

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет педагогічної освіти**  
**Кафедра технологічної та професійної освіти**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ТПО

\_\_\_\_\_ Олег Цись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ Й НАЛАШТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ**  
**«СВІТЛОЧУТЛИВИЙ ЗВУКОВИЙ ДАТЧИК» З МЕТОДИКОЮ**  
**ВИКОРИСТАННЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ**

Кваліфікаційна робота студентки

групи зТНм-23

освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
спеціальності

014.10 Середня освіта (Трудове навчання  
і технології)

Голяченко Юлії Олександрівни

керівник: к.тех.н., доц.

Возняк Андрій Васильович

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_

Члени ЕК \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>1. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП</b>	
1.1. Обґрунтування напрямку проєктування.....	7
1.2. Технічне завдання.....	8
<b>2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП</b>	
2.1. Огляд тематики навчального модулю «Основи автоматки і робототехніки».....	19
2.2. Огляд і підбір елементів схеми для збирання світлочутливого звукового датчика .....	20
2.3 Проєктування друкованої плати світлочутливого звукового датчика ....	22
<b>3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП</b>	
3.1. Опис інструменту та радіодеталей.....	25
3.2. Монтаж плати світлочутливого звукового датчика .....	35
3.3. Техніка безпеки під час монтажу плати світлочутливого звукового датчика.....	42
<b>4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП</b>	
4.1. Розробка уроку з використанням обладнання «світлочутливий звуковий датчик» .....	45
<b>5. ВИСНОВКИ</b> .....	55
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	57

## ВСТУП

**Актуальність.** Теперішні досягнення людства, тенденції та подальші перспективи розвитку цивілізації, напряду пов'язані з розвитком автоматизації та роботизації різноманітних технологічних процесів як в промисловості так і в побуті. Із кожним роком, ми спостерігаємо, усе більше функцій на виробництві, в транспорті та в побуті, що виконують автоматичні пристрої (роботи). Наприклад, сучасні автомобілі «навчилися» самостійно паркуватися, тримати задану дистанцію до автомобіля, що рухається попереду, автоматично гальмувати, змінювати траєкторію руху, якщо з'являється перешкода тощо; на підприємствах існують цілі цехи, де працюють виключно роботи; в побуті популярності набувають технології «розумний будинок», та побутова техніка, що може працювати автоматично та/або отримувати команди через додаток у смартфоні (віддалено), наприклад, роботи-пилососи, розумні розетки та інші.

Впровадження на підприємствах автоматизації та роботизації мають значний економічний ефект, оскільки сприяють здатності виготовляти більш якісну продукцію, одночасно знижуючи її собівартість, підвищувати безпеку на виробництві (уникати порушень техніки безпеки через так званий «людський фактор»), в тому числі, надають можливість виконувати виробничі операції в важкодоступних або шкідливих для здоров'я людини умовах.

Використання автоматизації в побуті, сприяє більшому комфорту та безпеці людини, а також, суттєво економить час та ресурси.

В наукових цілях, досягнення автоматизації і робототехніки, використовують для досліджень космосу, морів та океанів, небезпечних природних явищ та процесів тощо.

Військові використовують роботів та автоматичні системи для підвищення ефективності на полі бою та збереження особового складу.

В освіті - створення учнями (студентами) автоматичних пристроїв та роботів є однією з найцікавіших тем інноваційних проєктів.

Отже, проєктування й налаштування обладнання «світлочутливий звуковий датчик» з методикою використання на уроках технології – є актуальною темою для сучасної освіти. Виконання подібних проєктів на уроках технології мотивує учнів цікавитись різноманітними автоматичними пристроями, вивчати їх будову, принцип роботи, а також, пропонувати свої ідеї та/або розробки.

Організаційно-підготовчий етап роботи складається з обґрунтування напряду проєктування та складання технічного завдання.

Конструкторський етап роботи складається з висвітлення тематики навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки», що входить до програми уроків технології, в ньому, також, буде представлено загальну інформацію про будову, принцип роботи та призначення основних елементів електричної схеми, а саме: фоторезистора, світлодіода, резистора постійного опору, резистора змінного опору, біполярного транзистора, зумера, крім того, на даному етапі, буде розроблено друковану плату, підготовлено набір інструментів, що знадобляться під час збирання схеми, опрацьовано питання дотримання техніки безпеки під час виконання робіт.

Технологічний етап передбачає демонстрацію робочого місця з наявними інструментами для збирання плати, зокрема, стандартний набір для паяння: паяльник потужністю 40Вт, припій, флюс, пінцет для тримання радіодеталей під час паяння, кусачки, ніж, тестер DT 700D, провід для підключення живлення до схеми; демонстрацію (опис) процесу монтажу деталей на друковану плату; контроль відповідності збірки до принципової електричної схеми, підключення живлення та остаточний запуск схеми.

Заключний етап роботи містить розробку уроку технології з використанням світлочутливого звукового датчику, з демонстрацією роботи пристрою, з поясненнями принципу його роботи, ролі та значення усіх радіодеталей, що присутні на схемі. Такий пристрій буде корисним під час вивчення навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки», надасть учням багато нових знань та практичних навичок в галузі електроніки,

підвищить інтерес учнів до автоматики, датчиків та різноманітних аналогічних електронних пристроїв, в тому числі тих, що використовують в «розумних будинках». Зацікавленість учнів, у свою чергу, позитивно відобразиться на якості навчання і, можливо, сформує основу для пошуку своєї майбутньої професії пов'язаної з електронікою та робототехнікою.

**Об'єкт проєктування** – світлочутливий звуковий датчик.

**Мета проєктування** - розробити зміст кваліфікаційного проєкту, розробити принципову електричну схему для світлочутливого звукового датчика, розробити друковану плату, зібрати пристрій в готовому вигляді.

**Завдання проєктування:**

1. Обґрунтувати доцільність проєктування і налаштування обладнання «світлочутливий звуковий датчик» з методикою використання на уроках технології.

2. Опрацювати тематику навчальної програми «Технології» (рівень стандарту), навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки», розглянути типові електричні схеми світлочутливого звукового датчика, підготувати перелік радіодеталей відповідно до схеми.

3. Розробити оптимальну принципову електричну схему світлочутливого звукового датчика, розробити друковану плату.

4. Розробити урок технології з використанням діючої моделі світлочутливого звукового датчика.

**Методи** виконання кваліфікаційного проєкту потребувало використання наступних методів:

- літературний огляд з основ електроніки і робототехніки;
- використання педагогічного досвіду викладачів кафедри для власного проєктування;
- розробка уроку технології з навчального модуля «Основи автоматики і робототехніки» з використанням зібраної моделі світлочутливого звукового датчика.

**Практична значущість роботи** – познайомити учнів на уроках

технології з можливістю використання різноманітних датчиків для створення автоматичних електронних пристроїв; розглянути більш детально це на прикладі фоторезистора та моделі світлочутливого звукового датчика.

**Структура кваліфікаційного проєкту** – кваліфікаційний проєкт складається з 58 сторінок пояснювальної записки, моделі світлочутливого звукового датчика та розробленого уроку технології з використанням виготовленого електронного пристрою.

## 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП

### 1.1. Обґрунтування напрямку проектування

Автоматизація виробничих процесів приносить багато користі підприємствам, автоматизація у побуті робить життя людей комфортнішим і безпечнішим. Будь яка автоматизація заснована на використанні чутливих елементів (сенсорів), які називають датчиками. Саме датчики перетворюють параметри середовища у придатний для технічного використання сигнал.

Найбільш відомими (поширеними) є датчики, що контролюють переміщення, тиск, температуру, витрати, концентрацію, частоту, швидкість, електричний струм, напругу тощо. В даному проектуванні досліджується датчик, що реагує на зміну інтенсивності світла – фоторезистор. Практичне застосування фоторезисторів є дуже поширеним, зокрема:

- пристрої для автоматичного ввімкнення/вимкнення світла (вуличне освітлення, світло в «розумних будинках»);
- автоматичні лінії для сортування або лічильники готової продукції (на конвеєрних стрічках);
- в поліграфічній промисловості для виявлення обривів паперової стрічки, або рахування кількості аркушів у принтерах;
- контроль рівня рідини або сипучих речовин (пісок, крупа, гранули тощо);
- контроль за запиленістю або задимленням приміщень;
- турнікети у метро;
- системи безпеки та охорони (сигналізації);
- фотосенсори для фотокамер та екранів (автоматично змінюється яскравість – режим «день», «ніч», «на вулиці» тощо);
- робототехніка.

Проектування моделі світлочутливого звукового датчика – познайомить учнів з будовою, принципом роботи як самого датчика – фоторезистора, так і з електронною схемою, що поєднує сигнал від датчика з роботою виконавчих

механізмів. Крім того, учні отримують навички роботи з мультиметром, паяльником, іншими радіотехнічними пристроями і матеріалами, познайомляться з базовими правилами техніки безпеки при роботі з електроприладами.

Таким чином, проєктування моделі світлочутливого звукового датчика на уроках технології в навчальному модулі «Основи автоматки і робототехніки» є доречним, мотивує учня до підвищення зацікавленості предметом та покращення якості знань.

## **1.2. Технічне завдання**

Перед тим як безпосередньо приступити до проєктування та збирання моделі світлочутливого звукового датчика, учням необхідно відносно стисло представити теоретичну інформацію щодо принципів роботи подібних систем, пояснити з яких компонентів такі електронні пристрої складаються, для чого вони там знаходяться (яку функцію виконують), які альтернативні системи і датчики існують. Для того щоб теоретичний матеріал легко сприймався, його потрібно доповнити наочними посібниками, наприклад, рисунками, схемами, натуральними датчиками та радіодеталлями, щоб учні мали можливість потримати їх в руках, детально роздивитися.

Будь-який автоматичний пристрій працює за допомогою елементів автоматки — блоків автоматичної системи керування. Сигнали від задавального блоку передаються до керуючого блоку, який управляє роботою автомата і надсилає команди до виконавчого блоку. Машину або механізм, яким керує елемент автоматки називають керованим об'єктом. «Очіма» чи «вухами» будь якої автоматичної системи є датчики. В нашому проєкті таким датчиком буде фоторезистор – резистор який змінює свій опір в залежності від інтенсивності світла, що падає на нього. Матеріал з якого виготовляють фоторезистори - напівпровідник сульфід кадмію (CdS). Загальний вигляд фоторезистора показано на рисунку 1.1.





*Рис. 1.1. Загальний вигляд фоторезистора*

На електричних схемах фоторезистор позначається:



*Рис. 1.2. Позначення фоторезистора на електричних схемах*

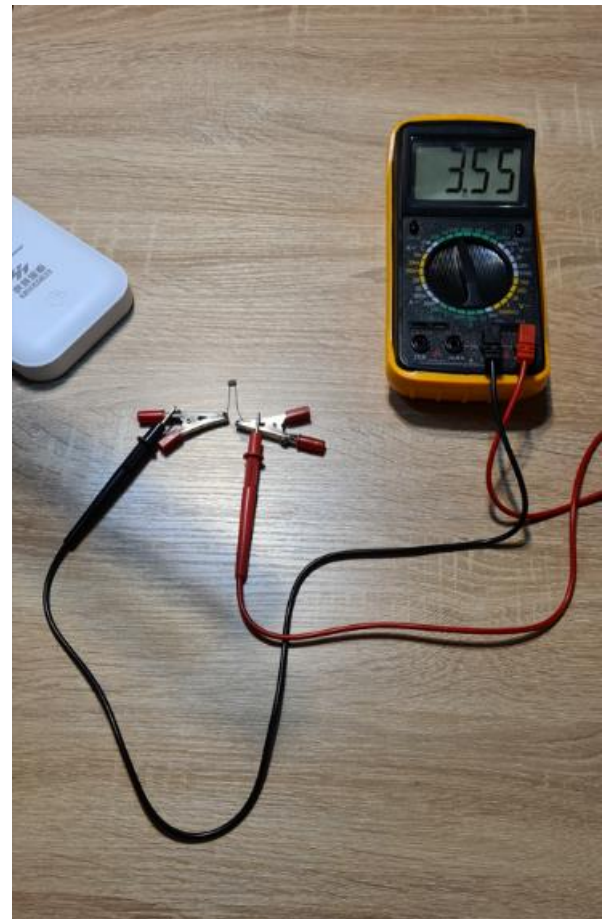
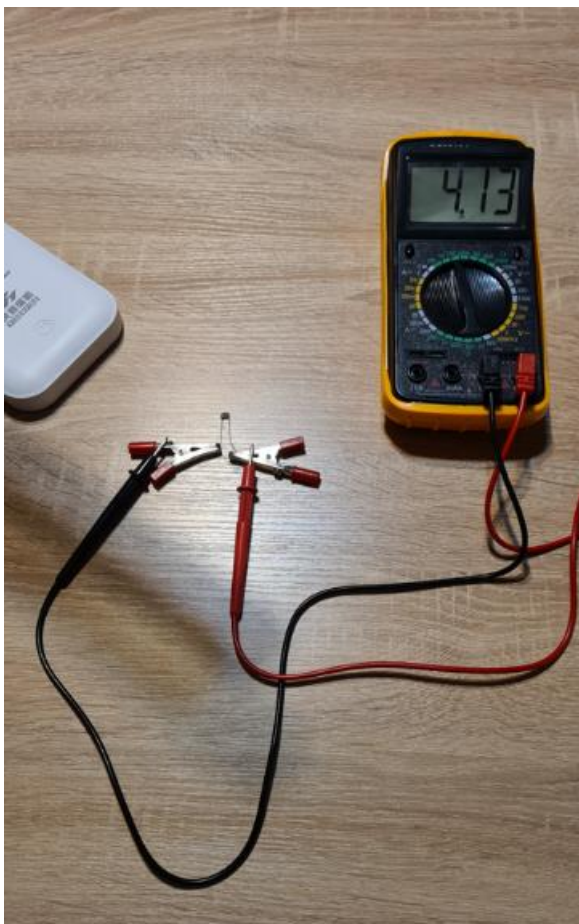
Конструктивно фоторезистор складається (рис.1.3.) з підкладки (твердої основи, як правило, з кераміки) на яку нанесений напівпровідник (переважно, сульфід кадмію), згори напівпровідник накривається оптично прозорим матеріалом (який з одного боку забезпечує потрапляння світла на напівпровідник, з іншого – забезпечує механічний захист), також, присутні два виводи (електричні контакти).



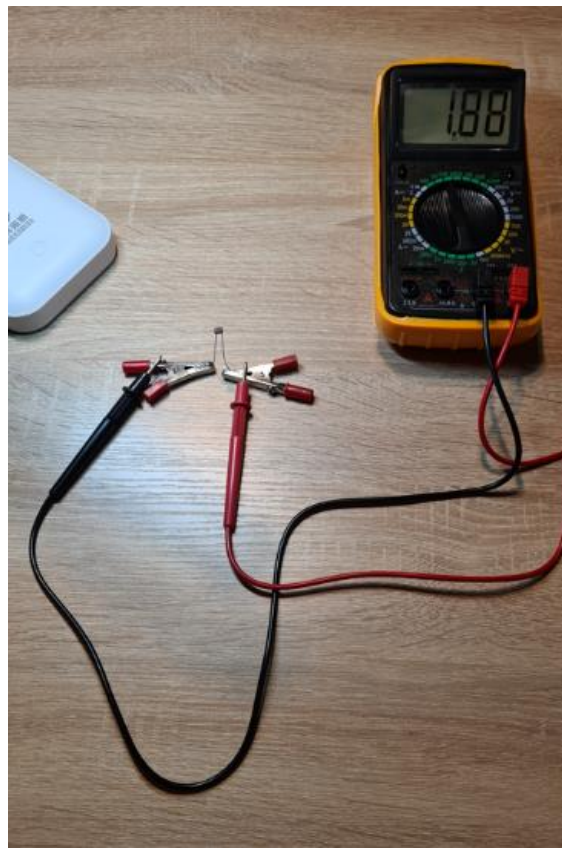
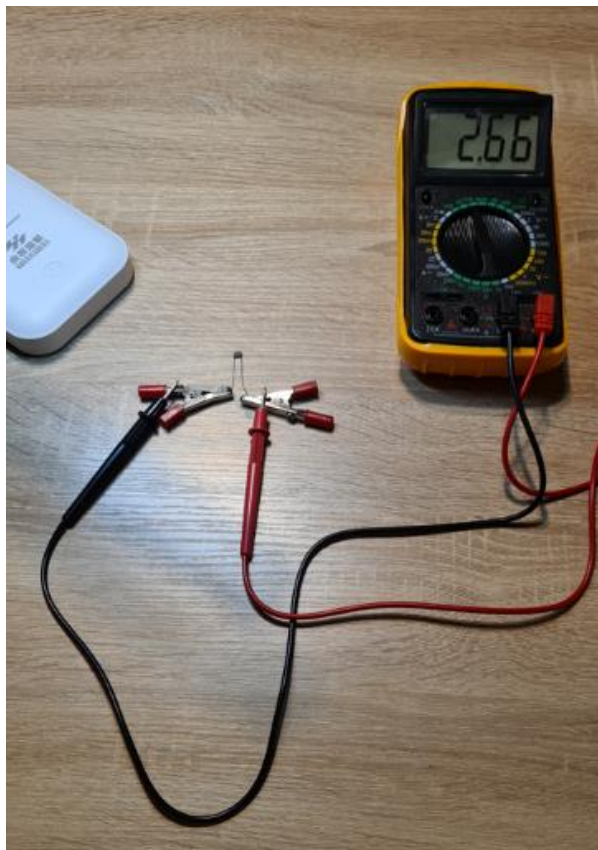
*Рис. 1.3. Будова фоторезистора*

Принцип роботи фоторезистора заснований на явищі внутрішнього фотоефекту, тобто коли світло (фотони) потрапляє на напівпровідник електрони отримують додаткову енергію, в наслідок чого, частина їх переходить з валентної зони у зону провідності, це в свою чергу, призводить до збільшення носіїв заряду, а значить збільшується провідність/ зменшується опір. Чим більш інтенсивне освітлення фоторезистора, тим більше енергії отримують електрони, тим більше їх опиняється у зоні провідності, тим менше опір фоторезистора.

Продемонструємо принцип роботи фоторезистора за допомогою мультиметра та джерела освітлення у вигляді настільної лампи з регулюванням рівня яскравості (Рис.1.4.). На рисунку1.4. бачимо, що при мінімальній яскравості лампи, опір фоторезистора  $R = 4,13$  кОм (максимальний); далі збільшили яскравість лампи, опір знизився до  $R = 3,55$  кОм; додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 2,66$  кОм; додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 1,88$  кОм; і на завершення експерименту,



використали додаткову лампу, додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 0,82 \text{ кОм}$ ;

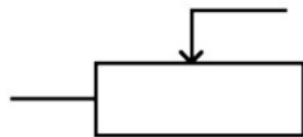


*Рис. 1.4. Зміна опору фоторезистора при зміні освітлення*

Фоторезистор складається з напіпровідника одного типу провідності, це означає, що у фоторезистора немає р-n переходу (як в світлодіоді, або діоді), тому фоторезистор має двосторонню провідність, тобто, підключати його в електричну схему можна будь-якою стороною («+» / «-»).

Регулювати чутливість фоторезистора у нашому пристрої ми будемо за допомогою резистора змінного опору. Резистор – пасивний елемент електричного кола. Основне завдання резистора – створювати певний опір, обмежуючи струм. Резистори можуть мати постійне значення свого опору або змінювати свій опір в певному діапазоні. Резистор – найбільш поширений елемент електричного кола. В нашій схемі, також будуть присутні ці елементи.

На електричній схемі резистор змінного опору позначається так:



Також, в електроніці використовують термістори – це резистори опір яких змінюється при зміні температури. В даному проєкті ми їх не використовуємо, але це дуже цікавий тип резистора, на базі якого збирають багато електронних пристроїв. Можливо, це буде наступний проєкт. На електронних схемах термістор позначають:



Маркування резисторів: для позначення номіналів сучасних резисторів використовують маркування у вигляді кольорових смуг на корпусі резистора. Оскільки резистори переважно малого розміру – робити надписи звичайними буквами та цифрами не доцільно через дуже дрібний шрифт, тому використовують маркування у вигляді смуг. Маркування резистора може складатися з чотирьох смуг або з п'яти. Якщо маркування складається з чотирьох смуг – перші дві означають номінал опору, третя – означає множник, четверта – точність опору (можливе відхилення від номінального значення).

Якщо маркування складається з п'яти смужок – перші три смужки показують номінал резистора, четверта і п'ята – множник і точність, відповідно. Чисельне значення номіналу, множника і точності визначаються кольором смужок.

Існують спеціальні «калькулятори для визначення опору резистора» - у відповідні «поля» потрібно ввести номер і колір смужки і програма визначить характеристики опору. Також, існують довідникові каталоги/ таблиці з відповідними даними, наприклад:

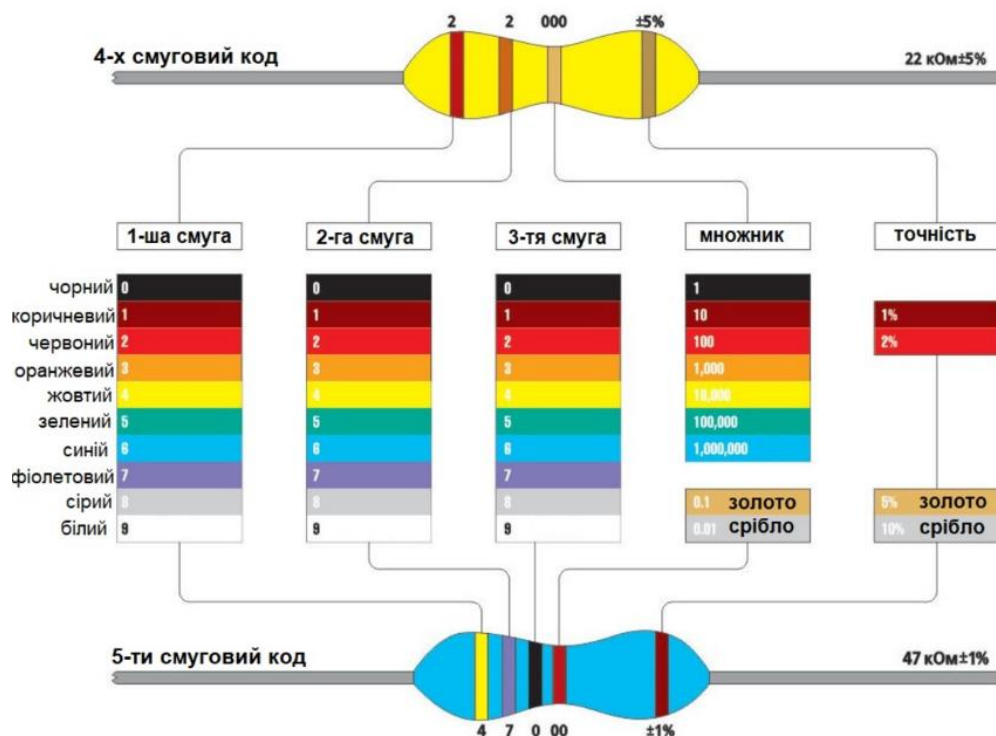


Рис. 1.5. Схема маркування резисторів кольоровими смугами

В електричній схемі моделі світлочутливого звукового датчика присутні біполярні транзистори. Отже, необхідно навести невелику теоретичну довідку про цей напівпровідниковий компонент схеми. Біполярний транзистор – це напівпровідниковий пристрій, що складається з напівпровідників двох типів. Як відомо, існують напівпровідники n-типу і напівпровідники p-типу. Транзистор складається з трьох шарів напівпровідників різних типів і двох p-n переходів. Відповідно розрізняють p-n-p і n-p-n транзистори. Біполярний транзистор має три виводи (три електроди): той, що виходить з центрального шару, називається база (Б), електроди, що знаходяться по краях, називаються

колектор (К) і емітер (Е) - рис.1.6.

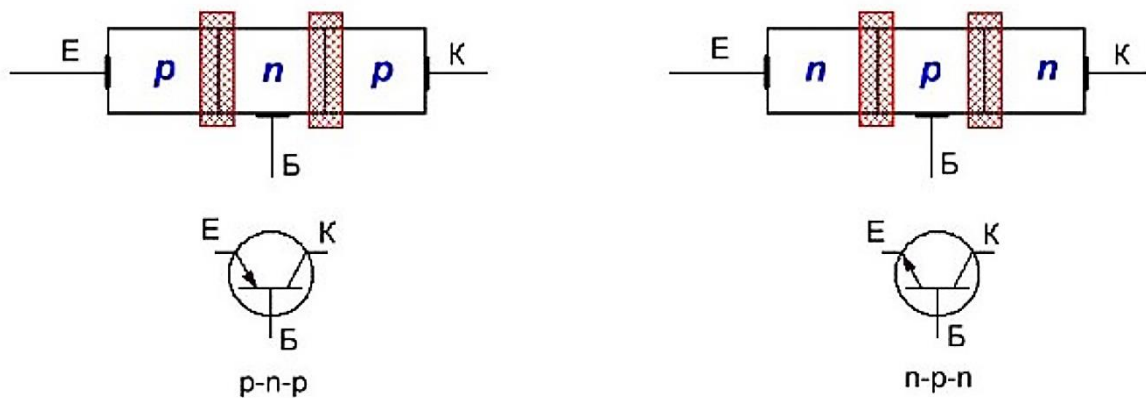


Рис. 1.6. p-n-p і n-p-n транзистори. Будова. Позначення на схемі.

В електричних схемах транзистори використовують переважно для підсилення сигналів. Величина струму через транзистор «емітер-колектор» залежить від величини струму на «базі». Якщо струм на базі зростає, відповідно зростає струм через транзистор, якщо струм на базі зменшити – струм через транзистор також зменшиться.

Струм через колектор ( $I_K$ ) залежить від струму бази ( $I_B$ ) відповідно до формули:

$$I_K = \beta \cdot I_B$$

Коефіцієнт  $\beta$  - називається коефіцієнтом підсилення транзистора.  $\beta$  показує у скільки разів вихідний струм транзистора (струм через колектор) більший за вхідний струм (струм на базі).

Коефіцієнт  $\beta$  - можна виміряти за допомогою мультиметру (рис.1.7).

В проєкті, передбачено використання п'єзокерамічного зумера (найпростіший модуль для отримання звуку на частоті близько 2кГц). Зумери поширено використовують в комп'ютерах, принтерах, таймерах тощо. Зумер складається з п'єзокерамічного елемента який під дією електричного струму генерує звукові хвилі. П'єзокерамічний елемент може змінювати свою форму під дією електричного струму, що і генерує звукові хвилі (коливання повітря на частоті, що сприймається людським вухом) (Рис.1.8.) [1].



Рис. 1.7. Вимірювання коефіцієнта підсилення транзистора.

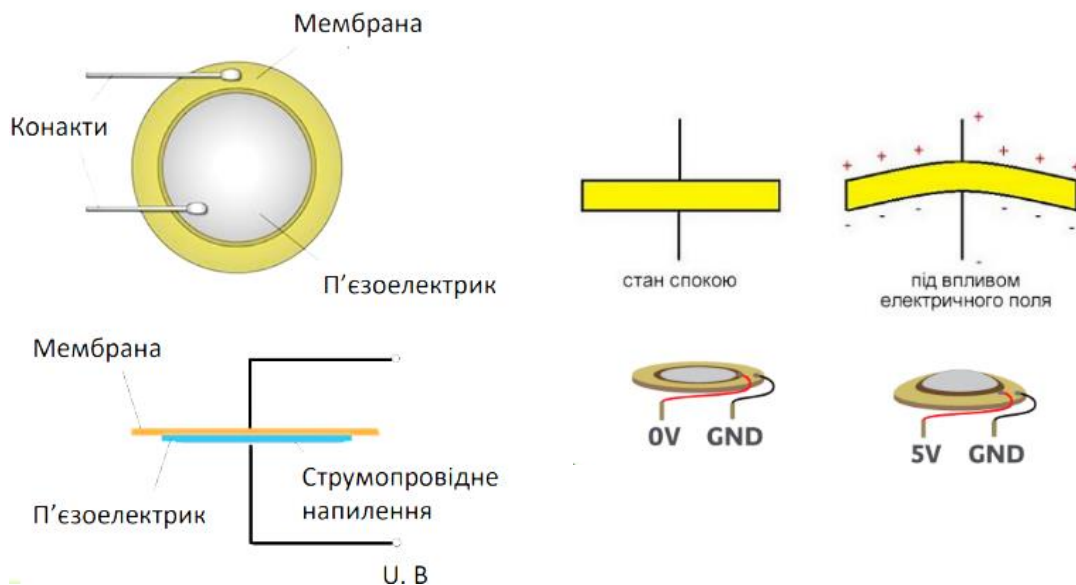


Рис. 1.8. Будова п'єзокерамічного зумера.

Світлодіод – елемент який, також, присутній в електричній схемі нашого пристрою. Світлодіод за будовою та за принципом роботи дуже схожий на напівпровідниковий діод. Тобто, світлодіод складається з двох

напівпровідників різного типу (р-типу і n-типу) і між ними р-n перехід (рис.1.9).

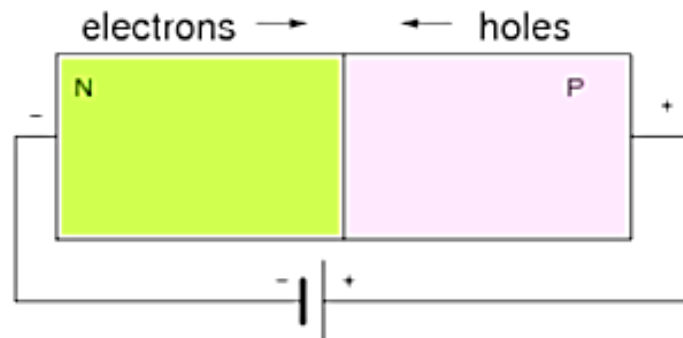


Рис. 1.9. Будова р-n переходу.

Електричний контакт з напівпровідником р-типу називають «анодом», а електричний контакт з напівпровідником n-типу – «катодом». Як і звичайний діод, світлодіод, також, пропускає струм через себе тільки в один бік (при прямому підключенні). Але, на відміну від звичайного діоду, корпус світлодіоду виготовляють із прозорих матеріалів. Завдяки чому, світло із середини світлодіоду виходить на зовні.

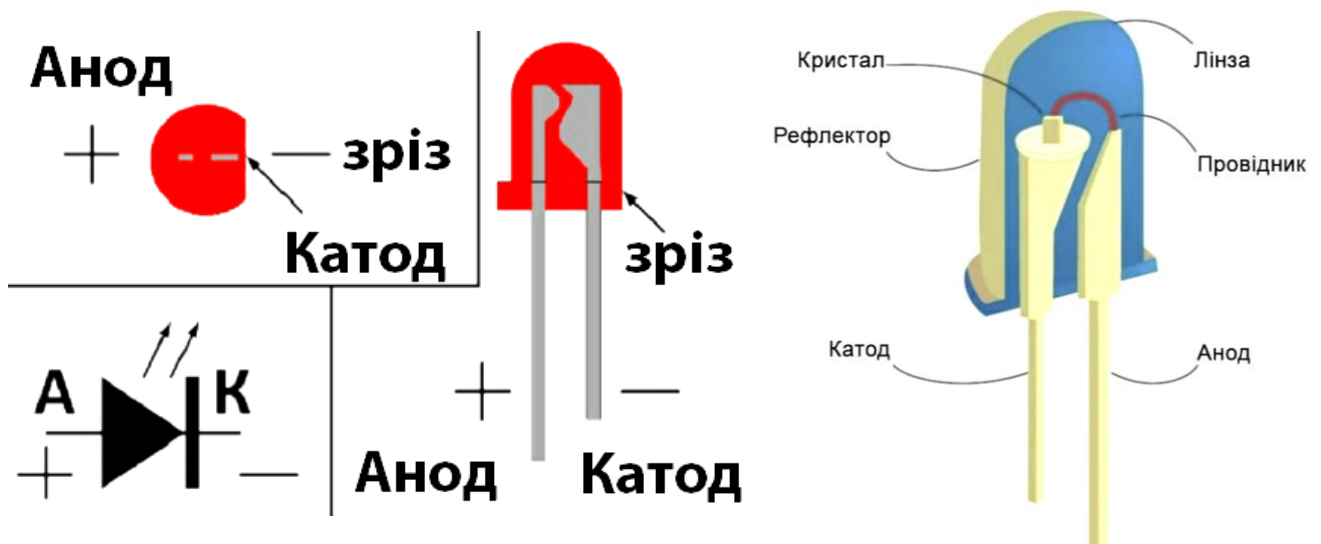


Рис. 1.10. Світлодіод. Будова. Позначення.

На рис.1.10. представлено будову світлодіоду та умовне позначення на електричних схемах. Оскільки світлодіод має односторонню провідність, при паянні його в схемах потрібно дотримуватися правильної полярності. Як зображено на рис.1.10., контакт «аноду» має довшу ніжку у порівнянні з



«катодом», також, з боку «катоде» корпус світлодіоду має плоский вигляд (зріз), а з боку «аноду» - корпус круглої форми.

Як відомо, світлодіоди можуть мати різний колір світіння. На колір світлодіоду впливають домішки в напівпровіднику які «регулюють» ширину забороненої зони, а відповідно, і частоту випромінення при подоланні електронном цієї зони.



*Рис. 1.11. Кольорові світлодіоди.*

Для забезпечення роботи будь-яких електронних пристроїв їх необхідно підключити до джерела живлення. Джерело живлення має забезпечити пристрій стабільною напругою, потрібного значення і типу. За типом, напруга поділяється на постійну (DC) та змінну (AC). Джерелом змінної напруги є звичайні побутові розетки, або генератори чи інвертори (рис.1.12.). З принципом роботи останніх ми добре познайомились під час «блекаутів». Значення напруги в таких джерелах складає 220В, частота 50Гц. Для забезпечення стабільності змінної напруги використовують стабілізатори.

Електронні пристрої які для живлення використовують постійну напругу, підключаються до джерел змінної напруги через «блок живлення». Блок живлення містить в собі трансформатор, випрямляч напруги (з чотирьох діодів) і стабілізатор. Якщо для живлення не потрібна велика напруга і потужність – можна використовувати джерела постійної напруги, такі як: батарейки, акумулятори, павербанки тощо (рис.1.13.).

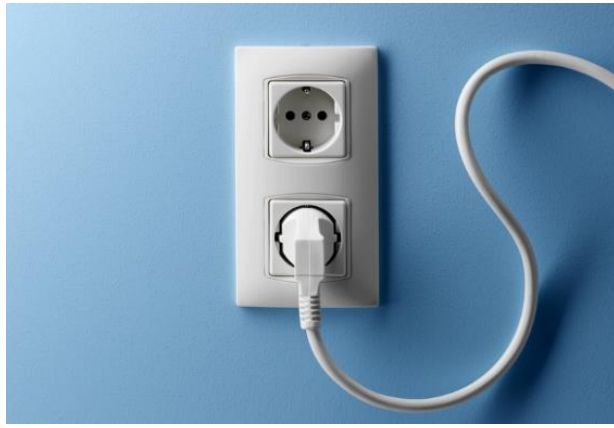


Рис. 1.12. Джерела змінного струму

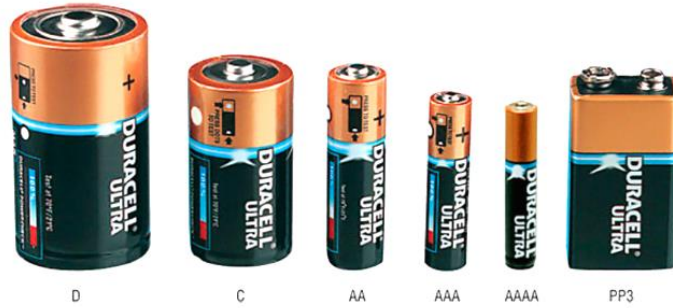


Рис. 1.13. Джерела постійного струму.

## 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП

### 2.1. Огляд тематики навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки»

На уроках технології у школі вивчають навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки». Програма цього модуля містить такі проекти [2]:

- Проект «Ліхтарик». Джерела електроживлення (гальванічні елементи, акумулятори, вітрогенератор, сонячна батарея) та засоби керування ними.

- Проекти «Діамантове сяйво», «Триколірний світлофор». Підключення і програмування світлодіодів. Складання схем. Управління компонентами Програмування: функції digital write та інші.

- Проект «Розумний килимок». Підключення і програмування світлодіодів і кнопок. Особливості роботи кнопок.

- Проект «Регульований ліхтарик» Аналоговий вхід. Підключення потенціометра. Види портів.

- Проект «Охорона». Підключення і програмування п'єзоелементів і фоторезисторів.

- Проекти «Пульсар», «Електронна музика». Підключення і програмування транзисторів і світлодіодів. Підключення і програмування п'єзо-елементів і кнопок.

- Проект «Швидка кнопка». Підключення і програмування кнопок, п'єзоелементів і тригерів.

- Проект «Розумний дім». Об'єднання у одному проекті застосування більшості розглянутих елементів. Створення моделі дому майбутнього, живлення якого відбувається з використанням відновлювальних джерел.

- Проект «Розумний автомобіль». Об'єднання у одному проекті застосування більшості розглянутих елементів, у тому числі відновлюваних джерел електроживлення. Автомобіль автоматично обходить перешкоди, відстежує маршрут, прокладений на покритті.

Ознайомившись з тематикою навчального модулю «Основи автоматики

і робототехніки», робимо висновок, що проектування й налаштування обладнання «світлочутливий звуковий датчик» з методикою використання на уроках технології, відповідає змісту зазначеного модуля і може бути використана у навчальному процесі.

## 2.2. Огляд і підбір елементів схеми для збирання світлочутливого звукового датчика

Світлочутливий звуковий датчик є прикладом електронних автоматичних пристроїв, що знаходять застосування в сучасному житті, наприклад: в проектах «Розумний будинок», в сигналізаціях та системах охорони, в системах автоматичного вуличного освітлення тощо. Принцип роботи світлочутливого звукового датчика достатньо простий – коли світло, що потрапляє на датчик достатньо яскраве («критичний» рівень яскравості можна встановити на свій вибір), засвітиться «сигнальний» світлодіод, а також пролунає звуковий сигнал. За потреби, схему можна «вдосконалити» і, наприклад, замість світлодіоду/або зумера, подати сигнал на електродвигун який зачинить жалюзі/штори, або відкриє шлагбаум/двері, або підключити інший виконавчий механізм.

Розглянемо типову електричну схему зі світлочутливим датчиком (рис.2.1). На схемі зображено: фоторезистор R1, підстроювальний резистор

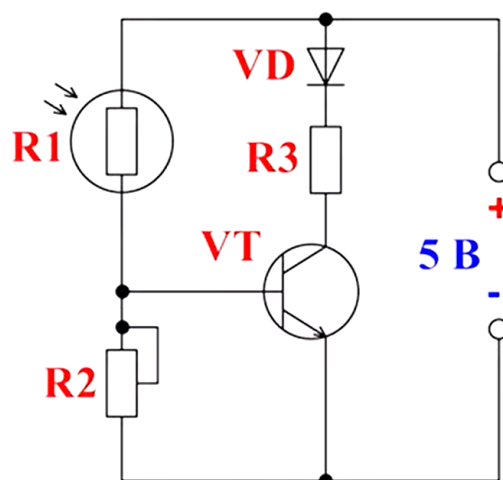


Рис. 2.1. Схема з використанням світлочутливого датчика.

R2, транзистор VT, світлодіод VD (для індикації роботи фоторезистора), для обмеження струму через світлодіод (щоб він не згорів) використовуємо резистор R3, напруга живлення схеми 5 вольт. Принцип дії схеми: два резистора R1 і R2 утворюють дільник напруги, опір резистора R2 підбирають таким чином, щоб при потраплянні світла на R1, струм пішов на базу транзистора VT і «відкрив» його. Коли через транзистор почне протікати струм, він (струм) пройде і через світлодіод і засвітить його.

Якщо світло не потрапляє на фоторезистор R1, фоторезистор збільшує свій опір і струм не потрапляє на базу транзистора, тому транзистор «зачиняється» і через нього не протікає струм, а значить, немає струму і на світлодіоді (тому він не світиться). Тобто, якщо світло є - транзистор відкривається за допомогою фоторезистора, якщо світла немає – транзистор зачиняється за допомогою фоторезистора.

Подібна схема використовується в турнікетах метро – людина перекриває собою світло, що йшло на фоторезистор, транзистор закривається, дверцята зачиняються; якщо світло потрапляє безпершкодно на фоторезистор, транзистор відкритий, дверцята, також, відкриті.

В схемі автоматичного вуличного освітлення – процес має відбуватися навпаки, тобто, якщо на вулиці темно, транзистор має бути відкритим і включити ліхтарі, а коли світить сонце – транзистор має закритись і вимкнути ліхтарі. Для реалізації такої роботи потрібно на схемі (2.1) поміняти місцями

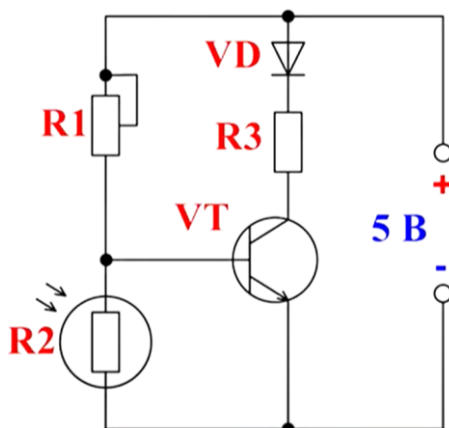


Рис. 2.2. Схема автоматичного вуличного освітлення.

резистори R1 і R2, після чого, резистором R1 (регулюючи його опір), добитися ситуації коли при потраплянні світла на фоторезистор, світлорезистор вимикається. На практиці, замість світлодіоду в схему включають реле, яке замикаючи свої контакти, подає струм на вуличні ліхтарі.

### **2.3 Проектування друкованої плати світлочутливого звукового датчика**

Для проектування друкованої плати попередньо потрібно розробити принципову електричну схему пристрою, на якій зобразити всі радіокомпоненти, зв'язок між ними, а також, проаналізувати принцип роботи такої схеми. Маючи в наявності принципову електричну схему пристрою і розуміючи її принцип роботи, потрібно визначитись зі способом монтажу радіодеталей. Для нескладних схем з малою кількістю деталей можна використовувати метод навісного монтажу, де радіодеталі безпосередньо з'єднуються між собою провідниками, відповідно до принципової електричної схеми, при чому, механічна жорсткість збірки забезпечується самими радіодеталлями (тобто дрібніші деталі «тримаються» за більш масивні). Для схем зі значною кількістю радіодеталей метод навісного монтажу не бажаний, оскільки пристрій буде являти собою «клубок» з дротів і радіодеталей, в якому буде важко розбиратися, виявляти несправності, також, буде низька надійність такого пристрою через малу механічну жорсткість конструкції.

Останнім часом, технології з розробки і виготовленні друкованих плат значно вдосконалились, і ціна такої плати стала доступною, а сам пристрій зібраний на друкованій платі виглядає більш впорядкованим, більш компактним і механічно більш жорстким, тому навіть прості електричні схеми доцільно планувати на друкованій платі. Друкована плата представляє собою тверду пластину з ізоляційного матеріалу на якій розміщені струмопровідні доріжки, що підходять до потрібних контактів радіодеталей відповідно до принципової електричної схеми. В залежності від складності електричної схеми і кількості радіодеталей друковані плати можуть мати один або більше

шарів струмопровідних доріжок. Плати з одним шаром доріжок – односторонні (радіодеталі паяють з однієї сторони); плати з двома шарами доріжок – двосторонні (радіодеталі паяють з двох сторін плати); також існують багат шарові плати. Для нашого пристрою (світлочутливого звукового датчика) – підійде одностороння друкована плата.



Рис. 2.3. Приклад збирання схеми методом навісного монтажу

Принципова електрична схема світлочутливого звукового датчика зображена на рис. 2.4.

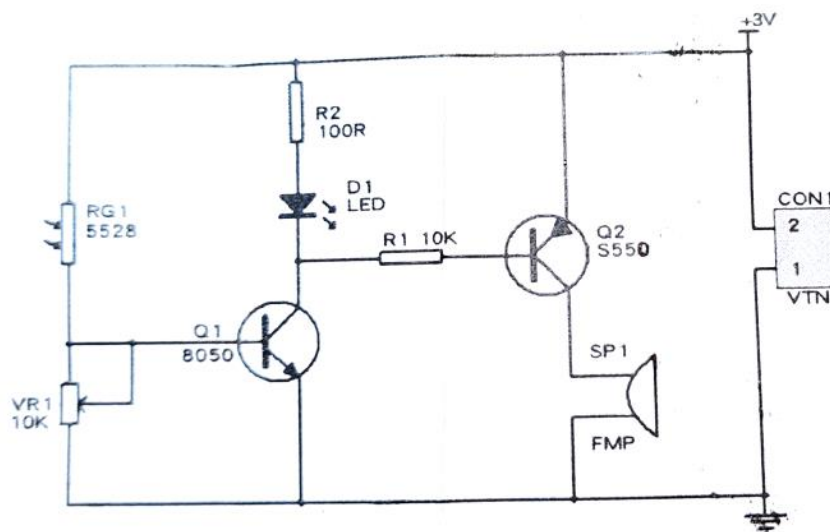


Рис. 2.4. Принципова електрична схема світлочутливого звукового датчика.

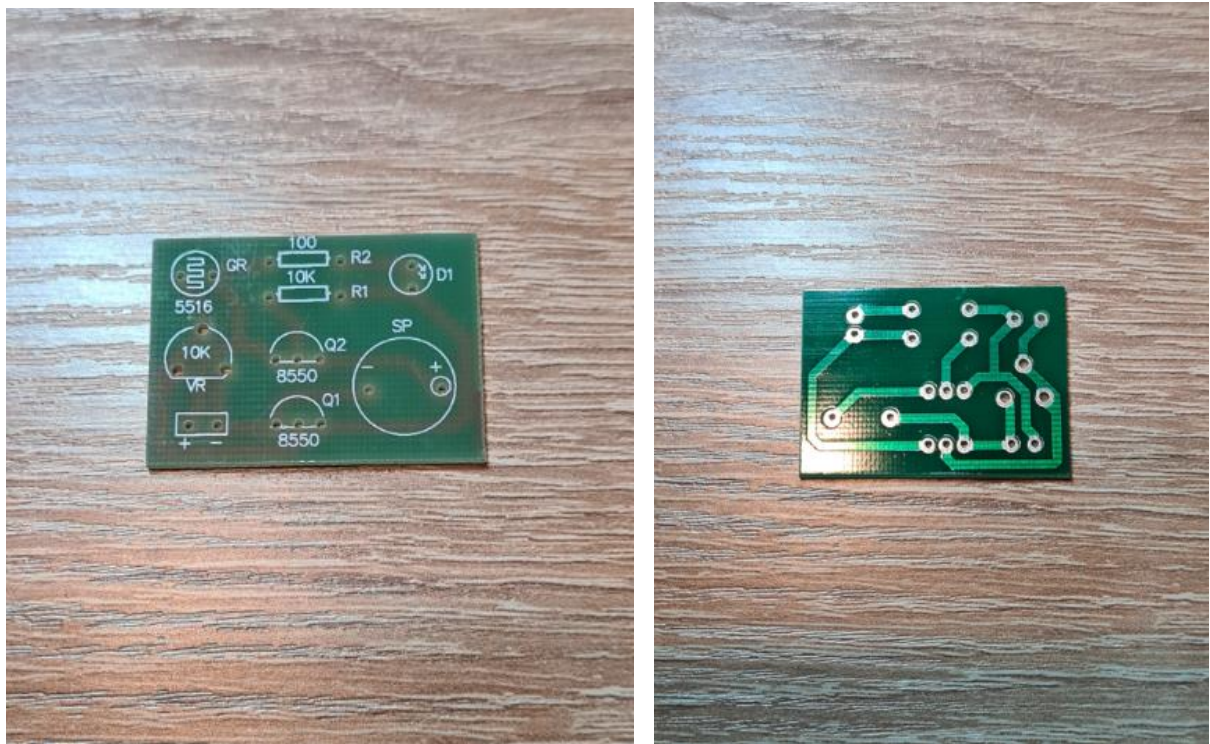
Процес проектування друкованої плати називається «трасуванням», тобто відбувається прокладання струмопровідних доріжок до елементів схеми відповідно до принципової електричної схеми електронного пристрою.

Відомо багато програм що здатні виконувати трасування, зокрема:

- Mentor Graphics PADS;
- Sprint-Layout;
- DipTrace;
- ExpressPCB;
- FreePCB

та інші.

Друковану плату можна розробити самому, або замовити розробку і виготовлення в компаніях, які професійно займаються такими роботами (аналогічно як скористатися послугами типографії).



*Рис. 2.5. Друкована плата світлочутливого звукового датчика.*

На друкованій платі, як бачимо на рис.2.5 – для додаткової зручності монтажу, зображено розташування елементів схеми.



### 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП

#### 3.1. Опис інструменту та радіодеталей

Принципова електрична схема світлочутливого звукового датчика представлена на рис.2.4. Відповідно до цієї схеми було розроблено і виготовлено друковану плату, а також, підібрано необхідні радіокомпоненти.

1. Фоторезистор GL5528, характеристики:

- опір при 10 люкс: 8 - 20 кОм;
- опір при 0 люкс: 1,0 МОм;
- потужність, що розсіюється при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ : 100 мВт;
- максимальна напруга при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ : 150 В;
- пік максимальної чутливості в спектрі при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ : 540 нм;
- допустимий діапазон температур: від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ ;
- розмір (д/ш/в): 5,1мм/ 4,2мм/ 36 мм.

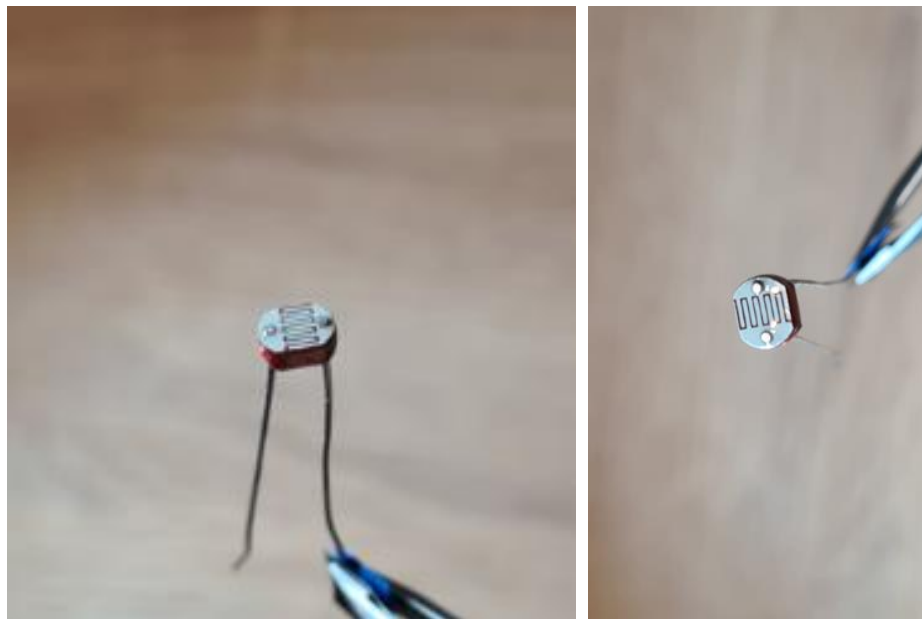
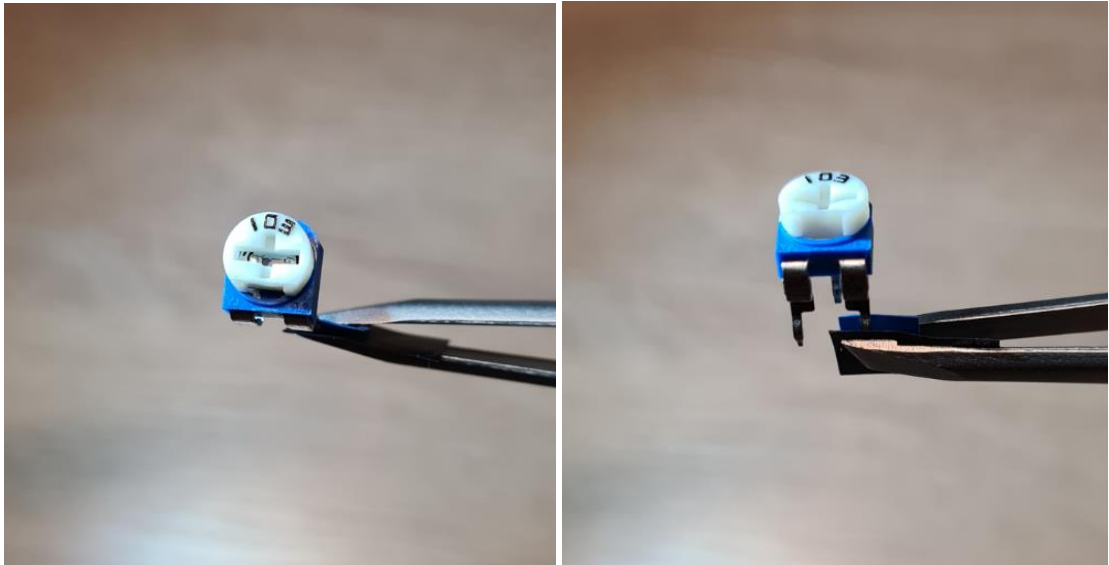


Рис. 3.1. Фоторезистор GL5528.

2. Резистор підстроювальний WH06-2, опором 2кОм, характеристики:

- номінальний опір: 2 кОм;
- потужність, що розсіюється: 0,1 Вт;
- робоча температура:  $-10^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

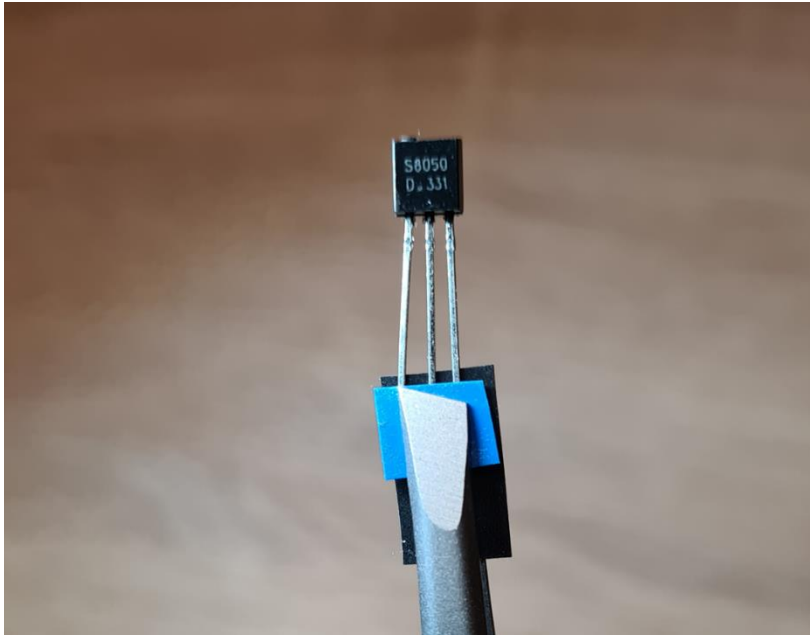
- максимальна напруга: 50 В;
- характеристика резистора: лінійна;
- кут повороту:  $210^{\circ}$ ;
- вимикач: немає;
- орієнтація вісі: вертикальна;
- маркування: 202.



*Рис. 3.2. Резистор підстроювальний WH06-2.*

### 3. Біполярний транзистор S8050, характеристики транзистора:

- тип транзистора: біполярний;
- структура: n-p-n;
- максимальна напруга колектор-емітер: 25В;
- максимальна напруга колектор-база: 40В;
- максимальна напруга емітер-база: 5В;
- максимальний струм колектору: 0,5А;
- максимальна потужність, що розсіюється на колекторі: 0,625Вт;
- коефіцієнт підсилення транзистора: від 85 до 300;
- корпус: TO-92.



*Рис. 3.3. Біполярний транзистор S8050.*

#### 4. Біполярний транзистор S8550, характеристики транзистора:

- тип транзистора: біполярний;
- структура: p-n-p;
- максимальна напруга колектор-емітер: 25В;
- максимальна напруга колектор-база: 40В;
- максимальна напруга емітер-база: 5В;
- максимальний струм колектору: 0,5А;
- максимальна потужність, що розсіюється на колекторі: 0,3Вт;
- корпус: ТО-92.

#### 5. П'єзокерамічний зумер, характеристики:

- тип: активний;
- робоча напруга: 5В;
- максимальний робочий струм: 32мА;
- частота звуку: 2300Гц;
- розміри: діаметр 12мм, висота 9мм;
- контакти: 6,5мм і 5мм на відстані 7мм.



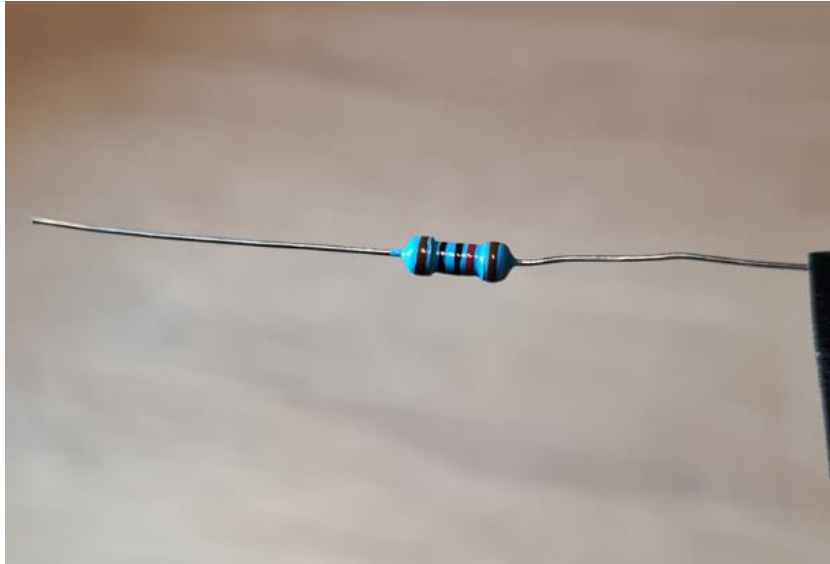
*Рис. 3.4. Біполярний транзистор S8550.*



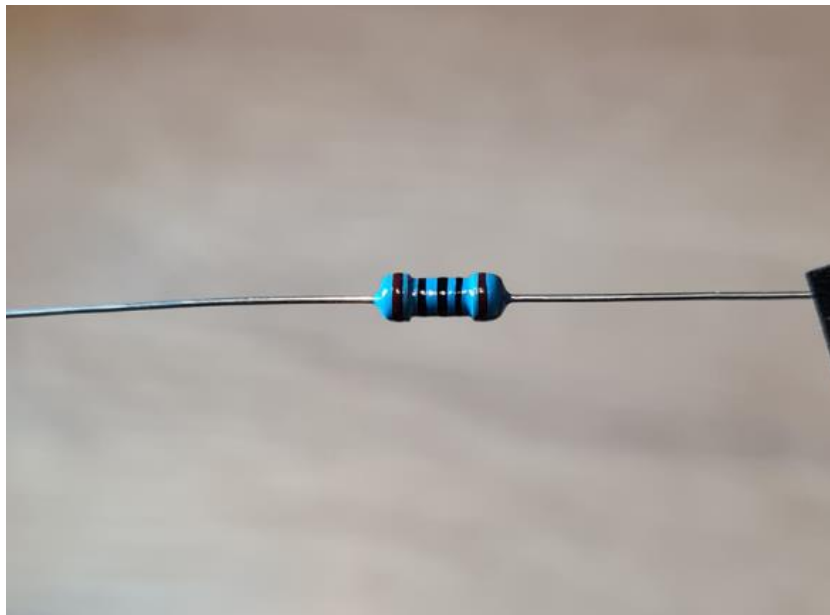
*Рис. 3.5. П'єзокерамічний зумер*

6. Резистор: опір: 10кОм; потужність, що розсіює: 0,25 Вт; точність: 1%.

7. Резистор: опір: 100 Ом; потужність, що розсіює: 2 Вт; точність: 1%.



*Рис. 3.6. Резистор: опір: 10кОм*



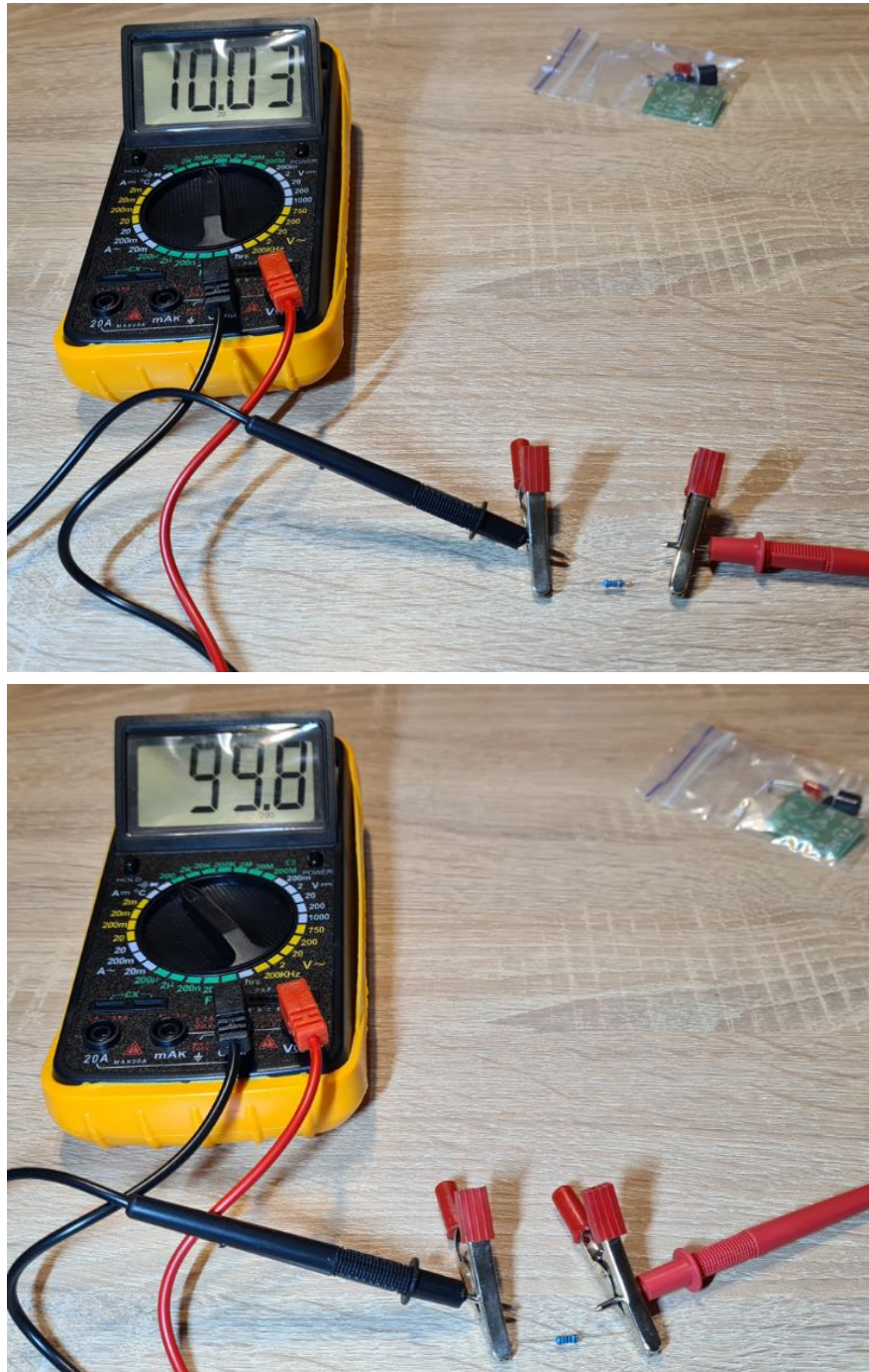
*Рис. 3.7. Резистор: опір: 100 Ом*

Вимірювання опорів за допомогою мультиметру продемонстровано на рис.3.8., це зроблено з метою виявлення фактичного опору резисторів перед включенням їх в електричну схему.

8. Світлодіод: 5мм, червоний (рис.3.8).

Для монтажу принципової електричної схеми на друковану плату потрібні спеціальні інструменти. Зокрема:

Паяльник, потужністю 40 Вт, за допомогою паяльника відбувається процес плавлення припою, що забезпечує надійне з'єднання двох контактів.

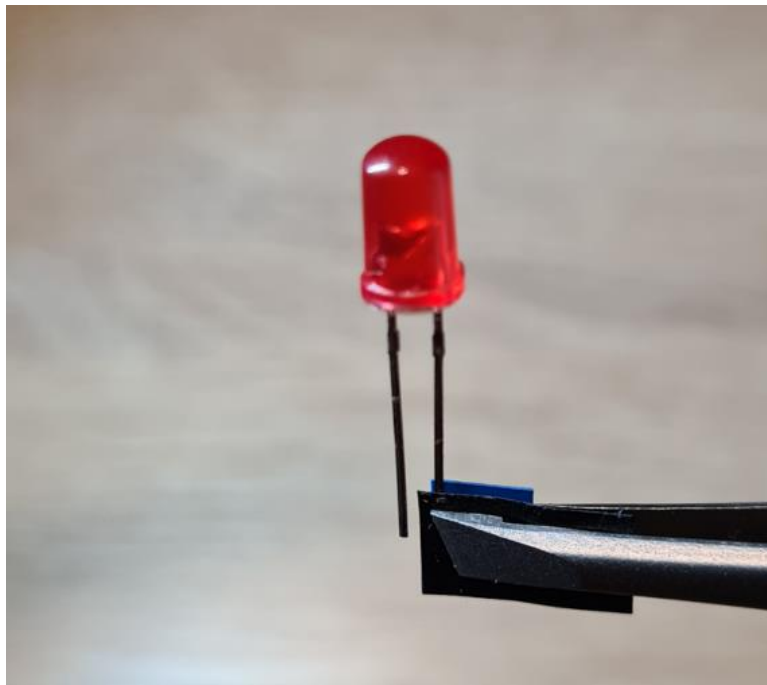


*Рис. 3.8. Вимірювання опорів резисторів 10 кОм і 100 Ом*

Паяльник, а також, припій і каніфоль зображено на рис.3.10.

Припій – це сплав олова і свинцю. ПОС-40 містить 40 % олова і 60 % свинцю, а ПОС-60 - 60 % олова і 40% свинцю. Температура плавлення припою завжди менша за температуру плавлення контактних ніжок радіодеталей (цим, власне, відрізняється процес паяння від процесу зварювання, де плавляться самі деталі, що з'єднуються). Для кращої адгезії припою з радіодеталлями з поверхні

останніх необхідно прибрати оксидну плівку. Для виконання цієї задачі використовують каніфоль або флюс. Оскільки під час паяння радіодеталі сильно нагріваються від паяльника, тримати їх потрібно за допомогою пінцету (рис.3.11).



*Рис. 3.9. Світлодіод 5мм червоний.*



*Рис. 3.10. Паяльник, припій і каніфоль.*



*Рис. 3.11. Пінцет.*

Після завершення паяння радіодеталей, зайві частини струмопровідних ніжок потрібно прибрати за допомогою кусачок або ножика, а окремі контакти закрити ізострічкою (рис.3.12).



*Рис. 3.12. Кусачки, ніж, ізоляційна стрічка*



Збирання будь-яких електронних пристроїв не можливе без використання мультиметру, пристрою, який дозволяє вимірювати і контролювати електричні величини (напругу, опір, струм, електроємність, тестувати транзистори, світлодіоди тощо). В процесі проектування і налаштування обладнання «світлочутливий звуковий датчик» з методикою використання на уроках технології, також, використовувався мультиметр, модель DT9208A, приклади використання якого вже наводилися на рисунках 1.4, 1.7, 3.8.



*Рис. 3.13. Цифровий мультиметр DT9208A*

Додатковою конструктивною перевагою даної моделі мультиметру є цифрове табло, що може змінювати кут нахилу. Така функція запобігає утворенню бліків від ламп освітлювання, і відповідно, дозволяє добре бачити інформацію на екрані.

Наведемо основні характеристики мультиметру DT9208A.

- Вимірювання напруги; для постійної діапазон: від 200мВ до 1000В, для

змінної діапазон: від 2В до 750В.

- Вимірювання струму; для змінного струму діапазон: від 20мА до 20А,  
для постійного струму діапазон: від 2мА до 20А.

- Вимірювання ємності конденсаторів, діапазон: від 200мкФ до 2нФ.

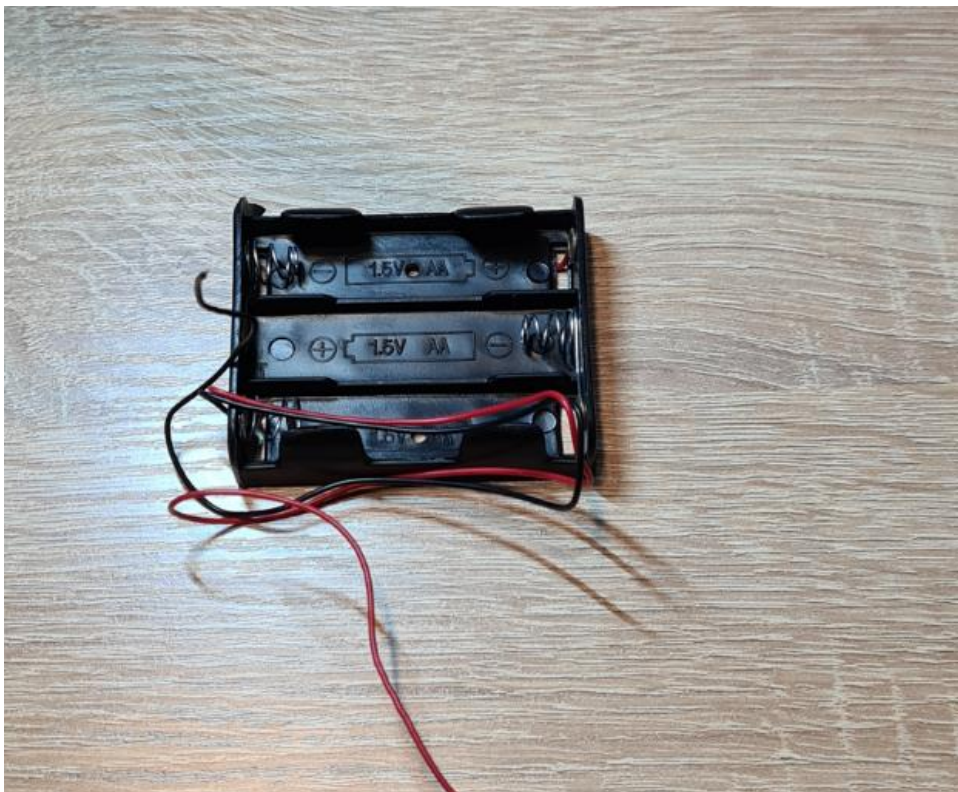
- Вимірювання опорів, діапазон: від 200 Ом до 200 МОм.

- Тестування діодів, перевірка цілісності ланцюга.

- Тестування транзисторів, структури р-п-р та структури п-р-п.

- Вимірювання температури.

Для забезпечення живлення електричної схеми будемо використовувати елементи живлення типу АА, 1,5В, 3шт., сумарно 4,5В. Для механічного утримання елементів живлення передбачено використання спеціального тримача.



*Рис. 3.14. Тримач для елементів живлення.*

### 3.2. Монтаж плати світлочутливого звукового датчика

Перед початком монтажних робіт потрібно підготувати робоче місце відповідно до вимог техніки безпеки. Прибираємо з робочого столу усі зайві предмети. Розміщуємо електричний паяльник на підставці, також додаємо флюс, олово (припій), цифровий мультиметр, пінцет, кусачки, набір радіодеталей, налаштовуємо освітлення робочої зони.

Вмикаємо паяльник в розетку, очікуємо коли жало паяльника набере робочу температуру. Починаємо монтаж плати відповідно до принципової електричної схеми пристрою. Першими паяємо резистори  $R1 = 10\text{кОм}$  і  $R2 = 100\text{Ом}$  (рис. 3.15). За ними додаємо на плату біполярний транзистор Q2 S8550, р-п-р структура, що керує роботою зумера (рис. 3.16).

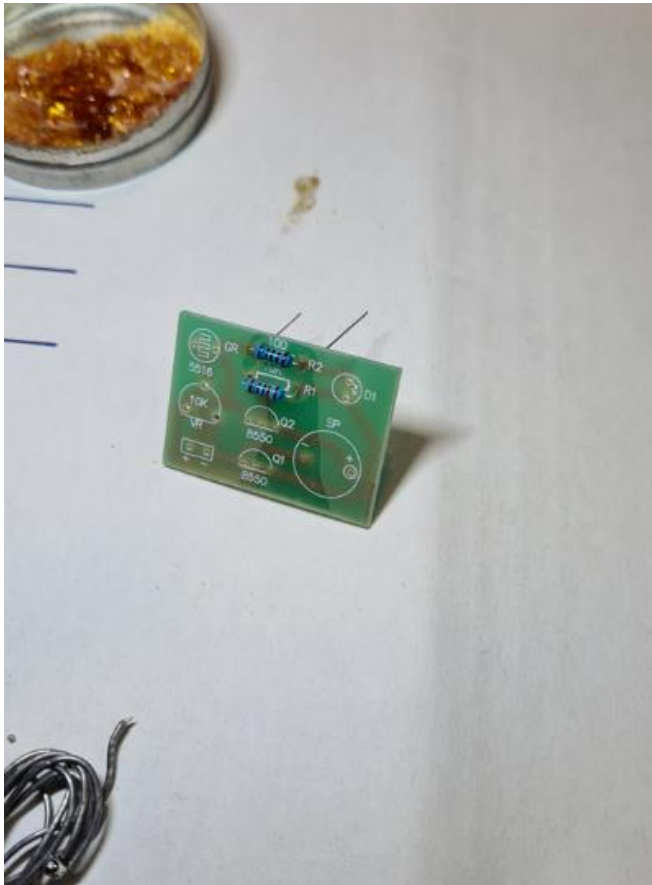
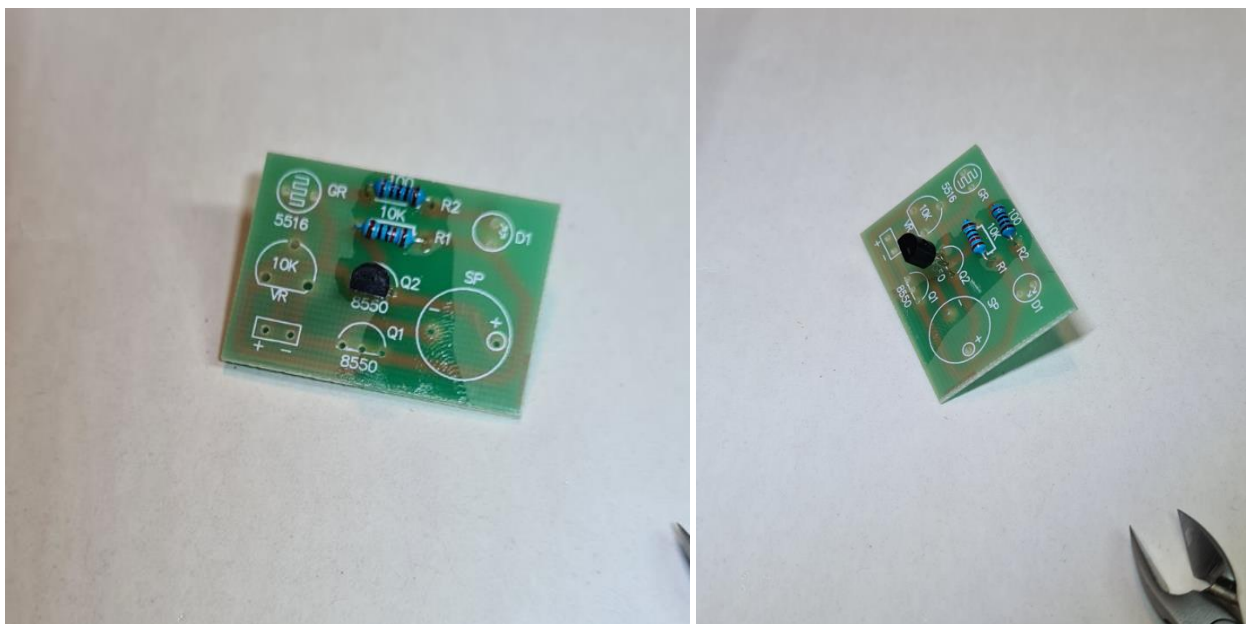


Рис. 3.15. Встановлення резисторів R1 і R2.

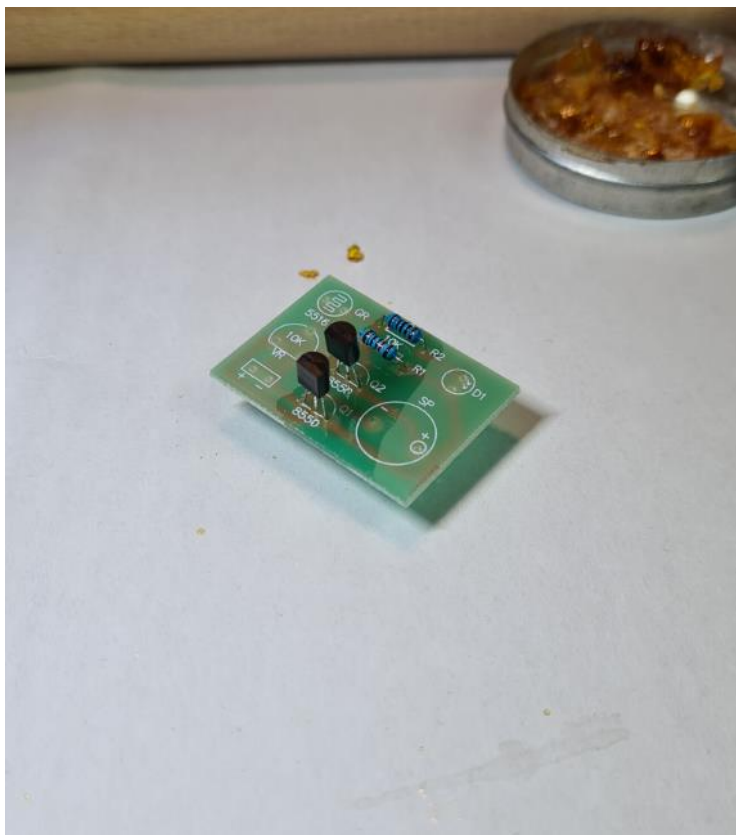
Далі паяємо на плату біполярний транзистор Q1 S8050, п-р-п структура, що відкривається за допомогою фоторезистора (рис. 3.17).

На черзі – червоний світлодіод (рис 3.18), при паянні світлодіоду важливо дотримуватися полярності «катод»/ «анод», оскільки світлодіод має

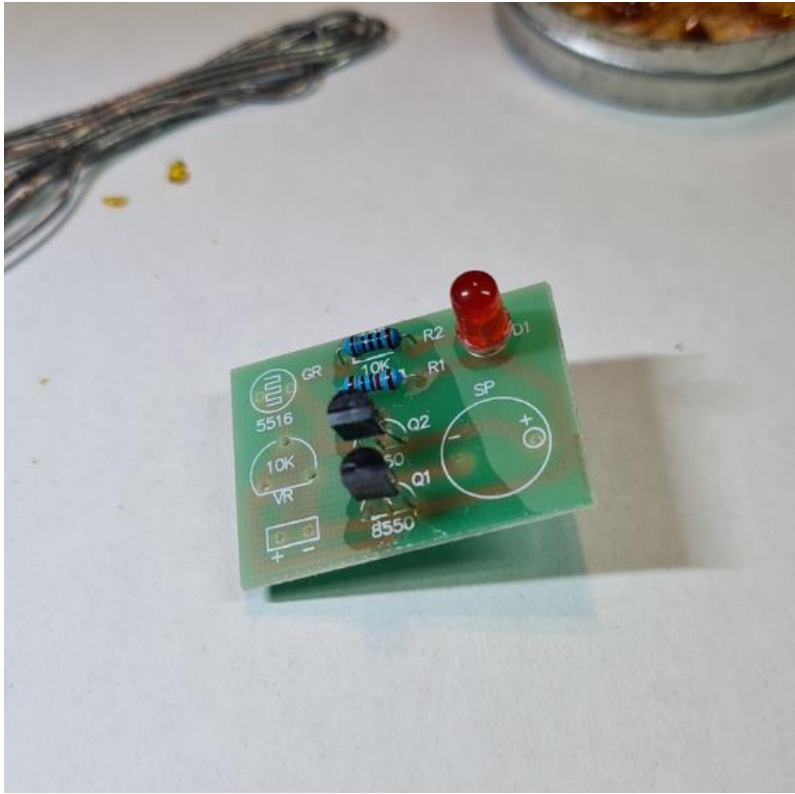
односторонню провідність. На рис.3.19 продемонстровано встановлення на плату звукового пристрою (зумера), при його монтажі також потрібно дотримуватися полярності «+» / «-».



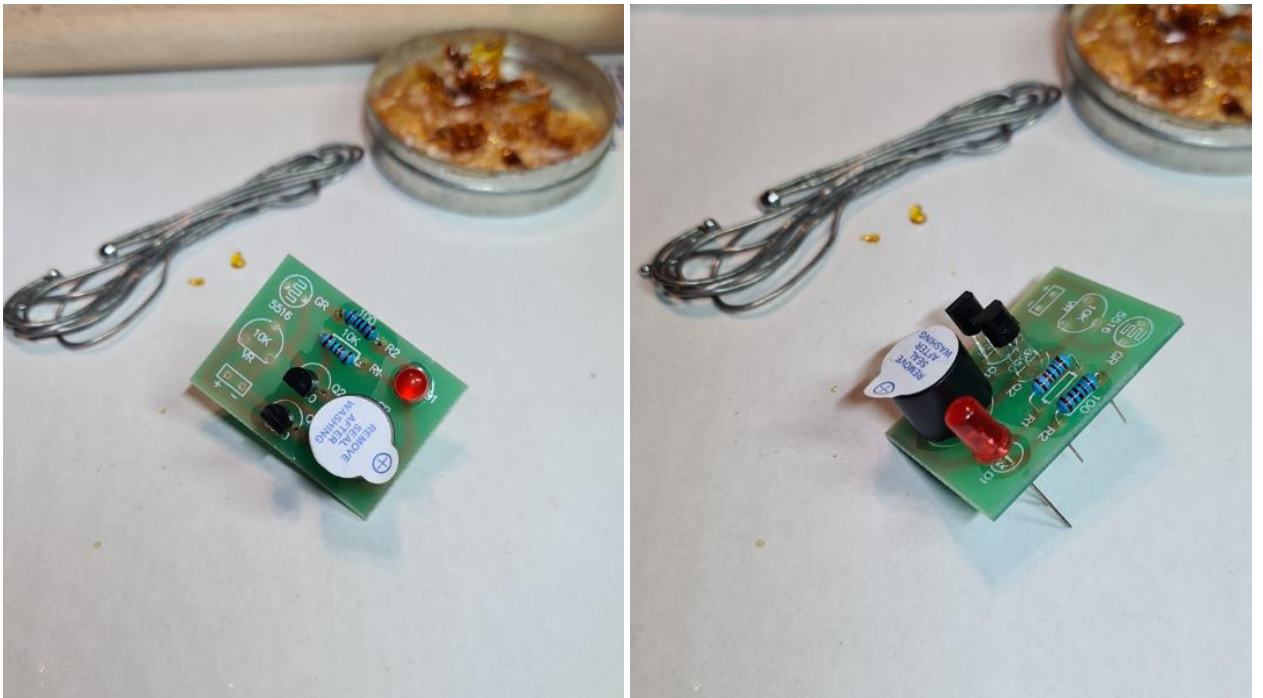
*Рис. 3.16. Встановлення біполярного транзистора Q2 S8550*



*Рис. 3.17. Встановлення біполярного транзистора Q1 S8050*

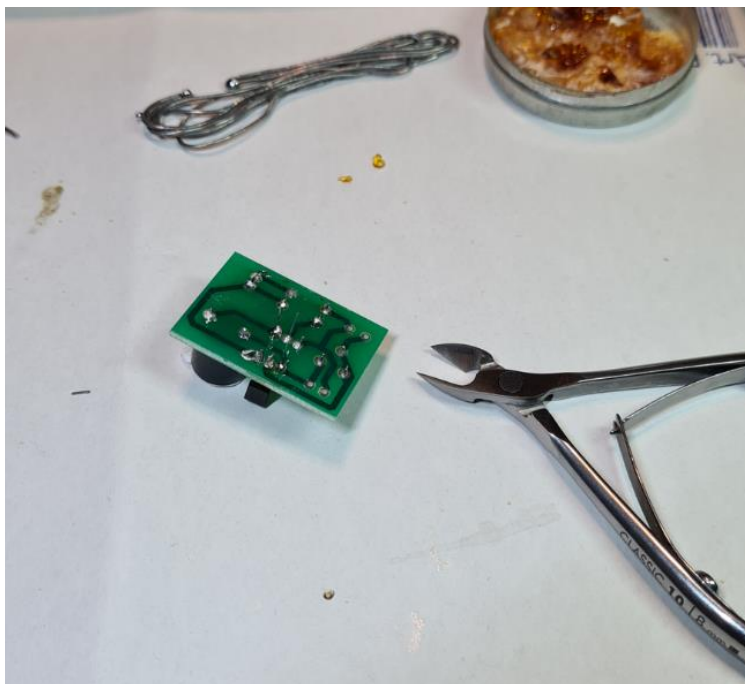


*Рис. 3.18. Встановлення світлодіода*

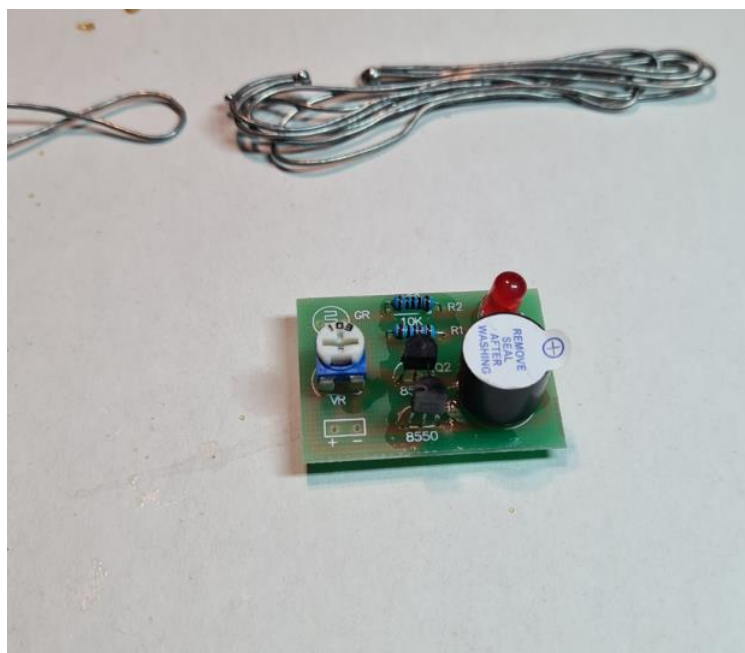


*Рис. 3.19. Встановлення п'єзокерамічного зумеру*

Зайву довжину ніжок радіодеталей, зі зворотного боку плати, обрізаємо кусачками (рис.3.20). Далі паяємо на плату підстроювальний резистор WH06-2 (рис.3.21).

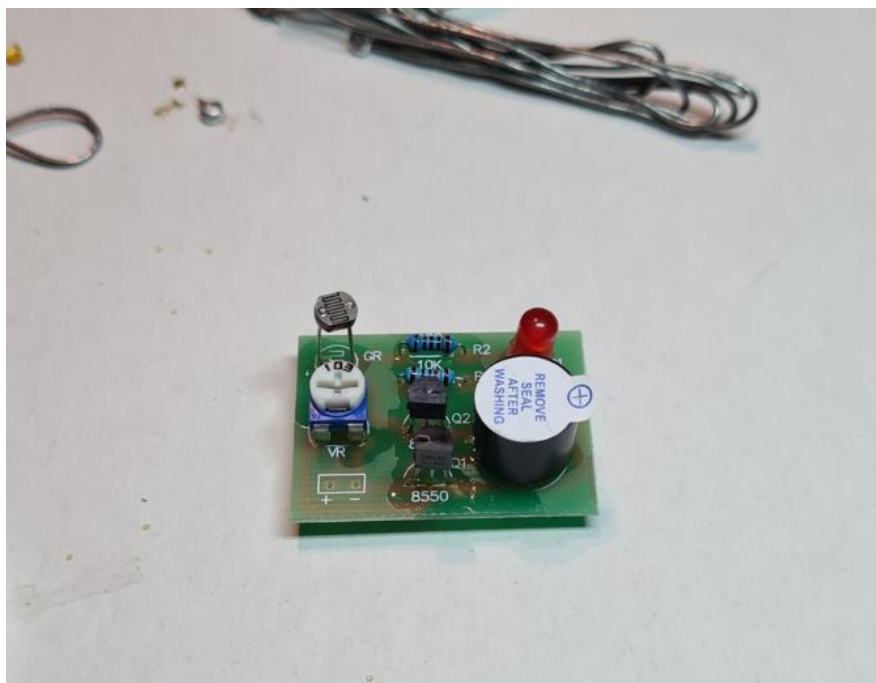


*Рис. 3.20. Обрізування контактних ніжок*

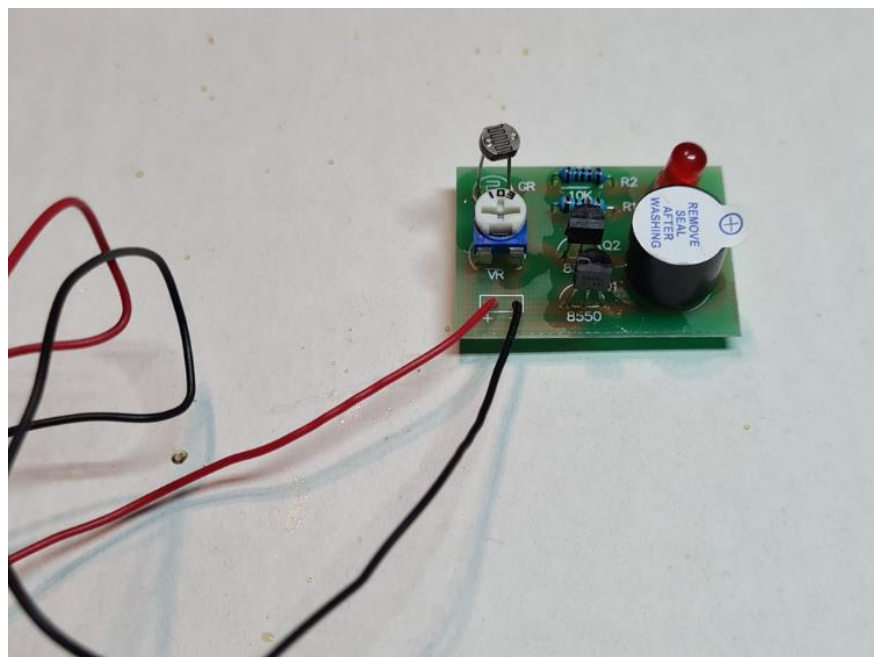


*Рис. 3.21. Встановлення підстроювального резистора WH06-2*

На завершення, паяємо на плату останній радіоелемент, що залишився - фоторезистор GL5528 – «очі» нашого пристрою (рис.3.22). Залишається подати живлення на електричну схему. Паяємо червоний провід на «+», чорний на «-» (рис.3.23). Зі зворотного боку, провідники паяємо до «колодки» для елементів живлення, також з дотриманням правильної полярності (рис.3.24).

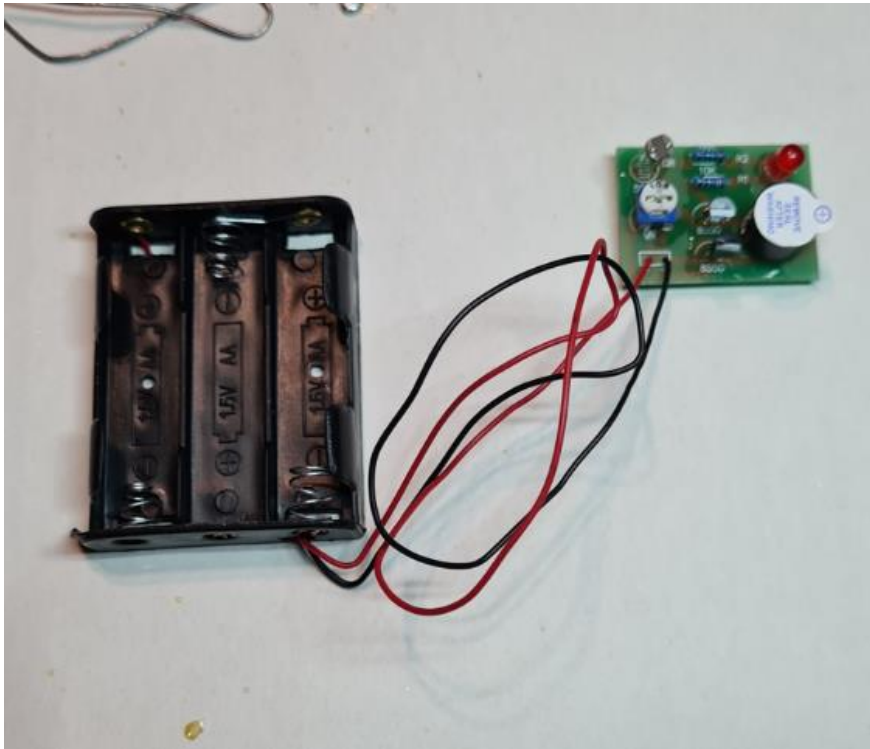


*Рис. 3.22. Встановлення фоторезистора GL5528*

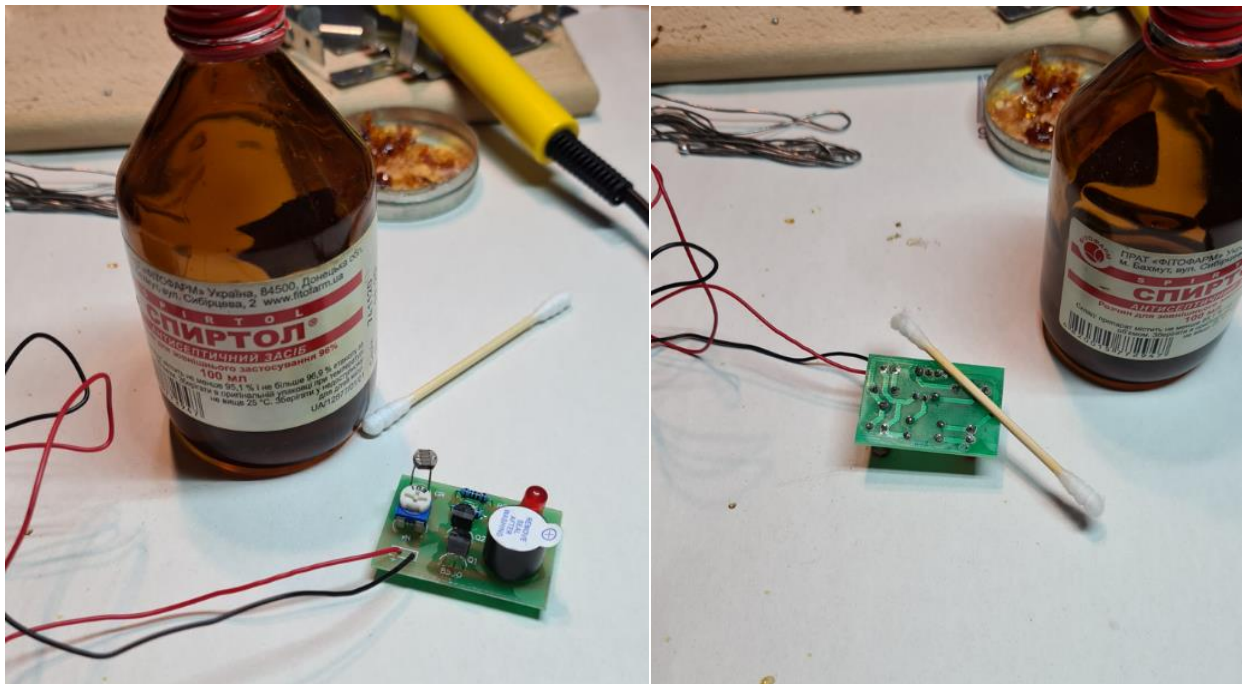


*Рис. 3.23. Підключення живлення*

Елементами живлення для нашої схеми будуть батарейки типу АА, 1,5В, 3 шт., разом 4,5В постійної напруги. Перед підключенням напруги плату потрібно очистити від залишків флюсу і каніфолі. Робимо це за допомогою спирту і ватних паличок (рис. 3.25.)



*Рис. 3.24. Підключення колодки для елементів живлення*



*Рис. 3.25. Очищення плати від залишків флюсу*

Фінальний етап збірки пристрою – підключення живлення, перевірка правильності роботи кожного елемента і електричної схеми загалом (рис.3.26). Також, за допомогою підстроювального резистора налаштовуємо потрібну чутливість фоторезистора.



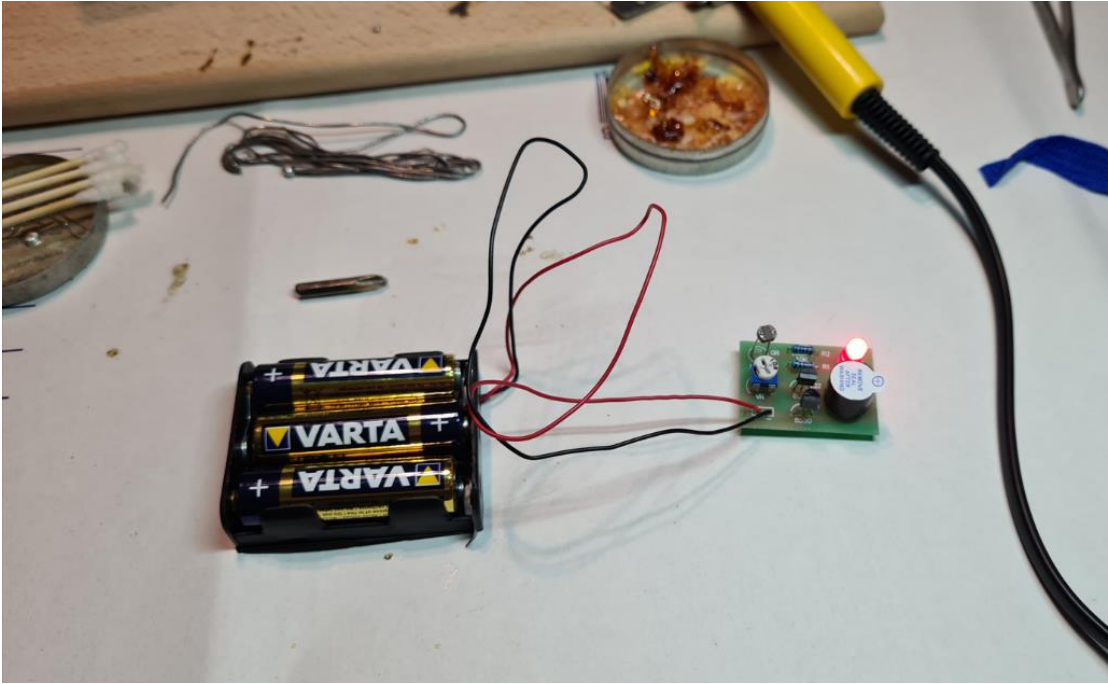


Рис. 3.26. Підключення живлення, налаштування чутливості фоторезистора

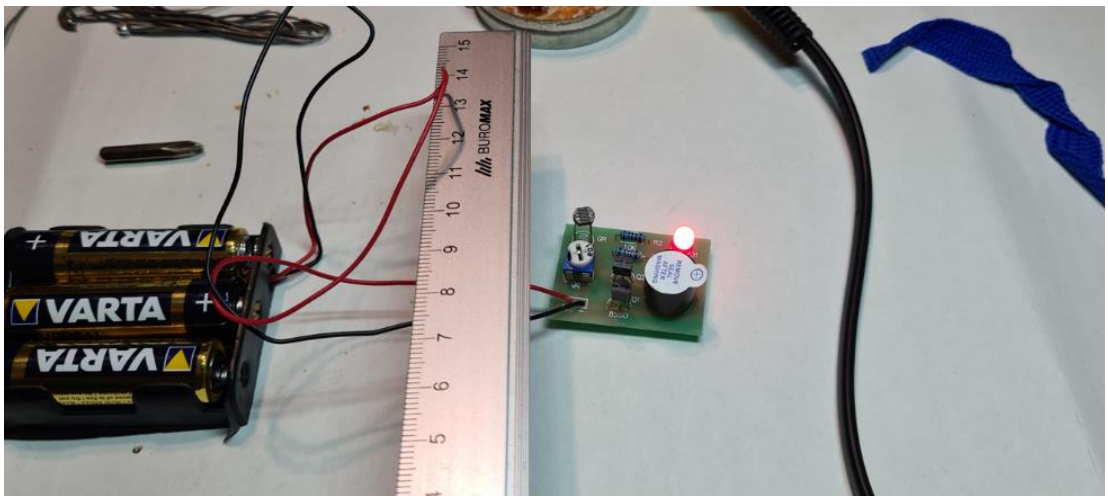
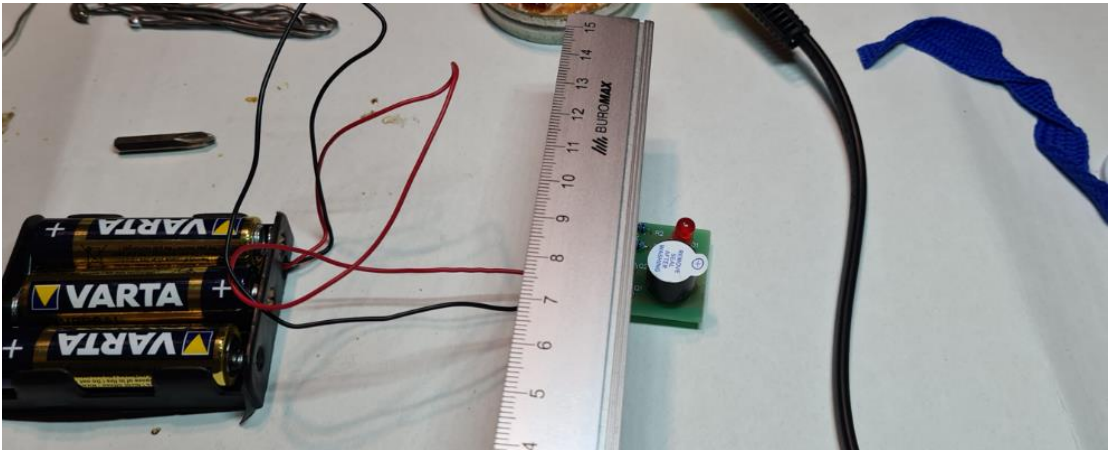


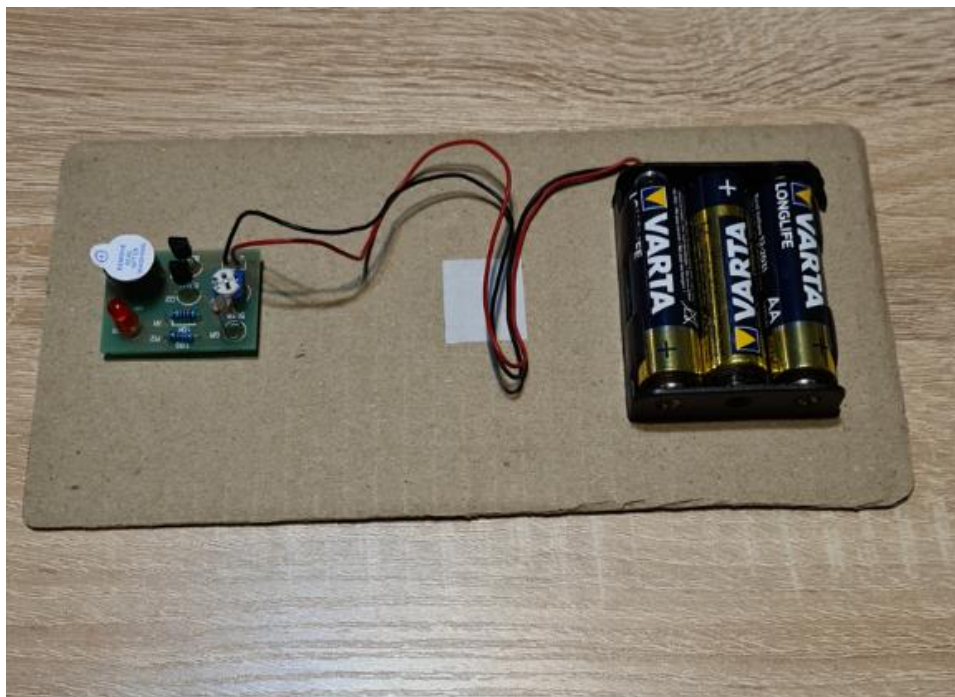
Рис. 3.27. Перевірка роботи датчика

На рис.3.27 продемонстровано принцип роботи фоторезистора (і схеми в цілому): якщо датчик перекрити лінійкою (чи будь-яким предметом) –

світлодіод не горить, зумер «мовчить», якщо лінійку прибрати – світло потрапляє на датчик, тоді вмикається світлодіод і починає працювати зумер.

Причому, чим інтенсивніше світло, тим яскравіше світить світлодіод і голосніше працює зумер. Це пояснюється тим, що на бази відповідних транзисторів потрапляє більший струм, через що, вихідний струм транзисторів також зростає і відповідно зростає струм через світлодіод і зумер.

Схема працює, мету проєкту досягнуто. Відключаємо електроприлади, прибираємо робоче місце.



*Рис. 3.28. Обладнання «світлочутливий звуковий датчик»*

### **3.3. Техніка безпеки під час монтажу плати світлочутливого звукового датчика**

Під час монтажу плати світлочутливого звукового датчика необхідно дотримуватись наступних правил техніки безпеки [17]:

- монтаж плати можуть здійснювати здобувачі освіти, що пройшли первинний інструктаж з ОП при паянні і лудінні, мають навички роботи з паяльниками різного типу;

- електричний паяльник має бути справним, місцеве освітлення робочої зони, також, має бути справним і забезпечувати якісне освітлювання;

- роботи виконуються на столі з діелектричним покриттям на спеціальній підставці; електропаяльник має бути забезпечений підставкою для запобігання пошкодження столу від дії високої температури паяльника;

- під час роботи здобувач має бути одягнений в робочий халат;

- основними небезпечними факторами при паянні є: висока температура паяльника, радіодеталей, розплавлений припій, наявність флюсів, які при високій температурі виділяють шкідливі речовини.

Перед початком робіт: потрібно одягти спецодяг (робочий халат), оглянути робоче місце, підготувати його до роботи, прибравши всі зайві речі і розмістивши потрібні для роботи інструменти і матеріали на зручних місцях.

Під час виконання монтажних робіт: підтримувати на робочому місці чистоту і порядок, працювати тільки при включеній вентиляції, зберігати зосередженість, не відволікатись сторонніми справами або розмовами.

Після завершення робіт: вимкнути паяльник із розетки (за корпус вилки, а не за шнур), прибрати робоче місце (розкласти інструменти і матеріали на місця постійного зберігання), вимкнути світло, витяжку, зняти робочий халат, покинути лабораторію.

У разі виникнення будь-якої аварійної ситуації, зокрема сталось пошкодження чи поломка інструменту, розпочалося займання або задимлення, отримання травми (опік) тощо, потрібно негайно зупинити роботу, повідомити майстра/керівника.

У випадку відключення електроенергії (блекауту), слід терміново вимкнути все електрообладнання, яке знаходиться в роботі, повторне підключення електрообладнання можна виконувати тільки після того, як напруга в електромережі поновиться і буде відповідати нормам.

Якщо виникла пожежа чи задимлення на робочому місці, потрібно негайно припинити роботи і повідомити майстра/керівника, надалі виконувати всі його вказівки щодо ліквідації небезпеки.

У разі виникнення нещасного випадку і травмування людей потерпілий або свідок нещасного випадку повинен повідомити про це майстра/керівника

і вжити заходів щодо надання необхідної домедичної допомоги потерпілому.

Для гасіння електрообладнання, що знаходиться під напругою до 1000В можна використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники.

## 4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП

### 4.1. Розробка уроку з використанням обладнання «світлочутливий звуковий датчик»

**Тема:** «світлочутливий звуковий датчик», елементна база пристрою, принцип роботи електричної схеми.

**Мета:** отримання знань про основні елементи схеми світлочутливого звукового датчика (біполярний транзистор, фоторезистор, світлодіод, п'єзокерамічний зумер, резистори); ознайомлення з принципом роботи електричної схеми пристрою та прикладами використання фоторезисторів в сучасній електронній апаратурі.

**Обладнання:** пристрій «світлочутливий звуковий датчик».

#### Хід уроку

1. Організаційний етап: вчитель починає урок з привітання та психоемоційного налаштування учнів на отримання дуже цікавих нових знань.
2. Опитування учнів щодо їх опорних знань з тематики «Робототехніка та електроніка».
3. Повідомлення учням теми сьогоднішнього уроку, а також, мети та завдань уроку.

#### Завдання уроку:

- ознайомитись з основними досягненнями сучасної електроніки, зокрема з автоматичними системами і датчиками;
- ознайомитись з радіодеталями, на основі яких будують автоматичні пристрої;
- ознайомитись із пристроєм «світлочутливий звуковий датчик», знайти приклади його практичного застосування.

#### Вивчення навчального матеріалу

Досягнення людства, тенденції та перспективи розвитку цивілізації, напряму пов'язані з розвитком автоматизації та роботизації різноманітних

технологічних процесів. Із кожним роком, як ми бачимо, усе більше функцій, зокрема на виробництві, в транспорті, в побуті виконують автоматичні пристрої або роботи.

Наприклад, сучасні автомобілі «навчилися» самостійно паркуватися, тримати задану дистанцію до автомобіля, що рухається попереду (адаптивний круїз-контроль), автоматично гальмувати (ABS, ESP), змінювати траєкторію руху, якщо з'являється перешкода тощо; на підприємствах існують цілі цехи, де працюють виключно роботи; в побуті популярності набувають технології «розумний будинок», та побутова техніка, що може працювати автоматично та/або отримувати команди через додаток у смартфоні (віддалено), наприклад, роботи-пилесоси, розумні розетки та інші.

Впровадження на підприємствах автоматизації та роботизації мають значний економічний ефект, оскільки сприяють здатності виготовляти більш якісну продукцію, одночасно знижуючи її собівартість, підвищувати безпеку на виробництві, в тому числі, надають можливість виконувати виробничі операції в важкодоступних або шкідливих для здоров'я людини умовах.

В наукових цілях, досягнення автоматизації і робототехніки, використовують для досліджень космосу, морів та океанів, небезпечних природніх явищ та процесів тощо.

Військові використовують роботів та автоматичні системи для підвищення ефективності на полі бою та збереження особового складу.

Будь яка автоматизація заснована на використанні чутливих елементів (сенсорів), які називають датчиками. Саме датчики перетворюють параметри середовища у придатний для технічного використання сигнал. Датчики є «очима» чи «вухами» будь якої автоматичної системи.

Найбільш відомими є датчики, що контролюють переміщення, тиск, температуру, витрати, концентрацію, частоту, швидкість, електричний струм, напругу тощо.

Сьогодні ми познайомимось з датчиком, що реагує на зміну інтенсивності світла – **фоторезистор**. Практичне застосування фоторезисторів

є дуже поширеним, зокрема:

- пристрої для автоматичного ввімкнення/вимкнення світла (вуличне освітлення, світло в «розумних будинках»);
- автоматичні лінії для сортування або лічильники готової продукції (на конвеєрних стрічках);
- контроль рівня рідини або сипучих речовин (пісок, крупа, гранули тощо);
- турнікети у метро;
- системи безпеки та охорони (сигналізації);
- фотосенсори для фотокамер та екранів (автоматично змінюється яскравість – режим «день», «ніч», «на вулиці» тощо);
- робототехніка.

Фоторезистор – резистор який змінює свій опір в залежності від інтенсивності світла, що падає на нього. Матеріал з якого виготовляють фоторезистори - напівпровідник сульфід кадмію (CdS). Загальний вигляд фоторезистора показано на рисунку 1.1.



*Рис. 1.1. Загальний вигляд фоторезистора*

На електричних схемах фоторезистор позначається:



*Рис. 1.2. Позначення фоторезистора на електричних схемах*

Фоторезистор складається (рис.1.3.) з підкладки (твердої основи з кераміки) на яку нанесений напівпровідник (переважно, сульфід кадмію), згори напівпровідник накривається оптично прозорим матеріалом (який з одного боку забезпечує потрапляння світла на напівпровідник, з іншого – забезпечує механічний захист), також, присутні два виводи -електричні контакти.

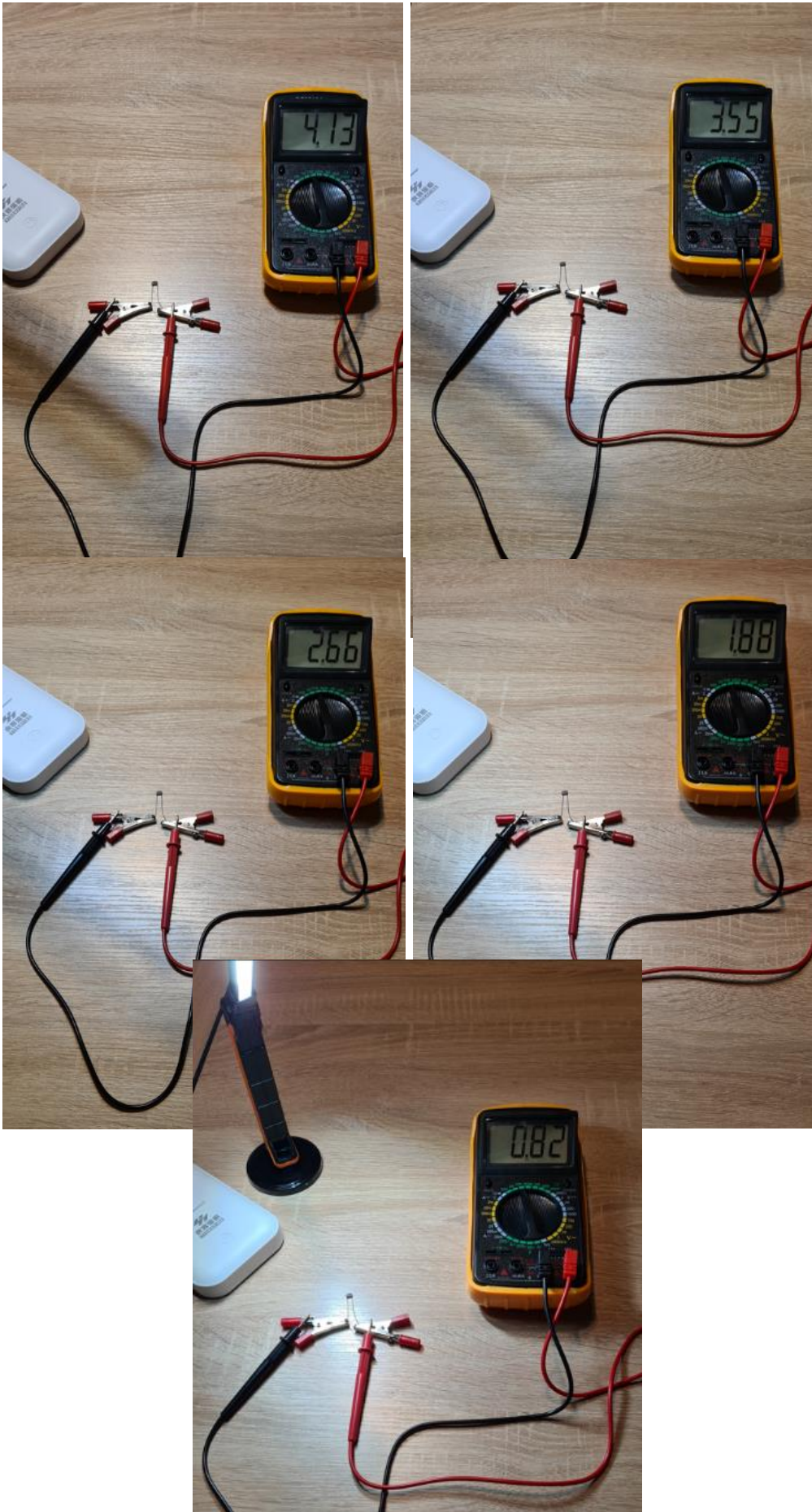


*Рис. 1.3. Будова фоторезистора*

Принцип роботи фоторезистора заснований на явищі внутрішнього фотоефекту, тобто коли світло (фотони) потрапляє на напівпровідник електрони отримують додаткову енергію, в наслідок чого, частина їх переходить з валентної зони у зону провідності, це в свою чергу, призводить до збільшення носіїв заряду, а значить збільшується провідність/ зменшується опір. Чим більш інтенсивне освітлення фоторезистора, тим більше енергії отримують електрони, тим більше їх опиняється у зоні провідності, тим менше опір фоторезистора.

Продемонструємо принцип роботи фоторезистора за допомогою мультиметра та джерела освітлення (Рис.1.4.). Бачимо, що при мінімальній яскравості лампи, опір фоторезистора  $R = 4,13$  кОм (максимальний); далі збільшили яскравість лампи, опір знизився до  $R = 3,55$  кОм; додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 2,66$  кОм; додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 1,88$  кОм, додали ще яскравості – опір знизився до  $R = 0,82$  кОм.





*Рис. 1.4. Зміна опору фоторезистора при зміні освітлення*

Фоторезистор складається з напівпровідника одного типу провідності, це означає, що у фоторезистора немає р-п переходу (як в світлодіоді, або діоді), тому фоторезистор має двосторонню провідність, тобто, підключати його в електричну схему можна будь-якою стороною («+» / «-»).

Також, сьогодні ми будемо використовувати **п'єзокерамічний зумер** (найпростіший модуль для отримання звуку на частоті близько 2кГц). Зумери поширено використовують в комп'ютерах, принтерах, таймерах тощо. Зумер складається з п'єзокерамічного елемента який під дією електричного струму генерує звукові хвилі. П'єзокерамічний елемент може змінювати свою форму під дією електричного струму, що і генерує звукові хвилі (коливання повітря на частоті, що сприймається людським вухом) (Рис.1.8.)

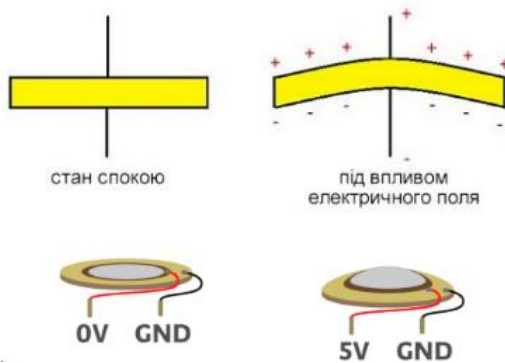


Рис. 1.8. П'єзокерамічний зумер

**Світлодіод** – елемент який, також, присутній в електричній схемі нашого пристрою. Світлодіод складається з двох напівпровідників різного типу (р-типу і n-типу) і між ними р-п перехід (рис.1.9).

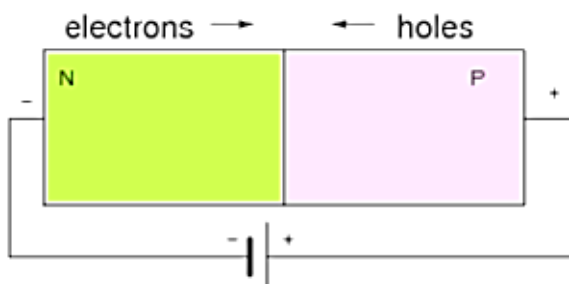


Рис. 1.9. Будова р-п переходу.

Електричний контакт з напівпровідником р-типу називають «анодом», а електричний контакт з напівпровідником n-типу – «катодом». Як і звичайний діод, світлодіод, також, пропускає струм через себе тільки в один бік (при

прямому підключенні). Але, на відміну від звичайного діоду, корпус світлодіоду виготовляють із прозорих матеріалів. Завдяки чому, світло із середини світлодіоду виходить назовні.

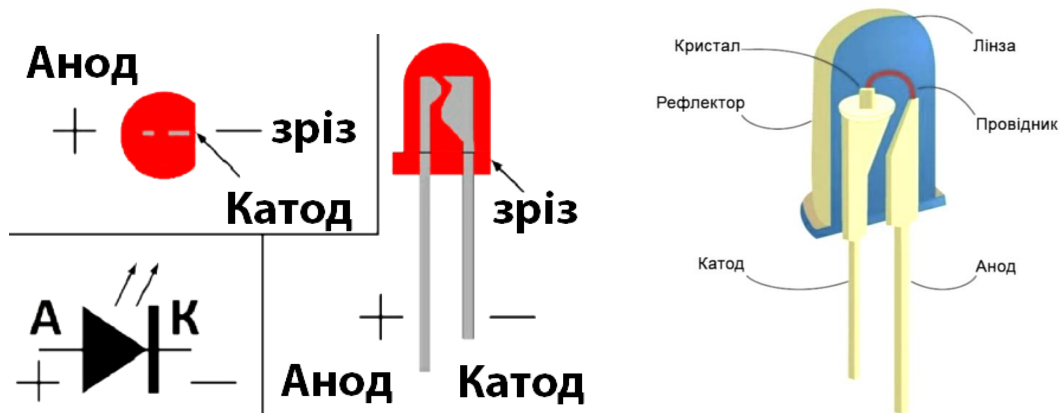


Рис. 1.10. Світлодіод. Будова. Позначення.

На рис.1.10. представлено будову світлодіоду та умовне позначення на електричних схемах. Оскільки світлодіод має односторонню провідність, при паянні його в схемах потрібно дотримуватися правильної полярності. Як зображено на рис.1.10., контакт «аноду» має довшу ніжку у порівнянні з «катодом», також, з боку «катода» корпус світлодіоду має плоский вигляд (зріз), а з боку «аноду» - корпус круглої форми.

Як відомо, світлодіоди можуть мати різний колір світіння. На колір світлодіоду впливають домішки в напівпровіднику які «регулюють» ширину забороненої зони, а відповідно, і частоту випромінення при подоланні електроном цієї зони.



Рис. 1.11. Кольорові світлодіоди.

В електричній схемі моделі світлочутливого звукового датчика присутні біполярні транзистори. **Біполярний транзистор** – це напівпровідниковий

пристрій, що складається з напівпровідників двох типів. Як відомо, існують напівпровідники n-типу і напівпровідники p-типу. Транзистор складається з трьох шарів напівпровідників різних типів і двох p-n переходів. Відповідно розрізняють p-n-p і n-p-n транзистори. Біполярний транзистор має три виводи (три електроди): той, що виходить з центрального шару, називається база (Б), електроди, що знаходяться по краях, називаються колектор (К) і емітер (Е) - рис.1.6.

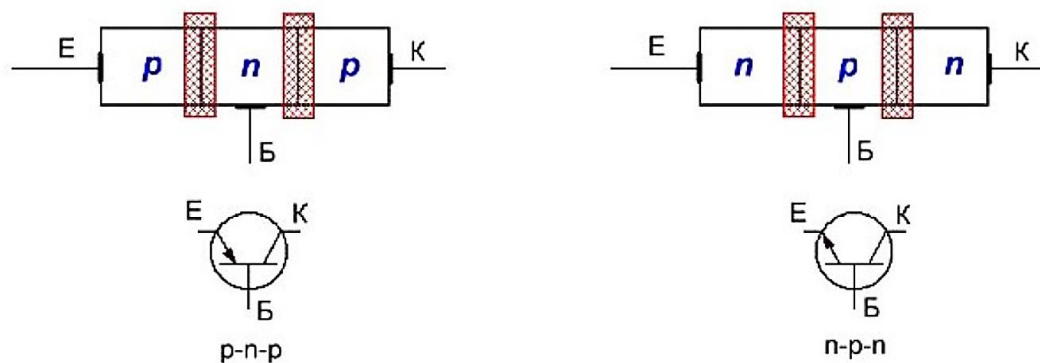


Рис. 1.6. p-n-p і n-p-n транзистори. Будова. Позначення на схемі.

В електричних схемах транзистори використовують переважно для підсилення сигналів. Величина струму через транзистор «емітер-колектор» залежить від величини струму на «базі». Якщо струм на базі зростає, відповідно зростає струм через транзистор, якщо струм на базі зменшити – струм через транзистор також зменшиться.

Струм через колектор ( $I_K$ ) залежить від струму бази ( $I_B$ ) відповідно до формули:

$$I_K = \beta \cdot I_B$$

Коефіцієнт  $\beta$  - називається коефіцієнтом підсилення транзистора.  $\beta$  показує у скільки разів вихідний струм транзистора (струм через колектор) більший за вхідний струм (струм на базі). Коефіцієнт  $\beta$  - можна виміряти за допомогою мультиметру.

**Принцип роботи світлочутливого звукового датчика** достатньо простий – коли світло, що потрапляє на датчик достатньо яскраве («критичний» рівень яскравості можна встановити на свій вибір), засвітиться

«сигнальний» світлодіод, а також пролунає звуковий сигнал. Розглянемо типову електричну схему зі світлочутливим датчиком (рис.2.1). На схемі зображено: фоторезистор R1, підстроювальний резистор

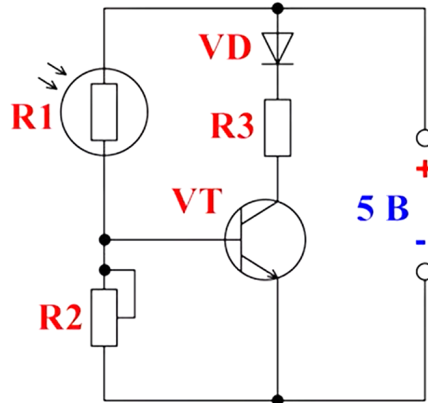


Рис. 2.1. Схема з використанням світлочутливого датчика.

R2, транзистор VT, світлодіод VD (для індикації роботи фоторезистора), для обмеження струму через світлодіод (щоб він не згорів) використовуємо резистор R3, напруга живлення схеми 5 вольт. Принцип дії схеми: два резистора R1 і R2 утворюють дільник напруги, опір резистора R2 підбирають таким чином, щоб при потраплянні світла на R1, струм пішов на базу транзистора VT і «відкрив» його. Коли через транзистор почне протікати струм, він (струм) пройде і через світлодіод і засвітить його.

Якщо світло не потрапляє на фоторезистор R1, фоторезистор збільшує свій опір і струм не потрапляє на базу транзистора, тому транзистор «зачиняється» і через нього не протікає струм, а значить, немає струму і на світлодіоді (тому він не світиться). Тобто, якщо світло є - транзистор відкривається за допомогою фоторезистора, якщо світла немає – транзистор зачиняється за допомогою фоторезистора.

Подібна схема використовується в турнікетах метро – людина перекриває собою світло, що йшло на фоторезистор, транзистор закривається, дверцята зачиняються; якщо світло потрапляє безперешкодно на фоторезистор, транзистор відкритий, дверцята, також, відкриті.

В схемі автоматичного вуличного освітлення – процес має відбуватися навпаки, тобто, якщо на вулиці темно, транзистор має бути відкритим і

включити ліхтарі, а коли світить сонце – транзистор має закритись і вимкнути ліхтарі. Для реалізації такої роботи потрібно на схемі (2.1) поміняти місцями

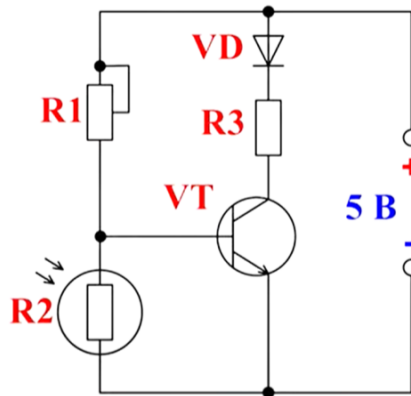
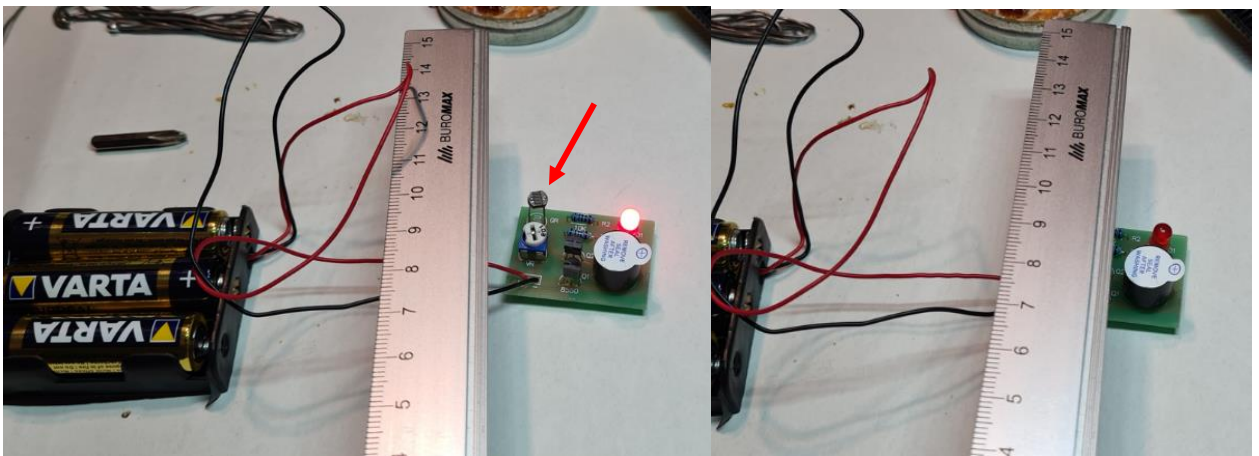


Рис. 2.2. Схема автоматичного вуличного освітлення.

резистори R1 і R2, після чого, резистором R1 (регулюючи його опір), добитися ситуації коли при потраплянні світла на фоторезистор, світлорезистор вимикається. На практиці, замість світлодіоду в схему включають реле, яке замикаючи свої контакти, подає струм на вуличні ліхтарі.

Розглянемо як працює наша модель світлочутливого звукового датчика



### Домашнє завдання

Підготувати доповідь про застосування датчиків-фоторезисторів на практиці.

## ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційного проєкту – розробити зміст кваліфікаційного проєкту, розробити принципову електричну схему для світлочутливого звукового датчика, розробити друковану плату, зібрати пристрій в готовому вигляді.

Для досягнення мети проєкту було сформульовано і реалізовано наступні завдання:

1. Обґрунтувати доцільність проєктування і налаштування обладнання «світлочутливий звуковий датчик» з методикою використання на уроках технології.

2. Опрацювати тематику навчальної програми «Технології» (рівень стандарту), навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки», розглянути типові електричні схеми світлочутливого звукового датчика, підготувати перелік радіодеталей відповідно до схеми.

3. Розробити оптимальну принципову електричну схему світлочутливого звукового датчика, розробити друковану плату.

4. Розробити урок технології з використанням діючої моделі світлочутливого звукового датчика.

Практичним результатом проєкту є ознайомлення учнів на уроках технології з можливістю використання різноманітних датчиків для створення автоматичних електронних пристроїв; розглянуто на прикладі фоторезистора та моделі світлочутливого звукового датчика роботу автоматичних пристроїв, а також, будову і призначення компонентів електронної схеми.

Розроблено приклад такого уроку технології навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки».

Під час роботи над кваліфікаційним проєктом, особливо на першому, другому і четвертому етапах, використовувався педагогічний досвід науково-педагогічних працівників кафедри, третій етап - переважно, спиралася на власний досвід, отриманий під час навчання та практики.

Робота з електроприладами, в тому числі, процес паяння потребує суворого дотримання правил техніки безпеки, що зазначено в третьому розділі проєкту.

За підсумками, вважаю, що матеріал, представлений у кваліфікаційному проєкті, може бути використаний під час роботи з навчальним модулем «Основи автоматичної і робототехніки» на уроках технології.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Arduino – електронні компоненти [https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/06/2021\\_FE\\_Lecture\\_10\\_%D0%90%D1%80%D0%B4%D1%83\\_%D0%BD%D0%BE\\_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B81.pdf](https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/06/2021_FE_Lecture_10_%D0%90%D1%80%D0%B4%D1%83_%D0%BD%D0%BE_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B81.pdf)
2. Навчальна програма «Технології» (рівень стандарту) <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fmon.gov.ua%2Fstorage%2Fapp%2Fmedia%2Fzagalna%2520serednya%2Fprogramy-10-11-klas%2F2018-2019%2Ftehnologiyi-ostatochnij-variant-10.11.17.docx&wdOrigin=BROWSELINK>
3. Лавренова Д.Л., Основи метрології та електричних вимірювань [Електронне видання]: навч. посіб. / Д.Л. Лавренова, В.М. Хлистов. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. - 123 с.
4. Коломийчук Н.М. Методичні вказівки до виконання графічної роботи «Вивчення правил оформлення конструкторської документації з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів – радіо і електро спеціальностей» / Уклад.: Н.М. Коломийчук К.: НТУУ (КПІ), 2016. - 29 с.
5. Бондаренко С.Г. Технологічні вимірювання і прилади. Вимірювання рівня та витрат [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.Г. Бондаренко, Д.М. Складанний, А.О. Абрамова. – Електронні текстові данні - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. - 117 с.
6. Гуржій А.М. Електротехніка та основи електроніки: підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А.М. Гуржій, С.К. Мещанінов, А.Т. Нельга, В.М. Співак. - Київ: Літера ЛТД, 2020. - 288 с.
7. Карпов Ю.О. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле: Підручник/за ред. проф. Ю.О. Карпова - Стереотип. вид. - Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. - 338 с.
8. Матвієнко М.П. Основи електротехніки та електроніки. Підручник. - К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 504 с.

9. Матвієнко М.П. Основи електротехніки. Підручник. - К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 228 с.

10. Матвієнко М.П. Пристрої цифрової електроніки: навчальний посібник. - К. Видавництво Ліра-К, 2017. - 392 с.

11. Ходзицька І. Ю. Технології (рівень стандарту): підруч. для 10 (11) кл. закл. загал. серед. освіти / І. Ю. Ходзицька, Н. І. Боринець, В. М. Гащак та інші. — Харків: Вид-во «Ранок», 2019. — 208 с.

12. Туташинський В.І. Технології (рівень стандарту): підручник для 10 (11) класів закладів загальної середньої освіти / В.І. Туташинський, І.В. Кірютченкова (за загальною редакцією В.І. Туташинського). – К: «Педагогічна думка», 2018. –216 с.

13. Біленко О.В. Технології: Підручник для 10 (11) класу закладів загальної середньої освіти. Рівень стандарту. - Тернопіль: Астон, 2018. - 272 с.

14. Дідух Л. Електрика та магнетизм: підручник / Л.Д. Дідух. - Тернопіль: Підручники і посібники, 2020. - 464 с.

15. Шаповаленко О.Г. Книга Основи електричних вимірювань. Видавництво Либідь 2002. - 320 с.

16. Журавльова Л.В. Електро-матеріалознавство. Видавництво Грамота 2006. - 319 с.

17. Інструкція з охорони праці № 149 при лудінні і паянні  
<https://dnzkvpu.org.ua/news/10-23-37-05-09-2022-28833/>