

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 ДЛЯ
РЕЛАКСАЦІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛИВАНЬ
ПРЯМОКУТНОГО ТИПУ З МЕТОДИКОЮ ВИКОРИСТАННЯ НА
УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ**

Кваліфікаційна робота студента

групи ТНм-23

освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
спеціальності

014.10 Середня освіта (Трудове навчання
і технології)

Прокопенка Матвія Вадимовича

керівник: к.тех.н., доц.

Возняк Андрій Васильович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS ____ Кількість балів _____

Голова ЕК _____

Члени ЕК _____

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП	
1.1. Обґрунтування напрямку проектування.....	7
1.2. Технічне завдання.....	7
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП	
2.1. Огляд тематики навчального модулю «Основи автоматичної і робототехніки».....	17
2.2. Огляд і підбір елементів схеми для збирання релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.....	18
2.3. Проектування печатної плати релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу	21
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП	
3.1. Опис інструменту та радіодеталей.....	26
3.2. Монтаж плати релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.....	37
3.3. Техніка безпеки під час виготовлення релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу	47
4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП	
4.1. Розробка уроку з використанням релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.....	49
5. ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	61

ВСТУП

Актуальність. В двадцять першому столітті електроніка та пристрої що побудовані з використанням електроніки стали незамінними помічниками для кожної людини. Така техніка допомагає людям ефективно виконувати свою роботу, відпочивати та розважатися, комунікувати з суспільством, вирішувати побутові справи тощо. В тому числі, електронні пристрої допомагають здобувати освіту, отримувати нові знання за допомогою сайтів, онлайн-курсів та відеоуроків. Також, можна використовувати електроніку (зокрема, медичні датчики та інші пристрі) для контролю стану свого здоров'я. Використання GPS-навігаторів, електронних помічників (система контролю тягового зусилля, електронна система керування підвіскою, електронне керування гальмами, антиблокувальні системи, адаптивний круїз-контроль, клімат-контроль тощо) для транспорту, дозволяють значно підвищити безпеку руху, екологічність та комфорт під час перевезень. Та багато-багато іншого.

Отже, проєктування й налаштування обладнання для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу з методикою використання на уроках технології – є актуальною темою в сучасній освіті. Робота над зазначеною темою мотивує здобувача до активної пізнавальної діяльності в галузі електроніки, сприяє розвитку творчих здібностей та практичних навичок.

Організаційно-підготовчий етап містить обґрунтування напряму проєктування та формування технічного завдання.

Тематику навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки», що входить до Програми уроків технології, буде покладено в основу конструкторського етапу роботи. Крім того, на даному етапі, буде проведено ознайомлення з будовою та принципом роботи основних електронних компонентів генератора електричних коливань прямокутного типу,

розроблено печатну плату, підготовлено набір інструментів і приладів необхідних для збирання схеми, організовано робоче місце з дотриманням правил техніки безпеки.

На технологічному етапі буде продемонстровано набір інструментів, підготовлений для збирання електричної схеми (паяльник 90Вт, мультиметр DT9208A із щупами, викрутка – індикатор напруги, підставка під паяльник, мідні наконечники на паяльник, припій, антистатичний пінцет, канцелярський ніж, губка для чищення жала, знімач ізоляції, провід, ізолятор); показано процес монтажу радіодеталей на печатну плату; перевірка правильності збірки та випробувальний запуск зібраної схеми. Обов'язково, на всіх видах робіт буде дотримано правила техніки безпеки.

Заключний етап проектування передбачає розробку уроку з використанням зібраної схеми генератора електричних коливань прямокутного типу (мультивібратора), демонстрацію роботи як самої схеми (в цілому), так і її окремих компонентів (транзисторів, конденсаторів, резисторів, світлодіодів). Така розробка зацікавить учнів під час вивчення навчального модуля «Основи автоматики і робототехніки», розширить матеріально-технічну базу дисципліни, в якості наочного посібника-виробу, що позитивно відобразиться на якості навчального процесу.

Збирання схеми генератора електричних коливань прямокутного типу, дослідження принципу роботи схеми та ролі кожної радіодеталі в ній, спонукають учнів до захопливої дослідницької діяльності в галузі електроніки та робототехніки, стимулюватимуть творчі підходи та власні ідеї для реалізації нових подібних практичних задач. Виконання практичних завдань (збирання простих електричних схем) буде, також, заохочувати учнів до більш глибокого засвоєння теоретичних знань, необхідних для реалізації більш складних (і відповідно, більш цікавих) проєктів.

Зацікавленість і обізнаність учнів у сучасних технологіях, зокрема електроніки та робототехніки, може підвищити їх інтерес до технічних спеціальностей та сприятиме реалізації кар'єри в пріоритетних для держави

технічних галузях, зокрема, підвищення обороноздатності.

Об'єкт проєктування – релаксаційний генератор електричних коливань прямокутного типу.

Мета проєктування - розробити зміст кваліфікаційного проєкту, розробити електричну схему для генератора електричних коливань прямокутного типу, розробити печатну плату, зібрати пристрій.

Завдання проєктування:

1. Обґрунтувати необхідність проєктування і налаштування обладнання для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу з методикою використання на уроках технології.

2. Опрацювати навчальну програму «Технології» (рівень стандарту), а саме, навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки», скласти перелік радіодеталей для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

3. Розробити електричну схему релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу, розробити печатну плату.

4. Розробити урок технології з використанням працюючої моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Методи Під час виконання кваліфікаційного проєкту застосовувалися такі методи:

- пошук та опрацювання наукової та методичної літератури з основ електроніки і робототехніки;

- ознайомлення з педагогічним досвідом викладачів кафедри та використання його до власного проєктування;

- розробка уроку технології для модулю «Основи автоматики і робототехніки» з використанням працюючої моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Практична значущість роботи – познайомити учнів на уроках технології з найбільш поширеними в електроніці радіодеталлями, зокрема, транзисторами, конденсаторами, резисторами, світлодіодами, а також,

продемонструвати їх застосування на прикладі моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Структура кваліфікаційного проекту – кваліфікаційний проект складається з 62 сторінок пояснювальної записки, працюючої моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу та розробленого уроку з використанням зібраного електронного пристрою.

1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП

1.1. Обґрунтування напрямку проектування

Професія, що пов'язана з електронікою і робототехнікою – професія майбутнього, тому що електроніка широко використовується практично в усіх сферах сучасного життя і провадження електронних пристроїв в майбутньому буде лише збільшуватись.

Крім того, знання та навички отримані в процесі навчання, стануть у нагоді і в повсякденному житті, зокрема, Ви зможете легко ремонтувати нескладні побутові пристрої, удосконалювати їх або збирати свої власні.

Проектування моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу – познайомить учнів з основними радіотехнічними деталями, принципом їх роботи, сформує навички роботи з мультиметром, паяльником та іншими радіотехнічними інструментами, познайомить з правилами техніки безпеки при роботі з електрикою.

Отже, проектування моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу в навчальному модулі «Основи автоматики і робототехніки» є корисним і виправданим, мотивує здобувача до активної пізнавальної діяльності в галузі електроніки.

1.2. Технічне завдання

Релаксаційний генератор електричних коливань прямокутного типу складається з наступних радіодеталей: світлодіоди, транзистори, конденсатори, резистори, елементи живлення.

Перед тим як розпочати з учнями збирати електричну схему, для кращого розуміння ними принципу роботи схеми, доцільно провести попередню теоретичну підготовку, а саме, ознайомити учнів з окремими елементами схеми, пояснивши їх будову, призначення і принцип роботи. Після

цього, можна приступити до пояснення принципу роботи електричної схеми в цілому. На кожному етапі теоретичної підготовки викладачу потрібно активно використовувати наочні посібники у вигляді малюнків/плакатів, схем, а також, демонстрації «справжніх» радіоелементів (дозволити «потримати в руках»).

Світлодіоди: світлодіод, як і напівпровідниковий діод, всередині має два шари напівпровідника р-типу і n-типу і один р-n перехід між ними.

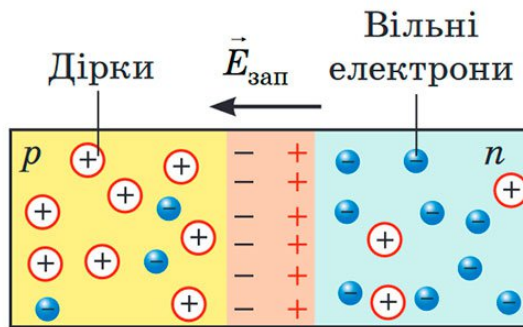


Рис. 1.1. р-n перехід

Контакт від р-області називають *анодом*, а від n-області - *катодом*. Корпус світлодіоду виготовляють з прозорих матеріалів, таких як скло або пластик.

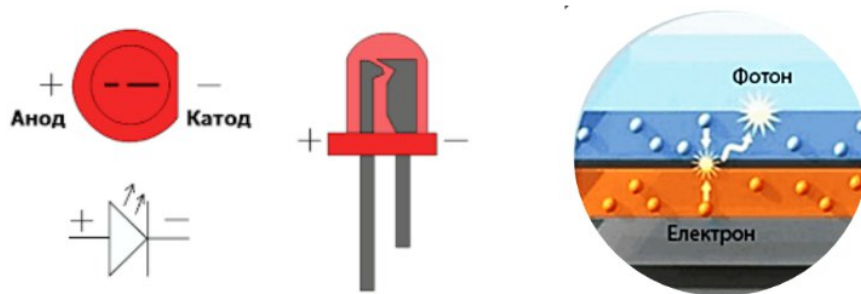


Рис. 1.2. Світлодіод. Будова. Позначення.

Як і простий діод, світлодіод має односторонню провідність. При прямому підключенні світлодіоду до джерела живлення (світлодіод почне пропускати через себе струм), відбувається рекомбінація електронів і дірок в забороненій зоні напівпровідника, при цьому буде виділятися певна кількість теплової енергії, а також, світла (фотонів) у видимому для людського ока діапазоні спектру частот (в оптичному діапазоні).

Електропровідність напівпровідників (в тому числі світлодіодів) значно збільшується при додаванні домішок. У напівпровідниках, що містять домішки, електропровідність складається із власної й домішкової. Домішки змінюють ширину забороненої зони, і відповідно, дозволяють «задавати» світлодіоду потрібний колір та яскравість світіння. Найбільш поширені світлодіоди червоного, зеленого, синього, жовтого і білого кольорів.

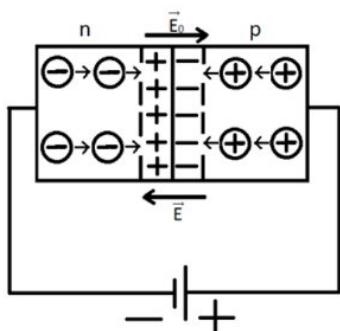


Рис. 1.3. Пряме підключення р-п переходу до джерела живлення.

Транзистори: біполярний транзистор - електронний напівпровідниковий прилад призначений для посилення, генерування і перетворення електричних сигналів. Транзистор називається біполярний, оскільки в роботі приладу одночасно беруть участь два типи носіїв заряду - електрони і дірки. Біполярний транзистор складається з трьох шарів напівпровідника і двох р-п-переходів. Розрізняють PNP і NPN транзистори по типу чергування діркової і електронної провідності.

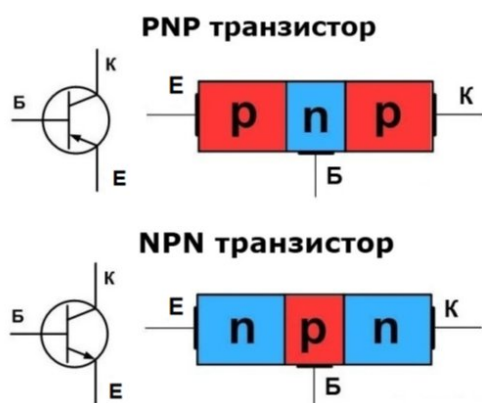


Рис. 1.4. PNP і NPN транзистори. Будова. Позначення.

Біполярний транзистор має три контакти (електрода). Контакт, що виходить з центрального шару, називається база (base). Крайні електроди

носять назви колектор і емітер (collector і emitter). Прошарок бази дуже тонкий відносно колектора і емітера.

Принцип роботи біполярного транзистора:

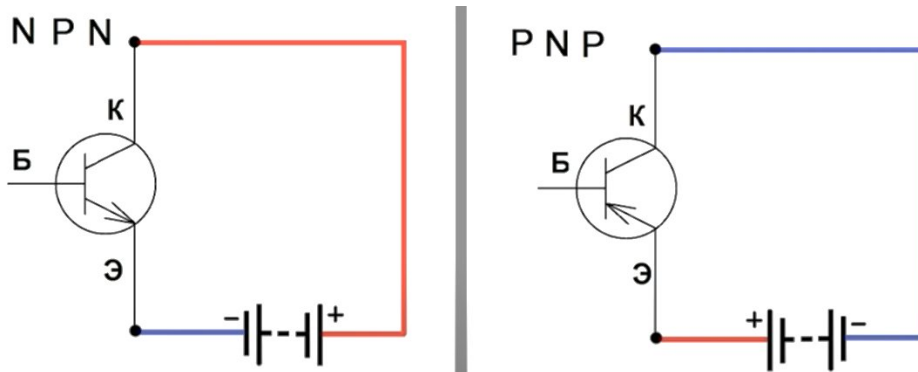


Рис. 1.5. PNP і NPN транзистори. Підключення.

Якщо підключити напругу тільки до колектору і емітеру, то ні в прямому ні в зворотному напрямках струм протікати не буде, так як протіканню струму в обох напрямках будуть перешкоджати два р-п переходи. Але, як ми знаємо, у транзистора є ще один (третій) контакт – база, вона і служить для відкривання транзистора.

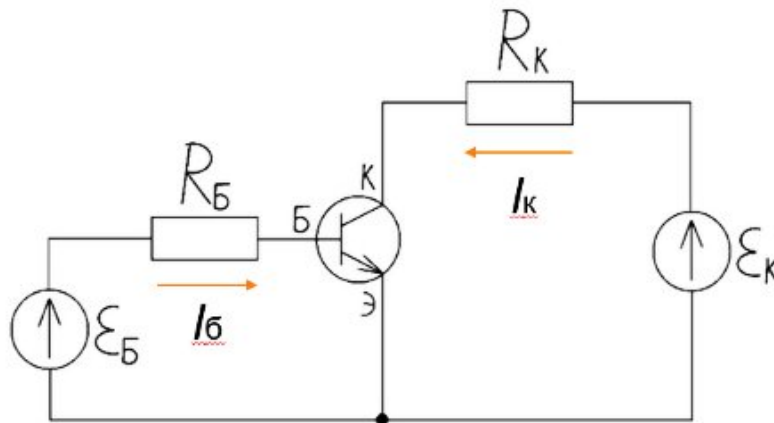


Рис. 1.6. NPN транзистор. Схема підключення.

Для того щоб транзистор «відкрився» – необхідно на базу подати невеликий струм (рис.1.6.). Якщо струм на базі збільшити – збільшиться і струм через транзистор. Якщо зменшити струм на базі – відповідно зменшиться струм через транзистор. Схема включення транзистора (рис.1.6.) містить два електричних кола – базове коло з джерелом струму для бази (це

керуючий струм) і колекторне коло з джерелом струму для колектора. Через резистор R_b буде протікати «базовий» струм, через резистор R_k – «колекторний» струм. Така схема називається «схема зі спільним емітером» - найбільш поширена схема включення транзистора. При такій схемі струм через базу і колектор переходить в емітер.

Колекторний струм (I_k) залежить від базового (I_b) і пов'язані формулою:

$$I_k = I_b \times b$$

Величину b називають коефіцієнтом підсилення транзистора, вона показує у скільки разів вихідний струм (струм колектору) більший за вхідний струм (струм бази).

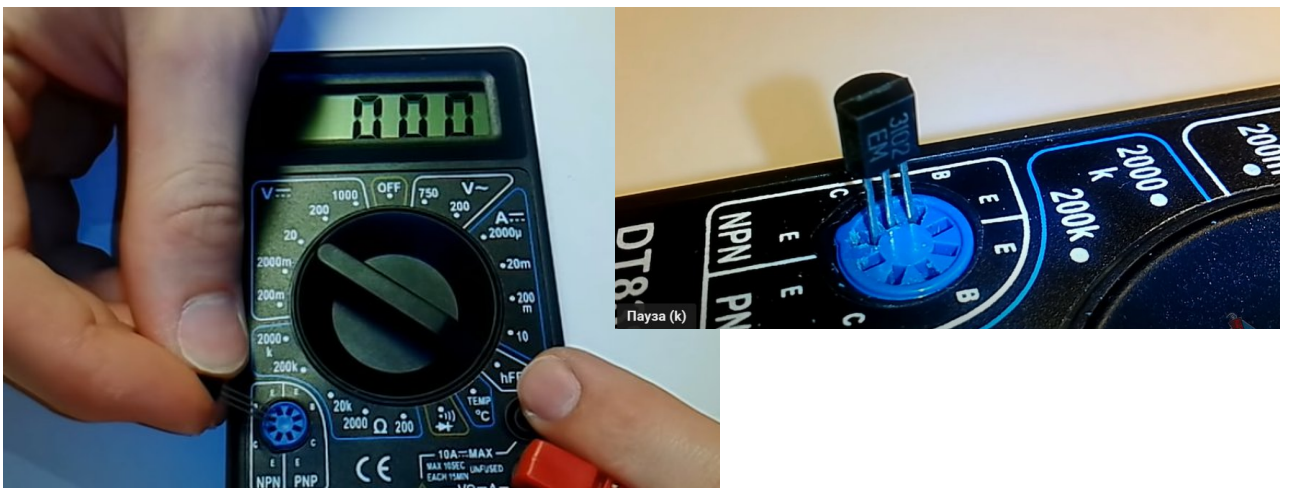


Рис. 1.7. Визначення коефіцієнта підсилення транзистора.

Визначити коефіцієнт підсилення транзистора b можна за допомогою мультиметра як показано на рис.1.7.

Конденсатори: як відомо з уроків фізики (шкільна програма, 11 клас) конденсатор - це електронний компонент, здатний накопичувати та зберігати електричний заряд. Він складається із двох металевих пластин, розділених шаром діелектрика. Якщо конденсатор підключити до джерела живлення (наприклад, батареї), він починає накопичувати електричну енергію. Якщо потім конденсатор переключити до споживача (наприклад, лампочки), він почне розряджатися, віддаючи накопичені електричні заряди.

Кількість заряду, що здатен накопичити конденсатор, називається ємністю конденсатора. Одиниця вимірювання ємності – Фарад (Ф). 1 Фарад – це дуже велике значення, тому на практиці використовуються мікрофаради (мкФ). Ємність плоского конденсатора визначається за формулою:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

де, S – площа однієї з пластин конденсатора, d – відстань між пластинами, ϵ - діелектрична проникність діелектрика, ϵ_0 – електрична стала ($8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м).

В електричних схемах конденсатори можна з'єднувати між собою або паралельно, або послідовно. Тоді загальна ємність кількох конденсаторів визначається за формулами:

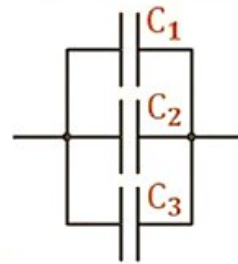
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



- для послідовного з'єднання;

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

- для паралельного з'єднання.



Резистори: пасивні електронні елементи із постійним або змінним опором. Резистори в електронних схемах використовують в основному для обмеження струму, поглинання електроенергії та/або виконання інших завдань. Резистори використовують практично в усіх електронних схемах. Для розрахунку номіналу резисторів (величини опору) використовують закон Ома:

$$U = I \times R$$

де, U – напруга (В), I – сила струму (А), R – опір (Ом).

Оскільки резистор чинить опір струму який через нього проходить, частина електричної енергії перетворюється у теплову енергію, тобто резистор розсіює тепло власним корпусом. Параметри резистора (опір, потужність) позначають на корпусі самого резистора. Існує два способи позначень:

1) надпис цифр та букв



Рис. 1.8. Маркування резистора буквами та цифрами.

2) маркування за допомогою кольорових смужок (якщо резистор малий, шрифт буде дуже дрібний, важко читабельний). Способи маркування резисторів допомогою кольорових смужок наведено на рисунку:

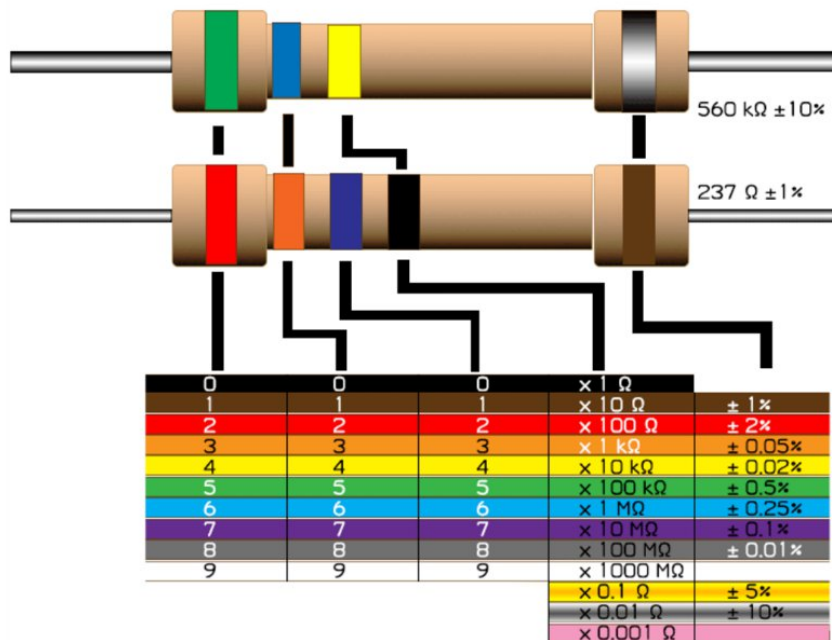


Рис. 1.9. Схема маркування резистора смужками.

Приклад: перші дві смужки (ліворуч) зелена і синя – показують номінальне значення опору ($5 + 6 = 56$), третя (жовта) – множник (помножити на 10 кОм), разом 560 кОм, четверта (срібляста) – клас точності $\pm 0,01\%$.

Крім того, значення опору завжди можна визначити/перевірити за допомогою мультиметру.

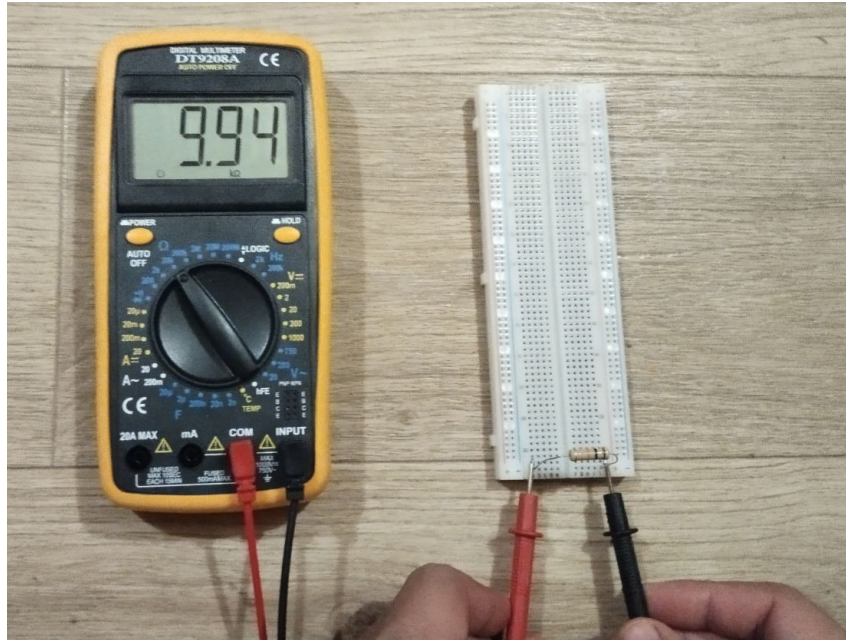


Рис. 1.10. Вимірювання опору за допомогою мультиметру.

Інші приклади маркування і значення опорів наведено на рисунку 1.11:

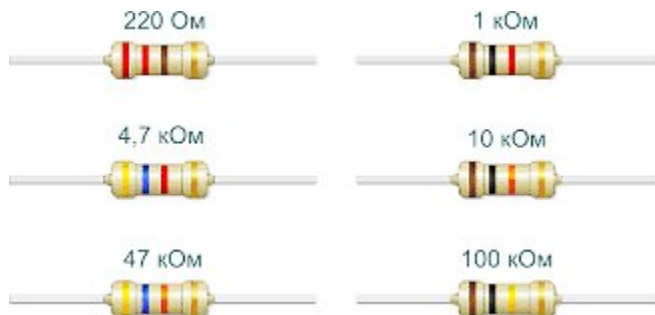


Рис. 1.11. Маркування резистора смужками.

Використання резистора в якості діляника напруги: якщо послідовно з'єднати два однакових резистора, а кінці такого ланцюжка під'єднати до батареї ($U = 9\text{В}$), тоді напруга в точці з'єднання резисторів буде дорівнювати половині напруги батареї, тобто $U_1 = U_2 = 4,5\text{В}$ (рис.1.12).

Така поширена електрична схема називається діляником напруги.

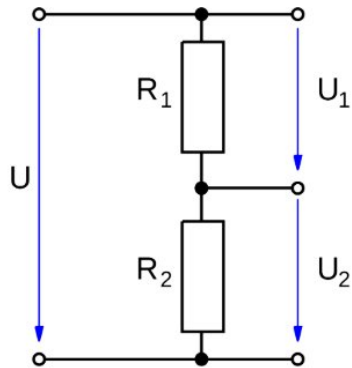


Рис. 1.12. Дільник напруги.

Джерела живлення: розрізняють джерела постійного струму (батарейки, акумулятори, Power Bank), та джерела змінного струму (електрична розетка, генератор, інвертор).

Постійний струм (напруга) – величина і напрямок руху електронів не змінюються з часом. Змінний струм (напруга) – величина і напрямок руху електронів (полярність) змінюються з часом за законом синусу.



Рис. 1.13. Графіки постійного і змінного струмів.



Рис. 1.14. Джерела постійного струму.



Рис. 1.15. Джерела змінного струму.

Як відомо, напруга в домашній розетці 220В, частота зміни полюсів 50Гц.

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП

2.1. Огляд тематики навчального модулю «Основи автоматки і робототехніки»

До шкільних уроків Технології включено навчальний модуль «Основи автоматки і робототехніки». Відповідно до програми, до цього модуля внесено дев'ять проєктів наступної тематики [1]:

1. Проєкт «Ліхтарик». Джерела електроживлення (гальванічні елементи, акумулятори, вітрогенератор, сонячна батарея) та засоби керування ними.
2. Проєкти «Діамантове сяйво», «Триколірний світлофор». Підключення і програмування світлодіодів. Складання схем. Управління компонентами Програмування: функції digital write та інші.
3. Проєкт «Розумний килимок». Підключення і програмування світлодіодів і кнопок. Особливості роботи кнопок.
4. Проєкт «Регульований ліхтарик» Аналоговий вхід. Підключення потенціометра. Види портів.
5. Проєкт «Охорона». Підключення і програмування п'єзоелементів і фоторезисторів.
6. Проєкти «Пульсар», «Електронна музика». Підключення і програмування транзисторів і світлодіодів. Підключення і програмування п'єзо-елементів і кнопок.
7. Проєкт «Швидка кнопка». Підключення і програмування кнопок, п'єзоелементів і тригерів.
8. Проєкт «Розумний дім». Об'єднання у одному проєкті застосування більшості розглянутих елементів. Створення моделі дому майбутнього, живлення якого відбувається з використанням відновлювальних джерел.
9. Проєкт «Розумний автомобіль». Об'єднання у одному проєкті

застосування більшості розглянутих елементів, у тому числі відновлюваних джерел електроживлення. Автомобіль автоматично обходить перешкоди, відстежує маршрут, прокладений на покритті.

Робота з проектування й налаштування обладнання для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу, відомого також, під назвою мультівібратор, у вигляді моделі «блимавки» подібної до автомобіля патрульної поліції - цілком вписується в навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки».

2.2. Огляд і підбір елементів схеми для збирання релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу

Одним з найбільш поширених вузлів в електроніці є релаксаційний генератор електричних коливань прямокутного типу (мультівібратор).

Практичне застосування мультівібраторів отримало в імпульсній обчислювальній техніці, радіовимірювальній апаратурі, в побутовій техніці, багато медичного обладнання побудовано на схемах в основі яких використано принцип роботи мультівібратора. Також, мультівібратор використовується в різноманітних блимавках, поворотниках автомобілів, сиренах, сигналізаціях тощо. І нарешті, завдяки простій конструкції і невисокій вартості, мультівібратор поширено використовується в дитячих іграшках, перемикачах ялинкових гірлянд і в багато іншому.

Розглянемо типову схему звичайної «блимавки» на світлодіодах, що використовують, наприклад, на автомобілях поліції.

Як відомо, мультівібратори можуть бути симетричними або несиметричними. В симетричному мультівібраторі номінали елементів кожного з двох «плеч» однакові, тобто: $R_1 = R_4$, $R_2 = R_3$, $C_1 = C_2$.

При зазначених на схемі (рис.2.1.) величинах конденсаторів C_1 , C_2 (10 мкФ), а також, резисторів R_2 , R_3 (27 кОм) – частота світлових імпульсів буде 2,5 Гц, а значить, світлодіоди будуть спалахувати приблизно два рази на секунду.

Для зміни тривалості блимання світлодіодів, потрібно змінити значення ємності конденсаторів C_1 , C_2 , або значення опору резисторів R_2 , R_3 .

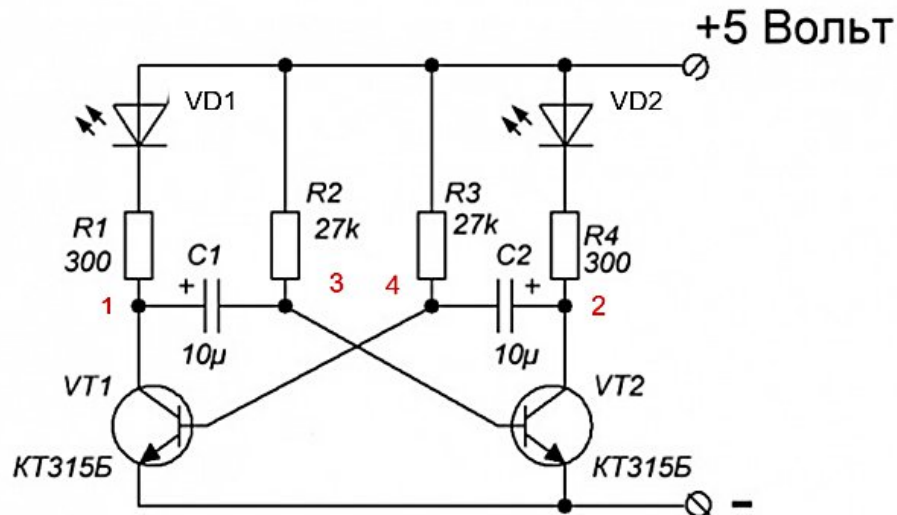


Рис. 2.1. Схема симетричного мультивібратора.

Принцип роботи схеми. Подаємо напругу 5В (живлення) на схему рис.2.1. При цьому конденсатори C_1 і C_2 почнуть заряджатися.

Маршрут протікання струму під час заряджання конденсатора C_2 : від «+» до світлодіоду VD2, далі на резистор R_4 , далі на конденсатор C_2 , далі на транзистор VT1 і на «-».

Маршрут протікання струму під час заряджання конденсатора C_1 , аналогічний: від «+» до світлодіоду VD1, далі на резистор R_1 , далі на конденсатор C_1 , далі на транзистор VT2 і на «-».

Оскільки, практично не можливо підібрати абсолютно однакові за параметрами (величинами) елементи схеми, значить, ці параметри будуть відрізнятися (хоча б в межах похибки). З цієї причини транзистори VT1 і VT2 не можуть відкритися одночасно. Припустимо, першим відкрився транзистор VT1, оскільки другий транзистор VT2 поки закритий, тоді +5V буде в точці 2 (рис.2.1), струм не піде через VT2, оскільки він закритий. Тоді конденсатор C_2 почне заряджатися через резистор R_4 , конденсатор C_2 , транзистор VT1.

Оскільки транзистор VT1 відкрився – працює ланцюжок:

«+5 V» → VD1, → R1, → VT1 → «-».

З точки 1 (рис.2.1), через відкритий транзистор VT1 піде струм, а значить через конденсатор C_1 на базу транзистора VT2 піде ще менший струм і транзистор VT2 ще більше «закриється».

Конденсатор C_1 буде заряджатися через ланцюжок:

«+5 V» → R2, → C1, → VT1 → «-».

Оскільки R_2 (27кОм) значно менше R_1 (300кОм), то конденсатор C_1 буде заряджатися відносно повільно. При перезарядці C_1 , заряд його обкладок +/- поміняються місцями. Після чого, з боку точки 3 (рис.2.1) почне накопичуватись «+», який буде поступово «відкривати» базу транзистора VT2.

По мірі відкривання транзистора VT2, буде знижуватися потенціал в точці 2, а значить буде знижуватися потенціал на базі транзистора VT1. Це означає, що VT1 почне «закриватися», і в деякий момент часу повністю закриється. Як тільки транзистор VT1 повністю закриється – перестане заряджатись конденсатор C_1 . В цей момент (одночасно) транзистор VT2 повністю «відкриється» і почне перезаряджатися конденсатор C_2 через:

$R_3 \rightarrow C_2 \rightarrow VT_2$.

По мірі перезаряду C_2 , в точці 4 (рис.2.1) буде накопичуватися «+», і поступово створюватись умови для відкривання через базу транзистора VT1.

Після чого, процес піде «по колу» - процес стане циклічним.

Час перемикання транзисторів VT1 і VT2 буде залежати від C_1 і R_2 та C_2 і R_3 і визначатися відомою формулою:

$$\tau = R \times C$$

Графічно роботу релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу (мультивібратора). показано на рис. 2.2. – видно, час поки працює світлодіод VD1, світлодіод VD2 вимкнений, і навпаки.

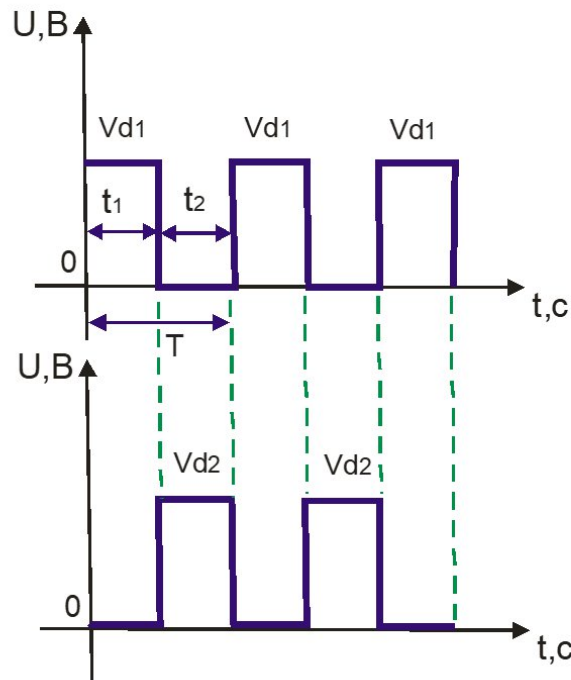


Рис. 2.2. Графічна схема роботи симетричного мультивібратора.

T – період роботи мультивібратора. Якщо $t_1 = t_2$ - мультивібратор називається симетричним.

Для світлодіоду VD1: t_1 – час роботи (час імпульсу), t_2 – час вимкнення (час паузи). Для світлодіоду VD2 – навпаки.

Для симетричного мультивібратора $t_1 = t_2 = t$, значить період $T = 2t = 2\tau = 2R \times C$.

Відповідно $n = 1/T = 1/(2R \times C)$ – частота «мерехтіння» світлодіоду.

2.3 Проектування печатної плати релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу

Електрична схема складається з великої кількості радіодеталей з'єднаних між собою провідниками відповідно до принципу роботи схеми. На практиці, при з'єднанні радіодеталей за схемою, поширено використовують або метод «навісного монтажу» або розробляють «печатну плату».

Метод «навісного монтажу» - це спосіб безпосереднього з'єднання радіодеталей між собою за допомогою провідників. Такий спосіб передбачає

виключно ручну збірку, тому не використовується промисловістю. Проте, метод навісного монтажу використовується радіолюбителями для збирання нескладних електронних пристроїв, особливо у випадках, коли потрібне швидке рішення і немає часу на розробку і виготовлення печатної плати. До того ж, радіодеталі при з'єднанні навісним монтажем, розміщені у просторі як на принциповій електричній схемі, що спрощує процес діагностики та ремонту за потреби. Також, прості електричні схеми, що складаються з невеликої кількості деталей, доцільно з'єднувати саме навісним монтажем - так значно дешевше.



Рис. 2.3. Приклад навісного монтажу

Печатна плата (за визначенням) - пластина прямокутної форми, виготовлена із діелектричного матеріалу (наприклад, текстоліту), на поверхні якої сформовані струмопровідні «доріжки», підведені до відповідних контактів радіодеталей. Таким способом печатна плата з'єднує електронні елементи схеми між собою електрично і механічно. Печатну плату вперше запатентували ще у 1903 році, але значного поширення такий спосіб монтажу

набув після другої світової війни.

Види печатних плат:

- односторонні печатні плати (пайка відбувається з одного боку плати);
- двосторонні печатні плати (елементи паяються на плату з обох боків);
- багат шарові печатні плати (пайка з двох сторін плати і використовується технологія кількох різних «доріжок» до 1 компоненту).

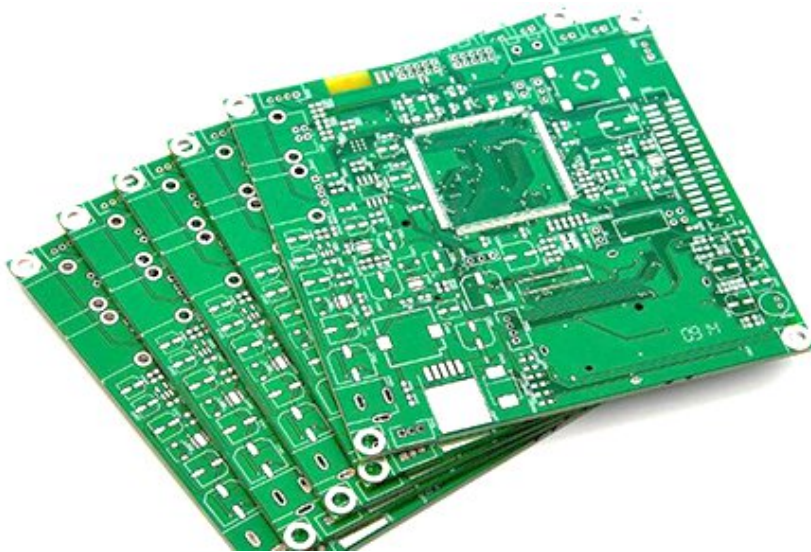


Рис. 2.4. Загальний вигляд печатних плат

Перевагою печатних плат є можливість розміщувати радіодеталі упорядковано і в зручному місці, при цьому, складна траєкторія провідних доріжок забезпечує правильне з'єднання цих деталей. Також, технологія печатних плат дозволяє виконати більш компактне розміщення радіодеталей, застосувати більш складні інженерні рішення, досягти більшої стійкості електронного виробу до механічних впливів та вібрацій (особливо це має значення для портативної апаратури, для якої властиво часте транспортування).

Слабкою стороною печатних плат – збирання передбачає кропітку ручну роботу (звісно, окрім автоматизованої збірки на заводі за допомогою роботів), оскільки відстані між радіодеталлями незначні, доріжки і контактні отвори тонкі і можуть бути легко пошкоджені, наприклад, перегрівом паяльником, або «закорочені» занадто великою кількістю припою.

Проектування печатних плат – процес «трасування» плат (прокладання струмопровідних доріжок до контактів радіодеталей) на підставі наданої електричної принципової схеми. Проектування печатних плат складається з наступних етапів:

- аналіз електричної принципової схеми, а також, елементної бази;
- вибір матеріалу для плати;
- розміщення компонентів;
- підведення електричних ланцюжків (доріжок) до контактів радіодеталей;
- перевірка проектування;
- розробка креслення плати (Gerber-файлів для виробництва).

Існує багато програм для проектування печатних плат, зокрема: Sprint-Layout, Eagle, DipTrace, ExpressPCB, Altium Designer, FreePCB, Kicad, DesignSpark PCB, Mentor Graphics PADS та багато інших. Серед яких є як безкоштовні (з відносно простим функціоналом), так і професійні для проектування багат шарових, двосторонніх печатних плат. Також, існують компанії в яких можна замовити розробку і виготовлення плати.

Як зазначалося вище, процес проектування печатної плати починається з аналізу принципової електричної схеми пристрою. Принципова електрична схема [3]:– це графічний документ який визначає повний склад елементів і зв'язок між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу.

Принципова схема нашого електронного пристрою має вигляд:

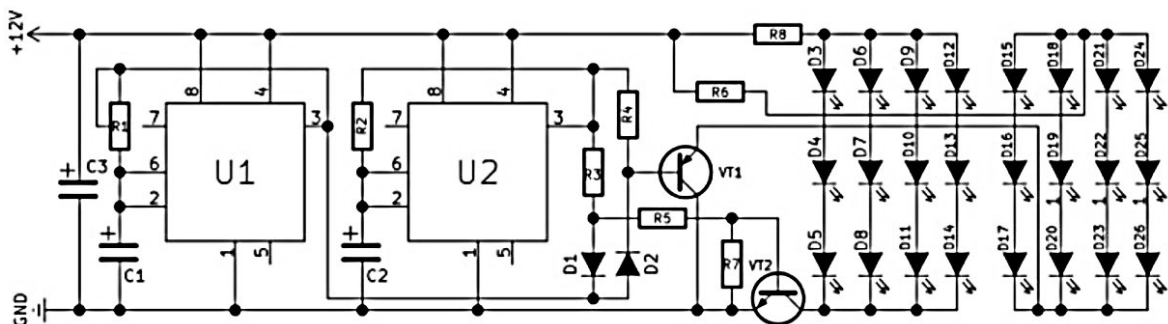


Рис. 2.5. Принципова електрична схема.

Технічні характеристики:

- напруга живлення, В: 9...16
- споживаний струм, мА: 22

Схема розташування елементів на печатній платі:

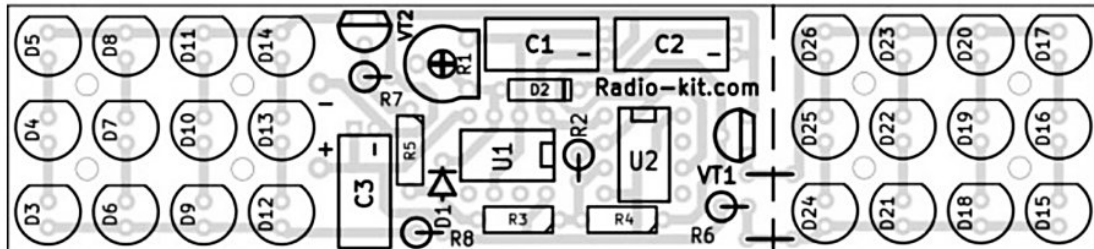


Рис. 2.6. Розташування елементів на печатній платі.

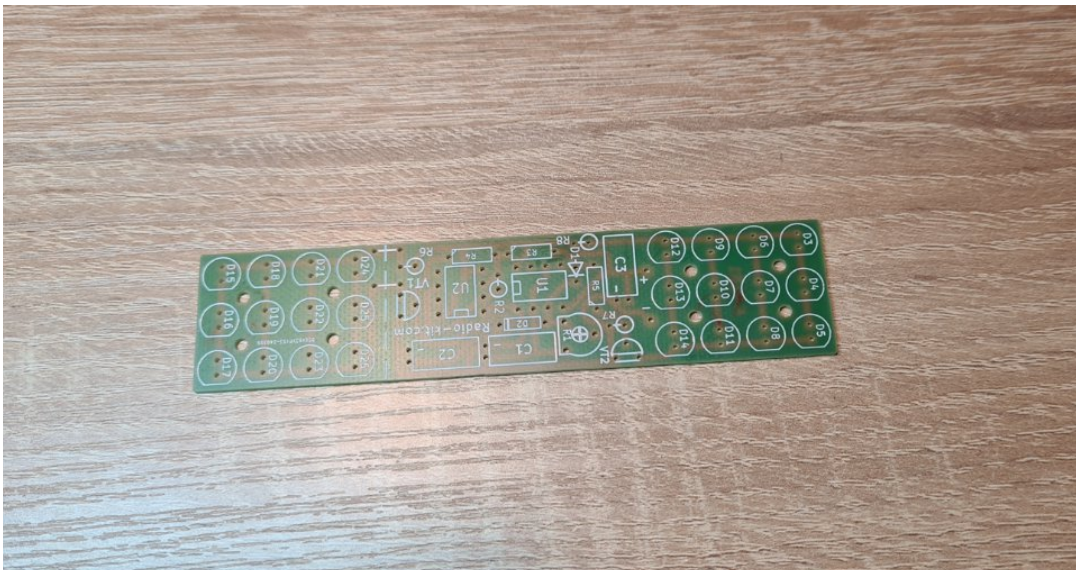
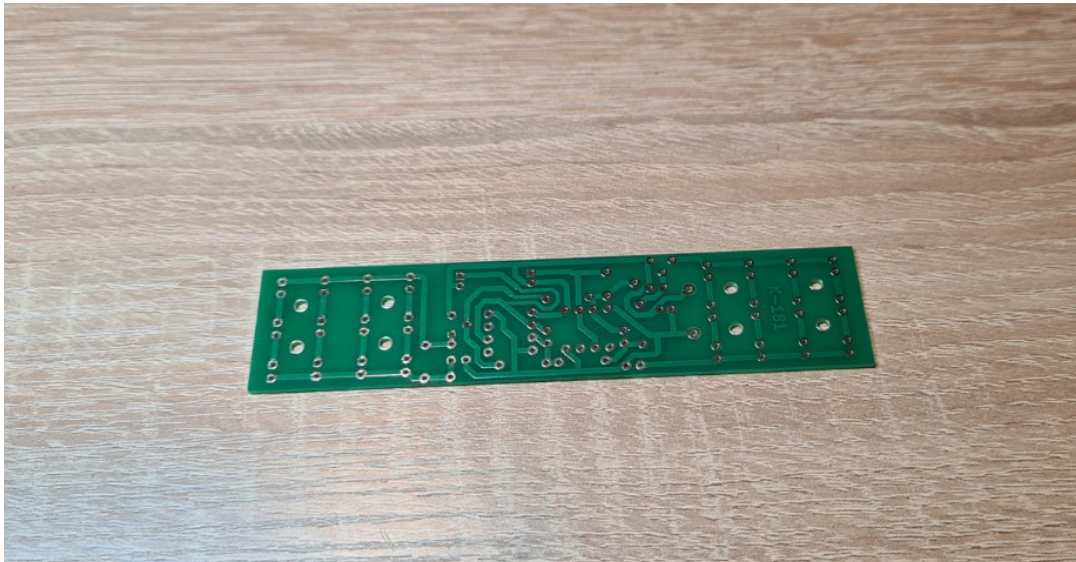


Рис. 2.7. Загальний вигляд готової печатної плати.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП

3.1. Опис інструменту та радіодеталей

Відповідно до принципової схеми пристрою (рис.2.5) підготували наступні радіоелементи:

1. Світлодіоди (світлодіоди, 5мм, червоні – 12шт.; світлодіоди, 5мм, сині – 12 шт.).

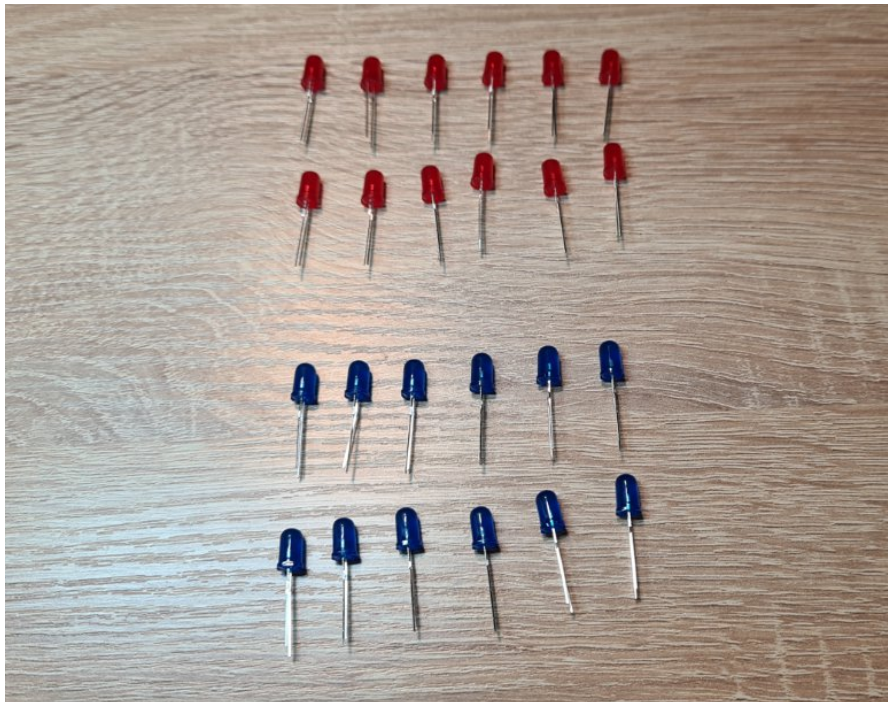


Рис. 3.1. Світлодіоди 5мм червоні та сині.

На печатній платі (рис.2.6) місця для встановлення синіх світлодіодів – D3 - D14, а червоних, відповідно – D15 – D26. Світлодіод має односторонню провідність, тому важливо, при монтажі не переплутати «полярність», а саме, звернути увагу, катод світлодіоду розташований збоку «короткої» ніжки та скошеної частини круглого корпусу, в той час як анод – с протилежного боку (рис.1.2).

2. Конденсатори: конденсатор C_1 : 4,7мкФ; 25В; конденсатор C_2 : 10мкФ; 25В; конденсатор C_3 : 100мкФ; 25В.

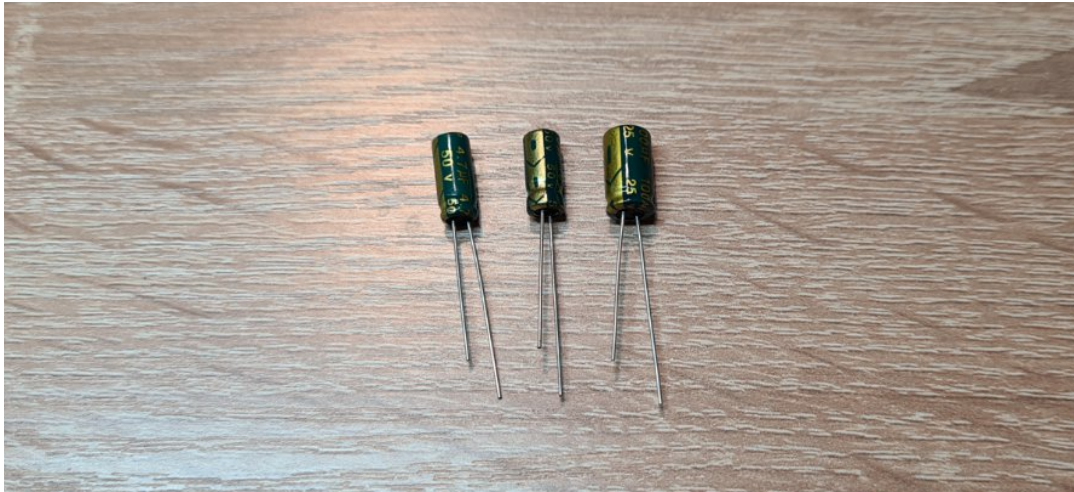


Рис. 3.2. Конденсатори.

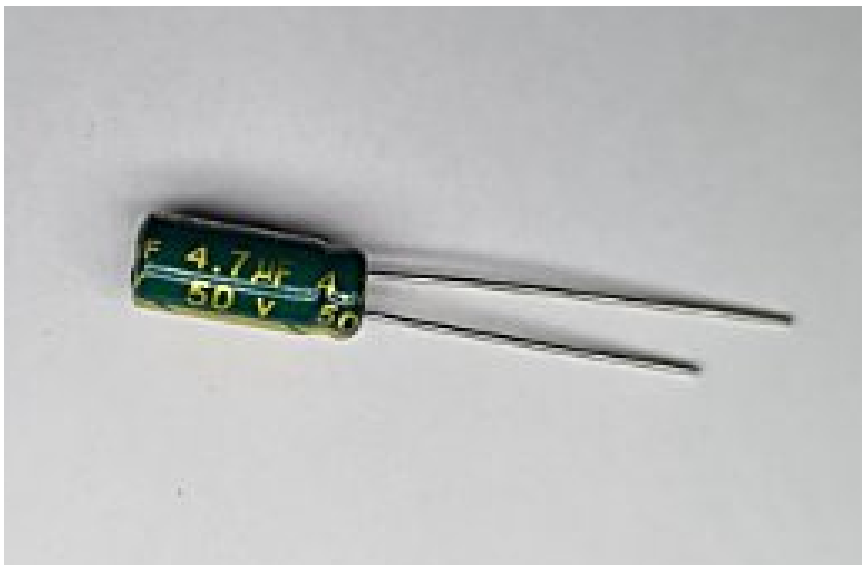


Рис. 3.3. Конденсатор C_1 : 4,7мкФ; 50В

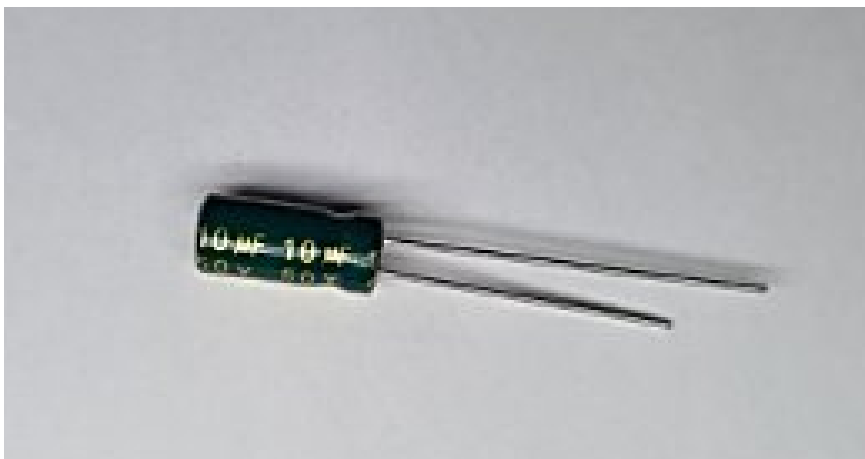


Рис. 3.4. Конденсатор C2: 10мкФ; 50В

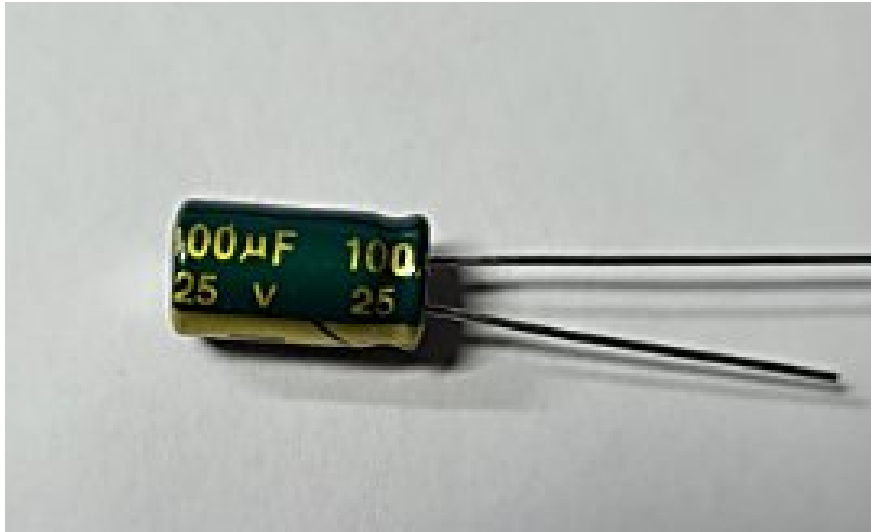


Рис. 3.5. Конденсатор C3: 100мкФ; 25В

3. Резисторы: R1 = 50кОм (змінного опору), R2 = 62-68кОм; R3 - R9 = 750Ом - 1кОм.



Рис. 3.6. Резистор R1 = 50кОм (змінного опору)

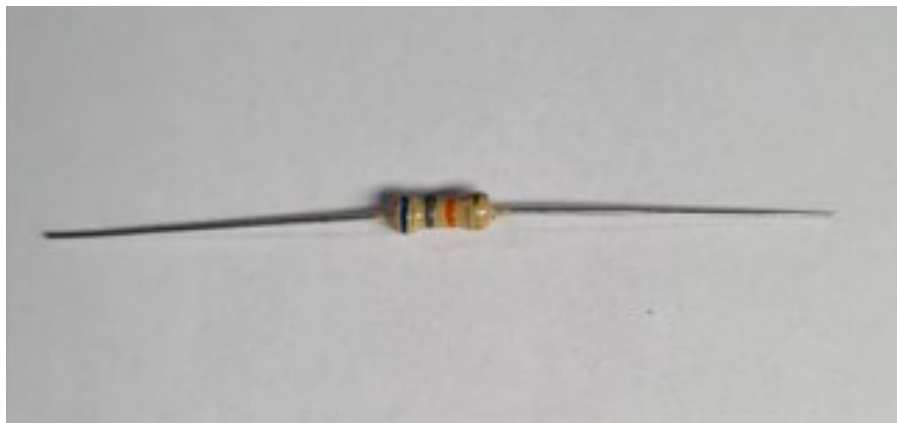


Рис. 3.7. Резистор $R_2 = 62-68\text{кОм}$



Рис. 3.8. Резистори $R_3 - R_9 = 750\text{Ом} - 1\text{кОм}$.

4. Випрямні діоди 1N4148 (на печатній платі позначені - D1, D2)

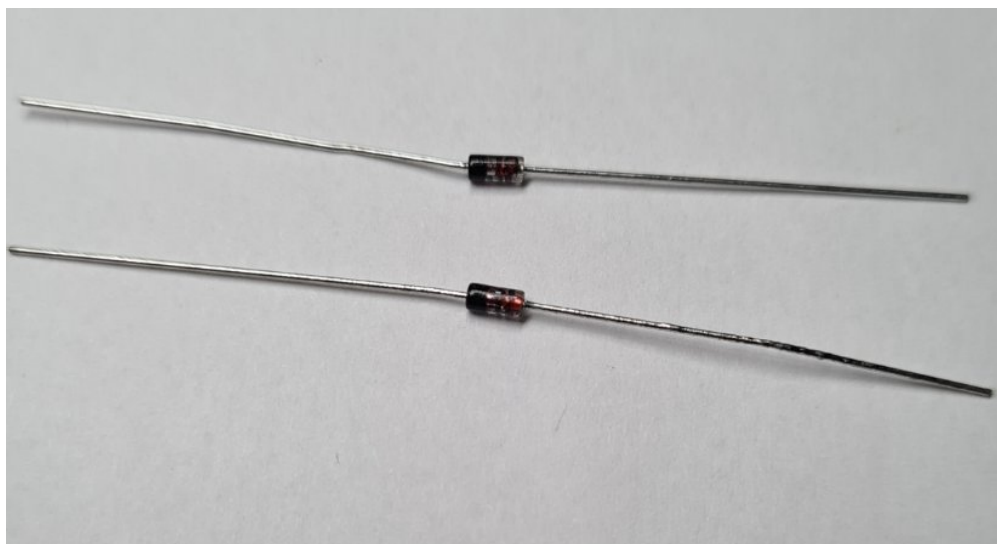


Рис. 3.8. Випрямний діод 1N4148

Діод 1N4148 випускається в скляному корпусі DO35 (вивід катода позначено смугою). Характеристики:

- максимальний постійний прямий струм 0,15 А;

- прями́й піковий струм 500 мА;
- максимальна постійна зворотна напруга 100 В;
- пікова зворотна напруга 75 В;
- діюче значення зворотної напруги 53 В;
- робоча температура -65 ... + 150 °С;
- тип корпусу DO35.

5. Транзистор SS9012, 9015 (VT1)

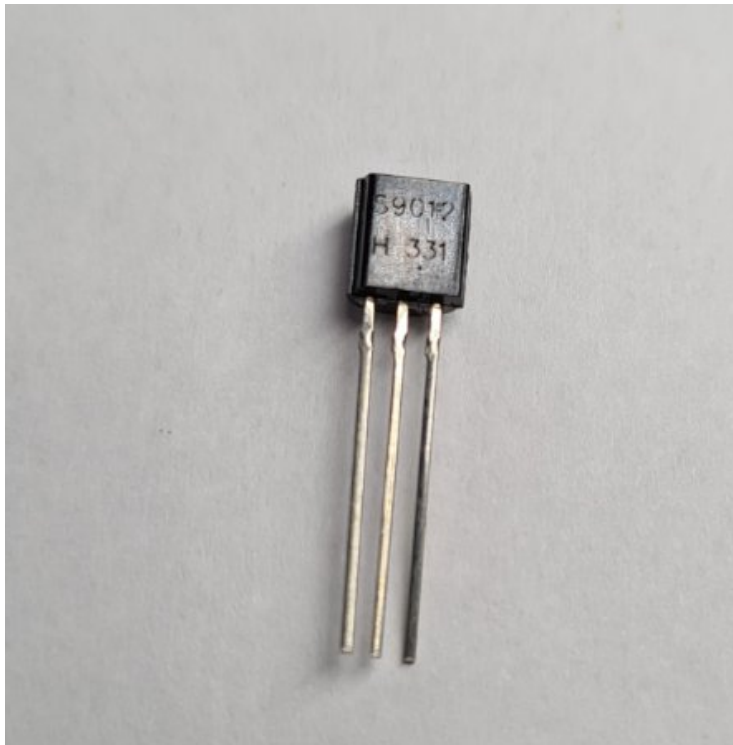


Рис. 3.9. Транзистор SS9012

Характеристики транзистора:

- тип транзистора: біполярний;
- полярність: PNP;
- максимальна потужність, що розсіюється (P_c): 0,625Вт;
- максимально допустима напруга колектор-база (U_{cb}): 40В;
- максимально допустима напруга колектор-емітер (U_{ce}): 20В;
- максимальний постійний струм колектора (I_c): 0,5А;
- гранична температура PN-переходу (T_j): 150°С;
- корпус транзистора: TO92.

6. Транзистор SS9013, 9014 (VT2)

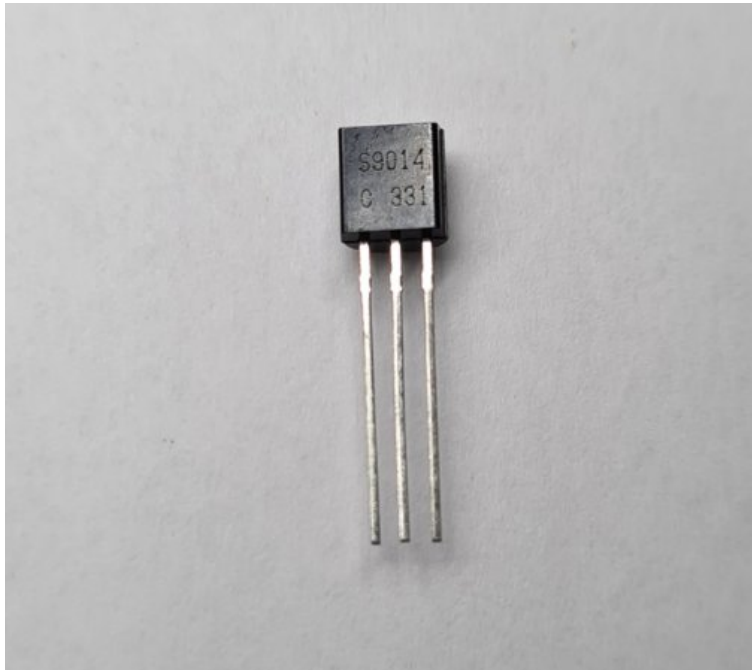


Рис. 3.10. Транзистор SS9014

Характеристики транзистора:

- тип транзистора: біполярний;
- полярність: NPN;
- максимальна потужність, що розсіюється (P_c): 0.45Вт;
- максимально допустима наруга колектор-база (U_{cb}): 50В;
- максимально допустима наруга колектор-емітер (U_{ce}): 45В;
- максимальний постійний струм колектора (I_c): 0.1А;
- гранична температура PN-перехода (T_j): 150°C;
- корпус транзистора: TO92.

7. Інтегральні мікросхеми (таймер) NE555 (на печатній платі позначені

- U1, U2). NE555 - одна з найбільш поширених мікросхем в світі електроніки. Мікросхема дозволяє формувати серію імпульсів, що повторюються, зі стабільними часовими інтервалами.

Всередині мікросхема складається з 20 транзисторів, 15 резисторів та двох діодів.

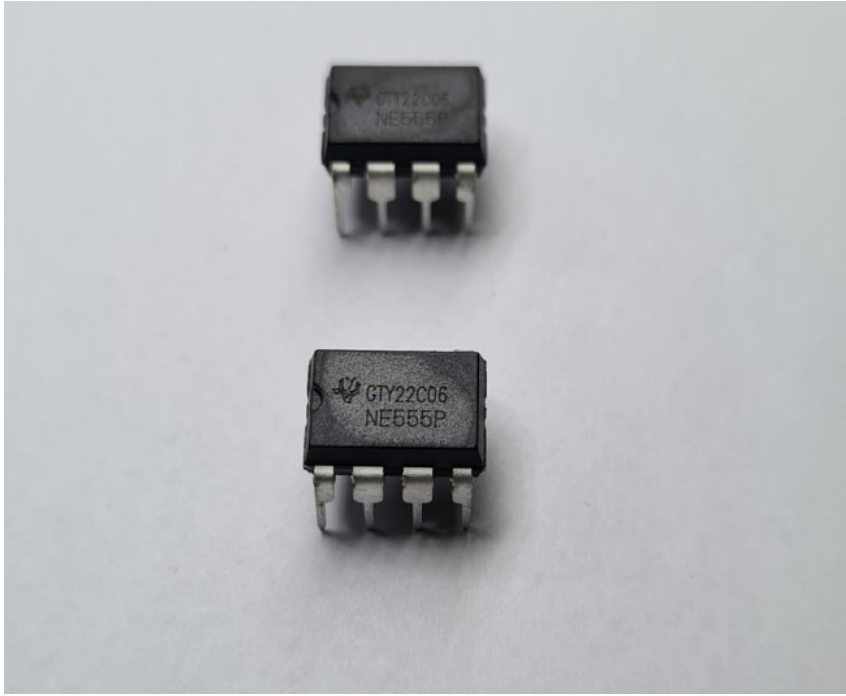


Рис. 3.11. Інтегральні мікросхеми (таймер) NE555

Принципова електрична схема мікросхеми NE555 представлена на рис. 3.12.

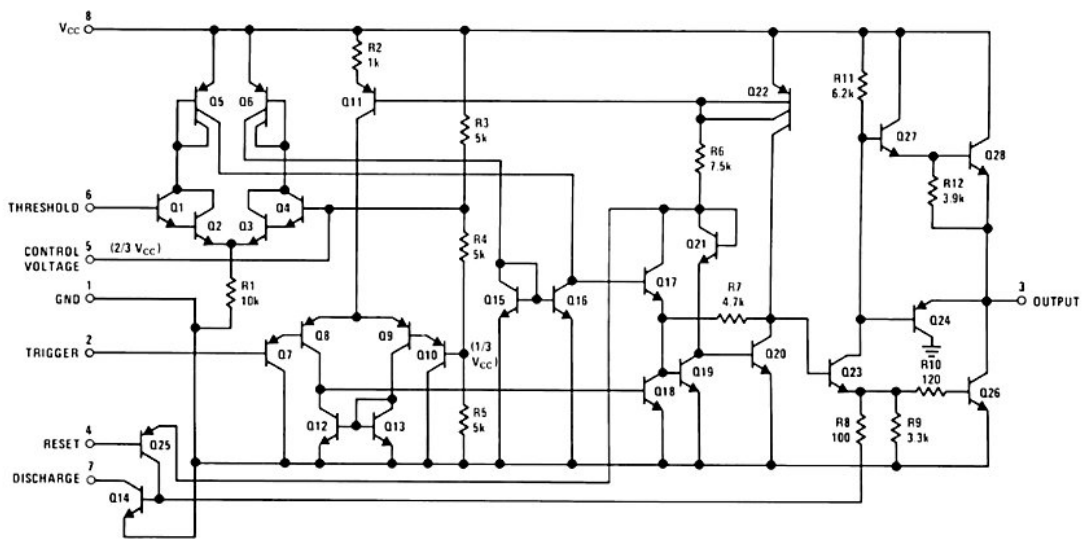


Рис. 3.12. Принципова електрична схема інтегральної мікросхеми (таймер) NE555.

Маркування та позначення інтегральної мікросхеми (таймер) NE555.

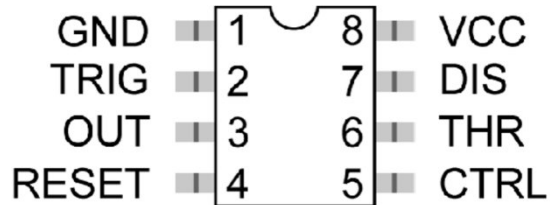


Рис. 3.13. Маркування та позначення інтегральної мікросхеми NE555.

Контакт «1» - GND - загальний (земля);

Контакт «2» - TRIG – запуск (вхід);

Контакт «3» - OUT – вихід;

Контакт «4» - RESET – скидання (при потраплянні на «RESET» напруги живлення менше 0,7В, відбувається скидання таймера і, відповідно, на «OUT» з'являється логічний нуль);

Контакт «5» - CTRL – керування (контролює тривалість імпульсів на виході; це дозволяє не використовувати зовнішню RC-ланцюжок);

Контакт «6» THR – Стоп (при потраплянні на вхід «THR» сигналу напругою більше 2/3 від «VCC», відбувається зупинка таймера, внаслідок чого на виході «OUT» виникає логічний нуль);

Контакт «7» - DIS - Розряд (стан цього контакту повторює стан контакту «3» OUT, тому використовується для збільшення навантажувальної здатності таймеру);

Контакт «8» - VCC – живлення (живлення мікросхеми напругою від 4,5В до 16В).

Для збирання релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу будемо використовувати наступні інструменти і матеріали:

1. Паяльник електричний «BELT» потужністю 40Вт, мінімальна робоча температура паяльника 190⁰С, максимальна робоча температура 450⁰С,

напруга живлення 220В, час нагрівання 2 хвилини, регулювання температури - немає.

Для якісної пайки будемо використовувати припій з флюсом.



Рис. 3.14. Паяльник електричний «BELT» потужністю 40Вт.



Рис. 3.15. Припій з флюсом і каніфоль

2. Цифровий мультиметр DT9205M

Основні характеристики:

- вимірювання постійної напруги, діапазон: 200мВ – 1000В;
- вимірювання змінної напруги, діапазон: 2В – 750В;
- тестування транзисторів р-п-р та п-р-п типів;
- вимірювання ємності конденсаторів, діапазон: 200мкФ – 2нФ;
- вимірювання змінного струму, діапазон: 20мА – 20А;
- вимірювання постійного струму, діапазон: 2мА – 20А;
- вимірювання температури;
- тестування діодів, «продзвонка» ланцюга;
- вимірювання опорів, діапазон: 200Ом – 200МОм.



Рис. 3.16. Цифровий мультиметр DT9205M

3. Викрутка - індикатор напруги



Рис. 3.17. Індикатор напруги

4. Пінцет – для тримання радіодеталей під час паяння.



Рис. 3.18. Пінцет

5. Кусачки, використовуються для обрізання контактних ніжок радіодеталей після припаювання, ніж - для зачистки ізоляції.



Рис. 3.19. Кусачки, ніж

6. Ізоляційна стрічка



Рис. 3.20. Ізоляційна стрічка

3.2. Монтаж плати релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу

Перед початком робіт готуємо робоче місце, зокрема: паяльник на жаростійкій підставці, припій, каніфоль, флюс, пінцет, кусачки, електрична схема, плата, набір радіодеталей (рис. 3.21).

Збирання плати починаємо з дрібніших елементів схеми, поступово переходячи до більш великих за розмірами. Першим запаяли синій світлодіод, далі додаємо наступні D3-D14, всього запаюємо 12 шт, відповідно, до принципової електричної схеми (рис.3.22). Після встановлення всіх синіх світлодіодів, обрізаєм зайву довжину контактних ніжок за допомогою кусочок (рис.3.23).

Наступним додаєм до схеми транзистор VT1 SS9015 (рис.3.24). Далі - транзистор VT2 SS9014 (рис.3.25). Наступними елементами на платі з'являються дві інтегральні мікросхеми U1 і U2 (таймер) NE555 (рис.3.26). Паяємо червоні світлодіоди D15-D26, всього 12 шт (рис.3.27). Далі на платі

розміщуємо підстроювальний резистор R1 50кОм, 0,25 Вт (рис.3.28).
Наступними додаємо напівпровідникові діоди D1 і D2 1N4148 (рис.3.29).



Рис. 3.21. Підготовка робочого місця.

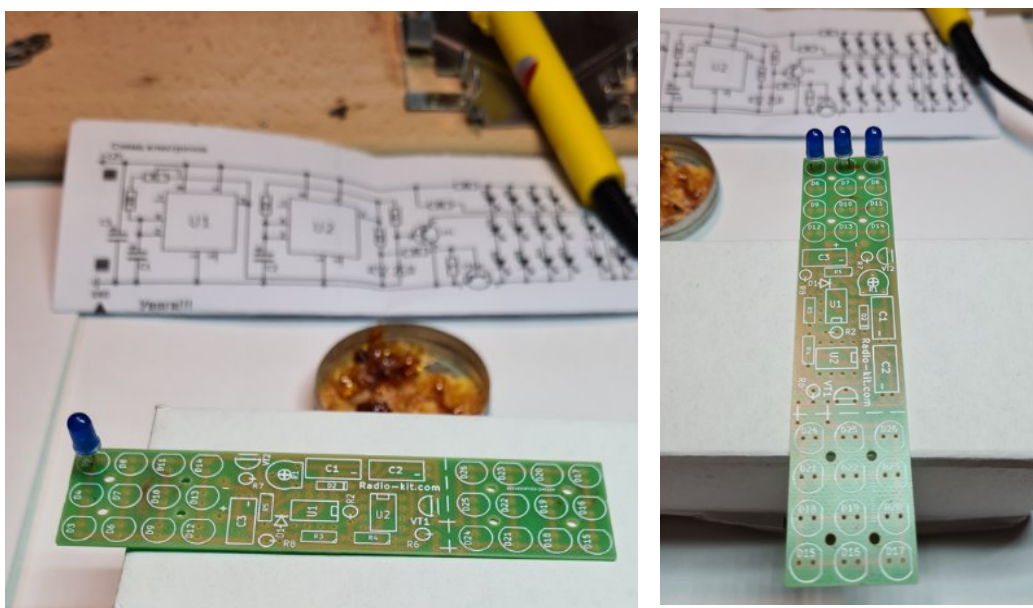


Рис. 3.22. Додавання на плату синіх світлодіодів.

За допомогою мультиметру визначаємо резистор R2, опір якого має бути 62-68кОм (рис.3.30). Аналогічним способом визначаємо резистори R3 – R9 опір яких має бути в діапазоні від 750 Ом до 1 кОм (рис. 3.31).

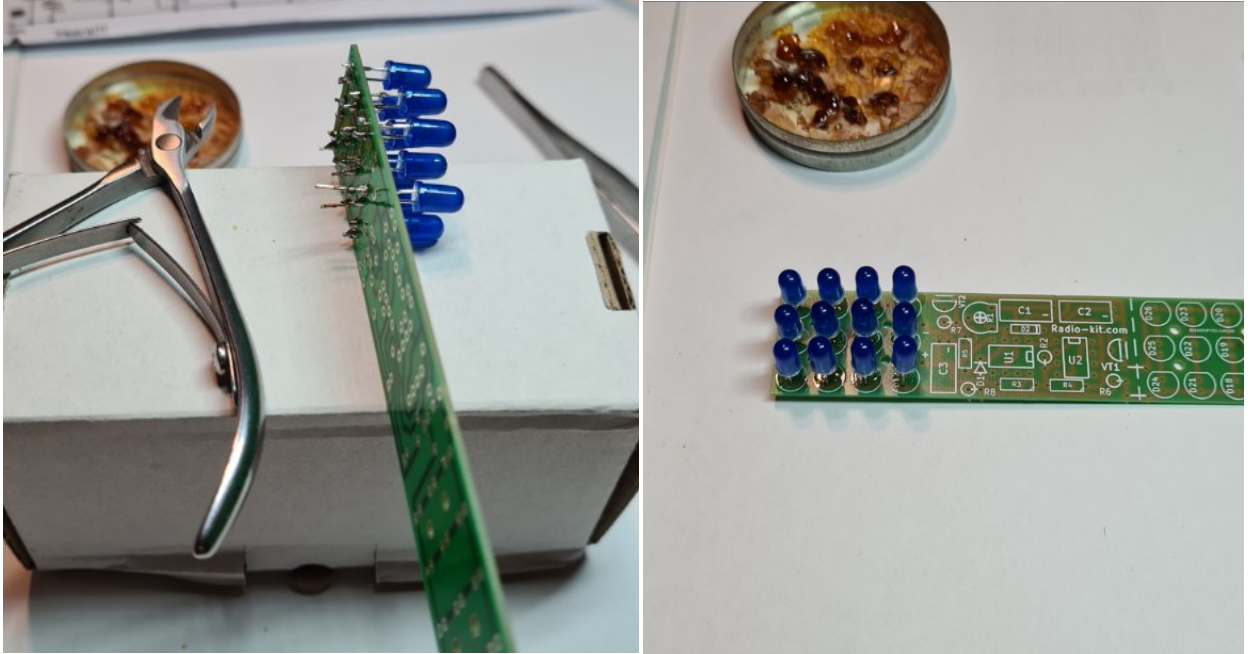


Рис. 3.23. Обрізування зайвої довжини контактних ніжок.

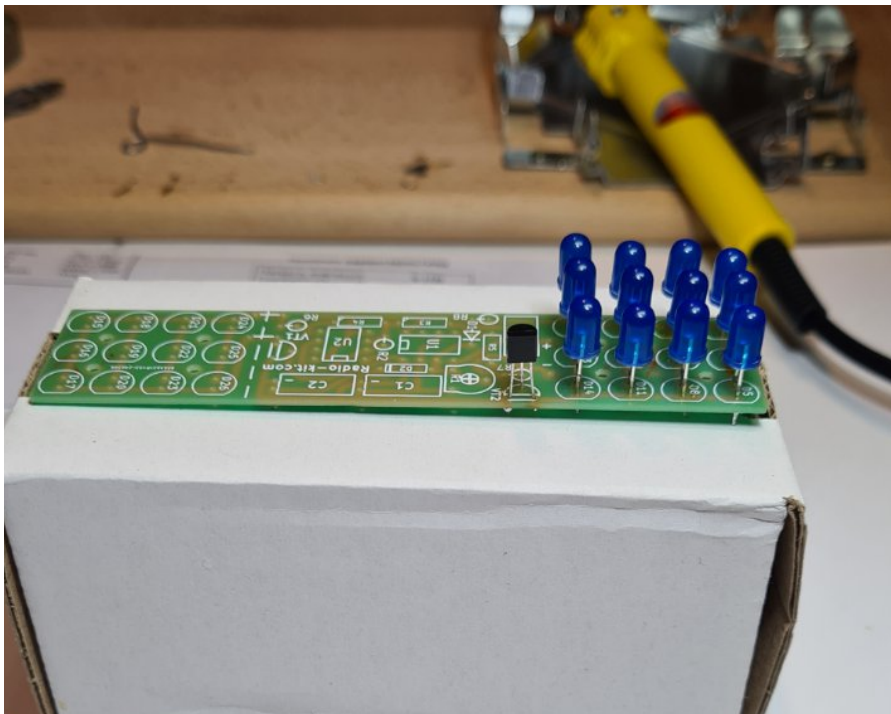


Рис. 3.24. Додавання до схеми транзистора VT1 SS9015.

Визначившись з маркуванням резисторів, паяєм резистор R2 і резистори R3 – R9 на плату (рис. 3.32). Наступним паяєм конденсатор C3 100мкФ, 25В,

оскільки конденсатор електrolітичний, уважно дотримуємося полярності «+» або «-» (рис. 3.33).

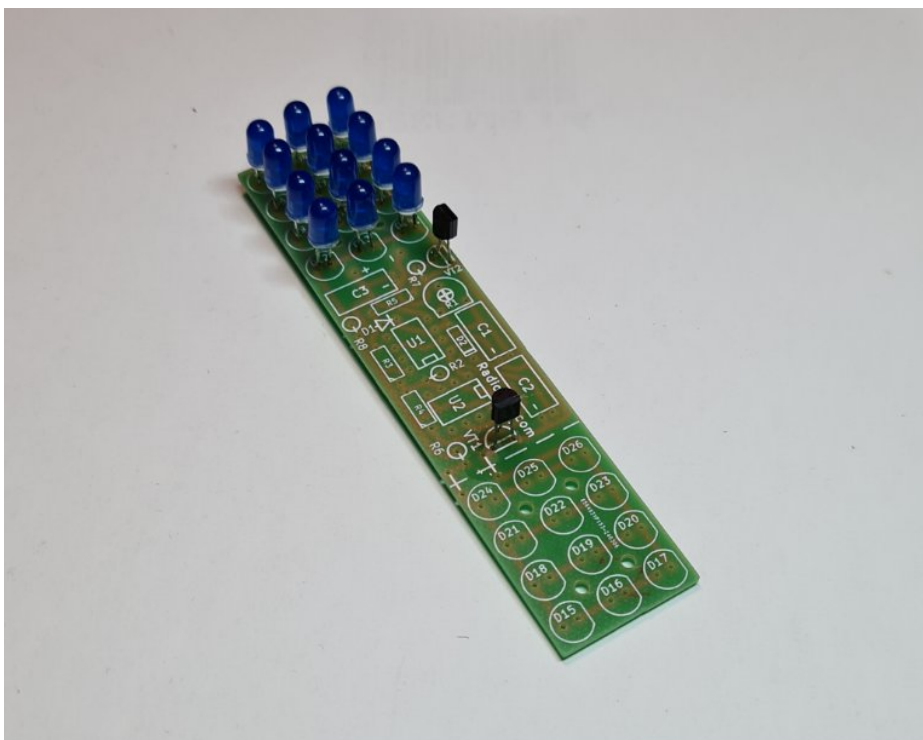


Рис. 3.25. Додавання до схеми транзистора VT2 SS9014.

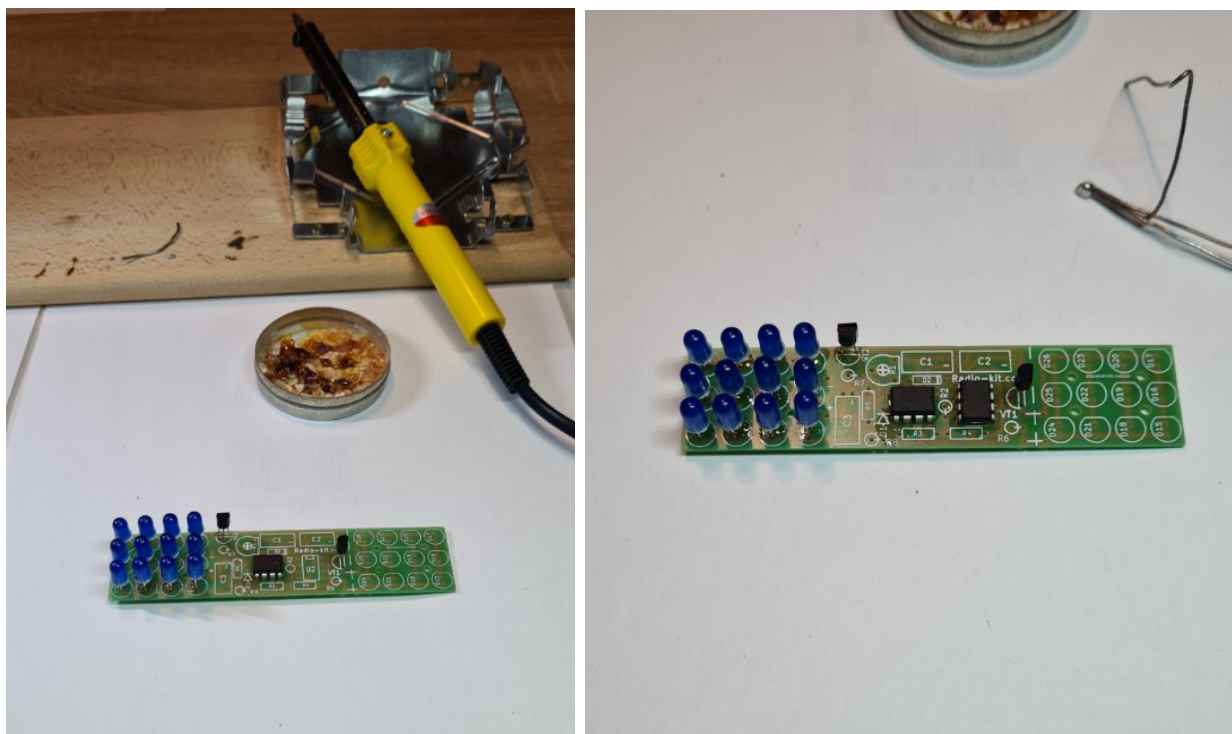


Рис. 3.26. Додавання до схеми інтегральних мікросхем U1 і U2 (таймер) NE555.

Далі, на черзі, конденсатори C1: 4,7мкФ, 25В і C2: 10мкФ, 25В, ці конденсатори також електроліти, отже дотримуємося полярності (рис. 3.34).

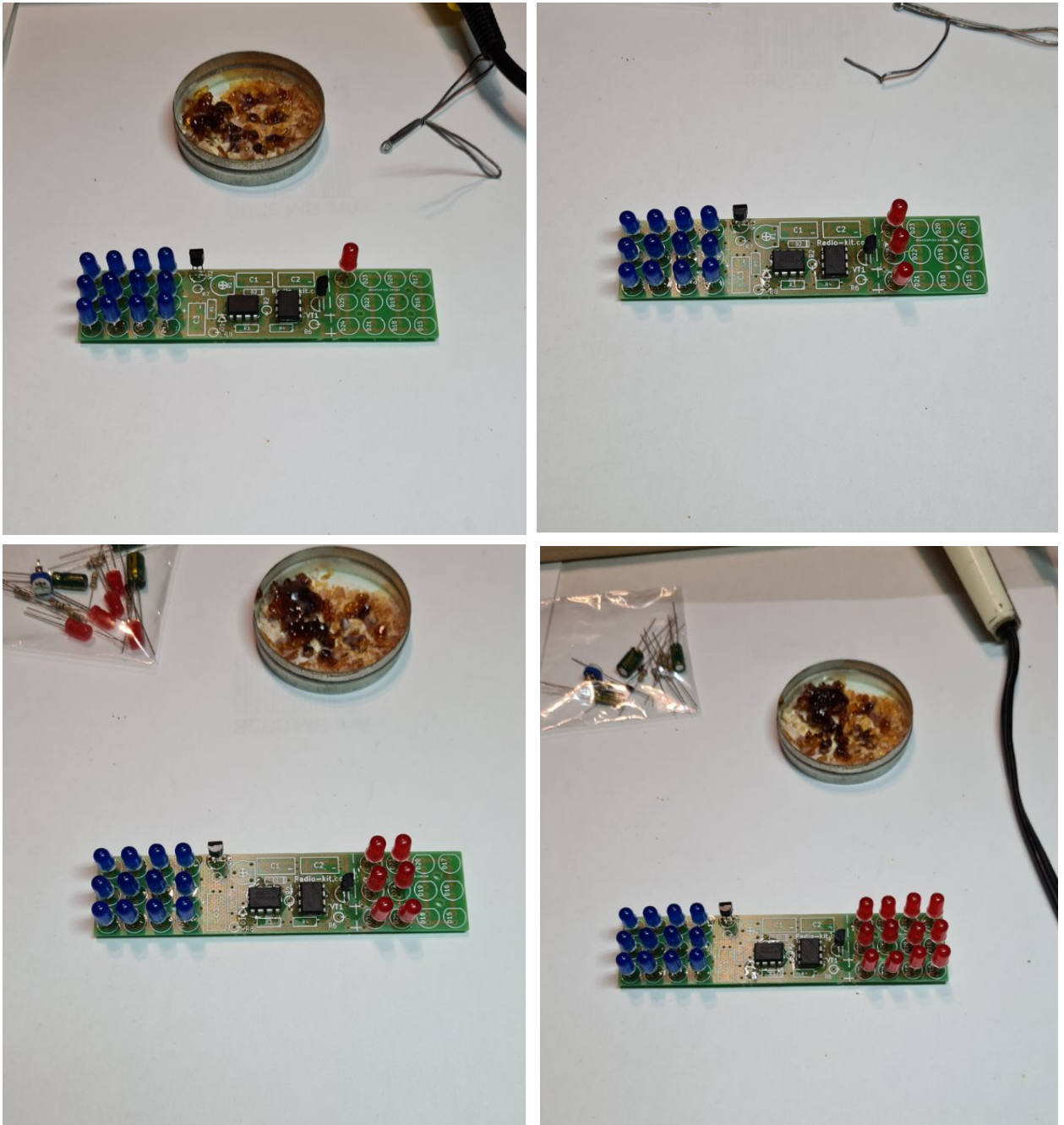


Рис. 3.27. Додавання на плату червоних світлодіодів.

Після завершення паяння всіх радіодеталей на плату, її слід ретельно очистити від залишків флюсу за допомогою спирту (рис. 3.35). Підключення живлення до плати реалізуємо з використанням колодки для батарей типорозмеру «Крона» 9В (рис. 3.36). На фінальному етапі робіт - підключаємо батарейку 9В через контактну колодку до схеми і перевіряємо правильність

роботи схеми (рис. 3.37). Схема працює, мета проекту досягнута.

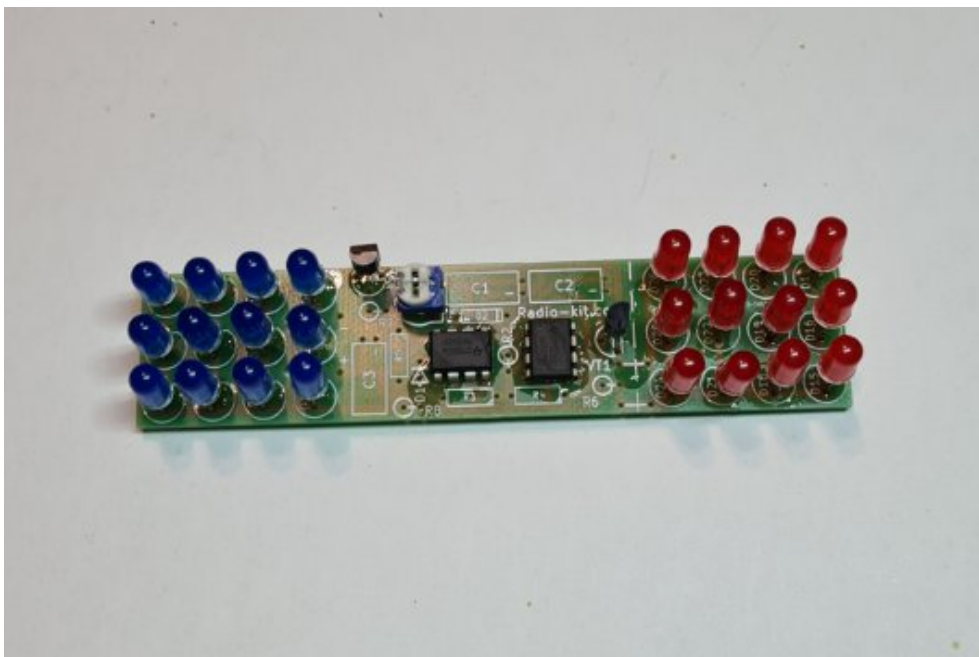


Рис. 3.28. Додавання на плату підстроювального резистора 50кОм, 0,25 Вт.

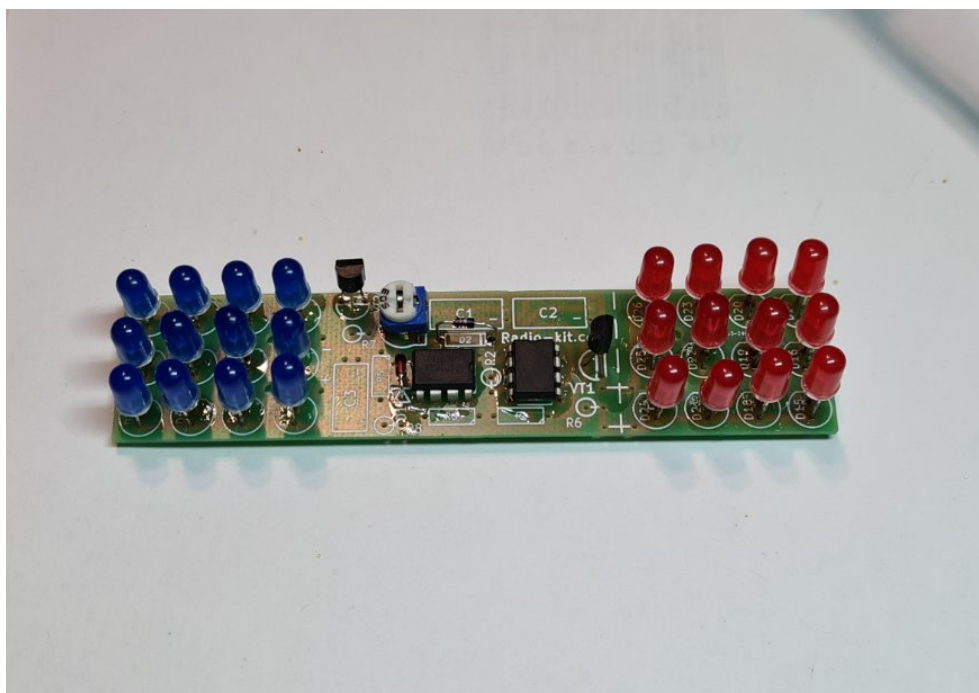


Рис. 3.29. Додавання на плату напівпровідникових діодів D1 і D2 1N4148

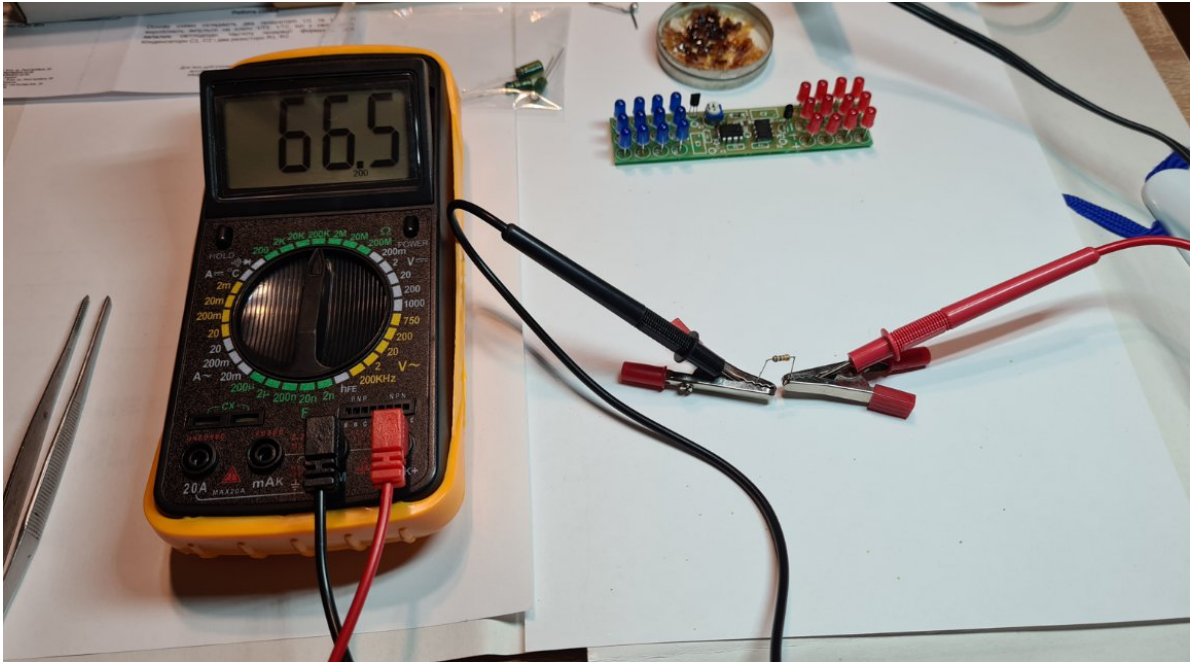


Рис. 3.30. Визначаємо за допомогою мультиметру резистор R2

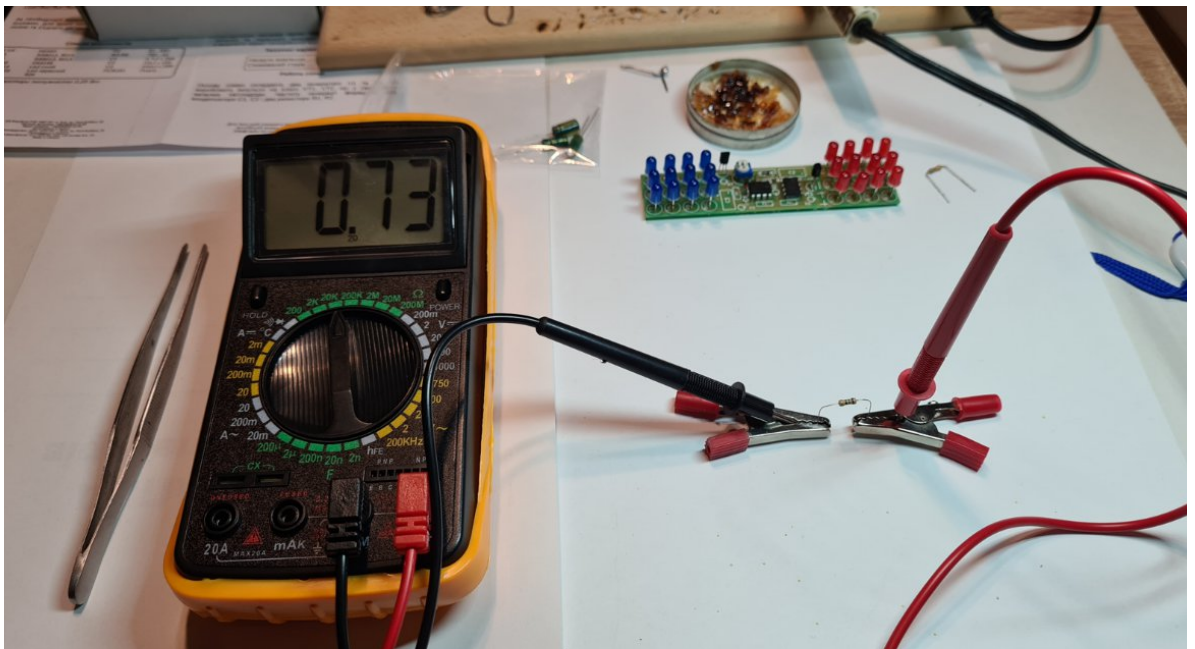


Рис. 3.31. Визначаємо за допомогою мультиметру резистор R3 – R9

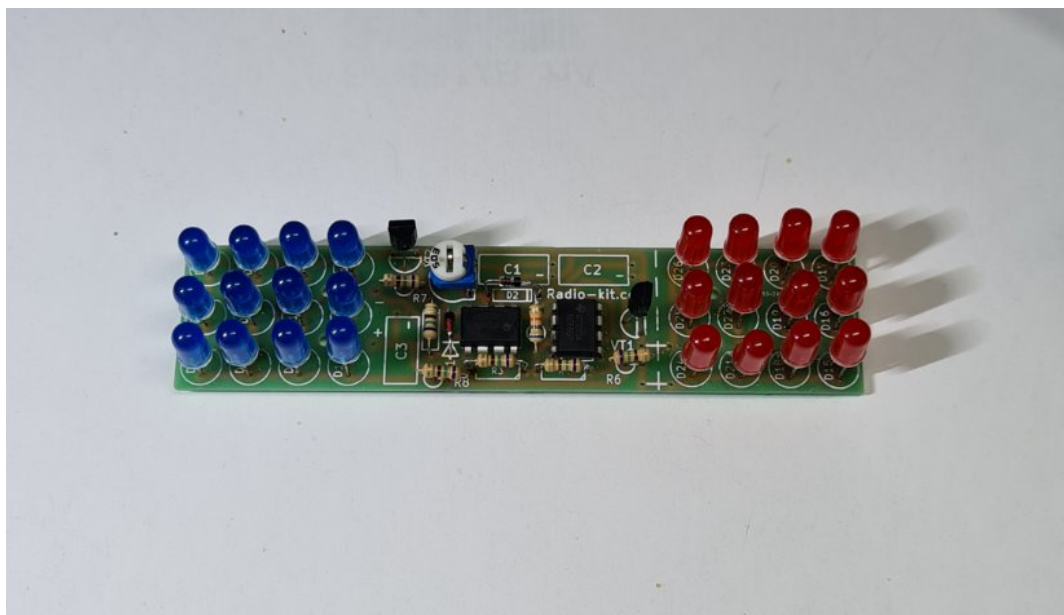


Рис. 3.32. Паяємо на плату резистор $R2$ і резистори $R3 - R9$.

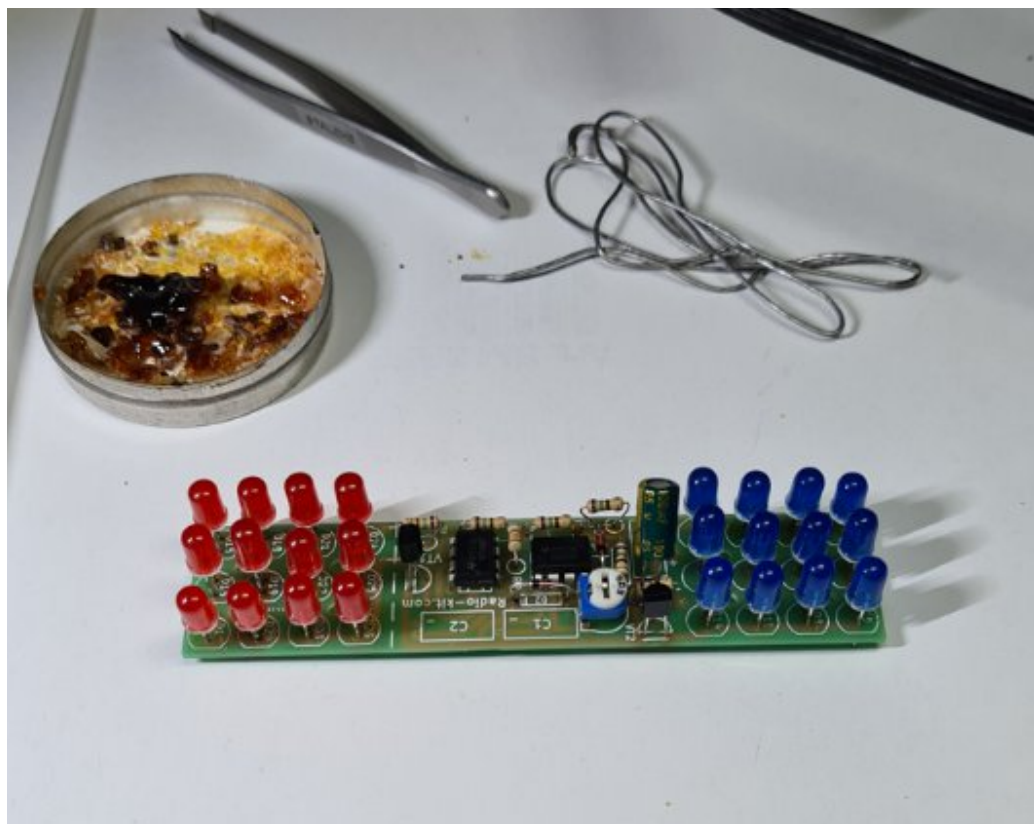


Рис. 3.33. Паяємо на плату конденсатор $C3$ 100мкФ, 25В.

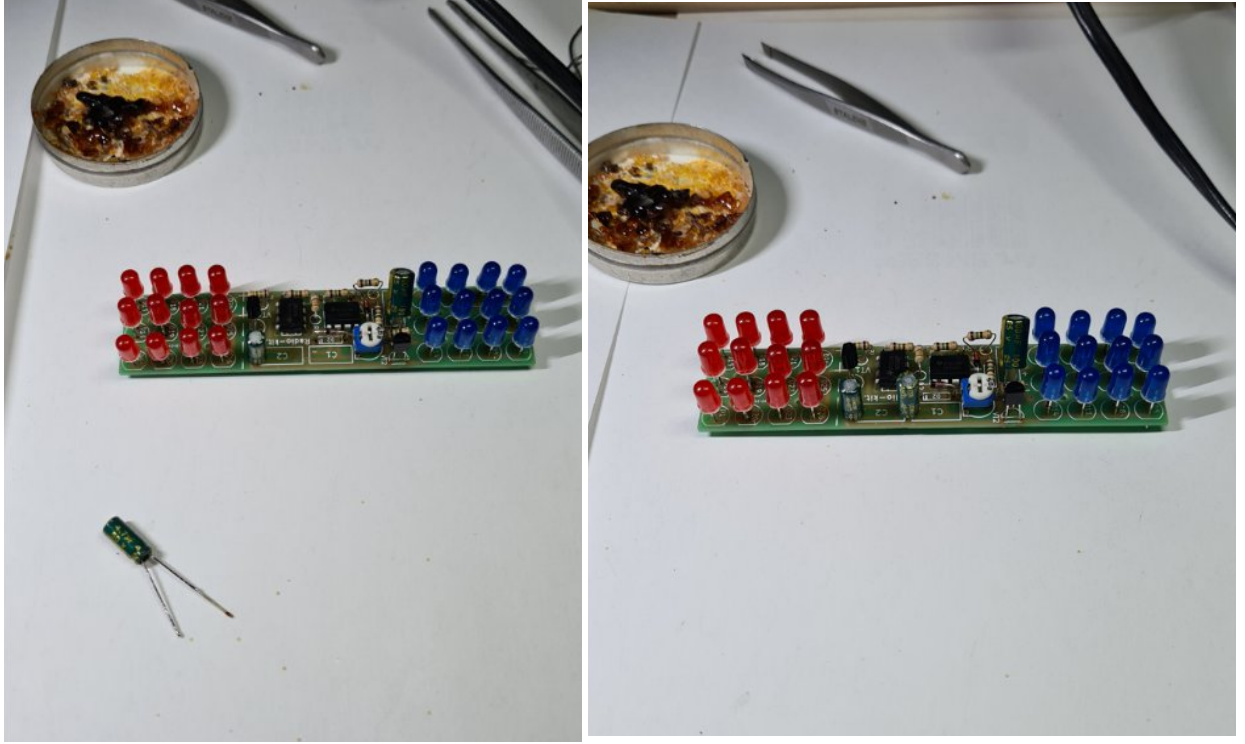


Рис. 3.34. Паяємо на плату конденсатори: $C1$ 4,7мкФ, 25В і $C2$ 10мкФ, 25В.

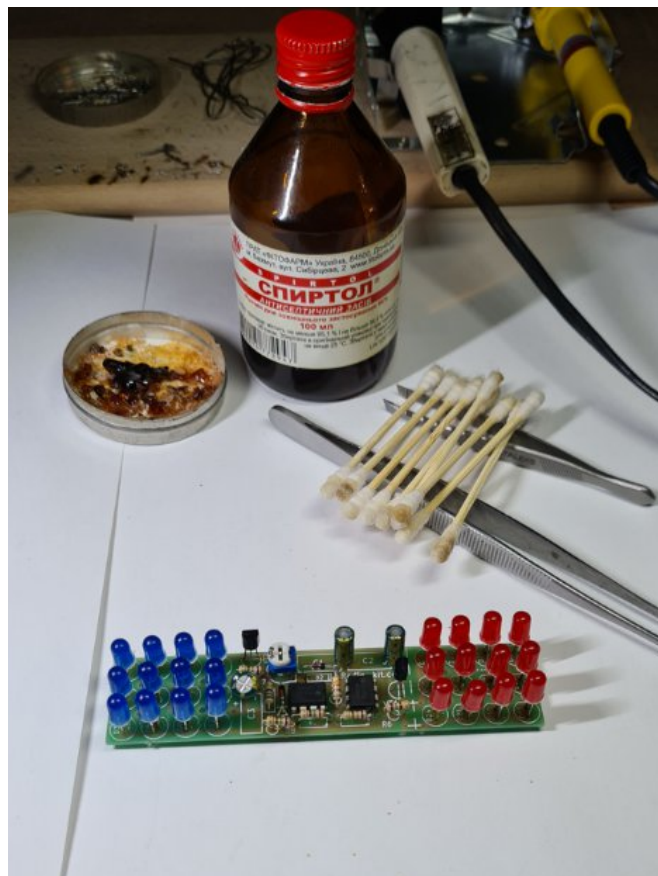


Рис. 3.35. Очистка плати від флюсу.

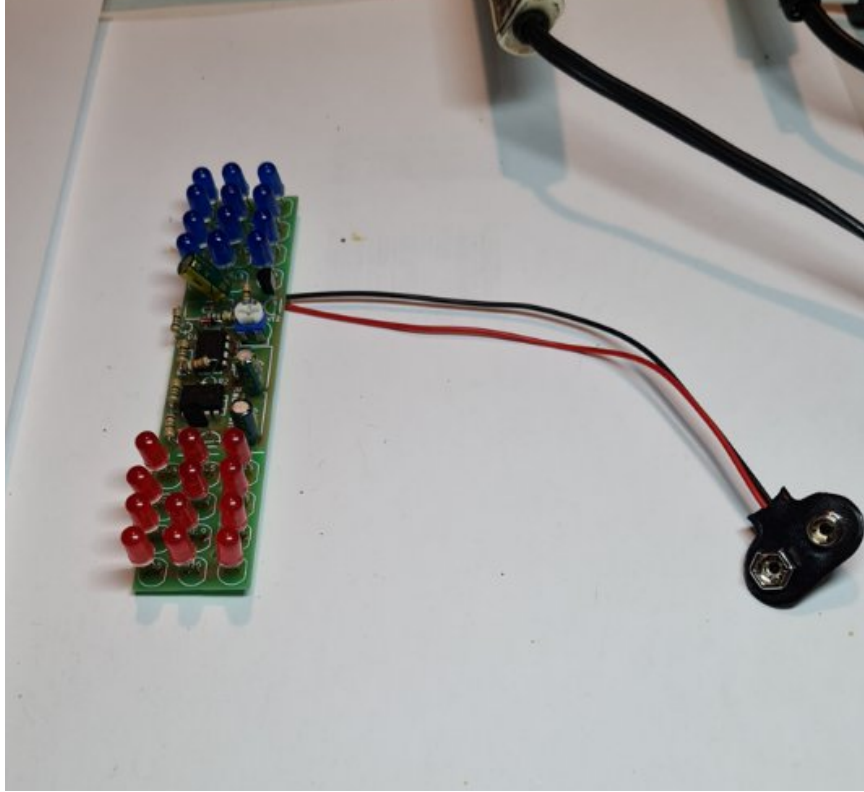


Рис. 3.36. Підключення живлення до плати (кодовка для батареї типорозмеру «Крона» 9В).

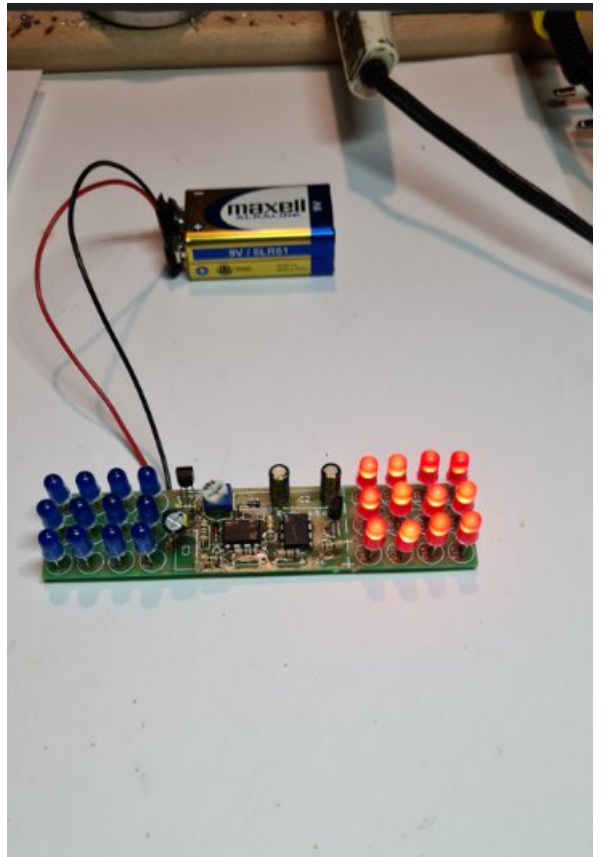
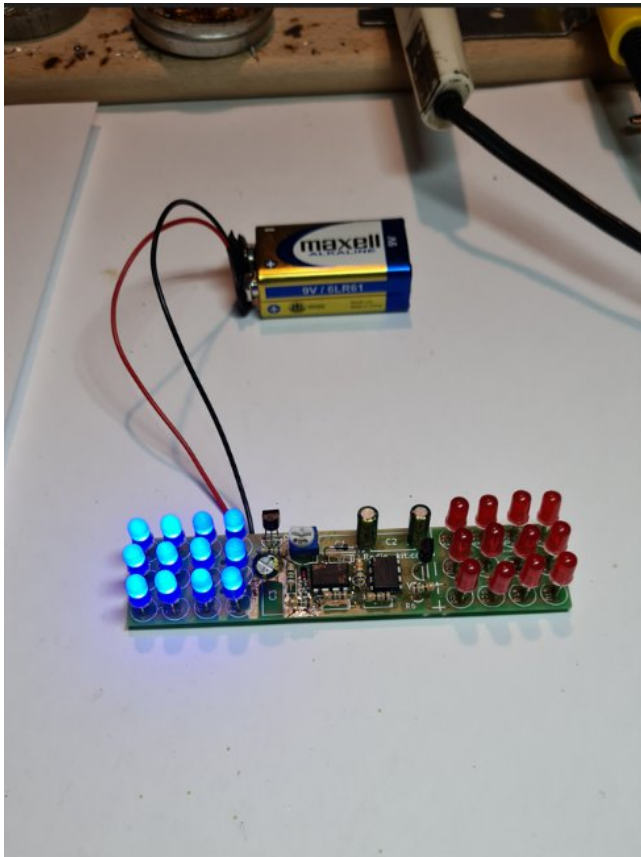


Рис. 3.37. Перевірка роботи схеми.

3.3. Техніка безпеки під час виготовлення релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу

Під час збирання релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу необхідно дотримуватись правил техніки безпеки [17]:

- матеріали які використовуються під час паяння повинні мати паспорт безпеки відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 30333:2009;
- флюс повинен мати температуру плавлення нижчу, ніж температура плавлення припою, а також, не взаємодіяти з припоєм хімічно;
- припій, під час паяння, має рівномірно розтікатися по поверхні деталей, що з'єднують паянням, а також, мати температуру плавлення нижчу за температуру плавлення самих контактних ніжок радіодеталей;
- обладнання для технологічних процесів паяння повинно бути в справному стані, відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009;
- устаткування під час виконання паяльних робіт повинно бути під наглядом, та бути негайно вимкненим у разі виникнення аварійної ситуації або пожежі;
- електропаяльник під час використання повинен встановлюватися на вогнестійкій підставці для запобігання його падінню, а також, перебувати в зоні дії вентиляції/витяжки;
- під час організації перерви у процесі паяння, електропаяльник слід вимкати з розетки для запобігання його перегріву;
- під час роботи з електропаяльником заборонено торкатися руками жала або інших металевих частин паяльника (ризик отримати опіки);
- радіодеталі під час паяння потрібно тримати пінцетом, оскільки вони сильно нагріваються;
- перед початком робіт, оглянути робоче місце, підготувати необхідні інструменти та матеріали, прибрати зайві предмети, ознайомитись з

інструкціями з ТБ, отримати дозвіл на проведення робіт у майстра/керівника;

- після завершення робіт, потрібно вимкнути паяльник та інше електрообладнання, прибрати робоче місце, підготувати робоче місце для перевірки майстром/керівником;

- в разі виникнення аварійних ситуацій або отримання травм, потрібно негайно припинити роботи та поінформувати майстра/керівника, виконувати його вказівки/рекомендації;

- у разі оголошення «повітряної тривоги», негайно припинити роботи, вимкнути електроприлади, прослідувати в укриття.

4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП

4.1. Розробка уроку з використанням релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Тема: дослідження будови та принципу роботи релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу та його використання на практиці.

Мета:

- засвоєння знань про будову та принцип роботи напівпровідникових пристроїв: світлодіод, транзистор; а також, конденсаторів і резисторів;
- засвоєння знань про принцип роботи релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу та його застосування.

Обладнання: модель релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Хід уроку

1. Організаційний етап: привітання з учнями, налаштування в класі робочої атмосфери, що сприяє спілкуванню.
2. Перевірка базових знань учнів з теми: «напівпровідники і електроніка».
3. Оголошення теми уроку, мети та завдань.

Завдання уроку

- ознайомитись з будовою та принципом роботи напівпровідникових пристроїв: світлодіод, транзистор; а також, конденсаторів і резисторів;
- ознайомитись із принципом роботи релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу та сферою його застосування.

Вивчення навчального матеріалу

Вся сучасна електроніка складається з напівпровідникових елементів. До таких належать, мікросхеми, чіпи, транзистори, тиристори, діоди, світлодіоди та багато інших. Розглянемо деякі з них, а також, дізнаємось які пристрої можна зібрати на їх основі.

Світлодіоди

Світлодіод, як і напівпровідниковий діод, всередині має два шари напівпровідника р-типу і n-типу і один р-n перехід між ними. Контакт від р-області називають *анодом*, а від n-області - *катодом*. Корпус світлодіоду виготовляють з прозорих матеріалів, таких як скло або пластик.

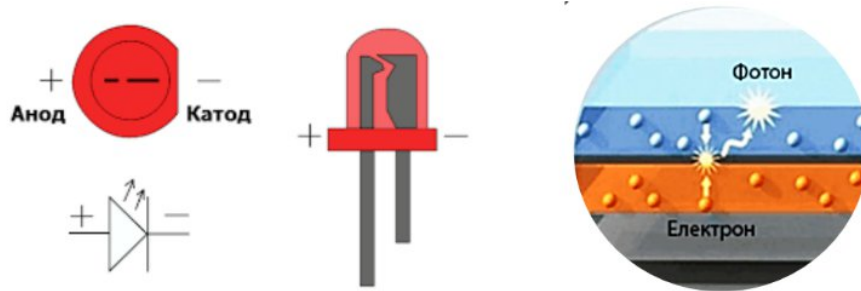


Рис. Світлодіод. Будова. Позначення.

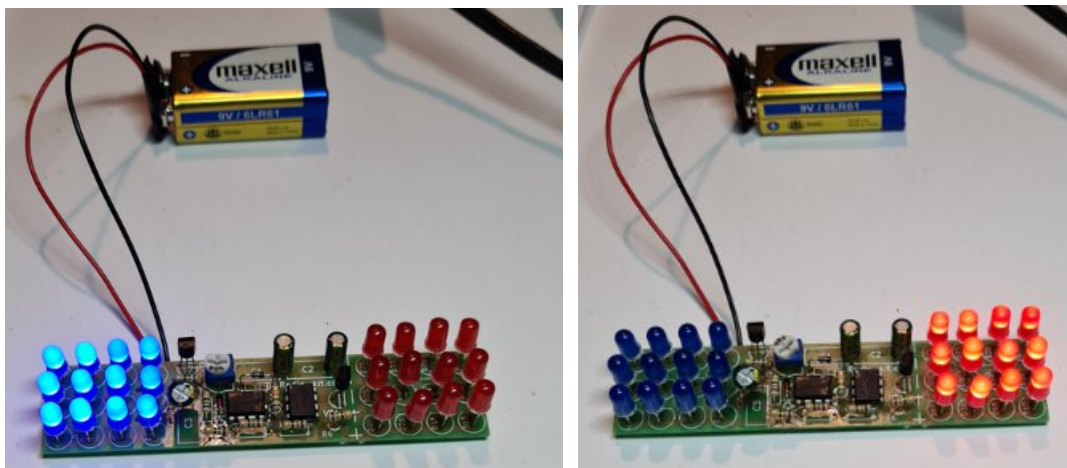


Рис. Світлодіоди.

Як і простий діод, світлодіод має односторонню провідність, тому, якщо його запаяти в схему «не правильною стороною», переплутати «+» та «-», він працювати не буде. При прямому підключенні світлодіоду до джерела живлення (світлодіод почне пропускати через себе струм), відбувається

рекомбінація електронів і дірок в забороненій зоні напівпровідника, при цьому буде виділятися певна кількість теплової енергії, а також, світла (фотонів) у видимому для людського ока діапазоні спектру частот (в оптичному діапазоні). Електропровідність світлодіодів значно збільшується при додаванні домішок. У напівпровідниках, що містять домішки, електропровідність складається із власної й домішкової. Домішки змінюють ширину забороненої зони, і відповідно, дозволяють «задавати» світлодіоду потрібний колір та яскравість світіння. Найбільш поширені світлодіоди червоного, зеленого, синього, жовтого і білого кольорів.

Транзистори

Біполярний транзистор - електронний напівпровідниковий прилад призначений для посилення, генерування і перетворення електричних сигналів. Транзистор називається біполярний, оскільки в роботі приладу одночасно беруть участь два типи носіїв заряду - електрони і дірки. Біполярний транзистор складається з трьох шарів напівпровідника і двох р-n-переходів. Розрізняють р-n-p і n-p-n транзистори по типу чергування діркової і електронної провідності.

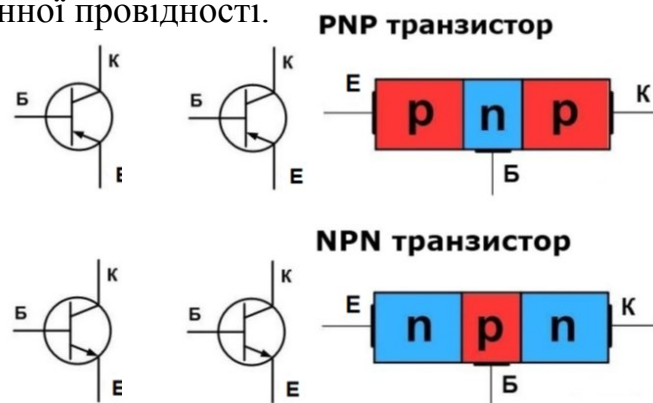


Рис. р-n-p і n-p-n транзистори. Будова. Позначення.

«Б» - база, «К» - колектор, «Е» - емітер.

Як працює транзистор? Якщо підключити напругу тільки до колектору і емітеру, то ні в прямому ні в зворотному напрямках струм протікати через транзистор не буде, тому що, протіканню струму в обох напрямках будуть

перешкоджати два р-n переходи. Але у транзистора є ще один (третій) контакт – база, саме цей контакт і служить для відкриття транзистора.

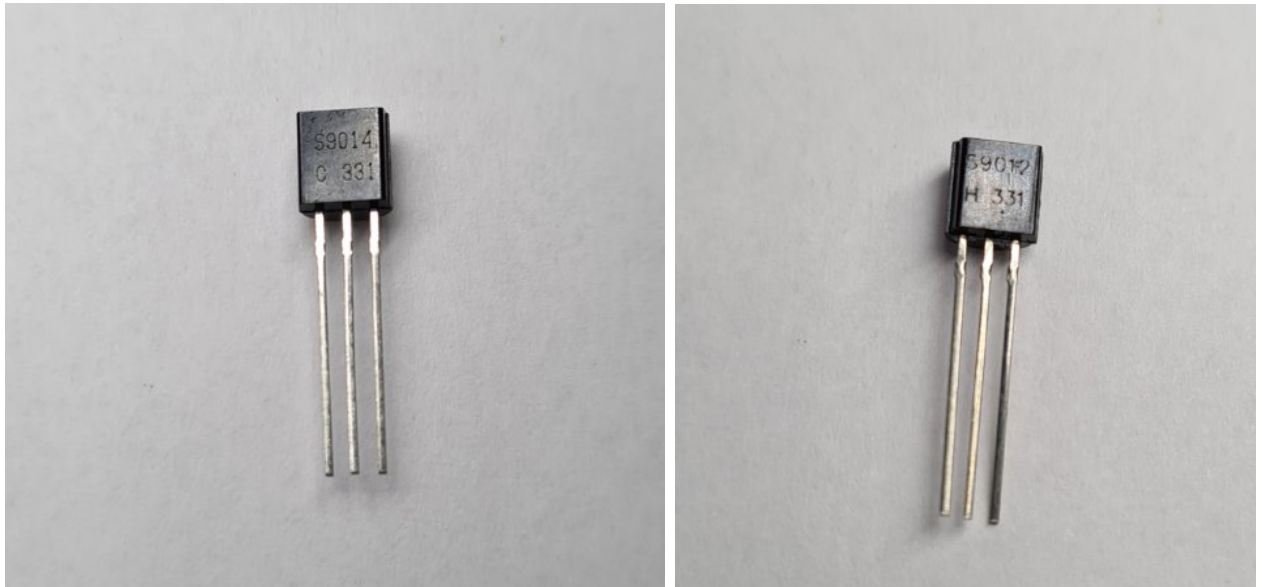


Рис. Транзистори SS9014 (n-p-n) і SS9012 (p-n-p)

Для того щоб транзистор «відкрився» необхідно на базу подати струм. Якщо струм на базі збільшити – збільшиться і струм через транзистор (колектор-емітер). Якщо струм на базі зменшити – відповідно зменшиться струм через транзистор.

Колекторний струм (I_K) залежить від базового (I_6) і пов'язані формулою:

$$I_K = I_6 \times b$$

Величину b називають коефіцієнтом підсилення транзистора, вона показує у скільки разів вихідний струм транзистора (струм колектору I_K) більший за вхідний струм транзистора (струм бази I_6).

Таким чином, транзистори можна використовувати для підсилення сигналу, наприклад, в музичній апаратурі «мікрофон – колонка».

Інтегральні мікросхеми

Розглянемо інтегральні мікросхеми на прикладі моделі NE555. NE555 - одна з найбільш поширених мікросхем в світі електроніки. Мікросхема дозволяє формувати серію імпульсів, що повторюються, зі стабільними часовими інтервалами. В середині ця мікросхема складається з 20

транзисторів, 15 резисторів та двох діодів.

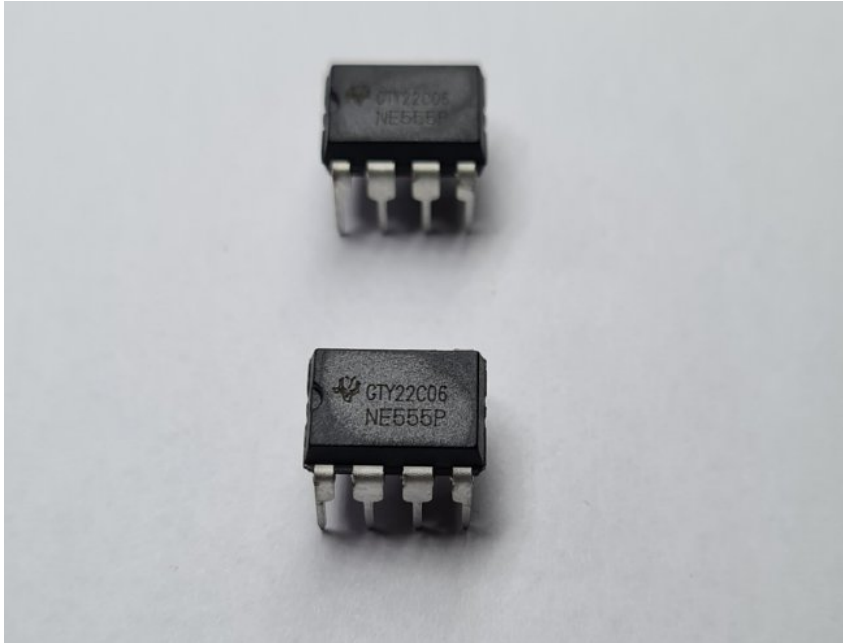


Рис. Мікросхема NE555

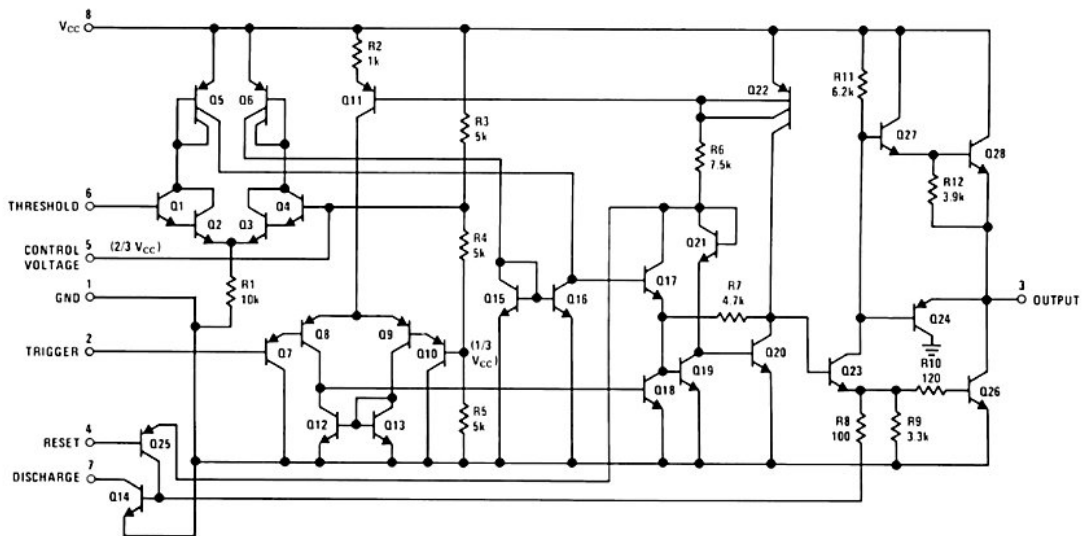


Рис. Принципова електрична схема мікросхеми NE555

Конденсатори

Конденсатор - це електронний компонент, здатний накопичувати та зберігати електричний заряд. Він складається із двох металевих пластин, розділених шаром діелектрика. Якщо конденсатор підключити до джерела живлення (наприклад, батареї), він починає накопичувати електричну енергію.

Якщо потім конденсатор переключити до споживача (наприклад,

лампочки), він почне розряджатися, віддаючи накопичені електричні заряди.

Кількість заряду, що здатен накопичити конденсатор, називається ємністю конденсатора. Одиниця вимірювання ємності – Фарад (Ф). 1 Фарад – це дуже велике значення, тому на практиці використовуються мікрофаради (мкФ). Конденсатори використовуються в різноманітних електронних пристроях, зокрема: в мобільних телефонах, комп'ютерах, автомобілях тощо.



Рис. Конденсатори

Резистори

Це пасивні електронні елементи із постійним або змінним опором. Резистори в електронних схемах використовують в основному для обмеження струму, поглинання електроенергії та/або виконання інших завдань. Резистори використовують практично в усіх електронних схемах. Оскільки резистор чинить опір струму який через нього проходить, частина електричної енергії перетворюється у теплову енергію, тобто резистор розсіює тепло власним корпусом. Параметри резистора (опір, потужність) позначають на корпусі самого резистора.

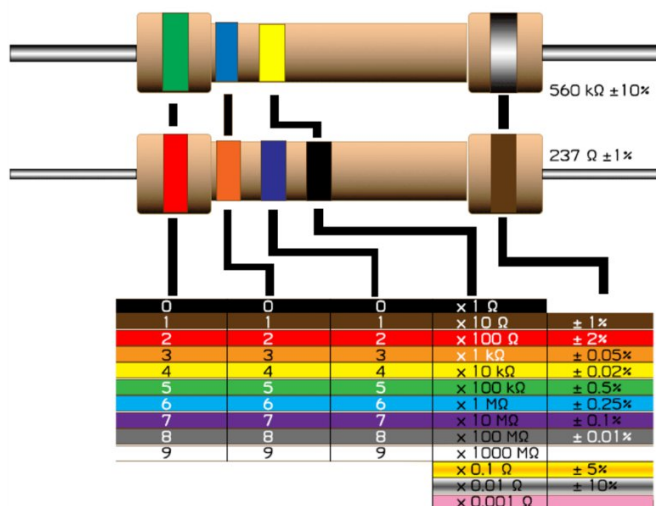


Рис. Схема позначень параметрів резистора



Рис. Резистори

Опір резистора можна визначити або за маркуванням або мультиметром.

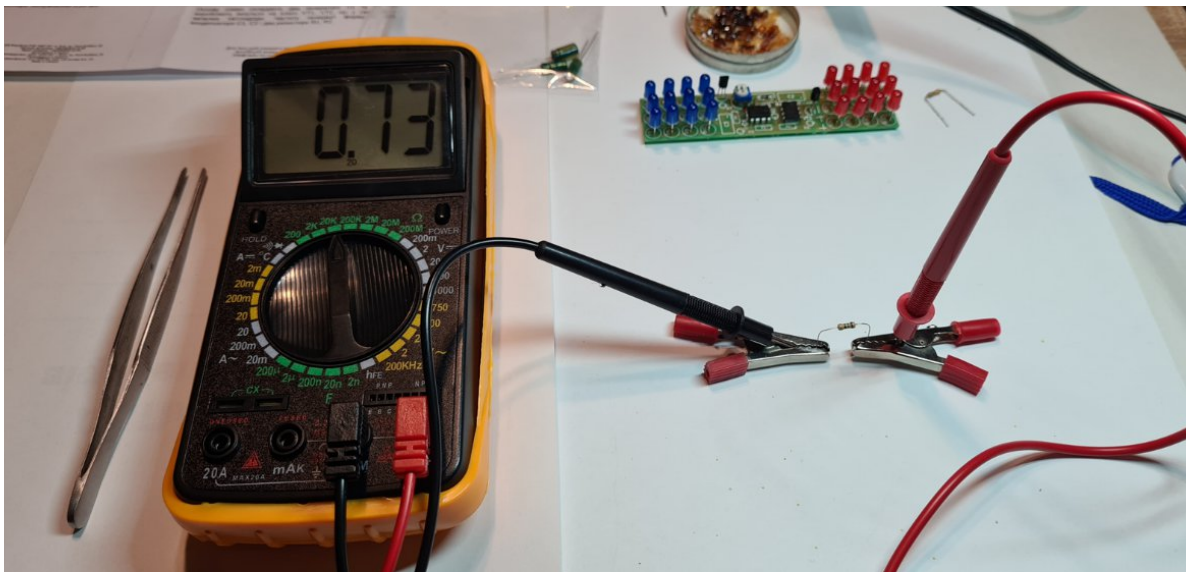


Рис. Визначення опору резистора мультиметром

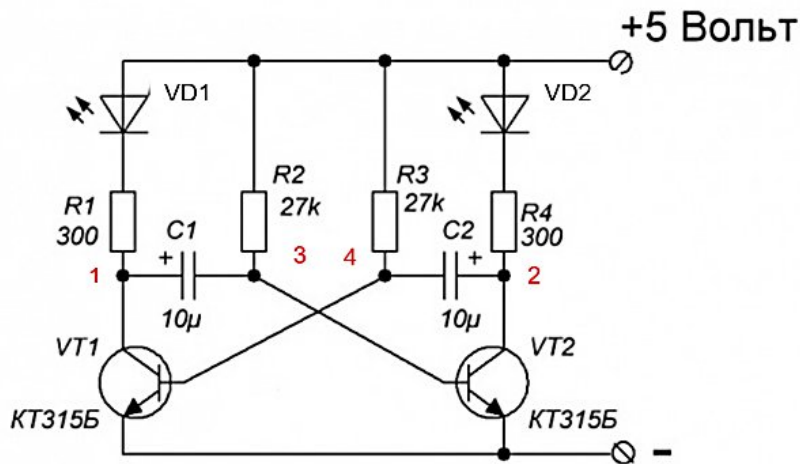
Релаксаційний генератор електричних коливань прямокутного типу

Одним з найбільш поширених вузлів в електроніці є релаксаційний генератор електричних коливань прямокутного типу (мультивібратор).

Практичне застосування мультивібраторів отримало в імпульсній обчислювальній техніці, радіовимірювальній апаратурі, в побутовій техніці, багато медичного обладнання побудовано на схемах, в основі яких

використано принцип роботи мультивібратора. Також, мультивібратор використовується в різноманітних блимавках: «поворотниках» автомобілів, сиренах, сигналізаціях тощо. І нарешті, завдяки простій конструкції і невисокій вартості, мультивібратор поширено використовується в дитячих іграшках, перемикачах ялинкових гірлянд і в багато іншому.

Розглянемо типову схему звичайної «блимавки» на світлодіодах, що використовують, наприклад, на автомобілях поліції.



Принцип роботи схеми

Подаємо напругу 5В (живлення) на схему. При цьому конденсатори C_1 і C_2 почнуть заряджатися.

Маршрут протікання струму під час заряджання конденсатора C_2 : від «+» до світлодіоду VD2, далі на резистор R_4 , далі на конденсатор C_2 , далі на транзистор VT1 і на «-».

Маршрут протікання струму під час заряджання конденсатора C_1 , аналогічний: від «+» до світлодіоду VD1, далі на резистор R_1 , далі на конденсатор C_1 , далі на транзистор VT2 і на «-».

Оскільки, практично не можливо підібрати абсолютно однакові за параметрами (величинами) елементи схеми, значить, ці параметри будуть відрізнятися (хоча б в межах похибки). З цієї причини транзистори VT1 і VT2 не можуть відкритися одночасно. Припустимо, першим відкрився транзистор VT1, оскільки другий транзистор VT2 поки закритий, тоді +5V буде в точці 2

(рис.2.1), струм не піде через VT2, оскільки він закритий. Тоді конденсатор C_2 почне заряджатися через резистор R_4 , конденсатор C_2 , транзистор VT1. Оскільки транзистор VT1 відкрився – працює ланцюжок:

«+5 V» \rightarrow VD1, \rightarrow R1, \rightarrow VT1 \rightarrow «-».

З точки 1 (рис.2.1), через відкритий транзистор VT1 піде струм, а значить через конденсатор C_1 на базу транзистора VT2 піде ще менший струм і транзистор VT2 ще більше «закриється».

Конденсатор C_1 буде заряджатися через ланцюжок:

«+5 V» \rightarrow R2, \rightarrow C1, \rightarrow VT1 \rightarrow «-».

Оскільки R_2 (27кОм) значно менше R_1 (300кОм), то конденсатор C_1 буде заряджатися відносно повільно. При перезарядці C_1 , заряд його обкладок +/- поміняються місцями. Після чого, з боку точки 3 почне накопичуватись «+», який буде поступово «відкривати» базу транзистора VT2.

По мірі відкривання транзистора VT2, буде знижуватися потенціал в точці 2, а значить буде знижуватись потенціал на базі транзистора VT1. Це означає, що VT1 почне «закриватися», і в деякий момент часу повністю закриється. Як тільки транзистор VT1 повністю закриється – перестане заряджатись конденсатор C_1 . В цей момент (одночасно) транзистор VT2 повністю «відкриється» і почне перезаряджатися конденсатор C_2 через:

$R_3 \rightarrow C_2 \rightarrow VT2$.

По мірі перезаряду C_2 , в точці 4 (рис.2.1) буде накопичуватися «+», і поступово створюватись умови для відкривання через базу транзистора VT1.

Після чого, процес піде «по колу» - процес стане циклічним.

Час перемикання транзисторів VT1 і VT2 буде залежати від C_1 і R_2 та C_2 і R_3 і визначатися відомою формулою:

$$\tau = R \times C$$

Графічно роботу релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу (мультивібратора) показано на рисунку, видно, час поки працює світлодіод VD1, світлодіод VD2 вимкнений, і навпаки.

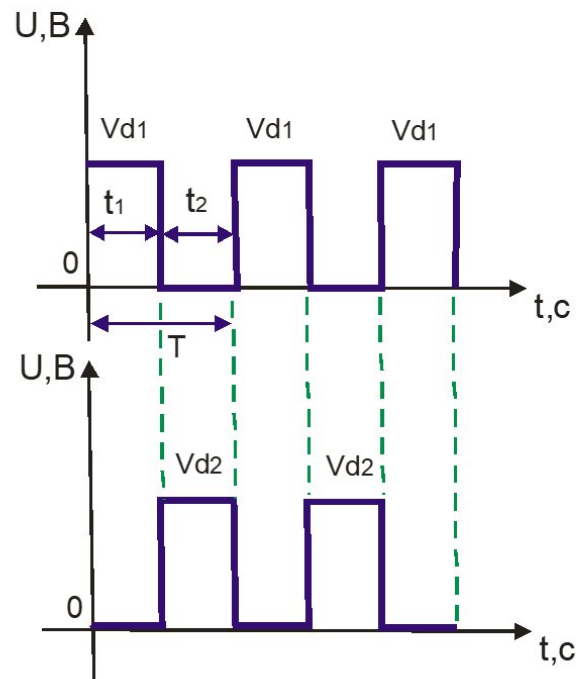


Рис. Графічна схема роботи симетричного мультивібратора.

T – період роботи мультивібратора. Якщо $t_1 = t_2$ - мультивібратор називається симетричним.

Для світлодіоду VD1: t_1 – час роботи (час імпульсу), t_2 – час вимкнення (час паузи). Для світлодіоду VD2 – навпаки.

Для симетричного мультивібратора $t_1 = t_2 = t$, значить період $T = 2t = 2\tau = 2R \times C$.

Відповідно $n = 1/T = 1/(2R \times C)$ – частота «мерехтіння» світлодіоду.

Домашнє завдання

Знайти приклади застосування мультивібраторів у повсякденному житті. Підготувати коротку доповідь-презентацію.

ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційного проєкту – розробити електричну схему для генератора електричних коливань прямокутного типу, розробити печатну плату, зібрати пристрій.

Для досягнення мети було поставлено і виконано наступні завдання:

1. Обґрунтувати необхідність проєктування і налаштування обладнання для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу з методикою використання на уроках технології.

2. Опрацювати навчальну програму «Технології» (рівень стандарту), а саме, навчальний модуль «Основи автоматики і робототехніки», скласти перелік радіодеталей для релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

3. Розробити електричну схему релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу, розробити печатну плату.

4. Розробити урок технології з використанням працюючої моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

За результатами виконання проєкту було розроблено принципову електричну релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу, виготовлено печатну плату та зібрано пристрій.

Використання виготовленого виробу на уроках технології дозволить учням познайомитися з найбільш поширеними в електроніці радіодеталлями, зокрема: транзисторами, конденсаторами, резисторами, світлодіодами, а також, продемонструвати практичне використання цих радіодеталей на прикладі моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу.

Розроблено урок технології, з використанням моделі релаксаційного генератора електричних коливань прямокутного типу з поясненням будови та принципу роботи складових компонентів схеми.

При підготовці даного кваліфікаційного проєкту автор використовував педагогічний досвід викладачів кафедри, в тому числі, керівника проєкту, також, став у нагоді власний досвід, здобутий під час практики.

Можна розраховувати, що представлений кваліфікаційний проєкт буде затребуваним під час роботи з навчальним модулем «Основи автоматичної і робототехніки».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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>
2. Лавренова Д.Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронне видання]: навч. посіб. / Д.Л. Лавренова, В.М. Хлистов. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.
3. 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.
4. 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.
5. Карпов Ю.О. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле: Підручник/за ред. проф. Ю.О. Карпова – Стереотип. вид. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 338 с.
6. Курило І.А. Розрахунок електричних кіл постійного струму: для студентів електротехнічних напрямів підготовки 0906 «Електротехніка», 0914 «Електроніка», 0914 «Комп'ютеризовані системи, автоматика і управління», 0915 «Комп'ютерна інженерія». / Уклад.: І.А. Курило, І.Н. Намацалюк, А.А. Щерба. – К.: НТУУ «КПІ», 2006.- 51 с.
7. Матвієнко М.П. Основи електротехніки та електроніки. Підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 504 с.
8. Матвієнко М.П. Основи електротехніки. Підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 228 с.
9. Матвієнко М.П. Основи електроніки. Підручник. Вид. 2-ге перероб. та доп.– К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 364 с.

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

11. 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., Кірютченкова І.В. 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., Пелагейченко М.Л. 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. Електроматеріалознавство. Видавництво Грамота 2006. – 319 с.

17. Вимоги охорони праці під час виконання технологічних процесів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0513-14#Text>