



UO'K: 37.02, 37.091.3, 621.382, 681.3.06

**“BIPOLYAR TRANZISTORLARNI ULANISH VA ULARNING KUCHAYTIRISH XUSUSIYATLARINI O'RGANISH” LABORATORIYA ISHIDA ARDUINODAN FOYDALANISH****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ARDUINO В ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ИЗУЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ИХ УСИЛИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК»****USING ARDUINO IN THE LABORATORY WORK "STUDY OF THE CONNECTION OF BIPOLAR TRANSISTORS AND THEIR AMPLIFIER CHARACTERISTICS"****Ro'ziboyev Valijon Umarali o'g'li**

Farg'ona davlat universiteti, fizika kafedrası tayanch doktoranti

**Annotatsiya**

Ushbu maqolada bipolyar tranzistorlarning sxemalarga kalit sifatida ulanish hamda kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish va ularni arduino yordamida sinash usullari ko'rib chiqiladi. Radioelektronika fanida bipolyar tranzistorlar signal kuchaytirish va elektron kalit sifatida keng qo'llaniladi. Maqolaning maqsadi Oliy ta'limning bakalavriat fizika yo'nalishi uchun tasdiqlangan o'quv rejadagi radioelektronika fanida "Bipolyar tranzistorlarni ulanish va ularning kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish" laboratoriya ishini arduino yordamida tashkillash va uning qulayliklarini tahlil qilishdan iborat.

**Аннотация**

В этой статье мы рассмотрим способы подключения биполярных транзисторов к схемам в качестве переключателей, а также узнаем, как их усиливать и тестировать с помощью Arduino. В радиоэлектронике биполярные транзисторы широко используются в качестве усилителей сигнала и электронных переключателей. Цель статьи - организовать лабораторную работу «Изучение соединения биполярных транзисторов и их усиливающих характеристик» в утвержденной учебной программе бакалавриата по физике высшего образования и проанализировать ее удобство.

**Abstract**

This article will look at ways to connect bipolar transistors to circuits as switches and learn how to amplify them and test them using arduino. In radio electronics, bipolar transistors are widely used as signal amplification and electronic switches. The purpose of the article is to organize the laboratory work "Study of the connection of bipolar transistors and their amplification characteristics" in the approved curriculum for the bachelor's degree in physics of higher education and to analyze its convenience.

**Kalit so'zlar:** bipolyar transistor, arduino, elektron kalit, signal kuchaytirish, baza oqimi, kollektor oqimi, kuchaytirish koeffitsienti, elektron sxema, radioelektronika.

**Ключевые слова:** биполярный транзистор, Arduino, электронный ключ, усиление сигнала, ток базы, ток коллектора, коэффициент усиления, электронная схема, радиоэлектроника.

**Key words:** bipolar transistor, arduino, electronic switch, signal amplification, base current, collector current, amplification factor, electronic circuit, radio electronics.

**KIRISH**

Radioelektronika fanida bipolyar tranzistorlar muhim rol o'ynaydi. Ular signal kuchaytirish, elektron kalitlash va boshqa ko'plab analog operatsiyalar uchun keng qo'llaniladi. Bipolyar tranzistorlar uch terminaldan iborat: baza, kollektor va emitter. Bu komponentlar ikkita turga bo'linadi: NPN va PNP tranzistorlar. Har ikkala tur ham signal kuchaytirish va kalitlashda muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada asosan NPN tranzistorlar o'rganiladi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR**

Tranzistorlarning ishlash prinsipi shundan iboratki, baza terminaliga kiritilgan kichik tok emitterdan kollektor orqali otadigan katta tokni boshqaradi. Bu xususiyat tranzistorlarni signal kuchaytirgich sifatida ishlatishda foydali qiladi. Tranzistorning kuchaytirish koeffitsienti (beta,  $\beta$ )

baza oqimi ( $I_b$ ) va kollektor oqimi ( $I_c$ ) o'rtasidagi nisbat sifatida aniqlanadi va bu kuchaytirish darajasini belgilaydi [1,2].

Arduino platformasi mikroelektronika va dasturlashni o'rganishda keng qo'llaniladigan ochiq manbali elektronika platformasidir [7]. Arduino yordamida tranzistorlarni boshqarish va ularning xususiyatlarini o'rganish qulay va samarali usuldir [9]. Ushbu maqolada bipolyar tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini Arduino yordamida sinash va tahlil qilish usullari ko'rib chiqiladi.

Maqolaning maqsadi bipolyar tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish va ularning ishlash printsiplarini tushunishdir. Arduino platformasidan foydalanib, bipolyar tranzistorlarni boshqarish va ulardan signal kuchaytirgich sifatida foydalanish usullari aniqlanadi [8]. Laboratoriya ishi davomida tranzistorning baza va kollektor oqimlarini o'lchash, o'lchov natijalarini tahlil qilish va ularni diagramma yoki jadvalda tasvirlash orqali tranzistorning kuchaytirish koeffitsientini aniqlash mumkin bo'ladi.

Bipolyar tranzistorlarning elektron qurilmalarda keng qo'llanilishi ularning muhimligini tasdiqlaydi. Ular radioelektronika, avtomatika, telekommunikatsiya va ko'plab boshqa sohalarda qo'llaniladi [3,4]. Arduino yordamida tranzistorlarni sinash va tahlil qilish ularga yangi texnologiyalarni o'rganish va qo'llash imkoniyatini beradi. Ushbu maqola orqali talabalar bipolyar tranzistorlarning nazariy va amaliy jihatlarini chuqurroq tushunishadi va ularni elektron qurilmalarda muvaffaqiyatli qo'llay olishadi.

#### **Taklif qilinayotgan laboratoriya ishining maqsadi**

Laboratoriya ishining maqsadi bipolyar tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish va ularning ishlash printsiplarini tushunishdir. Arduino platformasidan foydalanib, bipolyar tranzistorlarni boshqarish va ulardan signal kuchaytirgich sifatida foydalanish usullarini aniqlash [5,6].

Kerakli jihozlar: Arduino Uno, bipolyar tranzistor (masalan, 2N2222), jumper simlar, breadboard, rezistorlar (1kOm va 10kOm), LED lampochkalar (ixtiyoriy), kompyuter (Arduino IDE bilan).

**Nazariy asos:** Bipolyar tranzistorlar elektron qurilmalarda signal kuchaytirish, kalitlash va boshqa analog operatsiyalar uchun keng qo'llaniladi. Ular uchta terminaldan iborat: baza, kollektor va emitter. Bipolyar tranzistorlar ikkita turga bo'linadi: NPN va PNP tranzistorlar. Ushbu laboratoriya ishida asosan NPN tranzistorlar o'rganiladi.

**Tranzistorning ishlash prinsipi:** NPN tranzistor uchta yarim o'tkazgich qatlamidan iborat bo'lib, o'rta qatlami (baza) juda yupqa va uning dopanlanishi tashqi qatlamlarga (kollektor va emitter) nisbatan kamroq. Baza terminaliga kichik tok qo'llanganda, bu tok emitterdan kollektorga o'tadigan katta tokni boshqaradi [1,2,3].

**Kuchaytirish xususiyati:** Tranzistorning kuchaytirish xususiyati uning asosiy xususiyatlaridan biridir. Baza terminaliga kiritilgan kichik signal katta kuchaytirish koeffitsienti ( $\beta$ ,  $\beta$ ) orqali kollektor-emitter orqali o'tadi [4]. Bu kuchaytirish koeffitsienti tranzistorning kuchaytirish darajasini belgilaydi.

**Kalit sifatida ishlatilishi:** Tranzistorlar kalit sifatida ham ishlatilishi mumkin. Baza terminaliga tok berilganda, tranzistor ochiladi va kollektor-emitter orqali tok o'tadi. Baza terminalidan tok olib tashlanganda, tranzistor yopiladi va tok o'tmaydi. Ushbu xususiyat tranzistorlarni turli xil elektron qurilmalarni yoqish va o'chirish uchun ishlatishga imkon beradi.

#### **Elektrik sxemani yig'ish**

a) Breadboard va jumper simlar yordamida quyidagi sxemani yig'ing:

- Tranzistorning baza uchini 1kOm rezistor orqali Arduino digital piniga (masalan, pin 9) ulang.

- Tranzistorning kollektor uchini LED (yoki kichik yuk) orqali 5V ga ulang.

- LED uchun 220 Om rezistorni foydalaning.

- Tranzistorning emitter uchini GND ga ulang.

**Arduino dasturi:** Arduino yordamida tranzistorni yoqish va o'chirish uchun quyidagi dasturdan foydalaning:

```
``cpp
```

```
int transistorPin = 9; // Tranzistorning baza piniga ulangan pin
```

```
int ledPin = 13; // LED uchun pin (ixtiyoriy)
```

## FIZIKA-TEXNIKA

```

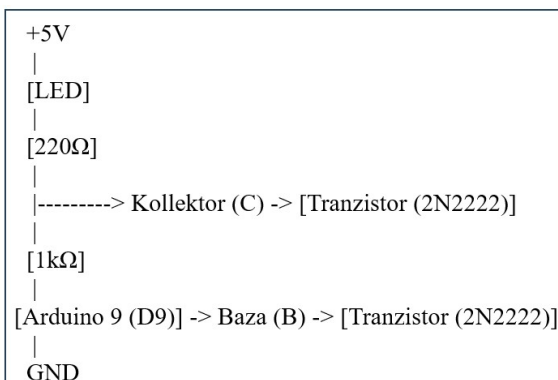
void setup() {
  pinMode(transistorPin, OUTPUT); // Tranzistor pinini chiqish holatiga sozlash
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // LED pinini chiqish holatiga sozlash (ixtiyoriy)
  Serial.begin(9600); // Serial monitorni boshlash
}
void loop() {
  digitalWrite(transistorPin, HIGH); // Tranzistorni yoqish
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // LEDni yoqish (ixtiyoriy)
  Serial.println("Tranzistor yoqilgan");
  delay(1000); // Bir soniya kutish
  digitalWrite(transistorPin, LOW); // Tranzistorni o'chirish
  digitalWrite(ledPin, LOW); // LEDni o'chirish (ixtiyoriy)
  Serial.println("Tranzistor o'chirilgan");
  delay(1000); // Bir soniya kutish}

```

**Sinov va o'lchovlar**

Bipolyar tranzistorning ishlashini o'rganish va ularning kuchaytirish xususiyatlarini tahlil qilish uchun quyidagi sinov va o'lchovlar bajariladi.

1. Arduino dasturini yuklash
    - a) Arduino platasini kompyuterga ulang.
    - b) Arduino IDE dasturini oching va oldin yozilgan kodni yuklang.
    - c) Kodni Arduino platasiga yuklash uchun "Upload" tugmasini bosing.
  2. Serial Monitorni ochish
    - d) Kod yuklangandan so'ng, Arduino IDE ichida "Tools" menyusidan "Serial Monitor"ni oching.
    - e) Serial Monitor orqali tranzistorning holatini kuzating.
  3. Tranzistorni yoqish va o'chirish jarayonlarini kuzatish
    - f) Arduino platasidagi kod tranzistorni har bir soniyada yoqib va o'chirib turadi.
    - g) Serial Monitor orqali tranzistorning holatini kuzatish mumkin: "Tranzistor yoqilgan" va "Tranzistor o'chirilgan" xabarlarini ko'rasiz.
    - h) Bu jarayon tranzistorning ishlash xususiyatlarini kuzatish va uning kalit sifatida ishlashini tahlil qilish imkonini beradi.
  4. LED yoki boshqa yukni yoqib-o'chirish orqali tranzistorning ishlashini vizualizatsiya qilish
    - j) Tranzistorning baza uchiga yuqori (HIGH) signal berilganda, tranzistor ochiladi va kollektor-emitter orqali tok o'tadi, bu LED yoki boshqa yukni yoqadi.
    - k) Tranzistorning baza uchiga past (LOW) signal berilganda, tranzistor yopiladi va kollektor-emitter orqali tok o'tmaydi, bu LED yoki boshqa yukni o'chiradi.
    - l) LED orqali tranzistorning holatini vizualizatsiya qilish mumkin, bu holatda LEDning yoqilishi tranzistorning ochilganligini, o'chirilishi esa tranzistorning yopilganligini bildiradi.
  5. Kuchaytirish xususiyatlarini tahlil qilish
    - a) Tranzistorning baza terminaliga kiritilgan kichik signal orqali katta signalning kollektor-emitter orqali o'tishini kuzating.
    - b) Baza signalining kichik o'zgarishi katta o'zgarishga olib kelishini tahlil qiling, bu kuchaytirish koeffitsientini ( $\beta$ ) aniqlashda yordam beradi.
    - c) Turli baza oqimlari uchun kollektor oqimlarini o'lchab, tranzistorning kuchaytirish koeffitsientini hisoblash mumkin.
- Dastlabki tayyorgarlik:
- Arduino IDE dasturini kompyuterga o'rnatish.
  - Arduino platasini USB kabel yordamida kompyuterga ulang.
  - Ish uchun kerakli komponentlarni va asbob-uskunalarini tayyorlang.
6. Elektrik sxemani yig'ish:
    - 6.1. Breadboardga tranzistorni joylashtiring:



ulangi. - Tranzistorning baza uchini 1kOm rezistor orqali Arduino digital piniga (masalan, pin 9)

- Tranzistorning kollektor uchini 10kOm rezistor orqali 5V ga ulangi.
- Tranzistorning emitter uchini GND ga ulangi.

6.2. Multimetрни baza oqimini ( $I_b$ ) o'lchash uchun:

- Multimetрни o'rnatilgan joyga ulangi va baza piniga ketma-ket ulangi.

6.3. Multimetрни kollektor oqimini ( $I_c$ ) o'lchash uchun:

- Multimetрни o'rnatilgan joyga ulangi va kollektor piniga ketma-ket ulangi.

6.4. Arduino dasturini yozish:

- Arduino IDE dasturini oching va yangi Sketch (dastur) yarating.
- Quyidagi kodni yozing va Arduino platasiga yuklang:

```
```cpp
```

```
int transistorPin = 9; // Tranzistorning baza piniga ulangan pin
```

```
void setup() {
```

```
  pinMode(transistorPin, OUTPUT); // Tranzistor pinini chiqish holatiga sozlash
```

```
  Serial.begin(9600); // Serial monitorni boshlash
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  // Tranzistorni yoqish va baza oqimini o'lchash
```

```
  digitalWrite(transistorPin, HIGH); // Tranzistorni yoqish
```

```
  delay(1000); // Bir soniya kutish
```

```
  // O'chirishdan oldin baza va kollektor oqimini o'lchang
```

```
  Serial.println("Tranzistor yoqilgan");
```

```
  delay(1000); // Bir soniya kutish
```

```
  digitalWrite(transistorPin, LOW); // Tranzistorni o'chirish
```

```
  Serial.println("Tranzistor o'chirilgan");
```

```
  delay(1000); // Bir soniya kutish}
```

7. O'lchov natijalarini yozib olish va tahlil qilish

7.1. Tranzistorning ishlash xususiyatlarini tahlil qilish uchun o'lchov natijalarini yozib oling.

7.2. Tranzistorning yoqilgan va o'chirilgan holatlaridagi oqim va voltaj o'lchovlarini qayd

eting.

7.3. Olingan natijalarni diagramma yoki jadvalda ko'rsating va tahlil qiling.

8. Qo'shimcha sinovlar

8.1. Tranzistorning kuchaytirish xususiyatlarini batafsil o'rganish uchun turli xil baza va kollektor oqimlarini sinab ko'ring.

8.2. Turli xil yuklar bilan tranzistorning ishlashini kuzatib, uning kalit va kuchaytirgich sifatidagi xususiyatlarini tahlil qiling.

8.3. Tranzistorning harorat o'zgarishlariga ta'sirini o'rganish uchun qo'shimcha sinovlar o'tkazing.

Ushbu sinov va o'lchovlar orqali talabalar Arduino yordamida bipolyar tranzistorlarning xususiyatlarini o'rganish va sinash ko'nikmalarini hosil qilishadi[9]. Bu ularga tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini tushunishda yordam beradi va ularni signal kuchaytirgich va kalit sifatida qanday ishlatish mumkinligini ko'rsatadi. Olingan natijalar tahlili orqali tranzistorlarning ishlash prinsiplarini va ularning amaliy qo'llanilishini chuqurroq tushunish mumkin bo'ladi.

### NATIJARLAR VA MUHOKAMA

1. Tranzistorning yoqish va o'chirish xususiyatlarini tahlil qilish

1.a. O'chirish va yoqish xususiyatlari:

- Arduino platasiga yuklangan dastur tranzistorni har bir soniyada yoqib va o'chirib turadi[5,9].

- Serial Monitor orqali tranzistorning holatini kuzatib, tranzistorning yoqilgan va o'chirilgan holatlarini kuzatishingiz mumkin.

- Tranzistorning baza terminaliga yuqori (HIGH) signal berilganda tranzistor ochiladi va kollektor-emitter orqali tok o'tadi, natijada LED yoqiladi.

## FIZIKA-TEXNIKA

- Tranzistorning baza terminaliga past (LOW) signal berilganda tranzistor yopiladi va kollektor-emitter orqali tok o'tmaydi, natijada LED o'chadi.

- Bu holatlar tranzistorning kalit sifatida ishlashini ko'rsatadi.

## 1.b. LED orqali vizual tahlil:

- LED yoqilganda, tranzistorning baza terminaliga yuqori signal berilganini ko'rsatadi va tranzistor ochilgan bo'ladi.

- LED o'chirilganda, tranzistorning baza terminaliga past signal berilganini ko'rsatadi va tranzistor yopilgan bo'ladi.

- Bu jarayon tranzistorning kalit sifatida ishlashini vizual tarzda tasdiqlash imkonini beradi.

## 2. Kuchaytirish xususiyatlarini tahlil qilish

## 2.a. Kuchaytirish mexanizmi:

- Tranzistorning baza terminaliga kiritilgan kichik signal katta kuchaytirish koeffitsienti (beta,  $\beta$ ) orqali kollektor-emitter orqali o'tadi.

- Baza signalining kichik o'zgarishi katta kollektor oqimiga olib keladi.

- Kuchaytirish koeffitsienti ( $\beta$ ) tranzistorning baza oqimi ( $I_b$ ) va kollektor oqimi ( $I_c$ ) o'rtasidagi nisbat sifatida aniqlanadi:  $\beta = I_c / I_b$ .

## 2.b. Amaliy o'lchovlar:

- Baza oqimiga ( $I_b$ ) kichik signal berib, kollektor oqimi ( $I_c$ ) ni o'lchash.

- Baza oqimi va kollektor oqimi o'rtasidagi nisbatni tahlil qilish orqali tranzistorning kuchaytirish koeffitsientini aniqlash.

- O'lchovlarni yozib olish va turli baza oqimlari uchun kollektor oqimlarini solishtirish orqali tranzistorning kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish.

## 3. Turli yuklar bilan sinov

## 3.a. LED bilan sinov:

- LED yordamida tranzistorning kalit sifatida ishlashini vizualizatsiya qilish.

- LEDning yoqilishi va o'chirilishi orqali tranzistorning yoqish va o'chirish xususiyatlarini kuzatish.

## 3.b. Kichik motor yoki boshqa yuklar bilan sinov:

- Tranzistorni kichik motor yoki boshqa yuk bilan sinash.

- Turli yuklar bilan tranzistorning kuchaytirish va kalitlash xususiyatlarini tahlil qilish.

## 4. Natijalarni diagramma yoki jadvalda ko'rsatish

## 4.a. O'lchov natijalarini yozib olish:

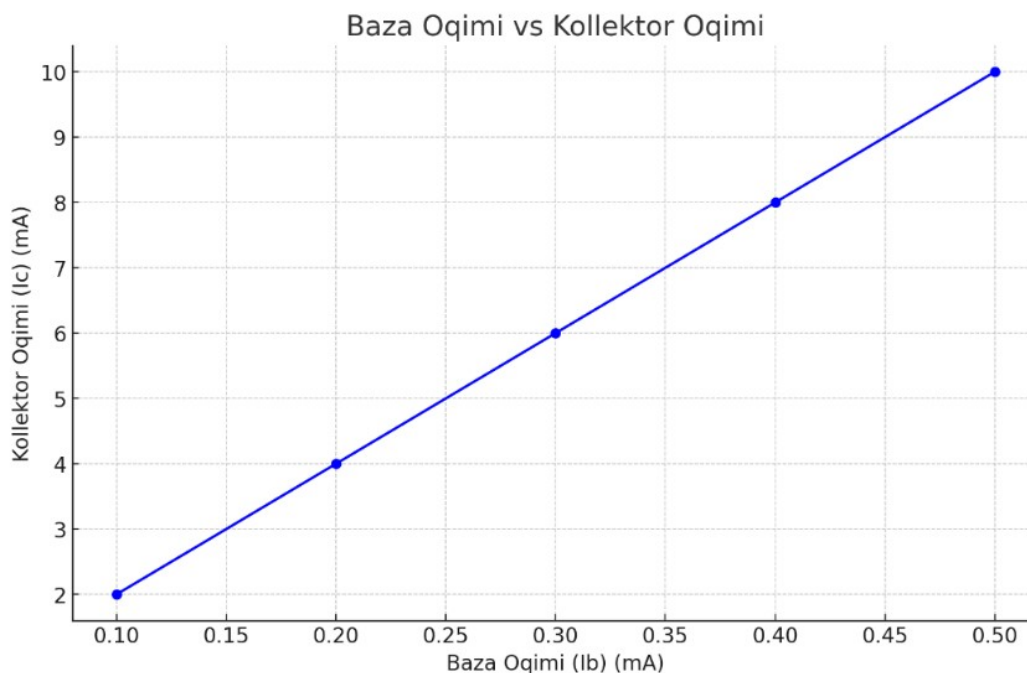
- Har bir baza oqimi uchun o'lchangan kollektor oqimlarini yozib olish.

- O'chirish va yoqish holatlaridagi oqim va voltaj o'lchovlarini qayd etish.

## 4.b. Diagramma yoki jadval yaratish:

- Olingan natijalarni diagramma yoki jadvalda ko'rsatish.

- Har bir baza oqimi uchun kollektor oqimlarini grafik ko'rinishda tasvirlash.



Baza Oqimi (I <sub>b</sub> ) (mA)	Kollektor Oqimi (I <sub>c</sub> ) (mA)
0.1	2
0.2	4
0.3	6
0.4	8
0.5	10

**Yuqoridagi jadval va diagramma, bipolyar tranzistorning baza oqimi (I<sub>b</sub>) va kollektor oqimi (I<sub>c</sub>) o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatadi.**

Diagramma baza oqimi (I<sub>b</sub>) ortib borishi bilan kollektor oqimi (I<sub>c</sub>) ham ortishini ko'rsatadi. Ushbu bog'lanish tranzistorning kuchaytirish xususiyatlarini yaqqol ko'rsatib beradi.

Bu jadval va diagramma yordamida tranzistorning kuchaytirish koeffitsienti ( $\beta$ ) aniqlanishi mumkin.  $\beta = I_c / I_b$  formulasidan foydalanib, har bir baza oqimi uchun kollektor oqimi aniqlanadi va kuchaytirish koeffitsienti hisoblanadi. Bu ma'lumotlar tranzistorning kuchaytirish xususiyatlarini tushunishda va tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

4.c. Natijalarni tahlil qilish:

- Olingan grafik va jadvaldagi natijalarni tahlil qilish.
- Tranzistorning kuchaytirish koeffitsienti va uning kalit sifatida ishlash xususiyatlarini aniqlash.

5. O'lchov natijalarini solishtirish

5.a. Nazariy natijalar bilan solishtirish:

- O'lchangan natijalarni nazariy qiymatlar bilan solishtirish.
- Tranzistorning nazariy kuchaytirish koeffitsienti ( $\beta$ ) bilan amaliy o'lchovlar orqali aniqlangan koeffitsientni solishtirish.

5.b. Aniqlangan xatolarni tahlil qilish:

- Amaliy o'lchovlarda yuzaga kelgan xatolarni aniqlash.
- O'lchov xatolarining sabablari va ularni kamaytirish yo'llarini tahlil qilish.

6. Qo'shimcha Sinovlar

6.a. Turli baza oqimlari bilan sinov:

- Turli baza oqimlari uchun tranzistorning kuchaytirish xususiyatlarini sinash.
- Har bir baza oqimi uchun kollektor oqimlarini o'lchash va tahlil qilish.

6.b. Harorat o'zgarishlariga ta'sirni o'rganish:

## FIZIKA-TEXNIKA

- Tranzistorning harorat o'zgarishlariga qanday ta'sir qilishini sinash.
- Turli haroratlarda tranzistorning ishlash xususiyatlarini tahlil qilish.

**XULOSA**

1. Ushbu maqolada laboratoriya ishi orqali talabalar Arduino yordamida bipolyar tranzistorlarning xususiyatlarini o'rganish va sinash ko'nikmalarini hosil qilishadi. Bu ularga tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini tushunishda yordam beradi va ularni signal kuchaytirgich sifatida qanday ishlatish mumkinligini ko'rsatadi.

2. Ushbu maqolaning xulosalari bipolyar tranzistorlarning amaliy qo'llanilishi va ularning turli elektron sxemalarda foydalanilishi haqida chuqurroq tushunchalar beradi. Tranzistorlarning kuchaytirish mexanizmini chuqur o'rganish orqali talabalarga elektron qurilmalar va sxemalar bilan ishlashda ko'nikmalarini mustahkamlash imkonini beradi.

**ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Horowitz, P., & Hill, W. (2015). The Art of Electronics. Cambridge University Press.
2. Scherz, P., & Monk, S. (2016). Practical Electronics for Inventors. McGraw-Hill Education.
3. Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2012). Electronic Devices and Circuit Theory. Pearson.
4. Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2014). Microelectronic Circuits. Oxford University Press.
5. Millman, J., & Halkias, C. C. (1972). Electronic Devices and Circuits. McGraw-Hill Education.
6. Gray, P. R., Hurst, P. J., Lewis, S. H., & Meyer, R. G. (2009). Analysis and Design of Analog Integrated Circuits.

Wiley.

7. Margolis, M. (2011). Arduino Cookbook. O'Reilly Media.
8. Craft, B. (2013). Arduino Projects for Dummies. Wiley.
9. Monk, S. (2010). 30 Arduino Projects for the Evil Genius. McGraw-Hill Education.