(numbers[num],7-i)==HIGH) // segmentni yoqish
digitalWrite(pins[i],HIGH);
else // segmentni o'chirish
digitalWrite(pins[i],LOW);
}
if(dig==1) // ikkinchi razryad uchun o'nlik nuqta
digitalWrite(pins[7],HIGH);
}
// Titrashni yo'q qilish funksiyasi.Tugmani oldingi holatini
argument sifatida qabul qiladi
// va haqiqiyini beradi,
boolean debounce(boolean last)
{
boolean current = digitalRead(BUTTON);// Tugma holatini
sanash,
if (last != current)// agarda o'zgarsa...
{
delay(5);// jdem 5 ms
current = digitalRead(BUTTON);// tugma holati o'qiladi
return current; // tugma holati qaytariladi
}
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. 10.14-rasmda ko'rsatilganidek yetti segmentli indikator ulanadi.
2. 10.11 listingdagi sketchni Arduino platasiga yuklanadi.
3. Tugma bosilishi bilan soniya hisoblagichini ishga tushiriladi yoki to'xtatiladi.



10.14-rasm. Soniya hisoblagichi uchun ulanish sxemasi

### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### Nazorat savollari.

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Arduino ni 4- razryadli yetti segmentli matritsa bilan qanday ishlatiladi?

### 10.8. 74NS595 suruvchi registr mikrosxemasi. 4 razryadli matritsani boshqarish (Arduino oyoqchalarini tejash)

#### Mashg'ulotning maqsadi:

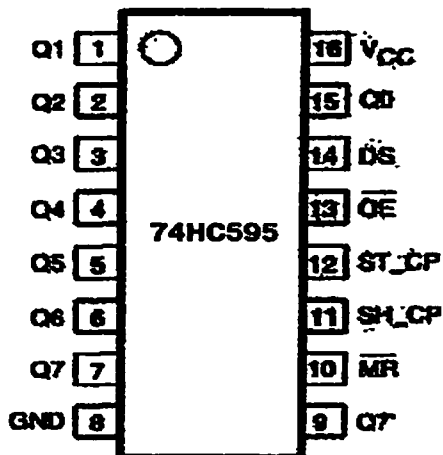
Bu mashg'ulotda Arduino ni 74NS595 – chiqishlar sonini oshiruvchi mikrosxema bilan ishlashi ko'riladi, u Arduino chiqishlarni 4-razryadli yetti segmentli matritsani boshqarish uchun ishlatiladigan oyoqchalar sonini kam ishlatilishini ta'minlashning asosiy qoidalarini o'rganishdan iborat.

#### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;

- sxema yig'ish uchun plata;
- 4- razryadli yetti segmentli indikator;
- qarshilik 510 Om – 7 dona;
- 74NS595 mikrosxema;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Agarda ko'p sonli chiqishlarni boshqarish kerak bo'lib qolsa ArduinoNano va UNO larning raqamli chiqishlari va ba'zi hollarda ArduinoMega ning ham oyoqchalari yetmay qolishi mumkin. Bu holda 74NS595 mikrosxemani ishlatish mumkin. 74NS595 mikrosxema-sakkiz razryadli ketma-ket kiritishli registr, axborotni ketma-ket yoki parallel chiqarishli, qayd qilish triggerili va chiqishi uch holatli. 74NS595 mikrosxemaning ulanish nuqtalarining vazifasi 10.15-rasmda ko'rsatilgan.



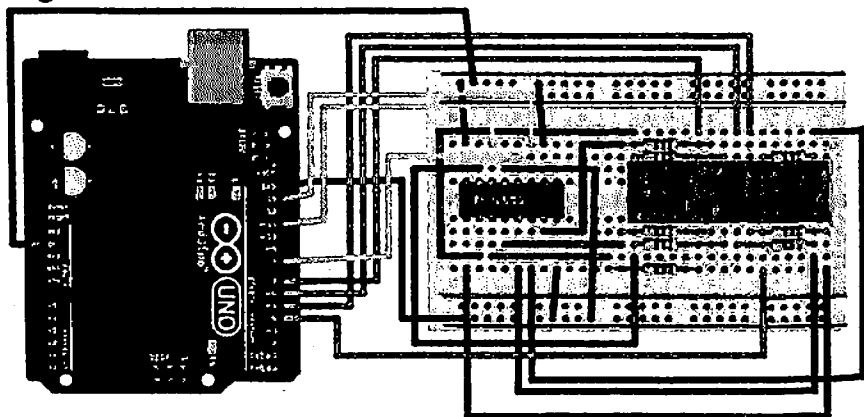
10.15-rasm. 74NS595 mikrosxemasi

Bizga boshqarish uchun uchta oyoqchasi ham yetarlidir: SH\_ SR, STCP i DS. Qachonki SH\_CP takt kirishida mantiqiy bir paydo bo'lsa, registr DS axborotlar kirishidan bitni o'qiydi va uni eng kichik razryadga yozadi. Takt kirishiga navbatdagi impuls kelganda barchasi takrorlanadi, faqat oldin yozilgan bit bitta razryadga suriladi, uning o'rnini yangi kelgan bit egallaydi. Qachonki barcha sakkista bitlar to'lsa va to'qqizinchi takt impulsi kelgach, registr yana qaytatdan kichik razryaddan to'ldirishni boshlaydi va barchasi yangitdan takrorlanadi. Q0...Q7 chiqishilarida axborotlar paydo bo'lishi uchun ularni "qayd" qilish kerak. Buning uchun ST\_CP kirishiga mantiqiy bir berilishi



kerak. Chiqishlarida axborotlar o'zgarishi uchun ularni "qayd" qilish kerak bo'ladi.

Q7" chiqish suruvchi registrni ketma-ket ulash (kaskadlash) uchun mo'ljallangan. Bunday ulanishda birinchi registrdagi bitlar keyingi ulangan registrga surilib o'tadilar, undan keyingisiga va xokazo. Shunday qilib, ikkita 8-bitli registrlardan iborat kaskad bitta 16 – razryadli suruvchi registr kabi ishlaydi. Xohlaganicha registrni shu kabi ulash mumkin. Keyingi amaliy ishda 74NS595 mikrosxemasini kaskadli ulash ko'rib chiqiladi, bu amaliy ishda faqat bitta mikrosxema ishlatiladi -74NS595 mikrosxemasini 8 ta chiqishlari matritsani 8 ta segmentiga ulanadi, ulanish razryadlarini tanlash uchun matritsani 4 ta chiqishi Arduino ning platasiga ulanadi. 10.16-rasmda ulanish sxemasi ko'rsatilgan.



10.16-rasm. 4-razryadli yetti segmentli indikatorni 74NS595 suruvchi registrdan foydalanib ulash sxemasi

0 – 999 sek gacha 0.1 sek aniqlikda hisoblochi soniya hisoblagichini ishga tushirish va to'xtatish sketchini yozishga kirishamiz. Arduino SPI kutubxonasini ishlatamiz. SPI kutubxonasini ishlatilganligi uchun Arduino ning 11 va 13 oyoqchalari ishlatiladi, matritsani registrni tanlash uchun Arduino ning 4, 5, 6, 7 oyoqchalari ishlatiladi. 10.12 listingda sketch ko'rsatilgan.

#### 10.12 listing

```
// SPI kutubxonani ulash
#include <SPI.h>
// pin SS
int pin_spi_ss=8;
```

```

// 0-9 sonni chiqarish uchun qiymat
byte numbers[10] = { B11111100, B01100000, B11011010,
B11110010, B01100110, B10110110, B10111110, B11100000,
B11111110, B11110110};
// hozirdagi sonni qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
int number=0;
int number1=0;
int number2=0;
// yetti segmentli indikatorni
int pindigits[4] = {4,5,6,7};
// hozirdagi razryad qiymatni saqlash o'zgaruvchisi
int digit=0;
//
unsigned long millis1=0;
void setup()
{
SPI.begin();
// ulanish nuqtalarini chiqish kabi o'zgartirish
pinMode(pin_spi_ss,OUTPUT);
for (int i=0;i<4;i++)
{pinMode(pindigits[i],OUTPUT);
digitalWrite(pindigits[i],HIGH);
}
}
void loop()
{
if(millis()-millis1>=100)
{millis1=millis1+100;
number=number+1;
if(number==10000)
number=0;
}
number1=number;
for(int i=0;i<4;i++)
{
number2=number1%10;
number1=number1/10;
showNumber(number2,i);
for(int j=0;j<4;j++)

```

```

digitalWrite(pindigits[j],HIGH);
digitalWrite(pindigits[i],LOW);
delay(1);
}
}
// yetti segmentli indikatorga raqamni chiqarish funksiyasi
void showNumber(int num,int dig)
{
byte maska;
digitalWrite(pin_spi_ss,LOW);
if(dig==1) maska=1;
else maska=0;
SPI.transfer(numbers[num]+maska);
digitalWrite(pin_spi_ss,HIGH);
}

```

**Ulanish tartibi:**

1. 10.16-rasmdagi sxema bo'yicha yetti segmentli indikatorni ulanadi.
2. 10.12 listingdagi sketchni Arduino platasiga yuklanadi.
3. Tugmani bosish orqali soniya hisoblagichini ishga tushiriladi yoki to'xtatiladi.

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

**Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. 74NS595 qanday vazifani bajaradi va nima uchun ishlatiladi?

## 10.9. 8x8 li yorug'lik diodili matritsa

### Mashg'ulotning maqsadi:

Bu amaliy ishda bir necha 74NS595 mikrosxemalarni kaskadli ulanishini ko'rib chiqiladi, Arduino ning uchta oyoqchasi ishlatiladi, buning natijasida ko'pchilik ulanish nuqtalarini boshqarish mumkin bo'ladi, 8x8 yorug'lik diodili matritsa ekranida shakllarni chiqarish misoli orqali namoyish etish ko'nikmalarini xosil qilish.

### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- yorug'lik diodili 8x8 matritsa;
- 74NS595 mikrosxema – 2 ta;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Yorug'lik diodili matritsada yorug'lik diodlari ma'lum tartibda joylashgan, oyoqchalari esa montaj qilishga qulay tartibda joylashtirilgan. Yorug'lik diodili matritsalar bir hil rangli, ikki hil rangli va RGB kabi bo'ladilar. Amaliy ishda FYM-23881BUG-11 bir hil rangdagi yorug'lik diodili matritsadan foydalaniladi, u yashil rangli 64 ta yorug'lik diodidan iborat to'plam bo'lib, 8x8 matris shaklida yig'ilgan. Matritsaning oyoqchalarini joylashishi 10.17-rasmda ko'rsatilgan.

Arduino ga yorug'lik diodili matritsani ulash uchun 2 ta 74NS595 mikrosxemani kaskadli ulanishidan foydalaniladi. Bunday ulanishda birinchi registrdagi bitlar kaskaddagi keyingi registrga surilib o'tadilar. Birinchi registrning QH' chiqishini DS (MOSI) ga ulash kerak. Ulanish sxemasi 10.18-rasmda keltirilgan.

Matritsada ta'svirni hosil qilish uchun har bir ustun uchun dinamik aks ettirishni qo'llaymiz. Har 3 sekundda matritsa uchun shaklni o'zgartiramiz. Shakllarning axborotlari figure[] massivda saqlanadi. 10.13 listingda sketch ko'rsatilgan.

### 10.13 listing

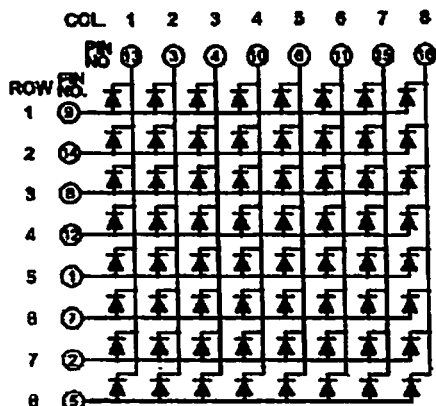
```
// SPI kutubxonasini ulash
#include<SPI.h>
int ss_pin=8; // pin SS
int pos=0; //
int offfigure=0; // aks ettirish uchun hozirdagi shakl
unsigned long millis1=0;
//shakllarni aks ettirish uchun axborotli II massiv
```

```

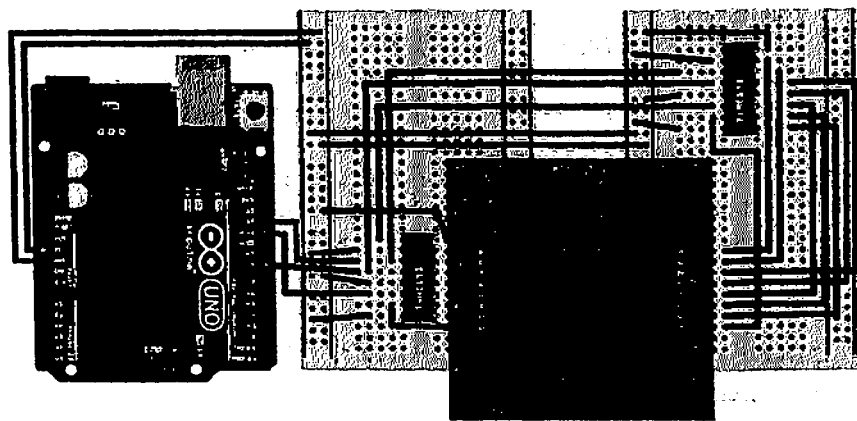
byte figure[2] [8]={
  {B10011001,   B10011001,B10011001,B10000001,B10000001,
B10011001,B10011001,B10011001},
  {B10101010,   B10101010,B10101010,B10101010,B10101010,
B10101010,B10101010,B10101010}
};
void setup ()
{
  SPI.begin();
  // SS ulanish nuqtasini chiqish sifatida o'zgartirish
  pinMode(ss_pin, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(ss_pin, LOW);
  // stolbsı
  SPI.transfer (B00000001<<pos) ;
  // stroki
  SPI.transfer (figure [offfigure] [pos]);
  digitalWrite(ss_pin,HIGH); //   axborotlarni   74NS595
  oyoqchalariga chiqarish
  delay(1);
  pos=(pos+1)%8;
  if(millis()-millis1>3000) // 3 sekunddan so'ng–yangi shakl
  {
    offfigure= (offfigure+1)%2;
    millis1=millis();
  }
}

```

## FYM-23881Bx



10.17-rasm.FYM-23881BUG-11 matritsani oyoqchalarining joylashishi



10.18-rasm. Yorum'lik diodili matritsani ulanish sxemasi

### Ulanish tartibi:

1. 10.13-rasmda ko'rsatilganidek matritsani ulanadi.
2. 10.18 listingda keltirilgan sketchni Arduino platasiga yuklanadi.
3. Matritsa ekraniga navbatma-navbat shakillar chiqishini kuzatiladi.

### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.

2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Qanday qilib bir necha 74NS595 mikrosxemalarni kaskadli ulanadi?

### **10.10. Pezonurlatgich. Pezonurlatgichni boshqarish.**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda pezoelement yordamida Arduino da tovushlar hosil qilish tasavvurga ega bo'lish kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

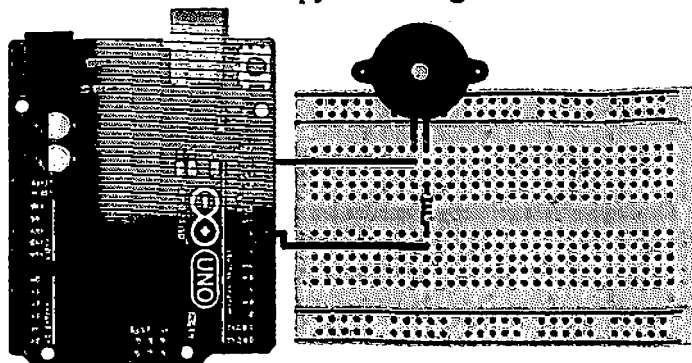
- rduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- pezonurlatgich;
- qarshilik – 100 Om;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Tovushni hosil qilishning eng oddiy varianti pezonurlatgichdan foydalanishdir. Pezokeramik nurlatgichlar (pezonurlatgichlar) - tovushni hosil qilishning elektroakustik qurilmasi – elektr maydoni ta'siri ostida mexanik deformatsiya'ni hosil bo'lishi. Pezonurlatgichlar ikki turda bo'ladi – joylashtirilgan generator bilan va generatorsiz. Joylashtirilgan generatorli pezonurlatgichlarga belgilangan kuchlanish berilgandan so'ng ma'lum tondagi signal hosil qiladi. Ular xohishiy signalni hosil qila olmaydilar. Ularni odatda oddiy ogohlantiruvchi tovush hosil qilishda ishlatadilar. Agarda qandaydir musiqani hosil qilish kerak bo'lsa, u holda pezonurlatgichni generatorsiz variantidan foydalaniladi va signalni alohida hosil qilinadi. Amaliy ishda pezonurlatgichning generatorsiz variantidan foydalaniladi. 10.14-rasmda pezonurlatgichning ulanish sxemasi ko'rsatilgan.

Sketchni yozishga kirishamiz. Musiqani hosil qilish uchun tovushlarni ketma-ket ma’lum chastotada va davrda berish kerak. Ma’lum chastotada va davrda tovushni hosil qilish uchun Arduino ning tone() funksiyasini ishlatiladi:

tone (pin,frequency,duration) ;

tone() funksiyasi chiqishda berilgan chastotada to’g’ri burchakli signal hosil qiladi (50% to’ldirish koeffitsienli). Bu funksiya shuningdek signal davrini ham bera oladi. Agarda signalning davri ko’rsatilmagan bo’lsa Tope () bo’yicha funksiyasini chaqirilmaguncha signal hosil qilinaveradi. 10.2 jadvalda notaning birinchi va ikkinchi oktavalari uchun chastotalar qiymati berilgan.



10.14-rasm.Pezonurlatgichni Arduino ga ulanish sxemasi

10.2 jadval

1 oktava	Belgilanishi	Chastota, Gs	2 oktava	Belgilanishi	Chastota, Gs
do	S	261	do	s	523
do-diez	C#(R)	277	do-diez	s#(g)	554
re	D	293	re	d	587
re-diez	D#(S)	311	re-diez	d#(s)	622
mi	Ye	329	mi	ye	659
fa	F	349	fa	f	698
fa-diez	F#(T)	370	fa-diez	f#(t)	740
sol	G	392	sol	g	784
sol-diez	G#(U)	415	sol-diez	g#(u)	830
lya	A	440	lya	a	880
si-bimol	V	466	si-bimol	b	932
si	H	494	si	h	988



Notalar bo'yicha musiqani tuzamiz, melody[] massivga kiritiladi, notalar davrining ro'yxatini duration [ ] massivga kiritiladi. Notalarni belgilangan axborot notes [ ] massivga kiritiladi, kerakli notalarga tegishli chastotalar haqidagi axborot frequency[ ] massivga kiritiladi. 10.19 listingda sketch keltirilgan.

The image shows a musical score for three staves. The first staff starts with a tempo marking of quarter note = 100. Above the staff, chords are indicated: Cm, Ebm, Cm, Ebm, Cm, Ebm, Cm, Ebm, Cm. The second staff has chords: Eb, Cm, Ebm, Ebm, Cm. The third staff has chords: Eb, Cm, Ebm, Ebm, Cm, Ebm, Ebm. The notation includes various note values and rests.

10.15-rasm. Imperiya marshining bir qismi.

### 10.19 listing

// MELODIYA - nota massivi va davr massivi

char melody [ ] = {'G','G','G','E','H','G','E','H','G','\*','

'd','d','d','e','H',

'T','E','H','F',

'g','G','G','g','t','e',

's','s','s','\*','U','r','c','B',

'H','A','H','\*','E','T','E','F',

'H','G','H','d',

'g','G','G','g','t','f',

's','s','s','\*','E','T','E','H',

'H','A','H','\*','E','T','E','H',

'G','E','H','H','%','%'};

int bb[ ] = {8,8,8,6,2,

8,6,2,8,8,

8,8,8,6,2,

8,6,2,16,

8,6,2,8,6,2,

2,2,4,4,2,8,6,2,

2,2,4,4,2,8,6,2,

8,6,2,16,

8,6,2,8,6,2,

```

2,2,4,4,2,8,6,2,
2,2,4,4,2,8,6,2,
8,6,2,16,
64,64};
// pin 8 ga dinamik ulansin
int speakerPin = 8;
// nota, davrni hosil qilish jadalligi
int tempo,notes,beats;
// notaniiyroetishamali
void playNote(char note, int duration)
{
// ikki oktava oralig'idagi notalar nomi uchun massiv
char names [ ]={'c','r','d','s','e','f','t','g','u','a','b',
'h','C','R','D','S','E','F','T','G','U','A','B','H','F'};
// notalar chastotasining massivi
int tones[ ] = {261,277,293,311,329,349,370,392,415,440,466,
494, 523,554,587,622,659,698,740,784,830,880,932,988};
// tegishli notaga tonini ierosi
for (int i = 0; i < sizeof (tones); i++)
{
if (names[i] == note)
{
tone(speakerPin,tones[i],duration);
}
}
}
void setup()
{
pinMode(speakerPin, OUTPUT);
tempo=50; // musiqa tovushini ijro etish tezligi
}
void loop ()
{
for(int i=0;i<sizeof(melody);i++)
{
notes=melody[i];
beats=bb[i];
if (notes == '*')
tone(speakerPin,0, beats*tempo); // sokinlik

```

```
else  
playNote(notes, beats*tempo);  
// notalar o'rtasidagi sukut  
delay(beats*tempo+tempo);  
}  
}
```

#### **Ulanish tartibi:**

1. Arduino platasiga pezelementni 10.14 sxemadagidek ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.19 listingdagi sketchni yuklanadi.
3. Sketch yuklangandan so'ng sxemani yig'ish platasida musiqa eshitaladi (10.15-rasm).

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Pezelement yordamida Arduino da qanday qilib tovushlar hosil qilinadi?

### **10.11. MOSFET tranzistor. Tranzistorni kuchaytirish hususiyatini namoyish etiladi. Elektroyuritgich misolida aylanishini o'zgartirish**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

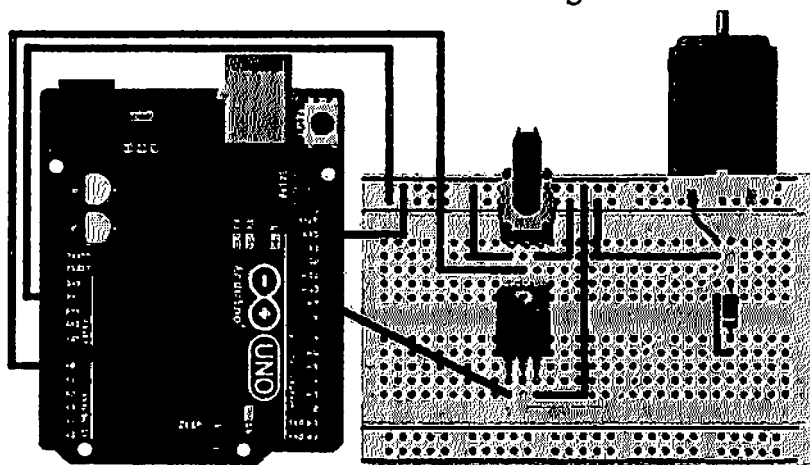
Bu mashg'ulotda MOSFET tranzistori bilan tanishiladi va uning yordamida quvvatli yuklamani boshqarishni (elektr yuritgichni) bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- MOSFET IRF540 tranzistor;

- 1N4004 diod;
- 10 kOm li o‘zgaruvchan qarshilik;
- manba 5V;
- ikki uchida razyomlari bo‘lgan simlar.

Arduino ning oyoqchalari OUTPUT kabi o‘zgartirilgan, past impedans holatga ega va yuklamaga 40 mA berishi mumkin va quvvatli yuklamani manbasini hamda katta kuchlanishni ta’minlab bera olmaydi. Kuchli yuklamani boshqarishning bitta usuli MOSFET-maydon tranzistorlaridan foydalanishdir. MOSFET- tranzistori – uncha katta bo‘lmagan kuchlanish orqali (toklar bilan boshqariluvchi bipolyar tranzistorlardan farqli) katta toklarni boshqarish uchun kalitdir. Bu amaliy ishda motorning aylanish tezligini kuchlanishni o‘zgartirish orqali boshqariladi. MOSFET berilayotgan kuchlanishni boshqarishni KIM (keng-impulslis modulyatsiya) yordamida amalga oshiriladi. 5 amaliy ishda KIM ni raqamli signal yordamida o‘zgaruvchan analog qiymatni olish uchun ishlatilishi bilan tanishilgan. Yuritma tezligini boshqarish uchun o‘zgaruvchan qarshilikni ishlatiladi. Ushbu amaliy ish elementlarini ulash sxemasi 10.16-rasmda ko‘rsatilgan.



10.16-rasm. Motorni Arduino ga ulanish sxemasi

Ushbu amaliy ish sketchi 10.20 listingda keltirilgan. loop () siklida o‘zgaruvchan qarshilikning analog qiymati o‘qiladi va tar() funksiyasi bilan masshtablab, motorga ulangan MOSFET ga KIM-signal beriladi.

### 10.20 listing

```
const int MOTOR=9; // MOSFET ulanishi uchun oyoqcha
```

```
const int POT=0; // potensiometrni ulash uchun AO analogi  
kirish
```

```
int valpot = 0;// potensiometrni qiymatini saqlash uchun  
o'zgaruvchi
```

```
int speedMotor = 0; // yuritma tezligini saqlash uchun o'zgaruvchi
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
//
```

```
pinMode(MOTOR,OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop ( )
```

```
{
```

```
valpot = analogRead(POT); // potensiometr axborotlarini o'qishda
```

```
// 0-255 oraliqqa qiymatlarni masshtablanadi
```

```
speedMotor=map(valpot,0,1023,0,255);
```

```
//KIM ning yangi qiymatni o'rnatish
```

```
analogWrite(MOTOR,speedMotor);
```

```
delay(1000); // sokinlik
```

```
}
```

### **Ulanish tartibi:**

1. Arduino platasiga 10.16 sxemadagidek elementlarni ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.20 listingdan sketch yuklanadi.
3. O'zgaruvchan qashilik qiymatini o'zgartirib motorning aylanish tezligini o'zgartiriladi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. MOSFET- tranzistori qanday vazifani bajaradi?
5. Motorni Arduino ga qanday ulanadi?

## 10.12. Rele. Tranzistor orqali releni boshqaramiz

### Mashg'ulotning maqsadi:

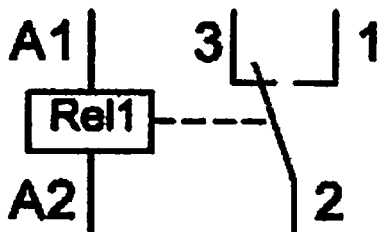
Bu mashg'ulotda rele bilan tanishiladi, uning yordamida Arduino da quvvatli yuklamani boshqarish (nafaqat o'zgarimas, o'zgaruvchan tokli) ko'nikmalariga ega bo'lish.

### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- S945 bipolyar tranzistori;
- 1N4004 diodi;
- 1 ta rele;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Rele – bu elektr yordamida boshqariluvchi mexanik o'chirib/yoquvchi, ikkita alohida zanjirga ega: boshqarish zanjiri (A1, A2) ulanish nuqtalari va boshqariluvchi zanjir ulanish nuqtalari 1, 2, 3 (10.17-rasmga qaralsin). Zanjirlar o'zaro ulanmagan. A1 va A2 ulanish nuqtalari orasiga metal o'zak o'rnatilgan, undan tok oqib o'tganda unga harakatlanuvchi yakor (2) tortiladi. 1 va 3 ulanish nuqtalari qo'zg'almasdir. Qayd qilib o'tish kerakki yaker prujina ta'sirida bo'ladi va o'zakdan tok o'tmaguncha yakor 3 ulanish nuqtasiga tortilgan holda bo'ladi. Aytilganidek tok berilganida o'zak elektromagnitga aylanadi va 1 ulanish nuqtasiga tortiladi. Tok uzib qo'yilganida esa prujina yana yakorni 3 ulanish nuqtasiga qaytaradi.

Releni Arduino ga ulanganda mikrokontrollerning ulanish nuqtasi g'altakning normal ishlashiga zarur bo'lgan quvvatni ta'minlab bera olmaydi. Shuning uchun tokni kuchaytirish maqsadida tranzistor qo'yiladi.



10.17-rasm. Releni Arduinoga (n-kanalli boshqarish) ulanish sxemasi

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Relening tuzilishi va ishlashini tushintiring.

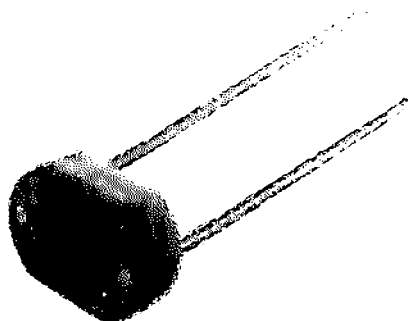
### **10.13. Fotoqarshilik. Yorug'lik diodlarini yoqish yoki o'chirish orqali yorug'lik darajasiga ishlov berish**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu amaliy ishda analog datchik – fotoqarshilik, yorug'lik darajasini o'lchash vositasini bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

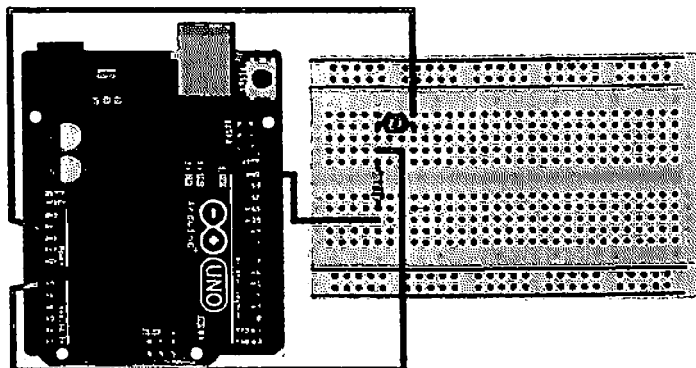
#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- fotoqarshilik (10.20-rasm);
- 220 Om li qarshilik – 8 ta;
- Yorug'lik diodi – 8 ta;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.



10.20-rasm. Fotoqarshilik

Fotoqarshilikni eng ko'p tarqalgan foydalanilishi – bu yorug'lik darajasini o'lchash. Qorong'ilikda uning qarshiligi yetarlicha katta. Qachonki fotoqarshilikka yorug'lik tushsa, qarshilik yorug'lik darajasiga proporsional ravishda kamayadi. Arduino ga fotoqarshilikni ulanish sxemasi 10.21-rasmda ko'rsatilgan. Yorug'lik darajasini o'lchash uchun kuchlanishni bo'lish sxemasini yig'ish kerak bo'ladi, unda yuqori yelka fotoqarshilikdan iborat va pastki yelka esa yetarli darajada katta qiymatga ega bo'lgan oddiy qarshilikdan iborat bo'ladi. 10 kOm li qarshilik ishlatiladi. Kuchlanish bo'luvchisining o'rt a yelkasini Arduino ning AO kirishiga ulanadi.



10.21-rasm. Fotoqarshilikni Arduino ga ulanish sxemasi

Analog axborotlarni o‘qish va ularni ketma-ket portga jo‘natish sketchini yoziladi. 10.22 listingda yozilgan sketch qo‘rsatilgan.

#### 10.22 listing

```
int light; // fotoqarshilik axborotlarini saqlash uchun o‘zgaruvchi
void setup ()
```

```
{
Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop()
```

```
{
light = analogRead(0);
Serial.println(light);
delay(100);
}
```

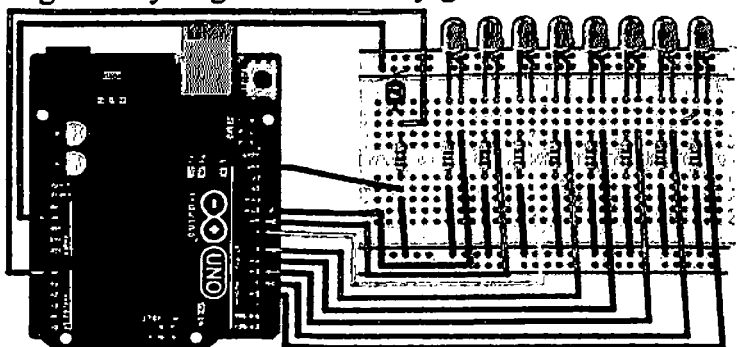
#### Ulanish tartibi:

1. 10.21 sxema bo‘yicha fotoqarshilikni ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.22 listingdagi sketchni yuklanadi.
3. Qo‘l bilan fotoqarshilikning yorug‘lik darajasini o‘zgartiriladi va ketma-ket port chiqishidagi o‘zgaruvchi qiymatlarni kuzatiladi, xonaning to‘liq yoritilgandagi ko‘rsatgichini xotirada saqlab qolinadi va yorug‘lik oqimini to‘liq yopilgandagi holat qiymatni ham saqlab qolinadi.

8 ta yorug‘lik diodi qatoridan tashkil topgan yorug‘lik daraja indikatorini yaratiladi. Yonayotgan yorug‘lik diodlarining soni hozirdagi yorug‘lik darajasiga proporsional. 220 Om qiymatga ega



bo'lgan cheklovchi qarshilikdan foydalanib 10.22-rasmda ko'rsatilganidek yorug'lik diodlarini yig'iladi.



10.22-rasm. Fotoqarshilik va yorug'lik diodini Arduino ga ulanish sxemasi

Hozirdagi yorug'lik darajasini aks ettirish uchun tuzilgan sketch 10.23 listingda ko'rsatilgan.

#### 10.23 listing

```
// Yorug'lik diodi ulanish nuqtasi
const int leds[]={3,4,5/6,7,8,9,10};
const int LIGHT=A0; // Yorug'lik diodi uchun AO ulanish nuqtasi
const int MIN_LIGHT=200; // yorug'lik darajasining pastgi
chegarasi
const int MAX_LIGHT=900; // yorug'lik darajasining yuqori
chegarasi
// Fotoqarshilik axborotlarini saqlash uchun o'zgaruvchi
int val = 0;
void setup()
{
  // Yorug'lik diodi ulanish nuqtasini chiqish kabi o'zgartirish
  for (int i=0;i<8;i++)
  pinMode(leds[i],OUTPUT);
}
void loop()
{
  val = analogRead(LIGHT); // Fotoqarshilik ko'rsatgichini o'qish
  // tar() funksiyasini qo'llash
  val = map(val, MIN_LIGHT, MAX_LIGHT, 8, 0);
  // cheklanadi, chegaradan o'tib ketmasligi uchun
```

```

val = constrain(val, 0, 8);
// yorug'lik darajasiga proporsional sonli yorug'lik diodlarini
yoqish
// qolganlarini o'chirish
for(int i=1;i<9;i++)
{
if(i>=val) // yorug'lik diodini yoqish
digitalWrite(leds[i-1],HIGH);
else // yorug'lik diodini o'chirish
digitalWrite(leds[i-1],LOW);
}
delay(1000); // keyingi o'lchash orasidagi sukutlik
}

```

Yorug'lik darajasini yuqori va pastgi chegaralarining qiymatlarini yuqorida o'tkazilgan amaliy ishning sketchidan olinadi (10.22 listing). Yorug'lik darajasini oraliqdagi qiymatlarini 8 ta (8 ta yorug'lik diodlari) qiymatlarga masshtablaysiz va yuqori hamda past qiymatlar o'rtasidagi qiymatlarga proporsional yorug'lik diodlar sonini yoqiladi.

#### **Ulanish tartibi:**

1. Fotoqarshilik va yorug'lik diodlarini 10.22 sxemadagidek ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.23 listing sketchini yuklanadi.

3. Qo'l bilan fotoqarshilikning yorug'lik darajasini o'zgartiramiz va yonayotgan yorug'lik diodlarning soni bo'yicha yorug'lik darajasini hozirdagi darajasi aniqlanadi (10.22-rasm).

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Fotoqarshilik qanday vazifani bajaradi?



Sketchni yozishga kirishiladi. Qiymatlarni LM335 datchik ulangan AO analog kirishdan olinadi, +5 V tayanch kuchlanish qiymatidan kelib chiqqan holda qiymatlarni voltga o'zgartirilsin. Harorat qiymatlarini Kelvinda olinadi. Qiymatlarni selsi graduchlarida olish uchun olingan qiymatni 273.15 kattalikka kamaytirish zarur. MIN\_T-MAX\_T (20-27 °S) oraliqda harorat qiymatni qulay qattaligni aniqlanadi. Qiymat ushbu oraliqqa to'g'ri kelsa RGB-yorug'lik diodi sariq rangda yonadi, bu oraliqdan pastdagi qiymatda ko'k rang yonadi, yuqori bo'lsa – qizil rang yonadi. Tekshirish uchun harorat qiymatini ArduinoIDening ketma-ket porti monitoriga chiqariladi.

#### 10.24 listing:

```
const int BLUE=9; // BLUE RGB-yorug'lik diodining BLUE
chiqishi
const int GREEN=10; // RGB-yorug'lik diodiningGREENchiqishi
const int RED=11; // RGB-yorug'lik diodiningRED chiqishi
const int lm335=A0; // LM335 ulanishi uchun
int MIN_T=20; // Pastgi chegara
int MAX_T=30; // Yuqori chegara
int val = 0;
void setup()
{
// yorug'lik diodining chiqishini OUTPUT kabi o'zgartirish
pinMode(RED,OUTPUT);
pinMode(GREEN, OUTPUT) ;
pinMode(BLUE,OUTPUT);
}
void loop()
{
double val = analogRead(lm335); // o'qish
double voltage = val*5.0/1024; // voltlarga o'zgartirish
double temp = voltage*100 - 273.15; // selsi graduslarida
Serial.print(" temp = ");
Serial.println(temp);
if(temp < MIN_T) // RGB-yorug'lik diodini ko'k rangi
setRGB(0,0,1);
else if(temp > MAX_T) // RGB-yorug'lik diodini qizil rangi
setRGB(1,0,0);
else // RGB-yorug'lik diodini sariq rangi
setRGB(1,0,0);
```

```

delay(1000); //navbatdagi o'lchash oldidan sukut
}
// RGB-yorug'lik diod rangi o'matiladi
void setRGB (int r, int g, int b)
{
digitalWrite(RED,r);
digitalWrite(GREEN,g);
digitalWrite(BLUE,b);
}

```

### **Ulanish tartibi:**

- 1.LM335 harorat datchigi va RGB-yorug'lik diodini 10.23-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulash.
2. Arduino platasiga 10.24 listingdagi sketchni yuklanadi.
- 3.Harorat qiymatni ArduinoIDE ketma-ket port monitori orqali ko'riladi, RGB-yorug'lik diodi qulay harorat oralig'ini ko'rsatadi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. LM335 analogli harorat datchigini vazifasi va ishlash tamoyili.

## **10.15. LCD1602 indikator. Ulanish tamoyili, unga axborot chiqarish**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

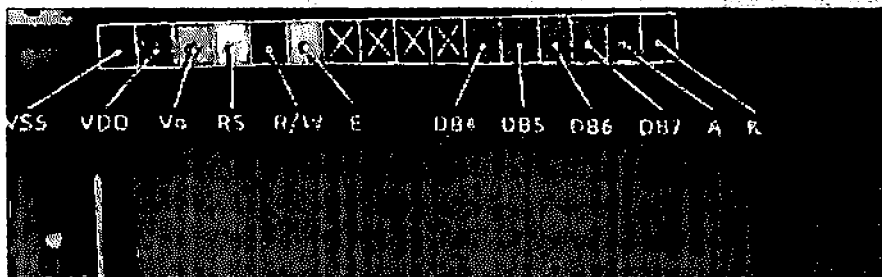
Bu mashg'ulotda belgili axborotni chiqarish uchun suyuq kristalli indikator Winstar bilan tanishiladi. Bu ishda Arduino – loyihalarda kutubxonalarni tatbiq etishni va LM335 harorat datchik

ko'rsatgichlarini displey ekraniga chiqarishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- LCD-ekran WH1602;
- 2,2 kOm li qarshilik;
- 51 Om li qarshilik;
- 1 kOm o'zgaruvchi qarshilik;
- LM335 harorat datchigi;
- +5 V tashqi manba;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Suyuq kristalli indikator (SKI, JKI-Jidkokristallicheskie indikatorы, angl. LCD) axborotlarni aks ettirish uchun arzon va qulay elementdir. WH1602 belgilar indikatorini ekranga 16 ta belgili 2 qator axborotni chiqarish imkoniyati mavjud (o'lchami 5x7 yoki 5x10 va qo'shimcha qator kursor uchun). Displey ishini kontroller boshqaradi. 10.24-rasmda HD44780 kontrollerli Winstar SKI ko'rsatilgan.



10.24-rasm.HD44780 kontrollerli SKI WH1602

### Kontroller oyoqchalarining vazifalari:

- DB0-DB7 oyoqchalar – axborotlarni kirish/chiqishiga javobgar;
- RS – yuqori qiymat DB0- DB7 chiqishlaridagi signal axborotligini bildiradi, pastligi – buyruqligini bildiradi;
- R/W – axborotlarning yo'nalishini aniqlaydi (o'qish/yo'zish). Indikatoridan axborotlarni o'qish operatsiyasi odatda kerak bo'lmaganligi uchun bu kirishiga doimiy past qiymat o'rnatib qo'yish mumkin;

➤ Ye-bu oyoqchadagi 500 ms dan kam bo‘lmagan impuls davomiyligi DB0- DB7, RS va W/R oyoqchalardan axborotlarni o‘qish/yozish uchun signalni aniqlaydi;

- V0 – tasvirni yorug‘ligini berish uchun ishlatiladi;
- A, K –manbani yoritish (anod va katod), agarda u bo‘lsa;
- VSS – yer;
- VDD – SK-indikatorni manbai.

SK-indikatorni boshqarish uchun axborotlarni almashish ish tarkibida 4- yoki 8-bitli ish tartibi tanlanishiga qarab Arduino ning 6 yoki 10 ta oyoqchasi kerak bo‘ladi. Mikrokontrollerning kerak bo‘lgan oyoqchalarining sonini kamaytirish uchun 4-bitli ish tartibida ishlash mumkin. Bu holda indikatorning DB4-DB7 chiqishlaridan axborot/buyruqlarni dastlab katta to‘rtta bit uzatiladi, so‘ng – kichik to‘rtta bit uzatiladi. DB0-DB3 oyoqchalari ishlatilmay qoladi.

Amaliy ishda axborotlarni LM335 harorat datchigidan o‘qiladi, uni SKI ekraniga harorat qiymatlarini Kelvin va selsida chiqarishni 13 mashg‘ulotda ko‘rib chiqilgan. Harorat datchigi va SKI ni 4-bitli ish tartibida Arduino platasiga ulanishi 10.25-rasmda ko‘rsatilgan. E‘tibor qilinsin, SKI ni manba bilan ta‘minlash uchun alohida +5V manba bloki ishlatilgan.

Sketchni yozishga kirishiladi. Arduino ning vazifalari kutubxonani ishlatilishi hisobiga kengaytirilishi mumkin. Arduino ning kutubxonalari sketchlarda ishlatish uchun qo‘shimcha funksiyalarni havola qiladi va dastur yozish jarayonini ancha osonlashtiradi. Qator asosiy kutubxonalar ArduinoIDE muhiti bilan birgalikda o‘rnatiladi, qo‘shimchalarini esa ular juda ko‘p, siz o‘zingiz o‘rnatishingiz mumkin. Arduino ning SKI-displeyi bilan HD44780 kontrollerida ishlaganda LiquidCrystal kutubxonasidan foydalaniladi. Kutubxonani sketch boshlanishiga ulash uchun quyidagi qatorni qo‘shiladi

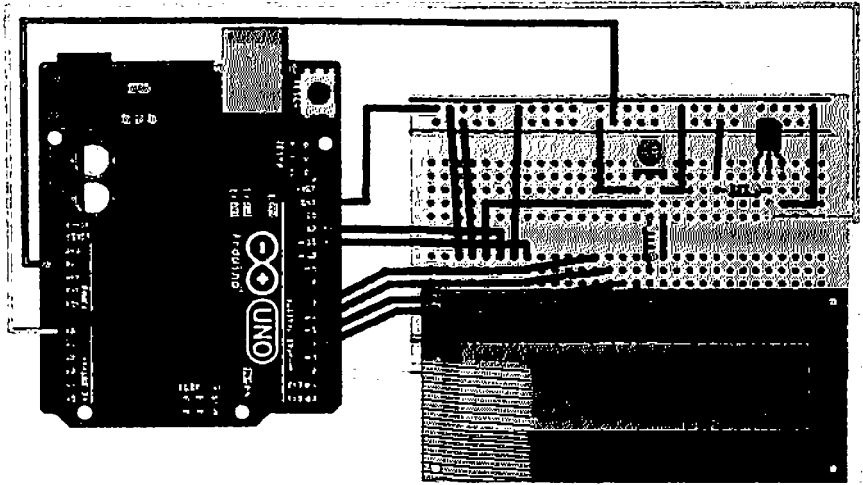
```
#include<LiquidCrystal.h>
```

```
So‘ng LiquidCrystal turidagi o‘zgaruvchini yaratamiz
```

```
LiquidCrystallcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
```

Bu yerda 12, 11, 7, 6, 5, 4 – ulanish nuqtalar nomeri RS, Ye, D4, D5, D6, D7.

setup() da lcd.begin() funksiyasini ishga tushiramiz, u indikator o‘lchamini aniqlaydi, ya‘ni lcd.print () - ekran displeyiga axborotlarni chiqarish uchun, lcd.setCursor() – kursorni ma‘lum holatga o‘rnatish uchun.10.25 listingda sketch ko‘rsatilgan.



10.25-rasm.Arduino ga harorat datchigini va SKI ni ulash sxemasi

### 10.25 listing

```
// Kutubxonani ulash
#include<LiquidCrystal.h>
// ulashni ulanish nuqtalarini ko'rsatib initsializatsiyalash
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
const int LM335=A0; //LM335ni ulash uchun
void setup() {
// display o'lchamini o'rnatish
lcd.begin(16, 2);
}
void loop ()
{
double val = analogRead(LM335); // o'qish
double voltage = val*5.0/1024; // voltga o'zgartirish
// qiymatlarni Kelvinda chiqarish
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print("Tk="); lcd.print(voltage*100); lcd.print("K");
double temp = voltage*100 - 273.15; // gradusSelsida
// qiymatni gradus selsida chiqarish
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("Ts="); lcd.print(temp); lcd.print("");
delay(1000); // navbatdagi o'lchashdan oldingi sukut
}
```



### **Ulanish tartibi:**

1. LM335 datchigini va SKI ni 10.25-rasmda ko'rsatilganidek ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.25 listingdagi sketchni yuklanadi.

3. Displey ekraniga chiqarilgan harorat datchigining Kelvin va gradus selsidagi ko'rsatgichlarini kuzatamiz(10.25-rasm).

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg'ulotning maqsadi.

3. Kerakli komponentlar ro'yxati.

4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.

6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?

2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?

3. Sxema qanday tartibda yigildi?

4. LCD1602 indikatorini qanday vazifani bajaradi?

## **10.16. Nokia 5110 misolida grafik indikator**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda Nokia 5110 grafik displeyini ko'rib chiqiladi, uni Arduino loyihalarida grafik axborotlarni chiqarishda ishlatishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

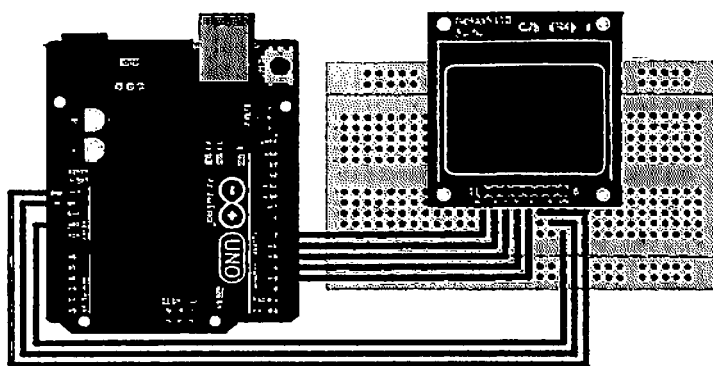
- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- Nokia 5110 grafik displeyi;
- 2 kOm li qarshilik;
- fotoqarshilik;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Nokia 5110 suyuq kristalli displey -PCD8544 kontrolleridagi oq-qora 84x84 imkoniyatli displey grafik va matnli axborotlarni aks ettirish uchun mo'ljallangan. Displey manbai 2,7 – 3,3 V oralig'ida bo'lishi kerak (maksimum 3,3 V, displeyning VCC oyoqchasiga +5 V berilganda u ishdan miqishi mumkin). Lekin kontrollerning oyoqchalari +5V ga

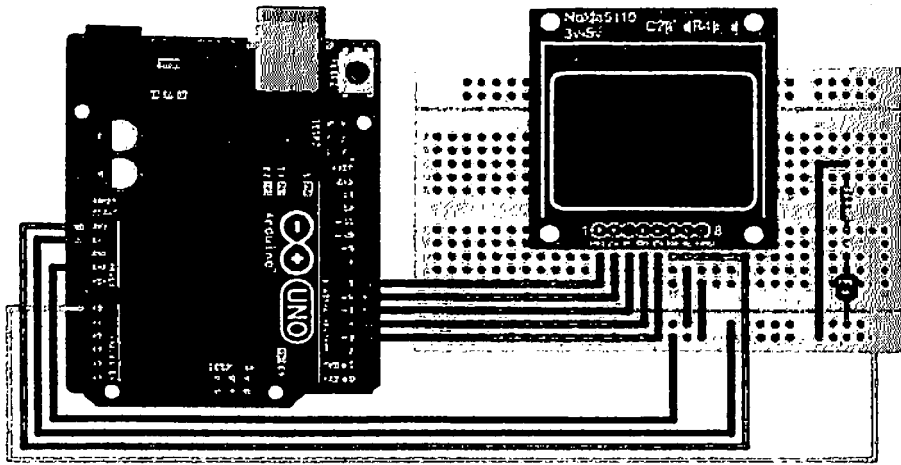
chidamli, shuning uchun ularni to'g'ri Arduino oyoqchalari bilan ulash mumkin. Ahamiyatga molik tomoni – iste'moli kam, bu esa displeyni Arduino platasidan manba bilan ta'minlash imkonini beradi, tashqi manbasiz. Nokia 5110 ni Arduino ga ulash sxemasi 10.26-rasmda berilgan.

Nokia 5110 displeyi bilan ishlash uchun Adafruit\_GFX kutubxonasini ishlatiladi, u grafikani va matinni chiqarish uchun boy imkoniyatlarga ega. Bu amaliy ishda yoritilganlik darajasi haqidagi axborotni Arduino ning AO analogli oyoqchasiga ulangan fotoqarshilikdan olinadi va yoritilganlik darajasi haqidagi axborotni raqamli hamda grafik ko'rinishida chiqaradi. Ulanish sxemasi 10.27-rasmda keltirilgan.

Amaliy ishning sketch kodi 10.26 listingda ko'rsatilgan. Fotoqarshilikdan axborotlarni o'qiladi va sonli qiymatlarni hamda shuningdek grafik ko'rinishdagi yoritilganlik darajasi haqidagi axborotlarni maksimal qiymatiga nisbatan foiz hisobida aks ettiriladi. Yoritilganlik darajalarining minimal va maksimal qiymatlarini 13 amaliy ishdan olinadi.



10.26-rasm.Nokia 5110 ni Arduino ga ulash sxemasi



10.27-rasmi.Nokia 5110 vafotoqarshilikniArduino ga ulash sxemasi

### 10.26 listing

```
// Kutubxonani ulash
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_PCD8544.h>
// PIN 7 - RST Pin 1 on LCD
// PIN 6 - CE Pin 2 on LCD
// PIN 5 - DC Pin 3 on LCD
// PIN 4 - DIN Pin 4 on LCD
// PIN 3 - CLK Pin 5 on LCD
Adafruit_PCD8544 display = Adafruit_PCD8544(3, 4, 5, 6, 7);
const int LIGHT=A0; // Foto qarshilik kirishi uchun AO ulanish
nuqtasi
const int MIN_LIGHT=200; // Yoritilganlikni pastgi nuqtasi
const int MAX_LIGHT=900; // Yoritilganlikni yuqori nuqtasi
// Foto qarshilik axborotlarini saqlash uchun o'zgaruvchi
int val1,val2 = 0;
void setup()
display.begin();
// ekran fonini tiniqligini o'rnatish
// juda muhim ko'rsatgich!
display.setContrast(60);
display.clearDisplay(); // ekranni tozalash
delay(2000);
```

```

}
void loop ()
{
  val1 = analogRead(LIGHT); // Fotoqarshilik ko'rsatgichlarini
o'qish
  drawText(val1,1); // matnni chiqarish
  // potensiometr qiymatni 0-75 ga masshtablashtirish
  val2= map(val1, MIN_LIGHT, MAX_LIGHT, 0, 75);
  // qora to'g'ri to'rtburchakni chiqarish % da
  display.fillRect(5, 25, val2, 10, 1);
  // to'g'ri to'rtburchakning oq qismini chiqarish
  display.fillRect(5+val2,25, 75-val2, 10, 0);
  display.display();
  delay(1000); // yangi o'lchash oldidan sukut
  drawText(val1,2); // matnni o'chirish
}
// matnni chiqarish amali
void drawText(unsigned long num,int color)
display.setTextSize(2);// shrift o'lchami
display.setCursor(20,5);// kursor holati
if(color==1)
display.setTextColor(BLACK);// qiymatlarni chiqarish
else
display.setTextColor(WHITE); // o'chirish
display.print(num);
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. Nokia 5110 displey datchigini va fotoqarshilikni 10.27-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulash.
2. Arduino platasiga 10.26 listingdagi sketchni yuklash.
3. Yorug'lik oqimini qo'l bilan berkitib, displey ekranida yoriqli darajasini o'zgarishi kuzatiladi.

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

**Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Nokia 5110 moduli qanday vazifani bajaradi?

### **10.17. Servoyuritma. Potensiometrni aylantirib holatini o'zgartirish**

**Mashg'ulotning maqsadi:**

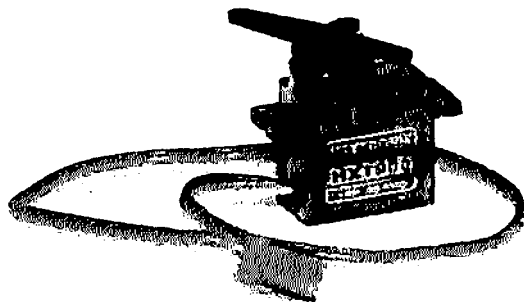
Bu mashg'ulotda SG90 servoyuritma asosida potensiometrda keluvchi signaliga bog'liq bo'lgan holda servoyuritmaning chiqish valini burilishini amalga oshirishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

**Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- SG90 servoyuritgich;
- 1 kOm li qarshilik;
- +5 V tashqi manba;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Servoyuritma (10.28-rasmga qaralsin) – bu qurilma bajaruvchi qurilmani harakatini ta'minlovchi signalga aynan mos signallarni o'zgarishini ta'minlovchi (odatda, aylanma) qurilmadir. Qurilma motorli, sxema va ichida reduktorli hamda chiqish valili to'g'ri to'rtburchakli quti ko'rinishida bo'lib, u valni kirish signali belgilab beruvchi qat'iy qayd qilingan burchakka burib bera oladi. Odatda bu burchak 60 gradusdan 180 gradusgacha chegaralangan. Undan tashqari, doimiy aylanuvchi servoyuritmalar ham mavjud.

Servoyuritma uchta sim yordamida boshqarish qurilmasiga (drayverga yoki kontrollerga) va manbaga ulanadi. Servoyuritma o'zgaruvchi davrli impulslar yordamida boshqariladi. Burilish burchagi impulsning davri bilan aniqlanadi, u signallar uzatiladigan sim orqali beriladi. Bu keng-impulsli modulyatsiyalash deb ataladi. Servoyuritma har 20 ms da signalni kutadi. Impulsning davri motor qanchalik uzoqqa aylanishini belgilab beradi. Masalan, 1,5 ms li impuls motorni 90 gradus holatga burilishi kerakligidan xabar beradi (neytral holat).



10.28-rasm.Servo yuritma

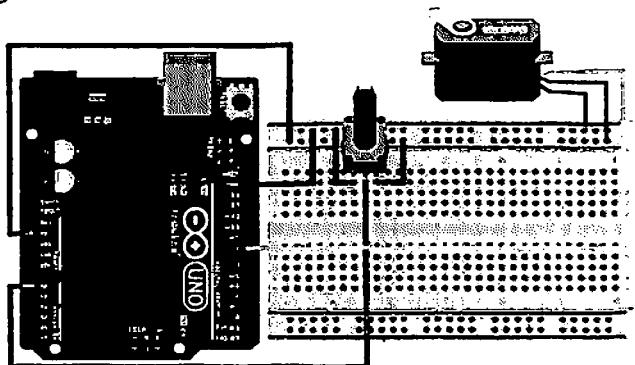
Servoyuritma harakatga buyruq olganda, uning boshqarish azosi shu holatga o'tadi va shu holatni ushlab turadi. Agarda servoyuritma berilgan holatni ushlab turganda servoyuritmaga tashqi kuch ta'sir etsa, servoyuritmaga bu holatdan boshqa holatga o'zgarishga qarshilik ko'rsatadi. Servoyuritma ushlab tura oladigan maksimal kuch qiymati, servoyuritmaning aylanish momentini karakterlaydi. Biroq servoyuritma o'z holatini doimiy ushlab tura olmaydi, holatni o'zgartirish impulslari servoyuritmani holatini o'zgartirmay saqlab turishi haqida xabar berib takrorlanib turishi kerak.

Bu amaliy ishda servoyuritma holatini potensiometr yordamida boshqariladi. Servoyuritma va potensiometrni Arduino ning platasiga ulanish sxemasi 17.2-rasmda ko'rsatilgan. Servoyuritma uchta sim bilan ulanadi: manba(Vcc), «yer» (Gnd) va signal uchun (S). Manba qizil sim, u +5 V tashqi manbaga ulanishi mumkin, qora (yoki jigarrang) sim - «yer» ArduinoGND ning GND-oyoqchasiga ulanadi, signal uchun (olov rang/sariq/oq) sim Arduino kontrollerining raqamli oyoqchasiga ulanadi. Servoyuritmani manba bilan ta'minlash uchun alohida +5 V manba ishlatiladi.

Servoyuritmani boshqarish uchun Arduino da standart Servo kutubxona mavjud. Mega dan farqli platalarda kutubxonaning ishlatilishi 9 va 10 pinlarda (bu pinlarga servoyuritmalar ulanganmi yoki yo'qmi undan qat'iy nazar) analogWriteO (KIM) ishlatilish imkoniyatini o'chiradi. Mega platalarda 12 tagacha servoyuritmalar KIM faoliyatiga ta'sir etmasdan ishlatilishi mumkin, lekin 12 tadan 23 tagacha servoyuritmalar ishlatilganda esa 11 va 12 pinlarda PWM KIM faoliyatini o'chirib qo'yadi.

Potensiometrning analog axborotlarini (0-1023) servoyuritmaning burilish burchagi qiymatlariga (0-180) tar () funksiyasi yordamida

masshtablanadi va `servo.write(angle)` kutubxona vazifasi yordamida servoyuritmaga burilish uchun buyruq beriladi. 10.27 listingda sketch berilgan.



10.29-rasm.Servoyuritma va potensiometrni Arduino ga ulanish sxemasi

### 10.27 listing

```
#include<Servo.h> // Servo kutubxonasini ulash
Servo servol;
const int pinServo=8; // Servoyuritmani ulash uchun pin
const int POT=0; // Potensiometrni ulash uchun AO analogli kirish
int valpot =0; // potensiometr qiymatni saqlash uchun o'zgaruvchi
int angleServo =0; // Servoyuritmani burilish burchak qiymatini
saqlash uchun o'zgaruvchi
void setup()
{
// servo o'zgaruvchisini pinServo oyoqchasiga ulash
servol.attach(pinServo);
}
void loop()
{
valpot = analogRead(POT); //potensiometr axborotini o'qish
// 0-180 oraliqqa qiymatni masshtablanadi
angleServo=map(valpot,0,1023,0,180);
// olingan burchakka servoyuritmani burilishi
servol.write(angleServo);
delay(15); // servoyuritmani burilishini kutish uchun sukut
}
```

### **Bajarilish tartibi:**

1. Servoyuritma datchigini va potensiometrni 10.29-rasmda ko'rsatilganidek ulash.
2. Arduino platasiga 10.27 listingdagi sketchni yuklash.
3. Potensiometr tutqichini burash orqali servoyuritma holatini boshqariladi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Servoyuritma qandae vazifani bajaradi?

## **10.18. Djoystik. Djoystikdan kelgan axborotlarga ishlov berish. Djoystik yordamida Pan/Tilt Bracket ni boshqarish**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda Arduino ga ikki o'qli analogli djoystikni ulanish ko'nikmalarini xosil qilishdir.

### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- djoystik moduli;
- Pan/TiltBracket kronshteyni;
- Servoyuritma – 2 ta;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

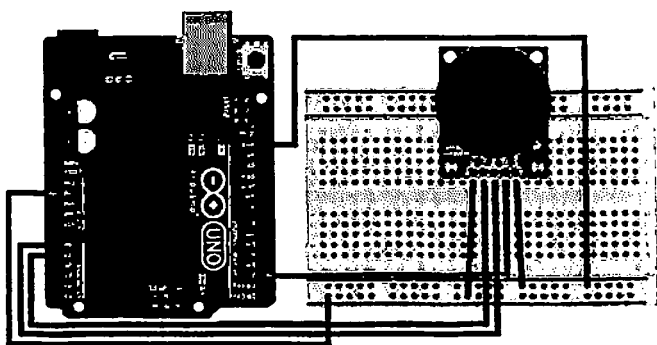
Arduino asosida ikki o'lchamli koordinata tizimida harakatlanuchi qandaydir qurilmani boshqarish uchun djoystik juda ham mos keladi. Arduino platalari uchun analog djoystik moduli mavjud, u X, Y (10 kOm potensiometr) o'qiga ega va qo'shimcha tugmaga ega – Z o'qi. Djoystik nol nuqtadan og'ishni silliq va aniq kuzatish imkonini beradi.



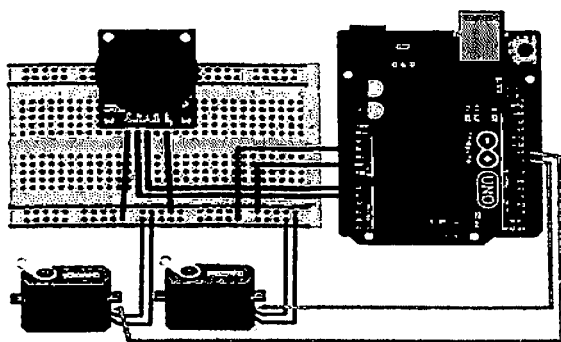
Djoystikning o'zi prujina yordamida o'rnatilgan, shuning uchun ma'lum holatdan so'ng uni qo'yib yuborilsa markaziy holatga qaytib keladi.

Vcc va GND ulanish nuqtalari o'zaro barcha uch guruh ulanish nuqtalari bilan ulangan. Shunday qilib, ulanish uchun 5 ta sim kerak bo'ladi: X o'qi, Y o'qi, Z tugma, manba Vcc va yer GND. Djoystiklar passiv modul bo'lgani uchun Arduino platasidan hech qanday energiya iste'mol qilmaydi. VERT i HORZ oyoqchalari Arduino ning AO va AI analog kirishlariga ulanadi, SEL – raqamli kirish D2 ulanadi. Ulanish sxemasi 10.30-rasmda keltirilgan.

Djoystikning axborotini o'qish va qiymatlarni ArduinoIDE ning ketma-ket porti monitorga chiqarish sketchini yoziladi. Sketch 10.28 listingda ko'rsatilgan.



10.30-rasm.Djoystik platasini Arduinoga ulanishi



10.31-rasm. Djoystik platasini va Pan/TitleBracket ni Arduino ga ulanish sxemasi

### 10.28 listingi

```
const int axisX=A0; // X o'qi A0 ga ulangan
const int axisY=A1; // Y o'qi A1 ga ulangan
const int axisZ=2 ;// Z o'qi (djoystik tugmasi) D2 ga ulangan
int valX, valY, valZ = 0; // o'qlar qiymatni saqlash uchun
```

o'zgaruvchilar

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(axisZ, INPUT_PULLUP); // D2 ni INPUT yoqish bilan
```

kabi o'zgartiriladi

```
// protsessor ichidagi tortuvchi registorni
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop () {
```

```
valX = analogRead(axisX); // X o'qining qiymati
```

```
valY = analogRead(axisY); // Y o'qining qiymati
```

```
valZ = 1-digitalRead(axisZ); // Z o'qining qiymati (tugma)
```

```
// qiymatni monitorga chiqarish
```

```
Serial.print("X:"); Serial.print(valX, DEC) ;
```

```
Serial.print("Y:"); Serial.print(valY, DEC);
```

```
Serial.print("Z:"); Serial.println(valZ/ DEC);
```

```
delay(500); // axborotlarni keyingi o'qishdan oldingi sukut
```

```
}
```

#### Ulanish tartibi:

1. 10.30-rasmdagi sxema bo'yicha Arduino platasiga djoystikni ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.28 listing sketchini yuklanadi.
3. Monitorda Arduino IDE ning ketma-ket portini ko'ramiz - X va Y o'qlar bo'yicha og'ish qiymatini va tugma holatini (Z o'q) chiqarish.

Djoystikni ishlatilishiga ancha tushunarli misol loyihalashtiramiz - ikkita servoyuritgichli Pan/Titl Bracket kronshteyn holatini boshqarish uchun, unga masalan kamerani joylashtirish mumkin va kamera holatini chapga/o'ngga hamda pastga/tepaga djoystik yordamida o'zgartirish mumkin. Bu amaliy ish uchun ulanish sxemasi 10.31-rasmda ko'rsatilgan.

X o'qi bo'yicha djoystikni harakatlantirib pastdagi servoyuritgichni (chapga/o'ngga) burilishini boshqariladi, djoystikni Y

o'qi bo'yicha harakatlantirish orqali esa yuqoridagi servoyuritgichni (yuqoriga/pastga) burilishini boshqariladi. Har bir o'q bo'yicha (analog qiymatda 512) djoystikni o'rtadagi neytral holati servoyuritmaning burilish burchagining 90° mos keladi. 10.29 listingda sketch ko'rsatilgan.

### 10.29 listing

```
#include<Servo.h> // Servo kutubxonasi ulanishi
Servo servo1, servo2;
const int pinServo1=8; // 1 servoyuritmani ulash uchun pin
const int pinServo2=9; // 2 servoyuritmani ulash uchun pin
// servoyuritma burilish burchagini saqlash uchun o'zgaruvchilar
int angleServo1,angleServo2 = 0;
const int axisX=A0; // Xo'q AOga ulangan
const int axisY=A1; // Yo'q A1 ga ulangan
int valX, valY = 0; // o'qlarni qiymatni saqlash uchun
o'zgaruvchilar
void setup()
{
// servol o'zgaruvchini pinServol oyoqchasiga ulash
servo1.attach(pinServo1);
// servo2 o'zgaruvchini pinServo2 oyoqchasiga ulash
servo2.attach(pinServo2);
}
void loop()
{
valX = analogRead(axisX); // X o'qining qiymati
valY = analogRead(axisY); // Y o'qining qiymati
// qiymatni 0-180 oraliqqa masshtablanadi
angleServo1=map(valX,0,1023,0,180);
angleServo2=map(valY,0,1023,0,180);
// servoyuritmani olingan burchakka tekshirish
servo1.write(angleServo1);
servo2.write(angleServo2);
delay(15); // servoyuritmani burilishini kutush uchun
}
Ulanish tartibi:
1. Pan/TitleBracket ni va servoyuritmani yig'iladi.
```

2. Djoystikni va Pan/TitleBracketni Arduino platasiga 10.32-rasmdagi sxema bo'yicha ulanadi.

3. Arduino platasiga 10.29 listingdagi sketchni yuklanadi.

4. X i Y o'q bo'yicha djoystikni harakatlantirish orqali Pan/TitleBracket ning holatini boshqariladi.

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg'ulotning maqsadi.

3. Kerakli komponentlar ro'yxati.

4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.

6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

**Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?

2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?

3. Sxema qanday tartibda yigildi?

4. Analog djoystik moduli qandae vazifani bajaradi?

## **10.19. ULN2003 (L293) da boshqariluvchi 4 fazali qadam dvigateli**

**Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda Arduino ga qadam dvigatelini ulanish ko'nikmalariga ega bo'lishdir.

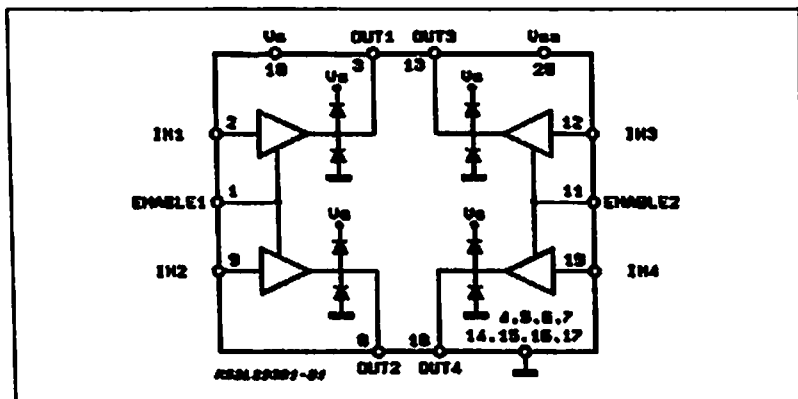
**Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- Sxema yig'ish uchun plata;
- qadam dvigateli;
- L293 mikrosxema;
- tugma – 2 ta;
- 1 kOm qarshilik – 2 ta;
- tashqi manba +5V;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Qadam dvigateli elektromexanik qurilma bo'lib, uning vazifasi elektr impulslarini dvigatel valini ma'lum burchak bo'yicha harakatga o'zgartirishdan iborat. QD harakatlanishning yuqori aniqligi va tezligi kerak bo'lgan sohalarda keng miqyosda qo'llaniladi. QD qo'llanilgan qurilmaga misol bo'lib printerlar, fakslar va nusxa oluvchi mashinalar

va shuningdek ancha murakkab qurilmalar: RDB (raqamli dasturiy boshqarish) stanoklar, frezer va boshqa mashinalar bo'la oladi.

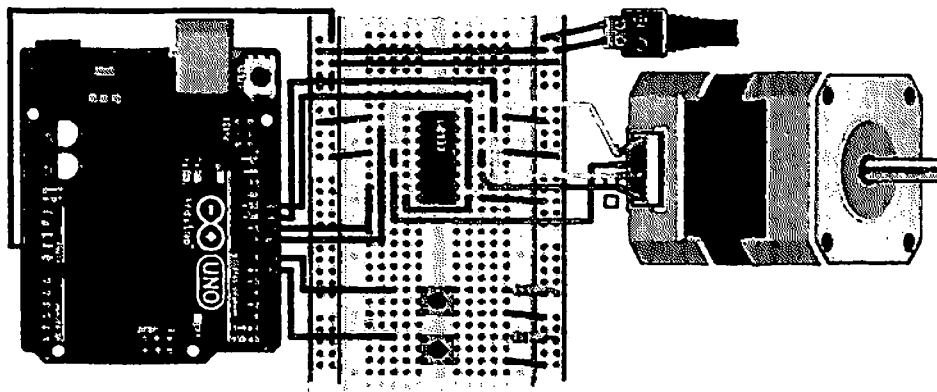
*Qadam dvigateli* – sinxron shlyotkasiz bir necha cho'lg'amli elektrodvigel, unda stator cho'lg'amlaridan biriga berilgan tok rotorning qayd qilinishiga olib keladi. Dvigatel cho'lg'amlarini ketma-ket faollashtirish rotorni diskret burchakli harakatiga (qadam) olib keladi. Arduino oyoqchalariga to'g'ridan-to'g'ri qadamli dvigatelni ulash mumkin emas, ulash uchun qadamli dvigatellarning har qanday drayverlarini ishlatish mumkin (masalan, A4988), yoki o'zgarms tok dvigatellar drayverlarini (ULN2003, L293). Tajribada L393 mikrosxemasini ishlatiladi, u o'zida to'rtta quvvatli kuchaytirgichiga ega (10.33-rasmga qaralsin). Agarda kuchaytirgich kirishiga mantiqiy 1 berilsa, u holda chiqish 12 V ga ulanadi, agarda kirishga mantiqiy 0 berilsa, u holda chiqish yerga ulanadi. Shunday qilib, turli kirishlariga 0 va 1 larning kombinatsiyasini berish orqali dvigatel chiqishlarini turli qutbli shinalarga o'tqazish mumkin, harakatlanuvchini turli taraftga aylantirib.



10.33-rasm. L293 dvigatellar drayveri.

Arduino ga qadam dvigateli ulanadi va tugmalar yordamida qadam dvigatelini turli taraftga harakat yo'nalishi beriladi.

Ushbu amaliy ish uchun ulanish sxemasi 10.34-rasmda ko'rsatilgan.



10.34-rasm. Qadam dvigateli va Arduino ni ulanish sxemasi

Tugmalar yordamida qadam dvigatelining burilishini boshqarish sketchi yoziladi. Birinchi tugma bosilganda qadam dvigateli soat strelkasining harakati bo'yicha 200 qadam harakatlanadi, boshqa tugma bosilganda esa qadam dvigateli soat strelkasi harakatiga teskari yo'nalishda 200 qadam harakatlanadi. Sketchni yozishda Arduino ning Stepper kutubxonasini ishlatiladi. Sketchni 10.30 listingda ko'rsatilgan.

#### 10.30 listing

```
#include <Stepper.h>
#define STEPS 200 // Qadamlar soni
Stepper stepper (STEPS, 8, 9, 10, 11);
// klavishlar
int pinButtonsI[]={6/7};
int lastButtonsI[]={0,0};
int currentButtonsI[]={0,0};
int countButtonsI=2;
void setup()
{
  stepper.setSpeed(50);
}
void loop()
{
  // tugmalar bosilishini tekshirish
  for(int i=0;i<countButtonsI;i++)
  {
    currentButtonsI[i] = debounce(lastButtonsI[i],pinButtonsI[i]);
```

```

if (lastButtonsl[i] == 0 && currentButtonsl[i] == 1)
// yesli najatie...
{
if(i==0)
stepper.step(10*STEPS);
else
stepper.step(-10*STEPS);
}
lastButtonsl[i] = currentButtonsl[i];
}
}
// Titrashni silliqlash funksiyasi
int debounce(int last,int pinl)
{
int current = digitalRead(pinl); // Tugma holati o'qilsin
if (last != current) // agarda o'zgargan bo'lsa...
{
delay(5); // jdem 5 ms
current = digitalRead(pinl); // tugma holati o'qiladi
return current; // tugma holatini qaytariladi
}
}

```

### **Ulanish tartibi:**

1. Arduin oplatasi ga elementlarni 10.34-rasmda ko'rsatilganidek ulashni bajariladi.

2. Arduino platasiga 10.30 listingdagi sketchni yuklanadi.

3. Tugmalardan birini bosilganda qadam dvigateli bir tarafta 200 qadamni amalga oshiradi va to'xtaydi, boshqa tugmaga bosilganda dvigatel teskari tarafta 200 qadamni amalga oshiradi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Qadam dvigatelining vazifasi.

### **10.20. DS18B20 harorat datchigi**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda 1-Wire protokoli bilan ishlaydigan keng tarqalgan DS18B20 raqamli harorat datchigini ko'rib chiqiladi va datchik ko'rsatgichlarini SKI WH1602 ekraniga chiqarish bo'yicha tasavvurga ega bo'lish kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- DS18B2 datchik;
- L293 mikrosxema;
- LCD-ekran WH1602a;
- 50 Om qarshilik;
- 1 kOm li potensiometr;
- tashqi manba +5V;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

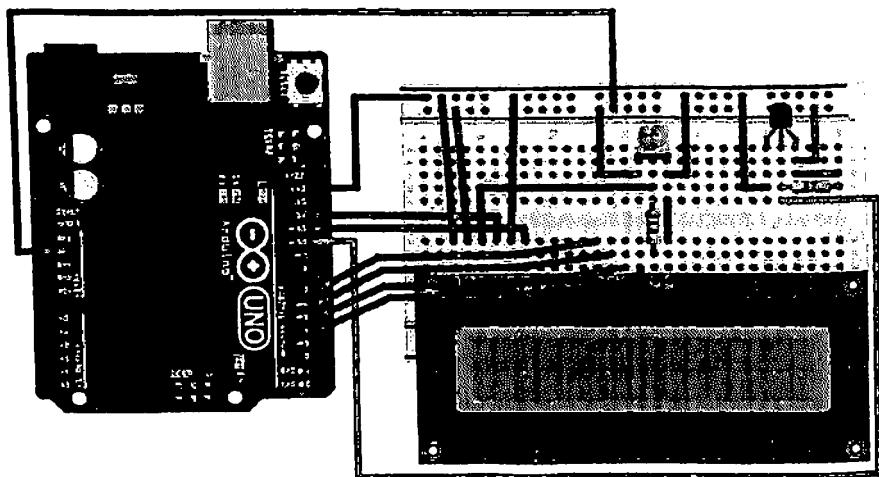
DS18B20 – sezgirligini 9 bitdan 12 bitgacha dasturlanuvchi raqamli termometr, u qurilmaning EEPROM- xotirasida saqlanishi mumkin. DS18B20 datchigi axborotlarni 1-Wire shinasi orqali almashadi va shu bilan bir qatorda aloqa yo'lida yagona qurilma bo'lishi mumkin va u guruhda ham ishlashi mumkin. Shinadagi barcha jarayonlar markaziy mikroprotsessor yordamida boshqariladi. Datchikni o'lchash oralig'i: -55 °S dan +125 °S gacha 0,5°S aniqlikda -10 °S dan +85 °S oraliqda ishlaydi. Tashqi manba bo'lmagan taqdirda DS18B20 aloqa yo'lining kuchlanishi bilan ham ishlashi mumkin.

DS18B20 turidagi har bir datchik noyob 64-bitli ketma-ket kodga ega, u bitta shinaga o'rnatilgan DS18B20 datchiklarning ko'pi bilan muloqat qilish imkoniyatini yaratadi. Birinchi sakkizta biti seriya kodi (DS18B20 - 28h uchun), so'ng 48 bit noyob nomerlar va oxirida 8- bit CRC-kodi. Bunday tamoyil DS18B20 datchiklarning ko'pini bitta mikroprotsessor orqali nazorat qilish uchun ishlatishga imkoniyat yaratadi.

Bu mashg'ulotda axborotlarni DS18B20 datchigidan o'qiladi va SKI WH1602 ekraniga chiqariladi, uni 16 amaliy ishda ko'rilgan.



DS18B20 harorat datchigi va WH1602 ni Arduino platasiga ulanish sxemasi 10.35-rasmda ko'rsatilgan.



10.35-rasm.DS18B20 va WH1602 harorat datchigini Arduino ga ulanish sxemasi

Sketchni yozishni boshlash mumkin. Arduino da 1-Wire qurilmasi bilan ishlash uchun standart OneWire kutubxonasi mavjud. Datchikdan axborotlarni o'qish va WH1602 indikator ekraniga chiqarishning sketch 20.1 listingda ko'rsatilgan. 1-Wire qurilmasidan axborotlarni o'qish ketma-ketligi quyidagicha:

1. RESET ni amalga oshirish va 1-Wire aloqa yo'lida qurilmalarni qidirish.
2. Datchik harorati konvertatsiyasini ishga tushirish uchun 0x44 buyruqni berish.
3. 750 ma dan kam bo'lmagan vaqt kutish.
4. Datchik OXQ (harorat haqidagi axborotlar birinchi ikki baytlarda saqlanadi) axborotlarni o'qish uchun 0xVE buyruqni berish.

### 10.31 listing

```
#include <OneWire.h>
OneWire ds(10); // 1-Wire yo'li pin 10 da bo'ladi
#include<LiquidCrystal.h>
// ulanish nuqtalarni ulanishini ko'rsatib initsializatsiyalash
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
void setup(void)
```

```

{
Serial.begin(9600);
// display o'lchamini o'rnatish
led.begin(16, 2);
led.clear();
}
void loop(void)
{
int t=get_temp();
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
led.print(t/16);lcd.print(".");lcd.print((t%16)*100/16);
}
// DS18B20 datchikdan axborotlarni olish
int get_temp()
{
byte i;
byte present = 0;
byte data[12];
byte addr[8];
int Temp;
if ( !ds.search(addr))
{Serial.print("No more addresses.\n");
ds.reset_search();
return -1;
}
// 1-Wire qurilmasining noyob manzilini monitorga chiqarish
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("R=");
for ( i = 0; i < 8; i++)
{lcd.print(addr[i], HEX);lcd.print(" ");}
if ( OneWire:crc8( addr, 7) != addr[7])
{
Serial.print("CRC is not valid!\n");
return -1;
}
if ( addr[0] != 0x28)
{
Serial.print("Device is not a DS18S20 family device.\n");
}
}

```

```

return -1;
}
ds.reset();
// datchik orqali haroratni konvertatsiyasini boshlash
ds.write(0x44,1);
delay(750); // 750 ms kutiladi
present = ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0xBE);
// datchikning OXQ o'qiladi
for ( i = 0; i < 9; i++)
{ data[i] = ds.read();}
Temp=(data[1]<<8)+data[0];
return Temp;
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. DS18B20 datchik va WH1602 ni 10.35-rasmdagi sxema bo'yicha ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.31 listingdagi sketchni yuklanadi.

3. Harorat datchigining ko'rsatgichlarini dipley ekranida kuzatiladi.

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg'ulotning maqsadi.

3. Kerakli komponentlar ro'yxati.

4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.

6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?

2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?

3. Sxema qanday tartibda yigildi?

4. DS18B20 harorat datchigini tuzilishi va ishlash tamoyilini tushintiring.

## **10.21. DHT11 namlik va harorat datchigi**

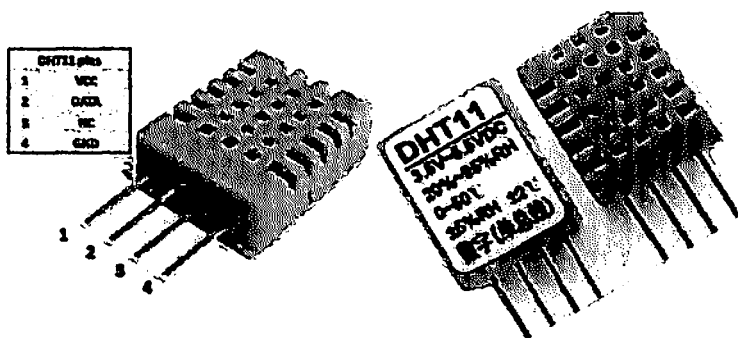
## Mashg'ulotning maqsadi:

Bu mashg'ulotda havoning nisbiy namligini va DHT11 haroratini o'lchash uchun datchiklarni ko'rib chiqiladi hamda datchik ko'rsatgichlarini SKI WH1602 ekraniga chiqarishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

## Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- Sxema yig'ish uchun plata;
- DHT11 datchik;
- LCD-ekran WH1602a;
- 50 Om qarshilik;
- 1 kOm li potensiometr;
- Ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

DHT11 datchigi (10.36-rasmga qaralsin) yuqori tezlik va aniqligi bilan boshqa datchiklardan ajralib turmaydi, biroq arzon bo'lganligi uchun radio xavaskorlarning loyihalarida ishlatilishi mumkin. DHT11 datchigi namlikni sig'imli datchikdan va termistordan tashkil topgan. Undan tashqari, datchik tarkibida namlik va haroratning analog qiymatlarini o'zgartirish uchun oddiy ARO' (analog raqam o'zgartiruvchi) ham mavjud.



10.36-rasm.DHT11 datchigi

Datchik bir qatorga 2,54 mm oraliq bilan joylashgan 4 ta chiqishlari bor:

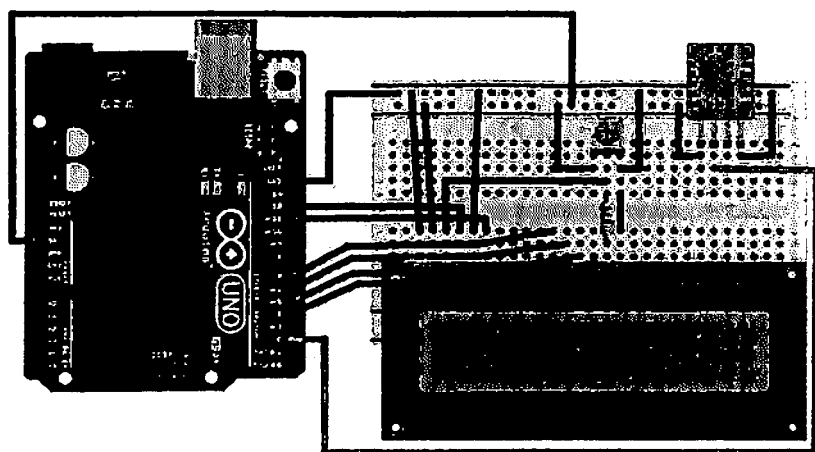
- 1 - VCC (3-5 Vmanba);
- 2 - DATA (axborot chiqishi);
- 3 - ishlatilmaydi;
- 4 - GND (yer).

Almashuv protokoli – bir simli, tarkibi jihatidan DS18B20 ga juda o'xshash, lekin muhim eslatma bilan:

- DHT11 axborotlar yo‘lidan manba olmaydi;
- har bir DS18B20 shaxsiy identifikatori mavjud, bu esa bir necha shu kabi datchiklarni Arduino ning bir piniga ulash imkoniyatini yaratadi. Biroq DHT11 da bu kabi imkoniyat yo‘q – bitta datchik qat‘iy bitta raqamli pinni ishlatadi.

Bu mashg‘ulotda DHT11 datchikdan axborotlarni o‘qiladi va SKI WH1602 ekraniga chiqariladi, uni 16 amaliy ishda ko‘rilgan. Arduino ga ulashni tavsiya etilgan sxema bir simli aloqa yo‘llariga majburiy bo‘lgan tortish qarshilik VCC ga ulanishi kerak, sig‘imni filtr sifatida VCC va GND oyoqchalar o‘rtasiga ulanadi. Bu ishda DHT11 ning modul ko‘rinishidagisi ishlatilgan, u modulda qarshilik va sig‘im bor bo‘lganligi uchun Arduino ga to‘g‘ridan – to‘g‘ri ulash mumkin. DHT11 datchikni va WH1602 ni Arduino platasiga ulanish sxemasi 10.37-rasmda ko‘rsatilgan. SKI ni manbasi uchun alohida +5V li manba bloki zarur.

Sketch yozishga kirishiladi. DHT11 (DHT21, DHT22) datchiklar bilan ishlash uchun Arduino da One Wire kutubxona mavjud. Datchikdan axborotlarni o‘qish va WH1602 indikator ekraniga chiqarish sketchi 10.32 listingda ko‘rsatilgan.



10.37-rasm. DHT11 datchigini va WH1602 ni Arduino ga ulanish sxemasi.

### 10.32 listing

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // DATA ulanish nuqta ulanish pini
```

```

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#include <LiquidCrystal.h>
// ulanish nuqtalarni ulanishini ko'rsatib initsializatsiyalash
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup()
{
  lcd.begin(16,2); // ish tartibi
  dht.begin();
}
void loop()
{
  // namlik va harorat datchiklaridan axborotlar olish
  float h = dht.readHumidity ();
  float t = dht.readTemperature();
  if (isnan(t) || isnan(h)) // axborotlar olinishining hatoligi
  {
    lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Failed to read");
  }
  else // SKI ga axborotlarni chiqarish
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Humidity: ");lcd.print(h); lcd.println(" %");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Temp: "); lcd.print(t);lcd.println(" *C");
  }
  delay(2000); // keyingio'lchasholdidansukut
}

```

### **Ulanish tartibi:**

1. DHT11 datchigini va WH1602 ni 10.37-rasmdagi sxema bo'yicha ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.32 listingdagi sketchni yuklanadi.
3. Harorat va nisbiy namlik ko'rsatgichlarini dipley ekranida kuzatiladi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

5. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
6. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
7. Sxema qanday tartibda yigildi?
8. DHT11 namlik va harorat datchigini tuzilish va ishlash tamoyilini tushintiring.

### **10.22. Gaz datchiklari. Ishlash tamoyili, ishlatilishiga misol Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda gaz datchiklarini MQ-4 datchigi misolida Arduino ga ulash ko'rib chiqiladi va gaz miqdorini oshib ketishiga e'tibor qiluvchi sxema loyahasini yaratishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- MQ-4 datchik;
- gazli o't oldirgich;
- yorug'lik diodi;
- 220 Om qarshilik;
- Ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

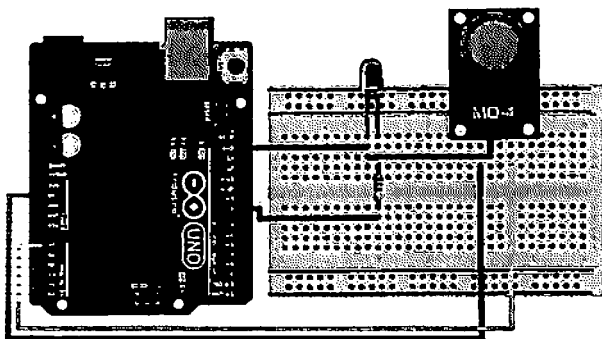
Arduino uchun MQ-sensor seriyasining konstruksiyasi ichida kichik isitgich va elektrokimyoviy sensordan tashkil topgan. Ular gazlarning ma'lum oralig'i uchun sezgir va bino ichida xona haroratida ishlatiladi. Ulardan ba'zi biri:

- MQ-3 –alkogol bug'i sensori;
- MQ-4 –metan, propanlarni topish va sezish uchun sensor;
- MQ-5 i MQ-6 - Propan, butanlarni topish va sezish uchun;
- MQ-7 –is gaziga sezgir;
- MQ-8 - N2 vodorodga mo'ljallangan.

Datchiklarni Arduino ga ulash uchun analog va raqamli oyoqchalari mavjud. Amaliy ishda MQ4 datchikni Arduino platasiga

ulanadi va u gaz mavjudligiga qanday e'tibor qilishini kuzatamiz. Datchikni ulanish sxemasi 10.38-rasmda berilgan.

MQ4 datchigidan ma'lumotlarni olinadi va ketma-ket port monitoriga axborotni chiqarish sketchi yoziladi. Agarda datchikning analog qiymati 750 (xavfli ko'rsatgich) dan oshsa, 8 raqamli oyoqchaga ulangan yorug'lik diodi yoqiladi. 10.33 listingda sketch ko'rsatilgan.



10.38-rasm. MQ4 datchigini ulanish sxemasi

### 10.33 listing

```
// MQ4 ni analog oyoqchasini ulashga ulanish nuqtasi
const int analogInPin = A1;
const int ledPin =8; // yorug'lik diodini ulashga ulanish nuqtasi
int sensorValue =0; // datchik qiymatni ulash uchun o'zgaruvchi
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
  sensorValue = analogRead(analogInPin); // qiymatni olish
  if (sensorValue >= 750)// darajadan oshib ketish
  digitalWrite(ledPin, HIGH);// yorug'lik diodini yoqish oshib ketdi
  else
  digitalWrite(ledPin, LOW); // yorug'lik diodini o'chirish oshib
ketdi
  // ketma-ket portga qiymatni chiqarish
  Serial.print("sensor = " );
```



```
Serial.println(sensorValue); // navbatdagi o'lchashdan oldingi  
sukut delay(1000);  
}
```

### **Ulanish tartibi:**

1. MQ4 datchigini Arduino platasiga 10.38-rasmda keltirilgan sxema bo'yicha ulanadi.
2. Arduino platasiga 10.33 listingda keltirilgan sketchni yuklanadi.
3. ArduinoIDE ni ketma-ket port monitori ochiladi.
4. Datchikka manba berilganidan so'ng ish holatiga o'tish uchun vaqt kerak bo'ladi, masalan 10-15 sekund. Bu vaqt datchik ichidagi isitgich haroratni kerakli qiymatgacha ko'tarishi uchun kerak bo'ladi.
5. Gazli o't oldirgichni datchikka tutiladi va gazni ochiladi, ArduinoIDE ni ketma-ket port monitorida MQ4 datchigidan kelayotgan ko'rsatgichlarning o'zgarishi kuzatiladi.

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
5. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
6. Xulosa.
7. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Gaz datchiklarini tuzilish va ishlash tamoyilini t ushintiring.

## **10.23. HC-SR04 ultra tovushli masofa datchigi. Ishlash tamoyili, ulanishi va ishlatishga misol**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

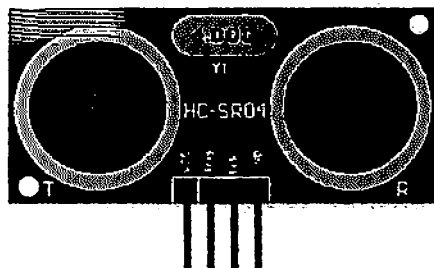
Bu amaliy ishda ultratovushli datchikni masofani o'lchash uchun ishlatishni ko'rib chiqiladi va datchik ko'rsatgichlarini SKI WH1602 ekraniga chiqarish bo'yicha loyiha qilishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;

- sxema yig'ish uchun plata;
- HC-SR04 ultra tovushli masofa datchik;
- pezonurlatgich;
- servoyuritma;
- 100 Om qarshilik;
- +5V tashqi manba;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

HC-SR04 ultratovushli masofa o'lchagich (10.39-rasm) – bu bitta plataga joylashtirilgan ultratovushli signallarni qabul qiluvchi va uzatuvchi. Nurlatgich signal hosil qiladi, u signal to'siqqa uchragach aks etib qabul qiluvchiga keladi. Signalni ob'ektgacha kelish va ortiga qaytish vaqtini o'lchash orqali masofani baholash mumkin. Platadagi qabul qiluvchi va uzatuvchidan tashqari datchik bilan ishlashni oddiy va qulay qilishga mo'ljallangan zarur moslamalar ham mavjud.



10.39-rasm. Ultratovushli masofa o'lchagich HC-SR04

HC-SR04 ultratovushli masofa o'lchagichning texnik ko'rsatkichlari:

- o'lchanuvchi oraliq - 2 dan 500 sm gacha;
- aniqligi - 0,3 sm;
- ko'rish burchagi -  $< 15^\circ$ ;
- manba kuchlanishi - 5 V.
- datchik 4 ta standart chiqishga ega 2,54 mm:
- VCC - +5 V manba;
- Trig (T) –kirish signalining oyoqchasi;
- Echo (R) - chiqish signalining oyoqchasi;
- GND - yer.

Aborotlarni olish uchun harakatlar ketma-ketligi quyidagicha:

- 1.Trig oyoqchasiga 10 mks davomiylikda impuls beriladi.
2. Masofa o'lchagich ichida impuls 40 kGs chastotali 8 ta impulslarga o'zgartiriladi va T nurlatgich yordamida oldinga jo'natiladi.

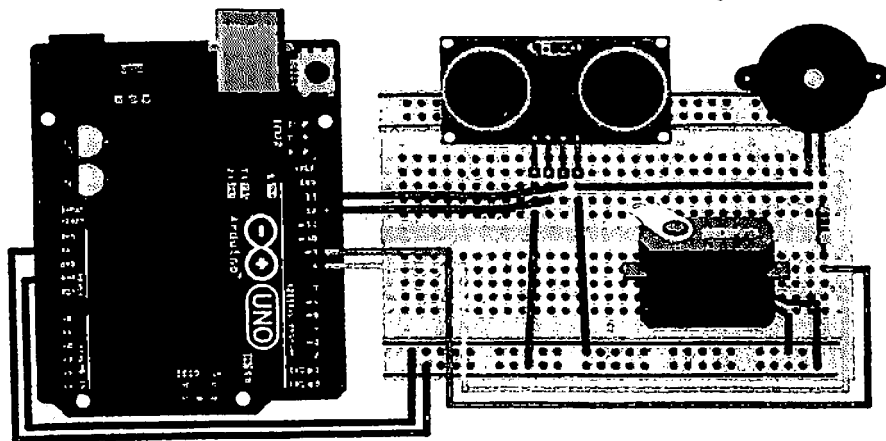
3.To'siqqa yetgach, jo'natilgan impulslar aks etadi va R qabul qiluvchi tomonidan olinadi, natijada Echo oyoqchadan chiqish signali olinadi;

4.Bevosita kontroller tomondan olingan signalni quyidagi formula yordamida masofaga o'zgartiriladi:

- impuls kengligi (mks) / 58 = masofa (sm);

-impuls kengligi (mks) / 148 = masofa (dbym);

Bu mashg'ulotda tovushli ogohlantirgich yaratiladi, u Arduino platasiga 1 m dan kam masofaga yaqinlashganda yoqiladi. Datchik aylanuvchi kronshteynga joylashtirilgan va 180° burchakli ko'rinish maydonini nazorat qiladi. Agarda datchik 1 m radiusda ob'ektni aniqlasa, peyzonurlatgichga tovushli signal beriladi, servoyuritma aylanishi to'xtaydi. Elementlarni ulanishi 10.40-rasmda berilgan.



10.40-rasm.Tovushli ogohlantiruvchi uchun elementlarni ulanish sxemasi

Sketchni yozishda servoyuritma bilan ishlash uchun Servo kutubxonasini va Ultrasonic kutubxonasini ishlatiladi. Arduino ni HC-SR04 datchigi bilan ishlashi uchun tayyor Ultrasonic kutubxona mavjud. Ultrasonic konstruktor ikkita parametрни oladi: pinlar nomeri, ularga Trig va Echo oyoqchalari ulangan, mos ravishda:

Ultrasonicultrasonic(12,13);

23.34 listingda sketch ko'rsatilgan.

### 23.34 listing

```
#include<Servo.h> // Servo kutubxonasini ulash
```

```

Servo servo1;
const int pinServo=8; // servoyuritmani ulash uchun pin
int pos =0; // servoyuritma holatini saqlash uchun o'zgaruvchi
int dir =1; // servoyuritma harakat yo'nalishi
// HC-SR04 Trig - 12, Echo - 13 ulanishi uchun oyoqchalar
Ultrasonic ultrasonic(12, 13);
float dist_cm; // masofa uchun o'zgaruvchi, sm
// pin 9 ga dinamik ulash
int speakerPin = 9;
void setup()
{
// servo1 o'zgaruvchisini pinServo1 oyoqchalariga ulash
servo1.attach(pinServo1);
pinMode(speakerPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
servo1.write(pos); // servoyuritmani olingan burchakka burilishi
delay(15); // servoyuritmaniburilishini kutish uchun sukut
float dist_cm = ultrasonic.Ranging(CM);
if(dist_cm<100 && dist_cm>20)
tone(speakerPin,); // pezozummerni ishga tushirish
else
tone(speakerPin,0); //pezozummerni o'chirish
pos=pos+dir; // sevoyuritma holatini o'zgaruvchisini o'zgartirish
if(pos==0 || pos==180)
dir=dir*(-1); // harakat yo'nalishini o'rganish
}
}

```

### Ulanish tartibi:

1. HC-SR04 masofa datchigini servoyuritmaga mahkamlanadi.
2. HC-SR04 datchikni, pezozummerni va servoyuritmani Arduino platasiga 10.40-rasmdagi sxema bo'yicha ulanadi.
- 3.Arduino platasiga 10.34 listing sketchi yuklanadi.
- 4.Servoyuritmaning davriy harakatlanishini kuzatiladi, ob'ektHC-SR04 datchikni ko'rish maydoniga tushganda pezozumner signal beradi, servoyuritma to'xtaydi, ob'ektzni ko'rish maydonidan yo'q bo'lgach servoyuritma datchigi haraktlanishni tiklaydi.

## **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

## **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. HC-SR04 ultra tovushli masofa datchigining vazifasini tushintiring?

## **10.24.GY-521 misolida uch o'qli giraskop+akselerometr**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda akselerometr va giroskop bilan tanishiladi va Arduino yordamida bu datchiklardan ko'rsatgichlarini olishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- GY-521 moduli;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

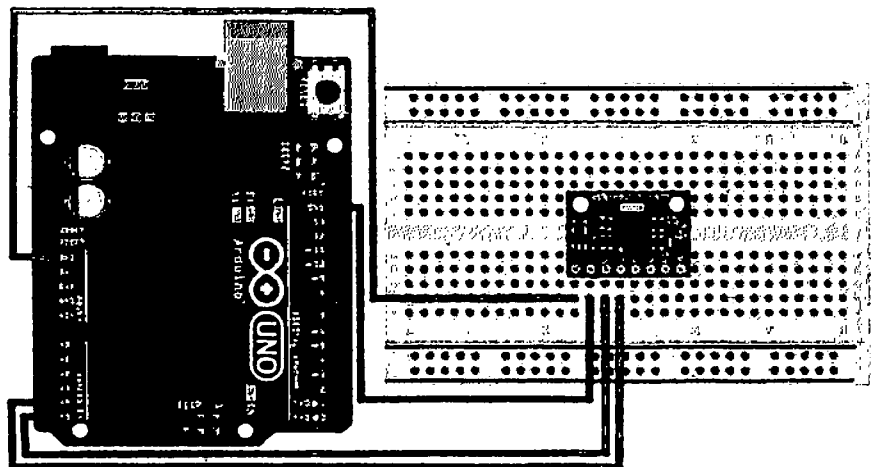
MPU6050 mikrosxemasida GY-521 modulida giroskop, akselerator va harorat sensoridan tashkil topgan. GY-521 modul platasida kerakli MPU6050 element joylashgan, shu jumladan tortuvchi qarshilik, kuchlanishni kam tushushli filtrlash sig'imi bilan 3,3 V ga mo'ljallangan kuchlanish stabilizatori ham joylashgan. Kontroller bilan axborot almashuvi I2C shina orqali amalga oshiriladi.

Giroskop – bu nazorat qilinayotgan ob'ektni mo'ljalga olish burchagini o'zgarishiga e'tibor qiluvchi qurilma. Akselerometr – bu qurilma ob'ektning haqiqiy tezlanishi va gravitatsion tezlanishi orasidagi farqni o'lchaydi.

GY-521 platani Arduino platasiga ulanish sxemasi 10.41-rasmda ko'rsatilgan. Giroskop va akselerometr qiymatlarini MPU6050 datchikdan o'qish uchun sodda sketch kodi 10.35 listingda ko'rsatilgan

### 10.35 listing

```
// kutubxonalarni ulash
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"
MPU6050 accelgyro;
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
void setup()
{
  Wire.begin();
  Serial.begin(38400);
  // initsializatsiyalash
  Serial.println("Initializing I2C devices...");
  accelgyro.initialize();
  delay(100);
}
void loop()
{
  // giroskop va akselerometr qiymatlarini o'qish
  accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
  // qiymatlarni monitorga chiqarish
  Serial.print("a/g:\t");
  Serial.print(ax); Serial.print("\t");
  Serial.print(ay); Serial.print("\t");
  Serial.print(az); Serial.print("\t");
  Serial.print(gx); Serial.print("\t");
  Serial.print(gy); Serial.print("\t");
  Serial.println(gz);
}
```



10.41-rasm. GY-521 ni Arduino ga ulanish sxemasi.

### Ulanish tartibi:

1. GY521 platasini Arduino platasiga 10.41 sxemada ko'rsatilganidek ulash.
2. Arduino platasiga 10.35 listingdagi sketchni yuklanadi. Arduino IDE ning ketma-ket port monitori ochiladi va giroskop va akselerometr dan axborotlarni chiqishini kuzatiladi (10.42-rasmga qaralsin).

3. Datchik burilganda axborotlar o'zgaradi.

Bundek datchiklarni foydalanish sohalari yetarli darajada keng. Ushbu modul giroskop va akselerometrni birgalikda ishlatilganligi sababli ko'pincha kvadrokopterning uchishini stabilashtirish uchun ishlatiladi.

Undan tashqari, modulni turli qurilmalarni borshqarish uchun ishlatish mumkin – oddiy harakatlarni dedektorlashdan to turli robotlarni mo'ljalga olish tizimida yoki qandaydir qurilmalarning harakatini boshqarishda qullaniladi.

АА1	3280	306	19370	304	113	-31.3
АА1	3282	308	19336	302	120	-31.0
АА1	3210	312	19339	304	125	-30.0
АА1	3220	310	19132	304	125	-32.0
АА1	3220	310	19140	302	125	-31.0
АА1	3242	302	19430	310	120	-31.4
АА1	3240	0	19202	297	120	-30.0
АА1	3200	304	19412	300	120	-32.0
АА1	3200	300	19210	296	141	-31.0
АА1	3270	180	19302	294	124	-31.0
АА1	3222	290	19204	300	117	-33.0
АА1	3240	300	19204	300	120	-31.0
АА1	3234	310	19430	300	121	-32.1
АА1	3270	400	19200	302	122	-31.0
АА1	3244	300	19400	310	117	-31.0
АА1	3232	30	19304	305	122	-32.0
АА1	3222	184	19202	300	122	-32.0
АА1	3200	304	19104	300	125	-30.0
АА1	3210	0	19414	300	124	-30.0
АА1	3270	0	19200	304	120	-31.0
АА1	3230	310	19370	302	107	-31.0
АА1	3236	180	19136	310	115	-31.0
АА1	3220	120	19202	301	120	-31.0
АА1	3224	0	19200	300	120	-32.0
АА1	3244	180	19204	301	119	-31.1
АА1	3270	180	19204	300	110	-32.0

10.42-rasm. Girooskop va akselerometrdan axborotlarni ArduinoIDE monitoriga chiqarish

### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### Nazorat savollari.

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. GY-521 moduli qandae vazifani bajaradi?

### 10.25. IQ-foto qabul qiluvchi va IQ-boshqarish qurilmasi.

Boshqarish qurilmasidan kelgan buyruqlarga ishlov berish

#### Mashg'ulotning maqsadi:

Bu mashg'ulotda simsiz IQ-aloqani tashkil etiladi, bu tadbir orqali Arduino platasiga xohishiy IQ-boshqarish qurilmasi (pult) yordamida buyruqlarni jo'natishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.



### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

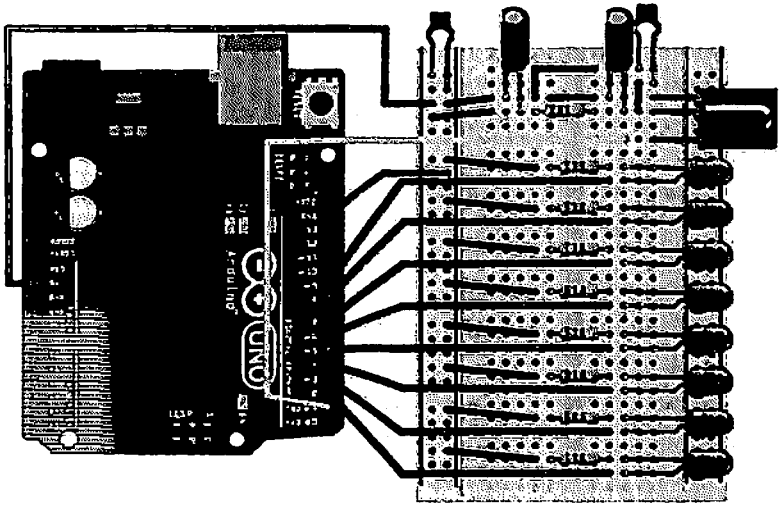
- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- TSOP 31236 IQ-qabul qiluvchi 36 kGs;
- 10 mkF 25V sig'im -2 ta;
- 0,1 mkF keramik sig'im – 2 ta;
- qarshilik 100 Om;
- yorug'lik diodi – 8 ta;
- qarshilik 220 Om -8 ta;
- xohishiy IQ-boshqarish qurilmasi;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

To'liqin chastotasi infraqizil (IQ) oralig'ida bo'lgan qurilmalar ko'pincha robototexnikada ishlatiladi. 36-40 kGs oraliqdagi arzon qabul qilish qurilmalari va shuningdek maishiy uy qurilmalarining ko'p sonli pultlari yordamida sodda, tushunarli simsiz boshqarishni tashkil qilish imkoniyatini yaratadi. Qabul qilish qurilmasi sifatida TSOP31236 mikrosxema ishlatiladi. U bir g'ilof ichida fotodiod, dastlabki kuchaytirgich va hosil qiluvchilar joylashtirilgan. Chiqishida odatdagi TTM-signal hosil bo'ladi, u signal mikrokontrollerda ishlov berishga layoqatli. Asosiy chastota 36 kGs. Uzatish qurilmasi sifatida har qanday maishiy uy qurilmasini boshqarish uchun mo'ljallangan pulti bo'la oladi.

Halallardan ishonchli qabul qilish va kafolatlangan himoyani ta'minlash uchun infraqizil uzatishda signalni modulyatsiyalash va kodlashtirish ishlatiladi. Afsuski, masofadan boshqaruvchi IQ-boshqarish qurilmalar uchun yagona va universal protokol yo'q, vaholangki juda ko'p turlarining ichida ko'p ishlatiladiganlari ham mavjud. Eng qo'p tarqalgan masofadan boshqaruvchi IQ-boshqarish qurilmalar uchun protokollar quyidagilardir: RC5; NEC; JVC; Sony.

Xohishiy pultdan kodlarni qabul qilish va ishlov berish uchun universal kutubxona Irremote mavjud. Sketchni yozishda undan foydalaniladi. Bu mashg'ulotda Arduino platasiga ulangan yorug'lik diodlarini IQ-pulti orqali yoqish ko'riladi. Ulanish sxemasi 10.43-rasmda ko'rsatilgan. IQ- qabul qiluvchining chiqishi Arduino platasining 1 oyoqchasiga ulangan. Filtrsiz stabil ravishda ishlamaydi, shuning uchun RC-filtr qo'yiladi.

Qabul qiluvchidan keluvchi kodlarni aniqlovchi va ularni ketma-ket port monitoriga chiqaruvchi sketchni yuklanadi. Sketch tarkibi 10.36 listingda ko'rsatilgan.



10.43-rasm. IQ-boshqarishning ulanishlar sxemasi

### 10.36 listing

```
#include<IRremote.h> // kutibxonani ulash
int RECV_PIN =1; // IQ-qabul qiluvchini ulash uchun ulanish
nuqtasi
```

```
IRrecv irrecv(RECV_PIN);
decode_results results;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  irrecv.enableIRIn(); // qabul qiluvchini yoqish
}
void loop()
{
  if (irrecv.decode(&results))
  {
    Serial.prmtln(results.value, HEX) ;
    irrecv.resume(); // navbatdagi qiymatni olish
  }
}
```

**Ulanish tartibi:**

1. IQ-qabul qiluvchi va yorug'lik diodini Arduino platasiga 10.43-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.36 sketchni yuklanadi.

3. ArduinoIDE ning ketma-ket port monitori ochiladi va IQ-boshqarish qurilmasi tugmalarini bosilganda hosil bo'ladigan kodlarni ko'riladi.

IQ-boshqarish qurilmasining 2-9 tugmalarini bosilganda keladigan kodlarni xotiralab qolinadi. Ma'lum kodlarni olganda D2-D9 ulanish nuqtalaridagi yorug'lik diodlarini holatini o'zgartiruvchi sketchni yoziladi. Sketch 10.37 listingda berilgan. K2-K9 ulanish nuqtalar qiymati (2-9 tugmalar kodlari uchun) sizda boshqacha bo'ladi.

### 10.37 listing

```
// IQ-boshqarish qurilmasi tugmalarining kodi
```

```
#define K2 1936
```

```
#define K3 3984
```

```
#define K4 144
```

```
#define K5 2192
```

```
#define K6 3472
```

```
#define K7 1424
```

```
#define K8 3216
```

```
#define K9 1168
```

```
#include <IRremote.h> // kutubxonani ulash
```

```
int RECV_PIN = 1; // IQ-qabul qiluvchini ulash uchun ulanish
```

nuqta

```
IRrecv irrecv(RECV_PIN);
```

```
decode_results results;
```

```
//Arduino ning D2 - D9 sidagi qiymat
```

```
int val_pins[]={0,0,0,0,0,0,0,0};
```

```
int res=0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
irrecv.enableIRIn(); // qabul qiluvchini ishga tushirish
```

```
for(int i=2;i<10;i++)
```

```
{
```

```
pinMode(1,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(i,LOW);
```

```
}
```

```
}
```

```

void loop()
{
if (irrecv.decode(Sresults))
{
switch(results. .value)
{
case K2:res=2;break;
case K3:res=3;break;
case K4:res=4;break;
case K5:res=5;break;
case K6:res=6;break;
case K7:res=7;break;
case K8:res=8;break;
case K9:res=9;break;
default:res=0;break;
}
if (res>0)
{
pins[res-2]=1- pins[res-2];
// yorug'lik diodini holatini o'zgartirish
digitalWrite(res, pins[res-2]);
}
irrecv.resume(); // navbatdagi qiymatni olish
}
}
}

```

**Ishni bajarish:**

Arduino platasiga 10.37 sketchni yuklanadi va Arduino platasining (10.43-rasmga qaralsin) 2-9 oyoqchalariga ulangan pultdagi 2-9 tugmalarni bosish orqali yorug'lik diodlarining holati o'zgartiriladi.

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
5. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
6. Xulosa.
7. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

## **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Qabul qilish qurilmasi sifatida qandae mikrosxema ishlatiladi?

## **10.26. Real vaqt soati. Ishlash tamoyili, ulanishi va ishlatishga misol**

### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda DS1307 mikrosxemada amalga oshirilgan real vaqt soatini bilishi va undan foydalana olishi kerak.

### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- DS1307 real vaqt soat moduli;
- batareyka CR2032 3 V;
- SKI WH1602;
- potensiometr 10 kOm;
- qarshilik 51 Om;
- tashqi manba +5V;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Dallas DS1307 mikrosxemasida real vaqt soati bo'lib, unda taqvim va qo'shimcha NWSRAM xotira (56 bayt) mavjud. Mikrosxema mikrokontrollerga I2C shina yordamida ulanadi. Oydagi kunlar sonining hisobi fevral oyidagi kunlarni etiborga olgan holda 2100 yilgacha hisoblanadi. DS1307 mikrosxemasida joylashtirilgan manbani avariya holatini aniqlovchi va avtomatik ravishda zahira manbasiga (batareyaga) ulash sxemasi bor. Bu holda ham vaqtni hisoblash davom etadi va tiklangandan so'ng ham to'g'ri vaqtni ko'rsatadi. Shuningdek bu mikrosxemada to'rtta chastotadan birini (1 Gs, 4096 Gs, 8192 Gs yoki 32768 Gs) hosil qilish imkoniyatini beruvchi dasturlanuvchi to'g'ri burchakli impulslar hosil qiluvchi bor.

Soat I2C protokoli bilan ikkita sim orqali ulanadi. SCL va SDA – bu I2C interfeys oyoqchalari. 2 kOm qarshilik yordamida manba shinasiga soat ulanadigan qo'shimcha oyoqchalarni tortish zarurdir. Turli platalarda SCL va SDA turli oyoqchalarda joylashgan bo'ladi:

- Uno, Nano - A4 (SDA), A5 (SCL);
- Mega2560 - 20 (SDA), 21 (SCL);

➤ Leonardo - 2 (SDA), 3 (SCL).

Soatning SDA oyoqchasi kontrollerlarning SDA oyoqchasiga ulanadi. Bizning amaliy ishda DS1307 mikrosxemasidan olinadigan sana va vaqtni WH1602 indikatorning LCD ekraniga chiqariladi. Ulanish sxemai 10.44-rasmda ko'rsatilgan. Sketch yozishda Time kutubxonasidan foydalaniladi, u DS1307 kutubxona uchun «o'ram» («obertkoy») bo'lib hizmat qiladi va Wire kutubxonasi 12S-qurilmalari uchun hizmat qiladi. SKI bilan ishlash uchun LiquidCrystal kutubxonasi ishlatiladi. 10.38 listingda sketch ko'rsatilgan.

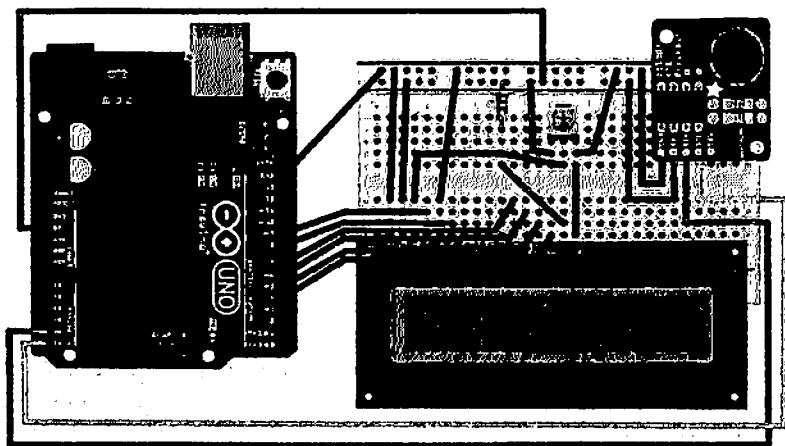
### 10.38 listing

```
// RTC uchun kutubxonani ulash
#include<Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h> // led uchun kutubxonani ulash
#include <LiquidCrystal.h>
// ulashni ulanish nuqtalarini ko'rsatib initsializatsiyalash
LiquidCrystal led(9, 8, 7, 6, 5, 4);
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // displey o'lchamini o'rnatish
}
void loop()
{
  tmElements_t tm;
  if (RTC.read(tm)) // vaqtni hosil qilish
  {
    print2digits(tm.Hour,0,0);
    lcd.print(":");
    print2digits(tm.Minute,3,0);
    lcd.print(":");
    print2digits(tm.Second,6,0);
    print2digits(tm.Day,0,1);
    lcd.print ("7");
    print2digits(tm.Month,3,1);
    lcd.print("/");
    lcd.print(tm.YearToCalendar(tm.Year));
  }
  else
  {
```

```

if (RTC.chipPresentO)
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0/ 0);
lcd.print("DS1307 is stopped");
}
else
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("DS1307 read error");
}
delay(9000);
}
delay(1000);
} // ikkitagacha raqam qo'shish bilan displayga chiqarish amali
void print2digits(int number,int col, int str)
{
lcd.setCursor(col, str) ;
if (number >= 0 && number < 10)
{lcd.print("0");}
lcd.print(number);
}

```



10.44-rasm. DS1307nWH1602 modulini Arduino ga ulanish sxemasi

### **Ulanish tartibi:**

1. DS1307 modulini va SKI ni Arduino platasiga 10.44-rasmda ko'rsatilganidek ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.38 listing sketchini yuklanadi.

3. SKI ekranida har sekunda o'zgarayotgan vaqt va sanani kuzatiladi.

Biroq displey ekranida noto'g'ri vaqt va sanani ko'ramiz. Gap shundaki manba bo'lmagan taqdirda DS1307 mikrosxemasida vaqt qiymati 00:00:00 01/01/2000 ga o'tib qoladi. Manba o'chish holati bo'lganda vaqt nol holatga o'tib qolmasligi uchun batareykadan (3 V) modulni ta'minlash ko'zda tutilgan.

Vaqtни o'rnatish uchun kutubxonada RTC.write (tmElements\_ttm) funksiyasi mavjud. Sketchga RTC axborotlarni o'rnatish imkoniyatini ketma-ket portdan «dd/mm/ YYYYhh:mm:ss» ko'rinishdagi qatorni jo'natish bilan qo'shiladi. Sketch 10.39 listingda ko'rsatilgan.

### **10.39 listing**

```
// RTC uchun kutubxonalarni ulash
#include<Wire.h>
#include <Time.h>
#include<DS1307RTC.h>
// lcd uchun kutubxonani ulash
#include <LiquidCrystal.h>
// ulanishni ulanish nuqtalarini bilan initsializatsiyalash
LiquidCrystallcd(9, 8, 7, 6, 5, 4);
// qator, ketma-ket portga keladigan axborotlardan yig'iladi
String inputString = "";
boolean stringComplete = false; // qatorni to'liqlik bayrog'i
voidsetup()
{
  Serial.begin(9600); // ketma-ket portni ishga tushirish
  lcd.begin(16, 2); // displey razryadligini o'rnatish
}
void loop()
{
  tmElements_ttm;
  // kelgan so'rovni tahlillash uchun qator oxirini kutish:
  if (stringComplete)
```



```

{
tm.Day=(int(inputString[0])-48)*10+(int(inputString[1])-48);
tm.Month=(int(inputString[3])-48)*10+(int(inputString[4])-48);
tm.Year=CalendarYrToTm((int(inputString[6])-
48)*1000+ (int(inputString[7])-48)*100+
(int(inputString[8])-48)*10+(int(inputString[9])-48));
tm.Hour=(int(inputString[11])-48)*10+(int(inputString[12])-48);
tm.Minute=(int(inputString[14])-48)*10+(mt(inputString[15])-
48);
tm.Second=(int(inputString[17])-48)*10+(int(inputString[18])-
48);
RTC.write(tm); // RTC ga vaqtni yozish
// qatorni tozalash
inputString = "";
stringComplete = false;
}
if (RTC.read(tm))
{
prmt2digits(tm.Hour/0,0);
lcd.print(":");
print2digits(tm.Minute,3,0);
lcd.print(":");
print2digits(tm.Second,6,0);
print2digits(tm.Day,0,1);
lcd.print("/");
print2digits(tm.Month,3,1);
lcd. print (Var-
icd, print (tmYearToCalendar(tm.Year));
}
else
{
if (RTC.chipPresentO)
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("DS1307 is stopped");
}
}
else
{

```

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("DS1307 read error");
}
delay(9000);
}
delay(1000);
}
// ikkita son qo'shib displeyga chiqarish amali
void print2digits(int number,int col, int str)
{
lcd.setCursor(col, str);
if (number >= 0 && number < 10)
{lcd.print("0");}
lcd.print(number);
}
// ketma-ket portdan axborot olish
void serialEvent()
{
while (Serial.available ())
{ // navbatdagi baytni olish:
char inChar = (char)Serial.read();
// dobavit v stroku
inputString += inChar;
// /n – uzatish tugadi
if (inChar == '\n')
{stringComplete = true;}
}
}
}

```

Ishni bajarish:

Endi «dd/mm/YYYYhh:mm:ss» qatomi jo'natib ketma-ket port monitoridan vaqtni o'rnatiladi va displey ekranida to'g'ri sana va vaqtning aks etgani ko'rinadi.

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Real vaqt soatining ishlash tamoyilini tushintiring.

### **10.27. SD-karta. Axborotlarni yozish va o'qish**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda qanday qilib SD-karta Arduino platasiga ulanishini bilishi va undan foydalana olishi kerak. .

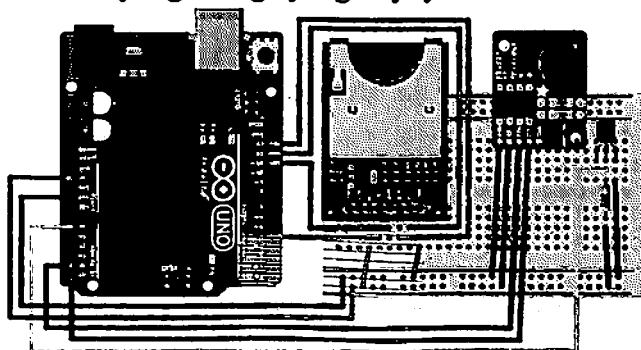
#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- SD-card moduli;
- batareykali real vaqt soati moduli DS1307;
- LM335 harorat datchigi;
- potensiometr 10 kOm;
- Qarshilik 2,2 kOm;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Agarda Arduino-loyihaga xotira yetishmasa, Arduino platasida energiyaga bog'liq bo'lmagan EEPROM xotira sig'imi katta bo'lmasa, tashqi xotirani ham ishlatish mumkin. Arduino platasiga ulanishi jihatidan eng oddiydan biri – bu SD-karta. SD-kartasiga to'g'ridan-to'g'ri ulanish mumkin, yoki modullarini ishlatish mumkin.

Arduino platasiga SD-card modulini ulanadi va analog LM335 harorat datchigining axborotlarini SD-kartasida saqlashga misol yoziladi. Harorat haqidagi axborotlarni tahlillash uchun bu axborotlar o'lchanib olingan vaqt ham kerak bo'ladi, shuning uchun RTC real vaqt soat modulini ishlatiladi. 10.45-rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi. SD-karta bilan ishlash uchun sketch yozishda SD kutubxonasi bilan va shuningdek RTC moduli bilan ishlash uchun Time va DS1307 kutubxonalardan foydalaniladi. 10.40 listingda sketch tarkibi ko'rsatilgan. Har 5 minutda AO analog oyoqchasiga ulangan LM335 datchikdan axborotlar o'qiladi va o'lchash vaqtini hamda harorat

haqidagi axborotlarni d-m-Y ko'rinishdagi faylga kiritiladi. Sutka boshlanishida yangi kunga yangi fayl yaratiladi.



10.45-rasm. SD-card va DS1307 modullarini Arduino ga ulanish sxemasi

#### 10.40 listing

```
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <SD.h>
File myFile;
String sfilename;
char filename [20];
const int LM335=A0; // LM335 ulanishi uchun
tmElements_t tm;
unsigned long millis1=0;
void setup()
{;}
void loop()
{
// tekshirish 5 minut o'tdimi?
if(millis()-millis1>5*60*000)
// o'tayotgan kun uchun fayl nomini olish
sfilename=get_file_name ();
sfilename.toCharArray (filename, 20);
// faylni ochish va yaratish
myFile = SD.open (filename, FILE_WRITE);
// poluchit temperaturu
double val = analogRead(Lm335); // o'qish
double voltage = val*5.0/1024; // voltga o'zgartirish
```

```

doubletemp = voltage*100 - 273.15; // selsiy gradusida
// vaqtni olish N:t
// fayl uchun yozuv hosil qilish
record=get_time();
record+=" ";
record+=String(temp);
myFile.println(record);
myFile.close();
}
// kun vaqtini olish
String get_time()
{
String timel;
RTC.read(tm);
if(tm.Hour()<10)
time1="0"+String(tm.Hour(), DEC);
else
time1=String(tm.Hour(),DEC);
if(tm.Minute()<10)
time1+=":0"+String(tm.Minute(),DEC);
else
time1+=":"+String(tm.Minute(), DEC);
return time1;
}

```

#### **Ulash tartibi:**

1. SDcard, DS1307 modullarini va LM335 harorat datchigini 10.45-rasmda ko‘satilganidek Arduino platasiga ulanadi.

2. Arduino platasiga 10.40 listing sketchini yuklanadi.

Bir oz vaqt kutib, so‘ng kartani sug‘irib olinadi, kompyuterga joylashtiriladi, Hozirgi kunga mos keluvchi faylni ochiladi va uni tarkibi ko‘riladi – o‘lchash vaqt qatoridan harorat ko‘rsatgichlarini.

#### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.

2. Mashg‘ulotning maqsadi.

3. Kerakli komponentlar ro‘yxati.

4. Dastur listing.

5. Уланиш схемаси.

6. Mashg‘ulotning bajarilish tartibi.

7. Xulosa.

8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

**Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. SD-kartaga axborotlarni qandae yoziladi va o'qiladi?

### **10.28. RC522 misolida RFID o'quvchi moslama. Ishlash tamoyili, ulanishi va misollar**

**Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda Arduino kontrolleri RFID-kartadagi va Mifare breloklaridagi axborotlarga RC522C RFID-o'quv moslamasi yordamida ega bo'lishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

**Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- RFID- o'quvchi RC522;
- karta;
- brelok;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Radiochastotali identifiqatsiyalash (RFID) – bu radiochastotali aloqa kanali yordamida avtomatik ravishda ob'ektga ulanmasdan ob'ektni identifiqatsiyalash texnologiyasi. RFID ning asosiy tashkil etuvchilari quydagilar:

- radiochastotali belgi;
- axborotni o'quvchi (rider);
- axborotga ishlov berish uchun kompyuter.

Ob'ektlarni identifikatsiyalash noyob raqamli kod orqali amalga oshiriladi, u identifikatsiyalanuvchi ob'ektga maxkamlanadigan elektron belgi xotirasidan o'qiladi. O'quv moslamasi tarkibida uzatuvchi va antenna mavjud, ular yordamida ma'lum chastotali elektromagnit maydon hosil qilinadi. O'qiladigan maydonning ta'sir xududiga tushib qolgach radiochastotali belgilar o'z signallariga «javob beradi» (ega bo'lgan axborotga: mahsulotning identifikatsiya nomeri, foydalanuvchining axboroti va boshqalar). O'quv moslamasining antenasi orqali signal olinadi, axborot shifrdan chiqariladi va kompyuterga ishlov berish uchun jo'natiladi. Zamonaviy ega bo'lishni nazorat tizimlarining (EBNT) aksariyat ko'pchiligi ega bo'lishning vositasi sifatida 125 kGs chastotada ishlovchi identifikatorlarni

ishlatadilar. Bu ega bo'lish proksimit-kartalari (faqat o'qish), eng ko'p tarqalganlari EM-Marin, shuningdek HID, Indala. Bu standartdagi kartalari faqat eshik va turniketlarni ochish uchun qulay vosita bo'lib hizmat qiladi. Bu standartdagi kartalari hech qanday himoyaga ega emaslar, oson nusxa olish mumkin va qalbakilashtirish mumkin, demak ob'ektlarga ruxsat etilmagan kirishlarni himoyasini ta'minlay olmaydilar.

Nusxa olishdan va qalbakilashtirishdan haqiqiy himoyani chipdarida kriptografik himoya joriy etilgan identifikatorlar ta'minlay oladilar. Bu ob'ekt bilan ulanish nuqtasiga ega bo'lmagan, 13,56 MGs chastotada ishlovchi smart-kartalar, ulardan eng ko'p tarqalgan kartalar Mifare®. Bu standart kartalarida kripto himoya yuqori darajada tashkil etilgan va qalbakilashtirish amaliy jihatdan mumkin emas.

RC522 modul - RFID-moduli 13,56 MGs chastotali SPI-interfeys mavjud.

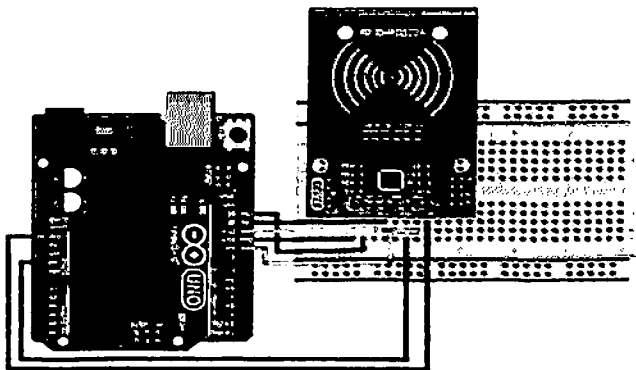
Modul to'plamida karta va brelok ko'rinishida 2 RFID-belgi bor.

Asosiy texnik ko'rsatgichlari:

- MFRC522 mikrosxema asosida;
- manba: 3,3 V;
- istemol toki: 13-26 mA;
- ishchi chastotasi: 13,56 MGs;
- o'qish masofasi: 0-60 mm;
- interfeys: SPI, uzatishning maksimal tezligi 10 MBit/s;
- o'lchami: 40x60 mm;
- RFID-belgilarni o'qish va yozish.

Modulni Arduino platasiga ulanish sxemasi 10.46-rasmda ko'rsatilgan.

RFID-belgini (qarta yoki brelok) kartadan o'qish va ArduinoUID ning ketma-ket portiga chiqarish (noyob identifikatsiya nomerni) sketchini yoziladi.



10.46-rasm. RFID-o'quvchi RC522C ni Arduino platasiga ulanish sxemasi

#### 10.41 listing

```
// kutubxonalarni ulash
#include<SPI.h>
#include<MFRC522.h>
// SS va RST ulanish nuqtalarini ulash konstantalari
#define RST_PIN 9
#define SS_PIN 10
// MFRC522 initsializatsiyalash
MFRC522 mfc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522
instance.
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // ketma-ket portni initsializatsiyalash
  SPI.begin(); // SPI initsializatsiyalash
  mfc522.PCD_Init(); // MFRC522 initsializatsiyalash
}
void loop()
{
  if ( ! mfc522.PICC_IsNewCardPresent())
  return;
  // kartani o'qish
  if ( ! mfc522.PICC_ReadCardSerial())
  return;
  // UID va belgi turini o'qilgan natijasini ko'rsatish
  Serial.print(F("Card UID:"));
  dump_byte_array(mfc522.uid.uidByte, mfc522.uid.size);
}
```



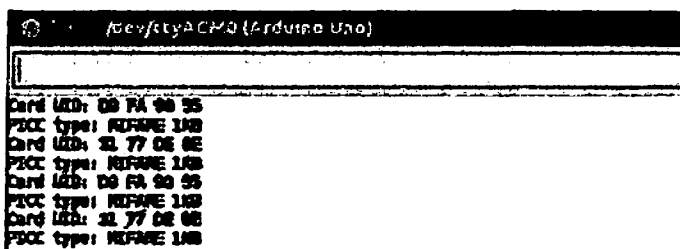
```

Serial.println();
Serial.print(F("PICC type: "));
byte piccType = mfrc522.PICC_GetType(mfrc522.uid.sak);
Serial.println(mfrc522.PICC_GetTypeName(piccType));
delay(2000);
}
// O'qilgan axborotlar natijasini NEX- ko'rinishda chiqarish
void dump_byte_array(byte *buffer, byte bufferSize)
{
for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
{
Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? "0": " ");
Serial.print(buffer[i], HEX);
}
}
}

```

### Ulanish tartibi:

1. RC522 RFID- o'qish modulini Arduino platasiga ulanish 10.46-rasmda ko'rsatilgan sxemasi bo'yicha amalga oshiriladi.
2. Arduino platasiga 10.41 listing sketchi yuklanadi. Ketma-ket port monitori ochiladi.
3. Belgini (karta yoki brelok) o'qish moslamasiga yaqinlashtiriladi va UID belgini va turini ketma-ket portga chiqarilgani ko'riladi (10.47-rasm).



10.47-rasm. Belgilar haqida ketma-ket portga axborot chiqarish

Mirafe belgilariga axborot yozish imkoniyati mavjud. Navbatdagi sketchda kartada sanoq qurilmasini tashkillashtiriladi, kartani o'qish qurilmasiga yaqinlashtirilganda sanoq qurilma qiymati o'zgaradi. Ketma- ket portga sanoq qurilma ko'rsatgichlarini chiqariladi. 10.42 listingda sketch ko'rsatilgan.

## 10.42 listing

```
// Kutubxonani ulash
#include<SPI.h>
#include<MFRC522.h>
// SS va RST ulanish nuqtalar ulanish konstantalari
#define RST_PIN 9-
#define SS_PIN 10
// MFRC522 initsializatsiyalash
MFRC522 mfrc522(SS_PIN/ RST_PIN); // Create MFRC522
instance.

MFRC522:MIFARE_Key key;
byte sector = 1;
byte blockAddr = 4;
byte dataBlock[] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
byte trailerBlock = 7;
byte status;
byte buffer[18];
byte size = sizeof(buffer);
void setup ()
{
  Serial.begin(9600); // ketma-ket portni initsializatsiyalash
  SPI.begin(); // SPI initsializatsiyalash
  mfrc522.PCD_Init(); // MFRC522 initsializatsiyalash
  // Kalit qiymati (A ili V) - FFFFFFFFh zavoddan qiymat
  for (byte i = 0; i < 6; i++)
    key.keyByte[i] = 0xFF;
}
void loop()
{
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
    return;
  // kartani o'qish
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSenal())
    return;
  // UID va belgi turini o'qish natijasini ko'rsatish
  Serial.print(F("Card UID:"));
  dump_byte_array(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size);
  Serial.println();
  Serial.print(F("PICC type: "));
```

```

byte piccType = mfrc522.PICC_GetType(mfrc522.uid.sak);
Serial.println(mfrc522.PICC_GetTypeName(piccType));
// 4 blokdan axborot o'qish
Serial.print(F("Reading data from block "));
Serial.print(blockAddr);
Serial.println(F(" ..."));
Serial.print(F("Data for count ")); Serial.print(blockAddr);
Serial.println(F(":"));
dump_byte_array(buffer, 2); Serial.println();
Serial.println();
for (byte l = 0; l < 16; l++) // buffer[] ga yozish
dataBlock[l]=buffer[l];
// (0 i 1) sanoq qurilma baytini olish
int countl= (buffer[0]«8)+buffer[1];
Serial.print("countl=");Serial.println(countl);
countl=countl+l; // sanq qurilma inkrementi
dataBlock[0]=highByte(countl);
dataBlock[1]=lowByte(countl);
// key V Autentifikatsiyalash (tanish)
Serial.println(F("Authenticating again using key V..."));
// blokka axborotlarni yozish
Serial.print(F("Writing data into block "));
Serial.print(blockAddr);
Serial.println(F(" ..."));
dump_byte_array(dataBlock, 2); Serial.println();
}
// NEX-ko'rishda axborotlarni o'qilgan natijasini chiqarish
void dump_byte_array(byte *buffer, byte bufferSize)
{
for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
{
Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
Serial.print(buffer[i], HEX);
}
}
}

```

```
Q1 2.0: Arduino Ethernet shield v1.0
Data for block 4:
01 04

count1=276
Authenticating again using key A...
Writing data into block 4 ...
01 13

Card UID: 00 FA 90 33
PICC type: PICCART 128

Authentication using key A...
Reading data from block 4 ...
Data for block 4:
01 02

count1=278
Authenticating again using key A...
Writing data into block 4 ...
01 03

Card UID: 00 FA 90 33
PICC type: PICCART 128
Authentication using key A...
Reading data from block 4 ...
Data for block 4:
01 03

count1=280
Authenticating again using key A...
Writing data into block 4 ...
01 04
```

## 10.48-rasm. Ketma – ket portga belgidagi sanoq qurilma haqidagi axborotni chiqarish

### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### Nazorat savollari.

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. RFID ning asosiy tashkil etuvchilarini sanad dering?

## 10.29. Arduino Ethernet shield W5100 misolida Internet bilan ishlash

### Mashg'ulotning maqsadi:

Bu mashg'ulotda EthernetshieldW5100 moduli yordamida Arduino platasi Internet tarmog'iga ega bo'lish ko'nikmalarini hosil qilishdir.

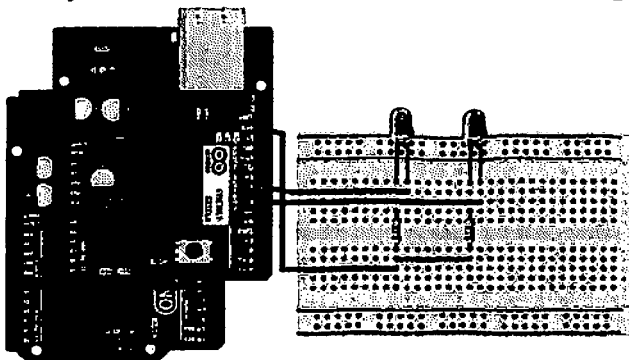
### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- EthernetshieldW5100 moduli;
- yorug'lik diodi – 2 ta;
- qarshilik 220 Om – 2 ta;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Ethernet Shield moduli Arduino platasini mahalliy tarmoqqa va Internet tarmog'iga oson ulash imkoniyatini yaratadi. U Arduino ga Internet-ulanish orqali dunyoning xohlagan nuqtasiga axborotlarni uzatish va qabul qilish imkoniyatini beradi. Masalan, veb-sayt orqali relega ulangan bajarish qurilmalarni masofaviy boshqarishni joriy etish mumkin yoki tovushli signal orqali yangi elektron xat kelganligi haqida xabar beruvchi qurilmani yaratish mumkin.

Amaliy ishning birinchi qismida Ethernet Shield ulangan Arduino platasini server sifatida ishlatilishini ko'rilgan edi, mijozga (brauzerga) veb-saxifalarni beruvchi va brauzerdan berilgan so'rov bo'yicha Arduino ga ulangan yorug'lik diodini holatini o'zgartirish imkoniyatini beradi. Arduino platasini Ethernet shield ulanadi, D7, D8 oyoqchalariga esa – 220 Om qarshilik orqali yorug'lik diodi ulanadi (10.48-rasmga qaralsin).

Sketchni yozishda ArduinoIDE ga joylashtirilgan Ethernet kutubxonasidan foydalaniladi. 10.43 listingda sketch ko'rsatilgan.



10.48-rasm. Ethernetshield moduli va yorug'lik diodini ulanish sxemasi

### 10.43 listing

```
#include<SPI.h>
```

```

#include<Ethernet.h>
// plataning mac manzili va serverning ip-manzili
bytemac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(192,168,0,214);
// Initialize the Ethernet server library
// with the IP address and port you want to use
// (port 80 is default for HTTP):
EthernetServer server(80);
int pins[] = { 7, 8}; // Yorug'lik diodlari uchun pinlar
int pinState[] = {0, 0}; // pin lar holati
String getData="";
boolean startGet=false;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  for(int i=0;i<2;i++)
  {
    pinMode(pins[i],OUTPUT); // Yorug'lik diodlarini ulashga
ulanish nuqtalar
    digitalWrite(i,LOW); // Yorug'lik diodlarini o'chirish
  }
  // Ethernetserver kutubxonasini initsializatsiyalash
  Ethernet.begin(mac, ip) ;
  server.begin();
}
void loop()
{
  // mijozlar ulanishini kutish
  EthernetClient client = server.available();
  if (client)
  {
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected())
    {
      if (client.available())
      {
        char s = client.read();
        if(startGet==true) // '?' dan keyingi axborotlar
        getData+=c;
      }
    }
  }
}

```

```

if (s == '?') // '?' dan keyin axborotlarni yig'ini boshlanishi
startGet=true;
if (s == '\n' && currentLineIsBlank) // olishni tugashi
{
if(getData.length()<1) // get-axborotlarsiz so'rov
{
pinState[0]=0;
pinState[1]=0;
}
else
{
pinState[0]=int(getData[5])-48;
pinState[1]=int(getData[12])-48;
}
// mijozga sarlavhani jo'natish
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("Connection: close");
client.println();
// javob sahifasini hosil qilish
client.println("<!DOCTYPEHTML>");
client.println("<html>");
client.println("<h3>Ethernet shield + LEDES</h3>");
client.println("<form method='get'>");
// svetodiod 1
client.print("<div>");
client.print("led1 off<input type='radio' name='led1' value=0
onclick='document.getElementById(\"submit\").click();' ");
if (pinState[0] == 0)
client.print("checked");
client.println(">");
client.print("<input type='radio' name='led1' value=1
onclick='document.getElementById(\"submit\").click();' ");
if (pinState[0] == 1)
client.print("checked");
client.println("> on");
client.println("</div>");
// svetodiod 2
client.print("<div>");

```

```

client.print("led2 off<input type='radio' name='led2' value=0
onclick='document.getElementById(\"submit\").click();' ");
if (pinState[1] == 0)
client.print("checked");
client.println(n>");
client.print("<input type='radio' name='led2' value=1
onclick=ldocument.getElementById(\"submit\").click();' ");
if (pinState[1] == 1)
client.print("checked");
client.println("> on");
client.println("</div>");
client.println("<input type='submit' id='submit'
style='visibility:hidden;' value='Refresh'>")
client.println("</form>");
client.println("</html>");
break;
}
if (c == '\n')
{currentLineIsBlank = true;}
else if (c != '\r')
{currentLineIsBlank = false;}
}
}
}
// mijoz tomonidan axborotlarni olish uchun ushlanish
delay(1);
// ulanishlarni yopish
client.stop();
for(inti=0;i<2;i++) // Yorug'lik diodini yoqish yoki o'chirish
{digitalWrite(pins[i],pinState[i]);}
startGet=false;
getData="";,;

```

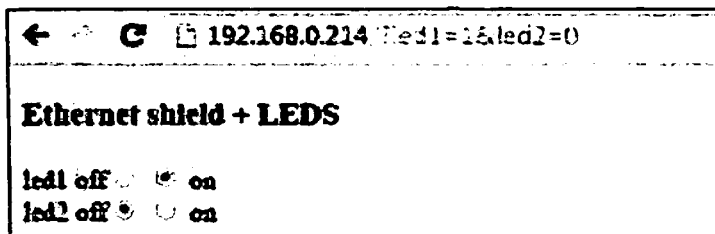
### **Ulanish tartibi:**

1. Ethernet shield ni Arduino platasiga ulanadi, RJ45 raz'yom ulangan kabel orqali Ethernet shield ni tarmoqqa ulanadi.
2. Yorug'lik diodlarini 10.48-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulanadi.
3. Arduino platasiga 10.43 listingdagi sketchni yuklanadi.



4. Ushbu tarmoqdagi xohishiy kompyuterdagi brauzerni ochiladi va manzillar qatorida <http://192.168.0.214> ni teriladi (sketchda Arduino ga berilgan manzil).

5. Sahifada (10.49-rasm), inputradio elementlar statusini o'zgartirib Arduino platasiga ulangan yorug'lik diodlarini holatini o'zgarishini kuzatiladi.



10.49-rasm. Arduino-serverida hosil qilinadigan Veb-saxifa

#### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### Nazorat savollari.

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Ethernet shield W5100 moduli vazifasi nimadan iborat?

### 10.30. Simsiz aloqa Wi-Fi ESP8266 moduli

#### Mashg'ulotning maqsadi:

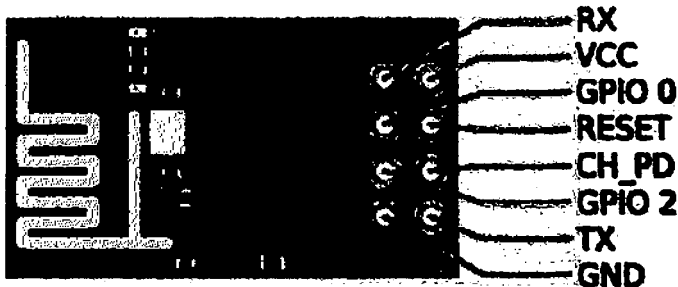
Bu mashg'ulotda ESP8266 moduli bilan tanishiladi, uning yordamida Arduino platasini Wi-Fi tarmoqlariga ulash mumkin bo'ladi va harorat datchik ko'rsatgichlarini veb- servisga uzatish uchun sketch yozish qoidalarini o'rganishdan iborat.

#### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;

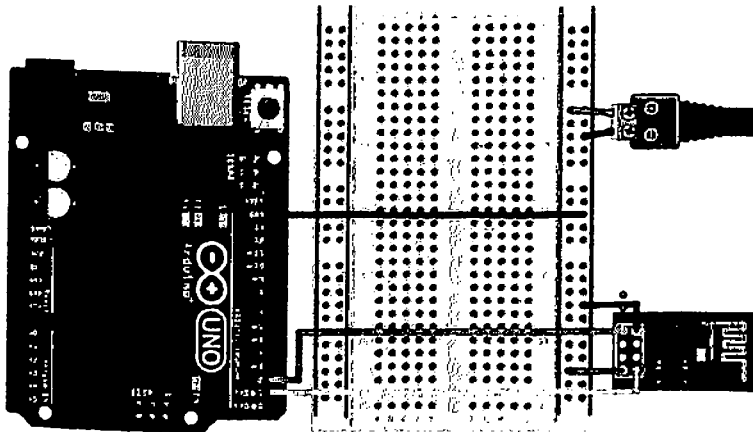
- ESP8266 ESP-01 moduli;
- LM335 harorat datchigi;
- qarshilik 2,2 kOm;
- +5 V 1 A manba;
- 3-30 V li kuchlanish o'zgartirgich;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Wi-Fi asosidagi platalar paydo bo'lgandan so'ng ESP8266 chiplar haqiqiy ommabop bo'lib qoldi. Katta imkoniyatlar va uning arzonligi o'zini ishini qildi. ESP8266 dagi platalar – bu nafaqat Wi-Fi bo'yicha aloqa uchun modul bo'lib qolmadi. Chip aslida mikrokontroller bo'lib u o'z interfeyslari SPI, UART lari mavjud va shuningdek GPIO porti bor bu esa, modulni Arduino siz mustaqil ishlatish mumkinligidan dalolat beradi. Platani 11 ta modifikatsiyasi mavjud. Bizning ixtiyorimizda esa eng oddiy plata - ESP01. Platada pinlarning joylashishi 10.50-rasmda ko'rsatilgan. Uni Arduino uchun Wi-Fi moduli sifatida qanday ishlatilishi kerakligi ko'riladi.



10.50-rasm. ESP-01 modulida pin larning joylashishi

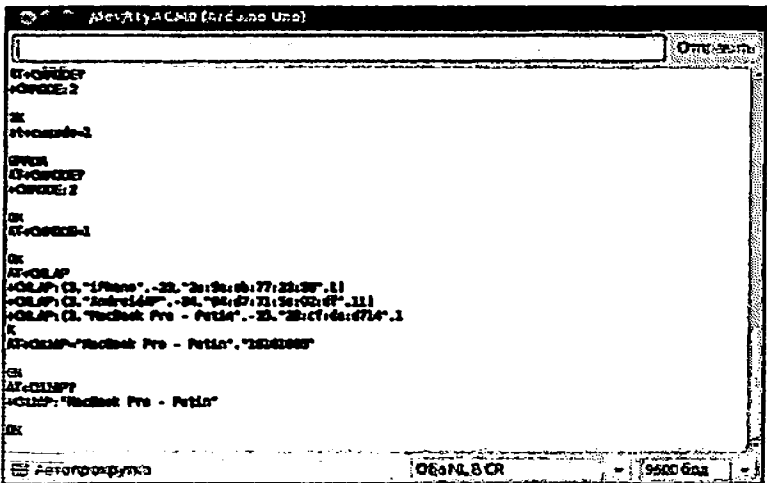
ESP8266 moduli faqat 3,3 V ga hisoblangan. Shuning uchun 3,3 V li manba zarur. ESP-01 modulini Arduino platasiga ulanish sxemasi 10.51-rasmda ko'rsatilgan. Modul bilan muloqot AT-buyruqlari yordamida amalga oshiriladi. Asosiy AT-buyruqlarning ro'yxati 10.3 jadvalda berilgan. Arduino platasiga 10.44 listingda ko'rsatilgan sketch yuklanadi va ESP-01 moduliga AT-buyruqlarni jo'natiladi. Buyruqlarning bajarilish natijasi 10.53-rasmda keltirilgan.



10.52-rasm. ESP-01 modulni Arduino ga ulanish sxemasi

#### 10.44 listing

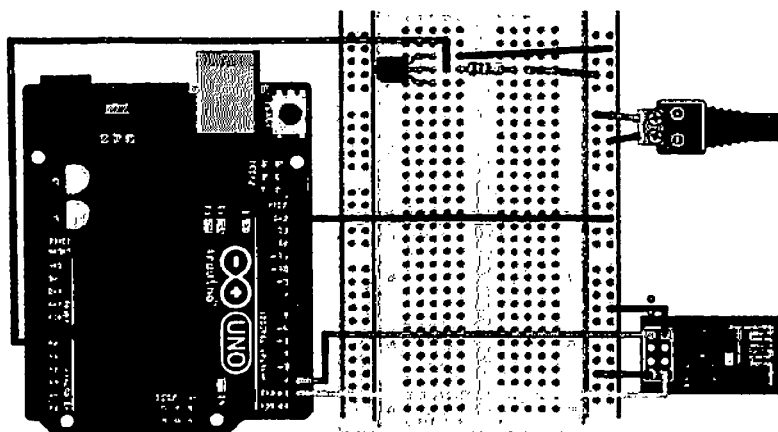
```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(2, 3); // rx va tx pinlarni ko'rsatiladi
void setup()
{
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
}
void loop()
{
  if (mySerial.available())
  {
    int s = mySerial.read(); // software-portidan o'qiladi
    Serial.write(s); // hardware-portga yoziladi
  }
  if (Serial.available())
  {
    int s = Serial.read(); // hardware-portdan o'qiladi
    mySerial.write(c); // software-portga yoziladi
  }
}
```



10.53-rasm. ArduinoIDE dan AT- buyruqlarni jo'natish

Saytga (<http://narodmon.ru>) axborotlarni jo'natish skriptini yaratiladi. Arduino platasiga LM335 harorat datchigini ulanadi va har 10 minutda axborotlarni jo'natiladi. Ulanish sxemasi 10.54-rasmda ko'rsatilgan. Axborotlarni jo'natish uchun quyidagi ketma-ketlikda harakatlarni bajarish kerak:

1. ESP-01 tashlash (0 ga o'tqazish) va modulni tayyorligini tekshirish (AT+RST).
2. Tarmoqqa Wi-Fi bo'yicha ulanish (AT+CWJAP="<SSID>", "<password>").
3. Bittalab ulanish ish tartibini tanlash (AT+CIPMUX=0).
4. TCP-ulanishni yaratish (AT+CIPSTART="TCPn, "92.39.235.156", 8283).
5. Axborotlarni jo'natish (AT+CIPSEND=<length> va axborotlarni o'zini ham #<MAS>\n#<ID\_sensor>\n\n<value>\n###).
6. TCP-ulanishni yopish (AT+CIPCLOSE).
7. 10 minut sokinlik va 4 qadamga o'tish.



10.54-rasm. ESP-01 modulni Arduino ga ulanish sxemasi

### 10.3 jadval

Buyruq	Bayoni	Bajarilishi
AT	Modulni tekshirish. Agarda modul muvaffaqiyatli ish boshlasa, u holda OK javob beradi	AT
AT+RST	Modulni takroran ishga tushirish	AT+RST
AT+RESTORE	Zavod sozlanishiga o'tkazish	AT+RESTORE
AT+UART	Ketma-ket interfeysni sozlash	AT+UART=baudrate,databits, stopbits,parity,flow control
AT+CWMODE	Wi-Fi ish tartibini o'zgartirish. Kuchga kirishi uchun AT+RST buyruq bilan modulni takroran ishga tushirish ta'lab etiladi	AT+CWMODE? AT+CWMODE=1 (station) AT+CWMODE=2 (AP) AT+CWMODE=3 (station+AP)
AT+CWJAP	AR ga o'tkazish (ega bo'lish nuqtasi)	AT+S^ShR=< tarmoq identifikatori>,<parol>

		AT+CWLAP?
AT+CWLAP	AR ega bo'lishi mumkin ro'yxatni aks ettirish	AT+CWLAP
AT+CWQAP	AR dan o'chirish	AT+CWQAP
AT+CIPSTART	TCP yoki UDP ni ulanishini o'rnatish	AT+CIPSTART="<TCP/UDP>","<IP>"; port
AT+CIPSEND	Axborotlarni jo'natish	AT+CIPSEND=? AT+CIPSEND=<NoHa> AT+SIR5EYu=<identifikator><uzunlik>
AT+CIPCLOSE	TCP yoki UDP ulanishini yopish	AT+CIPCLOSE

10.45 listingda sketch ko'rsatilgan.

#### 10.45 listing

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(2, 3); // RX, TX
const int LM335=A0; // LM335 datchikni ulashga ulanish nuqtasi
#define SSID "MacBook Pro - Petin" // o'zingizni SSID kiriting
#define PASS "19101966" // o'zingizni parolingizni kiriting
#define DST_IP "92.39.235.156" // naronmon.ru
void setup ()
{
  Serial.begin(9600); // sozlash uchun
  mySerial.begin(9600);
  delay(2000);
  Serial.println("Init");
  mySerial.println("AT+RST"); // tashlash va tekshirish, agarda
  modul tayyor
  delay(1000);
  if (mySerial.find ("ready"))
  {Serial.println("Wi-fi - Module is ready");}
  else
  {Serial.println("Module doesn't respond.");
  while (1);
  }
}
```

```

delay(1000);
// Wi-fi bo'yicha ulanish
boolean connected=false;
for(int i=0;i<5;i++)
{
if(connectWi-fiO)
(connected = true;
mySerial.println("Connected to Wi-Fi...");
break;
}
}
if (!connected)
{
mySerial.println("Coudn't connect to Wi-Fi.");
while(1);
}
delay(5000);
mySerial.println("AT+CIPMUX=0"); // bittalab ulanish ish tartibi
}
void loop()
{
String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\",\"";
cmd += DST_IP;
cmd += "\",8283";
Serial.println(cmd);
mySerial.println(cmd);
if (mySerial.find ("Error"))
return;
double val = analogRead(LM335); // LM335 ko'rsatgichlarini
o'lchash
double voltage = val*5.0/1024; // v voltga o'zgartirish
double temp = voltage*100 - 273.15; // selsi graduslariga
cmd
=
"#A0:F3:Cl:70:AA:94\n#2881C4BA0200003Bl#" +String(temp)+"\n##
";
delay(3000);
mySerial.print("AT+CIPSEND=");
mySerial.println(cmd.length());
delay(1000);

```

```

Serial.println(">");
mySerial.print(cmd);
Serial.println(crad);
delay(3000);
mySerial.println("AT+CIPCLOSE");
delay(600000);
}
// Wi-Fi-ulanishni o'rnatish amali
boolean connectWi-fi()
{
String cmd="AT+CWJAP=\\";
cmd+=SSID;
cmd+="\\" ,\\";
cmd+=PASS;
cmd+="\\";
mySerial.println(cmd);
Serial.println(cmd);
delay(2000);
if (mySerial.find ("OK"))
{
Serial.println("OK, Connected to Wi-Fi.");
return true;
else
Serial.println("Can not connect to the Wi-Fi."
return false;
}
}

```

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?



2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. Wi-Fi ESP8266 moduli qanday vazifani bajaradi?

### 10.31. Simsiz aloqa. Bluetooth HC-05 moduli

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

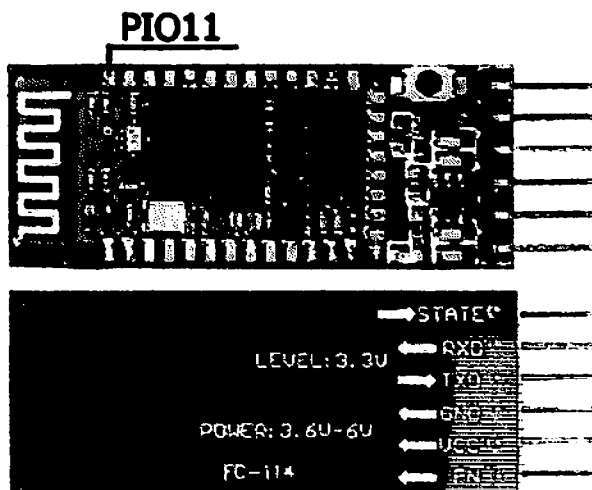
Bu mashg'ulotda HC-05 Bluetooth modulining ishlashi ko'rib chiqiladi, Arduino platasiga simsiz aloqa o'rnatish imkoniyatini beradi va Bluetooth protokoli bo'yicha boshqa qurilmalar bilan axborot almashishni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

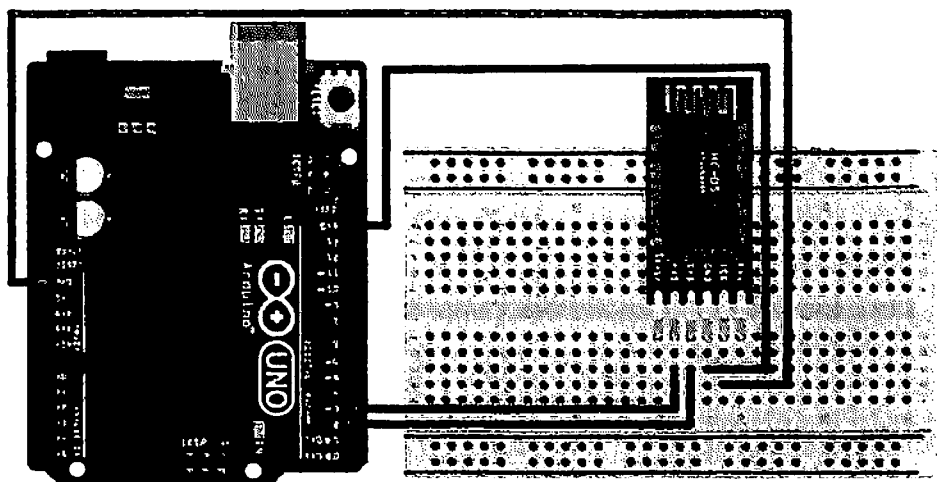
- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- Bluetooth HC-05moduli;
- telefon yoki Android OS li planshet;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

Bluetooth (ingl. - «havo rang tish») – simsiz axborot uzatish texnologiyalaridan biri. Ericsson kompaniyasi tomonidan 1998 yili ro'yxati ishlab chiqilgan, kechroq Bluetooth Special Interest Group (SIG) guruh shaklida jihozlangan, 20 may 1999 yili ro'yxatdan o'tqazilgan. Bluetooth har qanday texnikani mahalliy tarmoqqa birlashtirish imkonini yaratadi: mobil telefon va kompyuterdan tortib hatto muzlatgichgacha. Bunda yangi texnologiyaning asosiy ko'rsatgichlaridan kam bo'lmagan ko'rsatgich aloqa qurilmasining arzonligi (20 dollar atrofida), uning katta bo'lmagan o'lchamida (gap mobil qurilmalar haqida bo'lganligi uchun) va mosligi, turli qurilmalar tarkibiga joylashtirishning osonligi. Biz qimmat bo'lmagan NS-05 modulni ishlatamiz. Unda VS417 chip yana Flash-xotira va GPIO chiqishlari ishlatiladi. Chip Bluetooth v2.0 + EDR ro'yxatini quvvatlaydi, AT-buyruqlari Master yoki Slave ish tartibida ishlashi mumkin, 2400 dan 1 382 400 gacha almashuv tezligini quvvatlaydi. Modulning manba kuchlanishi 3,3 V tashkil etadi, istemol toki 50 mA ga teng, bu esa Arduino ning +3,3 V oyoqchasidan quvvatlanish imkoniyatini beradi. Modulni AT-buyruqlari yordamida dasturlash uchun PIO11 oyoqchaga +3,3 V berilishi kerak bo'ladi. NS-05 modulning hamma versiyalarida ham PIO11 oyoqcha raz'yomga chiqarilmagan. Ba'zi hollarda platadagi oyoqchaga extiyotlik bilan to'g'ridan-to'g'ri simni payka qilib qo'yish kerak bo'ladi (10.55-rasm).

Modulni Arduino platasiga ulanadi va oddiy AT-buyruqlarni ko‘riladi. Ulanish sxemasi 10.56-rasmda ko‘rsatilgan.



10.55-rasm. Bluetooth NS-05 modulning ko‘rinishi



10.56-rasm. NS-05 modulini Arduino platasiga ulanish sxemasi

Endi Arduino platasiga 10.46 listingda ko‘rsatilgan sketchni yuklanadi.

#### 10.46 listing

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(2/ 3); // RX iTX pinlarni ko‘rsatiladi
```

```

void setup ()
{
  pinMode(2,INPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  Serial.begin(38400);
  mySerial.begin(9600);
}
void loopO
{
  if (mySenal.availableO)
  {
    int s = mySerial.read(); // software-portidan o‘qiladi
    Serial.write(s); // hardware-portiga yoziladi
  }
  if (Serial.availableO)
  {
    int s = Serial.read(); // hardware-portidan o‘qiladi
    mySerial.write(s); // software-portiga yoziladi
  }
}
}

```

### Ulanish tartibi:

1. NS-05 modulini Arduino platasiga 10.56 sxemada ko‘rsatilgandek ulanadi. Modulning (RYu11) 34 oyoqchasiga olib keluvchi 3,3 V dan simni o‘chirib qo‘yiladi.

2. Arduino platasiga 10.46 listingda ko‘rsatilgan sketchni yuklanadi.

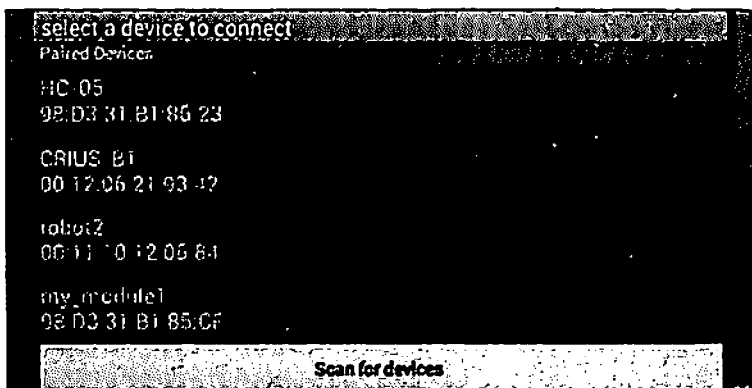
3. Platadagi yorug‘lik diodlari tez o‘chib yonishi kerak. Agarda o‘chib yonmasa yoki boshqacha o‘chib yonsa, modul manbaini 3,3 V dan o‘chiriladi, so‘ng yana manbaga ulanadi.

4. Modulning (RYu11) 34 oyoqchasiga olib keluvchi 3,3 V li simni ulab qo‘yiladi.

5. Arduino ning ketma-ket port monitori ochiladi va AT-buyruqlar 10.4 jadvaldan teriladi. Buyruqlarni bajarilish natijasini kuzatiladi (10.57-rasm).

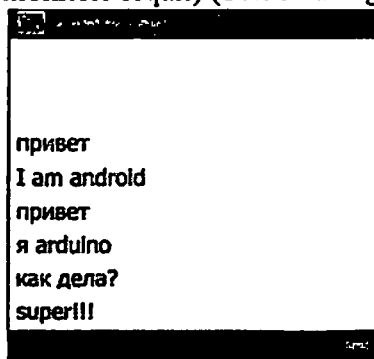
AT-buyruq	Ko‘rsatkichlar, javob	Bayoni
AT	OK modul* javobi	Testlash buyrug‘i

AT+NAME?	+NAME:<name> modulning javobi	Modul nomini olish
AT+NAME=<name>	<name> - imya Bluetooth-modulya	Yangi nomni o'rnatish
AT+PSWD?	OK modul* javobi (yoki FAIL)	modul
AT+PSWD=<password>	PSWD:<password> modul javobi+	Ega bo'lish kodini olish
AT+ROLE?	Modul javobi: +ROLE:<role> - Bluetooth-modulning ish tartibi	Bluetooth-modul ish tartibini olish
AT+ROLE=<role>	<role> - ish tartibi: 0 - slave; 1 - master; 2 - slave-loop Modulning javobi: OK (yoki FAIL)	Bluetooth-modul ish tartibini o'rnatish
AT+UART?	Modulning javobi : +UART:<p1>,<p2>,<p3> > <p1> — almashuv tezligi; <r2> - stop-bit; <rZ> - paritet biti	Almashuv ko'rsatkichlari ni olish
AT+UART=<p1>,<p2>,<p3>	<p1> - almashuv tezligi (9600,19200,38400,57600,115200); <r2> - stop-bit; <rZ> - paritet biti Otvat modulya: OK (ili FAIL)	Almashuv ko'rsatkichlari ni o'rnatish
AT+ADDR?	Modulning javobi : +ADDR:<addr> <addr> - Bluetooth-modul manzili NAP: UAP : LAP	Modul manzilini olish



10.57-rasm. NS-05 moduli bilan aloqa o‘rnatish

Keyingi qadam – Android OS li telefon bilan NS-05 modulli Arduino platasi o‘rtasidagi ikki yo‘nalishli axborotlarni uzatish. Bluetooth-modulning 34 ulanish nuqtasidan 3,3 V ni uzib qo‘yiladi. Telefonga PlayMarket dan BluetoothTerminal (<https://play.google.com/store/apps/details?id=Qwerty.BluetoothTerminal&hl=ru>) ilovasini yuklanadi va o‘rnatiladi. Dasturni ishga tushiriladi va modul bilan ulanish o‘rnatiladi (31.1-rasmga qaralsin). Arduino ga xabarlar uzatiladi va Arduino dan xabarlar olinadi (ketma-ket port monitori orqali) (10.58-rasmga qaralsin).



10.59-rasm. Telefon va Arduino platasi o‘rtasida xabarlar almashuvi

**Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg‘ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro‘yxati.

4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

#### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. HC-05 Bluetooth moduli qanday vazifani bajaradi va ishlaydi.

### **10.32. Simsiz aloqa. GSM/GPRS SIM900 moduli**

#### **Mashg'ulotning maqsadi:**

Bu mashg'ulotda GSM/GPRS shield modulini (kegaytirish platasi) ishlashini, Arduino ga mobil aloqa tarmoqlarida GSM/GPRS texnologiya bo'yicha axborotlarni qabul qilish va uzatish imkoniyatini beradi, uning yordamida SMS va tovush axborotlari bilan ishlash tasavvuriga ega bo'lish kerak.

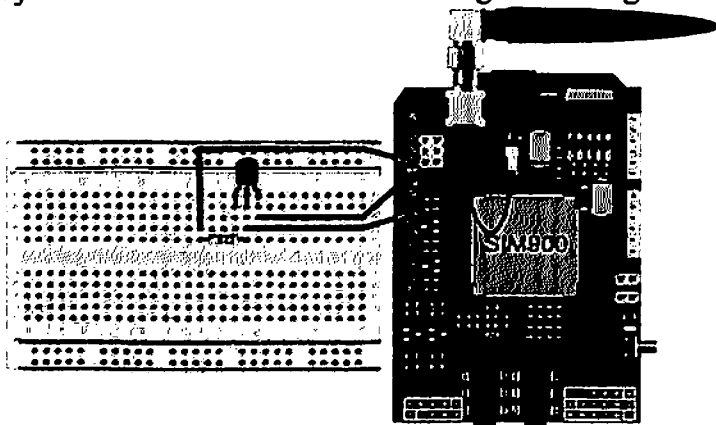
#### **Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:**

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- GSM/GPRS shield;
- xohishiy operatorni ishlaydigan SIM-kartasi;
- LM335 harorat datchigi;
- qarshilik 2,2 kOm;
- +12 V 2 A manba bloki;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar.

SIMCom SIM900 modul asosida GSM/GPRS shield bir necha ishlab chiqaruvchilar ishlab chiqaradi va platalar bir – biridan kam farq qiladilar. Shuningdek ba'zi platalarda quyidagilar joylashgan: SIM-karta uchun solt, audio kirish va chiqish uchun standart 3,5 mm li djek hamda tashqi antena uchun raz'yom GSM/GPRS shield platasida ulanishlarni o'zgartirish moslamasi mavjud, uning yordamida serial-ulanishlar turini (hardware yoki software) tanlash imkoniyati yaratiladi. GSM/GPRS shield da ishga tushirishning ikki usuli mavjud – apparat (PWRKEY tugmasini qisqa vaqt bosish) va dasturiy (Arduino ning oyoqchalaridan biri ishlatiladi). GSM/ GPRS shield yordamida SMS-xabarlarini jo'natish va qabul qilish misolini ko'rib chiqiladi. Har 30 minutda ma'lum nomerga AO oyoqchasiga ulangan LM335 analog

harorat datchik ko'rsatgichlarini jo'natiladi. Amaliy ishni bajarish uchun sxema 10.60-rasmda keltirilgan.

SMS ni jo'natish uchun sketch 10.47 listingda keltirilgan.



10.60-rasm. GSM/GPRS shield modulni va LM335 datchikni ulanish sxemasi. SIM900 shild ArduinoUNO ga o'ratilgan

#### 10.47 listing

```
// SoftwareSerial kutubxonasini ulash
#include <SoftwareSerial.h>
// sms jo'natish uchun telefon nomer (o'zingiznikiga o'zgartiring)
#definePHONE "+79031111111"
// Выводы для SoftwareSerial (sizda 7,8 bo'lishi mumkin)
SoftwareSerial Sim900Serial(2, 3);
const int lm335=A0; // LM335 ulanishi uchun
unsigned long millis1;
void setup()
{
  Sim900Serial(19200); // the Hardware serial rate
}
void loop()
{
  if (millis()-millis1>30*60*1000) // 30 minut o'tdimi?
  {
    SendTextMessageO; // sms jo'natish
    millis1=millis();
  }
}
```

```

// sms jo'natish dasturi
void SendTextMessage()
{
// text mode ni o'rnatish AT-buyrug'i
Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
// qabul qiluvchining telefon raqami
Sim900Serial.println("AT + CMGS =\ " ");
Sim900Serial.println(PHONE);
Sim900Serial.println("\");
delay(100);
// xabar – harorat haqidagi axborot
double val = analogRead(1m335); // o'qish
double voltage = val*5.0/1024; // voltlarga o'zgartirish
double temp = voltage*100 - 273.15; // selsi graduslariga
Sim900Serial.println(temp);
delay(100);
// ASCII kod ctrl+z – oxirgi xabar
Sim900Serial.println((char)26);
delay(100);
Sim900Serial.println();
}

```

#### **Ulanish tartibi:**

1. GSM/GPRSShield ga SIM-kartani o'rnatiladi, GSM/GPRSShield ni esa Arduino ga. Ulash moslamasi orqali ulanish nuqtalarini Software Serial-emulyatsiyalash orqali ishlash uchun ulanadi.

2. 10.60-rasmga mos sxemani yeg'iladi.

3. Arduino platasiga 10.47 listing sketchini yuklanadi.

4. Sketchda ko'rsatilgan telefonga 30 minutda bir marta harorat haqidagi axborot sms-xabar shaklida kelishi kerak. Enda sketchni shunday o'zgartiriladiki, Arduino faqat «temp» matn bilan kelgan xabarni qabul qilgandagina u harorat haqidagi axborotlarni sms-xabar shaklida jo'natadi.

#### **10.48 listing**

```

#include<SoftwareSerial.h>
SoftwareSerialSim900Serial(2, 3);
StringcurrStr = ""; //
Stringphone = ""; //

```



```

// True, agarda hozirgi qator sms-xabar bo'lsa
boolean isStringMessage = false;
void setup()
{
Serial.begin(19200);
Sim900Serial.begin(19200);
// Boshqa qurilmalardan xabarlarini qabulini sozlanadi
Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");
delay(300);
Sim900Serial.print("AT+IFC=1,1\r");
delay(300);
Sim900Serial.print("AT+CPBS=\"SM\"\r");
delay(300);
Sim900Serial.print("ATK:NMI=1,2,2,1,0\r");
delay(500);
}
void loop()
{
if (!Sim900Serial.available())
return;
char currSymb = Sim900Serial.read();
if ('\r' == currSymb)
{
if (isStringMessage) // hozirdagi qator - sms-xabar,
{
if (!currStr.compareTo("temp")) // matn sms - temp
{
// kelgan raqamga sms jo'natish
Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
Sim900Serial.print("AT + CMGS = \");
Sim900Serial.print(phone);
Sim900Serial.println("");
delay(100);
double val = analogRead(A0); // o'qish
double voltage = val*5.0/1024; // voltga o'zgartirish
double temp = voltage*100 - 273.15; // selsi graduslarda
Serial.println(temp);
Sim900Serial.println(temp);
}
}
}
}

```

```

delay(100);
Sim900Serial.println((char)26);
delay(100);
Sim900Serial.println();
}
Serial.println(currStr);
isStringMessage = false;
}
Else
{
if (currStr.startsWith('4CMT')) {
Serial.println(currStr);
// xabardan telefon raqamini ajratish
phone=currStr.substring(7,19);
Serial.println(phone);
// "+SMT" hozirdagi qator "+SMT" bilan boshlansa
// u holda keyingi qator xabardir
isStringMessage = true;
}
}
}

```

### **Hisobot tarkibi:**

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### **Nazorat savollari.**

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. GSM/GPRS SIM900 moduli qanday vazifani bajaradi?

### 10.33. GPS moduli. Ishlash tamoyili, ulanishi, misol

#### Mashg'ulotning maqsadi:

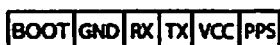
Bu mashg'ulotda GPS global tizim yordamida sizning joylashgan o'ringizni aniqlab beruvchi GPS-qabul qiluvchi modulini ishlashi va shu qabul qiluvchini Arduino platasiga ulashni bilishi va ulardan foydalana olishi kerak.

#### Sxemani yeg'ish uchun kerakli komponentlar:

- ArduinoUNO kontrolleri;
- sxema yig'ish uchun plata;
- GSM – qabul qiluvchi V.KEL VK16E;
- ikki uchida razyomlari bo'lgan simlar;

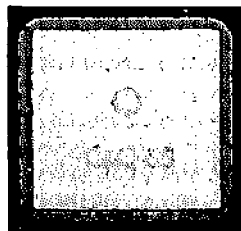
GPS (Global Positioning System) – bu tizim 100 m aniqligi bilan ob'ektlarni joylashgan o'rnini, ya'ni uni kengligi, uzunligi va dengiz sathidan qancha balandligini va shunigdek harakatining tezligi va yo'nalishini aniqlash imkoniyatini beradi. Undan tashqari GPS yordamida 1 nonosekund aniqlikda vaqtni bilish mumkun.

GPS ma'lum sondagi yerning suniy yo'ldoshlaridan tashkil topgan (NAVSTAR suniy yo'ldosh tizimi) va yerdagi kuzatish stansiyadan iborat bo'lib umumiy tizimga birlashgan. Abonent qurilmasi bo'lib shaxsiy GPS- qabul qiluvchi hisoblanadi, u suniy yo'ldoshdan signal qabul qila oladi va qabul qilingan signalga asosan turgan joyini hisoblay oladi. Biz V.KEL VK16E ( 10.61-rasmga qaralsin) GPS- qabul qiluvchidan foydalanamiz.



Маънаб индикатори.  
Спутникдан ахборот келганини индикатсиялаш.  
Ахборотлар олиш учин спутниклар сонни старли булганда срутлик диодни учиб снннини бошлайдн.

Керамик антенна томонидан GPS модулининг кўриниши



10.61-rasm. GPS-qabul qiluvchi V.KEL VK16E

#### Oyoqchalarning vazifasi:

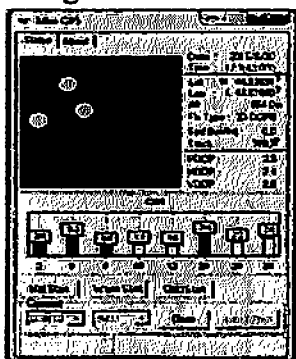
- BOOT - zahiralangan;
- GND – umumiy chiqish;
- RX - UART ketma-ket o'lchamdagi axborotlar uchun kirish;

- TX - UART ketma-ket o'lishdagi axborotlar uchun chiqish;
- VCC - 3,3 dan 5 V gacha kuchlanish manba kirishi;
- PPS – vaqt impulslar chiqishi.

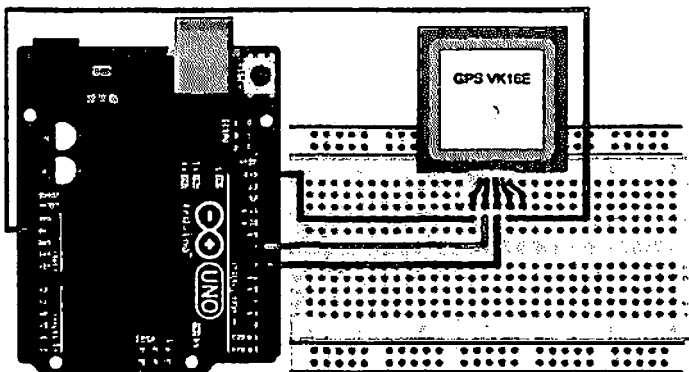
Qachonki GPS-qabul qiluvchi uzoq vaqt davomida o'chirib qo'yilgan bo'lsa va shu holatda uzoq masofalarga qo'zg'atilgan bo'lsa yoki uning soati sputnik axborotlariga mos kelmasa sovuq start sodir bo'ladi. Sovuq start sodir bo'lsa sputniklardan yozib olinadi. Almanaxning yangilanish vaqti qabul qilish va ko'rinadigan sputniklar soniga bog'liq holda – 5 minutdan 15 minutgacha bo'lishi mumkin. Hususiyati - bu vaqtda qabul qiluvchi qo'zg'almas holatda bo'lishi kerak. Qabul qiluvchi 30 minut davomida o'chirilgan holatda bo'lsa issiq start sodir bo'ladi. Bunda aniqlovchi axborotlarni qabuli sodir bo'ladi va u jarayon 0,5 – 1,5 minut vaqtni oladi. Qabul qiluvchi oz vaqt davomida o'chirib qo'yilgan bo'lsa, issik start sodir bo'ladi.

Ishga layoqatligini tekshirish uchun modulni ketma-ket port bo'yicha OS Windows li kompyuterga USB- TTL-adapteridan foydalanib ulanadi va MiniGPS\_vl.7.1.exe. dasturini ishga tushiriladi.

Dastur topilgan sputnik qabul qiluvchilarning sonini ko'rsatadi va ularning soni yetarli bo'lgan holda bizning turgan joyimizni ko'rsatadi –geografik kenglik va uzunlik (10.62-rasmga qaralsin). Yashil yorug'lik diodining o'chib yonishi holatni aniqlash uchun sputniklar soni yetarligini bildiradi. Endi GPS-qabul qiluvchini Arduino platasiga ulanadi va turgan joyimiz haqidagi axborotni chiqariladi – geografik kenglik va xxxxxx ni Arduino ning ketma-ket port monitoriga. Ulanish sxemasi 10.63-rasmda ko'rsatilgan



10.62-rasm. MiniGPS dasturi yordamida qabul qiluvchining axborotlarini ko'rish



10.63-rasm. GPS- qabul qiluvchini Arduino ga ulanish sxemasi

Sketch yozishga kirishiladi. Qabul qiluvchi uzatgan barcha axborot oqimidan kerakli axborotlarni ajrata olishga imkon beruvchi Software Serial va Tiny GPS kutubxonalarini ishlatiladi. 10.49 listingda sketch ko'rsatilgan.

#### 10.49 listing

```
#include<SoftwareSerial.h>
#include<TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
SoftwareSerial gpsSerial(7, 8);
bool newdata = false;
unsigned long start;
long lat, lon;
unsigned long time, date;
void setup()
{
  gpsSerial.begin(9600); // GPS-qabul qiluvchi bilan almashuv
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Waiting data of GPS...");
}
void loop ()
{
  // koordinatalarning yangilanish orasida sekundga ushlanish
  if (raillis() - start > 1000)
  {
    newdata = readgps();
  }
}
```

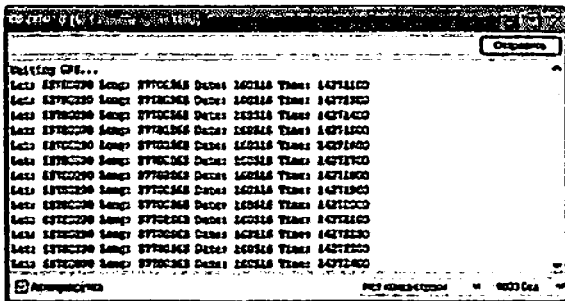
```

if (newdata)
{
start = millis();
gps.get_position(&lat, &lon);
gps.get_datetime(&date, &time);
Serial.print("Lat: "); Serial.print(lat);
Serial.print(" Long: "); Serial.print(lon);
Serial.print(" Date: "); Serial.print(date);
Serial.print(" Time: "); Serial.println(time);
    }
}
}
// axborotlar mavjudligini tekshirish
boolreadgpsO
{
while (gpsSerial.available())
{
int b = gpsSerial.read();
//v TinyGPS hatolik bor: s \g i \p axborotlarga ishlov berilmayapti
if('\r' != b)
{
if (gps.encode(b))
return true;
}
}
return false;
}
}

```

### Ulanish tartibi:

1. 10.63-rasmga mos sxema yig'iladi.
2. Arduino ga 10.49 listingdagi sketchni yuklanadi.
3. GPS qabul qiluvchida joylashgan yashil yorug'lik diodini o'chib yonishini kutiladi, bu esa joyidagi holat haqidagi axborot mavjudligi haqida habar beradi.
4. Kenglik va uzunlik haqidagi axborotni chiqishini Arduino ning ketma – ket port monitoridan qaraladi. Shuningdek Grinвич bo'yicha hozirdagi vaqt va sanani olinadi (10.64-rasm).



10.64-rasm. GPS axborotlarini Arduino ning ketma-ket port monitoriga chiqarish.

### Hisobot tarkibi:

1. Kirish.
2. Mashg'ulotning maqsadi.
3. Kerakli komponentlar ro'yxati.
4. Dastur listing.
5. Уланиш схемаси.
6. Mashg'ulotning bajarilish tartibi.
7. Xulosa.
8. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

### Nazorat savollari.

1. Mashg'ulotning maqsadi nimadan iborat?
2. Ishni bajarish uchun qanday komponentlar kerak?
3. Sxema qanday tartibda yigildi?
4. GPS modulining Ishlash tamoyilini tushintirib bering.

## Adabiyotlar

1. Чистяков М.Н. Справочник молодого рабочего по радиоизмерительным приборам. М.: Высшая школа. 1990.-191 с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. Москва «Высшая школа» - 1991. 622 с.
3. Верховцев О.Г., Лютов К.П. Практические советы мастеру любителю. Санкт-Петербург. Энергоатомиздат.- 1991.272 с.
4. Васерин Н.Н., Дадерко Н.К., Прокофев Г.А. Применение полупроводниковых индикаторов. Москва. Энергоатомиздат.- 1991. 200 с.
5. Каримов Б.Х., Ганин Ю.А., Рустамов Г.Х. Радиоэлектроника асбоблари. Тошкент. «Ўқитувчи» - 1993. 123 б.
6. Ден Томал, Нил Уидмер. Поиск неисправностей в электронике. Москва. NT Press. – 2007. 412 с.
7. М.Х. Джонс Электроника-практический курс. Техносфера, 2013. – 512 с.
8. В.В.Умирхин. Физические основы электроники. Учебное пособие. Альфа-М, 2015. – 304 с.
9. Thomas F. Schubert, Ernest M. Kim. Fundamentals of Electronics: Book 1: Electronic Devices and Circuit Applications. Morgan & Claypool Publishers. 2015. - 318 pages.
10. Королева Л.В., Петрова Е.Б. Основы микроэлектроники: учебное пособие для студентов педагогических вузов. – М.: Карпов Е.В., 2016. – 152 с. 1
11. Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things – СПб.: БхВ – Петербург, 2016 – 320 с.
12. Ревич Юрий. Азбука электроники. Изучаем Arduino / Ю. Ревич. – Москва: Издательство АСТ: Кладезь, 2017. – 224 с.
13. Паоло Аливерти. Электроника для начинающих. Пер. с ит. И.В. Потрасиловой.- Москва: Эксмо. 2018. – 368 с.
14. Каххаров А.А., Халматов Д.А. Рақамли схемотехника асослари. “Адабиёт учкунлари” Тошкент.2018 -376 б.
15. Шамие Кэтлин. Основы электроники. 3-е изд. : Пер. с англ. - СП б.: ООО "Диалектика", 2018. – 528 с.



Kahharov A.A., Shukurov K.E., Atadjanova N.S.

# O‘RNATILGAN TIZIMLAR

Amaliy mashg‘ulotlar to‘plami

«Mahalla va oila nashriyoti»  
Toshkent – 2021

Nashr uchun mas‘ul: B. Mavlonov  
Muharrir: U. Yunusov  
Badiiy muharrir: F. Sobirov  
Dizayner-sahifalovchi: L. Abdullayev

Nashriyot ro‘yxat raqami № 1043191. 24.09.2021-y.  
Bichimi 60x84 1/16 Offset qog‘ozi.  
Times New Roman garniturasida.  
Shartli bosma tabog‘i 25. Nashr hisob tabog‘i 13,4.  
Adadi 100 nusxada. Buyurtma № 11-12.



1940

100000, Toshkent shahri, Mirzo Ulug‘bek tumani,  
M.Ismoiliy ko‘chasi 1-G uy.  
«ZUXRA BARAKA BIZNES» MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri Bunyodkor shoh ko‘chasi 27 A–uy.