

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни
на тему:

Аналогова електроніка
Парктронік на світлодіодах

Студента 2 курсу групи ДК-61

Напряму підготовки: Телекомунікації та
радіотехніка

Горюнова І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

доцент, к.т.н. Короткий Є.В.

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

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 - 2018 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	3
СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
РОЗДІЛ 1.....	5
1.1.Опис використаних мікросхем	5
1.2. Вибір та дослідження конструкції передавача	7
1.3.Вибір та дослідження приймача	8
РОЗДІЛ 2.....	10
Математичне обґрунтування деяких вузлів схеми.....	10
РОЗДІЛ 3.....	14
3.1. Моделювання роботи передавача.....	14
3.2. Моделювання роботи приймача	14
РОЗДІЛ 4.....	17
4.1.Створення передатчику.....	17
4.2. Розробка приймача	17
4.3.Порівняння результатів з симуляції	18
4.4. Порівняння роботи робочого прототипу і теоретичних розрахунків	19
ВИСНОВОК	21
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	22

ВСТУП

Паркувальний радар (парктронік) - допоміжна система безконтактних датчиків, опціонально встановлюється на автомобілях для полегшення маневрування при парковці. Вона попереджає водія про наближення до перешкоди в сліпій зоні автомобіля.

Існує безліч різновидів паркувальних систем, що розрізняються, в основному, кількістю і розташуванням ультразвукових датчиків-випромінювачів. Найпростіші системи використовують два датчики, що встановлюються на задній бампер автомобіля. Система активується при включенні водієм передачі заднього ходу. Найпоширеніші аналогічні системи використовують 4 датчики, розташовані на задньому бампері на відстані 30-40 см один від одного. Таке розташування датчиків дозволяє виключити появу «мертвих зон». У складніших системах 2 або 4 датчика встановлюються на передній бампер.

Але у моїй схемі замість ультразвукових датчиків будуть стояти ІЧ світло та фото діод. Тож, метою даної роботи є створення приладу, що придатний для визначення критичної відстані між датчиком і певною перешкодою. Перший світлодіод повинен спрацьовувати на відстані 30см, другий на 10см, а третій на 5см. Парктронік має використовувати чутливий приймач ІЧ променів для коректної роботи (у моєму випадку іч фотодіод). Робота пристрою має супроводжуватися світловою індикацією при наближенні або віддаленні датчика від перешкоди.

Для досягнення поставлених цілей необхідно:

1. Розробити принципову схему пристрою з урахування заданих параметрів.
2. Провести математичне обґрунтування певних вузлів схеми.
3. Провести моделювання роботи у SPICE-системі.
4. Створити робочий прототип пристрою.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ІЧ-промінь

Інфрочервоний промінь

ОП

Операційний підсилювач

SPICE

Simulation Programs with
Integrated Circuit Emphasis

РОЗДІЛ 1

Розробка принципової схеми приладу

1.1.Опис використаних мікросхем

1)Внутрішня будова NE555 рис.1.1.

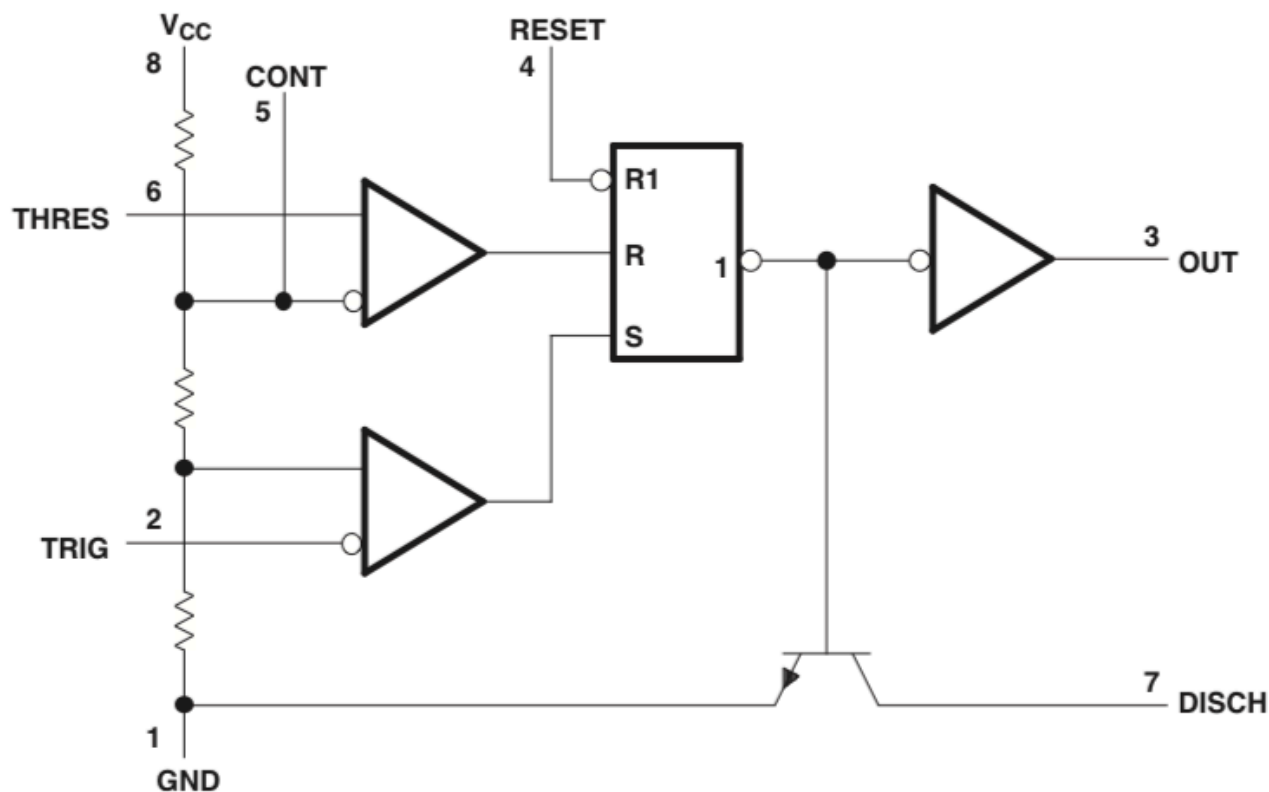


Рис. 1.1. Будова NE555.

1.GND. Вивід, який підключається до мінуса живлення.

2.Trigger. Вхід нижнього компаратора. При подачі на цей вхід сигналу низького рівня (не більше $1/3 V_{жив}$) таймер запускається і на виході встановлюється напруга високого рівня на час, який визначається зовнішнім опором R ($R_1 + R_2$,рис. 1.3.) і конденсатором C - це так званий режим моностабільний мультивибратора.

3.OUT,вихід схеми.

4.RESET. При подачі на цей вивід напруги низького рівня (не більше 0,7 В) відбувається скидання виходу в стан низького рівня не залежно від того, в якому режимі знаходиться таймер на даний момент.

5.CONTROL VOLTAGE. Цей вивід дозволяє отримати доступ до опорної напруги верхнього компаратора, що дорівнює $2/3V_{жив}$. Зазвичай, цей вивід не використовується.

6.THRESHOLD. Цей вивід є одним з входів верхнього компаратора. Він використовується як такий собі антипод виводу 2. Тобто використовується для зупинки таймера і приведення виходу в стан низького рівня.

7.DISCHARGE. Цей вивід приєднаний до колектора транзистора, емітер якого з'єднаний з землею. Таким чином, при відкритому транзисторі конденсатор C1(рис.1.3.) розряджається через перехід колектор-емітер і залишається в розрядженому стані поки не закриється транзистор. Транзистор відкритий, коли на виході мікросхеми низький рівень і закритий, коли вихід активний, тобто на ньому високий рівень.

8.+Vcc.Вивід для живлення.

2) Мікросхема Lm324 рис. 1.2.

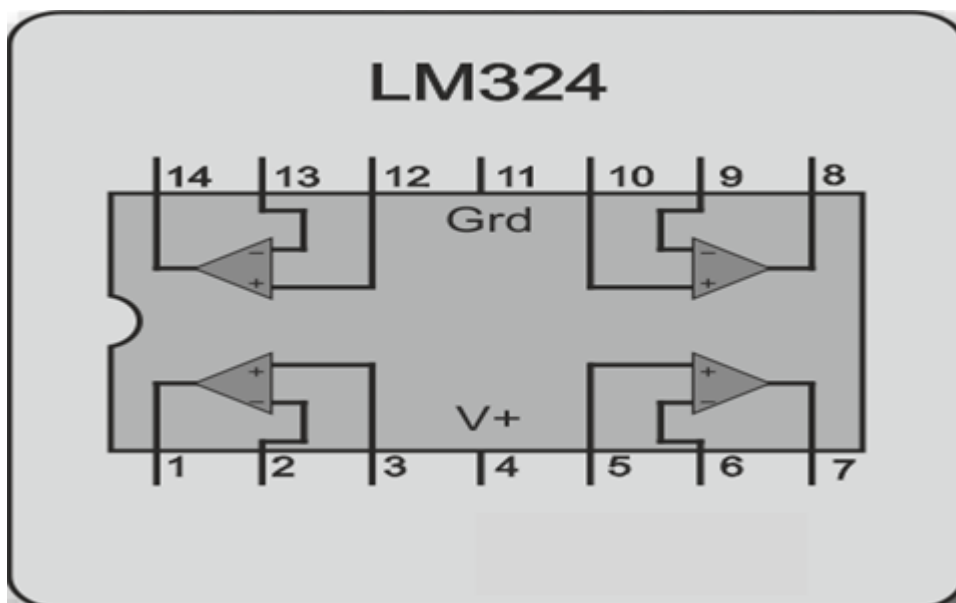


Рис.1.2. Мікросхема Lm324.

Мікросхеми серії LM124, LM224 і LM324 складаються з чотирьох операційних підсилювачів з високим коефіцієнтом посилення, які працюють від одного джерела живлення. Областю їх застосування є підсилювачі-перетворювачі, підсилювачі та всі звичайні схеми застосування ОП, які можна підключити до одного джерела живлення.

Особливості мікросхеми:

- Широка смуга пропускання: 1.3 МГц
- Велике посилення по постійному струму: 100 дБ
- Широкий діапазон напруги живлення:
- Для однополярного живлення: від +3 В до +30 В
- Для двополярного живлення: від ± 1.5 В до ± 15 В
- Діапазон синфазного напруги включає землю
- Велика амплітуда вихідної напруги: від 0 В до VCC -1.5 В
- Вихідна потужність підходить для роботи від батареї.

1.2. Вибір та дослідження конструкції передавача

В якості компонента для передавання сигналу був використаний ІЧ світлодіод. Сам передавач побудований на базі 555 таймера.

На вихід Vcc(8) подається живлення з джерела напруги.

На виходи Discharge(7), Threshold(6), Trigger(2) – сигнал подається через подільник напруги.

З виходу Output(3) послідовно з резистором з'єднаний ІЧ діод який випромінює ІЧ імпульси які передаються після відбивання від перешкоди на приймач (розрахунок імпульсів проведений у РОЗДІЛ 2).

На вихід Reset(4) сигнал також подається напряму з джерела напруги.

До виходу Control Voltage(5) нічого не подається.

До виходу GND(1) підключена земля.

Опис роботи.

У початковому стані конденсатор розряджений і на входах обох компараторів низький рівень напруги, близький до нуля. Нижній компаратор(рис. 1.1.) перемикає внутрішній тригер і встановлює на виході таймера високий рівень. Транзистор який підключений до виходу 7, закривається і конденсатор починає заряджатися через резистори R1 і R2. Коли напруга на конденсаторі досягає $2/3$ напруги живлення, верхній компаратор в свою чергу перемикає тригер і вимикає вихід таймера - напруга на виході стає близькою до нуля. Транзистор підключений до 7 виводу

відкривається і конденсатор починає розряджатися через резистор R2. Як тільки напруга на конденсаторі опуститься до $1/3$ напруги живлення, нижній компаратор знову перемкне тригер і на виході мікросхеми знову з'явиться високий рівень. Транзистор підключений до 7 виводу закриється і конденсатор знову почне заряджатися.

Таким чином мікросхема видає на виводі 3 напругу (відносно землі) близьку до напруги живлення протягом тривалості імпульсу, після чого видає напругу (відносно землі) близьке до нуля протягом тривалості паузи, далі це повторюється до тих пір поки не буде відключене живлення.

Дана схема працює як мультівібратор, тобто генерує прямокутні періодичні імпульси, період і частота яких задаються резисторами R1 та R2 і конденсатором C1, а амплітуда буде задаватися напругою живлення.

Схема передавача наведена нижче на рис.1.3.

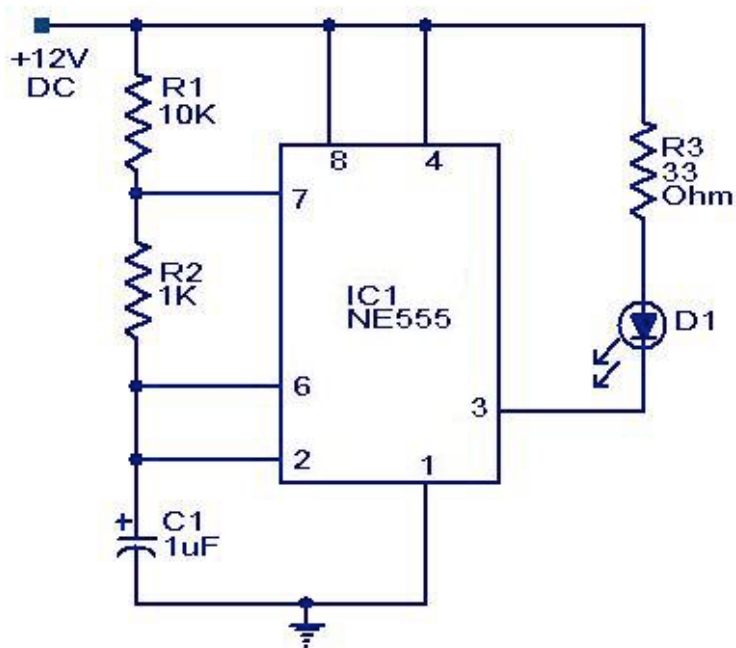


Рис. 1.3. Схема передавача.

1.3. Вибір та дослідження приймача

В якості компоненту для приймання сигналу використовується ІЧ фотодіод захищений від сонячних променів (для коректної роботи). В цілому схема приймача побудована на ОП Lm324.

Опис роботи:

Якщо на фотодіод(D2) діє якесь освітлення то фотодіод можна вважати джерелом струму,цей струм разом з резистором R4(рис.1.4.) буде задавати напругу на виході перетворювача струм-напруга(IC2a), далі постійна складова відсікається конденсатором(C3),а діод(D4) та конденсатор(C4) утворює детектор піку.Резистор R5 та R6, застосовується для компенсації падіння напруги на діоді D4.Далі входи компараторів 13,9,6 закорочені і мають таку ж напругу як і на виході детектору піку.На входах 12,10,5 встановлюється напруга відповідно до кожного вузла подільника напруги, отриманим послідовним з'єднанням резисторів R7,R8,R9,R10.Якщо напруга на мінусі компаратора переважає напругу на плюсі компаратора то на його виході буде +Vcc, якщо ж навпаки то компаратор буде видавати -Vcc(у моєму випадку буде 0V).Якщо компаратор видає +Vcc то різниця потенціалів між діодом буде менше за напругу відкриття через те, що у схемі діоди з'єднані емітерами на які подано +12V. Якщо навпаки, то різниця буде більше напруги відкриття і світлодіод загориться.

Схема приймача наведена нижче на рис.1.4.

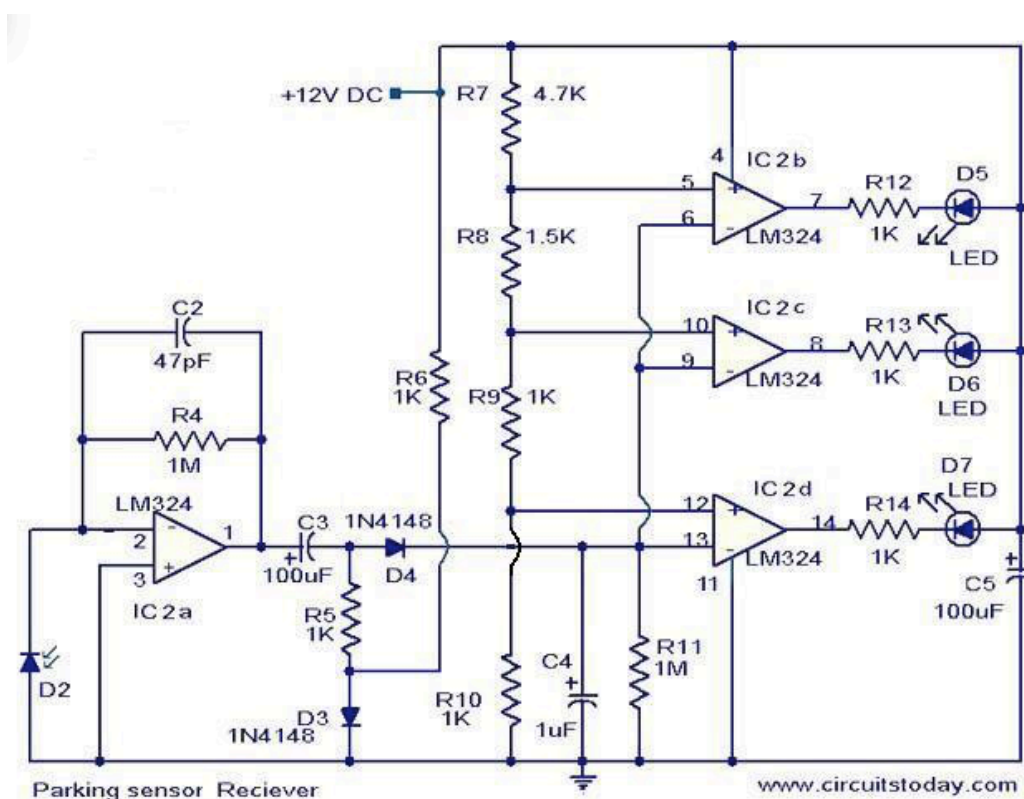


Рис. 1.4. Схема приймача.

РОЗДІЛ 2

Математичне обґрунтування деяких вузлів схеми

Одним з важливих параметрів для коректної роботи схеми є амплітуда та період сигналу який випромінює ІЧ світлодіод передавача(генератора на таймері 555).

Тож,розрахуємо тривалість імпульсу та період імпульсів за наступними параметрами:

Номінали резисторів: $R1 = 10k\Omega$, $R2 = 1k\Omega$.

Номінал конденсатора: $C1 = 1\mu F$.

Період імпульсу високого рівня буде рівним часу заряду конденсатора $C1$ від $1/3E_{вх}$ до $2/3E_{вх}$ через резистори $R1$ та $R2$.

В свою чергу період низького рівня буде рівним розряду конденсатора $C1$ від $2/3E_{вх}$ до $1/3E_{вх}$ через резистор $R2$.

Проведемо розрахунок періоду імпульсу високого рівня:

Візьмемо що $R = R1 + R2$,тоді:

Записуємо закон Ома для нашого спрощеного RC кола:

Граничні умови: $U_c(0) = 1/3E_{вх}$.

$$C * \frac{dU_c}{dt} = \frac{U_r}{R}$$

де U_c – напруга на конденсаторі $C1$,

U_r – напруга на резисторі R .

Записуємо 2 закон Кірхгофа для нашого кола:

$$U_r = E_{вх} - U_c$$

де $E_{вх}$ – вхідна напруга.

Прирівнюємо вище написані рівняння і отримуємо:

$$C * \frac{dU_c}{dt} = \frac{E_{BX} - U_c}{R}$$

$$\frac{dU_c}{E_{BX} - U_c} = \frac{dt}{R * C}$$

Робимо певні математичні перетворення і отримуємо:

$$d(E_{BX} - U_c) = dE_{BX} - dU_c = -dU_c$$

$$dU_c = -d(E_{BX} - U_c)$$

Інтегруємо наш перетворений вираз:

$$\int \frac{d(E_{BX} - U_c)}{E_{BX} - U_c} = - \int \frac{dt}{R * C}$$

Знаходимо константу у початковий момент часу:

$$\ln(E_{BX} - U_c) = -\frac{t}{R * C} + const$$

$$\ln(E_{BX} - \frac{1}{3}E_{BX}) = const$$

Обчислюємо значення часу заряду конденсатора C1:

$$\ln(E_{BX} - U_c) = -\frac{t}{R * C} + \ln(E_{BX} - \frac{1}{3}E_{BX})$$

$$t1 = -R * C * \ln \left(\frac{E_{BX} - U_c}{E_{BX} - \frac{1}{3} E_{BX}} \right)$$

Замість значення U_c і R підставляємо потрібні нам значення:

$$t1 = -(R1 + R2) * C * \ln \left(\frac{E_{BX} - \frac{2}{3} E_{BX}}{E_{BX} - \frac{1}{3} E_{BX}} \right)$$

Отримуємо кінцеву формулу:

$$t1 = 0,693 * (R1 + R2) * C$$

Отримуємо результат:

$$t1 = 0.693 * (10000 + 1000) * 0.000001 = 0,007623(c).$$

Розрахуємо період імпульсу низького рівня, що буде дорівнювати розряду конденсатора $C1$ через резистор $R2$:

Початкові умови:

$$U_c(0) = \frac{2}{3} E_{BX}$$

Рівняння Ома і Кірхгофа для цього участку:

$$I_c = I_r, \quad I_r = \frac{U_r}{R} = \frac{U_c}{R}, \quad U_r = U_c, \quad I_c = -C * \frac{dU_c}{dt}$$

$$-C * \frac{dU_c}{dt} = \frac{U_c}{R}$$

де I_c – струм через конденсатор $C1$,

I_r – струм через резистор $R2$,

U_r – напруга на резисторі $R2$,

U_c – напруга на конденсаторі $C1$.

Записуємо і вирішуємо інтегральне рівняння:

$$\int \frac{dU_c}{U_c} = - \int \frac{dt}{R * C}$$

$$\ln U_c = - \frac{t}{R * C} + const$$

Знаходимо константу через початкові умови:

$$\ln \frac{2}{3} E_{BX} = const$$

Знаходимо час розряду:

$$\ln U_c = - \frac{t}{R * C} + \ln \frac{2}{3} E_{BX}$$

де E_{BX} – напруга на конденсаторі $C1$ в початковий момент часу.

Підставляємо наші значення:

$$t_2 = -R * C * \ln \left(\frac{U_c}{\frac{2}{3} E_{BX}} \right)$$

Отримуємо кінцеву формулу:

$$t_2 = 0,693 * R * C$$

Результат:

$$t_2 = 0,693 * 1000 * 0,000001 = 0,000693(c).$$

Загальний період:

$$T = t_1 + t_2 = 0,007623 + 0,000693 = 0,008316(c). \quad (1)$$

РОЗДІЛ 3

Моделювання роботи приладу

Для того,щоб промоделювати приймач та передавач був застосований симулятор Protheus.

3.1. Моделювання роботи передавача

Схему передавача було зібрано і відтворено у симуляторі(рис. 3.1.).

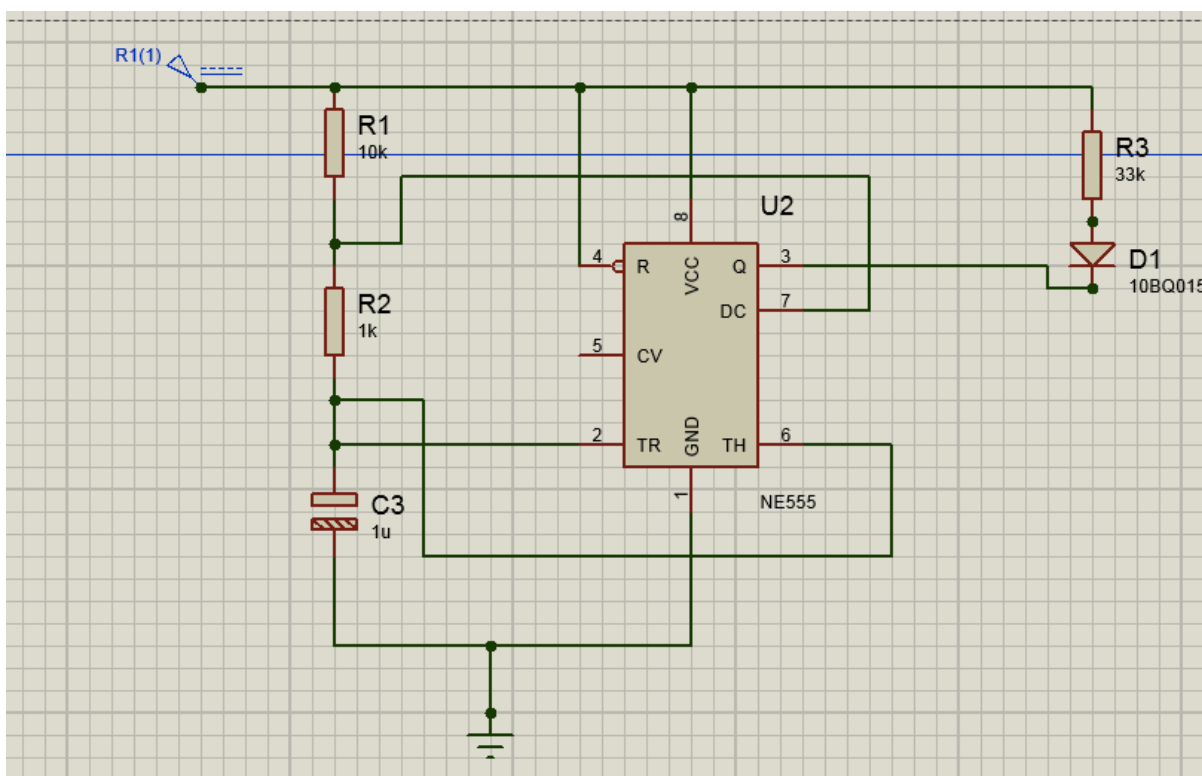


Рис. 3.1. Схема передавача у симуляторі.

У симуляторі була побудована схема передавача(рис. 3.1.) і була перевірена коректність роботи.Все працює відповідно до теорії.Про це свідчать розраховані теоретично,практично та в симуляторі значення періодів у РОЗДІЛ 2 та РОЗДІЛ 4.

3.2. Моделювання роботи приймача

Схему приймача було побудовано і відтворено у симуляорі(рис.3.2.)

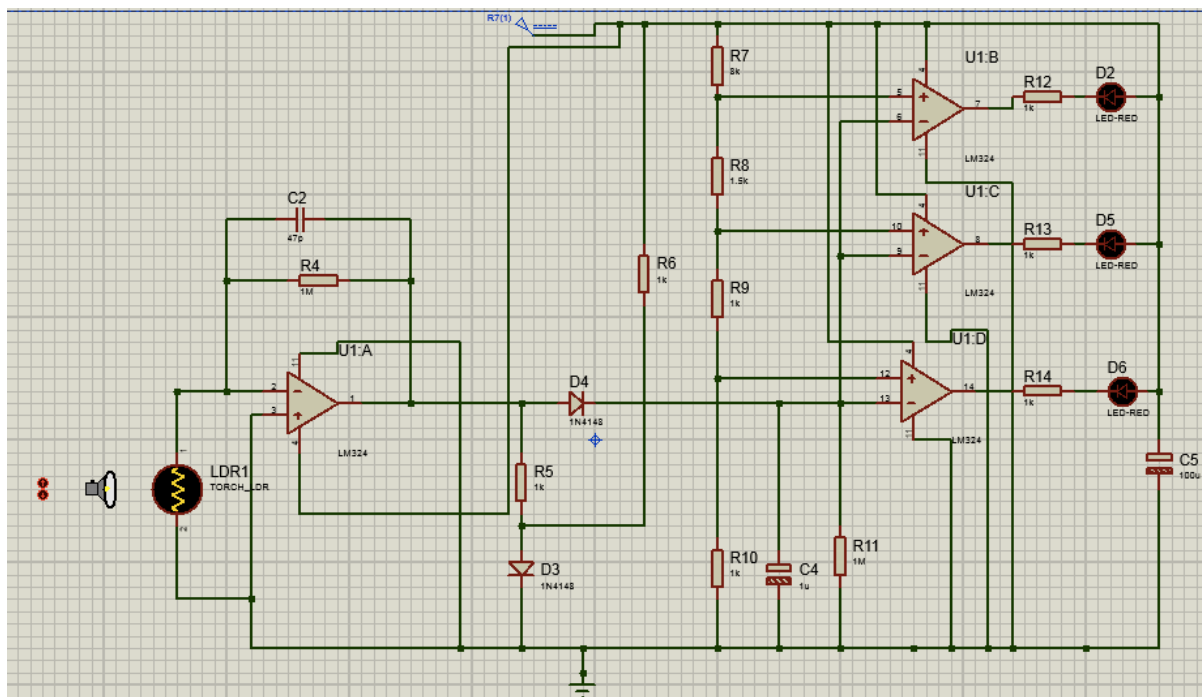


Рис. 3.2. Схема приймача у симуляторі.

В даному симуляторі не можливо еквівалентно до реального масштабу визначити точну якість роботи(залежність світіння світлодіодів від відстані до перешкоди),але можна побачити тенденцію яка вказує на коректну роботу передавача.Чим ближче ми підносимо лампу до фотодіоду(імітуємо приближення до перешкоди) тим більше світлодіодів буде загоратися на виході(від 1 до 3).Якщо лампа знаходиться на максимально далекій відстані то жоден з світлодіодів не буде світитися.Якщо ж навпаки,на максимально малій відстані - то загоряться всі 3 діоди.

Коректність роботи показана на рисунках нижче рис. 3.3. та рис.3.4.

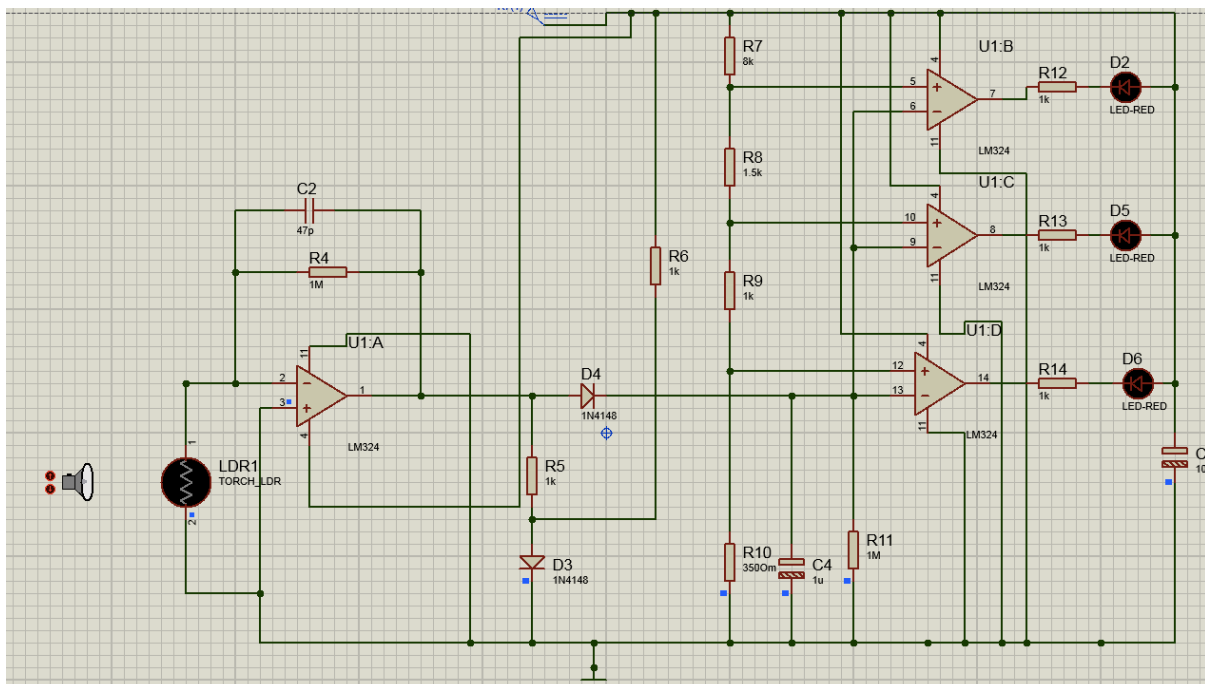


Рис. 3.3. Максимальна відстань між джерелом світла та датчиком.

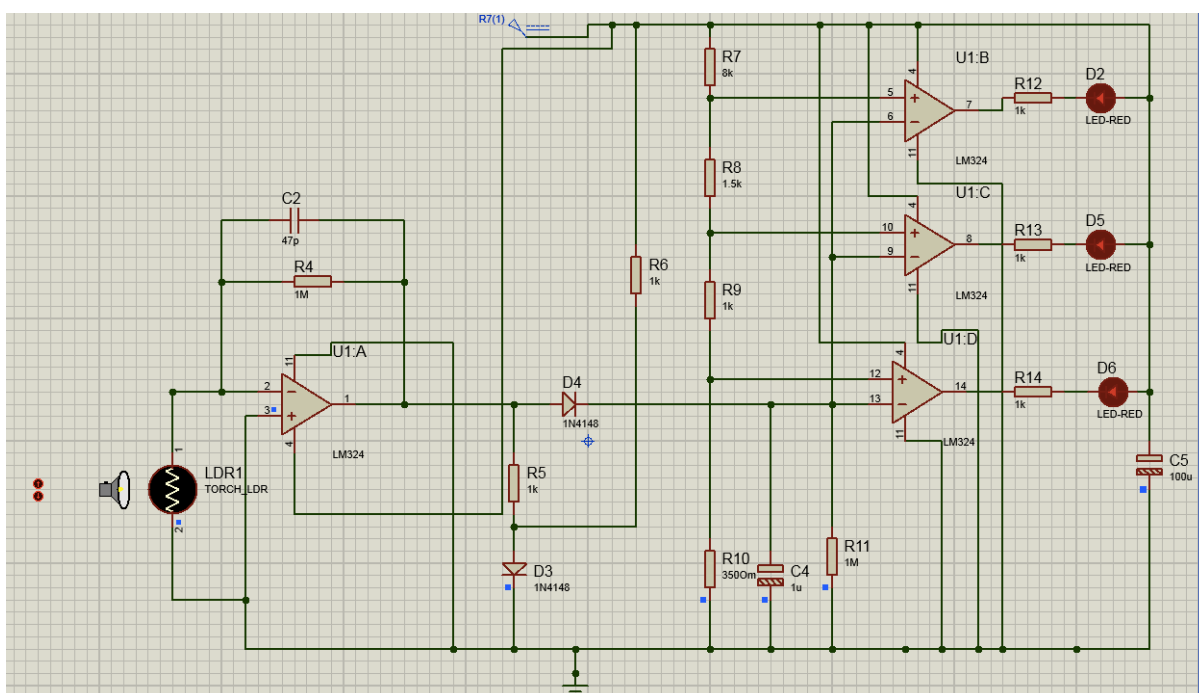


Рис. 3.4. Мінімальна відстань між джерелом світла і датчиком.

РОЗДІЛ 4

Розробка та дослідження конструкції приладу

4.1. Створення передатчика

Передатчик був зібраний на макетній платі. Зразок показаний на рис. 4.1.

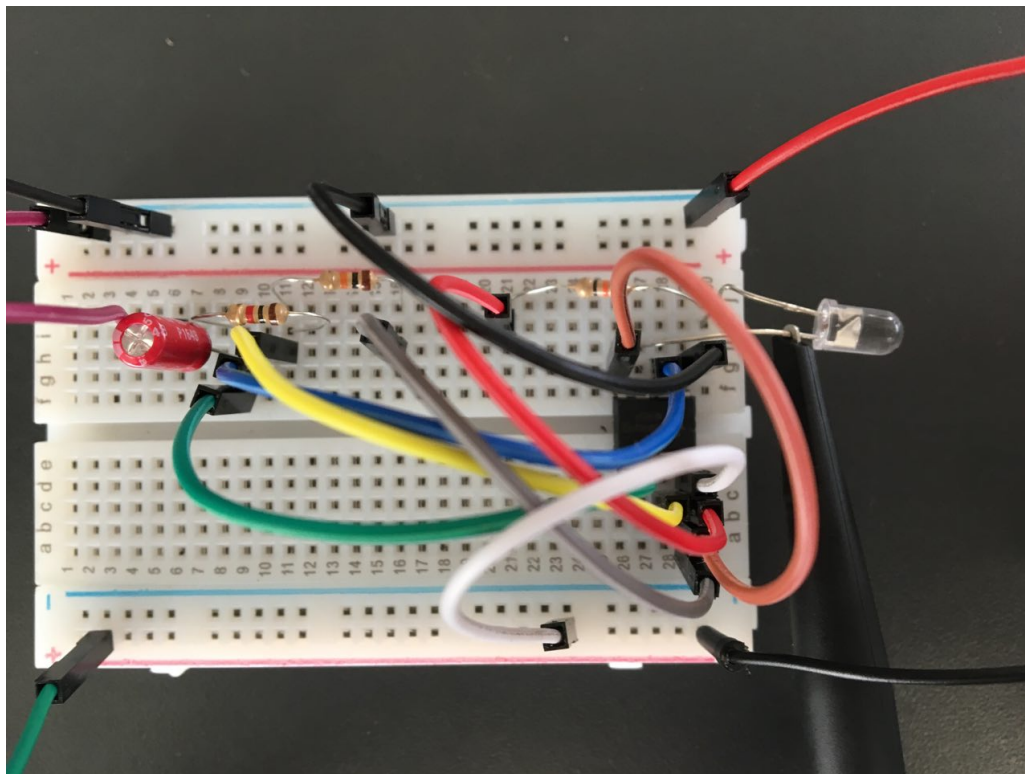


Рис. 4.1. Передавач на макетній платі.

4.2. Розробка приймача

Приймач був зібраний на макетній платі, показаний нижче на рис. 4.2.

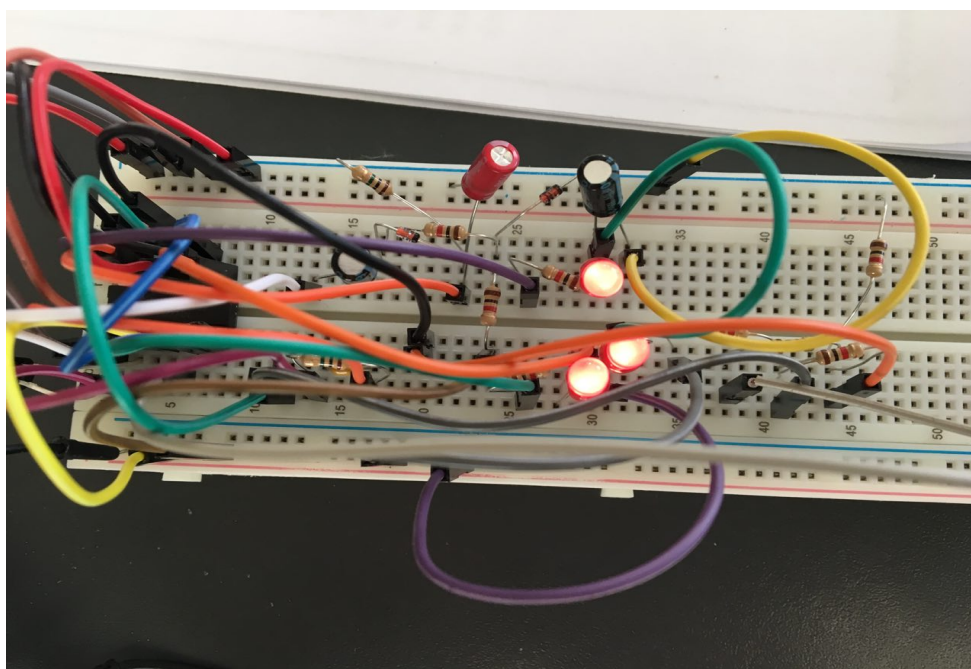


Рис. 4.2. Приймач на макетній платі.

4.3. Порівняння результатів з симуляції

Порівняємо отримані результати з симуляцією Рис. 4.3.

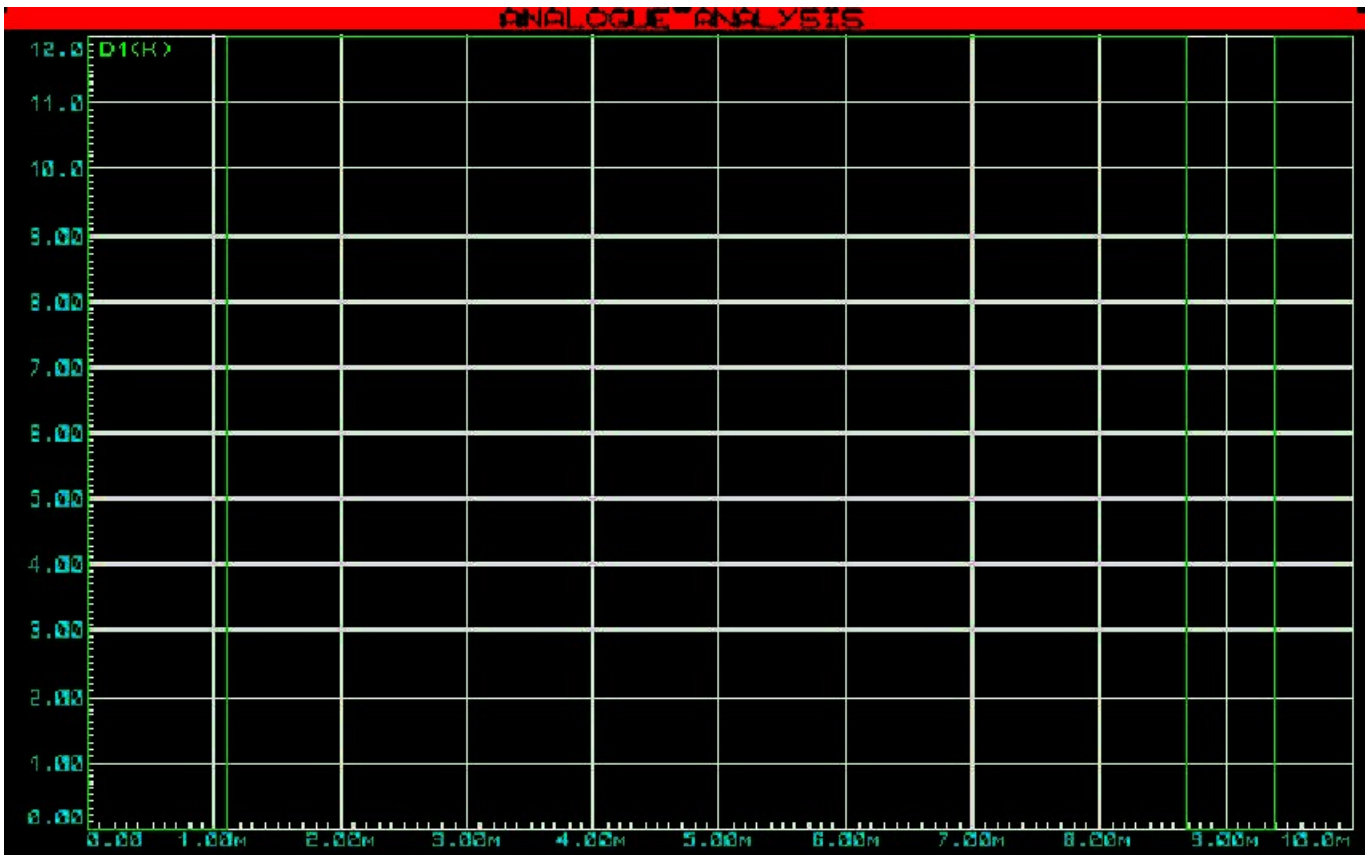


Рис. 4.3. Симуляція періоду сигналу.

Як видно з графіку час:

- $t_1 = 0,00758(c)$.
- $t_2 = 0,0007(c)$.
- $T = t_1 + t_2 = 0,00828(c)$.

Відносна похибка загального періоду T :

$$\delta = \left(\frac{T_{\text{теор}} - T_{\text{сим}}}{T_{\text{теор}}} \right) * 100\% = \frac{0,008316 - 0,00828}{0,008316} * 100\% = 0,43\%$$

де $T_{\text{теор}}$ – період розрахований теоретично(РОЗДІЛ 2, формула 1),

$T_{\text{сим}}$ – період розрахований симуляцією,

δ - відносна похибка.

4.4. Порівняння роботи робочого прототипу і теоретичних розрахунків

Розрахунок на практиці наведено нижче на рис. 4.4. та рис. 4.5. та рис. 4.6.

DSO-X 1102G, CN57126269, Sat May 26 18:22:38 2018

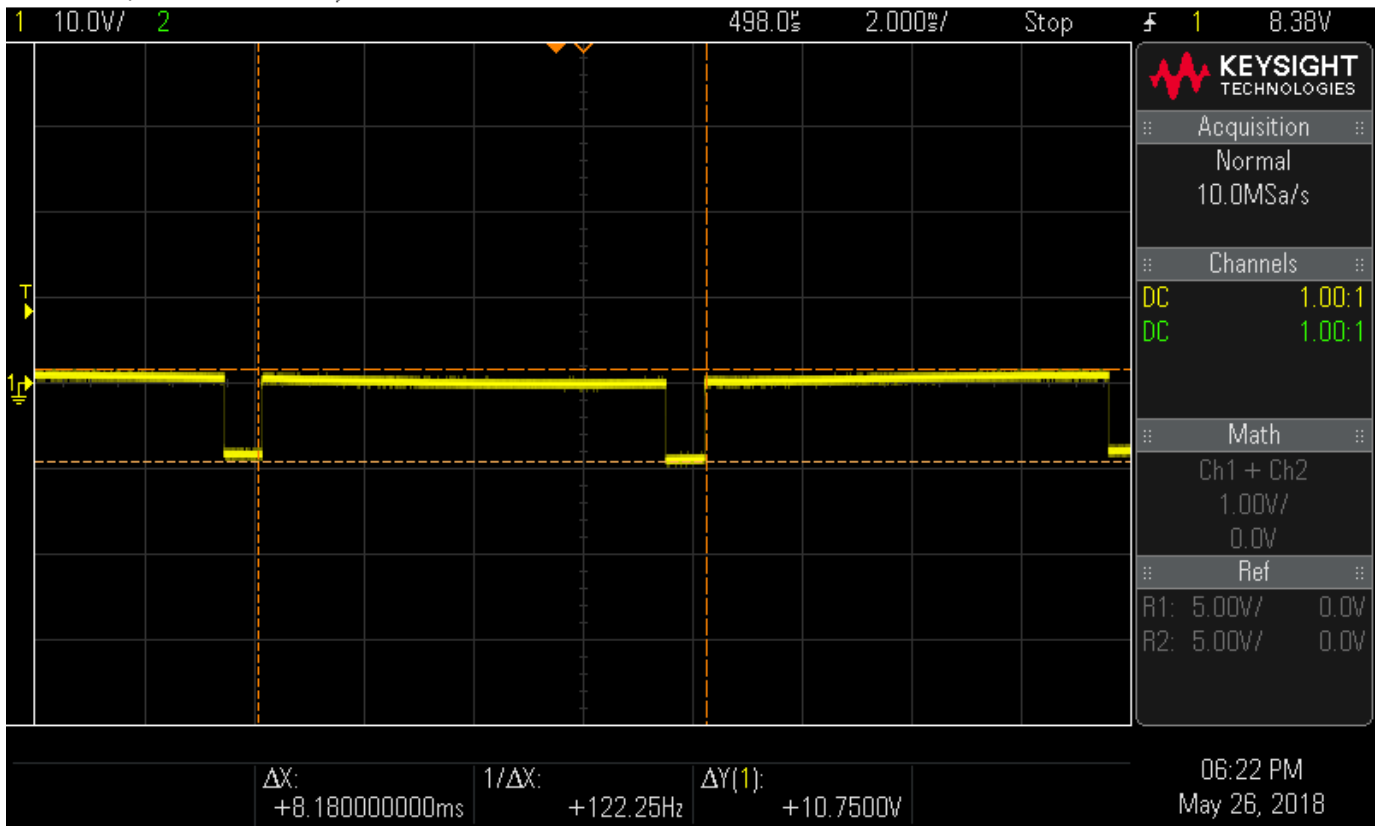


Рис. 4.4. Повний період сигналу.

DSO-X 1102G, CN57126269, Sat May 26 18:24:10 2018

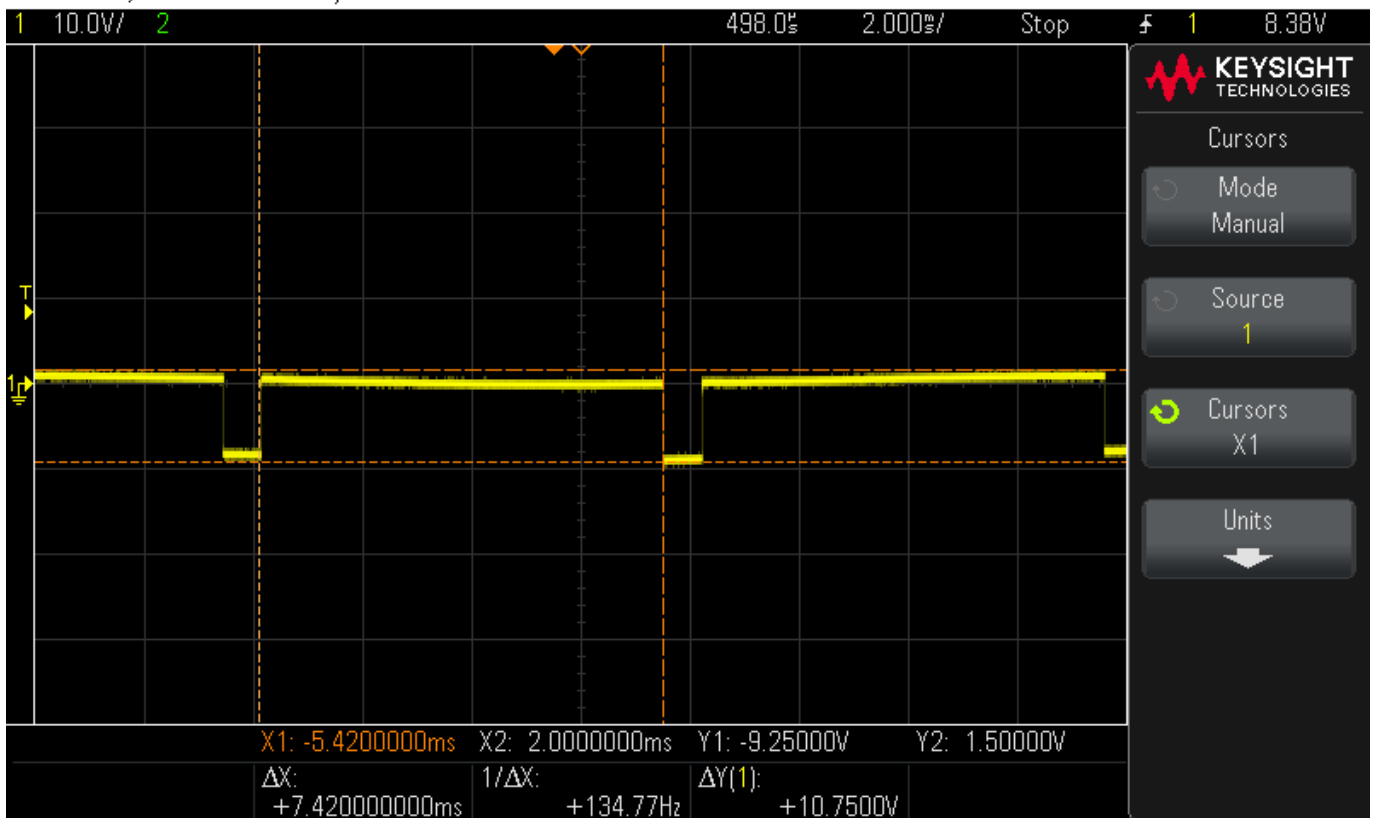


Рис. 4.5. Період сигналу високого рівня.

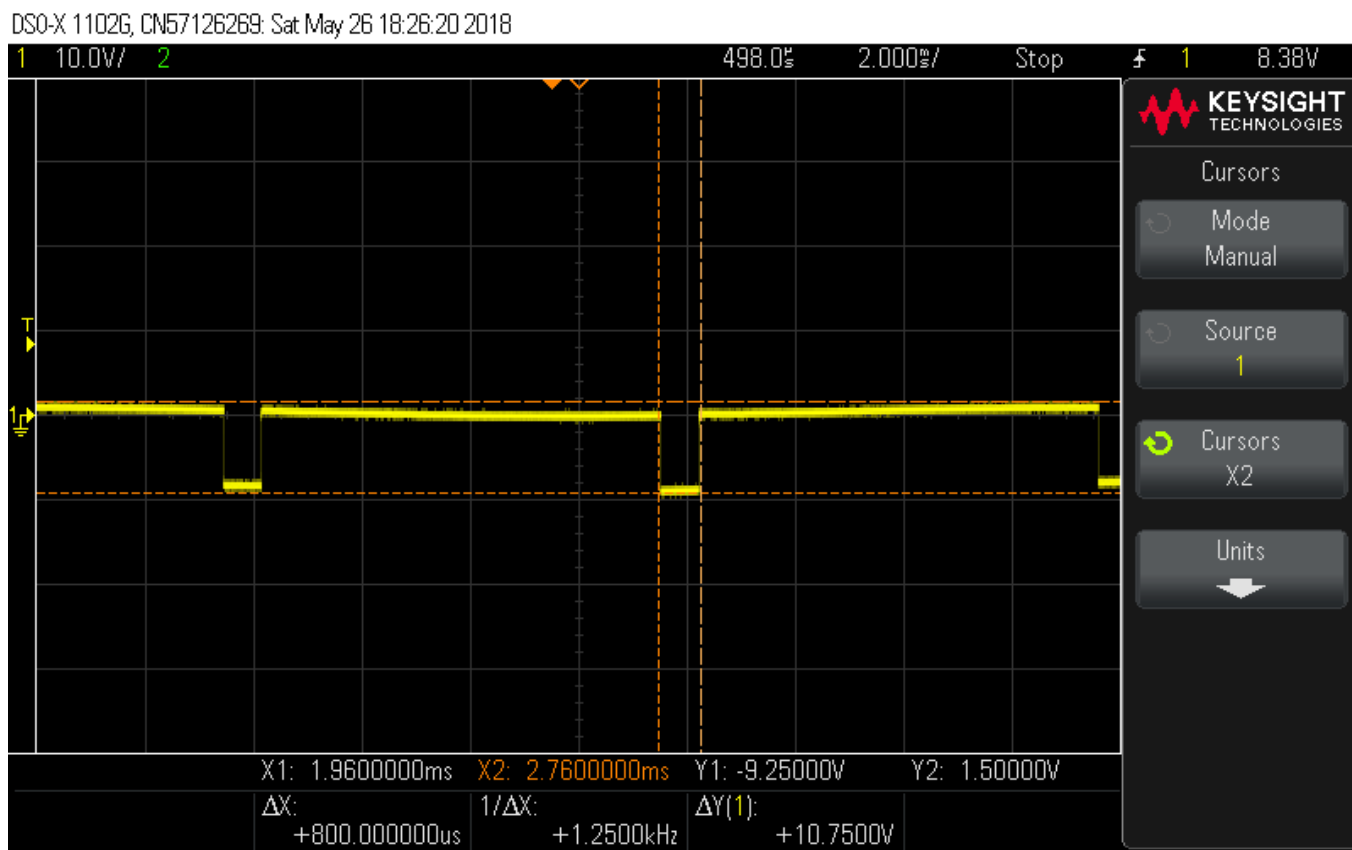


Рис. 4.6. Період сигналу низького рівня.

Як видно з рис. 4.4. , Рис. 4.5. ,Рис. 4.6. графіки мають наступні значення:

- $t_1 = 0,007420(c).$
- $t_2 = 0,0008(c).$
- $T = 0.00818(c).$

Відносна похибка повного періоду:

$$\delta = \left(\frac{T_{\text{теор}} - T_{\text{пр}}}{T_{\text{теор}}} \right) * 100\% = \frac{0,008316 - 0,00818}{0,008316} * 100\% = 1,63\%$$

де $T_{\text{теор}}$ – період розрахований теоретично(РОЗДІЛ 2,формула *1),

$T_{\text{пр}}$ – період визначений практично,

δ - відносна похибка.

ВИСНОВОК

Підсумуємо проведену роботу.

У першому розділі був проведений аналіз роботи схеми передавача та приймача, визначили певні схемотехнічні рішення для подальших розрахунків та побудови робочого прототипу.

У другому розділі були проведені теоретичні розрахунки деяких вузлів схеми передавача які у РОЗДІЛ 4 були порівняні з практичними значеннями та значеннями симуляції.

У третьому розділі було проведено моделювання схем пристрою у SPICE-системі. Отримані дані щодо передавача були порівняні з теоретичними даними і обраховані похибки у РОЗДІЛ 4.

У четвертому розділі був показаний процес створення робочого прототипу та перевірка відносно теоретичних даних. Похибки які були розраховані у цьому розділі між практикою та теорією можна пояснити певною недосконалістю контактів на макетній платі та великою кількістю провідників які вносять паразитні характеристики у нашу схему, наприклад додатковий опір.

Загалом зібраний пристрій відповідає завданню поставленому у вступі. Перший світлодіод загорається на відстані 30 см, другий на відстані 10 см, а третій на відстані 4 см (що трохи не відповідає поставленій задачі у 5 см), тому поставлену задачу можна вважати виконаною.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Опис схеми парктроніка/[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://www.circuitstoday.com/parking-sensor-circuit> (дата зверення 31.05.2018)
2. Опис мікросхеми та даташит Lm324/[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://rudatasheet.ru/datasheets/lm324/> (дата звернення 31.05.2018)
3. Опис мікросхеми NE555/[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://radiokot.ru/articles/01/> (дата звернення 31.05.2018)
4. Даташит NE555/[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf> (дата звернення 31.05.2018)
5. Симулятор Protheus/[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.labcenter.com> (15.05.2018)