

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Інженерно-технічний факультет  
кафедра електронних систем

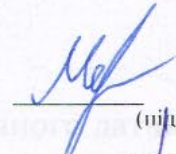
кваліфікаційна робота бакалавра

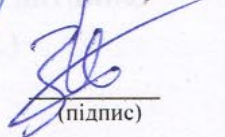
На тему: Охоронна система з використанням піроелектричного датчика

Студента 4 курсу

Мельника Іллі Павловича

(прізвище та ініціали)

  
(підпис)

  
(підпис)

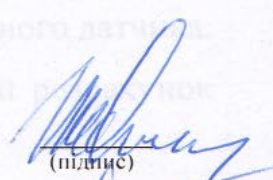
Керівник кандидат фіз.-мат. наук Заяць Тарас Михайлович


(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

Голова ЕК:

Симулик В. М. д.ф.-м.н., проф ІЕФ НАНУ

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

  
(підпис)

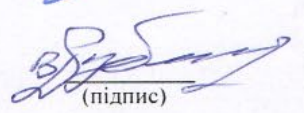
  
(підпис)

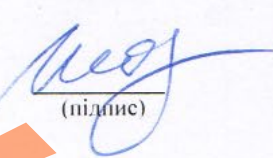
Заяць Т. М.-канд. фіз.-мат. наук, доц. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

Рубіш В.М. – д.ф.-м.н., проф. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

  
(підпис)

  
(підпис)

Юркін І. М.-канд. фіз.-мат. наук, доц. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент

  
(підпис)

Ужгород - 2024

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою,

доц. [підпис] (Заяць Т. М.)

« 10 » [підпис] 2023 року

### ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу  
студенту Мельнику Іллі Павловичу

1. Тема роботи: Охоронна система з використанням піроелектричного датчика.  
Затверджена на засіданні кафедри (протокол № 3 від 10 жовтня 2023 р.)

2. Термін закінчення роботи: 10 червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи.

1. Розробити конструкцію пристрою охорони на основі піроелектричного датчика.  
Провести синтез структурної та принципової схеми, а також повний розрахунок пристрою охорони.

2. Живлення від мережі 220В, та від автономного джерела – 12В;

3. Діапазон роботи датчика руху – ІЧ;

4. Мінімальна споживана потужність – до 2Вт;

Умови експлуатації:

Діапазон температур:  $t = +5 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

вологість 45...80%;

атмосферний тиск 86...104 кПа.

Анотація роботи.

Пояснювальна записка:

Вступ.

1.Огляд та аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування

1.1. Аналіз технічного завдання

1.2. Огляд аналогів

- 1.2.1. Детектори переміщення, конструкція, застосування
- 1.2.2. Піроелектричний сигналізатор в охоронній системі
- 1.2.3 Пасивний інфрачервоний датчик руху
- 1.2.4. Недоліки ІЧ-датчика
- 1.2.5. Области застосування пасивних ІЧ-датчиків

2. Проектно - конструкторський розділ

- 2.1. Розробка структурної схеми
- 2.2. Синтез принципової схеми
- 2.3. Розрахунок елементів

3. Висновки

4. Список літератури

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Н. контроль	доц. Юркін І.М.		
Нормоконтроль	Пап О.В.		

Дата видачі завдання 10.10 2023 року.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (доц. Юркін І.М.)  
(підпис)

Завдання прийняв на виконання \_\_\_\_\_ (Мельник І.П.)  
(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2023 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2024 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2024 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2024 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2024 року	
6.	Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи.	до 10.06.2024 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент \_\_\_\_\_ (Мельник І.П.)  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ (доц. Юркін І.М.)  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра : сторінок – 38, рисунків – 13,  
джерел літератури – 4.

Об'єкт розробки – Охоронна система з використанням піроелектричного датчика.

Мета розробки: зробити огляд та аналіз об'єкту проектування та розробити структурну схему, принципову схему та іншу необхідну документацію до пристрою.

Метод дослідження – аналіз прототипу та аналогів, синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми.

У даній роботі проведено аналіз аналогів об'єкту проектування та розроблено

структурну та принципову схеми згідно з вимогами технічного завдання.

Описано

основні технічні характеристики та розглянуто тенденції розвитку. В роботу

включено структурну, функціональну, та принципову схеми, а також розрахунки

номіналів елементів пристрою.

Охоронна система з використанням піроелектричного датчику.

Security system with the pyroelectric sensor.

#### ABSTRACT

Qualification Bachelor's Thesis: 38 pages, 13 figures, 4 literature sources.

Development Object - Security system with the pyroelectric sensor.

Development Objective: To provide an overview and analysis of the design object and

develop the structural diagram, schematic diagram, and other necessary documentation

for the device.

Research Method - Analysis of the prototype and analogs, synthesis of the electrical

structural diagram, and its implementation in the form of an electrical schematic diagram.

This work presents an analysis of analogs of the design object and develops the structural

and schematic diagrams in accordance with the requirements of the technical assignment.

The main technical characteristics are described, and development trends are discussed.

The work includes structural, functional, and schematic diagrams, as well as calculations

of device component values.

. Security system with the pyroelectric sensor.

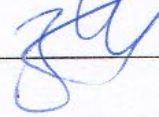
РЕГИСТРАЦИЯ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
 КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

доц. Заяць Т.М.



“ ” 2024р.

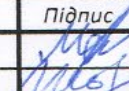
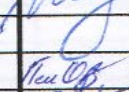


**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему:

**ОХОРОННА СИСТЕМА З ВИКОРИСТАННЯМ  
 ПІРОЕЛЕКТРИЧНОГО ДАЧИКА**

КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мельник І.П.				6	33
Перевір.		Юркін І.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Папп О.В.		24.06			
Затверд.		Заяць Т.М.		24.06			

Охоронна система  
 з використанням піроелектричного  
 датчика

УжНУ, ІТФ ЕС 4курс

## Зміст

1. ВСТУП.....	Ошибка! Закладка не определена.
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ .....	2
2.1. Детектори переміщення, конструкція, застосування. ....	2
2.2. Піроелектричний сигналізатор в охоронній системі. ....	10
2.3. Пасивний інфрачервоний датчик руху .....	13
2.4. Недоліки ІЧ-датчика .....	17
3. Проектно - конструкторський розділ.....	18
3.1. Принципи роботи пристрою .....	18
3.2. Розрахунок елементів.....	20
4. Висновки .....	30
5. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	31

### Перелік основних додатків:

Додаток А Схема електрична принципова КРБ ЕС.20050054.013 ЕЗ

Додаток Б Схема електрична структурна КРБ ЕС.20050054.013 Е1

Додаток В Перелік елементів КРБ ЕС.20050054.013 ПЕ

Додаток Г Специфікація КРБ ЕС.20050054.013 СІ

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. ВСТУП

Охорона різних об'єктів на підприємствах в державних установах, а також приватної власності як і раніше залишається однією з найважливіших задач. Одним з найбільш ефективних способів її розв'язку - це використання систем контролю несанкціонованого доступу. Особлива їх перевага при охороні приміщень, рознесених по території, оскільки такі системи дозволяють з допомогою відносно недорогих пристроїв, своєчасно реагувати на вторгнення сторонніх людей на об'єкти, які охороняються. Взагалі, спеціалісти рахують, що краще, якщо будуть одночасно встановлені дві різні системи сигналізації.

В бакалаврській роботі ставиться за мету систематизацію, закріплення і розширення теоретичних знань в області конструювання радіоелектронної апаратури (РЕА), поглиблене вивчення одного з напрямків радіотехніки у відповідності з темою дипломного проекту, розвиток конструкторських розрахункових навичок, а також самостійності в роботі.

Основне завдання бакалаврської роботи – реалізувати системний підхід з врахуванням всіх стадій проектування при розробці конструкцій РЕА:

Аналіз електричної принципової схеми та технічних вимог; оцінка елементної бази; компоновка; розробка креслень; розрахунки при конструюванні.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

### 2.1. Детектори переміщення, конструкція, застосування.

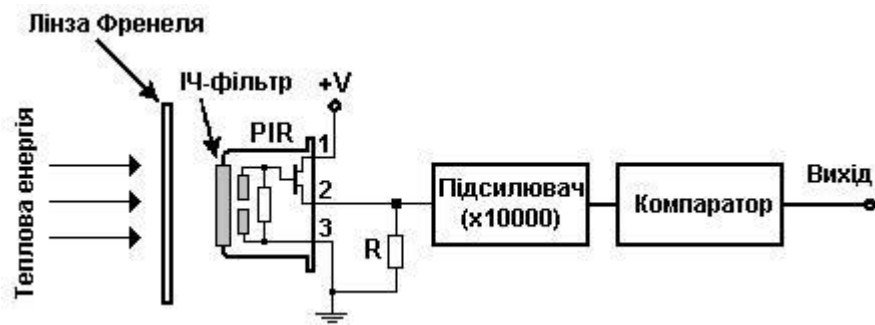
Існує кілька видів детекторів переміщень, які різняться між собою по типу використовуваних датчиків. Розглянемо детектори переміщення на основі датчиків інфрачервоного (ІЧ) випромінювання.

ІЧ випромінювання присутнє в електромагнітному спектрі. Його довжина хвилі **більше** довжини хвилі видимого світла. ІЧ випромінювання неможливо побачити **неозброєним** оком, але воно визначається за допомогою спеціальних датчиків. Людське тіло, а також тіла тварин активно випромінюють в ІЧ діапазоні. Максимум такого випромінювання припадає на довжину хвилі 9,4мкм.

Для детектування ІЧ випромінювання застосовують піроелектричні датчики. Їх створюють на основі спеціального кристалічного матеріалу, здатного при впливі на нього ІЧ випромінювання виробляти поверхневий електричний заряд. Цей заряд підсилюється вбудованим в ІЧ датчик підсилувачем на польовому транзисторі, що забезпечує формування керуючої **напруги**. Оскільки датчик реагує на ІЧ випромінювання в широкому діапазоні, для звуження діапазону застосовується спеціальний фільтр, що обмежує сприйняття датчиком ІЧ випромінювання тільки в діапазоні від 8 до 14 мкм.

На мал. 1 зображена структурна схема детектора переміщень. Вивід 2 датчика через шунтуючий резистор опором 100 кОм з'єднаний з корпусом. Сигнал з датчика подається на двохкаскадний підсилувач, що забезпечує загальний коефіцієнт підсилення 10000. При типовому застосуванні смуга пропускання підсилувача обмежена до 10 Гц для ослаблення високочастотних перешкод і надійного спрацьовування компаратора при сприйнятті позитивних і негативних перепадів вихідної напруги датчика. Добре відфільтрована напруга живлення величиною від 3 до 15 В подається на вивід 1 датчика.

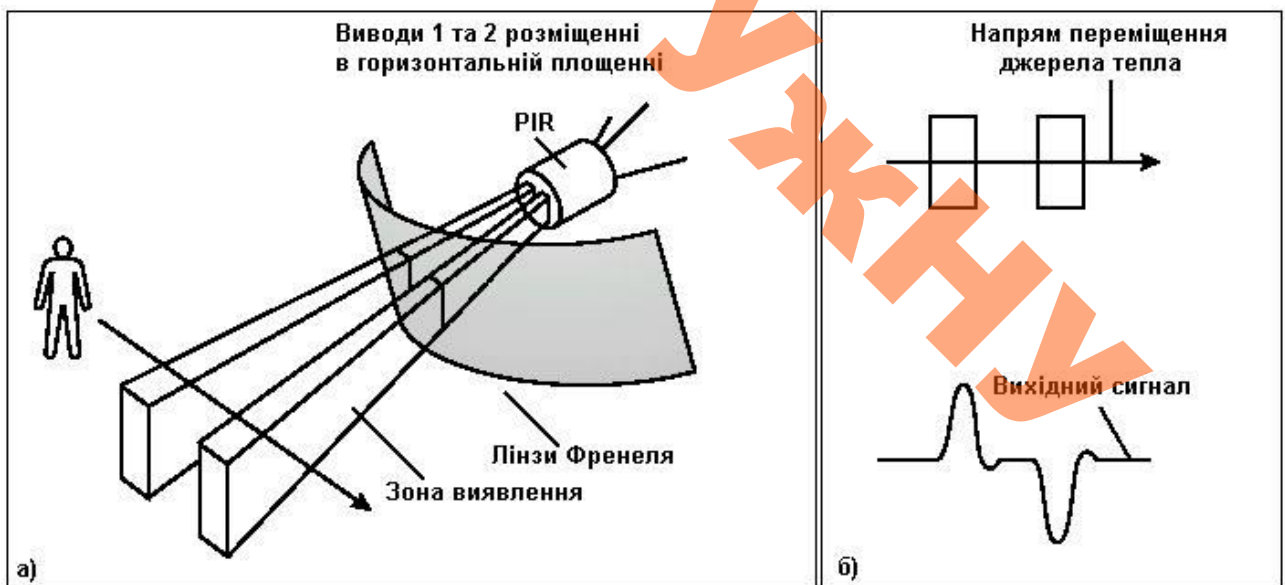
					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал.1. Структурна схема роботи детектора

Датчик RE200В має два чутливих елементи, включених за схемою компенсації напруги. Такий спосіб включення дозволяє позбутися від сторонніх сигналів, викликаних вібрацією, зміною температури та сонячного засвітлення.

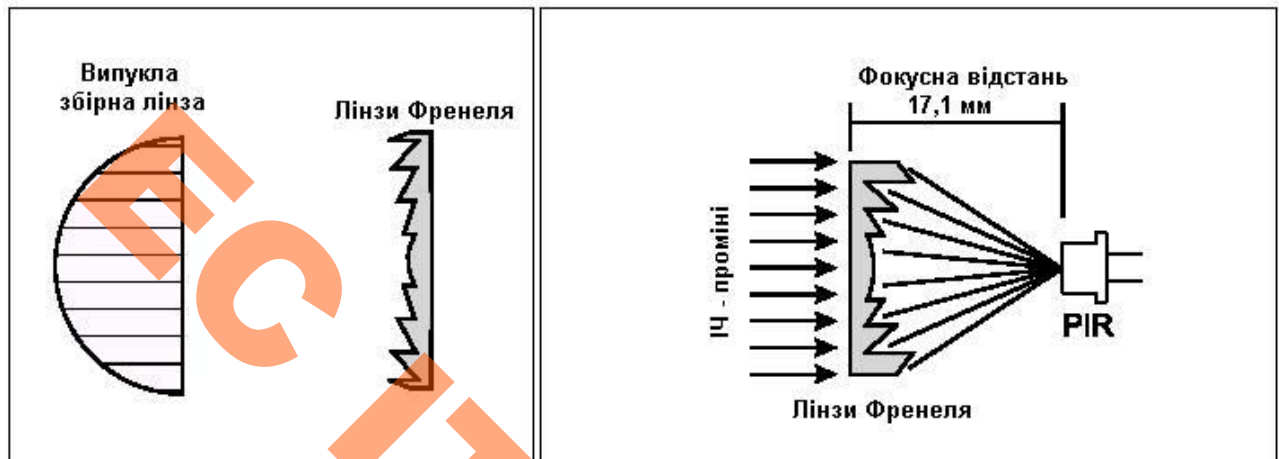
При переміщенні людини узоні дії датчика спочатку активізується один елемент, а потім інший (мал. 2). Джерело випромінювання переміщається в горизонтальній площині. При цьому виводи 1 і 2 також повинні бути розташовані в горизонтальній площині.



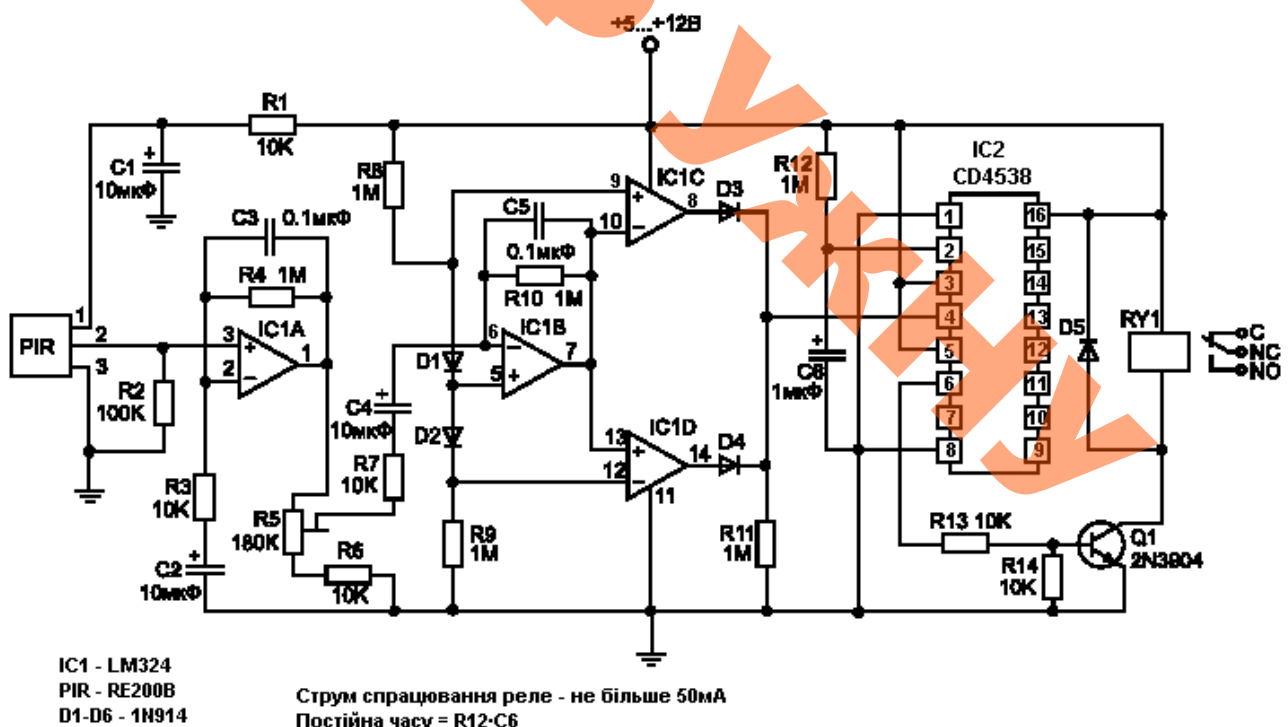
Мал.2. Принцип роботи детектора переміщень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для збільшення дальності зони дії датчика застосовують лінзи Френеля. З їхнім використанням ця зона збільшується приблизно до 25-30 м. Разом з датчиком встановлюється комплект лінз (FL65). Лінза є збірної, але, на відміну від звичайних опуклих лінз, лінзи Френеля мають набагато менші розміри, обумовлені їхньою конструкцією (мал. 3).



Мал.3. Принцип роботи лінзи Френеля



Мал. 4. Типова схема застосування ІЧ датчика переміщення.

Елементи R11 і С6 задають час включення реле RY1 після спрацьовування датчика переміщення. У схемі використовується датчик типу RE200 В, що має наступні характеристики:

- реакція на теплове випромінювання в спектрі 5...14 нм;
- вихідна напруга 20 мВ;
- напруга шумів 0,4 мВ;
- напруга зміщення 0.1 В;
- напруга живлення від 2,2 до 15 В;
- робоча температура від -30 до +70°C.

Виводи датчика внутрішньо з'єднані: вивід 1 - зі стоком, вивід 2 - із живленням польового транзистора, вивід 3 - спільний. Між виводами 2 і 3 повинен бути включений резистор опором 100 кОм.

У схемі детектора переміщень використовується операційний підсилювач LM324. Перші два ОП - IC1A, IC1B - виконують функції підсилювача, два інші - функції компаратора.

Випрямлений діодами D3, D4 сигнал надходить на одновібратор IC2, що управляє транзисторним ключем Q1. У коло колектора транзистора Q1 включена обмотка виконавчого реле.

Не завжди буває зручно або можливо зв'язати датчик з виконавчим пристроєм за допомогою проводів. У таких випадках оптимально є зв'язок датчика з виконавчим пристроєм по радіоканалу. У країнах Європи й США дозволена робота пристроїв дистанційного керування та автосигналізацій на частоті 418 МГц.

Якщо раніше існували деякі труднощі в проектуванні і виготовленні таких приймаюче-передаючих пристроїв, то після випуску уніфікованих модулів передавача TM1V і приймача RM1V проблема реалізації зв'язку пристроїв дистанційного керування по радіоканалу на частоті 418 МГц зникла.

На рис. 5 наведена схема передавального модуля ІЧ датчика переміщення. Підсилювач сигналу датчика виконаний на здвоєному ОУ типу MAX407 від фірми Maxim, або LT1495 від фірми Linear Technologies. Елементи R3, R4, C2 визначають коефіцієнт підсилення ОУ IC1A і рівень опорної напруги. Конденсатор C3

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



результаті його потенціал стає вище потенціалу на виводі 5. На виводі 8 IC2A формується високий рівень. Потім по другому сигналу з датчика на виводі 1 IC1B формується негативний перепад. Це у свою чергу призводить до зниження потенціалу на виводі 5 IC2A, що також формує напругу високого рівня на виводі 8 IC2A.

Позитивний перепад напруги на виводі 8 IC2A через конденсатор С6 надходить на IC2B. У результаті на її виході (вивід 1) формується низький рівень. Цей рівень через діод D3 прикладається до виводу 5 IC2A і перемикає стан цієї мікросхеми на час розряду конденсатора С6 через резистор R17 або R18. Перемичку PJ використовують для зменшення часу перемикання при перевірці роботи схеми.

Коли конденсатор С6 розрядиться до напруги, меншої величини опорної напруги на виводі 3, IC2B перемкнеться, і напруга на виводі 1 знову зросте. Часозадаюче коло С6R15R18 задає постійну часу.

Резистори R19, R20 і R21 формують гістерезис каскаду на IC2B, що забезпечує незалежність напруги на виході IC2B у процесі розряду конденсатора С6 від флуктуацій (випадкових відхилень) сигналу. Коло С7R16D4 призначено для формування короткого негативного імпульсу, що надходить на кодер IC3 і активізує передачу кодової цифрової послідовності імпульсів.

У процесі перемикання IC2B кодер формує три групи бітів, що містить дані і адресну інформацію, і послідовно передає їх на модуль передавача TM1V. Кодер програмується чотирьохпозиційним DIP перемикачем SA1-4 на одну із шістнадцяти адрес, що забезпечує роботу декількох незалежних пристроїв такого типу. Вхід даних також програмується за допомогою перемикачів SA5-8 для ідентифікації передавача по номеру (1-4). Тільки один із цих перемикачів може перебувати у включеному стані.

Схема живиться від батареї напругою 6...9 В. Робоча напруга становить 5 В. Як стабілізатор напруги застосований мікропотужний стабілізатор напруги TC55RP5002EZB фірми Telcom (IC4). Завдяки цьому струм, споживання схемою в режимі очікування, становить усього лише 20 мкА - в 100 разів менше, ніж

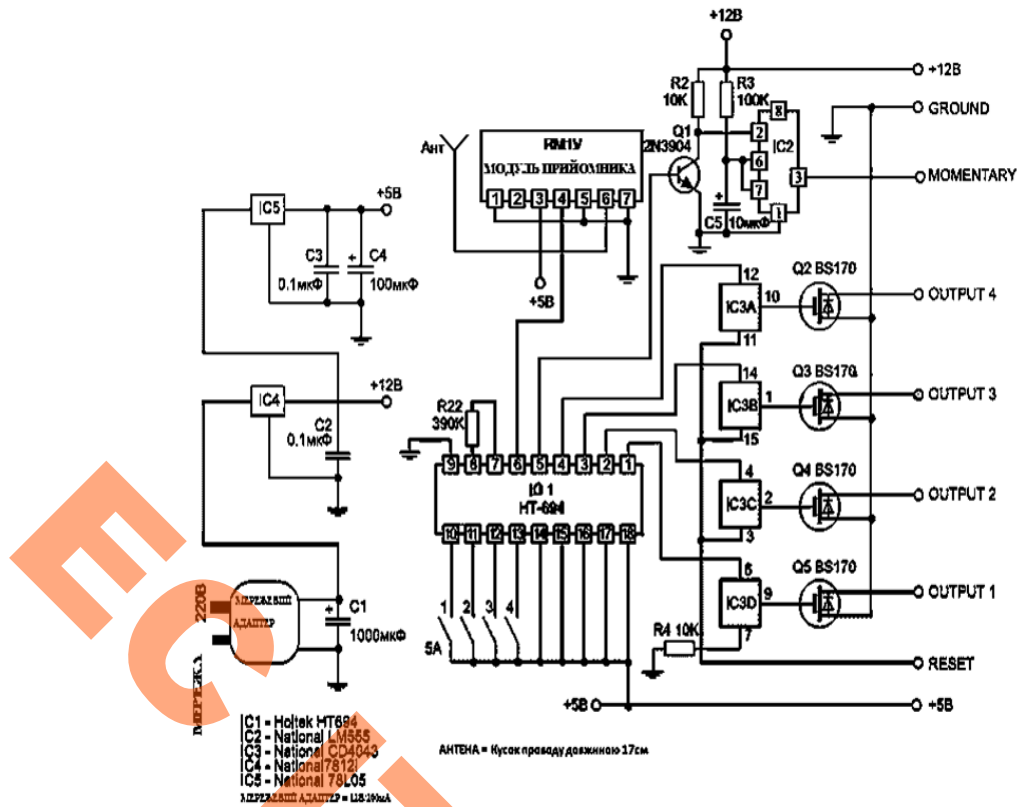
					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживаний струм в інших детекторах переміщень.

Сигнал від детектора переміщень приймає модуль приймаючого пристрою, у який входить модуль приймача RM1V, пов'язаний з HT694 фірми Holtek, програмуючим перемикачем SA для роботи з певним передавачем. Схема послідовно одержує три групи бітів, що містить дані та адресну інформацію, зберігає їх, а потім порівнює одні з іншими. При їх збігу, декодовані дані з'являються на одному з виводів - 1, 2, 3 або 4 - залежно від того, який перемикач вибору номера передавача включений. Потім керуючий сигнал високого рівня надходить на чотирьохелементну схему- засчелку IC3. На виводі 5 IC1 при прийманні вірних даних завжди формується сигнал логічної 1, який відкриває транзистор і запускає таймер IC2, формуючи на виводі 3 (вихід Momentary) сигнал тривалістю близько 2с. Цей сигнал використовується для керування зумером, що служить для індикації роботи передавача. У наведеній на рис. 6 схемі використовуються виходи на польових транзисторах з робочим струмом стоку близько 150 мА, що досить для підключення світлодіодних індикаторів. Є можливість скидання в нульовий стан мікросхеми IC3. Для цього короткочасно з'єднуються вивід Reset з виводом джерела живлення +5В. Звичайно первинним джерелом живлення для такої схеми служить мережний адаптер на напругу 12В.

Разом із приймачем можна використовувати різні виконавчі пристрої, наприклад електромагнітні або твердотільні реле, що включають освітлювальні прилади або сигналізацію.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал. 6. Схема комутації системи сповіщення при спрацюванні детектора

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			16

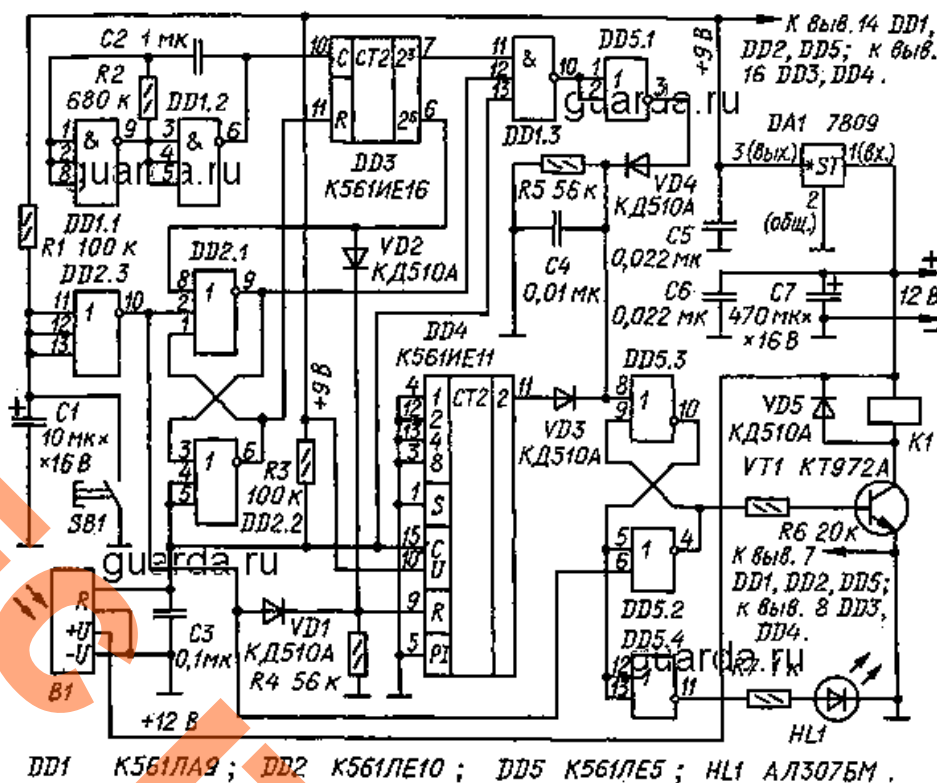
## 2.2 Піроелектричний сигналізатор в охоронній системі.

Піроелектричні датчики інфрачервоного випромінювання мають досить високу чутливість, зручні в підключенні й порівняно недорогі.

Найбільш доступні й широко розповсюджені датчики "SRP PLUS" які дають в середньому одне-два хибних спрацьовувань за час біля восьми годин. Із цієї причини застосування піроелектричних датчиків в охоронних системах вимагає вживання заходів по боротьбі з хибними спрацьовуваннями. Приведений пристрій дозволяє з успіхом використовувати практично будь-який піродатчик для надійної охорони приміщення.

Датчик являє собою самостійний електронний блок, з напругою живлення 12В. При відсутності руху в зоні огляду датчика опір між виводами "Relay" мінімально (кілька десятків Ом - "контакти замкнуті"), при спрацьовуванні - збільшується до десятків МОм ("контакти розімкнуті"). Максимальний час реакції датчика - 2...3с, навіть при швидкому русі об'єкта в зоні чутливості. Якщо об'єкт рухається перед датчиком більше тривалий час, то виводи "Relay" можуть весь це час перебувати в стані "розімкнуте" або періодично замикатися й розмикатися, якщо об'єкт то входить у зону, то виходить з неї. Дальність дії і кут огляду залежать від типу датчика. Зокрема, у приладі "SRP PLUS" дальність дії досягає 15 м, а кут - 90 град. Після подачі живлення датчик протягом 30с не реагує ні на які об'єкти. Це дозволяє людині, що включила систему охорони, вийти із приміщення, не побоюючись передчасного її спрацьовування. Принцип дії електронного вузла, що працює разом з датчиком, заснований на тому, що виконавчий пристрій охоронної системи включається не відразу після розмикання ланцюга "Relay", а тільки в тому випадку, коли тривалість розімкнутого стану досягне 6..8с або ланцюг розімкнеться двічі протягом певного часу. Оскільки система при цьому буде спрацьовувати із затримкою, необхідно враховувати зазначену обставину, розташовуючи прилад таким чином, щоб він встиг упевнено зреагувати на наявність сторонньої особи.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал. 7. Схема електрична принципова датчика "SRP PLUS"

Принципова схема вузла показана на рис.7. При включенні живлення ланцюг R1C1 формує імпульс низького рівня, завдяки якому на виході логічного елемента DD2.3 з'являється імпульс високого рівня, що встановлює лічильник DD4 по входу R у нульовий стан, а тригер на елементах DD2.1, DD2.2 - у стан, при якому на його верхньому за схемою виході буде низький рівень. Одиначний рівень із нижнього виходу цього тригера забороняє роботу лічильника DD3. На нижні за схемою входи елемента DD2.2 і вході 3 лічильника DD4 - низький рівень, оскільки вихідні виводи R ("Relay") датчика B1 замкнуті. Тригер на елементах DD5.2, DD5.3 також установиться в стан, при якому транзистор VT1 закритий і реле K1 знеструмлене, контакти K1.1, керуючим виконавчим пристроєм, розімкнуті, індикатор HL1 виключений. При спрацьовуванні піродатчика B1 його вихідне коло розмикається й на двох нижніх входах елемента DD2.2 тригера встановлюється високий рівень, який перемикає тригер у протилежний стан. На вході R лічильника DD3 установиться низький рівень. Лічильник почне підрахунок імпульсів, що надходять

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

із генератора на елементах DD1.1, DD1.2. Із приходом восьмого імпульсу на виході  $2^3$  лічильника з'явиться високий рівень. Якщо при цьому на нижньому вході елемента DD1.3 буде також високий рівень, тобто вихід датчика продовжує залишатися розімкнутим, то елемент DD1.3 перейде в нульовий стан, що приведе до перемикання тригера DD5.2, DD5.3, спрацьовуванню реле K1 і замикання контактів K1.1, увімкнеться світлодіод HL1. Якщо ж вихід датчика до цього моменту замкне, то елемент DD1.3 не перемкнеться. Лічильник DD3 продовжить рахунок імпульсів і через 64 такту на його виході  $2^6$  з'явиться високий рівень, що перемкне тригер DD2.1, DD2.2 у вихідний стан. Якщо ж протягом цього часу датчик спрацює двічі, на виході 2 лічильники DD4 з'явиться високий рівень, що також перемкне тригер DD5.2, DD5.3 і замкне контакти K1.1. У випадку, коли датчик сформує тільки один імпульс, на шістдесят четвертому такті лічильник DD4 обнулиться імпульсом, що пройшов через діод VD2. Пристрій можна при необхідності в будь-який момент примусово перемкнути в стан готовності натисканням на кнопку SB1. Живиться схема може від нестабілізованого джерела напругою 12В. Всі мікросхеми живляться внутрішній стабілізатор DA1. Затримка спрацьовування системи, як говорилося вище, більше 30с. При необхідності збільшити затримку вдвічі потрібно замінити резистор R1 на інший - опором 3 МОм і конденсатор C1 - ємністю 30 мкФ. Конденсатор варто вибрати з мінімальним струмом витоку.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.3 Пасивний інфрачервоний датчик руху

Пасивний інфрачервоний датчик руху з живленням від мережі ~220В випускається в комплекті з галогеновим прожектором і сконструйований як єдиний пристрій. Пасивним називається тому, що він не підсвічує контрольовану зону інфрачервоним випромінюванням, а використовує його фонове інфрачервоне випромінювання.

Призначення ІЧ-датчика та практичне застосування

Датчик призначений для автоматичного включення навантаження, наприклад прожектора, при входженні в зону контролю об'єкта, який рухається, і вимикання його після виходу об'єкта із зони, для освітлення фасадів будинків, господарських дворів, будівельних майданчиків і т.д.

Технічні дані пасивного ІЧ-датчика моделі 1VY7015

Напруга живлення пристрою ~220В, струм споживання самого датчика в режимі охорони 0,021 А, що відповідає споживаній потужності 4,62 Вт.

Максимальний радіус виявлення об'єкта, що рухається (поперед датчика) 12 м, зона чутливості в горизонтальній площині...180°, регульована затримка освітлення (після виходу об'єкта із зони контролю) від 5...10 с до 10...15 хв.

ІЧ-датчик може перебувати в одному з наступних режимів. “Режим охорони”, при якому стежить за контрольованою зоною та готовий у будь-який час включити виконавче реле (навантаження). “Режим тривоги”, при якому датчик за допомогою виконавчого реле включив навантаження, тому що в його контрольовану зону потрапив об'єкт, що рухається. “Сплячий режим”, при якому датчик, перебуваючи у включеному стані (під струмом), у денний час, не реагує на зовнішні подразники, а з настанням сутінків (темряви) автоматично переходить в “Режим охорони”. Цей режим передбачений для того, щоб не включати освітлення в денний час. Після подачі живлення датчик починає з “Режиму тривоги”, а потім переходить в “Режим охорони”.

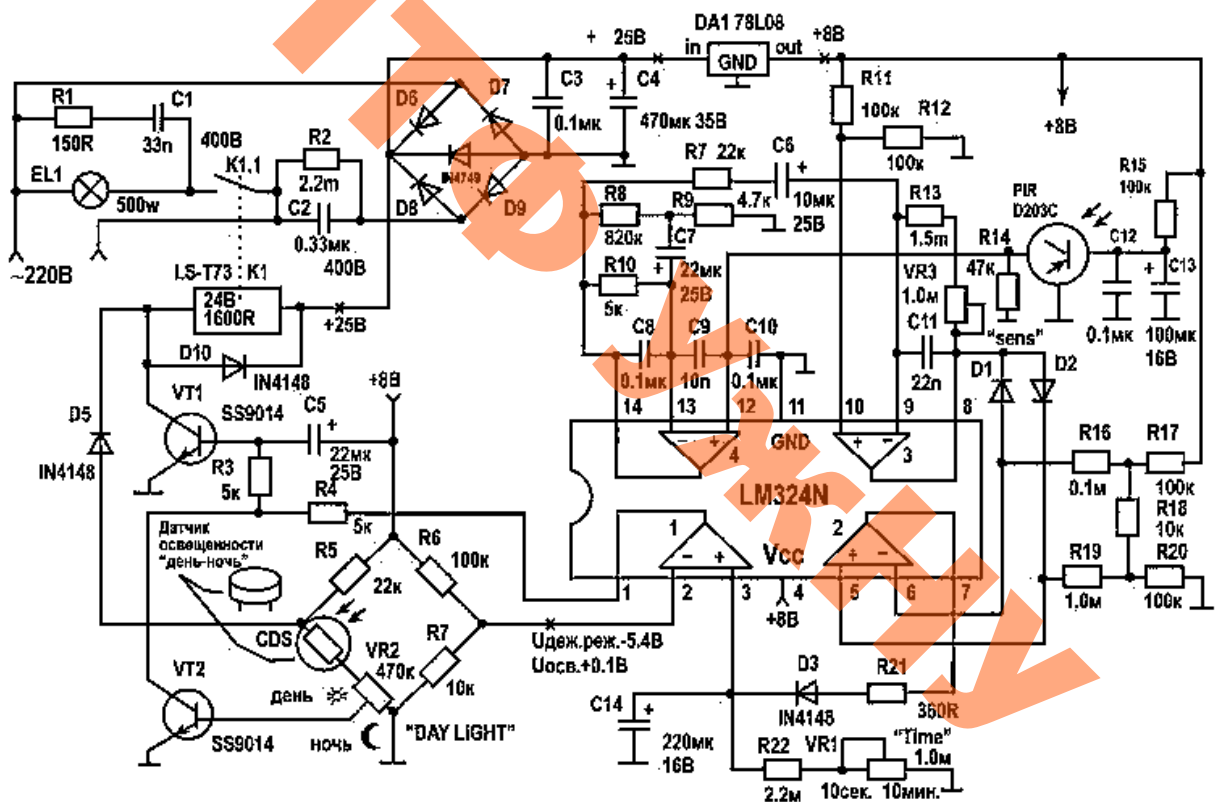
Принцип роботи пасивного ІЧ-датчика

Фонове інфрачервоне випромінювання контрольованої зони за допомогою переднього скла (лінзи) фокусується на фототранзисторі, чутливого до

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ІЧ-випромінювання. Далі мала напруга підсилюється за допомогою операційних підсилювачів (ОУ) мікросхеми, що входить у схему датчика. У нормальних умовах електромеханічне реле включення навантаження знеструмлено. Як тільки в контрольованій зоні з'являється рухомий об'єкт, освітленість фототранзистора змінюється, і він видає на вхід ОУ змінену напругу. Підсилений сигнал виводить схему з рівноваги, спрацьовує реле, що включає навантаження, наприклад лампу. Як тільки об'єкт виходить із зони, лампа якийсь час продовжує світитися, залежно від виставленого часу електронного реле часу, а потім переходить у вихідний стан - "Режим охорони".

Принципова схема пасивного ІЧ-датчика моделі 1VY7015 показана на рис.8. У порівнянні з подібними 12 вольтовими ІЧ-датчиками, схема цієї моделі є простою.



Мал. 8. Схема електрична принципова пасивного ІЧ-датчика моделі 1VY7015

Призначення основних елементів принципової схеми:

1. Вузол живлення датчика - безтрансформаторний, виконаний із застосуванням гасячого конденсатора, С2 ємністю 0,33 мкФх400В. Після

випрямного моста стабілітрон ZD (1N4749) установлює напруга 25 В, що використовується для живлення обмотки реле К1, а стабілізатор DA1 (78L08) з 25 В стабілізує 8 В, що використовується для живлення мікросхеми LM324 і взагалі всієї схеми. Конденсатор С4 - згладжуючий, а С3 захищає датчик від високочастотних перешкод.

2. Трьохвиводний інфрачервоний фотодатчик PIR D203С - головний елемент, саме він видає “команду” на включення виконавчого реле при швидкій зміні інфрачервоного тіла у контрольованій зоні. Живиться від +8 В через резистор R15. Конденсатор С13 - згладжуючий, а С12 захищає фототранзистор від високочастотних перешкод.

3. Мікросхема LM324N підсилювач датчика. Складається з 4 ОУ, які схемою датчика (радіоелементами R7, С6; D1, D2; R21, D3) включені послідовно (4 3 2 1), що забезпечує високий коефіцієнт підсилення сигналу, видаваного ІЧ фототранзистором, і високу чутливість усього датчика. Живиться від 8В (“плюс” - вивід 4, “мінус” - вивід 11).

4. Призначення електромеханічного реле К1 моделі LS-T73 SHD-24VDC-F-A - включати навантаження. Напруга +25 В на обмотку реле видає транзистор VT1. Номінальна робоча напруга обмотки реле 24 В, а його контакти, відповідно допускають струм 10 А при ~240В.

5. Транзистор VT1 типу 2SC511. Основні граничні параметри:  $U_{кэ.макс}=45В$ ,  $I_{к.макс}=0,1 А$ . Забезпечує включення/виключення реле К1 залежно від співвідношень напруг (вивід 1 LM324N і колектор VT2) на його базі.

6. Міст (R5, R6, R7, VR2, фоторезистор CDS) і транзистор VT2 (2SC511) призначені для встановлення одного із двох режимів роботи датчика: “Режиму охорони” або “Сплячого режиму”. Необхідний режим забезпечується освітленістю фоторезистора CDS (саме він своїм опором, указує датчику, день або ніч) і положенням змінного резистора VR2 (DAY LIGHT). Так, при знаходженні змінного резистора в положенні “День”, датчик працює як удень, так і вночі, а в положенні “Ніч” - тільки вночі, а вдень перебуває в “сплячому” режимі.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Регульоване електронне реле часу (314, R22, VR1) забезпечує затримку часу відключення лампи, що світить, від 5...10 с до 10...15 хв після виходу об'єкта з контрольованої зони. Регулювання забезпечується змінним резистором TIME VR1.

8. Змінним резистором SENS VR3 регулюють чутливість датчика шляхом зміни глибини негативного зворотного зв'язку в ОУ .

9. Демпферне коло R1C1 згладжує перепади напруги, виникаючі при включенні/виключенні навантаження.

10. Радіоелементи (наприклад, R16-R20, R11, R12 і т.д.) забезпечують нормальну роботу мікросхеми ОУ.

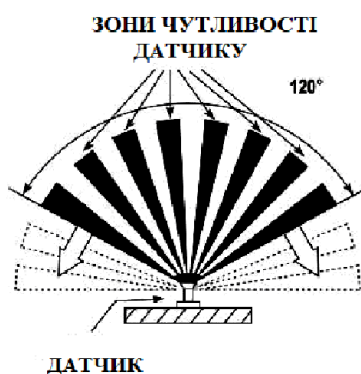
ЕС  
ІТФ  
УЖНУ

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Недоліки ІЧ-датчика

Недоліком ІЧ-датчика – є його хибні спрацьовування. Це відбувається при русі гілок дерев або кущів, що перебувають у контрольованій зоні; від проїжджаючої машини, точніше, від тепла його двигуна; від джерела, що змінюється, тепла, якщо він розташований під датчиком; від раптової зміни температури при поривах вітру; від блискавки і засвітки автомобільних фар; від проходження тварин (собак, кішок); від миготіння електромережі. До недоліків також варто віднести неробочий стан пристрою при відсутності напруги живлення. Зменшити кількість помилкових спрацьовувань можна шляхом зміни положення датчика.

Призначення переднього скла – лінзи ІЧ- датчика. Для розширення контрольованої зони до  $120^\circ$  і навіть  $180^\circ$  лінзу датчика роблять напівкруглої або сферичною. При її виготовленні з її внутрішньої сторони передбачені численні прямокутні лінзи. Вони ділять контрольований сектор на маленькі ділянки. Кожна лінза, зі своєї ділянки, фокусує інфрачервоне випромінювання в центр фотоелемента. Розподіл контрольованої зони на ділянки приводить до того, що контрольована зона стає у вигляді смуг. У результаті датчик “бачить” порушника тільки в чорній зоні, а в білій він “сліпий”. Ці зони, залежно від кількості й розмірів лінзочок, мають задану конструкторами конфігурацію. Застосування мікропроцесорів дозволяє усунути ряд вищеписаних недоліків цих датчиків. Лінза - це найважливіший елемент ІЧ-датчика. Деякі ІЧ-датчики мають змінні лінзи, які створюють контрольовану зону під конкретне завдання.



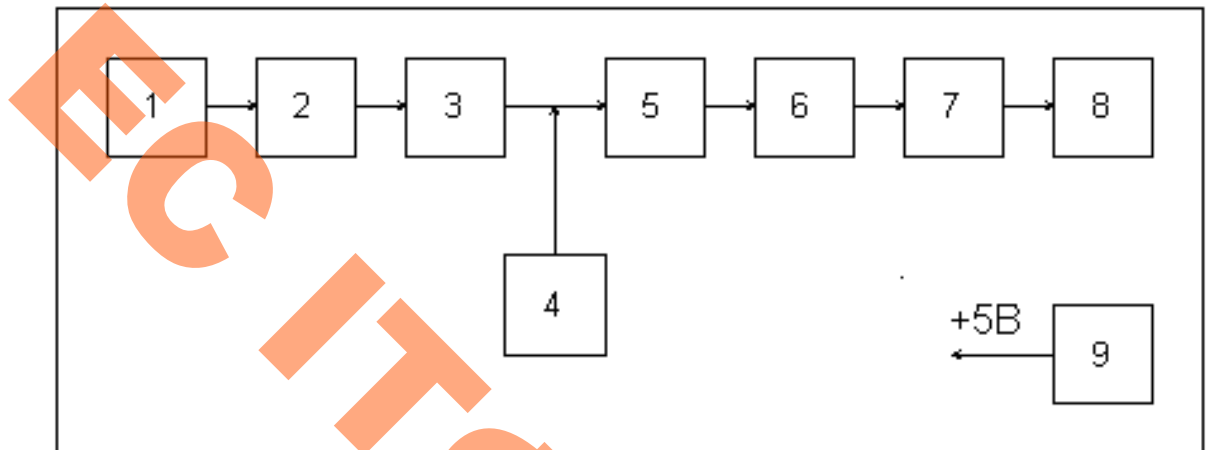
Мал. 9. Зони чутливості ІЧ-датчика

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.Проектно - конструкторський розділ.

#### 3.1. Принцип роботи пристрою

Виходячи з поставлених технічних умов та аналізу наявних технічних рішень було розроблено структурну схему пристрою, на підставі якої ведеться послідовне проектування системи.



Мал. 3.1. Структурна схема детектора переміщення: 1 - датчик руху; 2 - підсилювач; 3 - диференціатор; 4 – додатковий датчик освітленості; 5 - фільтр низьких частот; 6 - піковий детектор; 7 - компаратор; 8 - навантаження; 9 - блок живлення.

Роль датчика руху виконує мікросхема DA1. Змінний сигнал поступає на вхід ОП DA2.1 з коефіцієнтом підсилення  $K_U - 150$  та частотою пропускання 3.5кГц. Підсилений сигнал надходить до фільтру низьких частот С5. Після чого відбувається порівняння отриманого значення з встановленою напругою на не інвертуючому вході мікросхеми DA2.3. Якщо сигнал відповідає критеріям «режиму спрацювання», а саме освітленість не перевищує значення встановлене подільником напруги VD3, R8, R7 і також часовим характеристикам встановленими вузлом С7, R18, R17 сигнал поступає на піковий детектор. При проходженні людини з допомогою щільної мембрани

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюється змінна напруга на неінвертуючому вході DA2.4 при досягненні порогу встановленого R19, R20. Відбудеться спрацювання датчика і оптопара U1 замкне коло живлення сигналізуючої системи. Одночасно з цим діод VD5 заблокує роботу датчика освітленості, що забезпечить нормальне функціонування схеми під час «тривоги».

ЕС ІТФ УЖНУ

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Розрахунок елементів

Основою нашого пристрою є піродатчик на діапазон довжин хвиль 5-14 мкм. Прикладом такого датчика є піроелектричний датчик IRA-E710 виробництва компанії Murata.

#### *Блок живлення.*

Система автоматично подзаряжається від зарядного пристрою, що входить у комплект. При проваллі зовнішнього живлення система живиться від вбудованого Ni-Mg акумулятора.

Коли напруга на діоді VD2 більше напруги VD4 то DA4 живиться від випрямляча. Якщо напруга менша, що еквівалентно виключенню в мережі ~ 220В – відкривається VD4 і DA2 живиться від акумулятора. Від вмонтованого акумулятора, пристрій працює при пропаданні зовнішнього живлення до 2 діб.

На основі інтегрального стабілізатора з малим спадом напруги - LM1086-ADI побудовано автоматичний зарядний пристрій для акумуляторної батареї GB1. За допомогою резистора R6 виставляється напруга яка відповідає 100% заряду акумулятора, це значення є паспортне і рівне 13.6 В. Тобто при 100% заряді батареї встановлюємо напругу на рівні при якому заряд не відбувається. Як тільки напруга на батареї стане меншою ніж 13.6 В, струм заряду збільшиться і буде зменшуватися поки знову не досягне значення  $\approx 50$  мА, що буде означати повний заряд батареї.

Діод VD4 використовуємо з мінімальним спадом, аби зменшити втрати в колі акумулятора – діод Шотки (MBRM5817T3) 1 А, 40 В,  $\Delta U = 0.3$ В.

Резистор R10 обмежує струм заряду при повному розряді батареї. У нефорсованому заряді батареї приймемо струм заряду 10 % від ємності батареї, тобто = 400 мА. При максимальному розряді батареї, напруга на ній становить 7.2 В (згідно паспорту).

$$R_{10} = U / I = 7.2 / 0.4 = 18 \text{ Ом}$$

$$P_{R_{10}} = (\Delta U)^2 / R = (13.6 - 7.2)^2 / 18 = 3 \text{ Вт}$$

Діод VD2 (аналогічно VD4) використовується в схемі перемикача на резервне живлення.

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стабілізатори DA3, DA4, вибираємо з схемотехнікою LDO – низьким спадом напруги  $\approx 0.5$  В, щоб зменшити власні витрати енергії. Використаємо стабілізатори напруги фірми National Semiconductor:

DA1 – LM1086ISX-ADJ (TO263) - регульований

DA2 – LM1086IS-5.0 (TO263) на фіксовану напругу +5В

Розрахуємо максимальну розсіювану потужність на стабілізаторах.

Напруга мережі 240 В, на вторинній обмотці трансформатора Т1  $\sim 12$  В (АС). Після діодного моста VD1 та фільтра С4, буде постійна напруга

$$V_{DC} = \sqrt{2}V_{AC} = 17В$$

$$P_{DA3} = (U_{in} - U_{out}) \cdot I_{10\% \text{ бам}} = 1,36Вт$$

Потужність, що розсіюється на стабілізаторі ( $U_{AC} \approx 240$  В,  $I_{зар} = 400$  мА).

$$P_{зар} = U_{вв} I_{DA3} \cdot I_{10\% \text{ бам}} = 5,4Вт$$

Оцінимо споживану потужність схеми сигналізації, просумувавши

споживання кожного корпусу мікросхеми згідно документації:

DA1=10 мА, DA2=4 мА, DA3=15 мА, DA4=45 мА

$$P_{спож.мс} = U_{cc} (I_{DA1} + I_{DA2} + I_{DA3} + I_{DA4}) = 74mA \cdot 5В = 0,4Вт$$

Розсіювана потужність на стабілізаторі DA4

$$P_{DA2} = (U_{вх} - U_{вих}) \cdot I_{спож.мс} \approx 1Вт$$

Оцінемо потужність навантаження на діодний міст VD1:

$$P_{VD3} = P_{DA1} + P_{DA2} + P_{зар} + P_{спож.мс} = 1,36 + 1 + 5,4 + 0,4 = 8,2Вт$$

Струм діодного мосту:

$$I_{VD3} = P/U = 8.2/17 \approx 0.5A$$

Вибираємо діодний міст MIC06 (1А, 60 В)

$$P_{розVD3} = \Delta U \cdot I_{VD3} = 0.5 \cdot 0.5A = 0.25Вт$$

Визначивши максимальну потужність споживання, визначимо потужність трансформатора Т1, з врахування типового ККД

$$P_{TV1} = P_{VD3}/0.7 = 11.7 Вт$$

Виберемо готовий трансформатор Т0Т12(593) – фірми Symmetron.

В якості виконуючого елемент використано транзисторну оптопару U1, для

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімізації затрат електроенергії на комутацію виконуючого пристрою.

Керування виходом сигналізації здійснюється через оптопару U1 (PC817,  $I_{in}=10mA$ ,  $I_{out}=200mA$ ). Для керування використаємо ключевий транзистор VT2 з обмеженням струму бази резистором R22. Приймавши максимальний струм відкритого силового транзистора рівним 0.5 А та коефіцієнт насичення рівний 1,3 знаходимо струм бази

$$I_b = \frac{I_k \cdot K_n}{h_{21e\min}} = \frac{0.5 \cdot 1,3}{80} = 0,01A.$$

Цей струм забезпечує керуючий транзистор VT2. Для його відкривання подається управляючий сигнал напругою 5 В. Для забезпечення струму колектора 10 мА базовий струм VT2 повинен складати 400 мкА при вхідній напрузі 0.7 В. Такий струм забезпечить резистор R22 10 кОм.

$$R22 = (5V - 0.7V) / 400\mu A = 10\text{ кОм}$$

Потужність резистора R22 складає менше 0.125 Вт.

При відкритому транзисторі VT2 через його колектор протікає струм 10 мА із напругою на колекторі 5 В. У відкритому стані між емітером і базою транзистора VT2 є спад напруги 0.7 В, на резисторі R23 буде напруга 2.5В.

$$R23 = 2.5V / 10mA = 250\text{ Ом.}$$

До складу пристрою входить також датчик зовнішньої освітленості на фотодіоді (ФД263) VD3, його настроюють таким чином, що додаткове освітлення включається тільки при недостатньому природньому. Час на який включається освітлення, можна регулювати у широких межах.

Інфрачервоне випромінювання приймається піроелектричним приймачем DA1. Оскільки такий приймач реагує тільки на зміну рівня ІЧ-випромінювання, то перед ним встановлюється модуляційна ґратка, що складається з вузьких горизонтальних прозорих і непрозорих смужок. Тепловий об'єкт, переміщаючись в поперек них, виявляється по черзі закритий - відкритий для фотоприймача. Це викликає появу на виході фотоприймача змінної напруги, яка є ознакою рухомого об'єкту. Підбираючи ширину модулюючих смужок, можна добитися максимальної чутливості приладу для об'єктів заданого розміру, а змінюючи розмір вікна модуляційної ґратки можна

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимально сформувати зону обслуговування приладу.

Живлення приймача DA1 подається через фільтр R2- MF-25-0.25-47к± 5%, C1- ECR-16B-100мкФ з частотою зрізу:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R2C1} = \frac{1}{6.28 \cdot 47кОм \cdot 100мкФ} = 0.03Гц;$$

Вихідний сигнал знімається з виводу 2 піродатчика. Резистор R1 є зовнішнім навантаженням вбудованого польового транзистора, а також є зв'язком вхідного сигналу першого каскаду відносно „землі” (згідно рекомендацій виробника піродатчика).

Вихідна напруга  $U_{вих.} \approx 0.1В$ , вихідний струм 10мкА.

Оцінимо величину опору навантаження:

$$R1 = \frac{U_{вих.}}{I_{вих.}} = \frac{0.1В}{10мкА} = 100кОм;$$

Номинал резистора R1=100кОм, (MF-25-0.25-100к± 5%).

Далі сигнал поступає на перший каскад підсилювача з коефіцієнтом підсилення який ми вибрали порядку 150. Ця схема побудована на не інвертуючому підсилювачі змінного струму на основі операційного підсилювача DA2-LM324 (містить у собі 4- ОП). Живлення схеми стабілізоване одно полярне +5В.

Розрахуємо номінали резисторів першого каскаду підсилювача:

$$K_U = \frac{U_{вих.}}{U_{вх.}} = 1 + \frac{R4}{R3}$$

$$R3 = 10кОм$$

$$R4 = (K_U - 1) \cdot R3 = 150 \cdot 10кОм = 1.5МОм$$

Конденсатор C3 паралельний з резистором зворотного зв'язку виконує функцію корекції частотної залежності.

Вихід першого каскаду підсилювача навантажений на резистор R5, оцінимо його номінал:

$$R5 = \frac{U_{вих.}}{I_{вих.ном.}} = \frac{9В}{0.5mA} = 18.2кОм$$

Виберемо опір резистора R5 зі стандартного ряду, R5=18кОм.

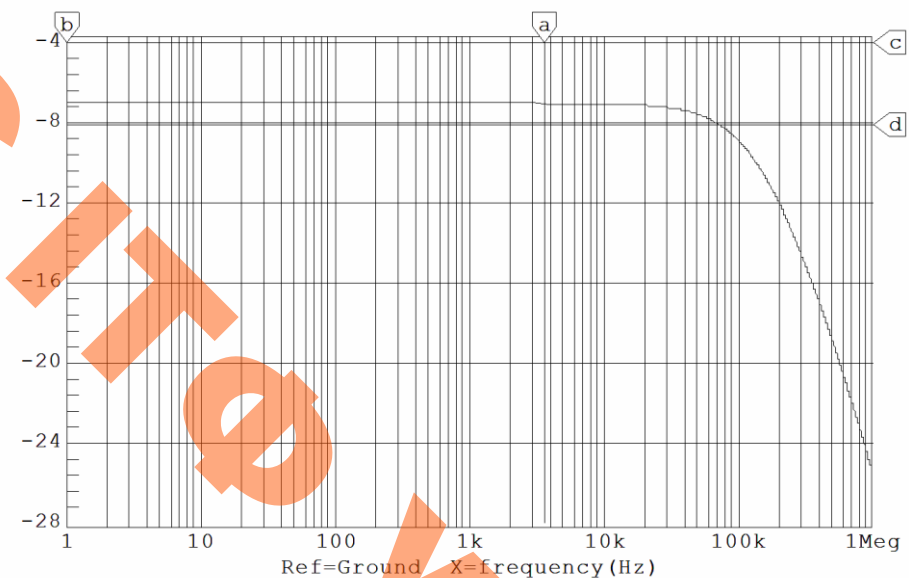
	Приведемо АЧХ для першого та другого каскаду підсилювача одержані за				Арк.
					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	30

допомогою симулятора електронних схем – Circuit Maker 5.0

Частота зрізу схеми визначається номіналами елементів R4,C3 (справедливе для ділянки АЧХ з одиничним коефіцієнтом підсилення) :

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R4C3} = \frac{1}{6.28 \cdot 1.5\text{МОм} \cdot 30\text{pФ}} = 3.5\text{кГц};$$

Xa: 3.566k Xb: 1.000 a-b: 3.565k  
Yc: -4.000 Yd: -8.000 c-d: 4.000



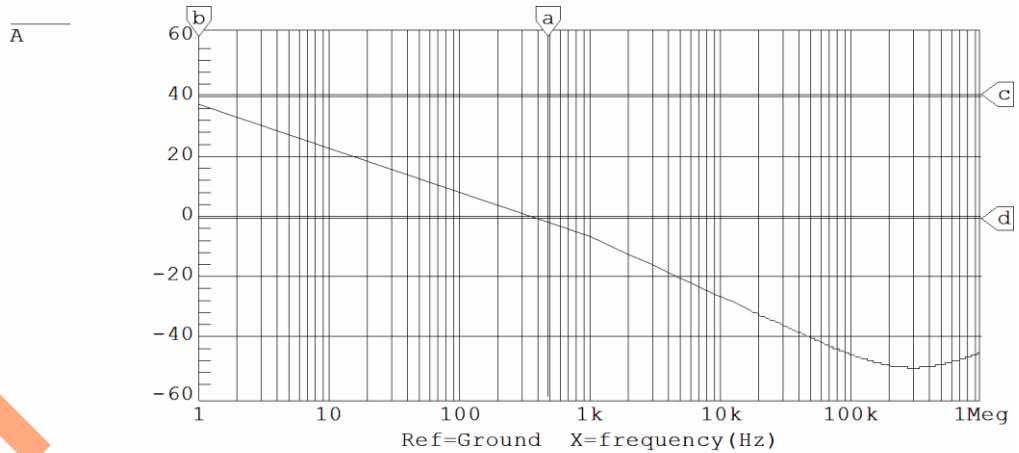
Мал. 3.3. АЧХ першого каскаду.

Змінна складова через конденсатор C5 поступає на другий каскад інвертуючого підсилювача на DA2.3. Каскад має коефіцієнт підсилення по напрузі 100. Даний каскад називається диференціатор, який дозволяє отримати миттєві значення параметрів змінюючихся в часі. За рахунок коректуючої ємності C9 частота зріза такої схеми в логарифмічному масштабі представляє пряму з нахилом в -40дБ у діапазоні 500Гц. Частота зрізу схеми визначається номіналами елементів R14,C6 (справедливе для ділянки АЧХ з одиничним коефіцієнтом підсилення) :

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R14C6} = \frac{1}{6.28 \cdot 1\text{МОм} \cdot 33\text{nF}} = 482\text{Гц}$$

Ослаблення сигналу в діапазоні до 482 Гц становить -40 дБ.

Xa: 475.3    Xb: 1.000    a-b: 474.3  
 Yc: 40.67    Yd: -666.7m    c-d: 41.33



Мал. 3.4. АЧХ другого каскаду.

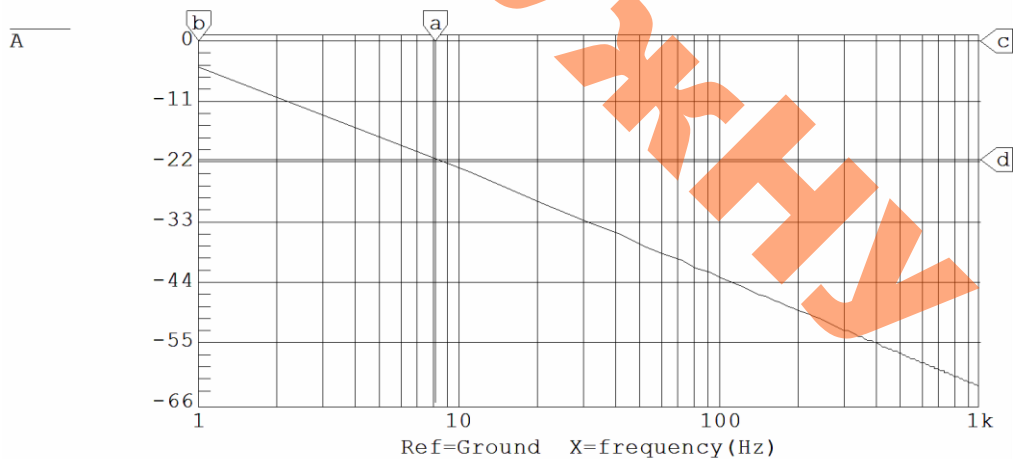
З виходу диференціатора сигнал подається на пасивний RC фільтр низьких частот.

Частота зрізу схеми визначається номіналами елементів R21, C10.

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R21 \cdot C10} = \frac{1}{6.28 \cdot 47 \text{кОм} \cdot 4.7 \text{мкФ}} = 7.2 \text{Гц}$$

Ослаблення сигналу становить -20 дБ на декаду.

Xa: 8.158    Xb: 1.000    a-b: 7.158  
 Yc: 0.000    Yd: -21.56    c-d: 21.56



Мал.3.5. АЧХ пасивного RC фільтра.

На не інвертуючий вивід DA2.2 подається напруга зміщення, яка формується подільником напруги з трьох резисторів: R13, R14, R15.

Резистори подільника можемо використати високоомні так як вхідний струм					Арк.
КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ					32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

операційного підсилювача  $I_{вх.} \sim 10 \mu\text{А}$ .

Згідно рекомендацій до розрахунку схеми напруга зміщення не має перевищувати половину напруги живлення – тобто 5 В. Виберемо напругу 3.3В – для диференціюючого каскаду, та 4В – для компаратора.

$$R13 + R14 = \frac{R15 \cdot (U_{вх.} - U_{вих.})}{U_{вих.}} = \frac{100 \text{кОм} \cdot (5\text{В} - 3.3\text{В})}{3.3\text{В}} \approx 5,1 \text{кОм}$$

$$R13 + R14 = \frac{R15 \cdot (U_{вх.} - U_{вих.})}{U_{вих.}} = \frac{100 \text{кОм} \cdot (5\text{В} - 4\text{В})}{4\text{В}} \approx 25 \text{кОм}$$

Перекомбінуюємо ввівши третій резистор  $R14 = 20 \text{кОм}$ ;

$R13 + R14 = 20 \text{кОм} + 5 \text{кОм} = 25 \text{кОм}$ ;  $R15 = 100 \text{кОм}$ ; - подільник для напруги 3.3В.

$R15 + R14 = 100 \text{кОм} + 20 \text{кОм} = 120 \text{кОм}$ ;  $R15 = 150 \text{кОм}$ ; - подільник для напруги 4В.

Використання напруги зміщення необхідно в випадках, коли джерело вхідного сигналу не з'єднано з спільною шиною та в випадку живлення від однополярного джерела. Таке включення, виключає вплив на вихідну напругу різниці потенціалів між спільною шиною та виводом джерела вхідного сигналу, отже вихідна напруга буде визначатися тільки вхідним сигналом.

$$U_{вих.} = -U_{вх.} \cdot \frac{R14}{R9}; K_U = \frac{U_{вих.}}{U_{вх.}} = -\frac{R14}{R9} \text{ (при } R9 = R13 + R14; R16 = R15);$$

$$R9 = 10 \text{кОм}$$

$$R16 = K_U \cdot R9 = 100 \cdot 10 \text{кОм} = 1 \text{МОм}$$

З врахуванням напруги зміщення:

$$U_{вих.} = -K_U \cdot U_{вх.} + b$$

$$U_{вих.} = -U_{вх.} \cdot \frac{R16}{R9} + \left( \left( 1 + \frac{R16}{R9} \right) \cdot \frac{R15}{(R13 + R14) + R15} \cdot U_{живл.} \right)$$

Далі сигнал подається на компаратор, зібраний на DA2.2 поріг спрацьовування якого заданий опорною напругою з подільника напруги R13, R14, R15 (номінали резисторів подільника приведено вище). З виходу компаратора сигнал подається на схему пікового детектора на VD7, C7, R17, R18.

В початковому положенні напруга на виході компаратора близька до 0В, і конденсатор C7 розряджений. Якщо змінна складова сигналу від датчика руху

перевищує поріг спрацьовування компаратора то на його виході з'являється сигнал

КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ

Арк.

33

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

високого рівня, який заряджає часозадаючий конденсатор C7. Діод VD7 не дає розрядитися конденсатору C7 через низький вихідний опір компаратора. Розряд конденсатора відбувається через послідовно сполучені резистори R17, R18. За допомогою змінного резистора R18 час розряду можна змінювати від 5 с до 1 хв.

Діод пікового детектора використаємо – імпульсний 1N4148.

Обчислимо номінали RC кола – C7, R17, R18:

$$\tau = RC$$

В якості часозадаючого конденсатора використаємо електролітичний конденсатор, типу ECR100мкФ·10В.

$$R17 + R18 = \frac{\tau}{C7} = \frac{5с}{100мкФ} = 50кОм$$

Найменше значення часозадаючого резистора із стандартного ряду виберемо R17=47кОм (в мінімумі R18).

$$R17 + R18 = \frac{\tau}{C9} = \frac{60с}{100мкФ} = 600кОм$$

Найбільше значення часозадаючого резистора із стандартного ряду R18=560кОм (в максимумі R18).

Часозадаючий резистор наберемо з двох послідовно з'єднаних резисторів, постійного R17=47кОм, змінного R18=560кОм.

Тип R17 – MF-25-0.25-47к, змінного R18 – СПЗ-4ВМ-560кОм.

З виходу пікового детектора сигнал подається на не інвертуючий вхід другого, однопорогового компаратора, зібраного на DA2.4. Поріг спрацювання цього компаратора задається опорною напругою утвореною подільника на 10 резисторами R19, R20. Приведена схема компаратора має два стійкі стани:

$$U_{вих.} = "1" \text{ при } U_{вх.} - U_{опор.} > 0$$

$$U_{вих.} = "0" \text{ при } U_{вх.} - U_{опор.} < 0$$

Оскільки згідно параметрів операційного підсилювача, диференційна вхідна напруги при однополярному живленні складає 2.5В.

Обираємо опорну напругу 1В, струм в діапазоні 10мкА. Відповідно розрахуємо подільник R19, R20.

$$R20 = 10кОм$$

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R19 = \frac{R20 \cdot (U_{ex.} - U_{вих.})}{U_{вих.}} = \frac{10kOm \cdot (5B - 1B)}{1B} = 40kOm$$

Використаємо резистор R19 номіналом 39кОм.

Сигнал з виходу цього компаратора поступає через обмежуючий резистор на підсилювач на транзисторі VT2 (який працює в режимі ключа) і далі на світло діод оптотранзистора U1 (розрахунок приведено вище).

Час реакції приладу на перешкоду, визначається сумою тривалості дії сигналу з датчика рухи і постійної часу розряду кола C7, R17, R18.

Крім інфрачервоного датчика рухи, в пристрій встановлено фотоприймач видимого діапазону – фотодіод типа ФД263. На фотодіод, включений в зворотному напрямку, через резистори R7, R8 подається напруга живлення. Напруга з дільника, що утворився, поступає через резистор R7 на базу транзистора VT1. Поки зовнішня освітленість мале, напруга на базі транзистора висока, і він не робить ніякого впливу на роботу схеми. Досягнувши порогове значення рівня освітленості, напруга на базі транзистора знижується, знижується напруга на його емітері, і через діод VD6 він блокує проходження сигналу з датчика рухи. Зовнішня освітленість при якій відбувається блокування, включення лампи по датчику руху, регулюється змінним резистором R8.

Якщо відбулося включення лампи по датчику руху, то робота схеми контролю зовнішнього освітлення блокується з допомогою діода VD5. При виключенні лампи конденсатор C6 забезпечує затримку включення схеми контролю зовнішнього освітлення на 2-3 с, що допомагає запобігти хибним перемиканням під час перехідних процесів при виключенні навантаження.

Проведемо розрахунки елементів даної ділянки схеми.

Схема на транзисторі VT1 є емітерним повторювачем де коефіцієнт підсилення  $K_u=1$ .

$$K = \frac{U_{вих.}}{U_{ex.}} = -\frac{R_k}{R_e} \approx 1$$

Виходячи з вище приведенного співвідношення та величини вхідного струму операційного підсилювача ~10мкА, оцінимо опір емітерного (колекторного) резисторів:

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$U_{\delta} > 0.6B$  ; - умова підтримування транзистора у відкритому стані.

$$R_e = \frac{U_e}{I_e} = \frac{U_{\delta} - 0.6B}{I_e}$$

Розрахуємо ємність конденсатора С4 – фільтра першого стабілізатора:

$$C4 = \frac{P_{\text{вх.}}}{f \cdot (U_{\text{пульс.}})^2} = \frac{14B \cdot 0.04A}{0.05\text{кГц} \cdot (0.2B)^2} = 2200\text{мкФ}$$

Вибираємо найближчу ємність із стандартного ряду – 2200мкФ, на напругу 25В, оскільки робоча напруга 14В. Для цього виберемо електролітичний низькочастотний конденсатор тип – ECR2200мкФ·25В (фірми Epcos).

Ємність конденсатора С8 – фільтра другого стабілізатора буде становити:

$$C8 = \frac{P_{\text{вх.}}}{f \cdot (U_{\text{пульс.}})^2} = \frac{5B \cdot 0.03A}{0.05\text{кГц} \cdot (0.1B)^2} = 3300\text{мкФ}$$

Найближча ємність із стандартного ряду – 3300мкФ, на напругу 16В, оскільки робоча напруга на стабілітроні становить 5В. Для цього виберемо електролітичний низькочастотний конденсатор тип – ECR3300мкФ·16В (фірми Epcos).

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. Висновки

Згідно із поставленим у технічному завданні вимогами розроблено конструкцію пристроя охорони на основі піродатчика.

На основі аналізу аналогів проведено синтез структурної та принципової схеми, а також повний розрахунок пристроя охорони.

Згідно ТЗ пристій охорони має такі параметри: система живлення від мережи 220 В, та автономного джерела -12 В, 0.3Ан; робочий діапазон датчика- ІЧ.

Проектування, розрахунки, розробка графічної документації було здійснено із застосуванням програмних проектно-конструкторських пакетів "P-Cad 2001", "AutoCAD 2006".

ПРОЕКТ  
ІТФ  
УЖНУ

					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пухальський Г.І., Новосельцева Т.Я. Приєднання дискретний пристроїв на інтегральних мікросхемах: Довідник. -М.: Радіо і зв'язок, 1990-304ст.
2. Капустян В.І. Активні РС-фільтри високого порядку. -М.: Радіо і зв'язок, 1985- 248ст.
3. Орнатський П.П. Автоматичні вимірювання і прилади. -К.: Вища шк. головне вид., 1986- 504ст.
4. Юфимчик М.К., Шушківич С.С. Основи радіоелектроніки. 2-е вид., «Університетське», 1986. – 303ст.

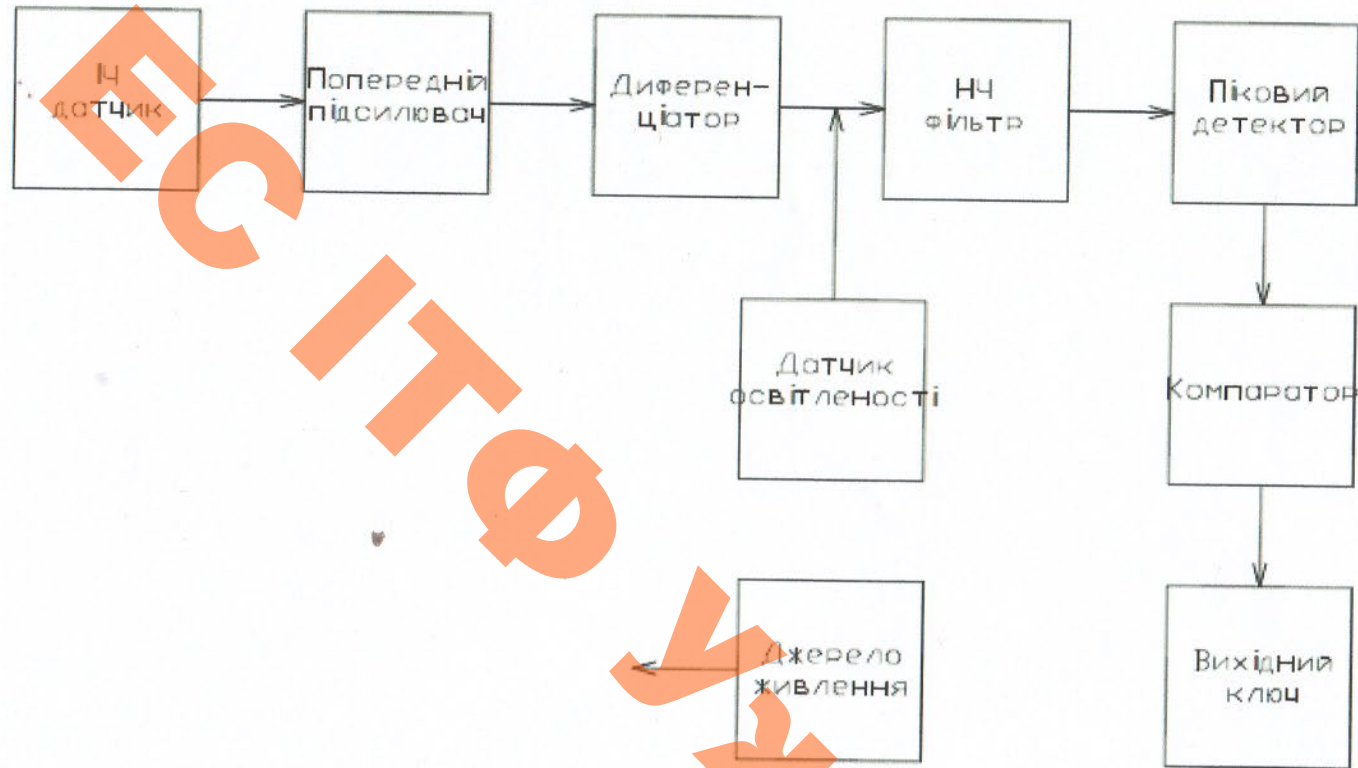
					КРБ ЕС.20050054.013 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поз. познач. у	Найменування	Кільк.	Примітка					
<u>Конденсатори</u>								
C1	ECR-16B-100мкФ ±20%	1						
C2	ECR-16B-22мкФ ±10%	1						
C3, C9	X7R-1210-50B-30нФ ±10%	2						
C4	ECR-25B-2200мкФ ±10%	1						
C5	ECR-16B-2.2мкФ ±10%	1						
C6	X7R-1210-50B-30нФ ±10%	1						
C7	ECR-16B-4.7мкФ ±20	1						
C8	ECR-16B-3300мкФ ±20%	1						
C10	ECR-16B-4.7мкФ ±20%	1						
<u>Мікросхеми</u>								
DA1	IRA-E710	1						
DA2	LM324N	1						
DA3	LM1086-ADJ	1						
DA4	LM1086-5.0	1						
	Запобіжник F3.0.5A 250V	1						
<u>Резистори</u>								
R1	MF-25-0.25-100кОм± 5%	1						
R2	MF-25-0.25-47к± 5%	1						
R3	MF-25-0.25-10к± 5%	1						
R4	MF-25-0.25-1,5МОм± 5%	1						
R5	MF-25-0.25-18кОм± 5%	1						
R6	MF-25-0.25-1МОм± 5%	1						
КРБ ЕС.20050054.013 ПЕ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охоронна система з використанням піроелектричного датчика	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Мельник І.П.	<i>[Підпис]</i>	24.08				
Перевір.		Юркін І.М.	<i>[Підпис]</i>	24.08			1	3
Реценз.						УЖНУ, ІТФ, ЕС		
Н. Контр.		Папп О.В.	<i>[Підпис]</i>	24.08		4 курс		
Затверд.		Заєць Т.М.	<i>[Підпис]</i>	24.08				



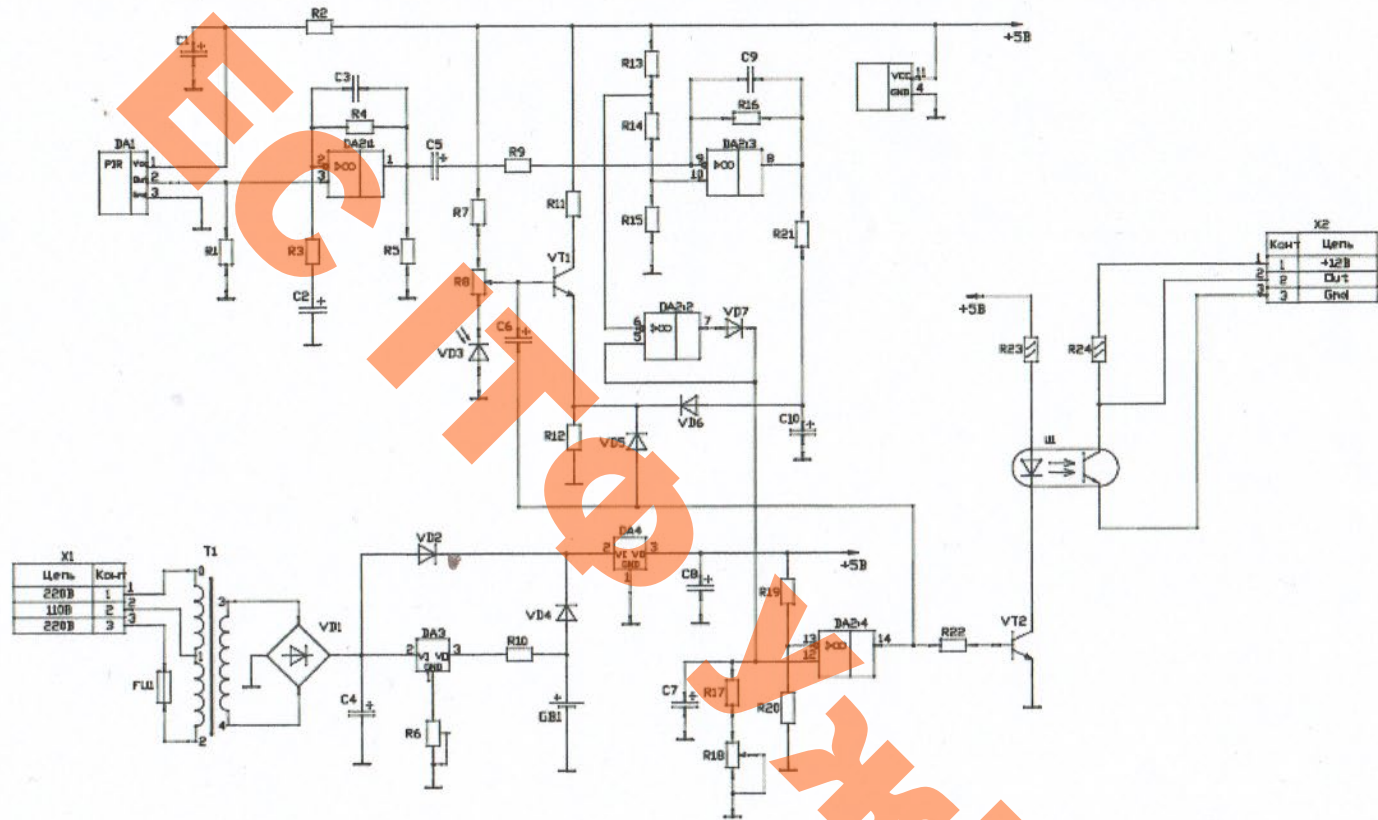






					КРБ.ЕС.20050054.0013.Е1				
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охоронна система з використанням піроелектричного датчика	Літ.	Масса	Масшт.	
								1:1	
Розроб.		Мельник І.П.	<i>[Signature]</i>	24.06					
Перевір.		Юркін І.М.	<i>[Signature]</i>						
Реценз.									
Н.Контр.		Пап О.В.	<i>[Signature]</i>	24.06	Структурна схема	Арк.		Акрушів	
Затверд.		Зяць Т.М.	<i>[Signature]</i>	24.06		УжНУ ІТФ гр. ЕС 4 курс			

КРБ.ЕС.20050054.0013.Е3



КРБ.ЕС.20050054.0013.Е3

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Розроб.	Мельник І.П.	24.06
		Перевір.	Юркін І.М.	24.06
		Реценз.		
		Н.Контр.	Папп О.В.	24.06
		Затверд.	Заяць Т.М.	24.06

Охоронна система з використанням піроелектричного датчика

Електрична принципова схема

Літ.	Масса	Масшт.
------	-------	--------

1:1

Арк.	Акрушів
------	---------

УЖНУ ІТФ  
гр. ЕС 4 курс

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

к.ср. - м.п. Золець Тарас Михайлович

Студента (-ки) 4-10 курсу  
спеціальності 171 Електроніка  
Мельник І.Т.  
(прізвище, ініціали)

## ЗАЯВА

щодо самостійного виконання  
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Мельник Ілля Тарасович  
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денної інженерно-технічної, 4  
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Оформлення системи  
з використанням мікроелектричного  
оптичного

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

18.06.2024  
Дата

Мельник І.Т.  
Підпис

Додаток 2.

**ДОВІДКА**  
про результати перевірки на унікальність  
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Мельник Ілля Іванович
Назва роботи	Охоронка система з використанням провідного датчика
Спеціальність	171 Електроніка
Курс	4
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	Електронних систем
Керівник роботи	Юркін Георгій Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Antipla
Додано до бази даних	
Ідентифікаційний номер роботи	2024 - КРБ - Мельник, Ілля Іванович
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	93 %

Відповідальна особа/  
Науковий керівник роботи

23.06.2024

Дата

(прізвище, ініціали)

Юркін Г. М.

Підпис



Автентифіковано засобом перевірки на плагіат ANTIPLA  
Дата видачі: неділя, 23 червня 2024, 22:48  
Доступно через [www.antip.la](http://www.antip.la)

# Плагіатограма

Результат (відсоток плагіату)	7%
Назва документу	2024-КРБ-Мельник.Ілля.Павлович.pdf
Кількість символів	19,362
Кількість спеціальних символів	98
Кількість слів	2,703
Унікальна кількість слів	1,459
Кількість речень	376
Найпоширеніші слова	на, з, =, Арк., -
Найдовше слово	Рспож.мс=1,36+1+5,4+0,4=8,2Вт
Середня довжина слова	6.2
Середня кількість слів у реченні	7.2
Всього посилань	0
Кількість слів із плагіатом	175

23.06.2024

(дата)

Богдан

(перевірив)