

“Mexatronika”

fanidan

AMALIY MASHG'UOTLARNI BAJARISH UCHUN

USLIBIY KO'RSATMA

Amaliy mashg'ulot

Elektron sxemani maket (Breadboard)da qurish

Mashg'ulot maqsadi: Talabalarda mexatronika moduli uchun oddiy elektron sxemalarni qurish **amaliy** ko'nimalarni shakllantirish.

Bu amaliy mashg'ulotda talabalar juda oddiy elektron sxemani yaratishni o'rganishadi. Bu sxema yorug'lik chiqaruvchi diod LEDni (*Light Emitting Diode*) yoqishni amalga oshiradi.

Talabalar quyidagilar haqida ma'lumotga ega bo'lishadi:

- rezistorlar haqida;
- svetodiodlar (yoruhlik diodlari);

Talabalar quyidagilarni o'rganadi:

- elektr sxemani o'qish tartibini;
- maketda elektr sxemani qurish tartibini.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Rezistor (*ingl. resistor*, lotinchada *resisto* – qarshilik ko'rsataman) – elektrik zanjirning passiv elementi bo'lib, elektr qarshilikni aniq va o'zgaruvchan qiymatiga ega, tok kuchini chiziqli ravishda kuchlanishga aylantirishga va kuchlanishni tok kuchiga aylantirish, tokni cheklash, elektr energiyani yutish va hokazolar uchun mo'ljallangan.



a) Evropa va Rossiyada qabul qilingan belgilanishi
b) AQSH qabul qilingan belgilanishi

Rezistorlarni ketma-ket ulaganda ularning qarshiliklari qiymati yig'indisi olinadi

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Rezistorlarni paralell ulaganda esa teskari qarshiliklar yig'iladi (ya'ni $1/R$ umumiy qarshilik $1/R_i$ har bir qarshilik o'tkazuvchanligi yig'indisidan iborat bo'ladi)

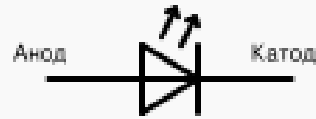
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Svetodiód (yorug'lik diodi) yoki **yorug'lik tarqatuvchi diod** (*angl. light-emitting diode, LED*) – elektron-tirqishli o'tishlarga ega yarim o'tkazgichli element bo'lib, unda to'g'ri yo'nalishda elektr tokini o'tkazilishi paytida optik nurlanish paydo bo'ladi.



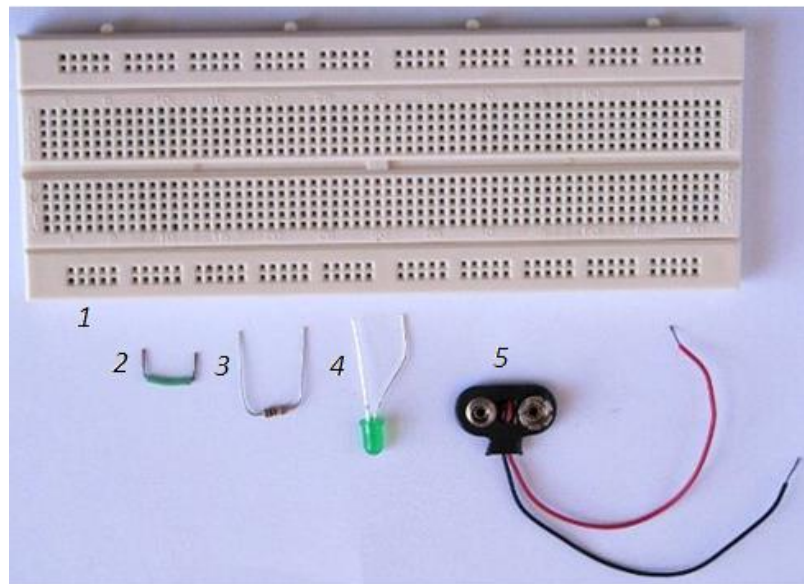
Element – Svetodiod

Ixtirochilar - Oleg Losev (1927),
Nik Xolon'yak (1962)
Belgilanishi



Sxema komponentlari:

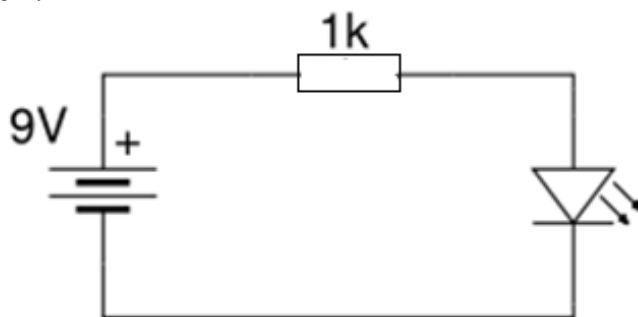
Sxemani tashkil etish uchun quyidagilar kerak bo`ladi (1.1-rasm):



1. Maket (Breadboard);
2. Maketda ulash uchun o`tkazgich simlari (Wire Link);
3. 1 kOm qarshilikli rezistor;
4. 5 mml LED;
5. Batareya qisqichi;
6. 9Vli batareya yoki boshqa elektr energiya manbai.

Printsipial sxemani o`qish.

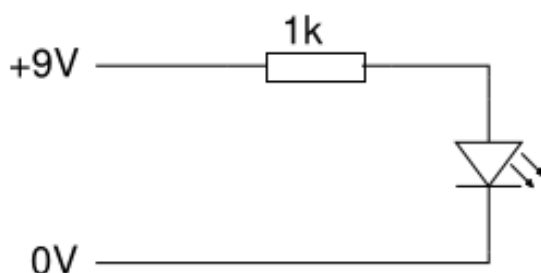
LEDni ulash printsipial sxemasi (smexatik diagramma sifatida ham ma`lum) 1.2-rasmda ko`rsatilgan:



1.2-rasm. LEDni ulash printsipial sxemasi

Bu sxema bo`yicha (batareyadan soat strelkasi bo`yicha) akkumlyatorli batareyaning musbat chiqishini (qora ulash o`tkazgichi) 1 kOm rezistorga ulaymiz. Rezistorning boshqa uchini esa yorug`lik diodning anod uchiga ulaymiz. Yorug`lik diodning katod uchini esa akkumlyatorli batareyaning manfiy ulagichiga (qizil ulash o`tkazgichi) ulaymiz.

Ko`pincha batareya yoki boshqa elektr manbani sxemada ko`rsatilmaydi. Bunday alternativ sxema qanday qilib kuchlanish zanjirda bog`lanishini ko`rsatib beradi. 1.3-rasmda alternativ sxemani ko`rishimiz mumkin:

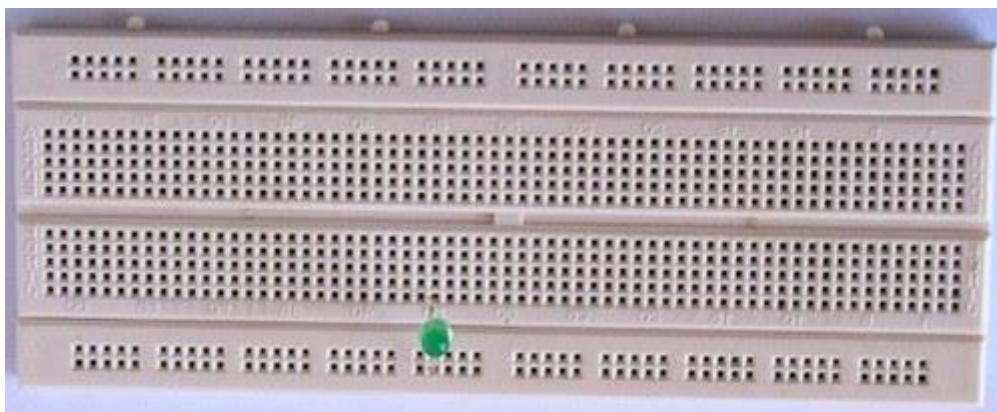


1.3-rasm. LEDni ulash sxemasi

Zanjirni qurish

1-qadam: Indikator (svetodiod) ni maketda joylashtirish.

Yorug`lik diodning uzun (anod) o`tkazgichini maketning quyi relsiga joylashtiramiz, boshqa qo`rg`oshin o`tkazgichini esa rasmda ko`rsatilganidek maketning asosiy qismiga joylashtiramiz:

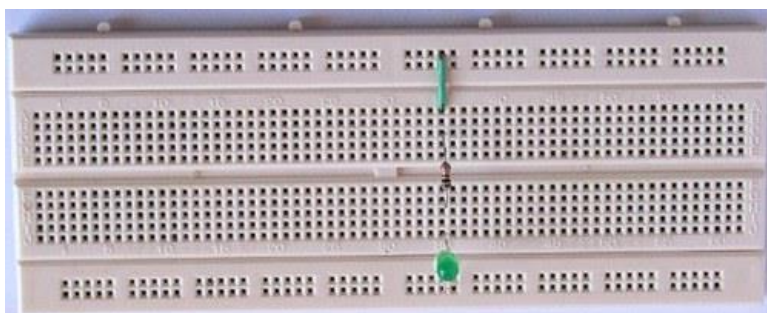


2-qadam: Rezistorni maketga joylashtirish.

Rezistor o'tkazgichlarini quyi rasmda ko'rsatilganidek qatlab qo'ying. Rezistorning bir uchini yorug'lik diodning katod chiqishi ustida to'g'ri chizig'ida ulang, qo'rg'oshinli uchini esa maketning o'rta kanalidan pastga joylashtiring. Bu LED katodini rezistorning bir uchiga ulash imkonini beradi. Platada rezistor atrofida qanday yo'l bo'lishi muhim emas.

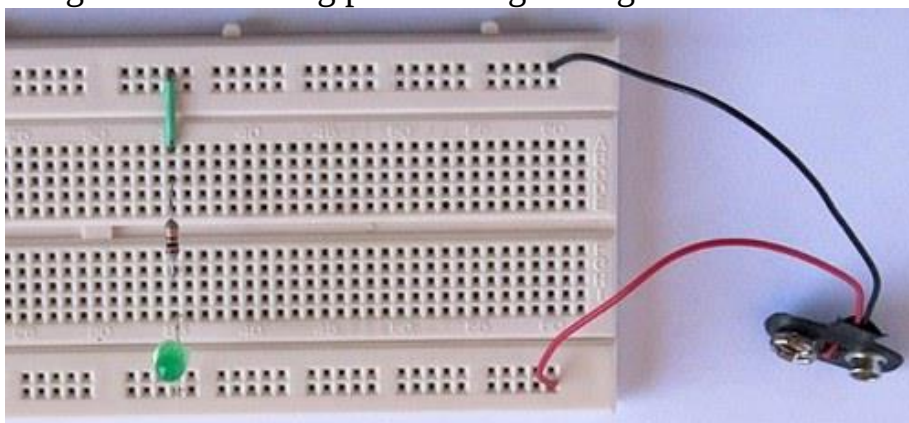
3-qadam: Maketga o'tkazgich ulagichni joylashtirish.

O'tkazgich ulagichni bir uchini rezistorning uchi ustidagi chiziqda joylashtiring bir uchi esa maketning yuqori relsida joylashgan bo'lishi kerak.



4-qadam: Batareya qisqichlarini maketga joylashtirish.

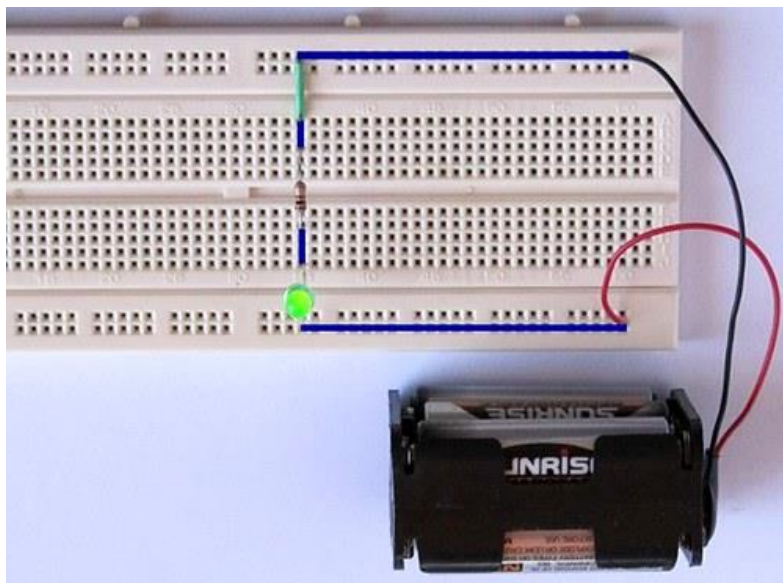
Batareya qora qisqichi ulagichini maketning yuqori relsiga ulang. Batareya qizil qisqichi ulagichini maketning pastki relsiga ulang.



5-qadam: Batareyani batareya qisqichiga ulash.

Va nihoyat zanjirga manba berish uchun va yorug'lik diodni yoqish uchun batareyani batareya qisqichiga joylashtiring.

Quyidagi rasm bu amaliy mashg'ulotimizda qurilgan sxemani ko'rsatib berib, unda maketda ulanish chiziqlarini ko'rsatadi. Bu chiziqlar ko'k rangda keltirilgan.



Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta maketda mexatronik modul yig'adi.
2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Ishning maqsadi nima?
2. Rezistor va svetodiod haqida tushuncha bering.
3. Yig'ladigan sxema komponentlarini sanab o'ting.
4. Prinsipial sxemani chizib tushuntiring.

Amaliy mashg'ulot “Arduino” qurilmasini ishga tushirish

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga “*Arduino Uno*” qurilmasi bilan ishlash amaliy ko'nikmalarni hosil qilish.

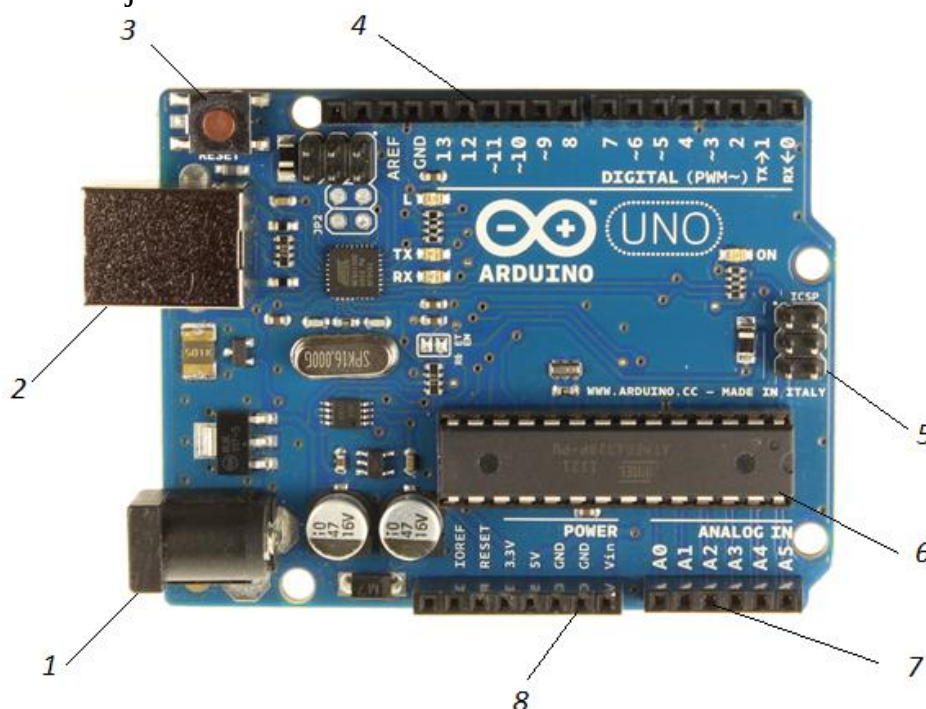
Mashg'ulot jarayonida talablar quyidagilarni o'rganishadi:

- “*Arduino Uno*”ni o'rnatish va unda dasturlash usulini;
- “*Arduino Uno*” bilan interfeys orqali o'zaro bog'lanishni.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Arduino — noprofessional foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan oddiy avtomatika va robototexnika tizimlarini qurish apparat-dasturiy vositalarning savdo markasi hisoblanadi. Uning dasturiy ta'minoti bepul dasturiy qobiq (IDE)dan iborat bo'lib, dasturlarni yaratish va apparaturani dasturlash uchun mo'ljallangan. *Arduino* ning apparat ta'minoti pechatlab o'rnatilgan plata bo'lib, rasmiy ishlab chiquvchi va boshqa ishlab chiquvchilar tomonidan sotiladi.

Arduino Uno (2.1-rasm) – *ATmega328* mikrokontrolleri asosida ishlangan qurilma hisoblanadi. Uning tarkibida mikrokontroller bilan ishlash uchun zarur barcha tarkibiy qismlar mavjud.



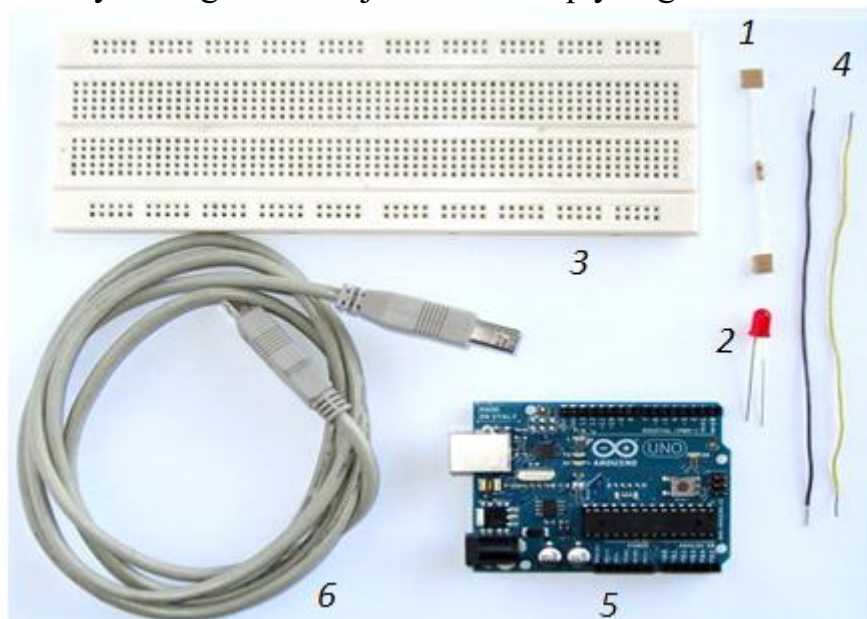
2.1-rasm. Arduino Uno qurilmasi

- 1-Elektr manba ulanish porti;
- 2-USB interfeys;
- 3-Tashlab yuborish tugmasi;
- 4-14 ta raqamli kirish/chiqish portlari, ulardan 6 tasi *KIM* (keng impul'sli modulyatsiya)-chiqish porti sifatida ishlatilishi mumkin;
- 5-Ichki sxemalarni dasturlash uchun ulanish (*ICSP*);
- 6-16 *MGts* li kvartslı rezonator;
- 7-6 ta analogli kirish porti;
- 8- *GND* - заземление.

Qurilma bilan ishlashdan oldin uni *AC/DC*-adapteri yoki elektr batareyaga manbasiga yoki *USB*-kabel orqali kompyuterga ulash zarur.

Ishni bajarish uchun komponentlar

Amaliy mashg'ulotni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi (2.2-rasm):

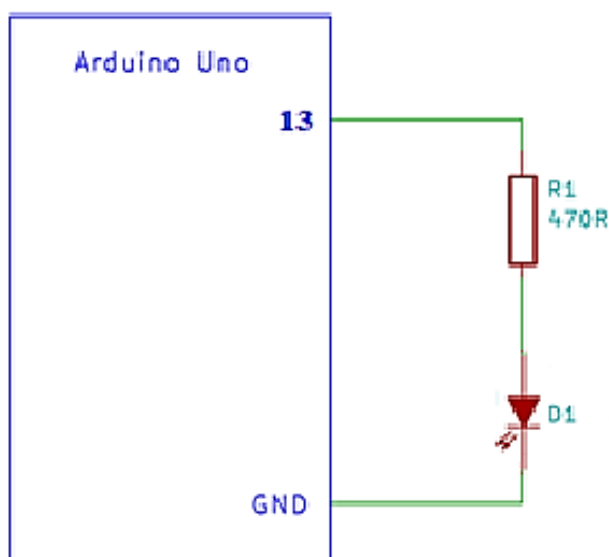


2.2-rasm:

1. 470 Om qarshilikka ega rezistor- (elektr sxemada *R1* belgili);
2. LED –(elektr sxemada *D1* belgili);
3. Maket (breadboard);
4. Maket platalasi uchun o'tkazgichlar;
5. “Arduino Uno” qurilmasi;
6. USB standart kabeli.

Arduino Uno qurilmasiga LEDni ulash printsiptial elektr sxemasi

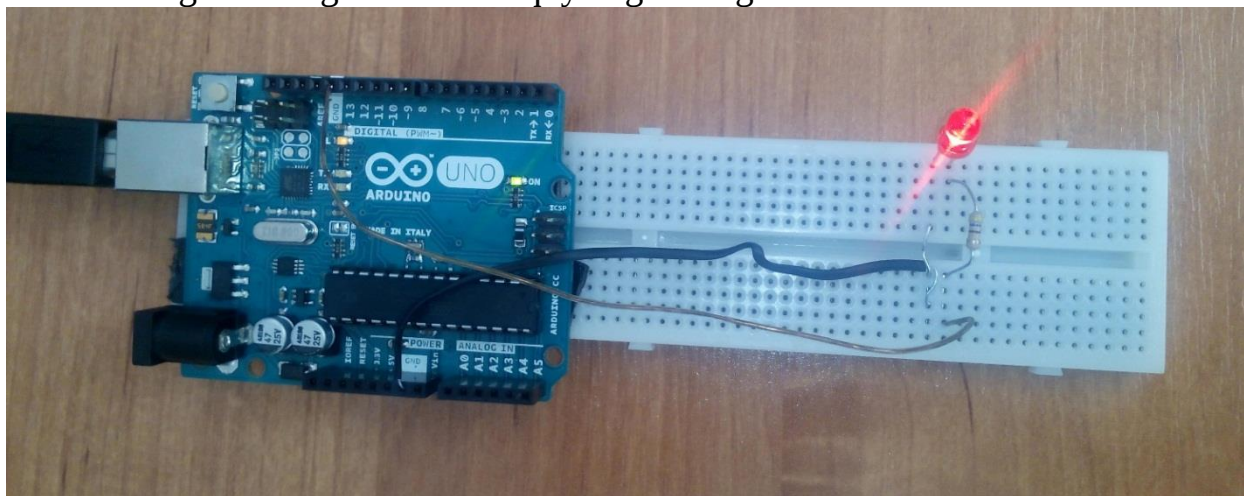
Biz birinchi elektron sxemani tashkil etamiz va uni “Arduino Uno” platasiga ulaymiz.



2.3-rasm. Arduino Uno qurilmasiga LEDni ulash printsiptial elektr sxemasi

LED katodi rezistor bilan bog'lanadi va boshqa chiqishi esa *Arduino* platasining *GND* kontakti bilan ulanishi kerak. So'ngra *Arduino* platasining 13-raqamli chiqishi bilan printsiptial sxemadagi rezistorning anod tomoni ulanishi zarur, ya'ni rezistorning ikkinchi uchi.

Sizning sxemangiz taxminan quyidagi rasmga o'xshash bo'lishi kerak:



“Arduino” dasturiy ta'minotini o'rnatish

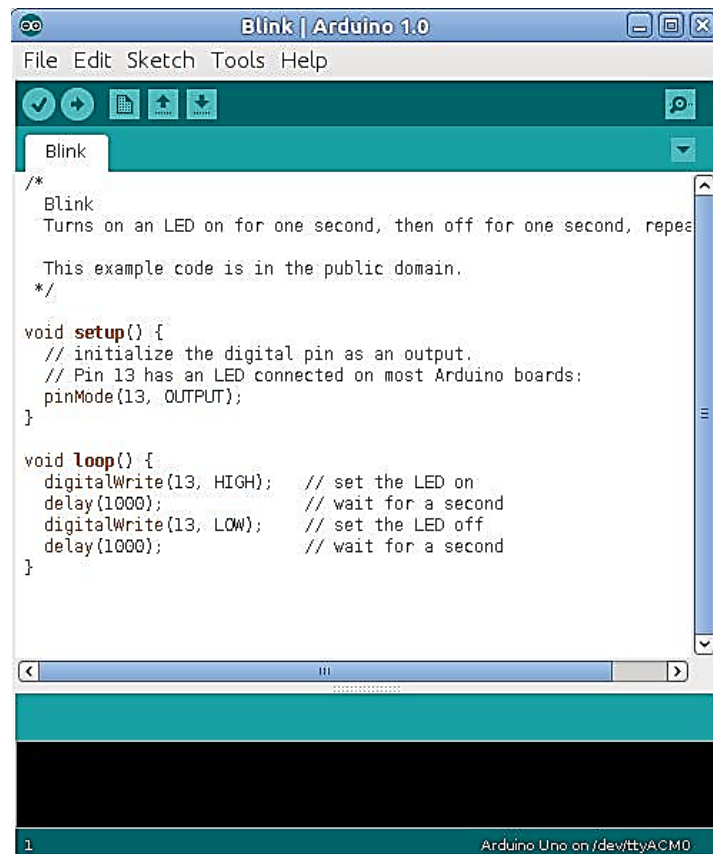
Biz kompyuterimizga *Arduino IDE* dasturiy ta'minotini o'rnatishimiz zarur.

“Arduino” da dasturlash

Bu amaliy mashg'ulotimizda biz tayyor dasturdan foydalanamiz, qaysiki bu dastur *Arduino IDE* dasturlash tizimida kiritilgan (o'zi mavjud) bo'ladi. Bu tayyor dastur elektrik sxemadagi *LED* lampochkani o'chirish/yoqish buyrug'ini amalga oshiradi va lampochkani o'chiradi/yoqadi.

Arduino platani kompyuterga ulaymiz va *Arduino IDE* dasturlash tizimida quyidagi mavjud tayyor dasturni ochamiz:

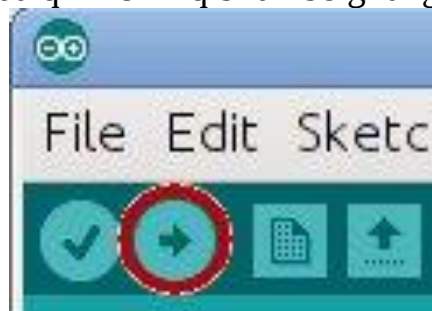
1. *USB* kabelni *Arduino USB* portiga ulaymiz va boshqa uchini esa kompyuterning *USB* portiga ulaymiz (bu kompyuterda *IDE Arduino* dasturiy ta'minoti o'rnatilgan bo'lishi kerak).
2. *IDE Arduino* dasturlash tizimini ishga tushiramiz.
3. Dasturlash tizimida *Arduino* platasi uchun mos portni tanlaganingizga iqror bo'lamiz.
4. Dasturlash tizimining eng yuqori asosiy menyusida quyidagi buyruqni tanlaymiz: “*Fayl* → *Primeri* → *1.Basics* → *Blink*”
5. 2.4-rasmda ko'rsatilganidek tayyor dastur kodli yangi oyna paydo bo'ladi



2.4-rasm.Blink tayyor dasturning IDE Arduino dagi oynasi

Plataga *Arduino* dasturini yuklaymiz:

1. Dasturni *Arduino* yuklash uchun asosiy instrumentlar panelidagi *Upload* tugmani tanlaymiz (2.5-rasmda qizil chiziq bilan belgilangan).



2.5-rasm. Yuklash tugmasi

2. Dastur plataga yuklanishi zarur va so`ngra ishlashni boshlashi kerak. Dastur ishini boshlaganda siz *LED* lampochkasini yonish/o`chishini ko`rishingiz mumkin.

Ishni bajarish tartibi

1.Talabalar o`qituvchi tomonidan berilgan ma`lumotlar asosida “*Arduino Uno*” qurilmasini ishga tushirib beradi.

2.Talaba bajargan ishlari bo`yicha o`qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. *Arduino* savdo markasiga tushuncha bering.

2. *Arduino Uno* platasining tuzilishini aytib bering.
3. Ishni bajarish uchun komponentlarni ayting.
4. *Arduino Uno* qurilmasiga *LED*ni ulash printsiplial elektr sxemasini chizib tushuntiring.
5. Plataga *Arduino* dasturini yuklash tartibini aytib bering.

Amaliy mashg'ulot **“Arduino Uno” ga yorug'lik diodlarni ulash**

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarda **Arduino** ga yorug'lik diodlarni ulash va ularning yonish ketma-ketligini boshqarish ko'nikmalarini shakllantirish.

Amaliy mashg'ulot jarayonida talabalar quyidagilarni bilib olishadi:

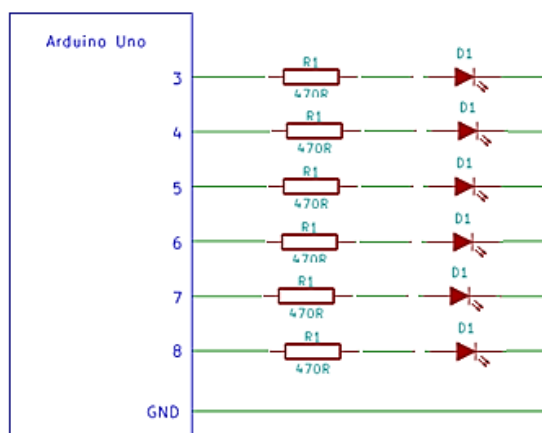
- Yorug'lik diodlarni ulash uchun **Arduino** dastur tuzishni;
- Yorug'lik diodlarni yonish/o'chishini ketma-ketligini boshqarish uchun **Arduino** interfeysi bilan o'zaro muloqot qilishni.

Ishni bajarish uchun kerakli jihozlar:

1. Rezistor 470 Ohm - belgilanishi *R1*;
2. *LED* – belgilanishi *D1*;
3. Maket platasi;
4. Maket platasi uchun o'tkazgichlar;
5. *Arduino* platasi;
6. *USB* standart kabeli.

Yorug'lik diodlarni *Arduinoga* ulash printsiplial elektr sxemasi

Printsiplial elektr sxemasi 3.1-rasmda ko'rsatilgan. Bu juda oddiy bo'lib, olti dona yorug'lik diodi *Arduino* bilan 3-raqamli portdan to 8 – portgacha chiqish portlari orqali ulangan.



3.1-rasm. Yorug'lik diodlarni *Arduinoga* ulash printsiplial elektr sxemasi

Zanjirni qurish

Svetodiodlarni bir-biriga yaqin holatda maketga shunday joylashtiringki anod (uzun oyoqlari) maketning chap tomonida joylashgan bo`lsin (maketni vertikal joylashuviga ko`ra), katod oyoqchalari esa maketning o`ng tomonida joylashgan bo`lsin.

470 Om rezistorlarni bir tomonini svetodiodning anod tomonida ulash zarur, ikkinchi tomonini esa o`tkazgichlar yordamida 2-raqamli portdan boshlab 8-raqamli portgacha Arduino ga ulab chiqing.

Zanjirni ulash ishi tugagach Arduino platasini USB kabel yordamida kompyuterga ulang.

Dasturni yuklash

Yorug`lik diodlarni ketma-ket boshqarish dasturi *Knight Rider* birlamchi kodi quyida keltirilgan. Ushbu kodni nusxalang va *Arduino IDE* ga joylashtiring.

```
/q
Knight Rider

Knight rider display on 6 LEDs
q/

void setup() {
    // set up pins 2 to 8 as outputs
    for (int i = 2; i < 8; i++) {
        pinMode(i, OUTPUT);
    }
}

// function to switch all LEDs off
void allLEDsOff(void)
{
    for (int i = 2; i < 8; i++) {
        digitalWrite(i, LOW);
    }
}

void loop() {
    // move on LED to the right
    for (int i = 2; i < 8; i++) {
        allLEDsOff();
        digitalWrite(i, HIGH);
        delay(200);
    }
    // move on LED to the left
```

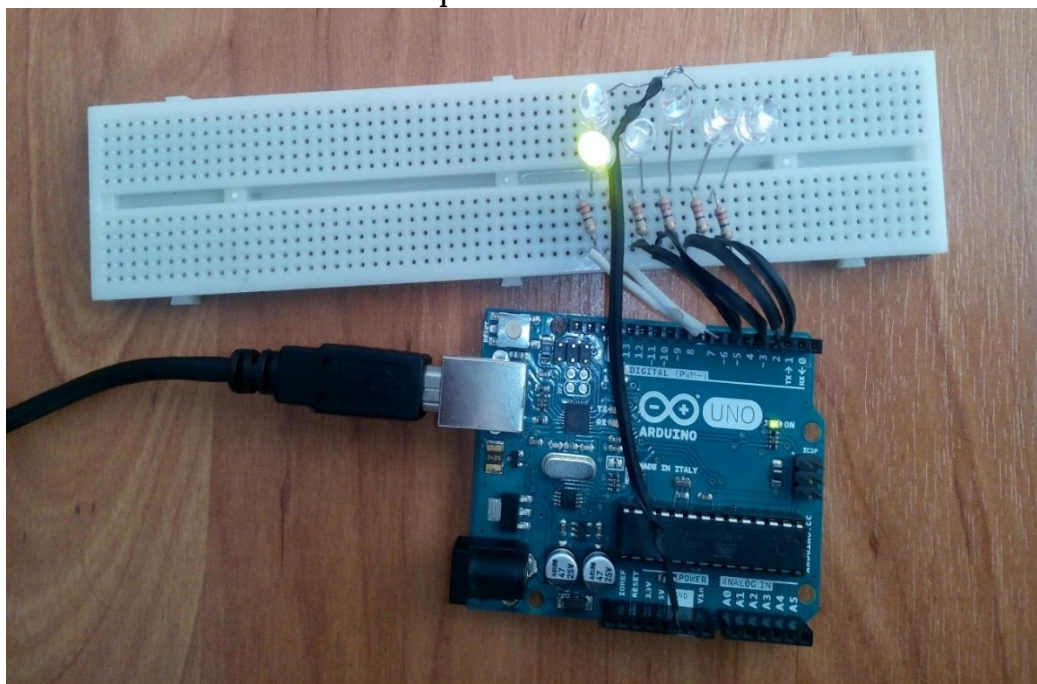
```

    for (int i = 7; i > 1; i--) {
        allLEDSOff();
        digitalWrite(i, HIGH);
        delay(200);
    }
}

```

Dasturni *Arduino* ga yuklang va agar tuzilgan zanjir to'g'ri bo'lsa ushbu dastur ishini boshlaydi va yorug'lik diodlari ketma-ket yonib-o'chishni boshlaydi.

Shuni ham aytish mumkinki, dastur kodini o'zgartirish orqali yorug'lik diodlarni yonib-o'chish ketma-ketliklarini boshqarish mumkin.



**3.2-rasm. Yorug'lik diodlari ketma-ket yonib-o'chishi
Ishni bajarish tartibi**

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta "Arduino Uno"ga yorug'lik diodlarini ulab yig'adi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Mashg'ulotning maqsadini ayting.
2. Ishni bajarish uchun kerakli jihozlarni sanab o'ring.
3. Yorug'lik diodlarni Arduinoga ulash printsiyal elektr sxemasi zanjirini yig'ishni tushuntiring.
4. Dasturni yuklash tartibini tushuntiring.

Amaliy mashg'ulot

«Arduino Uno» mikroprotsessori yordamida temperaturani boshqarish jarayonini o'rganish

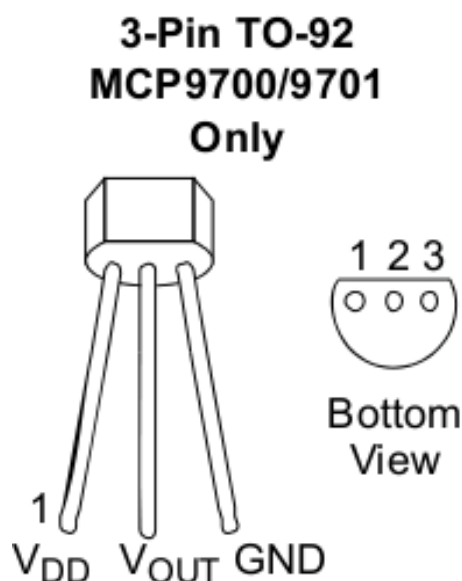
Mashg'ulot maqsadi: Talabalarda «Arduino Uno» mikrokontroller platasi va harorat datchigi yordamida haroratni o'lchash va boshqarish ko'nikmalarini shakllantirish.

Amaliy mashg'ulotni bajarish davomida quyidagilar o'rganiladi:

- MCP 9700 harorat datchigining tuzilishi va ishlash printsipini;
- datchikni mikrokontrollerga ulashni;
- datchikni ishlatuvchi dasturni tuzishni;
- datchik yordamida haroratni o'lchashni va boshqarishni.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

MCP 9700 harorat datchigi (4.1-rasm) hech qanday qo'shimcha qurilmalarni ulamasdan bevosita haroratni o'lchash imkonini beruvchi datchik hisoblanadi. Datchik quyidagi xarakteristikalariga ega (4.1-jadval):



4.1.-rasm. MCP 9700 datchigi

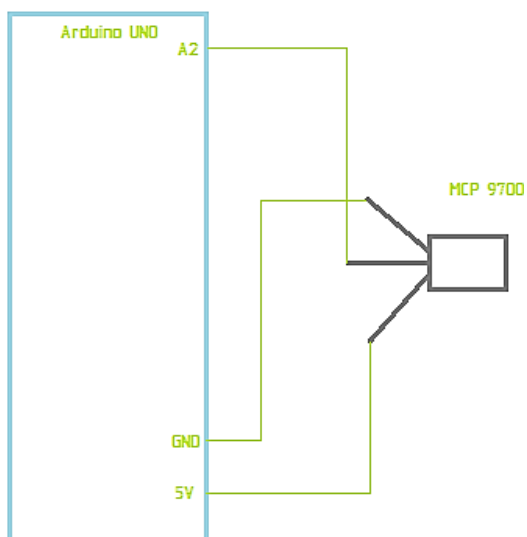
4.1-jadval. MCP 9700 datchik xarakteristikasi

Xarakteristika nomi	Qiymati
Kuchlanishga nisbatan haroratning o'zgarishi	10mV/°C
0°C dan +70°C gacha bo'lgan oraliqda asbobning aniqligi	± 4 °C
-40°C dan +150°C gacha bo'lgan oraliqda asbobning aniqligi	-4°C/+6°C
Iste'mol kuchlanishi	2.3 V dan 5.5 V gacha
O'lchash chegarasi	-40°C ÷ +150°C

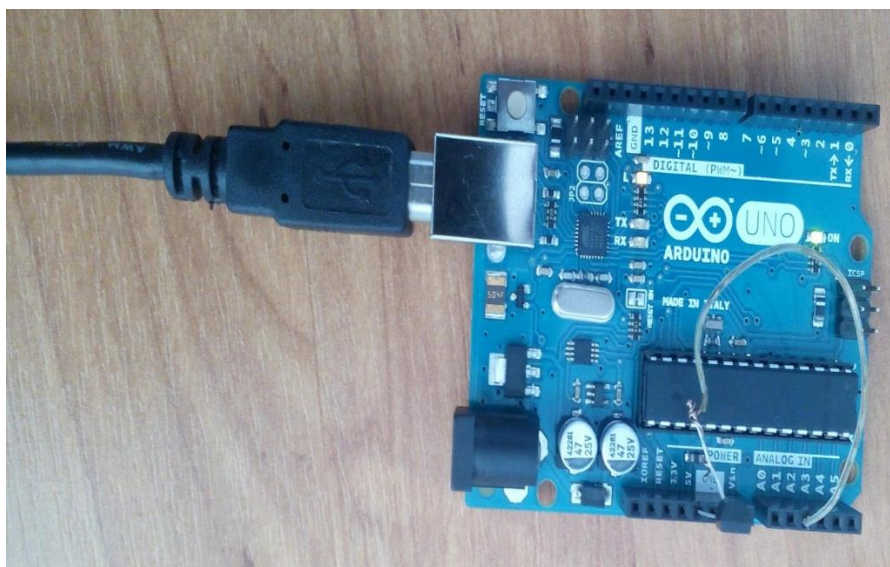
Ishni bajarish tartibi: MCP 9700 datchigi 3 ta kontaktdan iborat bo'lib, ularning har biri mikrokontrollerning tegishli nuqtalariga ulanishi kerak:

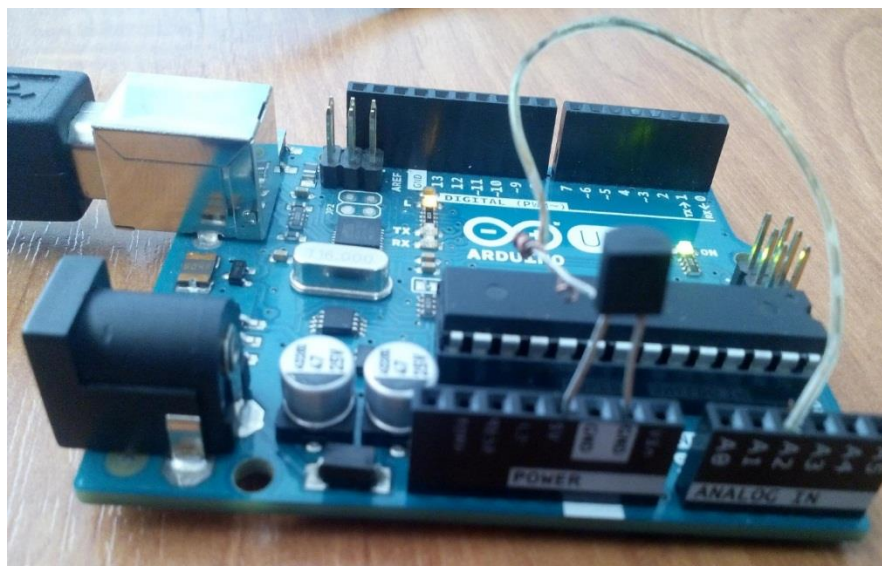
- Datchikning birinchi kontakti iste'mol kuchlanishi beriladigan nuqtaga ulanadi (3.5 V yoki 5 V);
- Ikkinchi kontakti analogli chiqish nuqtasiga ulanadi (A0...A5);
- Uchinchi kontakt esa *GND* (ground(zazemlenie)) nuqtasiga ulanadi.

Ulanish sxemasi quyida keltirilgan



4.2-rasm. “Arduino Uno” va MCP 9700 datchigi ulash sxemasi





4.3-rasm. “Arduino Uno” va MCP 9700 datchigini ulash fotosuratlari

Endi datchikni ishlatadigan mikrokontroller dasturini yozamiz:

```
float temp;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
};

void loop () {
  temp = analogRead(2)*5/1024.0;
  temp = temp - 0.5;
  temp = temp / 0.01;
  Serial.println(temp);
  delay(500);
};
```

Bu dastur datchikdan keladigan signalni qabul qiladi va biz harorat haqida tasavvurga ega bo'lishimiz uchun uni raqamlarga aylantirib *Arduino* dasturining maxsus oynasiga ko'rsatadi (*Ctrl+Shift+M*). Endi tushunarliroq bo'lishi uchun dasturni bosqichma – bosqich ko'rib chiqamiz:

Shuni esda tutish kerakki, siz temperaturani o'lchash datchigini 2.7V dan to 5.5V gacha manbaga ulab o'lchash imkoniyatiga egasiz. Bizning misolda sizga 5V manba portiga datchigni ulab temperaturani o'lchashni ko'rib o'tamiz, lekin shuni inobatga olingki siz 3.3V manbaga datchikni ulab ham hisoblash imkoniga egasiz. Agar siz Arduino platasining 5V portiga datchikni to'g'ridan-to'g'ri ulab ishlatadigan bo'lsangiz, siz quyidagi formuladan foydalanib analog port orqali o'qilayotgan 10 bitli ma'lumotni aniqlashingiz mumkin:

Voltage at pin in milliVolts = (reading from ADC) * (5000/1024)

Ushbu formula 0-1023 bo'lgan qiymatni 0-5000mV (= 5V) kuchlanish qiymatiga aylantirib beradi.

Agar siz Arduino da 3.3V portni ishlatadigan bo'lsangiz, siz quyidagi formuladan foydalanishingiz mumkin:

$$\text{Voltage at pin in milliVolts} = (\text{reading from ADC}) * (3300/1024)$$

Ushbu formula 0-1023 bo'lgan sonli qiymatnin 0-3300mV (= 3.3V) bo'lgan kuchlanish qiymatiga aylantirib beradi.

Keyinchalik, millivoltni temperaturaga aylantirish kerak, bunda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$\text{Centigrade temperature} = [(\text{analog voltage in mV}) - 0,5] / 0,01$$

1. temp = analogRead(2)/1024.0; - Analog kirish sonli qiymat signalini kuchlanish signaliga aylantiradi.

2. temp = temp - 0.5; va temp = temp / 0.01; - esa millivolt qiymatini temperatura qiymatiga aylantirib beradi.

Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida "Arduino Uno" yordamida atrof-muhit temperaturasini o'lchaydi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Amaliy mashg'ulotni bajarish davomida nimalar o'rganiladi?
2. MCP 9700 harorat datchigi haqida ma'lumot bering.
3. Ishni bajarish tartibini ayting.
4. Datchikni ishlatadigan mikrokontroller uchun dasturni tushuntiring.

Amaliy ish

Mexatronik elektryuritmalarning kinematik sxemasini loyihalash

Mashg'ulot maqsadi: Talabalarda mexatronik elektr yuritmalari uchun kerakli kinematik sxemani loyihalash amaliy ko'nimalarni shakllantirish.

Elektryuritmalarning kinematik sxemasini qurish mexatronik tizim loyihalashning mas'ul bosqichi hisoblanadi. Kinematik sxema mexatronik tizimning mexanik qismi konstruksiyasini, shuningdek uning ishlatish sifatini belgilaydi.

Kinematik sxema mexatronik tizim mexanik qismining hamma zveno va mexanizmlarini bog'lanish tartibini tekislik yoki fazoviy tasvirda ko'rsatadi va energiya oqimining taqsimlanishi haqida, mexanik qismi elementlarining kinematik aloqasi haqida, asosiy zvenolarni bir-biriga nisbatan joylashish holati haqida ma'lumot beradi. U tizimning kinematik va kuchini hisoblash uchun asosiy hujjat hisoblanadi.

Sxema masshtabga amal qilmasdan bajariladi. Sxemaning hamma elementlari shartli grafik belgilar bilan yoki tashqi ko'rinishi soddalashtirilgan holda belgilanadi.

Kinematik sxemada yurutma dvigatelning quvvati, dvigatel valining va mashina barcha vallarining aylanma tezligi, shkvlar diametrlari, tasma uzunligi va turi, tishli

g'ildirak, yulduzcha va xrapovik tishlari soni, tishli uzatma moduli, zanjirli uzatma qadami, ishchi organlar yurishi soni va qiymati ko'rsatiladi. Vallar rim raqamlari bilan nomerlanadi. Mexanik qismning hamma elementlari sxemada arab raqamida tartib bilan nomerlanadi, chapdan o'nga yoki o'ngdan chapga va chizmaning bo'sh joyida matn bilan izoh beriladi, masalan jadvallar yordamida (ГОСТ 2.702—69).

Umumiy uzatish sonini aniqlash va uni bosqichlarga taqsimlash

Uzatmalarning asosiy kinematik xarakteristikasi bo'lib uzatishlar soni hisoblanadi:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_{a2}}{M_{a1}\eta} \quad (5.1)$$

bu yerda ω_1 va ω_2 - yetaklovchi va yetaklanovchi vallarning burchak tezligi, s^{-1} ; n_1 va n_2 - yetaklovchi va yetaklanovchi vallarning aylanish chastotasi, ayl/min; M_{a1} va M_{a2} - yetaklovchi va yetaklanovchi vallardagi aylantirovchi momentlar, N·m; η - yurutma FIK.

Umumiy uzatish soni

$$u_{um} = n_{dv} : n_{i,o} \quad (5.2)$$

bu yerda n_{dv} - elektrodvigatelning aylanishlar chastotasi, ayl/min (s^{-1}); $n_{i,o}$ - ishchi organning aylanishlar chastotasi, ayl/min (s^{-1}).

Keyin u_{um} ni alohida bosqichlarga bo'ladilar. Buning ko'p yechimi mavjud, lekin biz optimal variantini tanlab olishimiz kerak.

Umumiy uzatishlar sonini alohida bosqichlarga bo'lishda uzatishning umumiy soni har bir boshqich uzatish soni ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$u_{um} = u_1 u_2 u_3 \times \dots \times u_n \quad (5.3)$$

Agar umumiy uzatishlar soni aniq bo'lsa, boshqa $n-1$ boshqichlar uzatishlar soni beriladi va oxirgi bosqich uzatishlar soni kattaliklari aniqlanadi:

$$u_n = u_{um} / (u_1 u_2 u_3 \times \dots \times u_{n-1}) \quad (5.4)$$

Umumiy uzatishlar sonini aniqlash umumiy me'zoni yo'q. Ammo quyidagilar tavsiya etiladi:

- qo'llanmalarda ko'rsatgan uzatishlar sonlarining o'rtacha qiymatlari tanlab olinadi;
- birinchi navbatda reduktor uchun, keyin zanjirli, tasmali va tishli uzatmalar uchun uzatishlar soni aniqlab olish kerak;
- silindrik va silindrik-konus reduktorlarda birinchi tezyurar bosqichlari uchun uzatishlar soni kattaroq tanlanadi (3 dan 5 gacha), keyingi sekin ishlaydigan bosqich uchun avvalgisidan 30-40 % kamroq olinadi;
- chervyakli reduktorning FIK ko'p bo'lishi uchun ko'p zaxodli chervyak qo'llaniladi.

Umumiy uzatishlar sonini alohida boshqichlarga bo'lish uchun 5.1-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanish mumkin:

5.1-jadval. Har xil uzatmalarning uzatishlar soni qiymatlari

Uzatmalar	Uzatishlar soni qiymati	
	o'rtachasi	Yuqorisi
Reduktorgagi tishli uzatma:		
silindrik g'ildirakli	3-6	10
konus g'ildirakli	2-3	6
Ochiq tishli	3-7	15
Chervyakli:		
yopiq	10-40	80
ochiq	15-60	120
Zanjirli	2-5	6
Friksion	2-4	5
Tasmali:		
yassi tasmali ochiq	2-4	6
yassi tasmali tortish rolikli	4-6	8
ponasimon tasmali	2-4	6

Keyingi hisoblashda tishli yoki yulduzchali uzatma tishlari soni, shkiqlar diametri va h.k. aniqlanadi, bunda umumiy kinematik hisoblashda aniqlangan va qabul qilingan uzatishlar soni orasida tafovut bo'lishi mumkin. Umumiy uzatishlar sonini o'zgartirmaslik uchun bu tafovut yurutmaga kiradigan ba'zi uzatmalar sonini o'zgartirish bilan yoqotiladi. Odatda hisob-kitoblarni o'zgartirish uchun ochiq tishli va zanjirli uzatmalar uzatishlar soni o'zgartiriladi.

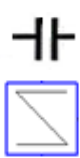
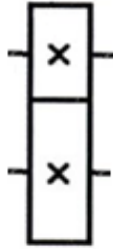
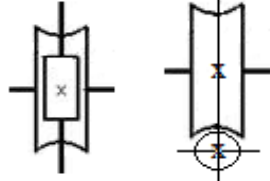
Uzatishlar sonini o'zgartirishda quyidagilar e'tiborga olinadi: tishli, chervyakli yoki zanjirli uzatmalar soni butun sonlar (tishlar sonlari) nisbatiga teng bo'ladi; tasmali uzatma uchun – sirpanishni hisobga olgan holda shkiqlar diametri standart qatoridagi qiymatlar nisbatiga teng. Shuning uchun yurutmaning haqiqiy uzatishlar soni hamma vaqt hisoblangan uzatishlar soniga teng bo'lmaydi. Chiqayotgan valning haqiqiy aylanish chastotasi deyarli hamma vaqt hisoblangan aylanish chastotasidan oz-moz farq qiladi. Bu farqni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

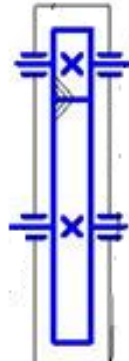
$$\Delta n = ((n - n_h) / n) \cdot 100 \% \quad (5.5)$$

bu yerda n - berilgan aylanish chastotasi , ayl/min (s^{-1}); n_h - haqiqiy aylanish chastotasi, ayl/min (s^{-1}).

Faqat etaklanuvchi valning aylanish chastotasidagi xatolik $\pm 1\%$ bo'lsa, hisoblash qoniqarli hisoblanadi.

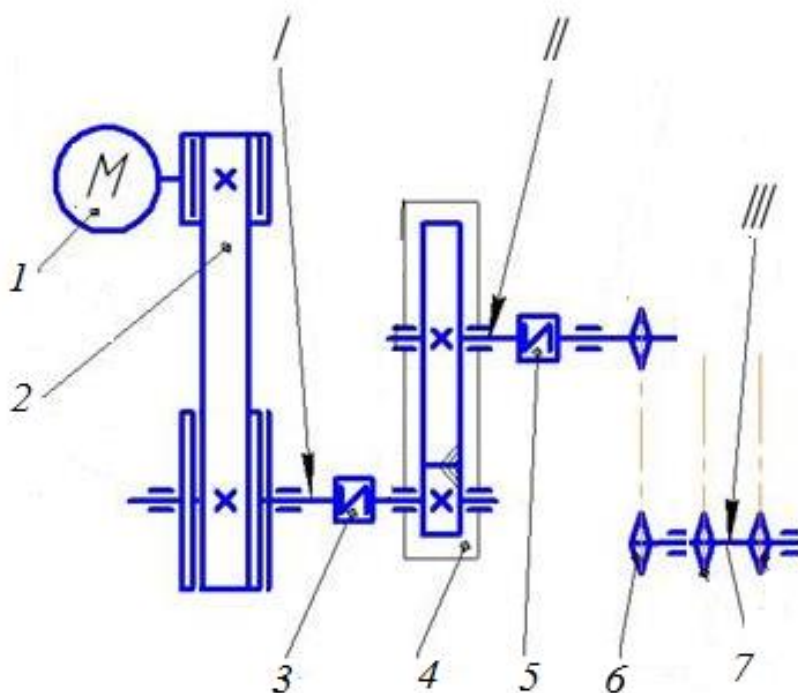
5.2-jadval. Kinematik sxemadagi elementlarning shartli belgisi

	Elektrdvigatel
	Mufta
	Val
	Podshipnik, tayanch
	Silindrik tishli uzatma
	Konussimon tishli uzatma
	Chervyakli uzatma
	Zanjirli uzatma
	Tasmali uzatma

	Bir boshqichli silindrik qiyshiq tishli reduktor (yopiq tishli uzatma)
---	---

Ishni bajarish uchun namuna:

Mexatronik modulning quyidagi kinematik sxemasi berilgan:



Modul tarkibiga quyidagilar kiradi: valining aylanishlar soni $n_{dv}=1400$ ayl/min bo'lgan elektrodvigatel 1, tasmali uzatma 2, bir boshqichli silindrik qiyshiq tishli reduktor 4, zanjirli uzatma 6 va valining aylanishlar soni $n_{r.o.}=12$ ayl/min bo'lgan ishchi organ.

I va II vallardagi aylanishlar sonini aniqlash kerak bo'ladi.

1. Kinematik sxemadagi umumiy uzatishlar sonini (5.2) formula bilan aniqlaymiz:

$$u_{um} = \frac{n_{dv}}{n_{i.o.}} = \frac{1400}{12} = 116,67$$

2. (5.3) formulaga asosan umumiy uzatishlar sonini alohida bosqichlarga bo'lishda uzatishning umumiy soni har bir boshqich uzatish soni ko'paytmasiga teng bo'ladi. Bizning holatda 3 ta uzatishlar mavjud (tasmali uzatma, bir bosqichli

reduktor va zanjirli uzatma), shuning uchun:

$$u_{um} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3$$

bu yerda u_1 ; u_2 va u_3 - tasmali uzatma, reduktor va zanjirli uzatma uzatishlari soni.

5.1-jadvalga asosan reduktor va zanjirli uzatma uchun uzatishlarni sonini belgilaymiz, tasmali uzatmani (5.4) formuladan hisoblaymiz.

$$u_2 = 6; \quad u_3 = 5,$$

$$\text{Unda } u_1 = u_{um} / (u_2 \cdot u_3) = 116,67 / (6 \cdot 5) = 3,9$$

Kinematik sxemaning haqiqiy uzatishlar soni:

$$u'_{um} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 = 6 \cdot 5 \cdot 3,9 = 117$$

Ishchi organning haqiqiy aylanishlar soni:

$$n_h = n_{dv} / u'_{um} = 1400 / 117 = 11,966 \text{ ayl/min}$$

Ishchi organ valining berilgan va hisoblangan aylanishlar soni orasidagi xatolikni (5.5) formula yordamida aniqlaymiz:

$$\Delta n = ((n - n_h) / n) \cdot 100 \% = ((12 - 11,966) / 12) \cdot 100 \% = 0,28 \%$$

Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta mexatronik yuritma uchun kinematik sxema qurib, uzatishlar soni hisoblanadi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Kinematik sxema qaysi maqsadda quriladi?
2. Kinematik sxemada qanaqa parametrlar ko'rsatiladi?
3. Uzatishlar soni qanday hisoblanadi?
4. Umumiy uzatishlar sonini aniqlashda qaysi tavsiyalarga e'tibor berish kerak?

Amaliy ish

Mexatronik elektr yuritmalarini energetik hisoblash

Mashg'ulot maqsadi: Talabalarda mexatronik elektr yuritmalari uchun kerakli quvvatni aniqlash amaliy ko'nimalarni shakllantirish.

Nazariy ma'lumotlar

Energetik hisoblashda mexatronik elektr yuritmasi uchun kerakli quvvat hisoblanib, dvigatelning quvvati aniqlanadi va konkret dvigatel tanlanadi.

Yuritma uchun kerakli quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N = N_{sol} \Pi, \quad (6.1)$$

bu yerda N_{sol} — solishtirma quvvat, kVt·soat/kg; Π — mashina ish unumdorligi, kg/soat.

Solishtirma quvvat taqribiy kattalik va hisoblashda amaliyotdan olingan qiymati qo'llaniladi.

Quvvatni aniqlash uchun navbatdagi formulalar tavsiya etiladi:
ilgarilama harakatda

$$N = P v \cdot 10^{-3} \quad (6.2)$$

aylanma harakatda

$$N = M \omega \cdot 10^{-3} \quad (6.3)$$

bu yerda P -foydali qarshiliklarning ta'sir qiluvchi kuchi (tortish kuchi), N; v — bajaruvchi organ tezligi, m/s; M — yetaklanuvchi valdagi aylanish momenti, N·m; ω — yetaklanuvchi valning burchak tezligi, rad/s.

Transportlovchi qurilmalar yuritmasi uchun kerak bo'lgan quvvat material qaysi yo'nalishda: vertikal, gorizontaal yoki qiyalik bo'yicha harakatlanishiga bo'g'liq. Umumiy ko'rinishda:

$$N = \Pi L w g/1000 \pm \Pi H g/1000 \quad (6.4)$$

bu yerda: Π — transportlovchi qurilmaning ish unumdorligi, kg/s; L — tashish uzunligi, m; N — ko'tarish balandligi, m; w — harakatga qarshilik koeffitsiyenti.

Bu formulani qiya burchak ostida yuk tashish uchun ham ishlatiladi. Agar vertikal tashish kerak bo'lsa, unda formuladagi $L = N$ bo'ladi. Agar gorizontaal tashish kerak bo'lsa, unda formuladagi $H = 0$ bo'ladi

Yuritmaning quvvatini quyidagi formula bilan ham aniqlab bo'ladi.

$$N = F_0 v \cdot 10^{-3} \quad (6.5)$$

bu yerda: F_0 — tortish kuchi, N; v — tortish elementining tezligi, m/s.

Elektrodvigatelning nominal quvvatini aniqlash formulasi:

$$N_{dv} = N / \eta \quad (6.6)$$

bu yerda: N - mashina yuritmasi uchun kerak bo'lgan quvvat, kVt; η - yuurtmaning umumiy FIK.

Yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsienti uzatmalarning xususiy FIKlari ko'paytmasiga teng:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \times \dots \times \eta_n \quad (6.7)$$

Bu formula faqat quvvatni ketma-ket uzatishda to'g'ri bo'ladi. Yuritmaning istalgan vali tayanadigan podshipniklar parallel ishlaydi, va bitta val podshipniklaridagi yo'qotilgan kuchni hisobga oladigan FIK (podshipniklar soni qancha bo'lishidan qat'iy nazar), bitta kattalik bilan ko'rsatiladi.

Tayanchlardagi ishqalanishda sarflanadigan kuchlar koeffitsientlari quyidagicha:

bir juft dumalash podshipniklari uchun $\eta = 0,99-0,995$;

bir juft sirpanish podshipniklari uchun moylash sharoitlariga qarab $\eta = 0,98-0,99$.

Har xil uzatmalarning o'rtacha FIK qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan (podshipniklardagi yo'qotishlar hisobga olinmagan):

Elektrodvigatelning nominal qiymatini aniqlangan keyin, berilgan ish sharoiti uchun qaysi tipdagi dvigatel kerakligi aniqlab olinadi va kataloglardan hisob-kitoblarimizga yaqin dvigatel tip-o'lchami tanlanadi. Bunda, ko'pincha, hisoblangan quvvatdan yuqori quvvatli dvigatel tanlanadi.

Har xil uzatmalarning o'rtacha FIK qiymatlari

Uzatma	Moy vannasida	Ochiq
Tishli	0,96-0,98	0,94
Chervyakli, chervyakning kirish sonlari uchun:	0,7	0,5
z=1	0,75	0,6
z=2	0,85	--
z=3		
Zanjirli	0,95-0,97	0,9
Friksion	0,90-0,95	0,7-0,88
Tasmali	--	0,95-0,96

Kataloglarda quvvati bir xil, ammo burchak tezligi har xil bo'lgan bir necha tipdagi elektrodvigatellar boladi. Ular ichidan burchak tezligi kinematik sxemaga to'g'ri keladigan elektrodvigatelni tanlashimiz kerak. Bunda quyidagini hisobga olish kerak: elektrodvigatel vali qancha tez ayladigan bo'lsa uning o'lchami, massasi va narxi kichikroq; dvigatel vali sekin aylanadigan bo'lsa, shuncha umumiy uzatishlar soni kichik bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta mexatronik yuritma uchun kerakli quvvatni hisoblab, elektrodvigatelni tanlab oladi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Mexatronik yuritmalarni energetik hisoblashda qanaqa ishlar bajariladi?
2. Ilgarilanma va aylanma harakatda yuritma quvvati qanday aniqlanadi?
3. Elektrodvigatelning nominal quvvati qanday hisoblanadi?
4. Yuritmaning umumiy F.I.K. hisoblash formulasi?

Amaliy mashg'ulot

“Arduino Uno” mikroprotssessori yordamida bosimni boshqarish jarayonini o'rganish

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga “*Arduino Uno*” mikroprotsessori yordamida bosimni boshqarish ko'nikmalarini shakllantirish.

Amaliy mashg'ulot jarayonida talabalar quyidagilarni bilib olishadi:

- “*Arduino Uno*” mikroprotsessori yordamida bosimni boshqarish dastur tuzishni;
- “*Arduino Uno*” mikroprotsessori yordamida bosimni boshqarish uchun **Arduino** interfeysi bilan o'zaro harakatlanish.

Ishni bajarish uchun kerakli jihozlar:

1. Rezistor 470 om - belgilanishi *RI*;
2. LED – belgilanishi *DI*;
3. Maket platasi;
4. Maket platasi uchun o'tkazgichlar;
5. *Arduino* platasi;
6. *USB* standart kabeli.

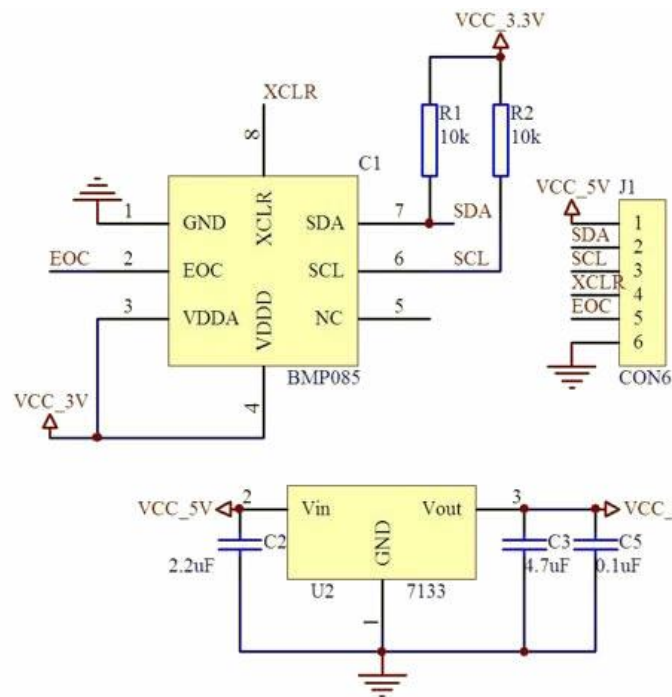
Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish

Endi o'zimizning dasturni yaratishni boshlaymiz.

Buning uchun *BMP085* datchigini olishimiz zarur. Ushbu datchik nafaqat atmosfera bosimini, balki havo temperaturasi va dengiz sathiga ko'ra balandlikni ham ko'rsatadi.



BMP085 datchigining blok sxemasi



BMP085 datchigining asosiy xarakteristikasi

Bosim diapazoni: 300 — 1100 Pa

Tok kuchlanishi: 3 dan 5 V gacha

LCC8 paketi: keramik korpus

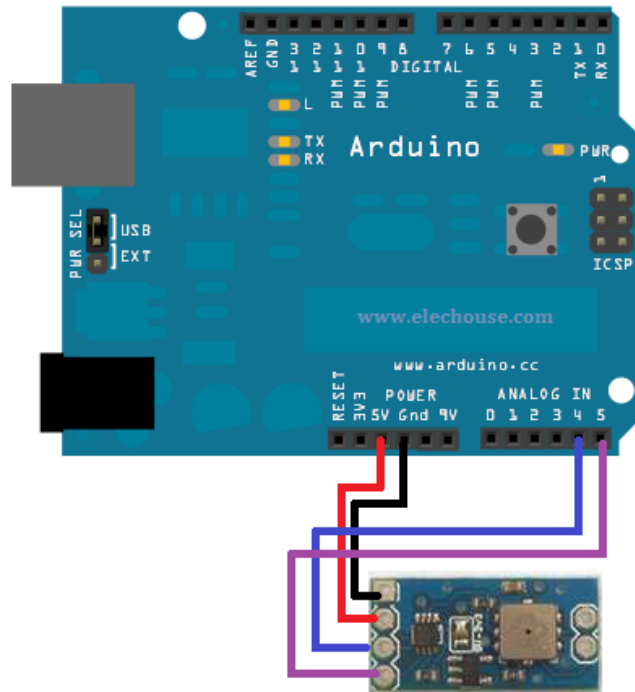
O'lchami: 2 sm x 1,57 sm

Past energiya sarfi: standart rejimda 5 mkA

BMP085 datchigi kontaktlari:



BMP085 datchigini Arduinoga ulash:



Dastur listingi

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

// Connect VCC of the BMP085 sensor to 3.3V (NOT 5.0V!)
// Connect GND to Ground
// Connect SCL to i2c clock - on '168/'328 Arduino Uno/Duemilanove/etc thats Analog
5
// Connect SDA to i2c data - on '168/'328 Arduino Uno/Duemilanove/etc thats Analog 4
// EOC is not used, it signifies an end of conversion
// XCLR is a reset pin, also not used here

Adafruit_BMP085 bmp;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if (!bmp.begin()) {
    Serial.println("Could not find a valid BMP085 sensor, check wiring!");
    while (1) {}
  }
}

void loop() {
  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.print(bmp.readTemperature());
  Serial.println(" *C");
}
```

```

Serial.print("Pressure = ");
Serial.print(bmp.readPressure());
Serial.println(" Pa");

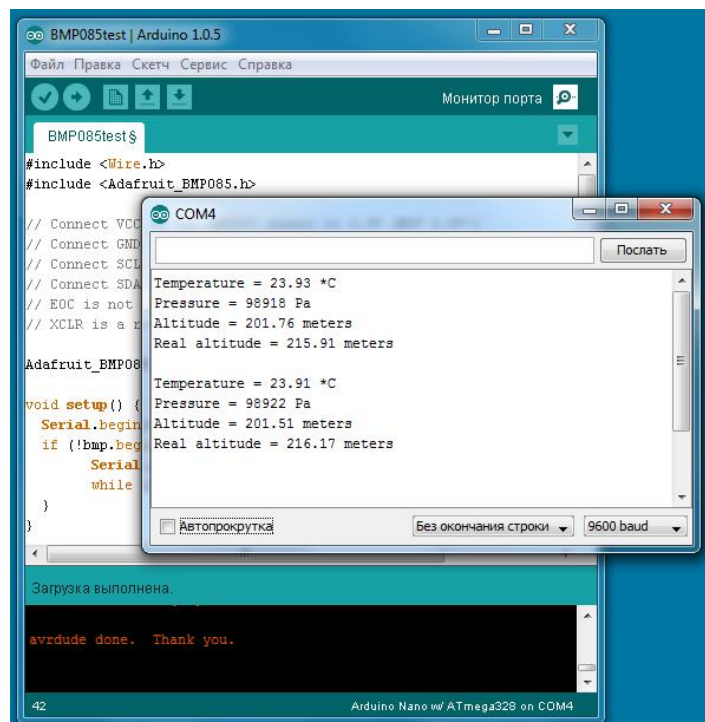
// Calculate altitude assuming 'standard' barometric
// pressure of 1013.25 millibar = 101325 Pascal
Serial.print("Altitude = ");
Serial.print(bmp.readAltitude());
Serial.println(" meters");

// you can get a more precise measurement of altitude
// if you know the current sea level pressure which will
// vary with weather and such. If it is 1015 millibars
// that is equal to 101500 Pascals.
Serial.print("Real altitude = ");
Serial.print(bmp.readAltitude(101500));
Serial.println(" meters");

Serial.println();
delay(500);
}

```

Dastur ko'rinishi



Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta "Arduino Uno" yordamida sig'im ichidagi bosimni boshqaradi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Mashg'ulotning maqsadini ayting.
2. Ishni bajarish uchun qaysi jihozlar (asboblari) ishlatiladi?
3. Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish tartibi qanday?
4. BMP085 datchigining asosiy xarakteristikasini gapirib bering.

Amaliy mashg'ulot

"Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida avtomobil mexanik harakatni boshqarish jarayonini o'rganish

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida avtomobil mexanik harakatini boshqarish ko'nikmalarini shakllantirish.

Amaliy mashg'ulot jarayonida talabalar quyidagilarni bilib olishadi:

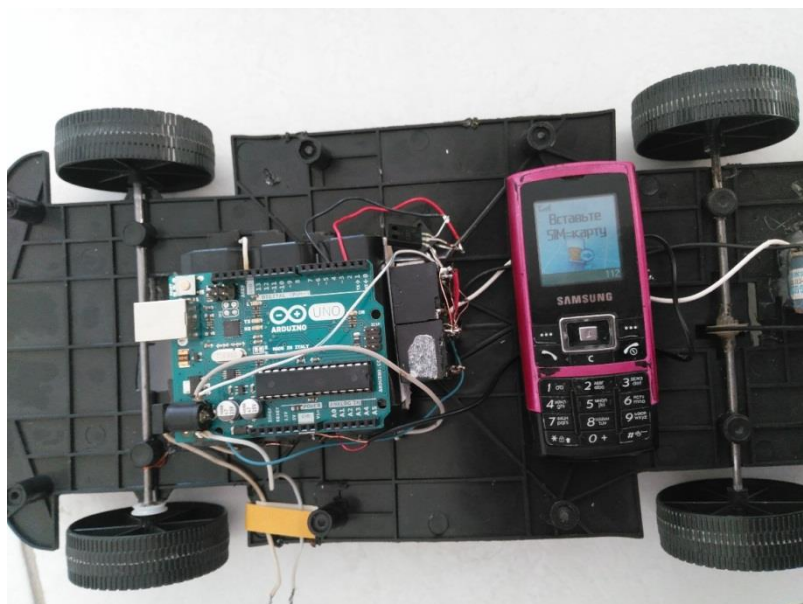
- "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida avtomobil mexanik harakatini boshqarish dastur tuzishni;
- "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida avtomobil mexanik harakatini boshqarish uchun **Arduino** interfeysi bilan o'zaro harakatlanish.

Ishni bajarish uchun kerakli jihozlar:

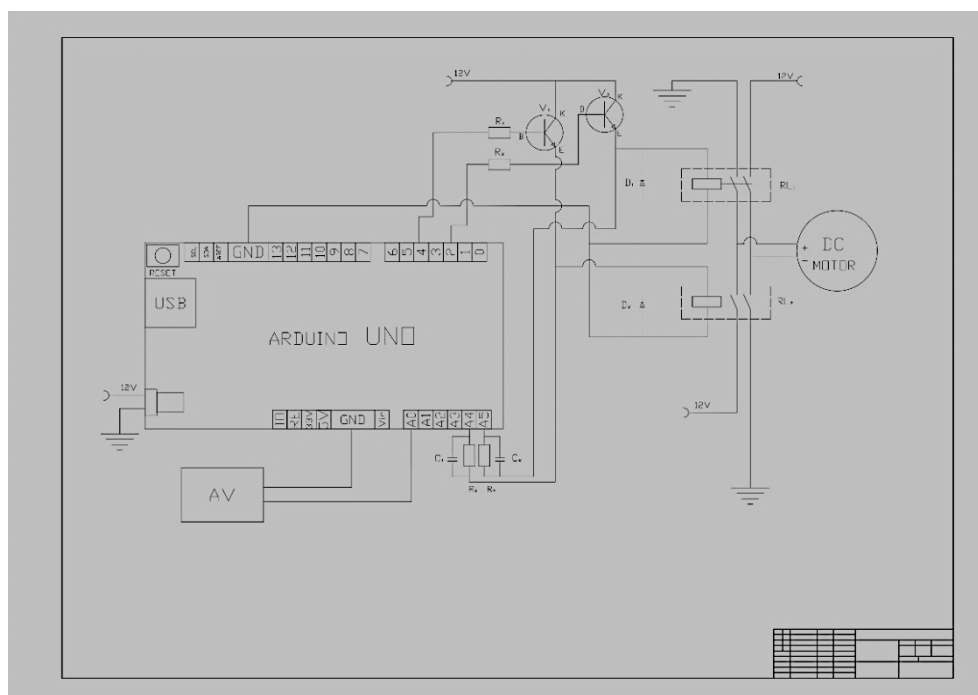
1. Avtomobil modelchasi;
4. Maket platasi uchun o'tkazgichlar;
5. Arduino platasi;
6. USB standart kabeli;
7. Aloqa vositasi.

Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish

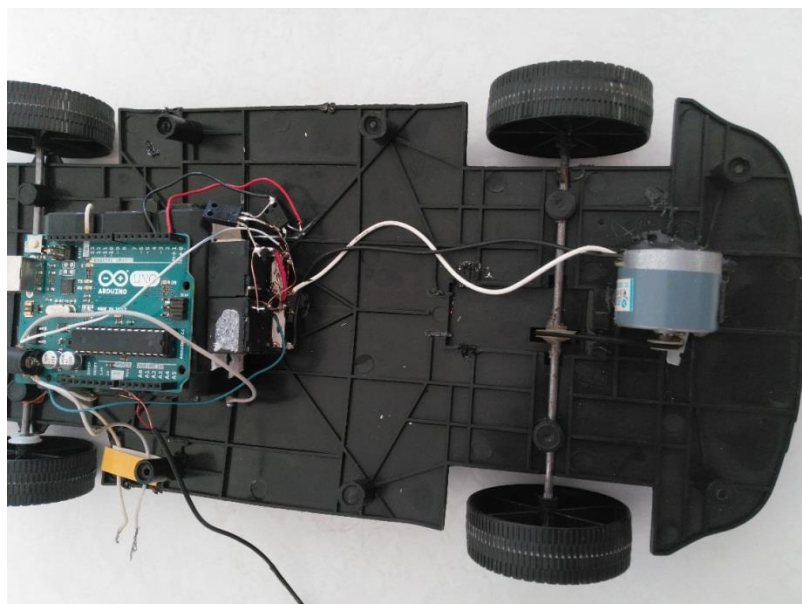
Buning uchun aloqa vositasini datchik sifatida olishimiz zarur. Ushbu datchik o'zidan bizga mikrokontrollerga elektrik signal kiritib, mikrokontrollerda qayta ishlanib, funksional operatsiyalarni bajaruvchi chiquvchi signallar ishlab chiqaradi. Lekin undan chiqqan signal zaifligi tufayli elektrovigatelni harakatga tushirishga o'z signal hisoblanadi. Shu tufayli elektron kuchaytirgich yordamida kuchaytirilib, relega beriladi.



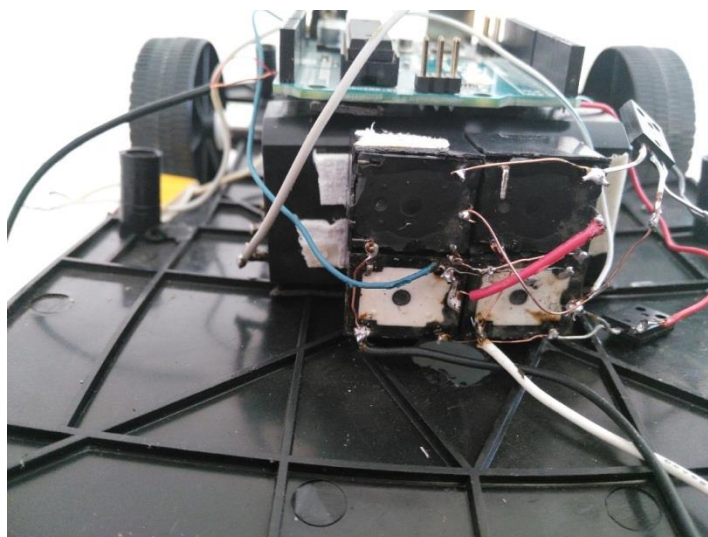
Mexanik harakatlarni mikrokonroller orqali boshqarishda aloqa vositasidan foydalanishning umumiy ko'rinishi



Mexanik harakatlarni mikrokonroller orqali boshqarishda Arduino Uno va aloqa vositasining elektr ulanish sxemasi



Mexanik harakatlarni mikrokonroller orqali boshqarishda Arduino Uno va elektrodvigatelning uzatma orqali ulanish sxemasi



Mikrokonroller orqali relelarni ulanish sxemasi

Mikrokonrollerdan keladigan signalni kuchaytirib kontakti iishga tushirgan holatda uni harakatini qaysi tomonga yurishini ta'minlashda ushbu sxema o'rinli bo'ladi:

Dastur listing

```
int k=0,t=0;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
```

```

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  float phone = 0.0;
  int sample;
      // counts through ADC samples
  float ten_samples = 0.0; // stores sum of 10 samples

  // take 10 samples from the MCP9700
  for (sample = 0; sample < 10; sample++) {
    // convert A0 value to temperature
    phone=analogRead(A0);
    delay(100);
    ten_samples = ten_samples + phone;
  }
  phone=ten_samples/10;
  Serial.print(' ');
  Serial.print(phone);
  Serial.print(' ');
  //Serial.print("k=");
  // Serial.print(k);
  if (phone>100) {
    if (k!=1)
    {
      digitalWrite(2,HIGH);
      digitalWrite(4,LOW);
      k++;
    // t++;
    Serial.print("k1=");
    Serial.print(k);
    delay(4000);
    /*if(t%2 == 0)
    {
      digitalWrite(2,LOW);
      digitalWrite(4,HIGH);
    }*/

  }
  else if (k!=0)
  {
    digitalWrite(2,LOW);
    digitalWrite(4,HIGH);
    k--;
    Serial.print("k2=");
    Serial.print(k);
  }
}

```

```
delay(4000);  
}  
}  
else  
{  
digitalWrite(2,LOW);  
digitalWrite(4,LOW);  
}  
}
```

Ishni bajarish tartibi

1. Talabalar o'qituvchi tomonidan berilgan ma'lumotlar asosida 1 ta "Arduino Uno" yordamida mashinaning mexanik harakatlanishini boshqaradi.

2. Talaba bajargan ishlari bo'yicha o'qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Amaliy mashg'ulot jarayonida talabalar nimalarni bilib olishadi?
2. Ishni bajarish tartibini aytib bering.
3. Dastur listingini tushuntiring.

Amaliy mashg'ulot

"Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida mexanik harakatni boshqarish jarayonini o'rganish

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida mexanik harakatni boshqarish ko'nikmalarini shakllantirish.

Amaliy mashg'ulot jarayonida talabalar quyidagilarni bilib olishadi:

- "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida bosimni boshqarish dastur tuzishni;
- "Arduino Uno" mikroprotsessori yordamida bosimni boshqarish uchun **Arduino** interfeysi bilan o'zaro harakatlanish.

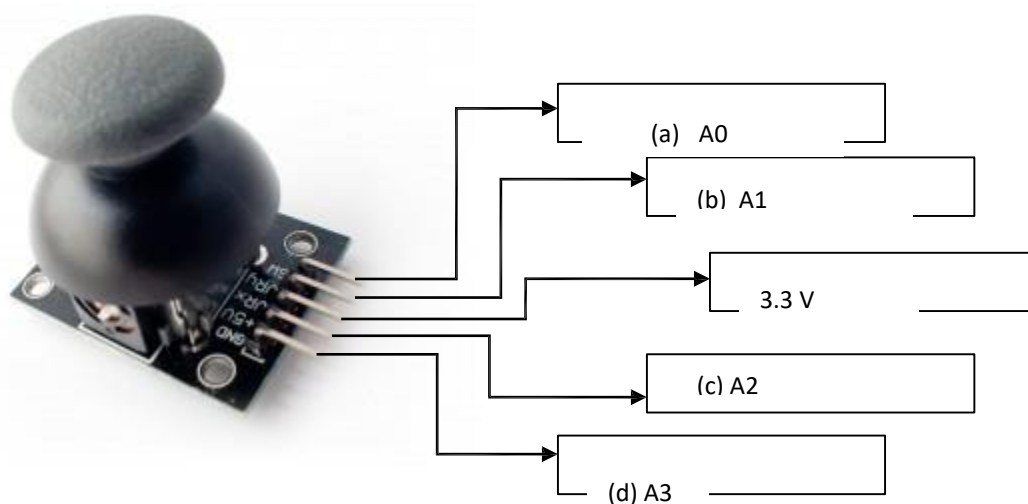
Ishni bajarish uchun kerakli jihozlar:

1. Maket platasi;
4. Maket platasi uchun o'tkazgichlar;
5. Arduino platasi;
6. USB standart kabeli.

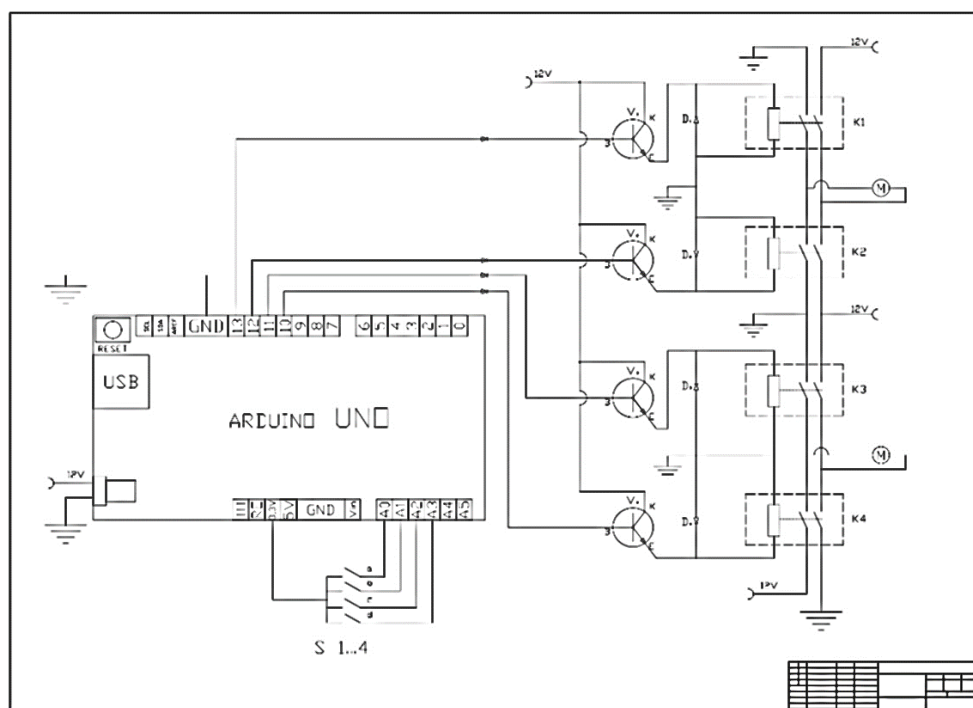
Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish

Buning uchun datchik sifatida joystikni olishimiz zarur. Ushbu joystik harakatlarni va kerakli uzunlik va o'lchamlar hamda chuqurliklarni tokarli stanokda ishlov berishni amalga oshiradi.

Joystikning mikrokontrollerga ulanish sxemasi:



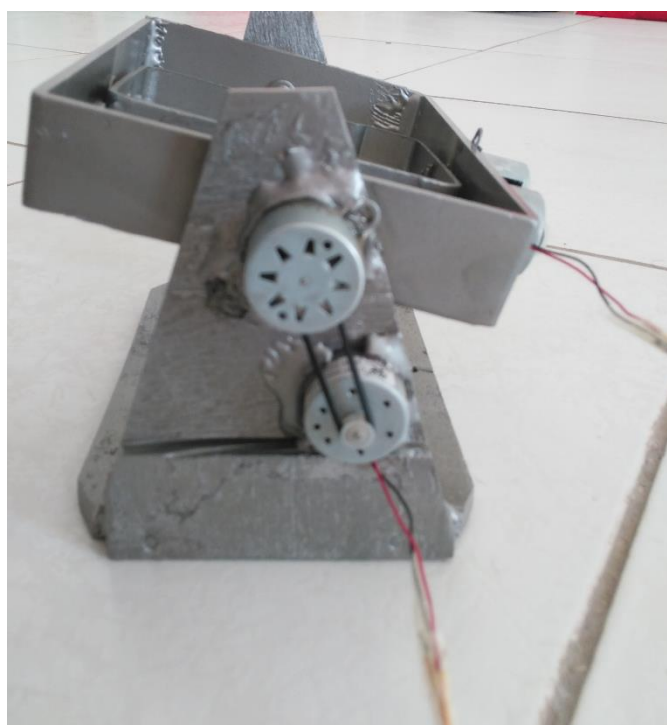
Umumiy ulanish sxemasi:



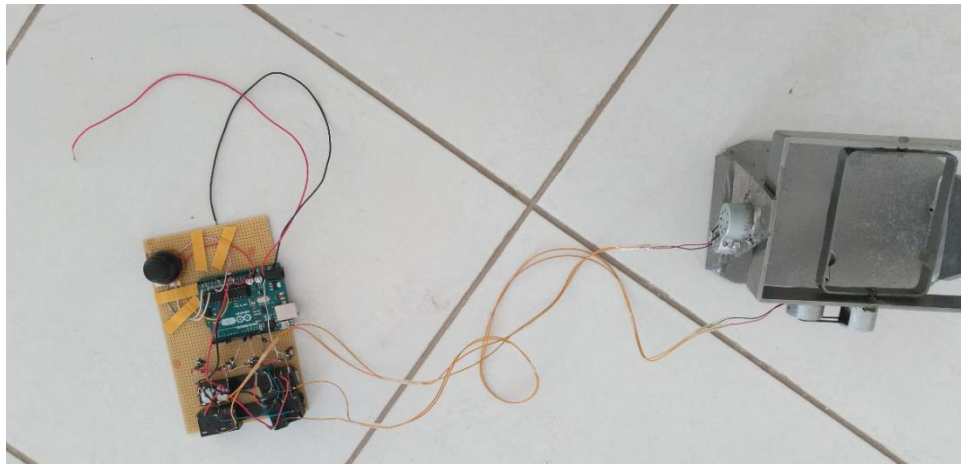
Mexanik harakatlarni amalga oshiruvchi qurilmaning umumiy ko'rinishi:



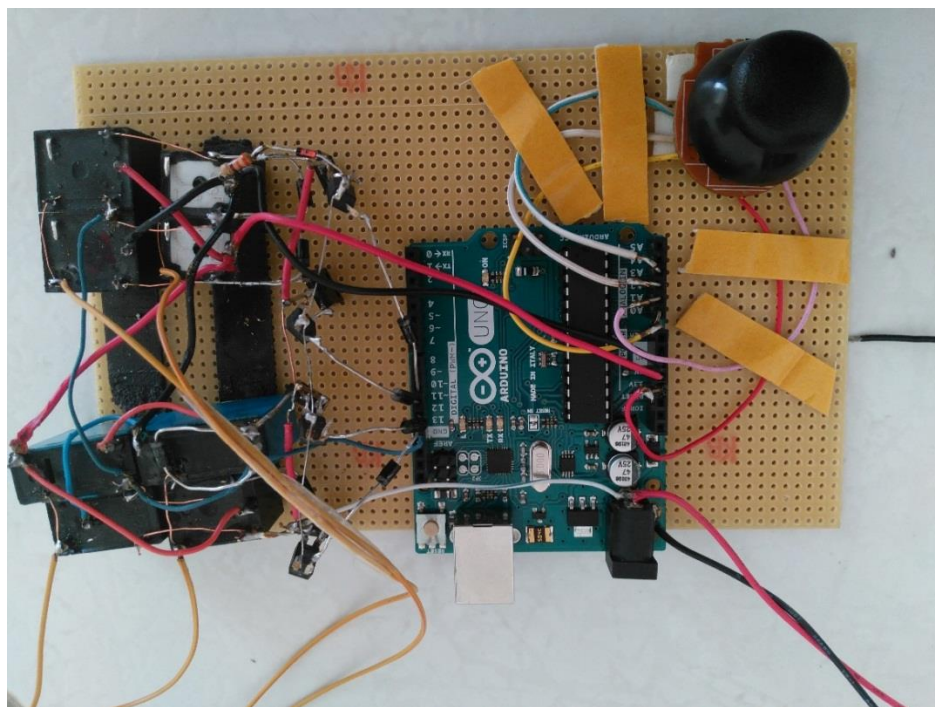
Elektrodvigateldagi mexanik harakatni qurilmaga uzatishda ishlatilgan elementlar:



Mikrokontroller bilan qurilma ulanishining umumiy ko'rinishi:



Qurilmaning boshqaruv blogi



Dastur listingi

```
#include<Servo.h>
Servo myservo0, myservo1;
int pos=0;
int sensorPin = 5;
int value = 0;
int servo_val0;
int servo_val1;
int val_servo0=90;
void setup() {
  pinMode(3, OUTPUT);
  myservo0.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  myservo1.attach(10); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  Serial.begin(9600);
```

```

}
void loop() {
  servo_val0 = analogRead(0);
  servo_val1 = analogRead(1);
  Serial.print("val0:");
  Serial.print(servo_val0);
  Serial.print(" | val1:");
  Serial.print(servo_val1);
  Serial.println("");
  if (servo_val0>520){
    if(val_servo0<170)
      val_servo0=val_servo0+10;
  }
  if (servo_val1<500){
    if(val_servo0>10)
      val_servo0=val_servo0-10;
  }

  myservo0.write(val_servo0);

  delay(100);
}

```

Ishni bajarish tartibi

1.Talabalar o`qituvchi tomonidan berilgan ma`lumotlar asosida 1 ta “Arduino Uno” yordamida mexanik ishlov berish jarayonini boshqaradi.

2.Talaba bajargan ishlari bo`yicha o`qituvchiga yozma hisobot tayyorlab topshiradi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Amaliy mashg`ulot jarayonida talabalar nimalarni bilib olishadi?
2. Ishni bajarish tartibini aytib bering.
3. Dastur listingini tushuntiring.

Amaliy mashg`ulot

RC filtrlar

1-qism

O`rganiladigan ob`ektlar:

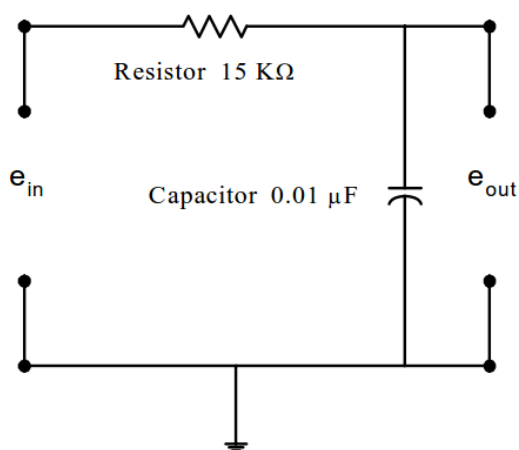
Qarshiliklar, Kondensatorlar, DC/AC (ingl. *direct current/alternating current* - o`zgarmas/o`zgaruvchan tok) **Sxemalar, RC (filtr) zanjirlar, Boshlang`ich /Oxirgi kontrollerlar, Kiruvchi/Chiquvchi qarshilik, Yuklanish ta`sirlari**

Mashg'ulotda talabalar nimani o'rganishadi?

Bu mashqda elektron sxemalarning 2 ta eng asosiy komponentlari: qarshilik va kondensator ko'rib chiqiladi. Ular birgalikda ikkala muhim analogli va raqamli bloklar qurilishini qamrab oladi. Talabalar kirish/chiqish qarshiligi va yuklanish natijalari, har qanday mexatronik muhandis bilishi kerak bo'lgan 2 eng muhim tushunchalar haqida bilib olishadi. Bu mashq talabalarni quyidagi standart elektronika jihozlaridan foydalanish bilan tezroq tanishtiradi: multimetr, funktsiya generatori, ostsillograf, sxema yig'ish uchun asos (breadboard).

Bajariladigan ish tartibi:

- Multimetrdan foydalanib, barcha qarshilik va kondensatorlarni o'lchang.
- Qiymatlarni qayd etish, bardoshlilikini qayd eting.
- Multimetrdan foydalanib, +15V, -15V va +5V da breadboard quvvatini tekshiring. Multimetrdan foydalanib, breadboard ulanishini tekshiring.
- **RC Filtr zanjirining past chastotalari:** $R=15\text{ K}\Omega$ (kOm), $C = 0.01\text{ }\mu\text{F}$ (mkF)
- ushbu tizim uchun ideal uzatish funktsiyasini aniqlang.
- o'tish xarakteristikalarini va chastotali xarakteristikalarini MatLabda modellashtiring.



- Past chastotali RC filtr zanjirini apparat vositalari yordamida quring va Matlabda modellashtirishda chastotali xarakteristikalarini aniqlang va bajaradigan ishni tekshirish uchun funktsiya generatorini va raqamli ostsillografni ishlating.

RC past chastotali filtr dinamik sistemasini tadqiq qilish

1.**Fizik tizim:** Haqiqiy fizikaviy tizimni tasvirlang. RC zanjirining sxemasini chizing.

2.**Fizik model:** Haqiqiy fizik tizimning fizik modelini yarating. Barcha taxminlarni soddalashtirib ayting. Fizik tizim va fizik model orasidagi farqni ayting.

3.**Model parametrini aniqlash:** Fizik modelingizni parametr qiymatlarini aniqlang. Agar bu parametrlar qiymatlari sizga berilgan bo'lsa, sxema va asbob-uskunalar yordamida siz qanday ularni aniqlashingizni aytib bering.

4.**Matematik model:** Tabiat qonunlarini qo'llash orqali fizik modelning matematik modelini ishlab chiqing. Modelingizni differensial tenglama shaklida va operatsion uzatish funktsiya shaklida ifodalang.

5. **Dinamik faoliyatni bashoratlash:** Fizik modelning zinasimon birlik va chastotali xarakteristikalar reaksiyasi (javobi)ni analitik va Matlabda ko'rsatib bering. Bunda asosiy parametrlarini, masalan, vaqt doimiysini, uzluksiz holat o'sishini, o'tkazish maydonlarini (tarmoq kengligini), yuqori chastota qiyaligini, past chastota holatini ko'rsating.

6. **Haqiqiy dinamik hatti-xarakatlar:** Fizik tizimning hatti-xarakatlarini o'lchashga bajarilgankeltirilgan tajribaviy prodsedurani tasvirlang. Tajribaviy qadam javob natijalari va chastota javob natijalarini grafikda belgilang. Vaqt doimiysi,uzluksiz holat o'sishi, tarmoq kengligi, past chastota holati, yuqori chastota qiyaliklarini aniqlang.

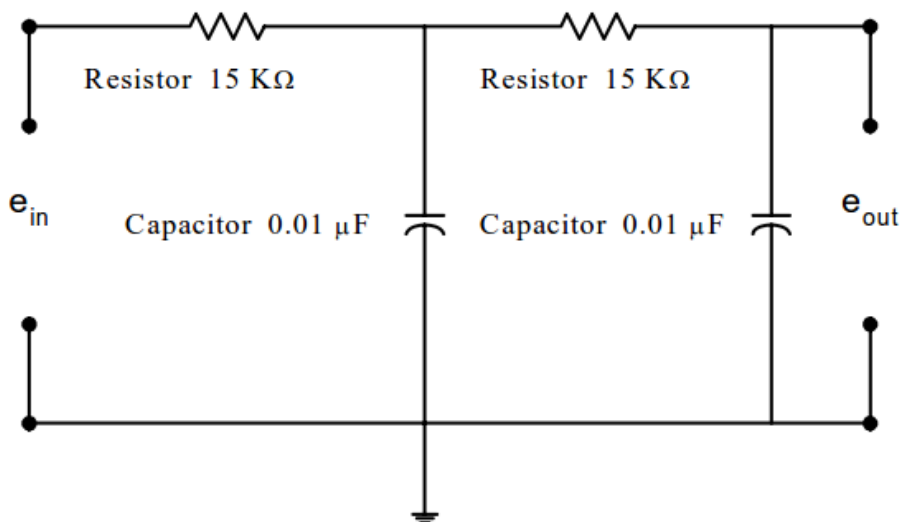
7.**Tajribada o'lchangan va bashoratlan natijalarni solishtiring:** Analitik ravishda olingan natijalarni tajribaviy o'lchashlar bilan solishtiring va har qanday farqlarni tushuntiring. Sizning fizik modelingiz bu fizik tizimga adekvatligini aniqlang.

8.**Xulosa:** Bajargan ishingizni umumlashtiring va shu mashqdan o'rgangan har qanday muhim xulosalaringizni bildiring.

Ikki aynan bir xil RC past chastotali filtr: $R = 15\text{ K}\Omega$, $C = 0.01\text{ }\mu\text{F}$

-Shu tizim uchun ideal uzatish funksiyasini chiqaring.

-Matlab dasturida modellashtiring: o'tish xarakteristikalar uchastkalarini va chastotali javoblar uchastkasini. Birinchi filtrda yuklanayotgan ikkinchi filtrning ta'siriga e'tibor bering.



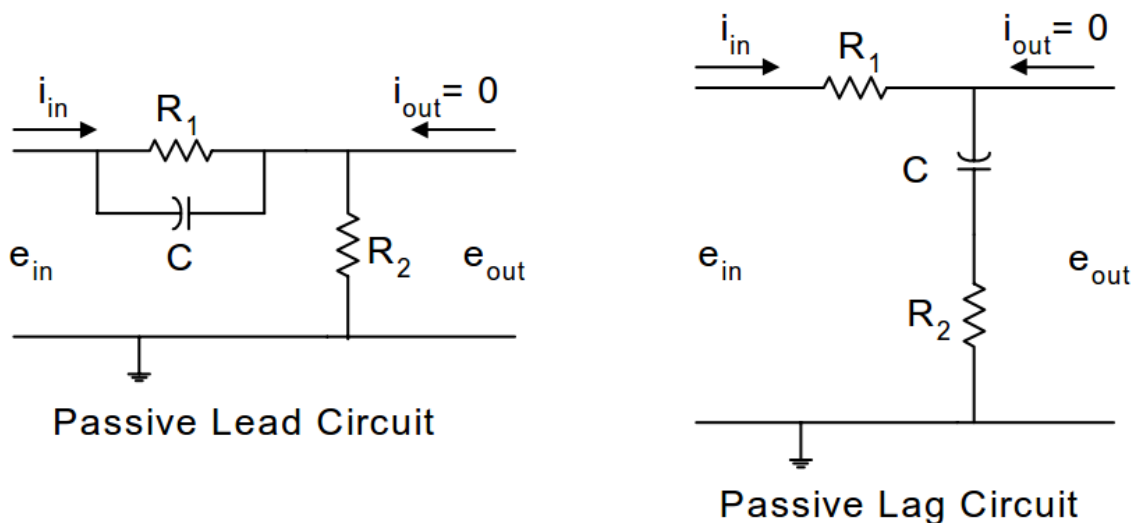
- apparat vositalarda RC-RC zanjirini quring va javob qadamini hamda Matlabda modellashtirilgan chastotali xarakteristikalarini tekshirish uchun funktsiya generator va raqamli ostsilloqrafidan foydalaning.

Passiv oxirgi kontroller: $R_1 = 100\text{ K}\Omega$, $R_2 = 11\text{ K}\Omega$, $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$

Passiv boshlang'ich kontroller: $R_1 = 100\text{ K}\Omega$, $R_2 = 11\text{ K}\Omega$, $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$

-Shu tizim uchun ideal uzatish funksiyasini chiqaring.

-Matlab dasturida modellashtiring: o'tish xarakteristikalar uchastkalarini va chastotali javoblar uchastkasini.



- apparat vositalarda boshlang'ich va oxirgi kontroller zanjirlarini quring va javob qadamini hamda Matlabda modellashtirilgan chastotali xarakteristikalarni tekshirish uchun funktsiya generator va raqamli ostsillografdan foydalaning.

Takrorlash uchun savollar:

- 1.Qarshilik energiyani yutadi, kondensator esa yo'q. Nima uchun? energiya qayerga ketyapti?
- 2.Qanday passiv RC differensiallovchi aynan passiv RC yuqori chastota filtri bilan bir xilligini tushuntiring.Yaxshi differensiallash uchun qanday mezon to'g'ri bo'ladi?
- 3.Qanday passiv RC integrallovchi aynan passiv RC past chastotali filtri bilan bir xilligini tushuntiring.Yaxshi integallash uchun qanday mezon to'g'ri bo'ladi?
- 4.Quyidagi savollar RC past chastota filtriga tegishli:
 - Sxemani chizing va e_{chiq} / e_{kir} uchun Laplas uzatish funksiyasini yozing.
 - Shu tizimning o'tish xarakteristikalari blokini chizib oling. Tizimning apparat vositalari bo'yicha tizimning vaqt doimiysi τ nima va u vaqt domeni (oblasti)da nimani anglatadi?

Amaliy mashg'ulot

RC filtrlar

2-qism

O'rganiladigan ob'ektlar:

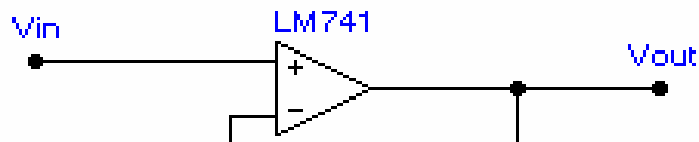
Operatsion kuchaytirgichlar, faol asosiy va kechikuvchi kontrollerlar va aktiv filtrlar.

Mashg'ulotda talabalar nimani o'rganishadi?

Bu mashqni operatsion kuchaytirgichlarda ishlatiladigan universal chiziqli integral sxemalarga kirish deb qarash mumkin. Bundan tashqari talabalar faol kontroller va faol filtrlar ishlashini o`rganishadi. Birinchi qismda talabalar past chastotali RC filtrlarni qurib, tekshirgandilar. Ushbu mashqda talabalar ketma-ket ikkita past chastotali RC filtrlarni yasab, ularning yuklanish effektini kuzatadilar.

Bajariladigan ish tartibi:

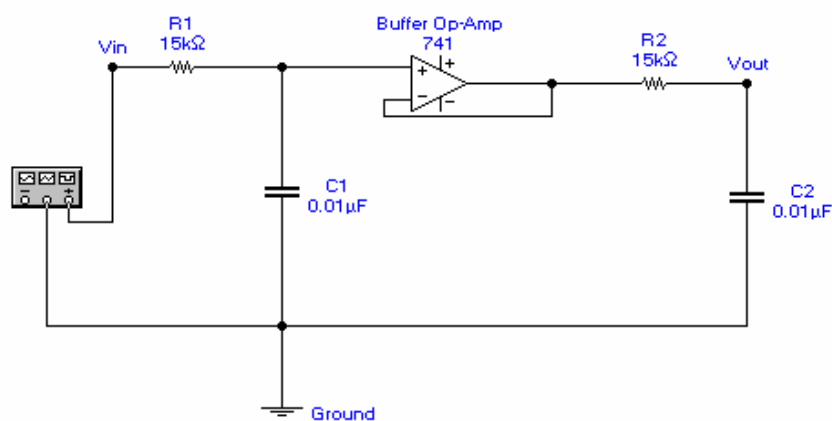
Bufer operatsion kuchaytirgich (OK):



-apparat vositalari yordamida buffer operatsion kuchaytirgichni quring va chastota xarakteristikalarini va qadamli javoblarni (ступенчатый отклик) generator funksiyasini va raqamli ossilografda o`lchang.

- Izoh: aylanish tezligi cheklanishi chastotali javob cheklanishiga bog`liq. Operatsion kuchaytirgich xarakteristikolari kichik amplitudalarda yuqori chastotali harakatni cheklab qo`yadi. Katta amplitudalarda esa aylanish tezligi uning javobini cheklaydi.

RC–Bufer OK – RC zanjir



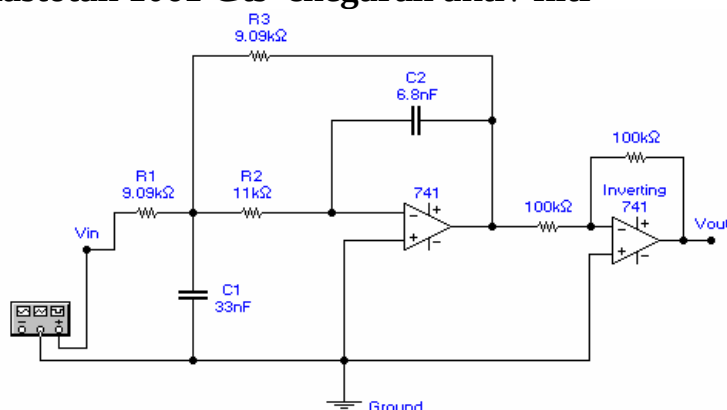
- Bu zanjir uchun uzatish funksiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{V_{chiq}}{V_{kir}} = \frac{1}{(RCs + 1)^2}$$

- MatLabda modellashtiring: qadam javobini va chastotali xarakteristikalarini.

- apparat vositalarda ushbu zanjirini quring va Matlabda modellashtirilgan javob qadamini hamda chastotali xarakteristikalarini tekshirish uchun funktsiya generator va raqamli ostsillografdan foydalaning.

Ikki qutbli, past chastotali 1061 Gts chegarali aktiv filtr

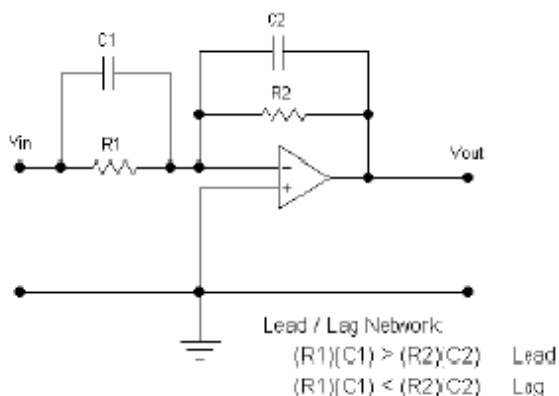


- Bu zanjir uchun uzatish funktsiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{s^2 + \left[\frac{1}{R_2 C_1} + \frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_3 C_1} \right] s + \frac{1}{R_2 R_3 C_1 C_2}}$$

-Bu sxemani kompyuter qurilmasida Matlab simulyatsiyasi yordamida quring va tajriba o'tkazish asboblariidan foydalanib, ko'zlangan chastota va qadam javobini modellashtirishdagi javoblar bilan solishtiring. Allaqachon o'rganilgan RC-bufer operatsion kuchaytirgich-RC filtr sxema va oddiy RC filtr chastota javobi bilan shu filtrning chastota javobini ham solishtiring.

Faol aktiv/kechikuvchi kontrollerlar

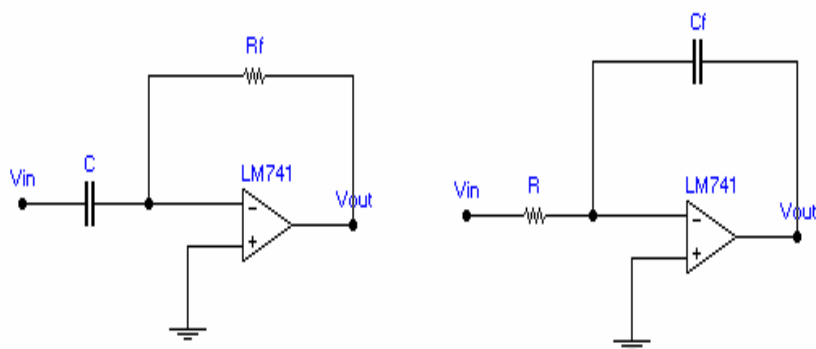


-Bu sxemaning uzatish funktsiyasi: $\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_2 C_2 s + 1}$.

Kechikishni ko'rsatuvchi parametrlarni tanlang va harakatni bajaring.

-Bu sxemani kompyuter qurilmasida Matlab simulyatsiyasi yordamida quring va tajriba o'tkazish asboblariidan foydalanib, ko'zlangan chastota va qadam javobini modellashtirishdagi javoblar bilan solishtiring.

Faol differensiallovchi (yuqori chastotali filtr) va faol integrallovchi (past chastotali filtr)



-Bu ikki sxemalar uchun uzatish funksiyasi: $\frac{V_{out}}{V_{in}} = -R_f C s$ and $\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-1}{R C_f s}$

-Matlab simulyatsiyasi va apparat asboblari va bu ikki zanjirlarni o'lchab, bu ikki sxemalarning differensial va integral vazifalarini tushuntiring.

Takrorlash uchun savollar:

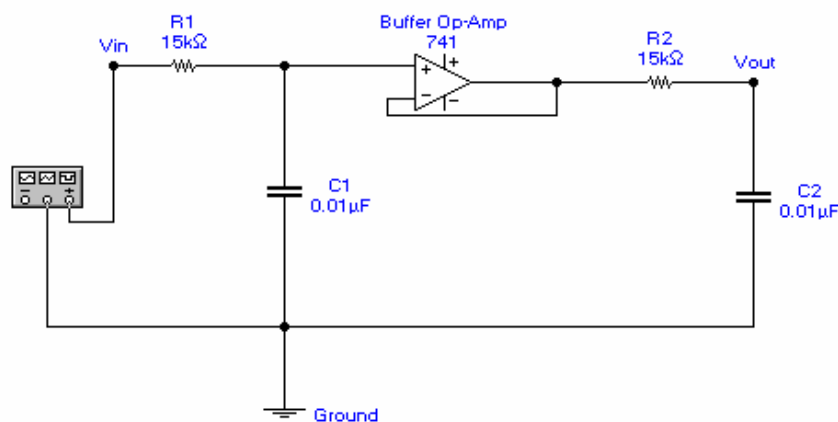
1. 1-mashg'ulotda, siz ikki aynan bir xil RC past chastota filtrlari uchun bir qancha bog'langan uzatish funksiyalarini ko'rdingiz va o'lchadingiz. U bundan

olinyapti: $\frac{1}{(RCs+1)^2 + RCs} = \frac{1}{(RC)^2 s^2 + 3RCs + 1} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$

bu yerda $\omega_n = 1/RC$ va $\zeta = 1.5$.

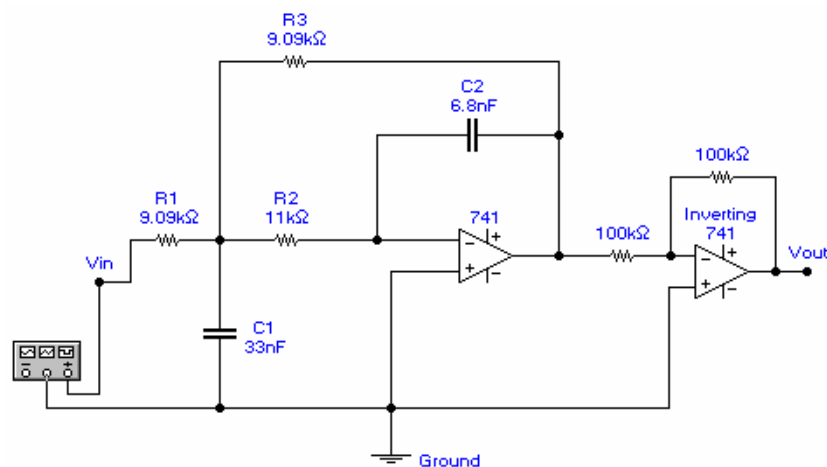
Quyida ko'rsatilganidek, bufer operatsion kuchaytirgichni RC past chastota filtri orasida

joylashtiring va $\frac{1}{(RCs+1)^2}$ tomonidan berilayotgan o'sha umumiy uzatish funksiyasini va qanchalik bashoratlangan yuklanuvchi ta'sirlarning yo'qligini ko'rsating,

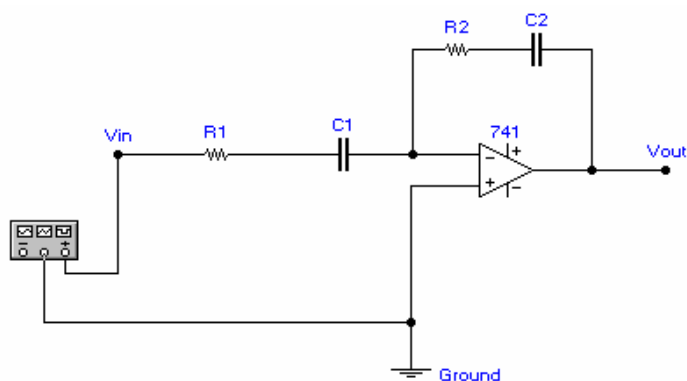


2. Ikki qutb, past chastota aktiv filtri 1061 Hz chastota chegarasi bilan pastda ko'rsatilgan. Bu filtr uchun V_{chiq} / V_{kir} uzatish funksiyasini hisoblang. Matlabdan

foydalanib, bitta RC past chastota filtrining (bir xil chastota chegarasi) chastota javobi bilan bu filtrning chastota javobini solishtiring va ikki aynan bir xil RC past chastota filtrlari yuqoridan oqib tushgan va mukammal buferlangan. (bir xil chastota chegarasi). Sxemada ikkinchi operatsion kuchaytirgichning maqsadi nima?



3. Aktiv elektronik aktiv/kechikuvchi kontroller pastda ko'rsatilgan. V_{chiq} / V_{kir} uzatish funksiyasini hisoblang va bu sxema qanday ishlatilatilgan bo'la oladi xuddi u kechikuvchi kontroller yoki bu aktiv kontroller parametr qiymatlariga to'g'ri tanlov holatini ko'rsating.



4. Operatsion kuchaytirgichni o'rnini almashtirish uchun,uzatish funksiyasi uchun V_{chiq} / V_{kir} iborasini olish ikki yo'l orqali: (a)real operatsion kuchaytirgich uchun tahlil olib borish va kelib chiqish oxirida,real operatsion kuchaytirgichning parametrlarini ideal operatsion kuchaytirgich bilan almashtirish va (b)ideal operatsion kuchaytirgich taxminlarini soddalashtirishni tahlilning eng boshida qilish.