

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
АПАРАТУРИ

КУРСОВА РОБОТА

З дисципліни: «Електронна компонентна база радіоелектронної апаратури»

На тему: «Детектор руху на 555 таймері»

Студент 2 курсу групи ДК-91

Напрямок підготовки: Телекомунікації
та радіотехніка

Котеленець Ю.С.

Керівник:

Доцент к.т.н. Короткий Є.В.

Національна оцінка: _____

Кількість балів: ____ Оцінка ECTS ____

Члени комісії: _____ доцент, к.т.н. Короткий Є.В.
(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Київ

2021

ЗМІСТ:

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1.....	4
1.1. Принцип роботи схеми детектору руху на NE555.....	4
1.2. Принцип роботи NE555.....	5
1.3. Режими NE555.....	7
1.4. Принцип роботи NE555 в режимі мультівібратора.....	8
РОЗДІЛ 2.....	13
1.1. Визначення струмів, напруг на елементах.....	13
РОЗДІЛ 3.....	14

ВСТУП

Метою даної роботи є дослідження детектору руху на 555 таймері та його характеристики.

Детектор руху використовується не тільки як сигналізація про вторгнення, але також використовується у багатьох додатках, таких як система автоматизації будинку, система енергоефективності тощо. Детектор руху буде виявляти рух людей або предметів і давати відповідний вихід відповідно до схеми.

В даній роботі я розгляну просту схему детектору, яка використовує ІЧ-датчик для передачі сигналу ІЧ-променя та фототранзистор для прийому цього променя.

Результатом буде звуковий сигнал, якщо світло не буде потрапляти на приймач, тобто, якщо детектор зафіксує щось між передавачем і приймачем. Якщо ж між передавачем і приймачем нічого не має то звукового сигналу не буде.

РОЗДІЛ 1

Вибір та дослідження принципової схеми приладу

1.1. Принцип роботи схеми детектору руху на NE555

Нашим завданням є створення пристрою, який буде детектувати рух об'єктів в певній зоні. Для створення такого приладу було обрано варіант з схемою випромінювача інфрачервоного світла та приймачем. Випромінювач працює на аналоговій інтегральній схемі NE555, котра в свою чергу працює в режимі мультивібратора, тобто генерує періодичні прямокутні імпульси. Тривалість імпульсів залежить від резисторів R1, R2 та конденсатора C1. На вихід таймера послідовно підключені резистор, що задає струм через світлодіод та ІЧ світлодіод. Схема приймача аналогічна до схеми випромінювача, але на виході замість резистора і ІЧ світлодіода має конденсатор та динамік, а до подільника напруги паралельно підключений фототранзистор.

Випромінювач утворює на виході прямокутні сигнали, які подаються на ІЧ-діод, тобто змушує його мерехтіти. А схема приймача повторює той же процес, але сигнал на виході перетворюється в звук, завдяки динаміку.

Щоб отримати звуковий сигнал тільки при пририванні ІЧ проміню, створеного випромінювачем, до подільника напруги приймача підключається фототранзистор, який у якості бази має фотоелемент, котрий при опроміненні дозволить протікати струму між емітером і колектором. Коли фототранзистор буде відкритий, напруга на виводі Threshold стане більшою за $2/3$ від напруги V_{cc} і на виході приймача встановиться напруга низького рівню. При блокуванні ІЧ випромінювання фототранзистор закриється, струм через нього протікати перестане і схема знову почне генерувати прямокутні сигнали на виході таймера.

Нижче наведена схема випромінювача та приймача детектору руху на 555 таймері, відповідно рис.1.1 та рис.1.2.

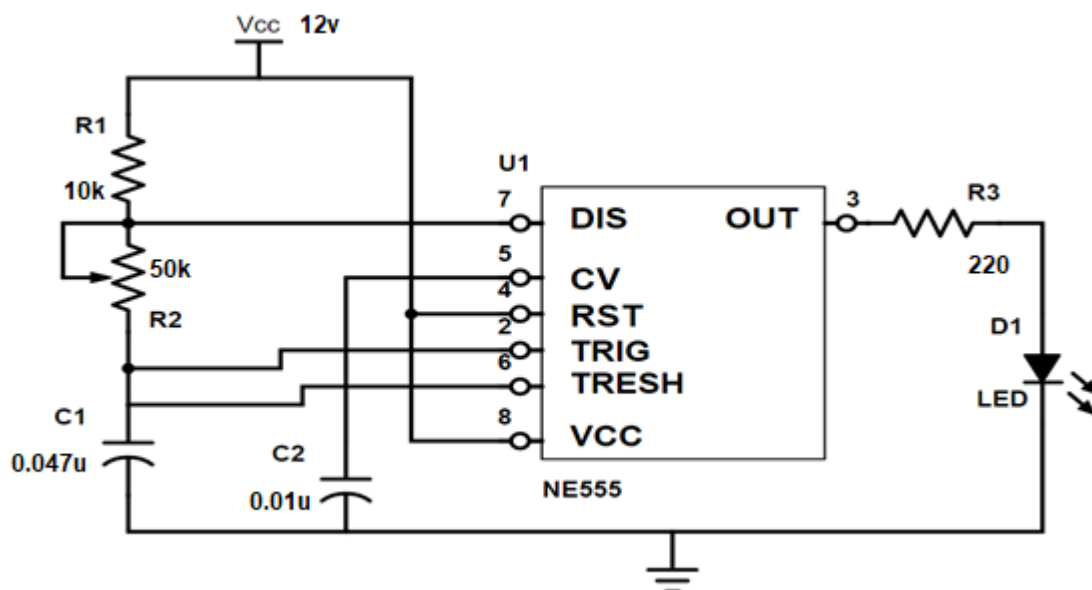


Рис.1.1. Принципова схема випромінювача

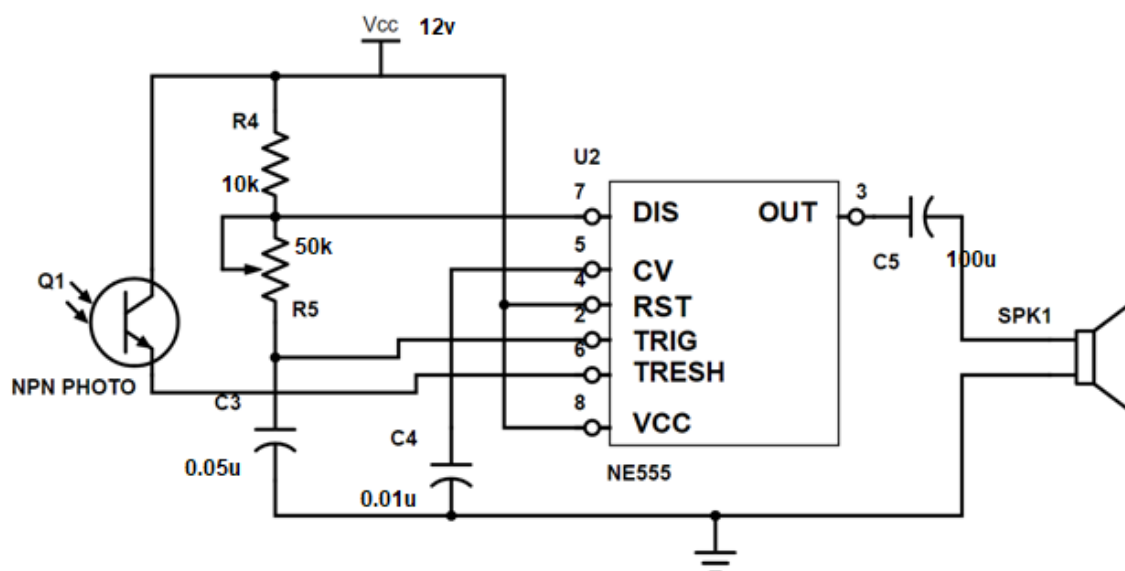


Рис.1.2. Принципова схема приймача

1.2. Принцип роботи NE555

Мікросхема NE555 – інтегральна схема, яка є пристроєм, що може формувати імпульси, як одиночні так і повторювальні, які мають стабільну характеристику в часі. На рис.1.3. наведена принципова схема таймера.

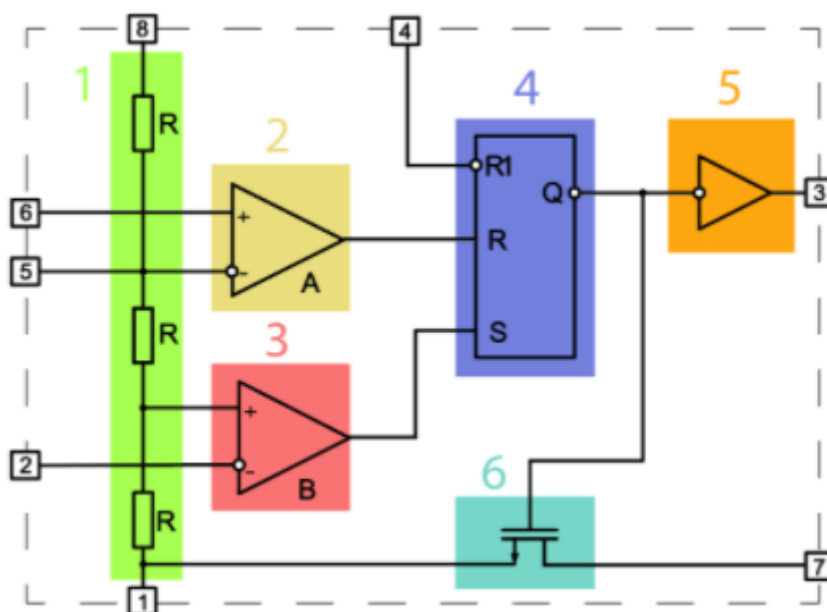


Рис.1.3. Принципова схема NE555

Умовно мікросхема NE555 складається з шести функціональних блоків:

- дільник напруги (1);
- два компаратора (2 і 3);
- RS-тригер (4);
- інвертується підсилювач потужності (5);
- транзистор з відкритим колектором на виході (6).

На вході знаходиться резистивний дільник напруги (1), який формує дві опорні напруги для компараторів (2 і 3). Вихідні контакти компараторів надходять на RS-тригер (4) з зовнішнім виводом для скидання, а потім на підсилювач потужності (5). Останнім вузлом є транзистор з відкритим колектором (6), який може виконувати кілька функцій, в залежності від поставленого завдання.

В таблиці 1 розглянемо всі 8 виходів схеми.

Таблиця 1.1. Призначення виводів NE555

№	Призначення
1	GND – земля
2	TRIG – запуск
3	OUT – вихід
4	RESET – скидання
5	CONT – контроль

6	THRES – зупинка
7	DISCH – розрядження
8	V _{cc} – живлення

1.3. Режими NE555

Таймер має декілька режимів роботи, а саме:

- Моностабільний режим (одновібратор) – в цьому режимі таймер виступає, як генератор «одиначних» імпульсів, тобто потрібно подавати сигнал низького рівня на другий вивід, тоді на 3-ому, ми отримаємо сигнал високого рівня. Рис. 1.4.

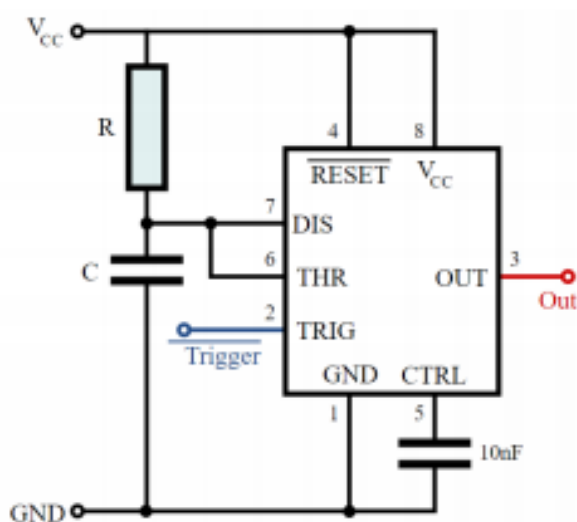


Рис.1.4. Схема моностабільного режиму 555 таймера

- Астабільний режим (мультивібратор) – в цьому режимі таймер видає безперервний потім прямокутних імпульсів, з певною частотою, яка залежить від значень резисторів R1, R2 та конденсатора C. Рис.1.5.

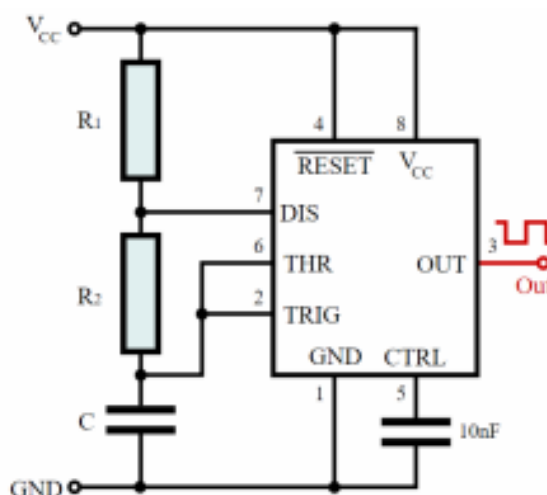


Рис.1.5. Астабільний режим 555 таймера

- Бістабільний режим (тригер Шмітта) – у цьому режимі таймер працює, як тригер.

1.4. Принцип роботи NE555 в режимі мултивібратора

Мултивібратор представляє собою генератор періодичних імпульсів прямокутної форми із заданою амплітудою, та певною тривалістю або частотою, залежно від поставленого завдання. Його відмінність від одновібратора полягає у відсутності потреби зовнішнього впливу, для нормального функціонування пристрою. Схема працює наступним чином. У момент подачі живлення конденсатор C_1 розряджений, що переводить вихід таймера в стан високого рівня. Потім C_1 починає заряджатися, набираючи ємність до верхнього граничного значення $2/3 V_{cc}$.

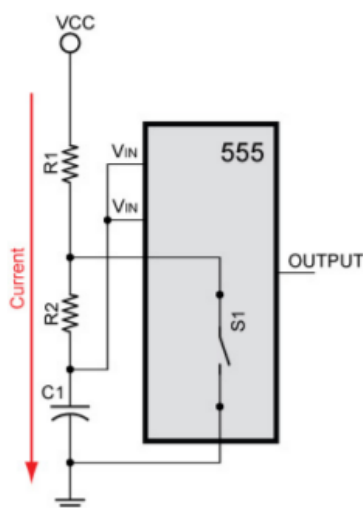


Рис. 1.6. Заряд конденсатору через резистори R_1 та R_2

Доки конденсатор C_1 заряджається через резистори R_1 та R_2 , таймер діє як відкритий перемикач. Під час заряджання конденсатора, вихід таймера знаходиться в стані високого рівня. Оскільки у момент подачі живлення конденсатор C_1 розряджений, то з'єднані виводи TRIG та THRES мають нульову напругу.

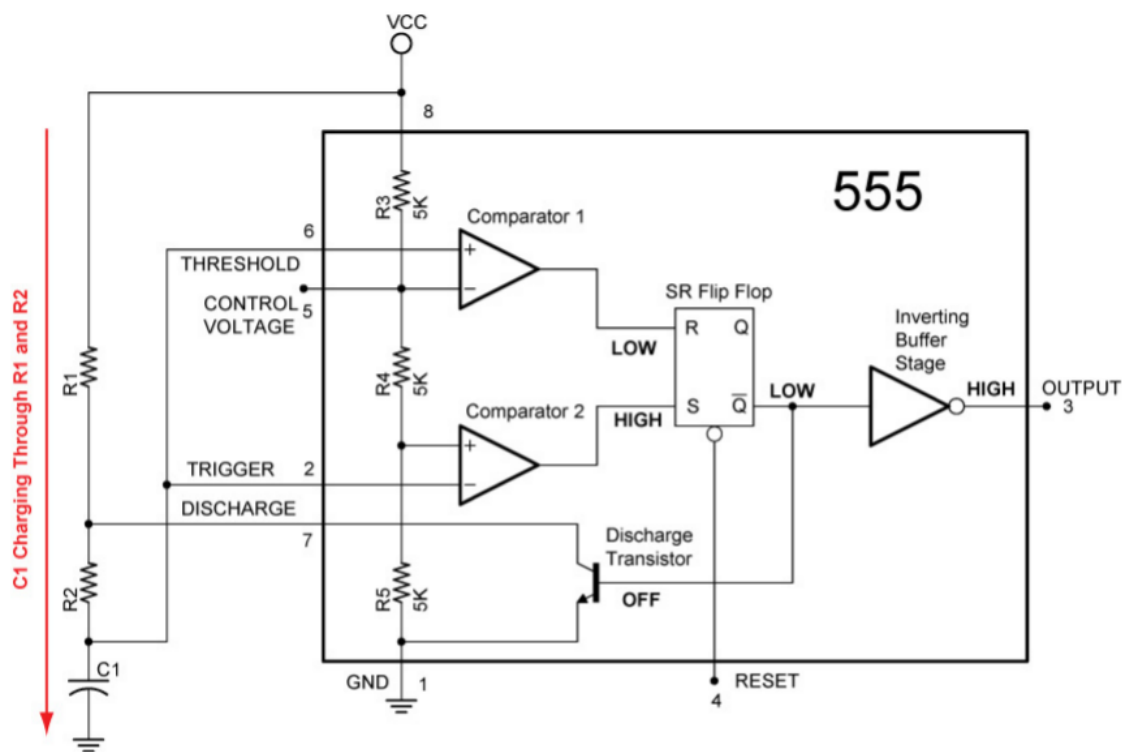


Рис. 1.7. Заряд конденсатору через резистори R_1 та R_2

Отже, доки конденсатор заряджається виводи TRIG та THRES мають напругу меншу за $2/3 V_{CC}$, вихід першого компаратора буде приймати низький рівень, оскільки на інвертуючому вході напруга буде більшою ($V_{IN} < 2/3 V_{CC}$), а вихід другого компаратора буду приймати високий рівень доки напруга на TRIG не стане більшою за $1/3 V_{CC}$ ($V_{IN} < 1/3 V_{CC}$).

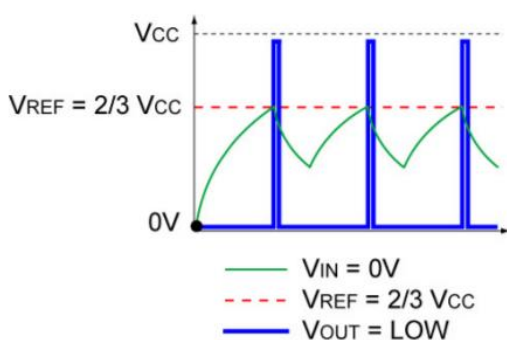


Рис. 1.8. Низький рівень на виході верхнього компаратора

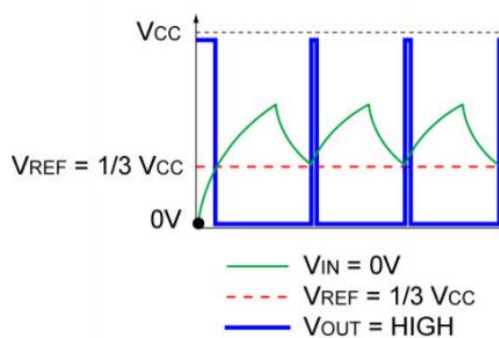


Рис. 1.9. Високий рівень на виході нижнього компаратора

Досягнувши порога тригер перемикається, і на виході з'являється низький рівень сигналу. Починається процес розряду конденсатора, який триває до нижнього порогового значення $1/3 V_{cc}$.

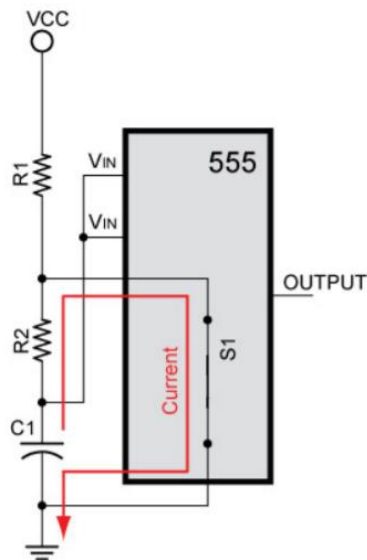


Рис. 1.10. Розряд конденсатору через резистор R_2

Коли напруга на конденсаторі досягає значення в $2/3 V_{cc}$, таймер спрацьовує як електронний перемикач і замикає конденсатор C_1 та резистор R_2 на землю. Конденсатор починає розряджатися тільки через резистор R_2 . Доки конденсатор розряджається вихід таймера перебуває у стані низького рівня.

Таблиця 1.2 Таблиця істинності перемикача Flip-Flop

SR Flip-Flop Truth Table			
Inputs		Outputs	
S	R	Q	\bar{Q}
0	0	No Change	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Undefined	

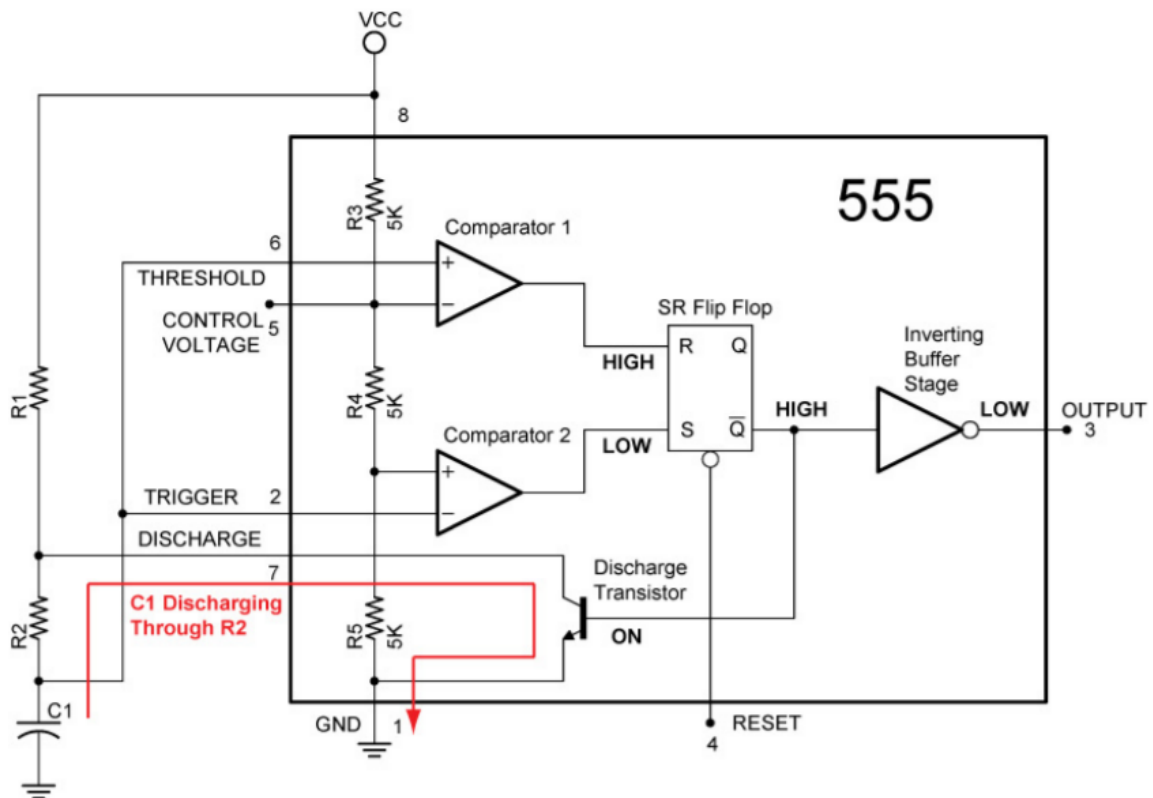


Рис. 1.11. Розряд конденсатору через резистор R_2

Розряд конденсатора призводить до зміни виходу верхнього компаратора на низький рівень. Доки конденсатор не розрядиться до напруги $1/3 V_{CC}$ стан виходу тригера не зміниться. При розряді до напруги $1/3 V_{CC}$ на виході другого компаратора встановиться високий рівень, що призведе до перемикання виходу SR Flip Flop в низький рівень, що в свою чергу призведе до вимкнення розрядного транзистору.

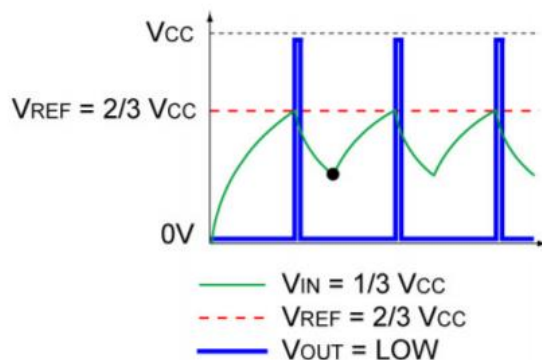


Рис. 1.12. Низький рівень на виході верхнього компаратора

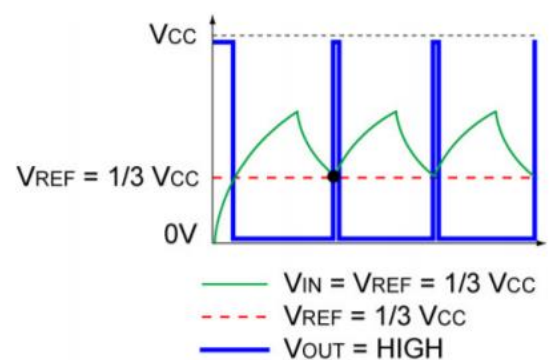


Рис. 1.13. Високий рівень на виході нижнього компаратора

Отже при досягненні рівня $1/3 V_{CC}$ відбувається зворотне перемикання, і на виході таймера встановлюється високий рівень сигналу. В результаті схема переходить в автоколивальний режим. Таким чином таймер буде повторювати цикл заряду/розряду між $1/3 V_{CC}$ та $2/3 V_{CC}$ виробляючи вихідну періодичну квадратну хвилю.

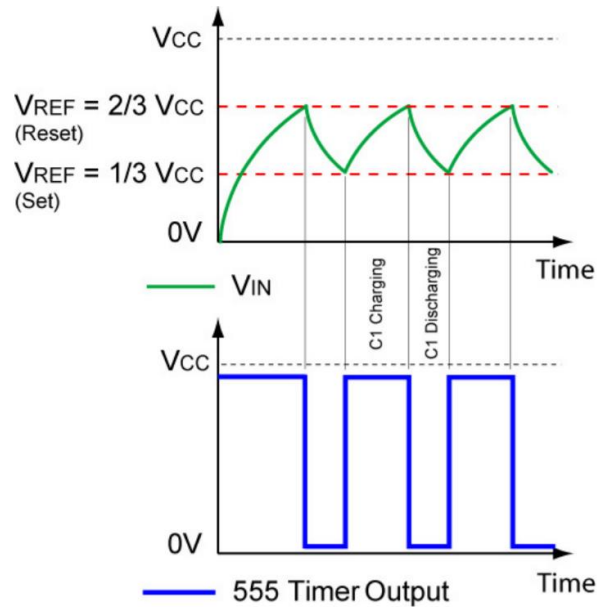


Рис. 1.14. Зв'язок між вхідною напругою V_{IN} та виходом таймера

РОЗДІЛ 2

Визначення характеристик, необхідних для вибору компонентів схеми

2.1. Визначення струмів і напруг

За допомогою симуляції в LTspice я визначу струми та напруги.

На рис. 2.1 зображена принципова схема в симуляції.

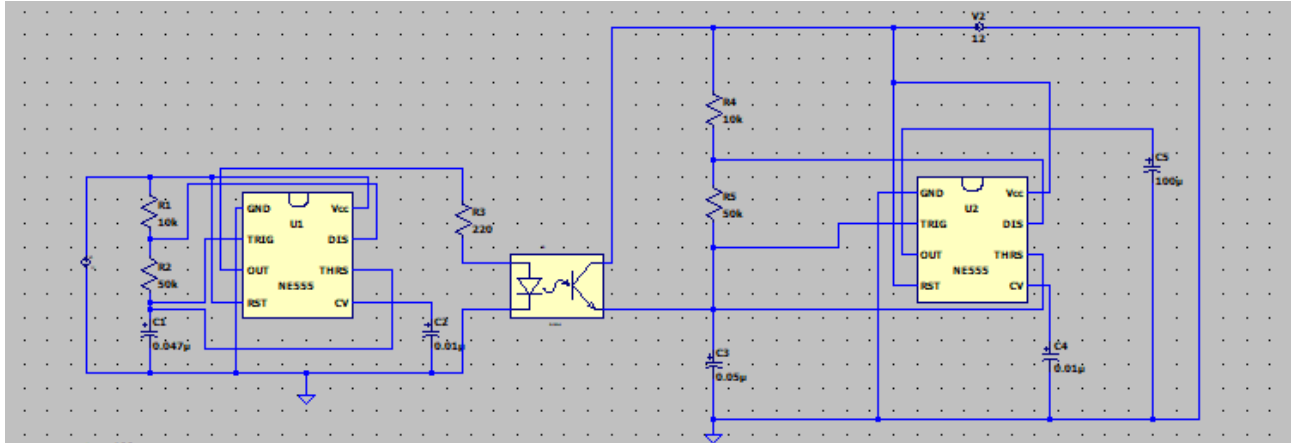


Рис. 2.1 Принципова схема в LTspice

Результати:

Елемент	Номінальне значення	I, мА	U, В
V1	12 В	5	11.99
V2	12 В	5	12
R1	10 кОм	1.19	11.99
R2	50 кОм	0.132	6.6
R3	220 Ом	46.8	10.3
R4	10 кОм	1.19	11.99
R5	50 кОм	0.125	6.29
C1	0.047 мкФ	0.13	7.92
C2	0.01 мкФ	$4 \cdot 10^{-14}$	8
C3	0.05 мкФ	40.48	11.96
C4	0.01 мкФ	$2.5 \cdot 10^{-13}$	8
C5	100 мкФ	$2.12 \cdot 10^{-12}$	11.99

Посилання на принципову схему детектора в симуляторі LTspice та Altium Designer, яка розміщена в середовищі github:

<https://github.com/juliakotelenets/course-work/tree/main/schematic>

РОЗДІЛ 3

Вибір електронних компонентів

Елементи для випромінювача:

<i>Поз. Познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна</i>
	<u>Конденсатори</u>		
C1	SMD-0603-50B-0.047мкФ, +/-20%, Y5V	1	\$0.13
C2	SMD-1206-50B-0.01мкФ, +/-10%, X7R	1	\$0.21
	<u>Мікросхеми</u>		
U1	NE555	1	\$0.47
	<u>Резистори</u>		
R1	SMD 0805-10 кОм, +/-5%	1	\$0.10
R2	SMD 3590S-2-503L 0-50 кОм, +/-5%	1	\$18.54
R3	SMD 0805-220 Ом, +/-1%	1	\$0.38
	<u>Діоди</u>		
D1	SFH 4555	1	\$0.81
			\$20.64

Елементи для приймача:

<i>Поз. Познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна</i>
	<u>Конденсатори</u>		
C3	SMD-0805-50B-0.05мкФ, +/-10%, X7R	1	\$0.19
C4	SMD-1206-50B-0.01мкФ, +/-10%, X7R	1	\$0.21
C5	SMD-1210-16B-100мкФ, +/-20%, X5R	1	\$1.87
	<u>Мікросхеми</u>		
U2	NE555	1	\$0.47
	<u>Транзистори</u>		
Q1	SFH309FA, 3mm, 380-880 нМ	1	\$0.64
	<u>Резистори</u>		

R4	SMD 0805-10кОм, +/-5%	1	\$0.10
R5	SMD 3590S-2-503L 0-50кОм, +/-5%	1	\$18.54
			\$22.02

SMD-0603-50B-0.047мкФ, +/-20%, X7R

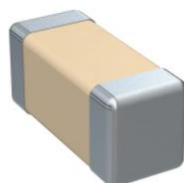


Рис.3.1. Зображення елемента

Digi-Key Part Number 399-14294-2-ND - Tape & Reel (TR)
 399-14294-1-ND - Cut Tape (CT)
 399-14294-6-ND - Digi-Reel®

Тип конденсатора: керамічний

Ємність: 0.047 мкФ

Напруга – Номінальний: 50 В

Допуск: +/-20%

Температурний коефіцієнт: X7R

Тип установки: поверхневий монтаж

Робоча температура: від -55°C ~ 125 °C

Область застосування: загального призначення

Упаковка/блок: 0603 (1608 метрична система)

Розмір: 0.063 «L * 0.031» W (1.60 мм * 0.80 мм)

Товщина (макс.): 0.034 (0.87 мм)

SMD-1206-50B-0.01мкФ, +/-10%, X7R

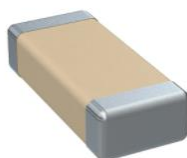


Рис.3.2. Зображення елемента

Digi-Key Part Number 399-17657-2-ND - Tape & Reel (TR)
 399-17657-1-ND - Cut Tape (CT)

399-17657-6-ND - Digi-Reel®

Тип конденсатора: керамічний

Ємність: 0.01 мкФ

Робоча напруга: 50 В

Температурний коефіцієнт: X7R

Похибка: +/-10%

Корпус: 1206 (3216 метрична система)

Монтаж: SMD

Робоча температура: від -55°C ~ 125 °C

Розмір: 0.126 «L*0.063» W(3.20 мм*1.60 мм)

SMD-1210-16B-100мкФ, +/-20%, X5R



Рис.3.5. Зображення елемента

Digi-Key Part Number 587-5426-2-ND - Tape & Reel (TR)
 587-5426-1-ND - Cut Tape (CT)
 587-5426-6-ND - Digi-Reel®

Тип конденсатора: керамічний

Ємність: 100 мкФ

Робоча напруга: 16 В

Температурний коефіцієнт: X5R

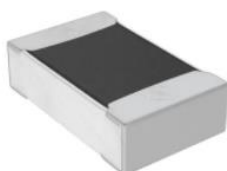
Похибка: +/-20%

Робоча температура: від -55°C ~ 125 °C

Корпус: 1210 (3225 метрична система)

Розмір: 0.126 «L*0.098»W (3.20 мм*2.50 мм)

SMD-0805-10кОм, +/-5%



749-1727-1-ND - Cut Tape (CT)
749-1727-6-ND - Digi-Reel®

Опір: 220 Ом

Похибка: +/-1%

Потужність: 0.2 Вт

Робоча температура: від -55°C ~ 125 °C

Корпус: 0805 (2012 метрична система)

Розмір: 0.079 «Д*0.049» Ш(2.00 мм*1.25 мм)

SMD-0805-50B-0.05мкФ, +/-10%, X7R

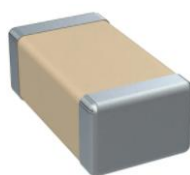


Рис.3.7. Зображення елемента

Digi-Key Part Number

399-8107-2-ND - Tape & Reel (TR)

399-8107-1-ND - Cut Tape (CT)

399-8107-6-ND - Digi-Reel®

Ємність: 0.056 мкФ

Робоча напруга: 50 В

Похибка: +/-10%

Робоча температура: від -55°C ~ 125 °C

Корпус: 0805 (2012 метрична система)

Розмір: 0.079 «L*0.049» W(2.00 мм*1.25 мм)

SFH309F



Рис.3.8. Зображення елемента

Digi-Key Part Number

475-3557-ND

Тип фотоелемента: фототранзистор

Довжина хвилі: 900 нм

Кут огляду: 24°

Робоча температура: -40°C ~ 100°C

Напруга колектор-емітер: 35 В

Струм – колектор: 15 мА

Потужність: 165 мВт

SFH 4555



Рис.3.9. Зображення елемента

Digi-Key Part Number 475-3023-ND

Тип: інфрачервоний (ІЧ)

Робоча температура: -40°C ~ 100°C

Напруга: 1.5 В

Довжина хвилі: 860 нм

Кут огляду: 10°

Посилання на бібліотеку компонентів та BOM файл, згенерований в Altium Designer:

<https://github.com/juliakotelenets/course-work/tree/main/components>

Щоб створити бібліотеку компонентів, спочатку потрібно прив'язати обраний елемент на digikey, а після намалювати графічне позначення елемента. При цьому вписати позначення, наприклад R1 і т.д. та додати коментар, в якому написати ємність чи опір елементів, в залежності від того, який елемент ви створюєте.