ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
Кафедра Мобільних та відеоінформаційних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

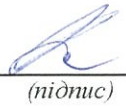
на тему: «Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням»

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

освітньо-професійної програми Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



(підпис) Андрій Ганага
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи АРДМ-61
Андрій ГАНАГА

Керівник: Лариса ДАКОВА

Рецензент: Костянтин ЛАВРІНЕЦЬ

Київ – 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут телекомунікацій

Кафедра	Мобільних та відеоінформаційних технологій
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітньо-професійна програма	Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедрою МВТ
_____ Наталія РУДЕНКО
« » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Ганагі Андрію Вадимовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням»,
керівник кваліфікаційної роботи Лариса ДАКОВА, к.т.н., доцент,
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від 15.10.2024 р. №320.

2. Строк подання кваліфікаційної роботи 25.12.2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:
   1. Відеокамери, видошукач CRT.
   2. Відеореєстратор DVR.
   3. Інфрачервоні світлодіоди 840нм та 940нм.
   4. Перетворювачі напруг живлення.
   5. Науково-технічна література.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
   1. Технології нічного бачення.
   2. Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення.

3. Інфрачервоний прилад нічного бачення.
4. Приціл для камери нічного бачення.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: презентація.

6. Дата видачі завдання 27.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір науково-технічної літератури	27.10.24	Викон.
2.	Технології нічного бачення	31.10.24	Викон.
3.	Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення	15.11.24	Викон.
4.	Інфрачервоний прилад нічного бачення	29.11.24	Викон.
5.	Приціл для камери нічного бачення	02.12.24	Викон.
6.	Висновки, вступ, реферат	11.12.24	Викон.
7.	Розробка презентації	18.12.24	Викон.

Здобувач вищої освіти Андрій ГАНАГА
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи Лариса ДАКОВА
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 75 стор., 53 рис., 24 дж.

Мета роботи – створення алгоритму розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням.

Об'єкт дослідження – процес розробки цифрового приладу нічного бачення.

Предмет дослідження – моделі та алгоритм підвищення точності роботи приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням.

Короткий зміст роботи: у магістерській роботі досягнуто наступних результатів: у першому розділі проаналізовано основні аспекти загальних налаштувань цифрових приладів. Розглянуто чутливість цифрових відеокамер та сприйнятливість людей та тварин до інфрачервоного світла. У другому розділі представлений алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення та прилади. У третьому розділі розглянуто процес опису інфрачервоного приладу та представлено тестування. У четвертому розділі практичної розробки проказано створення індивідуальних пристроїв нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням та приціл/камеру нічного бачення. Він здатний записувати при дуже слабкому освітленні, його можна використовувати в багатьох сценаріях, навіть як відеореєстратор для запису нічного відео.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНФРАЧЕРВОНЕ ПІДСВІЧУВАННЯ, ІНФРАЧЕРВОНІ КАМЕРИ, ПРИЛАДИ, НІЧНЄ БАЧЕННЯ, ВІДЕОРЕЄСТРАТОР, СВІТЛОДІОДИ, НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ

ABSTRACT

Text part of the master's qualification work: 75 pages, 53 pictures, 24 sources.

The purpose of the work - creation of an algorithm for the development of a digital night vision device with infrared illumination.

Object of research – the process of developing a digital night vision device.

Subject of research – models and an algorithm for increasing the accuracy of the night vision device with infrared illumination.

Summary of the work: the following results were achieved in the master's thesis: the first chapter analyzed the main aspects of general settings of digital devices. The sensitivity of digital video cameras and the sensitivity of people and animals to infrared light are considered. The second chapter presents the algorithm for developing a digital night vision device and devices. In the third section, the process of describing the infrared device is considered and testing is presented. In the fourth chapter of practical development, the creation of individual night vision devices with infrared illumination and a night vision sight/camera is demonstrated. Capable of recording in very low light, it can be used in many scenarios, even as a night video recorder.

KEYWORDS: INFRARED ILLUMINATION, INFRARED CAMERAS, DEVICES, NIGHT VISION, VIDEO RECORDER, LEDS, SUPPLY VOLTAGE

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут телекомунікацій

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на здобуття освітнього ступеня магістра

Направляється здобувач Ганага А.В. до захисту кваліфікаційної роботи
(прізвище та ініціали)

за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка
освітньо-професійної програми Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення

на тему: Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Директор ННІТ _____ Владислав КРАВЧЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач Ганага Андрій Вадимович показав гарну теоретичну та інженерну підготовку, уміння володіти технологіями нового покоління, вміло працювати з програмно-апаратними засобами мобільного зв'язку, довідковою і науково-технічною літературою. Працюючи над завданнями, які доручались керівником, проявив ініціативність, сумлінність та хист до інженерної роботи.

Все це дозволяє оцінити виконану кваліфікаційну роботу Ганаги Андрія Вадимовича на оцінку «відмінно» та присвоїти йому кваліфікацію «Магістр з електронних комунікацій та радіотехніки».

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Лариса ДАКОВА
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

" " _____ 2024 року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційна робота розглянута. Здобувач Ганага А.В.
(прізвище та ініціали)

допускається до захисту даної роботи в Екзаменаційній комісії.

Завідувачка кафедри
Мобільних та відеоінформаційних технологій _____ Наталія РУДЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

" " _____ 2024 року

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА
на кваліфікаційну магістерську роботу

здобувача вищої освіти Ганаги Андрія Вадимовича

на тему: «Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням»

Актуальність:

Розробка цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням є ефективним засобом забезпечення безпеки та нагляду в різних середовищах, зокрема в умовах обмеженої освітленості, наприклад, вночі. Інфрачервоне підсвічування дозволяє камерам зафіксувати об'єкти навіть в повній темряві, використовуючи інфрачервоне випромінювання.

Ці системи використовуються в різних областях, включаючи домашню безпеку, комерційні підприємства, громадські місця, промислові об'єкти та інші. Вони дозволяють реалізувати режим нічного спостереження, що забезпечує постійний контроль над територією навіть у темряві.

Основна перевага використання активного інфрачервоного підсвічування полягає в здатності "проривати" темряву, що дозволяє отримати чітке зображення навіть у повній відсутності освітлення. Коли камера з вбудованими IR LED вмикається, вони випромінюють інфрачервоне світло, яке не видиме для людського ока, але зчитується камерою.

Позитивні сторони:

1. Проведено аналіз принцип інфрачервоного підсвічування та основних параметрів цифрових приладів.
2. Представлено алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення.

Недоліки:

1. Не проведено аналізу порівняння технічних параметрів систем відеонагляду з інфрачервоним підсвічуванням.
2. Не розглянуто законодавчі аспекти з використання систем з активним інфрачервоним підсвічуванням.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку кваліфікаційної роботи.

Висновок: кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «відмінно», а здобувач ГАНАГА Андрій Вадимович заслуговує присвоєння кваліфікації: «Магістр з електронних комунікацій та радіотехніки».

Рецензент: КТН, доцент каф. ТСМ _____ Костянтин ЛАВРІНЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) *(підпис)* *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

ЗМІСТ

ВСТУП 9
1 ТЕХНОЛОГІЇ НІЧНОГО БАЧЕННЯ 10
1.1 Загальне налаштування цифрових приладів 10
1.2 Основні параметри цифрових приладів нічного бачення збільшення 14
1.3 Роздільна здатність 15
1.4 Чутливість цифрових відеокамер 19
1.5 Поле зору приладів нічного бачення 22
1.6 ІЧ просвітлювачі 25
1.7 Сприйнятливість людей та тварин до інфрачервоного світла 29
1.8 Роль інфрачервоних прожекторів у системах відеоспостереження 30
2 АЛГОРИТМ РОЗРОБКИ ЦИФРОВОГО ПРИЛАДУ НІЧНОГО БАЧЕННЯ 43
2.1 Початок розробки простого нічного бачення 43
2.2 Прилади для розробки 44
2.3 Понижуючі та підвищувальні перетворювачі 47
2.4 ІЧ-світло 49
2.5 Тестування 50
2.6 Корпус 50
3 ІНФРАЧЕРВОНИЙ ПРИЛАД НІЧНОГО БАЧЕННЯ 52
3.1 Опис інфрачервоного приладу 52
3.2 Електропроводка 55
3.3 Створення корпусу 56
3.4 Тестування 58
3.5 Поліпшення чутливості 59
3.6 Адаптер для камери нічного бачення 61
4 ПРИЦІЛ ДЛЯ КАМЕРИ НІЧНОГО БАЧЕННЯ 69
4.1 Огляд прицілу камери нічного бачення 69
4.2 Основні схеми 70
4.3 Захист батареї 72
4.4 Нічні знімки 74
4.5 Пристрій нічного бачення з ІЧ-прожектором і CMOS-камерою 75
ВИСНОВКИ 80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 82
ДЕМОНСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ 84

ВСТУП

Світовий ринок оптичних та оптико-електронних технологій впродовж останніх 10...15 років розвивається досить швидкими темпами (щорічні темпи росту більш ніж 15%), а оптичні і оптико-електронні прилади посідають одне з провідних місць серед високих новітніх технологій. Постійне вдосконалення елементної бази дозволяє реалізувати нові схемотехнічні рішення в приладах отримання і обробки зображень, які мають більшу продуктивність та менше енергоспоживання. Зразки цифрової прицільної техніки, які випускаються серійно, регулярно демонструються на виставках. Приклади існуючих приладів та окремих вузлів оптикоелектронної прицільної техніки буде наведено в кваліфікаційній роботі. На основі проведеного аналізу визначені проблеми і завдання, які виникають при розробці цифрових ЕОП, серед яких:

- складність управління приладом внаслідок великої кількості функцій регулювань та налаштувань приладу;

- необхідність налаштування приладу для роботи в конкретних умовах вручну;

- дискретність зображення цифрового прицільного виробу, яка непритаманна зображенню, що спостерігається в оптичний приціл;

- недостатнє поле зору; - складність вивірки прицілу;

- недостатня чутливість приладу при спостереженні в умовах низької освітленості;

- складність та збільшений час прицілювання по малорозмірним цілям.

Основна перевага використання активного інфрачервоного підсвічування полягає в здатності "проривати" темряву, що дозволяє отримати чітке зображення навіть у повній відсутності освітлення. Коли камера з вбудованими IR LED вмикається, вони випромінюють інфрачервоне світло, яке не видиме для людського ока, але зчитується камерою. Це дозволяє камері забезпечити чітке зображення об'єктів навіть у повній темряві.

В роботі необхідно буде навести схемні приклади створення індивідуальних приладів нічного бачення.

1 ТЕХНОЛОГІЇ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

1.1 Загальне налаштування цифрових приладів

У загальному вигляді цифровий прилад нічного бачення складається з об'єктива, світлочутливого датчика, блоків електронної обробки зображення та управління, дисплея та окуляра як показано на рис. 1.1.

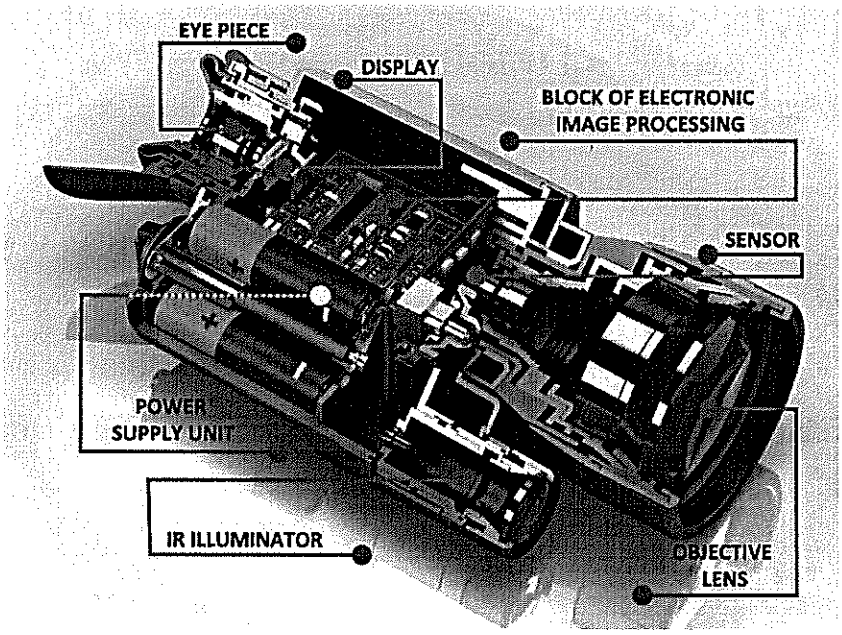


Рис. 1.1 Прилад нічного бачення

Живлення цифрових приладів нічного бачення забезпечується змінними елементами живлення: акумуляторними батареями того ж розміру або інтегрованими акумуляторами. Пристрої можуть бути оснащені розеткою для отримання живлення від зовнішніх джерел (наприклад, автомобільної електромережі, компактних зовнішніх акумуляторних батарей).

Для роботи в умовах слабкого освітлення цифрові прилади нічного бачення часто оснащуються інтегрованими інфрачервоними освітлювачами на основі лазерного діода або світлодіода.

Для підвищення зручності використання цифрові прилади нічного бачення можуть містити систему дистанційного керування з основними функціями – у цьому випадку користувач може керувати пристроєм за допомогою пульта дистанційного керування.

Цифрові пристрої можуть оснащуватися рейками для кріплення на зброю.

Як і у будь-якому оптичному приладі спостереження, лінза об'єктива призначена для проектування зображень на поверхню датчика, який, у свою чергу, перетворює відбиття світла об'єкта в електричний сигнал.

Як світлочутливий елемент у цифрових приладах нічного бачення використовуються датчики CCD на рис.1.2 або CMOS на рис.1.3.

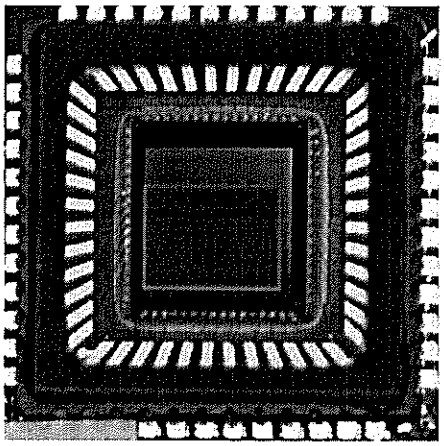


Рис. 1.2 Датчик CCD

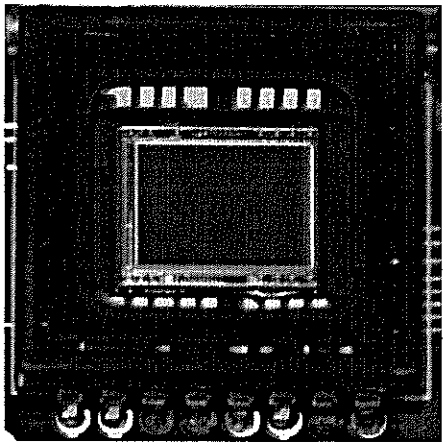


Рис. 1.3 Датчик CMOS

Зазвичай електронний блок обробки складається з однієї або кількох плат (залежно від конфігурації пристрою), на яких розміщені спеціалізовані схеми, які обробляють отриманий від датчика сигнал і далі передають сигнал на дисплей, де відображається зображення спостережуваний об'єкт має форму. Плати містять основні елементи керування пристроями, а також містять схеми живлення для всього блоку та окремих елементів схеми.

Через те, що в цифрових приладах нічного бачення використовуються мікродисплеї, для спостереження за зображенням необхідно використовувати окуляр, який працює як збільшувальне скло і дозволяє користувачам переглядати збільшене зображення.

Найбільш часто використовуваними дисплеями в цифрових приладах нічного бачення є рідкокристалічні дисплеї трансмісійного типу (де дисплей підсвічується із зворотного боку) або OLED-дисплеї (під час подачі електричного струму його речовина починає випромінювати світло).

Застосування OLED-дисплеїв дає низку переваг: можливість використання пристрою при більш низьких температурах, більш високу яскравість і контрастність зображень і більш просту і надійну конструкцію (немає джерел підсвічування, як у LCD). Крім РК- і OLED-дисплеїв, цифрові пристрої можуть використовувати мікродисплеї, виготовлені за технологією LCOS (Liquid Crystal on Silicone) – різновиду відбиваючого дисплея.

На відміну від приладів нічного бачення на основі ЕОП (аналогових), цифрові прилади нічного бачення дозволяють реалізувати більшу кількість налаштувань користувача та функцій. Наприклад, налаштування яскравості, контрастності зображення, вибір кольору зображення, додаткова інформація в полі зору (поточний час, індикація заряду батареї, іконки активованих режимів тощо), додаткове цифрове збільшення, функція «Картинка в картинці» (показує, в окреме віконце, додаткове зображення всього об'єкта або його окремої частини, у тому числі збільшене зображення) і тимчасове вимкнення дисплея (з метою енергозбереження та маскування спостерігача за рахунок відсутності підсвічування робочого дисплея).

Для збереження зображень спостережуваних об'єктів цифрові прилади нічного бачення можуть містити відеореєстратори, які дозволяють робити фотографії та відео.

У цифрових пристроях легко реалізувати такі функції, як бездротове підключення (наприклад, Wi-Fi), передача даних (фото відео) на зовнішні приймачі, інтеграція лазерних далекомірів (дані з далекоміра можна ввести в поле зору) і GPS-сенсори (можливість встановлення координат спостережуваного об'єкта).

Однією з переваг цифрових приладів нічного бачення є можливість працювати в денний час, не побоюючись спалахів світла або інтенсивних джерел світла, які можуть пошкодити прилади нічного бачення на основі ЕОП.

Прицільна сітка в цифрових прицілах, як правило, також цифрова, тобто зображення прицільної сітки під час обробки відеосигналу накладається на зображення на екрані та переміщується електронним способом, уникаючи необхідності механічних частин для внесення балістичних поправок.

Ці механічні деталі часто використовуються в аналогових оптичних прицілах нічного бачення та денного світла та вимагають високої точності під час виготовлення та складання.

Крім того, він уникає типових оптичних ефектів або ефектів прицілів нічного бачення, як на рис.1.4, таких як паралакс, завдяки тому, що спостережуване зображення та зображення візирної сітки розташовані в одній площині – у площині відображення.



Рис. 1.4 Приціл нічного бачення

Цифровий оптичний приціл може зберігати в пам'яті велику кількість прицільних сіток різної конфігурації та кольору, забезпечуючи можливість швидкого та легкого «приведення одного пострілу» або «закріплення нуля», функцію автоматичної балістичної корекції прицільної сітки на змінній дистанції стрільби, збереження нульових координат для кількох видів зброї, вказівка нахилу або кута піднесення зброї тощо.

1.2 Основні параметри цифрових приладів нічного бачення збільшення

Цей параметр показує, у скільки разів зображення об'єкта, що спостерігається через прилад, перевищує розмір такого ж об'єкта, що спостерігається неозброєним оком.

Одиниця вимірювання – час (позначення «х», наприклад, «2х» - «два рази»). Для приладів нічного бачення, в тому числі цифрових, типові значення збільшення коливаються від 1х до 5х, оскільки основним завданням приладів нічного бачення є виявлення та розпізнавання об'єктів в умовах недостатнього освітлення. Підвищення збільшення в приладах нічного бачення призводить до значного

зниження сумарної світлозбиральної потужності – зображення буде набагато темнішим, ніж у будь-якому аналогічному приладі з меншим збільшенням.

Зменшення світлозбиральної здатності через підвищення збільшення можна компенсувати збільшенням діаметра лінзи об'єктива, але це, в свою чергу, призведе до збільшення розміру та ваги приладу, зменшуючи загальну зручність портативних приладів нічного бачення. (особливо прицiли, оскільки їх користувачі додатково повинні тримати зброю).

Збільшення визначається фокусними відстанями лінзи об'єктива та окуляра, а також масштабним коефіцієнтом (К), який дорівнює відношенню фізичних розмірів (діагоналей) дисплея та сенсора.

Чим більша фокусна відстань об'єктива, розмір дисплея, тим більше збільшення як показано на рис.1.5. Чим більша фокусна відстань окуляра, розмір датчика, тим менше збільшення.

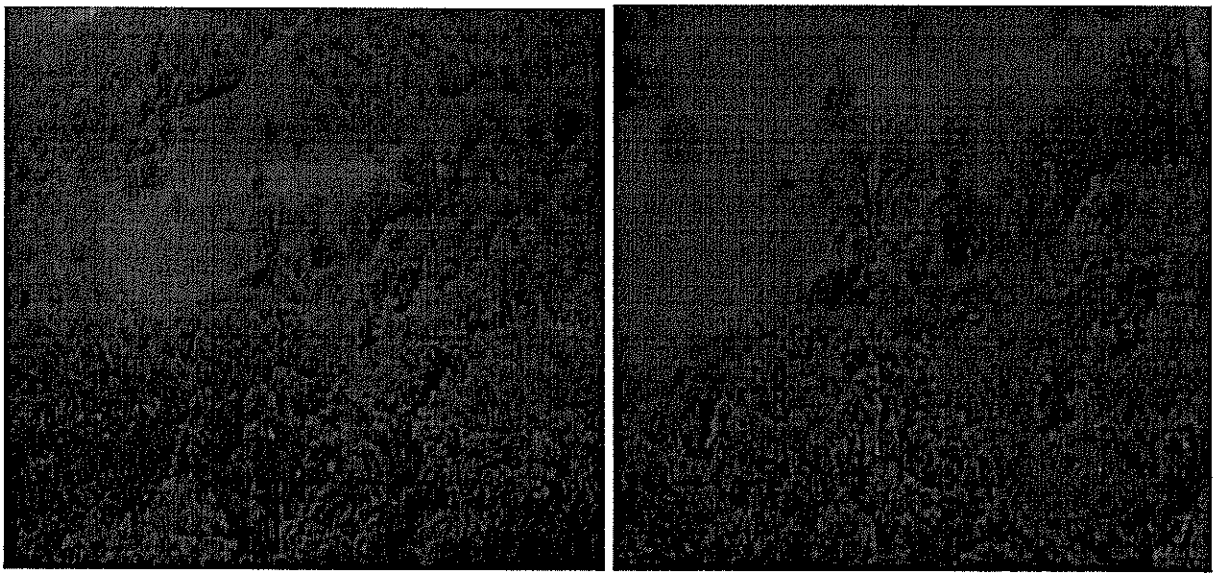


Рис. 1.5 Зміна фокусної відстані об'єктива

1.3 Роздільна здатність

Роздільна здатність - це здатність пристрою відображати окремо дві точки або лінії, розташовані близько одна до одної. У технічних довідниках цей параметр

може вказуватися як «роздільна здатність», «межа роздільної здатності» або «максимальна роздільна здатність». В принципі, воно має таке ж значення. Зазвичай роздільна здатність вказується в рядках на міліметр (л/хв), але вона також може бути вказана в кутових одиницях (секундах або хвилинах).

Чим більше значення роздільної здатності в лініях на міліметр і чим менше значення в кутових одиницях, тим вище роздільна здатність. Чим вище роздільна здатність, тим чіткіше зображення може бачити спостерігач.

Для приладів нічного бачення бажано мати роздільну здатність не менше 25 л/хв – така роздільна здатність дозволяє відрізнити фігуру людини від тварини чи іншого подібного за розміром об'єкта на відстані 100 м.

Для вимірювання роздільної здатності приладів нічного бачення використовується спеціальне обладнання, яке називається коліматором. Коліматор дозволяє створити імітаційне зображення спеціального тест-об'єкта – освітлену лінійну тест-схему на рис.1.6, яка знаходиться на певній відстані (зазвичай 100 м).

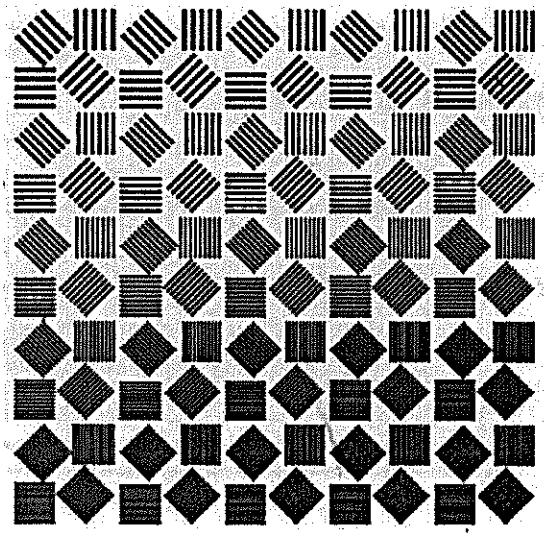


Рис. 1.6 Лінійна тестова діаграма

Подивившись на зображення досліджуваного об'єкта через прилад, можна зробити висновок про роздільну здатність приладів нічного бачення – чим дрібніші

лінії тестової діаграми, які чітко видно одна від одної, тим вище роздільна здатність.

На відміну від чорно-білих сенсорів, роздільна здатність кольорових сенсорів загалом буде меншою на 30-40%, що пов'язано з іншою структурою пікселів – один піксель кольорового сенсора складається з комбінації трьох субпікселів, кожен з яких реєструє світло лише певної частини спектру (відповідно – червоний, синій, зелений). Це досягається за рахунок застосування кольорових світлофільтрів, що пропускають світло тільки одного кольору, як на рис.1.7.

Таким чином, коли монохромне світло потрапляє на піксель кольорової камери, сигнал реєструватиме лише один субпіксель, тоді як у чорно-білих сенсорах сигнал реєструватиме кожен піксель, на який потрапляє світло. Це одна з причин того, що застосування датчиків кольору в приладах нічного бачення є обмеженим і часто нераціональним.

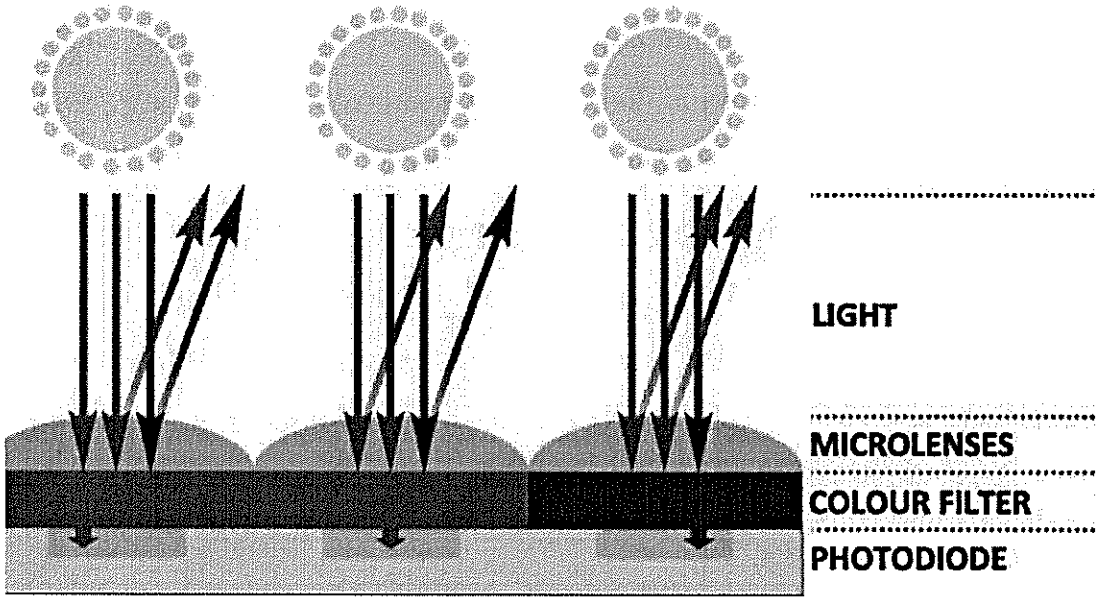


Рис. 1.7 Робота кольорових світлофільтрів

Роздільна здатність пристрою також залежить від параметрів дисплея, на якому відображається зображення. Як і у випадку з сенсором, тут визначальну роль відіграє роздільна здатність дисплея (кількість пікселів) і розмір пікселів.

Щільність пікселів на дисплеї описується PPI («пікселі на дюйм») – ця характеристика визначає кількість пікселів, які розташовані на одному квадратному дюймі дисплея, як на рис.1.8.

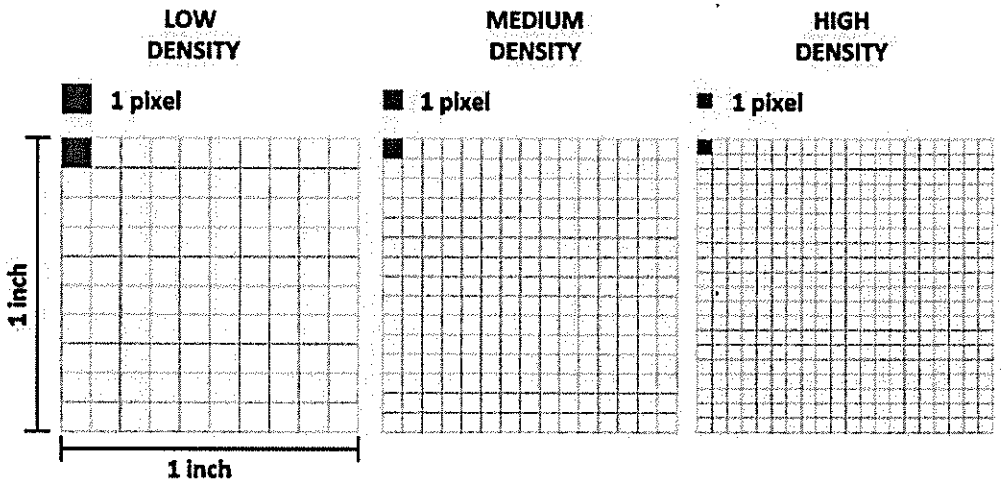


Рис. 1.8 Щільність пікселів на дисплеї

У разі прямої передачі зображення (без масштабування) від сенсора до дисплея роздільна здатність обох частин була б однаковою. У цьому випадку виключається зниження роздільної здатності пристрою (зменшення роздільної здатності відбувається, коли роздільна здатність дисплея нижча за роздільну здатність сенсора) і немає необхідності застосовувати дорогий дисплей (роздільна здатність дисплея перевищує роздільну здатність). датчика). Коли датчик видає сигнал у стандартному аналоговому телевізійному форматі (наприклад, PAL (625 рядків у кадрі) або NTSC (525 рядків у кадрі)), використання датчика з роздільною здатністю, вищою за роздільну здатність формату телевізійного сигналу, стає недоцільним.

Цифрові прилади нічного бачення можуть використовувати різні алгоритми для корисної обробки сигналу, що може впливати на загальну роздільну здатність пристрою. Перш за все, можна говорити про «цифрове масштабування», коли зображення сенсора обробляється цифровим способом і передається на дисплей з певним збільшенням. У цьому випадку загальна роздільна здатність пристрою

зменшується. Подібний ефект можна спостерігати в цифрових камерах під час «цифрового масштабування».

1.4 Чутливість цифрових відеокамер

Для характеристики чутливості цифрових відеокамер часто використовують параметр мінімального рівня освітленості на спостережуваному об'єкті, коли пристрій ще здатний видавати зображення.

Це визначення найбільш підходить для цифрових пристроїв, що працюють у видимому діапазоні спектру. Для видимих діапазонів одиницею вимірювання чутливості є світлова одиниця – «люкс».

Оскільки цифрові прилади повинні працювати вночі, коли переважає інфрачервоний спектр, то для характеристики їх чутливості правильніше використовувати енергетичні одиниці, що описують світловий потік.

Таким чином, параметр чутливості цифрових приладів нічного бачення можна описати як мінімальне значення потужності інфрачервоного світла, яке потрапляє в цифровий прилад нічного бачення, коли прилад ще здатний створювати зображення з роздільною здатністю, яка забезпечує розпізнавання спостережуваного об'єкта (відповідає роздільній здатності 25 л/хв).

Крім цього, є параметр спектральної чутливості – мінімальна потужність на даній довжині хвилі інфрачервоного спектрального діапазону. Коли вказується спектральна чутливість, це також вказує на довжину хвилі світла, на якій було досягнуто це значення.

На відміну від освітленості у видимому діапазоні спектра, освітленість в інфрачервоному діапазоні неможливо виміряти в люксах. У цьому випадку доцільно використовувати універсальну одиницю вимірювання – ват.

Датчик є основним приймачем і перетворювачем світла в електричний сигнал. Саме датчик значною мірою визначає чутливість пристрою. Чутливість сенсора залежить від розміру пікселів і їх щільності на сенсорі. За інших рівних умов, чим

більший розмір пікселя, тим вища чутливість сенсора. Чим менше співвідношення загальної площі сенсора із загальною площею всіх пікселів, тим вища загальна чутливість сенсора.

Останнім часом багато виробників дешевих приладів нічного бачення почали використовувати дешеві датчики для фотоапаратів (частіше кольорові). Ці датчики мають хорошу чутливість у видимому (денному) діапазоні спектра, але дуже низьку чутливість в інфрачервоному діапазоні. У технічних описах таких пристроїв немає інформації про чутливість, але з гордістю вказується велика кількість мегапікселів. Неважко зробити висновок, що, незважаючи на високу роздільну здатність сенсора, такі пристрої не здатні створювати якісне зображення в темний час доби без потужного джерела освітлення, оскільки його сенсор має низьку чутливість в інфрачервоному діапазоні спектру.

Друга поширена помилка - коли чутливість цифрових приладів нічного бачення вказується в фотометричних одиницях (люксах). Тут значення чутливості можуть досягати десятитисячних часток люкс, що значно вище, ніж можуть забезпечити аналогові прилади нічного бачення на основі ЕОП покоління 2+ і вище. Таку надприродну чутливість можна пояснити простим способом. Як правило, для вимірювання чутливості використовується люксметр, спектральна характеристика якого збігається зі спектральною характеристикою ока людини (див. схему). Як і людське око, люксметр здатний сприймати (вимірювати) освітленість лише у видимому діапазоні спектру від 380 нм до 780 нм. Це означає, що при вимірюванні освітленості вночі за допомогою люксметра отримані значення освітленості будуть близькі до нуля, оскільки вночі видимий діапазон освітленості практично відсутній. Але з іншого боку, присутнє сильне інфрачервоне освітлення і люксметр не може його зареєструвати, а прилади нічного бачення легко реєструють це освітлення. Як приклад на рис.1.9 наведено графіки спектральної чутливості ПЗЗ-сенсорів SONY та ЕОП покоління 2+.

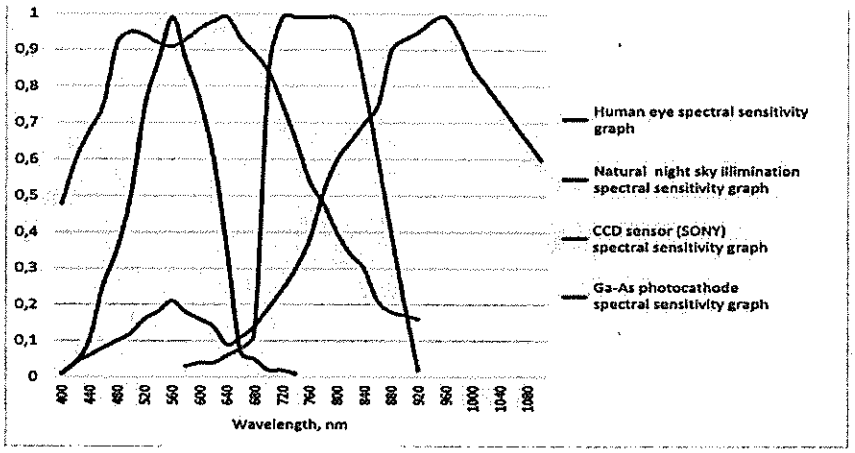


Рис. 1.9 Спектральна чутливість

Спектральна чутливість використовується як параметр, який характеризує здатність приладу нічного бачення впевнено працювати вночі. Як правило, вказується на одній або кількох довжинах хвиль спектрального діапазону. Щоб зрозуміти «якість» цифрових приладів нічного бачення, найоптимальніше мати інформацію про спектральну чутливість на таких довжинах хвиль, як, наприклад, 780 ... 810 нм (середнє значення інфрачервоного освітлення зоряного неба; в цьому діапазоні сенсори мають середню чутливість) і 910 ... 940 нм (велике значення інфрачервоного освітлення зоряного неба; невидимий інфрачервоний діапазон, датчики ще здатні бути чутливими).

Можна зробити певні висновки про те, як будуть працювати цифрові прилади нічного бачення, якщо порівнювати їх з приладами нічного бачення на основі ЕОП 2+ або 3 покоління. На діаграмі чутливості чітко видно, що датчики ПЗС і фотокатод ЕОП покоління 2+/3 мають кращу чутливість в інфрачервоному діапазоні 750-850 нм і гіршу в діапазонах вище 900 нм.

Порівнюючи ці дані з графіком спектрального розкиду природного нічного освітлення, можна зробити висновок, що в пасивному режимі (без допоміжного інфрачервоного світла) перевага (більша чутливість) вночі буде на боці приладів нічного бачення на основі ЕОП. лампи покоління 2+/3.

У контексті даної теми чутливість - це мінімальне значення потужності інфрачервоного випромінювання. Тому чим менше його числове значення у ватах, тим краще його чутливість.

Для порівняння розглянемо виміряні значення чутливості приладів нічного бачення Yukon і Pulsar (див. таблицю) на довжині хвилі 780 нм. Digisight N750 на довжині хвилі 780 нм буде набагато чутливішим, ніж NVMT Spartan 3x42, але менш чутливим, ніж Phantom 3x50 покоління 2+. На довжині хвилі 915 нм Digisight N750 вже матиме перевагу над Phantom 3x50 покоління 2+.

1.5 Поле зору приладів нічного бачення

Цей параметр характеризує розмір простору, який можна одночасно спостерігати через прилад. Зазвичай у технічних характеристиках поле зору вказується в градусах (кут поля зору вказано на малюнку нижче як 2ɷ) або в метрах для деякої відомої відстані (L) до спостережуваного об'єкта (лінійне поле зору вказано на малюнку нижче). як A). На рис. 1.10 показано поле зору в градусах.

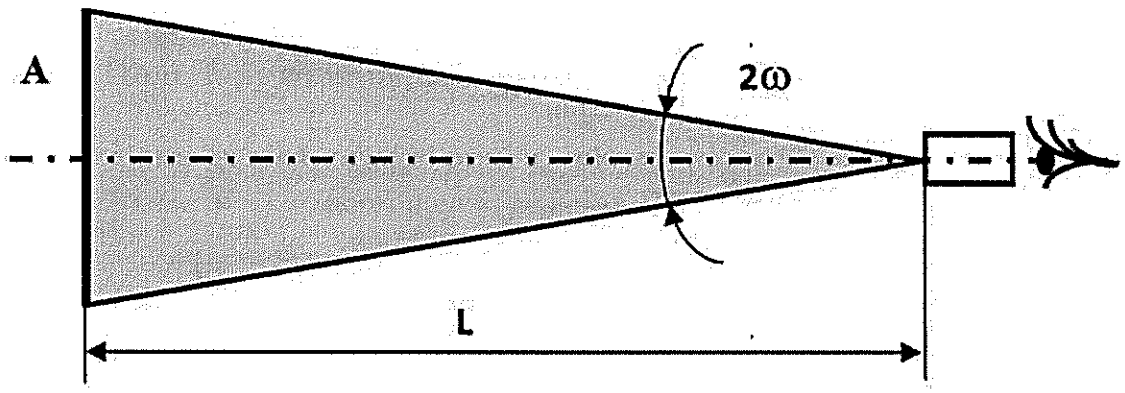


Рис. 1.10 Поле зору вказується в градусах

Поле зору цифрових приладів нічного бачення визначається фокусною відстанню лінзи об'єктива (брелока) і фізичним розміром датчика (B). Зазвичай для розрахунків поля зору береться ширина (горизонтальний розмір) датчика, а результати показують кутове горизонтальне поле зору.

Знаючи вертикальний розмір датчика (висоту) і розмір діагоналі, можна розрахувати кутове вертикальне і діагональне поле зору.

Чим більший розмір датчика або менша фокусна відстань лінзи об'єктива, тим більше поле зору. Чим більше поле зору приладу, тим зручніше спостерігати за об'єктами – немає необхідності в постійних рухах приладу, щоб оглянути необхідну частину простору.

Важливо розуміти, що поле зору обернено пропорційне збільшенню – підвищення збільшення пристрою призводить до звуження поля зору як на рис.1.11.

При цьому при збільшенні поля зору відстань виявлення і розпізнавання зменшиться, тому що, по-перше, зменшиться збільшення, а подруге, якщо для комфортного спостереження використовується інфрачервоний опромінювач, необхідно буде використовувати інфрачервоний опромінювач з широкою кільцевою розбіжністю променю. (він повинен приблизно відповідати кутовому полю зору). Це, в свою чергу, призведе до зменшення яскравості по відношенню до поверхні і призведе до зменшення відстані інфрачервоного освітлювача.

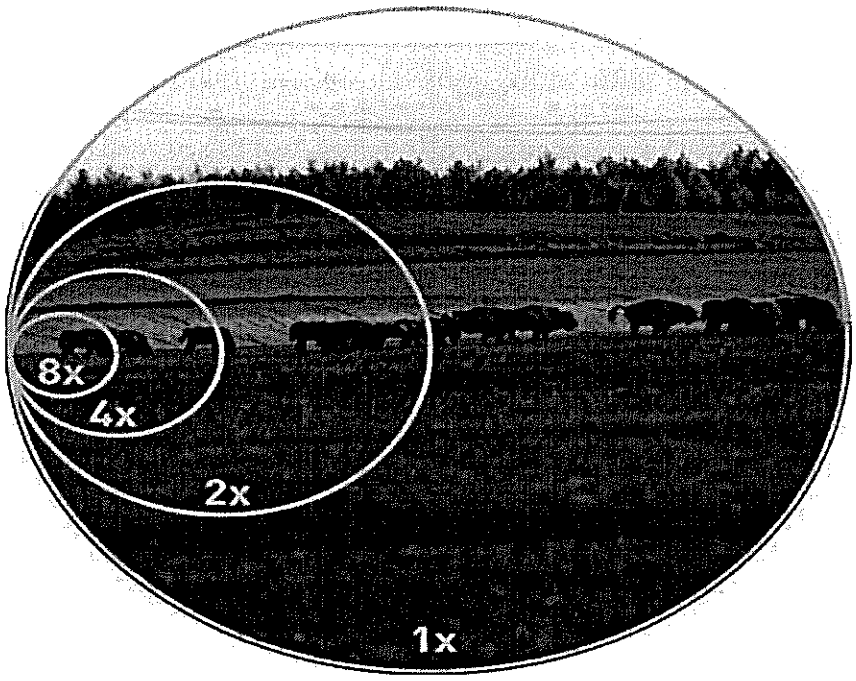


Рис. 1.11 Збільшенні поля зору

Винос ока — відстань від зовнішньої поверхні останньої лінзи окуляра до площини, в якій знаходиться око спостерігача, коли спостережуване зображення є оптимальним (максимально можливе поле зору, мінімальні спотворення). Цей параметр дуже важливий для прицілів зброї, де віддалення від ока має бути не менше 50 мм (оптимально 80-100 мм). Такі великі значення виносу ока необхідні, щоб уникнути травмування спостерігача через віддачу під час пострілу. У приладах нічного бачення відстань від ока, як правило, дорівнює довжині плафона, необхідної для маскування підсвічування ЕОП або екрана.

Відстань виявлення це максимальна відстань від приладу спостереження до якогось об'єкта (зазвичай людини), який можна виявити за допомогою приладу. Відстань розпізнавання це максимальна відстань, на якій спостерігач може розпізнати тип спостережуваного об'єкта (людина, тварина, будівля тощо).

Ці значення непостійні для конкретного пристрою і залежать від наступних параметрів:

- збільшення;
- роздільна здатність;
-чутливість приладу;
- умови спостереження;
- характеристика об'єкта спостереження;
- рівень контрасту між об'єктом і фоном;
- використання інфрачервоного освітлювача.

Пристрої з більшим збільшенням (за інших рівних умов) дозволяють наблизити спостережувані об'єкти, відповідно відстань виявлення та розпізнавання в таких пристроях буде більшою.

Роздільна здатність приладу значною мірою впливає на відстань розпізнавання – прилади з високою роздільною здатністю дозволяють спостерігачеві більш впевнено розпізнавати тип спостережуваного об'єкта завдяки більш чіткому зображенню деталей об'єкта.

Чутливість цифрових приладів нічного бачення однаково впливає на відстань виявлення та розпізнавання. Пристрої з кращою чутливістю забезпечують більш

чітке і контрастне зображення спостережуваного об'єкта на більшій відстані, ніж пристрої з меншою чутливістю.

Окрім параметрів пристрою, на відстань виявлення та розпізнавання істотно впливають умови спостереження та характеристики спостережуваного об'єкта. Умови спостереження визначатимуться рівнем природного освітлення нічного неба та прозорістю атмосфери. Якщо рівень освітленості та прозорість атмосфери зменшуються (дим, туман, частинки пилу тощо), відстані виявлення та розпізнавання також зменшаються.

Властивості відображення об'єкта так само впливатимуть на відстані виявлення та розпізнавання; вони визначатимуться кольором і текстурою (глянцевою чи непрозорою) поверхні об’єкта, а також рівнем контрасту об’єкта порівняно з фоном. Наприклад, легше виявити і розпізнати тварину, яка знаходиться на фоні снігового поля, ніж на тлі узлісся, зеленого лука або поля.

В умовах слабкого освітлення відстань виявлення та розпізнавання можна збільшити за допомогою інфрачервоних освітлювачів. Крім збільшення загальної освітленості об’єкта, в деяких випадках випромінювання інфрачервоного освітлювача добре відбивається в очах тварини, в результаті чого тварину можна помітити на досить великих відстанях – при спостереженні через прилад нічного бачення її очі будуть висвітлюватися. видно як яскраві плями.

1.6 ІЧ просвітлювачі

Варто відзначити застосування ІЧ-освітлювачів разом з цифровими приладами нічного бачення. Зазвичай прилади нічного бачення мають вбудовані ІЧ-підсвічування. У той же час на ринку є велика кількість ІЧ-освітлювачів, які продаються як аксесуари і призначені для спільного використання з приладами нічного бачення.

За типом джерела випромінювання ІЧ-освітлювачі можна розділити на дві основні групи – світлодіодні і лазерні.

У світлодіодних освітлювачах використовується напівпровідниковий діод; він випромінює випромінювання на певній довжині хвилі інфрачервоного діапазону. На ринке можна зустріти світлодіодні освітлювачі з різною довжиною хвилі (найчастіше 805 нм, 850 нм і 940 нм) і з різною потужністю.

Лазерні освітлювачі виготовляються на основі лазерних напівпровідникових діодів. По відношенню до світлодіодних освітлювачів лазерні освітлювачі мають значні переваги.

При одночасному використанні декількох освітлювачів (наприклад, інтегрованих і знімних зовнішніх освітлювачів) загальна освітленість плями буде підсумовуватися, але тільки в тих випадках, коли спостережуваний об'єкт знаходиться на відстані, що не перевищує максимальної відстані роботи кожного з цих двох освітлювачів. (це означає, що кожен з освітлювачів здатний освітлювати спостережуваний об'єкт на цій відстані). Якщо відстань до об'єкта буде перевищувати максимальну відстань роботи одного з освітлювачів, то спостережуваний об'єкт буде освітлюватися тільки одним освітлювачем, який є більш потужним. Це означає, що на цій відстані не буде підсумовування плям освітленості, як на рис.1.12.

До недоліків лазерних освітлювачів можна віднести певну небезпеку, яку вони створюють для людського ока під час прямого перегляду у випадках, коли випромінювання перевищує 1-й клас лазерної безпеки. З цієї причини в більшості країн на цивільний ринок допускаються тільки освітлювачі 1-го класу лазерної безпеки (повністю безпечні). Цей факт значною мірою стримує широке поширення лазерних освітлювачів.

Правильно сконструйовані лазерні освітлювачі 1-го класу перевершують по ефективності роботи звичайні світлодіодні освітлювачі, оскільки при відносно однакових значеннях робочої відстані вони мають менший розмір і споживають менше енергії.

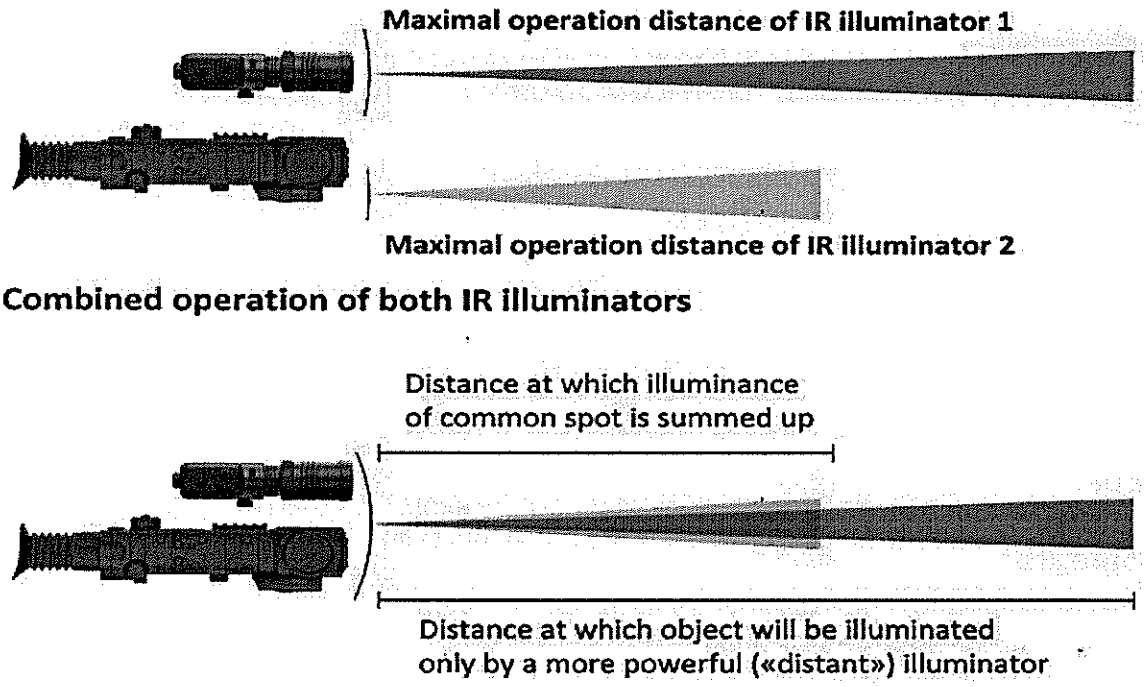


Рис. 1.12 Одночасне використання декількох освітлювачів

Кільцева розбіжність променю ІЧ-опромінювача повинна бути близькою до кутового поля зору приладу нічного бачення, щоб освітлювати всю площу, яку можна побачити через прилад. Чим більша кільцева розбіжність, тим менша освітленість на площі та, відповідно, менша відстань освітлення. На практиці ІЧ-освітлювачі мають нерівномірний розподіл енергії (освітленості) по площі плями. Як правило, центральна область плями має більшу енергію, ніж область ближче до країв. Насправді це означає, що при збільшенні кільцевої розбіжності користувач помітить значною мірою зменшення освітленості в області, розташованій поблизу країв плями, в той же час центральна зона буде освітлена інтенсивніше.

При виборі ІЧ-освітлювача для приладу нічного бачення необхідно враховувати спектральний діапазон на рис.1.13, в якому працює прилад нічного бачення. Максимальна ефективність (дальність освітлення) буде в освітлювача з довжиною хвилі, при якій прилад нічного бачення має найбільшу чутливість. Наприклад, коли використовується ІЧ-опромінювач із довжиною хвилі 808 нм,

цифрові пристрої матимуть кращий зір, ніж із довжиною хвилі 940 нм, тобто чутливість датчика на 808 нм вища.

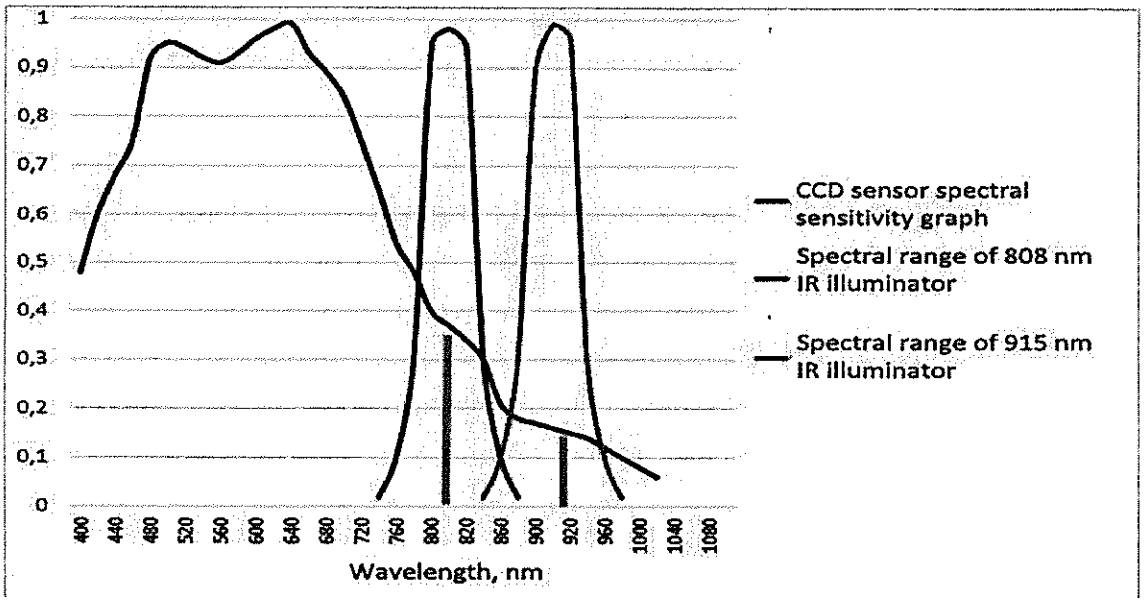


Рис. 1.13 Спектральний діапазон освітлення

Варто відзначити ще одну перевагу цифрових приладів нічного бачення при їх використанні в комплексі з ІЧ-освітлювачами. Очевидно, що в порівнянні з ЕОП сенсори цифрових пристроїв мають меншу загальну чутливість, але значно вищу спектральну чутливість в діапазонах 900 нм і вище. Радіація в цьому діапазоні вже невидима для очей людини і тварин.

Все це дозволяє успішно застосовувати ІЧ-освітлювачі невидимого діапазону для додаткового освітлення об'єктів спостереження в поєднанні з цифровими приладами нічного бачення. У той же час цей невидимий ІЧ-освітлювач буде практично марний у поєднанні з аналоговими приладами нічного бачення.

1.7 Сприйнятливість людей та тварин до інфрачервоного світла

Інфрачервоне світло, використовуване в системах відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням, може впливати на сприйнятливість деяких людей та тварин. Ось деякі аспекти, які варто враховувати:

Люди: Більшість людей не сприймають інфрачервоне світло візуально, оскільки наше око не здатне розпізнавати його. Однак, деякі люди можуть відчувати теплові ефекти інфрачервоного випромінювання, особливо при близькому контакті з джерелом підсвічування. Це може спричиняти дискомфорт або почуття незручності.

Тварини: Деякі тварини, особливо нічні хижаки, мають підвищену чутливість до інфрачервоного світла. Наприклад, нічні хижаки, такі як коти, собаки або сови, можуть добре сприймати інфрачервоне випромінювання і використовувати його для виявлення джерел тепла або здійснення нічного полювання. Використання інфрачервоного підсвічування може впливати на поведінку диких тварин, змінюючи їх активність або викликаючи стрес.

Усілякі впливи на людей та тварини через інфрачервоне світло повинні бути враховані та відповідно регулюватись під час використання систем відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням, зокрема, в громадських місцях та довкіллі, де можуть бути присутні люди та різноманітна тваринна фауна.

На рис.1.14 для прикладу зображено термографію живого організму, а саме лева.

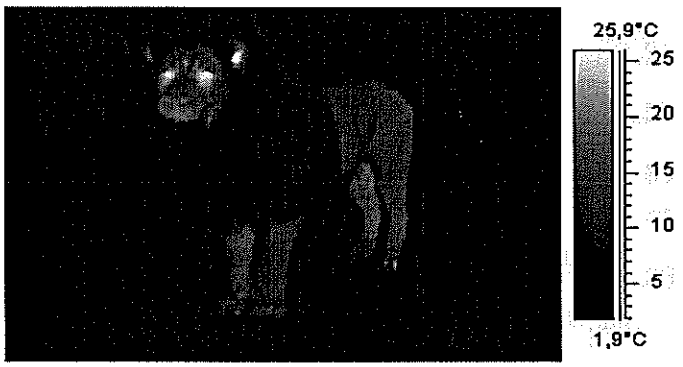


Рис.1.14. Зображення з термографією живого організму

1.8 Роль інфрачервоних прожекторів у системах відеоспостереження

Роль інфрачервоних прожекторів у системах відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням є критично важливою для забезпечення якісного зображення та ефективності системи. Ось деякі ключові аспекти їхньої ролі.

Підсвічування у темряві: Одна з основних функцій інфрачервоних прожекторів полягає в тому, щоб створити достатнє освітлення в умовах обмеженої або жодної видимості. Вони генерують інфрачервоне світло, яке не сприймається людським оком, але здатне освітлити об'єкти та створити контрастне зображення для камери відеоспостереження.

Покращення якості зображення: Інфрачервоні прожектори допомагають вирішити проблему низької освітленості, що може виникати вночі або в приміщеннях з обмеженим освітленням. Вони підсвічують об'єкти, що потребують спостереження, і дозволяють камері виявити деталі та отримати чітке зображення навіть у темряві.

Розширення дальності зняття: Інфрачервоне світло має більшу дальність проникнення, ніж видиме світло. Це означає, що інфрачервоні прожектори можуть підсвічувати об'єкти на великій відстані, що розширює зону спостереження системи відеоспостереження.

Дискретність і недосяжність для ока: Інфрачервоне світло не сприймається більшістю людей і тварин, оскільки воно знаходиться поза спектром видимого світла. Це дозволяє системам відеоспостереження працювати дискретно, без привернення уваги або спричинення незручностей для спостережуваних об'єктів.
Загалом, інфрачервоні прожектори відіграють критичну роль у системах відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням, забезпечуючи якісне зображення у темряві, покращуючи дальність зняття та забезпечуючи дискретність. Вони є невід'ємною складовою частиною ефективної системи відеоспостереження.

Схема роботи системи кольорового нічного бачення представлена на рис. 1.15.

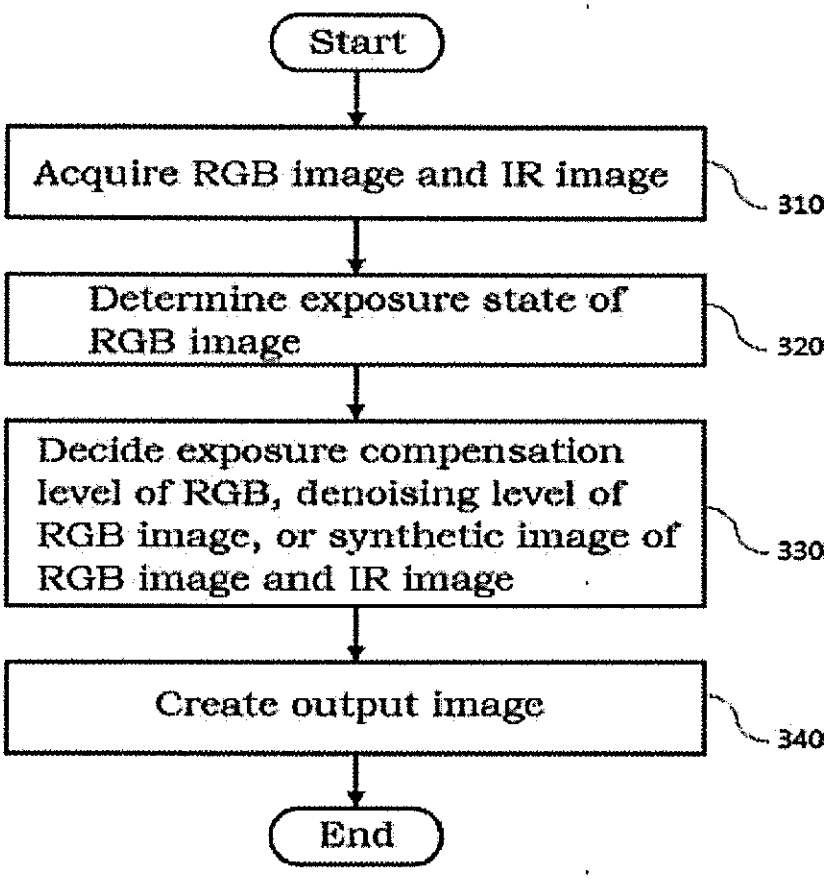


Рис. 1.15 Опис схеми роботи системи кольорового нічного бачення

Опис схеми роботи системи кольорового нічного бачення.

Отримання зображення RGB передбачає захоплення зображення, яке містить інформацію про три основних кольори - червоний, зелений та синій, а потім комбінування цих кольорів для створення повноцінного кольорового зображення. Це є найпоширенішим видом зображення у фотографії та відео.

Отримання зображення ІЧ передбачає захоплення інфрачервоного випромінювання, яке має довжину хвилі більшу, ніж видиме світло, і не може бути сприйняте людським органом зору. Зображення ІЧ може бути корисним для різних застосувань, таких як теплові зображення, виявлення об'єктів у темряві, медичні дослідження та багато іншого.

Стан експозиції зображення RGB визначається рівнем освітлення, що отримує сенсор зображення під час зйомки. Якщо зображення RGB

недоекспоноване, воно буде занадто темним і буде містити мало деталей у темних областях. Якщо зображення RGB переекспоноване, воно буде занадто світлим і буде містити мало деталей у світлих областях. Оптимальний стан експозиції забезпечує достатній рівень освітлення, щоб забезпечити детальну інформацію про об'єкти на зображенні без втрати деталей в світлих або темних областях. Для визначення стану експозиції зображення RGB можна використовувати різні інструменти, такі як історію зображення та гістограму.

Вирішити рівень компенсації експозиції для зображення RGB це означає визначення того, чи потрібно змінити експозицію зображення RGB, щоб досягти оптимального рівня якості зображення. Рівень пониження шуму для зображення RGB - визначення того, який рівень шуму є прийнятним для зображення RGB, та встановлення відповідного рівня пониження шуму, щоб підвищити якість зображення. Синтезоване зображення, що складається з зображення RGB та ІЧ це означає створення нового зображення, яке складається з інформації про кольори зображення RGB та інформації про температуру об'єктів на зображенні ІЧ. Це може допомогти отримати більш повну та детальну інформацію про зображення.

І останній етап, створення вихідного зображення - це процес об'єднання різних етапів обробки зображення з метою створення нового зображення. Порядок отримання зображення з інфрачервоним підсвічуванням представлено на рис. 1.16.

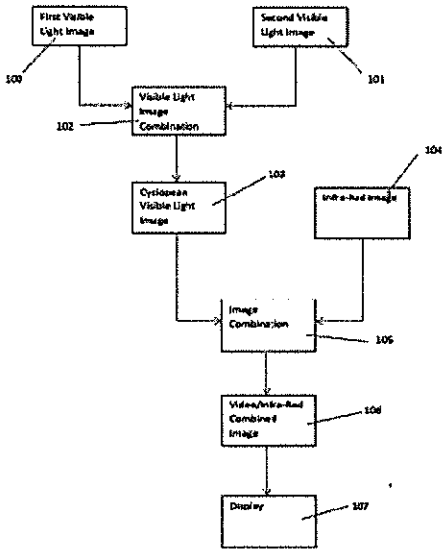


Рис. 1.16 Порядок отримання зображення з інфрачервоним підсвічуванням

Перелік переваг та недоліків системи відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням:

Переваги:

1. Підвищена видимість у темряві: Активне інфрачервоне підсвічування дозволяє отримувати зображення навіть у повній темряві, забезпечуючи високу видимість та розпізнаваність об'єктів у нічний час.

Робота в темряві та обмеженому освітленні є одним з основних завдань систем відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням. Ось деякі аспекти, які слід враховувати при роботі в таких умовах як:

Низька видимість: в умовах темряви або обмеженого освітлення, видимість для людського ока знижується значно. Інфрачервоне підсвічування дозволяє створити достатнє освітлення для камер відеоспостереження, щоб зафіксувати зображення об'єктів чи подій, які не були б видимими в інших умовах.

Якість зображення: робота в темряві може вплинути на якість зображення, зокрема на розмитість або шум. Застосування інфрачервоного підсвічування допомагає покращити якість зображення, забезпечуючи достатню кількість світла для камери. Це дозволяє отримати чітке і докладне зображення, навіть у темряві або при обмеженому освітленні.

Розпізнавання об'єктів: У умовах низької видимості може бути важко розпізнати об'єкти або особи на зображеннях. Інфрачервоне підсвічування дозволяє виявляти деталі і особливості об'єктів, що полегшує їхнє розпізнавання та ідентифікацію.

Безпека та контроль: Робота в темряві та обмеженому освітленні може бути пов'язана з підвищеним ризиком для безпеки. Системи відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням допомагають забезпечити безпеку, спостерігаючи за подіями та виявляючи потенційні загрози навіть у темряві.

Робота у внутрішніх приміщеннях та зовнішніх умовах: Системи відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням можуть бути використовані як у внутрішніх приміщеннях, так і у зовнішніх умовах. Вони

можуть працювати ефективно навіть у темряві або при обмеженому освітленні у будь-яких зазначених середовищах.

Робота в темряві та обмеженому освітленні вимагає ефективного інфрачервоного підсвічування, щоб забезпечити високу якість зображення, розпізнавання об'єктів та забезпечення безпеки. Ця технологія грає важливу роль у забезпеченні ефективної роботи систем відеоспостереження у таких умовах.

2. Висока якість зображення: Системи з активним інфрачервоним підсвічуванням забезпечують високу роздільну здатність та якість зображення навіть у низькому освітленні. Вони можуть виявляти деталі об'єктів та осіб, що сприяє ефективному відеоспостереженню.

Висока якість зображення навіть в умовах низької видимості є одним з основних переваг систем відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням. Деякі фактори, які сприяють досягненню високої якості зображення, навіть у темряві або при обмеженому освітленні, включають:

Інфрачервоне підсвічування: Системи відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням використовують інфрачервоні прожектори, які генерують інфрачервоне світло. Це світло не може бути сприйняте людським оком, але камера відеоспостереження сприймає його. Інфрачервоне підсвічування забезпечує достатню кількість світла для камери, що дозволяє отримати якісне зображення навіть у темряві.

Висока чутливість камери: Камери відеоспостереження, призначені для роботи в умовах низької видимості, мають високу чутливість до слабкого світла. Це дозволяє їм збирати більше інформації з обмеженого освітлення і перетворювати її в високоякісне зображення. Використання спеціалізованих камер з високою чутливістю сприяє отриманню чіткого зображення навіть в умовах низької видимості.

Контрастність і кольоровість: Системи відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням можуть забезпечити високу контрастність і кольоровість зображення навіть у темряві. Інфрачервоне підсвічування допомагає

виділити деталі та об'єкти на зображенні, що поліпшує якість зображення і дозволяє більш точно розпізнати об'єкти.

Шумопідготовка: Камери відеоспостереження здатні до шумопідготовки можуть зменшити шум на зображенні, що сприяє поліпшенню якості зображення. Це особливо важливо в умовах низької видимості, де шум може бути більш помітним.

Висока якість зображення навіть в умовах низької видимості є важливою для ефективної роботи систем відеоспостереження. Застосування активного інфрачервоного підсвічування та спеціалізованих камер забезпечує чіткі, докладні та безперервні зображення, що дозволяє ефективно контролювати події та забезпечувати безпеку.

3. Стійкість до погодних умов та зовнішнього освітлення: Стійкість до погодних умов та зовнішнього освітлення є важливою характеристикою систем відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням, яка дозволяє їм ефективно працювати в різних зовнішніх умовах. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

Водостійкість і вандалозахищеність: Системи відеоспостереження повинні мати високий рівень водостійкості і вандалозахищеності, щоб витримувати погодні умови, такі як дощ, сніг, вітер, а також випадкові пошкодження або вандалізм. Вони повинні мати відповідний захист корпусу та оптики, щоб забезпечити надійну роботу у будь-яких погодних умовах.

Захист від ультрафіолетового випромінювання: Викладені погодні умови можуть включати сильне сонячне випромінювання, яке може впливати на якість зображення. Системи відеоспостереження повинні мати захист від ультрафіолетового (УФ) випромінювання, який запобігає пошкодженню об'єктиву та забезпечує чіткість та стійкість зображення навіть при сильному сонячному освітленні.

Інтегроване контроль освітлення: У зовнішніх умовах освітлення може бути змінним і непередбачуваним. Системи відеоспостереження можуть мати функцію інтегрованого контролю освітлення, яка дозволяє автоматично регулювати

інтенсивність інфрачервоного підсвічування в залежності від зовнішнього освітлення. Це дозволяє підтримувати стабільну якість зображення навіть при змінних умовах освітлення.

Системи очищення об'єктива: у зовнішніх умовах об'єктиви систем відеоспостереження можуть бути схильними до забруднення від пилу, дощу, снігу тощо. Тому системи можуть мати вбудовані механізми очищення об'єктивів, такі як моторизовані проточні пристрої або спеціальні покриття, що запобігають забрудненню об'єктивів і забезпечують якісне зображення навіть під час поганої видимості.

Стійкість до погодних умов та зовнішнього освітлення гарантує надійну та продуктивну роботу систем відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням незалежно від зовнішніх факторів, що забезпечує постійний контроль і безпеку.

Обмеження технології інфрачервоного підсвічування.

Технологія інфрачервоного підсвічування, хоча є ефективним і корисним інструментом у систем відеоспостереження, має деякі обмеження. Основні обмеження включають наступне:

- Дальність дії інфрачервоних прожекторів може бути одним з недоліків цієї технології. Основні недоліки пов'язані з дальністю дії інфрачервоного підсвічування включають:

Обмежена дальність: Інфрачервоні прожектори мають обмежену дальність дії, тобто вони можуть освітлювати об'єкти на обмежених відстанях. Зазвичай, чим більше відстань, тим меншу інтенсивність інфрачервоного освітлення вони можуть забезпечити. Це може вплинути на зону покриття інфрачервоним підсвічуванням і вимагати додаткових прожекторів для покриття більших відстаней.

Вплив на якість зображення: При використанні інфрачервоних прожекторів на великій відстані може відбуватись зниження якості зображення. Інфрачервоне підсвічування може спричинити появу зернистості, шуму або втрати деталей на віддалених об'єктах. Це може ускладнювати розпізнавання або ідентифікацію об'єктів на значних відстанях.

Потреба в додаткових пристроях: Для досягнення більшої дальності дії інфрачервоного підсвічування може знадобитись використання додаткових пристроїв, таких як більш потужні прожектори або оптичні системи збільшення. Це може призводити до збільшення вартості та складності системи відеоспостереження.

Обмеження в умовах погоди: Погодні умови, такі як дощ, туман або сильне вітряність, можуть впливати на ефективність дії інфрачервоних прожекторів. Вологість або частинки в повітрі можуть розсіювати інфрачервоне випромінювання і знижувати його дальність та ефективність.

Ці недоліки варто враховувати при виборі та використанні систем відеоспостереження з інфрачервоним підсвічуванням, і необхідно знайти баланс між потребами віддаленого підсвічування і якістю зображення.

Завдання та функції інфрачервоного підсвічування

Завдання та функції інфрачервоного підсвічування в системах відеоспостереження з активним інфрачервоним підсвічуванням включають такі функції:

1. Підсвічування об'єктів у темряві: Основне завдання інфрачервоного підсвічування полягає в тому, щоб освітлити об'єкти або зони спостереження в умовах обмеженої або повної темряви. Вони генерують інфрачервоне світло, яке не може бути сприйняте людським оком, але забезпечує достатнє освітлення для камери відеоспостереження.

2. Покращення якості зображення: Інфрачервоне підсвічування дозволяє отримати чітке зображення в умовах низької видимості. Воно забезпечує достатню кількість світла для камери, що дозволяє виявляти деталі та отримувати високу якість зображення навіть в темряві.

3. Розширення зони спостереження: Інфрачервоне підсвічування може розширювати дальність зняття системи відеоспостереження. Інфрачервоні прожектори можуть підсвічувати об'єкти на значній відстані, що дозволяє системі спостерігати за подіями, які відбуваються далеко від камери.

4. Дискретність і недосяжність для ока: Інфрачервоне підсвічування працює за межами видимого спектра, тому воно не сприймається більшістю людей або тварин. Це забезпечує дискретність функціонування системи відеоспостереження та недосяжність для ока спостережуваних об'єктів.

5. Забезпечення безпеки: Інфрачервоне підсвічування допомагає забезпечити безпеку шляхом виявлення потенційно небезпечних об'єктів або подій в умовах темряви. Воно дозволяє камерам відеоспостереження реагувати на потенційні загрози та сприяє ефективному контролю над безпекою.

6. Інфрачервоне підсвічування в системах відеоспостереження відіграє важливу роль у забезпеченні якості зображення, розширенні зони спостереження, дискретності та безпеки. Воно дозволяє системам відеоспостереження працювати ефективно в умовах темряви та низької видимості.

Функції відеокамер спостереження нічного бачення.

Відеокамери FLIR, які також називають тепловізорами, використовують датчики, які можуть розрізняти інфрачервоне випромінювання або виявляти тепло. Це відбувається завдяки тому, що тепло випромінює інфрачервоне світло. Чим гарячіший об'єкт, тим більше ІЧ він випромінює. Камера FLIR відображає різні рівні тепла які вона виявляє, різними кольорами або відтінками кольорів.

Погляньте на графік нижче. Як і ультрафіолет, інфрачервоне світло не видно людському оку. Камери відеоспостереження мають спеціальний вбудований сенсор, який діє як очі камери, при цьому він може бачити інфрачервоне випромінювання. Ось чому, там де ми не можемо бачити в темряві, камери відеоспостереження можуть. [5]

Насправді існує інфрачервоне випромінювання різної інтенсивності: ближнього діапазону, середнього, а також далекого. Інфрачервоне випромінювання ближнього діапазону знаходиться за межами червоного спектра, який люди можуть бачити. Більшість комерційних камер відеоспостереження бачать інфрачервоне світло ближнього діапазону, і як людське око, можуть бачити світло, яке відбивається від об'єктів. Тепловізори використовують далеку інфрачервону

частину спектру і можуть бачити випромінювання, яке виробляється теплом, що не відображає світло. Чим гарячіший об'єкт, тим більше ІЧ він випромінює.

Аналіз дротових та бездротових камер

Переваги бездротових відеокамер спостереження.

Є деякі плюси в бездротових системах відеоспостереження. Найбільший - це простіша установка. Зазвичай все про що вам потрібно турбуватися при установці бездротової системи спостереження - це те, щоб джерело живлення знаходилося у відносній близькості від відеокамери спостереження. Як тільки це питання буде вирішене, все що вам потрібно зробити - це встановити камери і налаштувати пристрій запису.

Мінуси бездротових відеокамер спостереження.

У бездротових відеокамер є безліч мінусів.. Один з найбільших - якість зображення. У майже кожної бездротової відеокамери, яка існує сьогодні на ринке, якість роздільної здатності як правило менше 702 × 480 пікселів (ці дані станом на 2014 рік, наприклад вже через чотири роки максимальна роздільна здатність деяких відеокамер безпеки сягає більше 10 Mpxl - прим.ред.2018 рік). Коли справа стосується якості відеокамер спостереження, ви хочете більш високу роздільну здатність, щоб отримати якомога більше деталей зображення. Інший мінус в тому, що вони, як правило, працюють в діапазоні 2.4 ГГц. Цей діапазон переповнений, так як його використовують мікрохвильові печі, відеоняні, цифрові мобільні телефони, автосигналізації і Bluetooth адаптери.

Цей діапазон частоти сильно перевантажений і перекриття каналів в цих частотних діапазонах може привести до катастрофи в системі безпеки. Додавання ще декількох пристроїв, які знаходяться на тій же смузі пропускання, може привести до втрати сигналу, і в результаті до втрати відео. Не знаю як ви, але я хочу бути впевненим що моя система відеоспостереження завжди буде записувати все що потрібно. Припустимо, ви хочете встановити відеокамеру в місці де немає близького розташування розетки, тоді можна вибрати один з небагатьох варіантів. Ви можете або спробувати знайти відеокамеру спостереження з акумуляторним живленням, або перемістити вашу відеокамеру ближче до розетки. Всі ці варіанти,

як мені здається, створюють більше проблем ніж бездротові відеокамери спостереження того варті. Коли я встановлюю камеру, я хочу мати можливість монтувати її там, де зможу отримати найкращий огляд, а не там де буде знаходитися розетка. Якщо ви знайшли хороші місця з близько розташованим джерелом живлення, переконайтеся що немає ніяких серйозних перешкод на шляху, наприклад, бетонних стін або будь-яких інших предметів, які можуть вплинути на сигнал.

Переваги дротових відеокамер спостереження.

У кожному методі є свої плюси і мінуси. Одним з плюсів дротових відеокамер спостереження є: ви можете розраховувати на те, що картинка неодмінно надійде в ваш рекордер. Живлення та відео можна отримувати по одному і тому ж кабелю. Немає перешкод від телефонів, Bluetooth, бездротових мереж, мікрохвильових печей, відеонянь або автосигналізацій. Більш широкий вибір стилів відеокамер доступний для використання. Ви можете використовувати відеокамеру з зумом, що дозволить вам мати всього одну камеру, щоб розглянути все навколо. Ви можете додати звук на вашій системі відеоспостереження без будь-яких серйозних неприємностей. Немає необхідності встановлювати відеокамеру близько до джерела живлення, кабель передасть його куди вам потрібно, звичайно в межах розумного. Є кілька різних типів кабелю, які можна використовувати для підключення до камер. Ви можете використовувати plug and play, RG59 або RG6 і 18/2, здвоєний або Cat 5 кабель. Провідні відеокамери відрізняються тим, що перервати їх роботу набагато важче.

Недоліки дротових відеокамер спостереження.

Деякі ускладнення може викликати прокладання кабелів. Наприклад, ви можете зіткнутися з бетонними блоками або іншими перешкодами, які спершу не були помічені через приховування їх гіпсокартоном. Якщо ви будете прокладати кабель біля високовольтної лінії передач, ви отримаєте перешкоди в зображенні відеокамери.

WI-FI IP Камера 2Мп Dahua DH-IPC-G26P характеристики:

Вулична / внутрішня IP камера день/ніч

- Вбудований Wi-Fi модуль з 2х зовнішніми антенами
- Слот для MicroSD карти пам'яті до 128Gb
- Розрахована на використання при низьких температурах
- Сенсор 1/2.7" 2Megapixel progressive CMOS
- Технології P2P для швидкого віддаленого доступу 1920x1080)
- Стиснення відео H.264 & H.265, MJPEG dual-stream encoding
- Два відео потоку
- Відправлення повідомлень на E-mail, завантаження відео та фото на FTP Об'єктив 2.8mm, IRC
- Кут огляду горизонталі ~ 110 град.
- ІЧ підсвічування до 30 метрів
- Підтримувані браузери - Internet Explorer (ActiveX), Mozilla FireFox Підтримка мобільних операційних систем iPhone/iPad (iDMSS), Android (gDMSS)
- Роз'єми DC 12B, RJ45
- ПЗ для перегляду та запису в комплекті SmartPS (під Windows, MacOS) Живлення DC 12B
- Клас захисту IP67

2Мп Dahua DH-HAC-HDW1200RP (3.6 мм) дротова камера характеристики:

- 1/2.7" - 2 Мп CMOS
- 25 кадрів/с при роздільній здатності 1080p
- Перехід вихід HD і SD
- Фокусна відстань: 3.6 мм
- ІЧ підсвічування 20метрів, Smart IR

Можимо зробити висновок що, ІЧ-підсвічування та візуалізація включають використання ІЧ-випромінювачів для освітлення об'єктів та ІЧ-камер для отримання зображень. ІЧ-випромінювачі характеризуються світловим потоком, довжиною хвилі та кутом розсіювання світла. ІЧ-камери характеризуються роздільною здатністю, діафрагмою, чутливістю та швидкістю кадрів. Wi-Fi мережі мають різні вимоги до дальності зв'язку та пропускної здатності залежно від

застосування. ІЧ-підсвічування використовується в системах безпеки, нічних камерах, відеоспостереженні та інших областях з обмеженим освітленням.

Технічні висновки підсумовують основні аспекти інфрачервоного підсвічування та візуалізації, їх характеристики та застосування. Аналізуючи дротові та бездротові камери відеоспостереження, можна зробити наступні висновки. Дротові камери мають стабільний зв'язок через проводи, що забезпечує надійність і запобігає перериванню зв'язку або інтерференції. Вони також здатні передавати високоякісні відеозаписи без втрати якості та мають більшу безпеку, оскільки зламування дротів може бути виявлено. Однак, дротові камери мають обмежену гнучкість в розташуванні через необхідність проводів та потребують більш складного монтажу.

З іншого боку, бездротові камери надають більшу гнучкість в розташуванні, оскільки не потребують проводів і можуть бути встановлені в різних місцях з меншими обмеженнями. Вони також мають легкий монтаж і більшу мобільність, оскільки їх можна перенести та переустановити злегкістю. Проте бездротові камери можуть мати менш стабільний зв'язок через перешкоди та обмежену дальність зв'язку, що може впливати на якість зображення та затримку. Вони також можуть мати обмежену пропускну здатність, що впливає на якість та роздільну здатність зображення.

Отже, висновок полягає в тому, що дротові та бездротові камери мають свої переваги та обмеження. Вибір між ними залежить від конкретних потреб, вимог до розташування та мобільності системи відеоспостереження, а також від умов монтажу та доступу до електромережі.

2 АЛГОРИТМ РОЗРОБКИ ЦИФРОВОГО ПРИЛАДУ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

2.1 Початок розробки простого нічного бачення

«Світло» або «видиме світло» — це частина спектра електромагнітного випромінювання, довжина хвилі якої помітна людським оком. Око може бачити хвилі приблизно від 380 нм до ~ 750 нм. Нічне бачення працює в діапазоні довжин хвиль прямо над видимим світлом, 800-1000 нм. Цей діапазон називається інфрачервоним, ІЧ. Але іноді світло діє як хвиля, а іноді воно діє як частинка. Цю частинку називають «фотоном». Фотони - це пакети енергії, що випромінюються якимось джерелом, наприклад світлодіодом. Для ясності та спрощення скажемо, що світло на рис.2.1 – це потік фотонів (частинки з нульовою масою або «порції енергії»), який рухається вздовж синусоїдного шляху (хвилі).

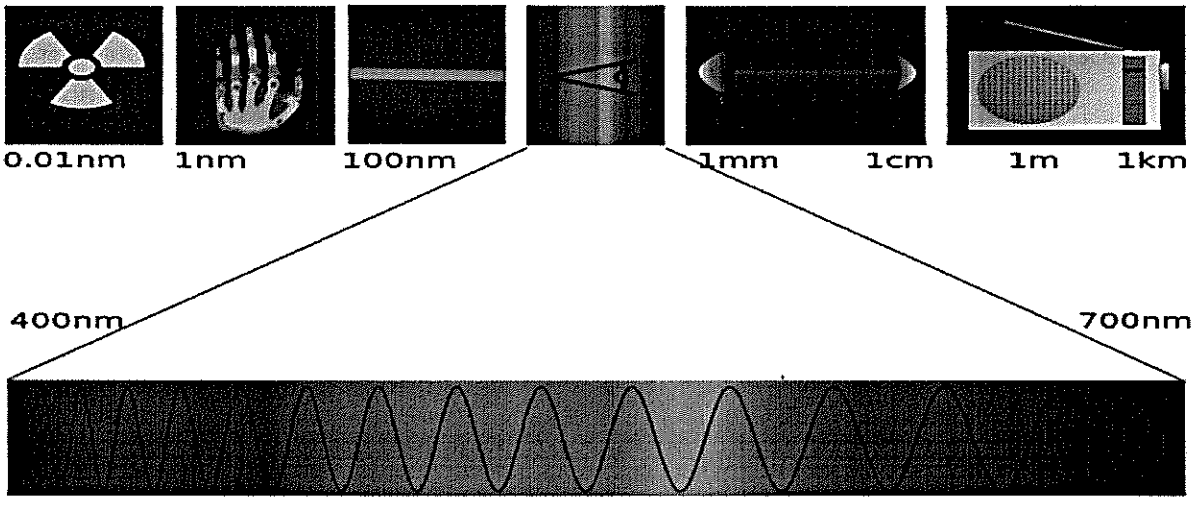


Рис. 2.1 Спектральна діаграма світла

Світло, довжина хвилі якого перевищує 750 нм, називається інфрачервоний. Хвилі з довжиною хвилі менше 380 нм називають ультрафіолетовими.

По суті, справжній пристрій nv - це підсилювач світла. Він вловлює потік фотонів з інфрачервоного діапазону і посилює його в фотопомножувачі (робить потік більш щільним). Потік фотонів бомбить фотолюмінесцентний екран (або він змінюється на потік електронів і бомбить електролюмінесцентний екран), змушує його світитися у видимому світлі. Старим поколінням доводилося використовувати додаткове ІЧ-світло, щоб освітлювати речі навколо та вловлювати відбиті фотони. Системи НВ з освітлювачами називаються «активними».

Нове покоління NV має настільки високу швидкість посилення, що не потребує додаткового джерела ІЧ-світла. Він використовує навколишнє ІЧ-світло, яке випромінюють зірки/місяць тощо. Їх називають «пасивними».

Саморобний НВ заснований на іншому правилі. Він використовує здатність CCD реєструвати ближнє ІЧ-світло. Це має бути активний пристрій з освітлювачем, тому що ця здатність є скоріше випаданням, ніж навмисним, тому вона не така велика.

2.2 Прилади для розробки

Для розробки простого пристрою нічного бачення необхідні наступні речі:

- аналоговий видошукач зі старої VHS-камери;
- аналогова платна камера;
- джерело ІЧ-світла - акумуляторна батарея;
- підвищувальний і понижуючий перетворювачі;
- індикатор рівня розряду/низької напруги.

Все це буде підключено, як показано на схемі рис. 2.2. Кольори кабелів відповідають реальним кольорам, які використовуються. Частина, обведена пунктирною лінією, необов'язкова. Використовуємо джерело ІЧ із зовнішнім джерелом живлення, тому ця частина схеми не показана.

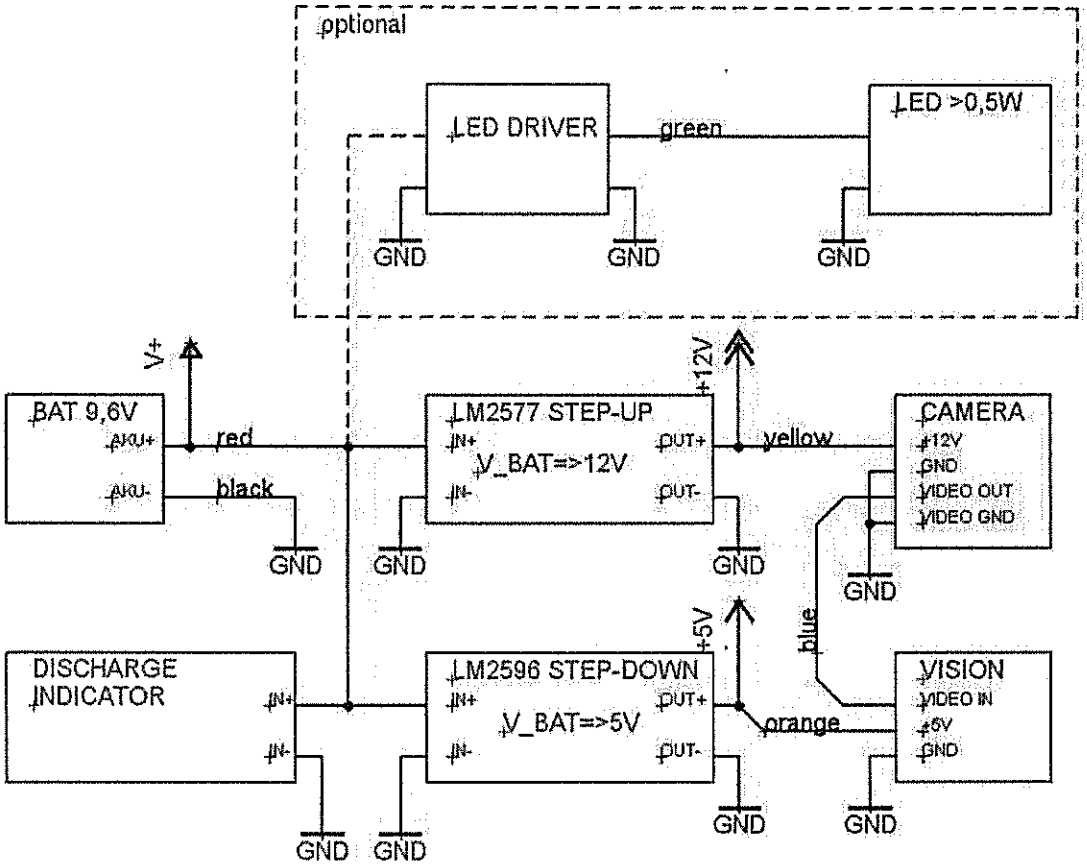


Рис. 2.2 Схема підключення

Настільна камера

У фінальній версії використовуємо маленьку кольорову камеру на платі CCD, яку можна було легко отримати зі старої камери безпеки або як новий модуль у роздрібних продавців на рис. 2.3. Чорно-біла камера краще підходить для цієї мети, вона має кращу чутливість! Вона працює від напруги 12В постійного струму та підключений до невеликого 4-контактного роз'єму: жовтий = 12В, чорний = заземлення, синій = вихід аналогового сигналу, чорний = заземлення.

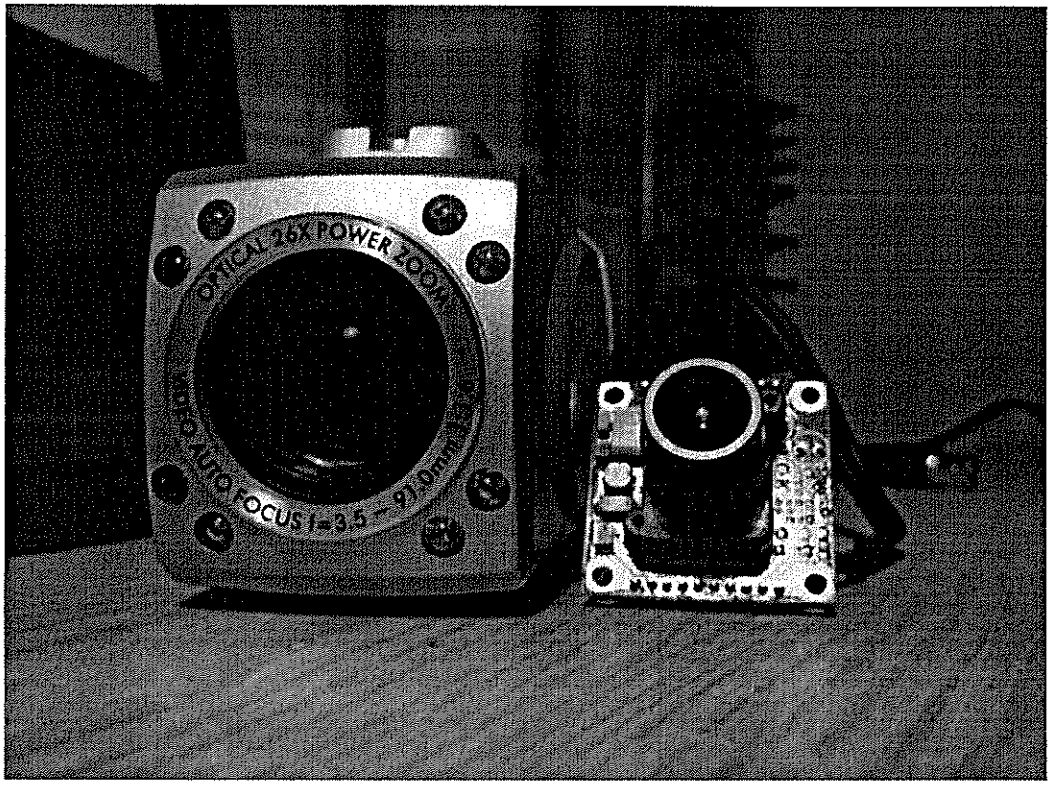


Рис. 2.3 Кольорова камера на платі CCD

Під час тестування та прототипування використовуємо іншу камеру з вбудованими ІЧ-діодами. Менша кількість кабелів на столі означає меншу ймовірність короткого замикання.

Відеокамери не мають ІЧ-фільтрів перед ПЗЗ-матрицею. Це може мати будь-яка інша камера. Але зняти його дуже просто. Просто необхідно відкрутити лінзу і зняти скло з оранжево-блакитним блиском.

Видошукач

Видошукач взятий зі старої аналогової VHS камери. Зазвичай він живиться від 5В постійного струму, але деякі моделі можуть живитися від 9В постійного струму. Якщо кабелі від видошукача не описані або не позначені кольорами (зазвичай червоний = 5В постійного струму; чорний = заземлення; синій (або білий) = вхід сигналу), потрібно визначити цоколівку. Найпростіший спосіб - це розібрати весь пристрій і знайти великі ділянки міді на друкованій платі. Це буде спільна доріжка. За допомогою мультиметра, встановленого на вимірювання опору, перевіряємо, який кабель має найменше значення між ним і цією мідною площиною. До вже

знайденого кабелю підключаємо негативний вихід джерела живлення 5 В. Потім підключаємо позитивний вихід до інших кабелів, один за іншим, доки дисплей не почне світитися. Один із кабелів, який залишився, це вхід відеосигналу. Знайдемо його за допомогою того самого методу, підключивши до відеовиходу камери, один за іншим.

Акумулятор

Можемо використовувати майже всі доступні RC LiPo, LiFePo, liIon, NiMh, NiCd батареї, пакети 18650 або звичайні батареї AA. Але напруга повинна бути вище мінімальної вхідної напруги для перетворювачів. Хорошим вибором буде щось між 7 і 12В. Тут використано стандартний мініелемент, 9,6 В, акумулятор NiMh RC, ємністю близько 1500 мАг

2.3 Понижуючі та підвищувальні перетворювачі

У цьому пристрої знадобилося 2 окремих рівня напруги. 12В постійного струму для камери та 5В постійного струму для видошукача. Перша думка була проста: стабілізатори 7805 і 7812. Погана ідея. По-перше, через необхідну напругу падіння ~1,3 В, це вимагало б дуже великої батареї: батарея 14,4 В = 12 елементів (13,3 В — мінімум для стабілізатора 7812). А по-друге, буде витрачено величезну кількість енергії через нагрівання 7805 ic. Тепло також небажано для ПЗЗ камери; здатність вловлювати фотони падає з підвищенням температури.

Акумулятор, який хочемо використовувати, був 9,6V. Через це можна було б використовувати стабілізатор 7805 для 5В постійного струму, але знову виникає проблема з нагріванням. Тож вирішено використати понижуючий перетворювач на основі LM2596. Він має більшу ефективність, ніж стабілізатори, і виділяє менше тепла.

Для належної роботи камери потрібне деяке підвищення напруги. Підвищення напруги виконується імпульсним підвищуючим перетворювачем. Він заснований на TI LM2577 ic.

Індикатор низької напруги на рис. 2.4 обов'язковий, оскільки використовують імпульсні перетворювачі живлення. Перетворювачі діють як злодії джоулів, які «висмоктують» всю енергію з акумулятора. Але, коли напруга на окремих елементах падає нижче мінімального значення, визначеного типом, батарея пошкоджується. Ця мінімальна напруга становить 0,9 В/елемент для NiCd, 1 В/елемент для NiMh і близько 3В для всіх типів літієвих елементів. Світлодіод індикатора не світиться весь час, коли напруга перевищує мінімальний рівень, і включається, коли напруга падає нижче межі, встановленої потенціометром.

Схема дуже проста. Вона містить стабілітрон 3V6, два багатоцільових транзистора, світлодіод, два резистора та потенціометр. Розроблено на друкованій платі Eagle для легкого розміщення на платі прототипу.

Встановлення обмеження напруги дуже просте за допомогою регульованого джерела живлення.

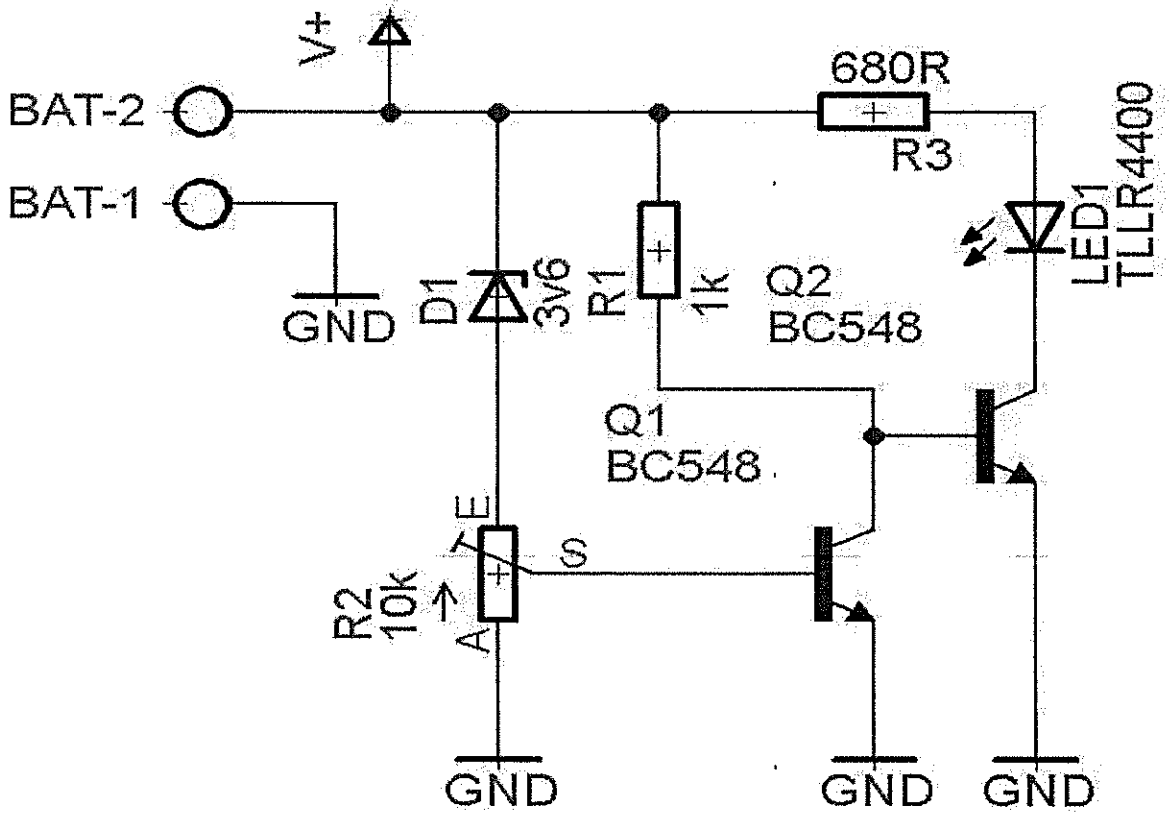


Рис. 2.4 Індикатор низької напруги

У цьому випадку хочемо встановити 8,0В як тригер для індикатора. 8В, тому що 8 NiMh елементів * 1 В/елемент = 8В. Встановіть 8В на регульоване джерело живлення. Потім повертаємо потенціометр індикатора, доки світло не згасне. Отримавши його, повільно повертаємо в протилежну сторону, доки знову не засвітиться світлодіод.

2.4 ІЧ-світло

Іч світло не є остаточною версією. Він виготовлений з використанням 10 малопотужних світлодіодів з довжиною довжини 850 нм, які перевантажуються схемою ШІМ як на рис. 2.5.

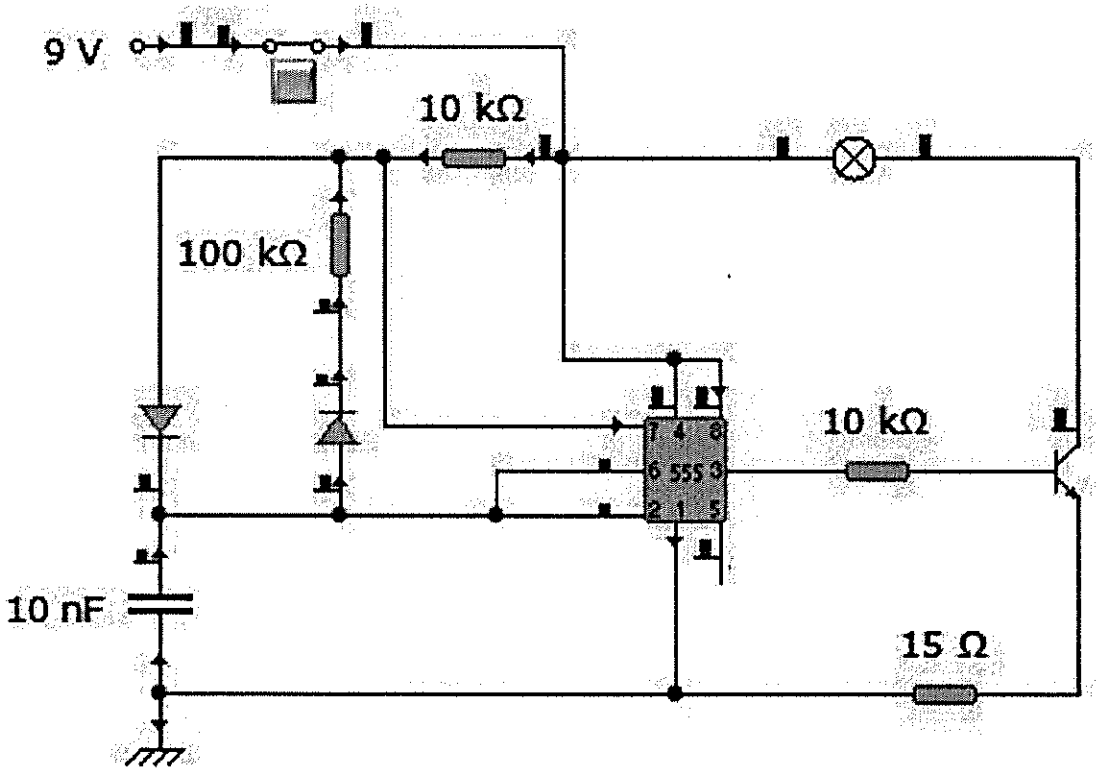


Рис. 2.5 Зменшення струму на світлодіод

Максимальне обмеження струму вдвічі більше, ніж світлодіод, який може витримати під час нормальної безперервної роботи. Чому діоди не згорають? Оскільки заповнення сигналу ШІМ становить близько 10-20%, з циклом 10 гКц. Це

спричиняє «блимання» світлодіодів: 10-20% часу діоди увімкнені, а решту часу кожного циклу вони залишаються вимкненими. І може поширювати теплову енергію від роз'єднання до навколишнього середовища. Ця схема не ідеальна. Хотілося б якомога швидше замінити джерело ІЧ-випромінювання на світлодіод живлення 1-3 Вт 940 нм.

2.5 Тестування

Використовуючи блок-схему на рис.2.1, підключаємо усі пристрої. Замість батареї використовувалося джерело живлення LM317 (тільки для тестів, встановлено номінальну напругу батареї = 9,6 В).

Зображення з'являється на екрані видошукача. Це означає, що вся схема працює добре. Якщо на екрані будуть якісь артефакти, необхідно підключити електролітичний конденсатор між лініями живлення видошукача. І слідкувати за полярністю, негативний електрод конденсаторів повинен бути підключений до негативної клеми напруги, а позитивний електрод до позитивної клеми! Використовуємо 330 мкФ/16 В, але 1000 мкФ/16 В, ймовірно, було б ще краще.

Попередні покрокові тести були успішними, тож час перевірити, чи справді він здатний бачити вночі. Тепер з акумулятором замість LM317.

2.6 Корпус

Останнє, що потрібно зробити, це помістити цілі частини в якийсь футляр як на рис.2.6. На цю роль підійде трубопровід 40 х 60 мм. Зроблено отвори для кріплення видошукача та планки Пікатінні (це буде основа для кріплення джерела ІЧ-випромінювання). Також знадобляться отвори для індикатора розряду і поворотного перемикача.

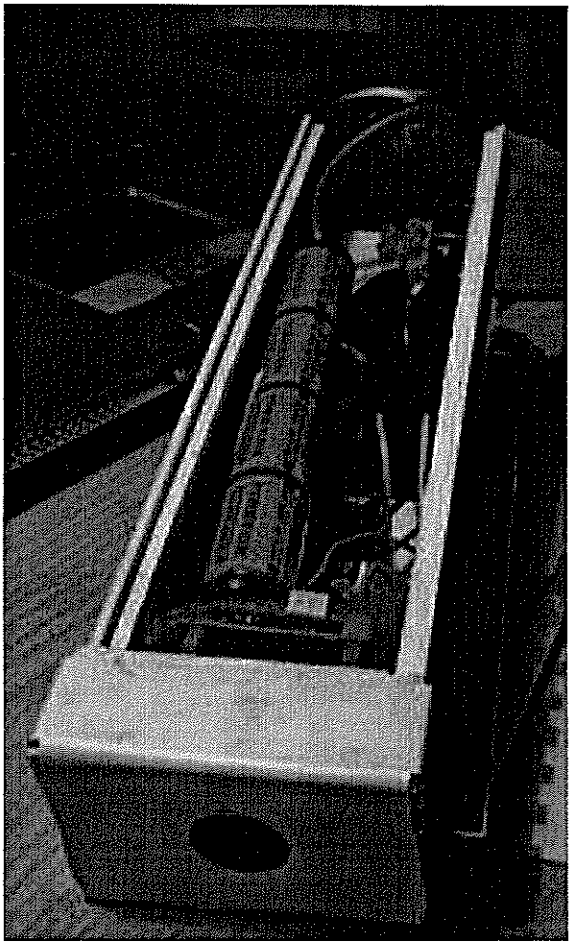


Рис. 2.6 Корпус приладу

Необхідно обрізати кабелі потрібної довжини. Він повинен бути достатньо довгим, щоб легко встановити його на місце.

Обидва силові перетворювачі ізольовані термозбіжною трубкою. Вся схема з'єднана електричними гвинтовими клемами.

3 ІНФРАЧЕРВОНИЙ ПРИЛАД НІЧНОГО БАЧЕННЯ

3.1 Опис інфрачервоного приладу

На жаль, справжнє нічне бачення навіть найнижчої якості може коштувати сотні доларів лише за оптику, за винятком обладнання, необхідного для встановлення оптики на шолом або страйкбольну гвинтівку. Це дорога технологія. Однак існують альтернативні способи бачити в темряві. На ринку є кілька версій освітніх приладів нічного бачення та іграшкових шпигунських біноклів для дітей. Вони використовують камери з низьким люксом, інфрачервоне підсвічування та дисплей для більш доступної системи за 50-80 доларів, яка все ще може бачити в темряві. Це система, яку вирішено використовувати зображено на рис. 3.1 та рис. 3.2.



Рис. 3.1 Прилад нічного бачення вигляд з заду

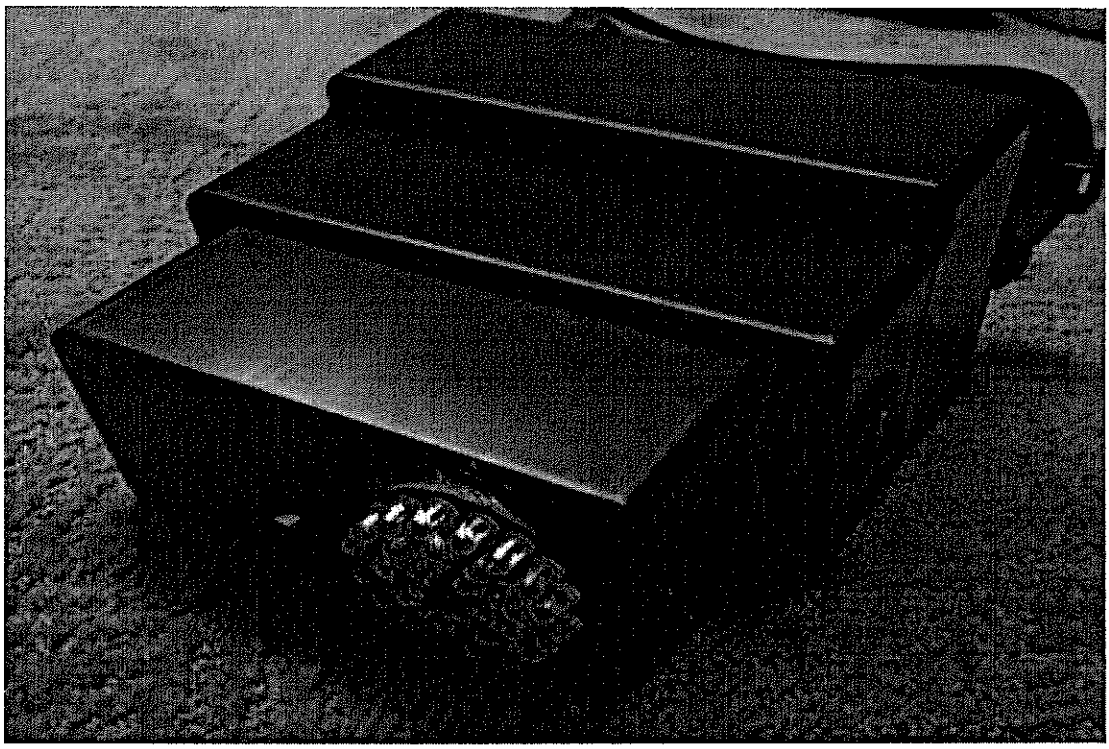


Рис. 3.2 Прилад нічного бачення вигляд спереду

Хотілося б показати, як створити одиницю з речей, які можна легко купити в Інтернеті або в магазині.

Не потрібно чекати, що даний пристрій буде конкурувати зі справжніми приладами нічного бачення.

Щоб швидко підсумувати, як працюватиме пристрій, це просто камера, яка бачить інфрачервоне світло, невидиме неозброєним оком, і може використовувати інфрачервоне світло як ліхтарик. Зазвичай потрібна форма відображення.

Часто для цієї мети використовується видошукач зі старої відеокамери, однак ці деталі важко знайти, не купуючи всю камеру, але якщо не має жодної камери, точно не збираємось витрачати гроші на всю камеру, яку збираємось використовувати лише як видошукач. Тому для цієї мети використовуємо РК-екран на рис.3.3.

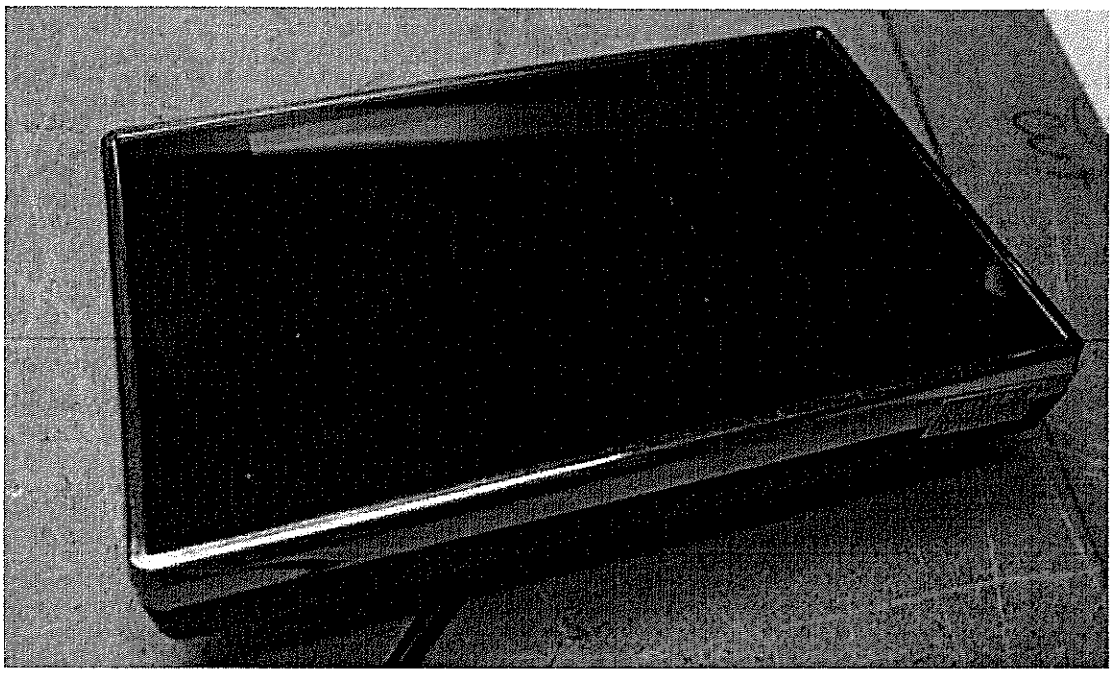


Рис. 3.3 РК-екран

Інше камери працюватимуть, якщо вони можуть підключатися до відеовходу RCA на екрані. Нижчий рівень люкса – тим краще вона буде бачити в темряві коли б не піднявся вище, ніж 0,008, оскільки камера не буде достатньо чутливою, щоб ефективно вловлювати ІЧ-світло, щоб створити зображення.

ІЧ-освітлення зазвичай доступне з довжинами хвиль 840 нм і 940 нм, а інтенсивність вимірюється у ватах, а не в люменах. ІЧ-проміння 840 нм також створює видиме червоне світіння, якщо дивитися неозброєним оком, однак ІЧ-проміння 940 нм абсолютно невидиме та невиявлене. Обираємо ближній інфрачервоний опромінювач, оскільки його буде легше знайти, і він буде доступнішим за інші ІЧ-освітлювачі.

Також беремо інфрачервоний ліхтарик на рис.3.4 Cree Ultrafire WF-501b (850 нм, тому є червоне світіння).

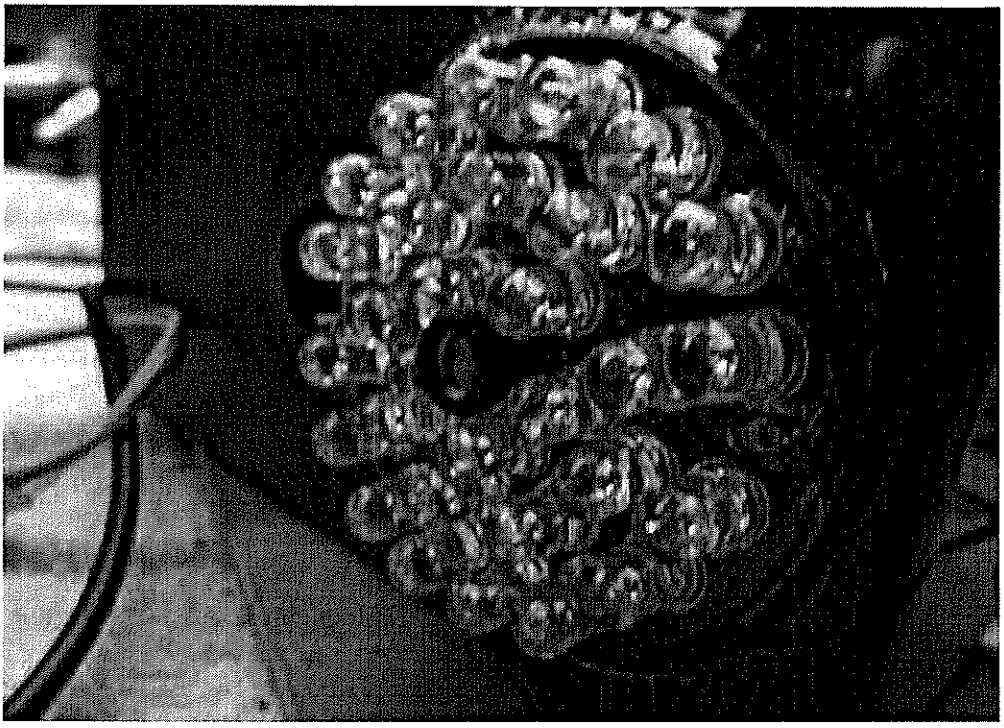


Рис. 3.4 Інфрачервоний ліхтарик Cree Ultrafire WF-501b

Зрештою можна придбати один із них для своєї гвинтівки, щоб використовувати його на додаток до інфрачервоного освітлювача для спостереження на більшій відстані. Пам'ятаймо, що більше інфрачервоного випромінювання означає більшу відстань огляду.

Також можна придбати тримач для батареї 8 AA, який додає до 12 В, за кілька доларів у Radioshack. Поки використовується 12 В постійного струму, все буде добре працювати. Це дуже важливо, тому що камера приймає лише живлення 5 В постійного струму. Будь-яка більша напруга, ніж ця, пошкодить його.

Відеоадаптер RCA знадобиться, тому що і екран, і камера мають роз'єми для відео, і їх потрібно підключити. Також знадобиться перемикач для ввімкнення камери та екрана та для ввімкнення інфрачервоного підсвічування.

3.2 Електропроводка

Екран і ІЧ-підсвічування приймають 12 В від батарей. Це означає, що можна живити ІЧ-освітлювач паралельно екрану за допомогою додаткового перемикача

для ввімкнення та вимкнення ІЧ-світлодіодів. Однак камера працюватиме лише від 5 В і має використовувати регулятор напруги, щоб зробити напругу безпечною для використання на камері. 12 В від акумуляторів відокремлюється і надходить на регулятор як вхід. Вихід надходить до камери та підключається від камери до землі, а також до середнього штиря регулятора напруги. Оскільки половина схеми працює від 5 В, а інша половина від 12 В, потрібно використовувати подвійний перемикач, щоб завершити схему для обох половин, ізолюючи кожну половину як на рис.3.5.

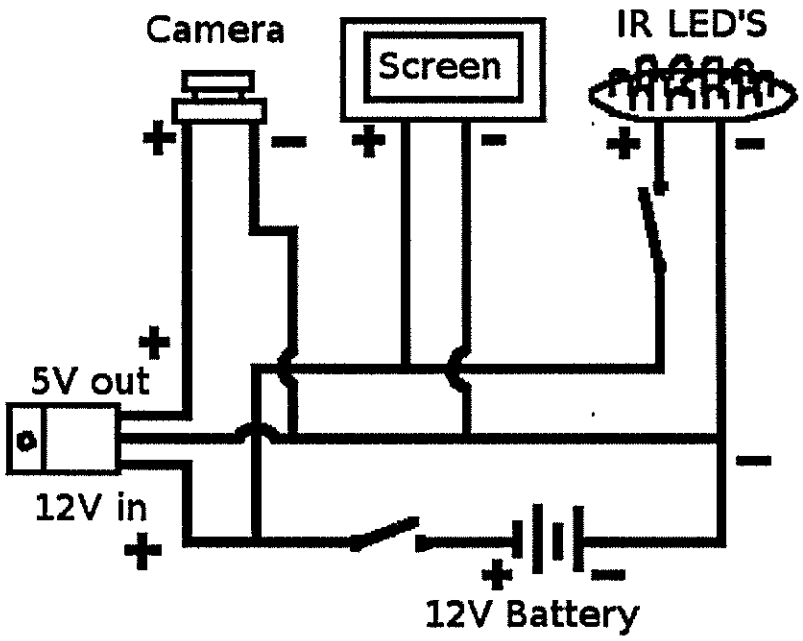


Рис. 3.5 Схема підключення стабілізатора напруги

Камера підключається до відеовходу за допомогою перехідника RCA. Оскільки не потрібен аудіо, потрібно лише підключити до чого-небудь лінію відео.

3.3 Створення корпусу

Для початку необхідно просвердлити отвори у корпусі для перемикачів, корпусу камери, інфрачервоного освітлення.

Коли всі отвори вирізані, встановлюємо усі компоненти у корпус і перевіряємо його, щоб переконатися, що він працює, перш ніж закріпити будь-який із компонентів на місці.

Після додаткової перевірки камери, щоб переконатися, що правильною стороною догори, можна заклеїти її на місці за допомогою зварювання JB до внутрішньої частини коробки як на рис. 3.6.



Рис. 3.6 Корпус пристрою

ІЧ-опромінювач просто приклеєний гарячим клеєм, оскільки, можливо, колись знадобиться його видалити та замінити ІЧ-світлодіодами без світіння 940 нм. Що стосується екрану, його можна облаштувати в центральну коробку після всього іншого, і відцентрувати його там, де хочемо, щоб він показував через більшу коробку перед ним. Після того, знімаємо пластиковий захисний екран і закріплюємо екран на лицьовій стороні більшої коробки навколо квадратного отвору. Нарешті можна вирізати лінзи окулярів і прикріпити зовнішню частину до кришки більшої коробки з вирізаною подібною формою, а також пофарбувати окуляри та кришку в чорний колір. Прикрутивши передню коробку до другої, влаштовуємо туди всю проводку, прикрутивши екран і велику коробку. Нарешті прикріплюємо окуляри та лицьову панель.

3.4 Тестування

Зробимо декілька фотозйомок у приміщенні з глядачем. ІЧ-світлодіоди майже необхідні, щоб бачити будь-що в темряві без ІЧ-ліхтарика. Ліхтарик справді дуже допомагає бачити предмети, розташовані на відстані, як показано на рис.3.7, на рис.3.8 та рис.3.9.

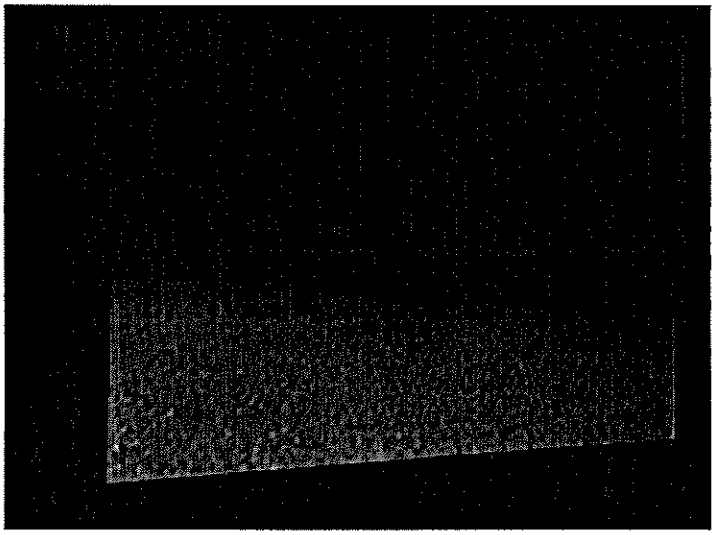


Рис. 3.7 Зображення без ІЧ підсвічування



Рис. 3.8 Зображення з ІЧ підсвічуванням

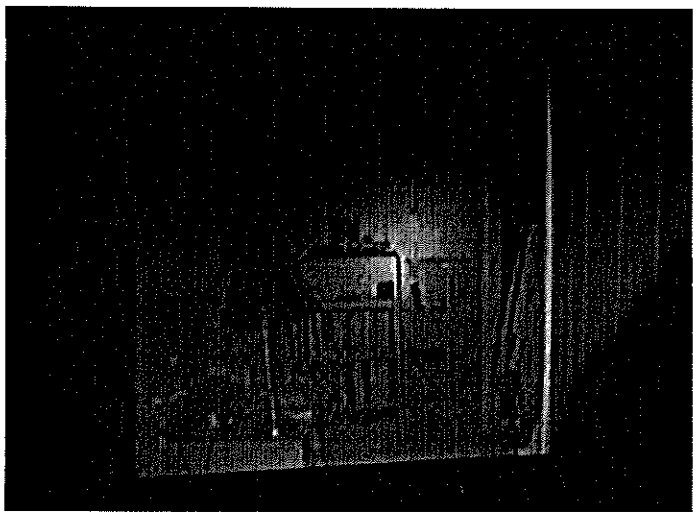


Рис. 3.9 Зображення з ІЧ підсвічуванням на відстані

3.5 Поліпшення чутливості

Один зі способів справді покращити чутливість і діапазон цифрового нічного бачення — перевірити наявність інфрачервоного фільтра перед сенсорним чіпом камери. ІЧ-фільтр, зазвичай рожево-помаранчевий тонований шматок скла, зменшує кількість ІЧ-світла, яке бачить камера, що покращує якість денного кольорового зображення, але значно обмежує здатність камери бачити в темряві. Коли вдалося зняти ІЧ-фільтр перед датчиком CMOS за допомогою дуже маленької пари пінцетів, використовуємо Q-tip на рис.3.10, щоб видалити пил, який потрапив на датчик. Закрутивши об'єктив і сфокусувавши його, можна бути вражений тим, наскільки добре він міг бачити.

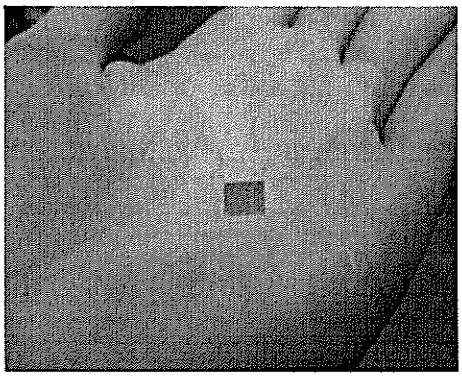


Рис. 3.10 Використання Q-tip фільтру

Деякі камери мають ІЧ-фільтр в об'єктиві. Хоча його не можете зняти, можна замінити об'єктив на такий, який не має ІЧ-фільтра. Після видалення ІЧ-фільтра ця штука може бачити досить добре. Раніше він мав радіус дії, можливо, десять футів із великою кількістю ІЧ-світла.

Тепер він, може бачити на відстані 50-100 футів як на рис.3.11. Але при цьому він витрачає трохи енергії, використовуючи регулятор напруги для камери та екран/ІЧ-випромінювач.



Рис. 3.11 Зображення після видалення ІЧ-фільтра

Однак виникає кілька проблем, одна з яких полягає в тому, що це трохи дезорієнтує у використанні. В наступному розглядається можливість зміни дизайну для роботи з одним оком і кріплення до шолома та використання лінзи окуляра (просто лупи), щоб збільшити та сфокусувати екран, щоб відповідати полю зору іншого ока (як справжня 1х ніч монокуляри). Інша проблема полягає в тому, що це повністю залежить від ІЧ-світла. Будь-який інший пристрій, який бачить ІЧ-світло, бачить цей прилад. Однак для неозброєного ока він усе ще досить непомітний, незважаючи на численні сяючі червоні світлодіоди на передній панелі.

ІЧ-освітлювач для телевізійних камер і прицілів нічного бачення. Це джерело використовує світлодіоди та нестабільний генератор для керування перемикачем,

робочим циклом та ефективним виходом ІЧ-підсвічування, схема якого зображена на рис.3.12

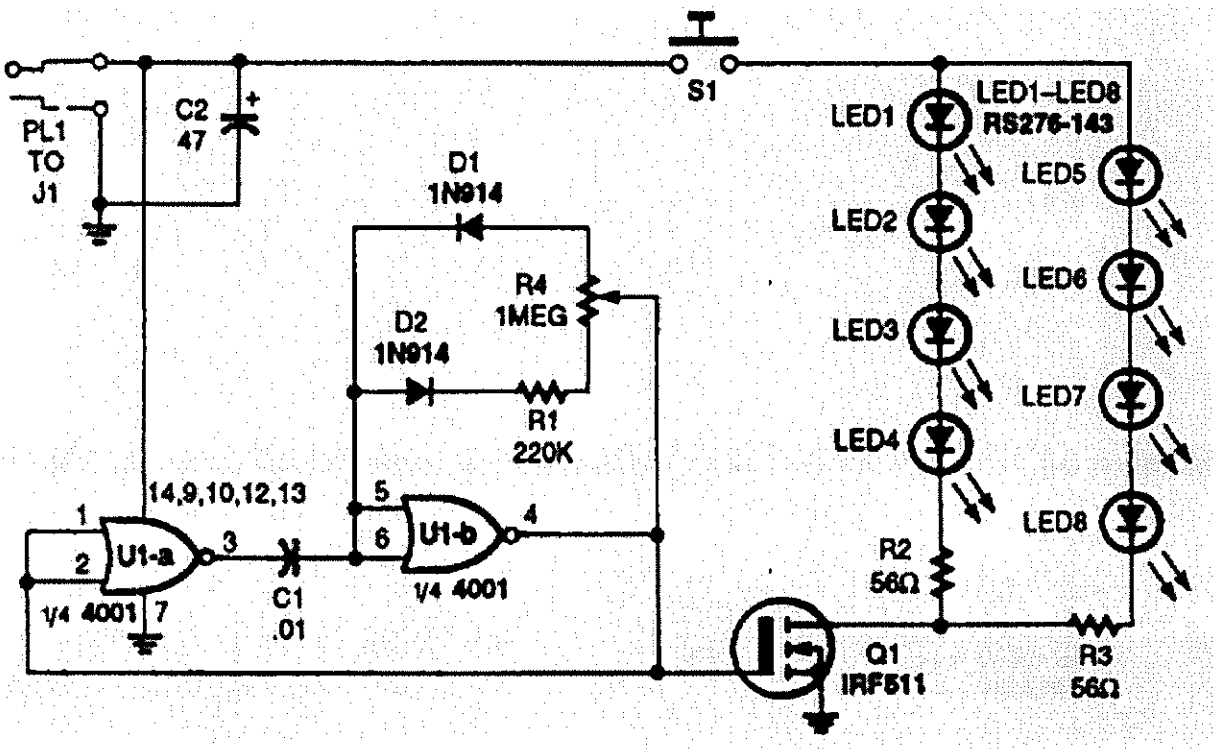


Рис. 3.12 Схема ІЧ освітлення

3.6 Адаптер для камери нічного бачення

Оскільки додатковий інфрачервоний опромінювач полегшує покращення нічного бачення, проведено пошук в Інтернеті та знайдено дешевий пристрій. Пристрій являє собою невелику апаратну частину, оснащену одним інфрачервоним світлодіодом (ІЧ-світлодіод) 3 Вт/850 нм (кут 100° – охоплення 3 метри), спочатку розробленим для використання з певними камерами серії нічного бачення Raspberry Pi. Є вбудований фоторезистор (часто в поєднанні з інфрачервоним фільтром у верхній частині), який дозволяє автоматично вмикати джерело інфрачервоного світла залежно від яскравості навколишнього середовища.

Згідно з описом продавця, оптимальна відстань покриття, яку пропонує пристрій 3,3 В (допустимо 5 В) для запису (без розмивання), становить лише 3

метри. Можемо підключити пристрій до модуля камери RPi за допомогою гвинтів, що додаються.

Як могли помітити, пристрій призначений для безпосереднього прикручування до модуля камери Raspberry Pi, і схоже, що модуль камери RPi забезпечуватиме живлення пристрою через пару монтажних отворів. Чи забезпечує модуль камери RPi 3,3 В постійного струму через монтажні отвори? Звичайно, ні, тому що вони не призначені для такого завдання, а є просто електрично ізольованими гвинтовими отворами/подушками.

Навіть якщо ці отвори для гвинтів є точками живлення, споживана потужність пристрою 3 Вт передбачає майже 1 А від шини живлення 3V3. Ми не можемо взяти 2А (загалом для двох пристроїв 1А) від регулятора напруги 3V3 плати Raspberry Pi. Крім того, 2 А струму через одну лінію 3V3 тонкого гнучкого кабелю камери пошкодить її. Кабель камери, мабуть, не витримує навіть половини ампера, роз'єм FPC теж не витримає.

Найбезпечнішим способом роботи пристрою є, ймовірно, за допомогою зовнішнього регульованого джерела живлення 3V3, підключеного через великі мідні колодки, які також можна використовувати як монтажні отвори. Позитивний контакт (+3,3 В постійного струму) розташований поруч із фоторезистором, тоді як заземлення (0 В) — біля підстроювача. Якщо так, можемо грати з ними, не загрожуючи комп'ютерам Raspberry Pi. Також можна подати на пристрій 5 В постійного струму (замість 3,3 В), але тоді він може сильно нагріватися. Для цього необхідний дуже компактний блок радіатора над розподілом тепла, розташований у нижній частині друкованої плати.

Піднявши пластикову оправу лінзи (додану для розсіювання світла), побачимо ключовий компонент – один інфрачервоний світлодіодний чіп 850 нм/3 Вт (заявлений). Зауважимо, що маленький гвинт із хрестоподібною головкою, припаяний на борту, призначений для налаштування порогу виявлення світлочутливості схеми перемикача день/ніч. Для регулювання тримпота SMD рекомендується використовувати керамічну викрутку. Інфрачервоний фільтр над LDR допоможе заблокувати світло, що відбивається, і не спричинити небажане

вимкнення джерела інфрачервоного світла, а також придушити інші зовнішні джерела інфрачервоного світла.

Відповідно до таблиці даних китайського світлодіода, типовий діапазон прямої напруги (Vf) ІЧ-світлодіода 3 Вт/850 нм становить 1,5-1,7 В при прямому струмі 1050-1500 мА (If).

З технічної точки зору є багато розбіжностей, тому все ще потрібно детально проаналізувати внутрішню електроніку. Кілька дискусій на онлайн-форумі вже зазначали, що цей дешевий пристрій точно не є ІЧ-світлодіодним модулем потужністю 3 Вт (тому не варто боятися щодо його енергоспоживання). Перевіримо це.

На рис.3.13 наведено приблизну (але перевірену) схему пристрою.

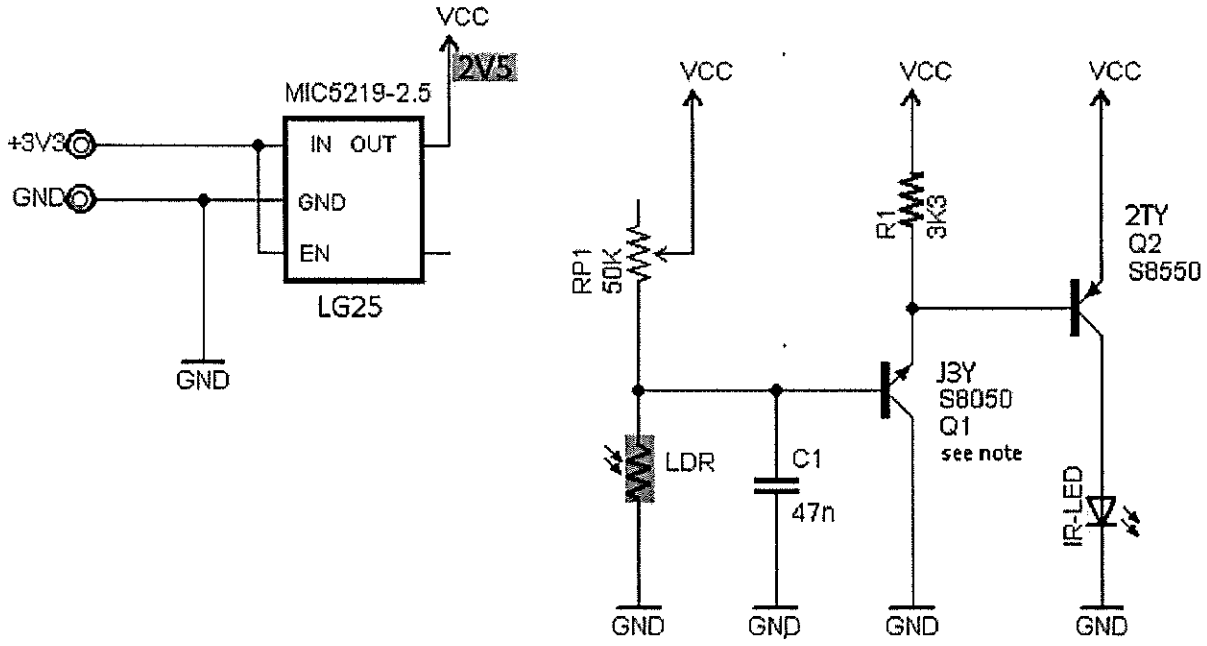


Рис. 3.13 Схема простого модуля ІЧ підсвічування

У цій конструкції Q1 (S8050) підключений таким чином, що його колектор підключений до GND замість емітера. Це призводить до великомасштабної варіації його вхідних і вихідних характеристик. Його рівні вхідного та вихідного опору також відрізняються. Крім того, Q2 (S8550) крутий, але надто непрактичний для

керування світлодіодом потужності 3 Вт. На жаль, «кут охоплення» під час першого тесту був дуже вузьким, але помічена ефективна «відстань охоплення» також була надто жалюгідною – трохи менше 15 см.

Нарешті, було помічено, що пристрій споживає до 120 мА струму при 3,3 В постійного струму – випадково малопотужний інфрачервоний світлодіодний модуль. Для сучасних торгових посередників характерно, що вони навіть не публікують ключові технічні характеристики продукту, надані його виробником, такий як на рис. 3.14 щоб просто продати продукт.



Рис. 3.14 Оманливі характеристики модулів, що продаються

Звичайно, є кілька хороших роздрібних продавців в Інтернеті. На рис.3.15 опис, опублікований відомим продавцем, виглядає дещо розумнішим.

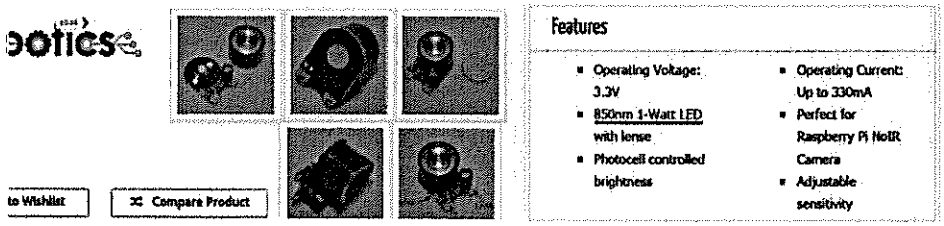


Рис. 3.15 Опис продукту відповідає заявленим характеристикам

Що таке пристрій, описаний як «Інфрачервоний світлодіод нічного бачення для камери RPi»? Це просто мініатюрний модуль із датчиком світла, підстроювачем для регулювання чутливості та інфрачервоним світлодіодом із пластиковою лінзою для розсіювання інфрачервоного світла зображений на рис.3.16. Коли справа доходить до апаратного забезпечення, хоча концепція здається розумною, а пристрій функціональним, він не призначений як чудовий аксесуар для нічного бачення для реальних застосувань, головним чином через певні недоліки конструкції. Відзначається, що на ринку є багато типів цього модуля – зовнішній вигляд в основному однаковий, але є деякі технічні відхилення, особливо коли мова йде про тип використовуваного інфрачервоного світлодіода.



Рис. 3.16 Інфрачервоний прожектор

Природно, що дуже важко проводити тестування продуктивності з безліччю незадокументованих, дуже дешевих модулів, але тепер можна бути впевненим, що жоден із них не має вбудованого ІЧ-світлодіода з номінальною потужністю 3 Вт та/або відстані покриття 3 метри. Такий пристрій підійде для створення демонстраційної/наукової моделі «настільної» системи шпигунської камери нічного бачення, але якщо плануємо створити «серйозну» модель, то зручнішим може бути інфрачервоний прожектор «зроби сам» і ефективний.

Тепер можемо створити власний автоматичний інфрачервоний світлодіодний драйвер на рис.3.17. Оскільки ця конструкція має електромагнітне реле для керування ІЧ-світлодіодами, можемо запустити комплект ІЧ-світлодіодів за бажанням, щоб отримати пристойну кількість світла для більшості шпигунських камер/камер безпеки.

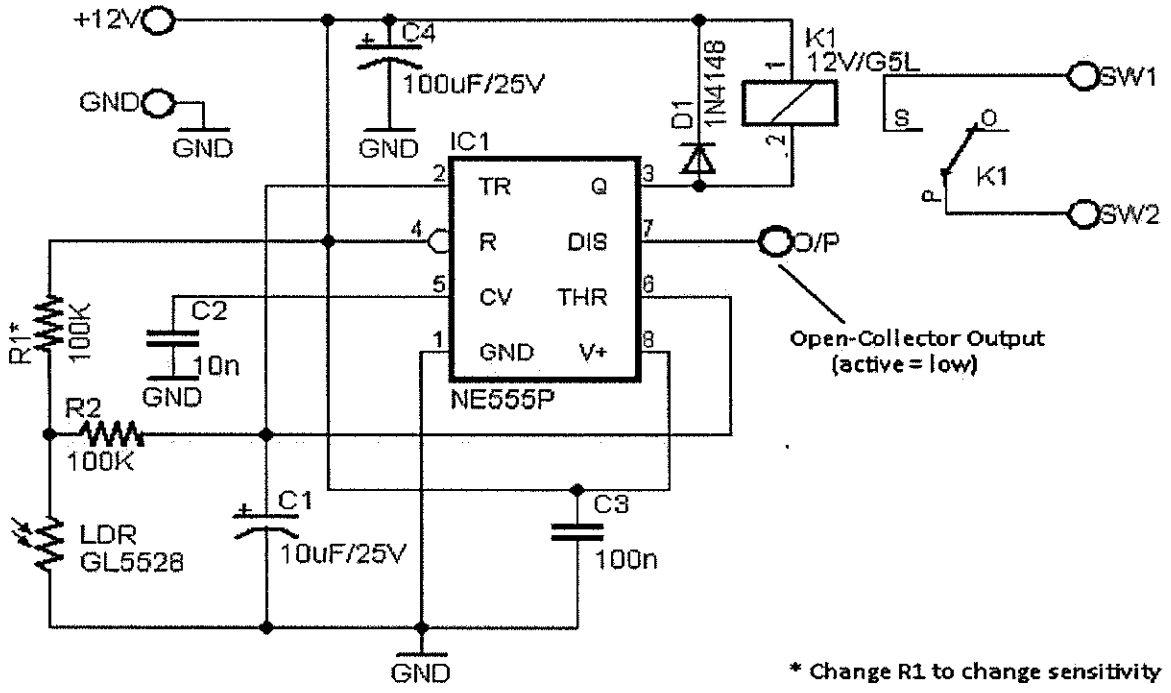


Рис. 3.17 Схема автоматичного інфрачервоного світлодіодного драйвера

Це трохи переглянута ідея моделі автоматичного вимикача вуличного освітлення. ІЧ-фільтр блокує передачу інфрачервоного світла, пропускаючи

видиме світло. Таким чином, можна або використовувати інфрачервоний фільтр із наявним фоторезистором, як на рис.3.18, або вибрати складену версію.

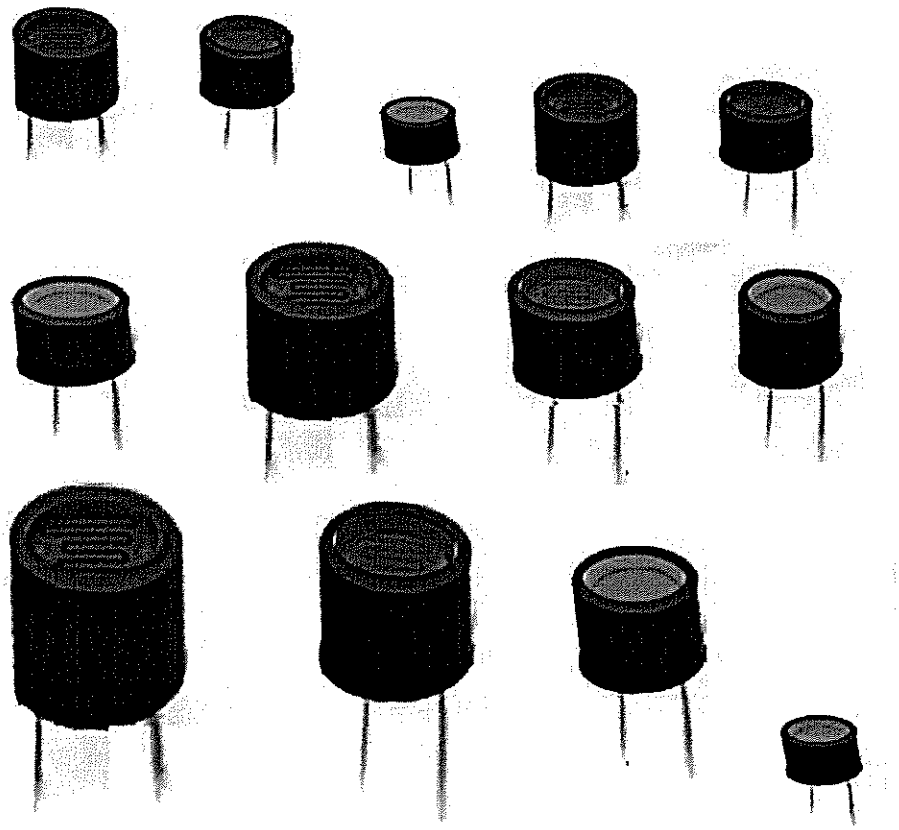


Рис. 3.18 Інфрачервоний фільтр із наявним фоторезистором

Інфрачервоні світлодіоди – 850 нм чи 950 нм?

Існують дві поширені інфрачервоні довжини хвиль, які використовуються в сучасних камерах безпеки (нічного бачення). Як правило, більшість камер безпеки чутливі до довжини хвилі 850 нм. Хоча інфрачервоне світло невидиме неозброєним людським оком, інфрачервоні світлодіоди 850 нм випромінюють темно-червоне світіння, дивлячись прямо на камеру або джерело, тоді як інфрачервоні світлодіоди 950 нм не виробляють видимого світіння. Використовуючи стандартний інфрачервоний опромінювач, дуже важливо переконатися, що камера безпеки чутлива до тієї ж довжини хвилі, яку випромінює опромінювач. Пам'ятайте, що інфрачервоне світло 950 нм є менш ефективним і охоплює меншу відстань. Зараз прозорі інфрачервоні світлодіоди 5 мм і 850 нм легкодоступні та надзвичайно

дешеві. Пряма напруга (Vf) такого інфрачервоного світлодіода зазвичай становить 1,4-1,6В при прямому струмі (If) 50 мА. У будь-якому разі зверніться до таблиці даних інфрачервоного світлодіода та поводьтеся з ним відповідно.

Необхідно переглядати таблицю даних, щоб отримати докладні відомості про яскравість світлодіода, найпоширенішими характеристиками, на які слід звернути увагу, є інтенсивність світла, кут огляду та довжина хвилі.

Наступна специфікація, на яку слід звернути увагу, — це світловий потік, тобто потужність світла, яку сприймає людське око, відносно довжини хвилі випромінюваного світла.

Звернути увагу потрібно на те, що потужність світлодіода вказує, скільки електроенергії споживає цей конкретний світлодіод, а не обов'язково вихідна потужність джерела світла.

4 ПРИЦІЛ ДЛЯ КАМЕРИ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

4.1 Огляд прицілу камери нічного бачення

У цьому розділі розглянемо, як зробити приціл/камеру нічного бачення. Він здатний записувати при дуже слабкому освітленні. Його можна використовувати в багатьох сценаріях, навіть як відеореєстратор для запису нічного відео.

Але можна зробити це трохи більш професійним. Спочатку можна розробити друковану плату для всіх перетворювачів напруги та схеми зарядки акумулятора, а також схеми захисту акумулятора та свій варіант корпусу. Цей корпус на рис.4.1 дозволяє прикріпити камеру до голови, тому не потрібно тримати її весь час.



Рис. 4.1 Приціл камери нічного бачення

Камера складається в основному з 4 компонентів:

- камера Runcam Night Eagle 2 Pro FPV;
- монокулярний дисплей поблизу ока;
- спеціальна електроніка для живлення та підключення всього (можна обійтися і без неї);
- додатковий записувач DVR для запису того, що бачимо (в іншому випадку він працює просто як приціл).

Відеореєстратор не потрібен, якщо не потрібно записувати те, що бачимо. Коли все ж він використовується, то чудово працює, чудово записує, але у нього є невелика проблема – він зменшує кадри в секунду для попереднього перегляду з камери. Зображення виглядає загальмованим. Але він записує плавне відео. Тому рекомендується не використовувати DVR, якщо не потрібно записувати. Можливо, якийсь інший відеореєстратор буде працювати краще, але вони трохи більші.

4.2 Основні схеми

Якщо вирішили піти простим шляхом або хочемо легше зрозуміти проводку, є базова схема, яка показує, як з'єднані камера та дисплей. Перша схема без DVR, а інша з DVR на рис.4.2 та 4.3.

Якщо вирішили використовувати той самий DVR, зауважимо, що попередній перегляд, який побачимо на дисплеї, здасться трохи затягнутим. Схоже, що цей DVR досить повільний для попереднього перегляду. Але записи виходять гарними. Основна проводка дуже проста, якщо хочемо піти простим шляхом, можемо обійтися без друкованої плати.

Потрібно під'єднати дроти, як показано на рис.4.2 та 4.3, і потрібно використовувати DC-DC перетворювач, щоб підвищити напругу акумулятора до стабільних 5 В, які використовуються для живлення камери, дисплея та DVR. Схема споживає трохи більше 500 мА. Щось подібне може спрацювати, і також отримаємо схему зарядки для акумулятора. Все в одному.

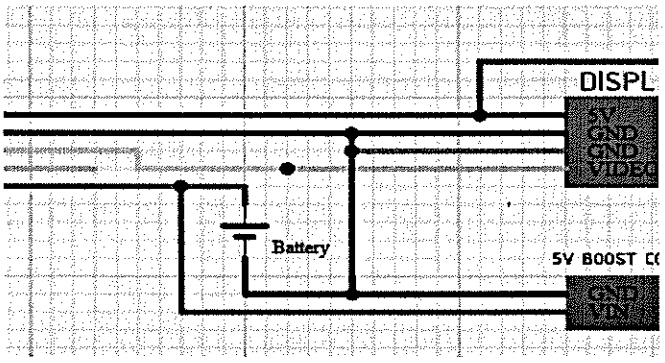


Рис. 4.2 З'єднання пристроїв живлення і дисплею

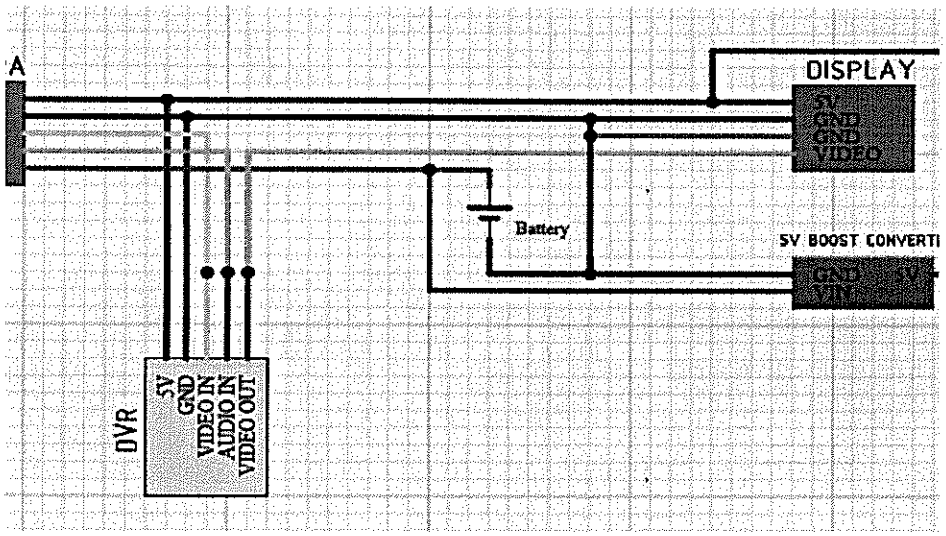


Рис. 4.3 З'єднання пристроїв живлення і відеокамери

На рис.4.4 надана детальна схема з'єднань.

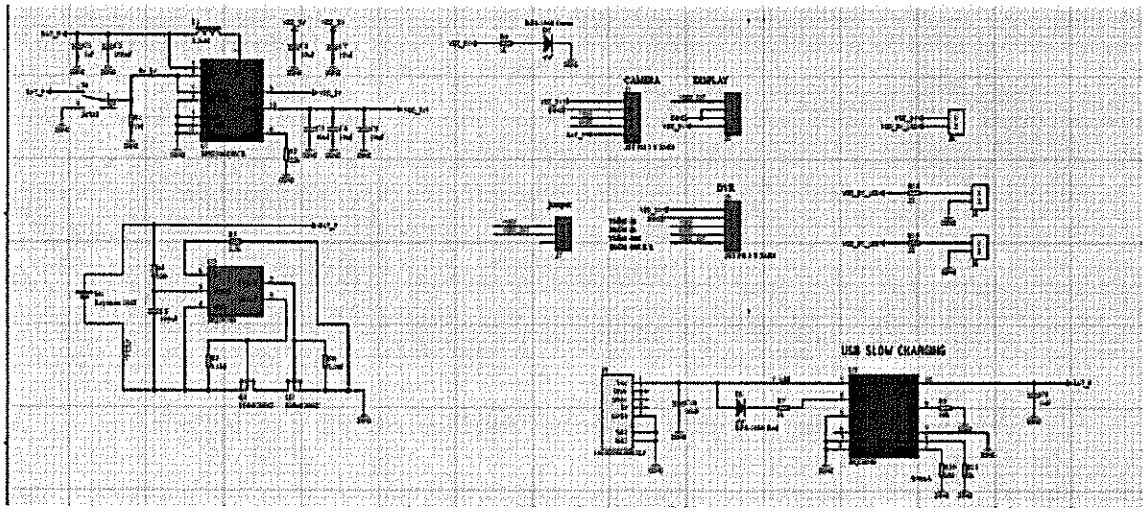


Рис. 4.4 Детальна схема з'єднань

Схема відрізняється від основної в наступних частинах:

- додано вбудований захист акумулятора;
- додано бортовий зарядний пристрій;
- додано напругу бортової батареї до перетворювача 5В постійного струму.

І, звичайно, додано кілька роз'ємів (сині елементи на схемі). Роз'єми стають у нагоді під час збирання та розбирання вузла.

Але все можна просто припаяти безпосередньо до плати, і вирішити собі проблеми, якщо немає інструментів в наявності.

4.3 Захист батареї

Схема захисту батареї використовує неймовірно мініатюрну мікросхему BQ29700, яка за допомогою деяких компонентів захищає акумулятор від:

- перенапруга;
- знижена напруга;
- перевантаження по струму.

Якщо використовуємо захищені батареї 18650, тоді не потрібна схема на рис.4.5, оскільки вона виконує ту саму функцію, що й вбудований захист.

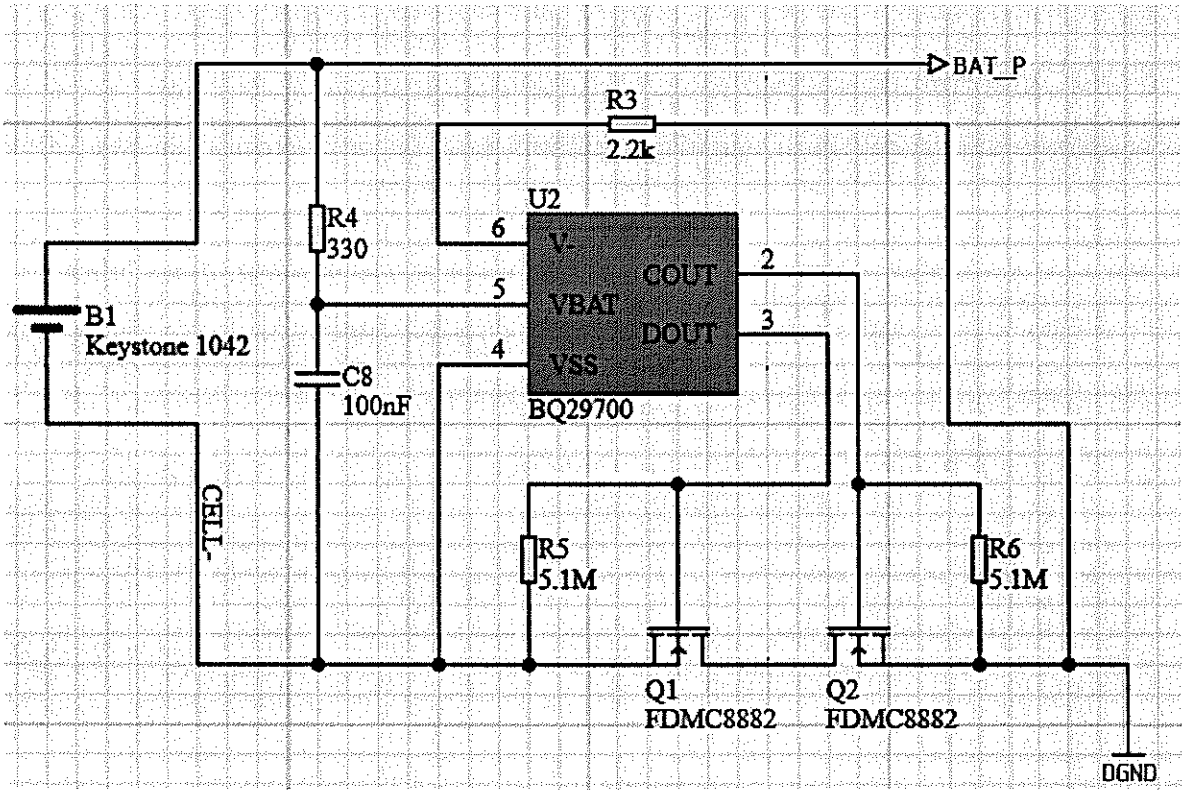


Рис. 4.5 Схема захисту батареї

Схема зарядки USB на рис.4.6 заряджає батарею, коли підключається роз'єм micro USB. Вона обмежує схему заряджання до 800 мА, що дозволяє заряджати на помірній швидкості при підключенні до настінного зарядного пристрою. Коли батарея заряджається, горить червоний світлодіод, що вказує на заряд. Після завершення зарядки світлодіод вимикається.

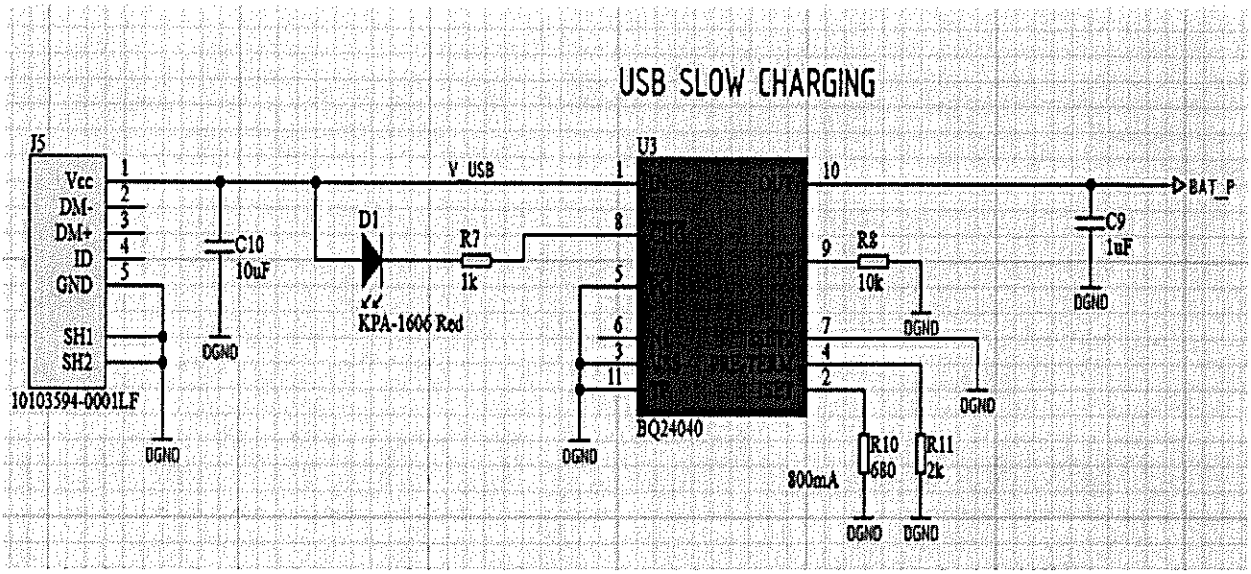


Рис. 4.6 Схема зарядки USB

На рис.4.7 схема генерує стабільні 5В від напруги акумулятора 2,5-4,2В. Це простий Boost Converter. (вихідна напруга вища за вхідну). Перемикач підключено до схеми включення, який вмикає або вимикає перетворювач. Таким чином, вмикаємо або вимикаємо всю систему за допомогою дуже маленького вимикача слабкого струму.

Дисплей, камера та DVR разом споживають приблизно 500 мА струму, цей маленький перемикач здатний перемикати лише 100 мА. Використовуючи перемикач для керування лише сигналом увімкнення, стає можливим використовувати цей крихітний перемикач і заощадити місце.

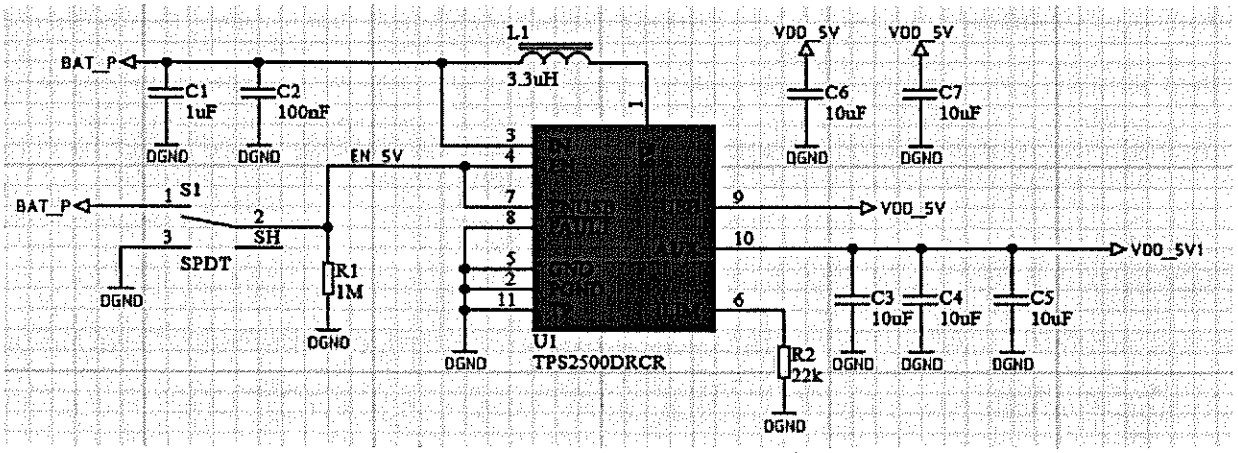


Рис. 4.7 Підвищувальний перетворювач 5 В

Збірка конструкції.

Плата ковзає в гнізда в корпусі на рис.4.8.

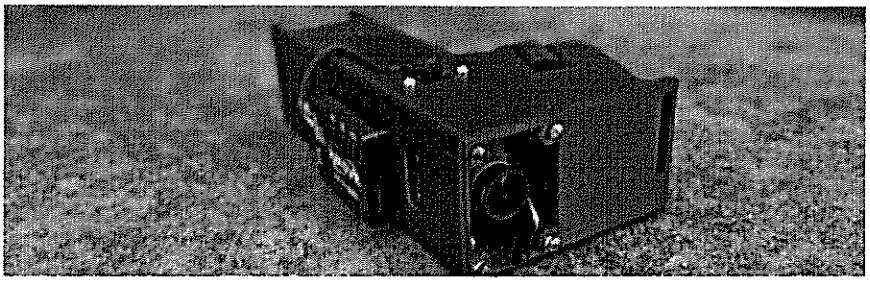


Рис. 4.8 Зібраний прилад

4.4 Нічні знімки

На рис. 4.9 фото зроблено за кермом автомобіля зі звичайними галогенними фарами. Тут бачимо, що камеру також можна використовувати як нічний відеореєстратор, оскільки вона забезпечує чудову видимість.

Камера працює і при яскравому денному світлі. Вона не сліпне. Але записує лише чорно-біле зображення.



Рис. 4.9 Застосування у якості нічного відеореєстратору

4.5 Пристрій нічного бачення з ІЧ-прожектором і CMOS-камерою

Щоб мати можливість пересуватися в темряві, щоб не побачили або не спіткнутися об щось, можна створити маленький цікавий проект - простий прилад нічного бачення. Він використовує той факт, що інфрачервоне світло невидиме для людського ока, але модулі камер CMOS або CCD дуже чутливі в цьому діапазоні, якщо не встановлено ІЧ-фільтр (модуль кольорової камери).

Професійні пристрої використовують так звані лампи підсилювача залишкового світла, тому не потребують інфрачервоного освітлення. Однак такі труби дорогі, важкодоступні та мають обмежений термін служби. З цієї причини використовуємо чорно-білий модуль камери CMOS із чутливістю 0,5 люкс, який можна придбати за невеликі гроші на відомих сайтах.

Після перших випробувань з різними модулями камери та інфрачервоними діодами з'явився запит на відповідний монітор, який мав би відображати сигнал зображення модуля камери. Спочатку спадає на думку про маленький TFT-дисплей, але це зменшує мобільність і не зовсім непомітний у темряві через підсвічування. Хорошою заміною є декілька несправних відеокамер VHS із видошукачами CRT на рис. 4.10. Відразу зрозуміло, що вони підходять найкраще.

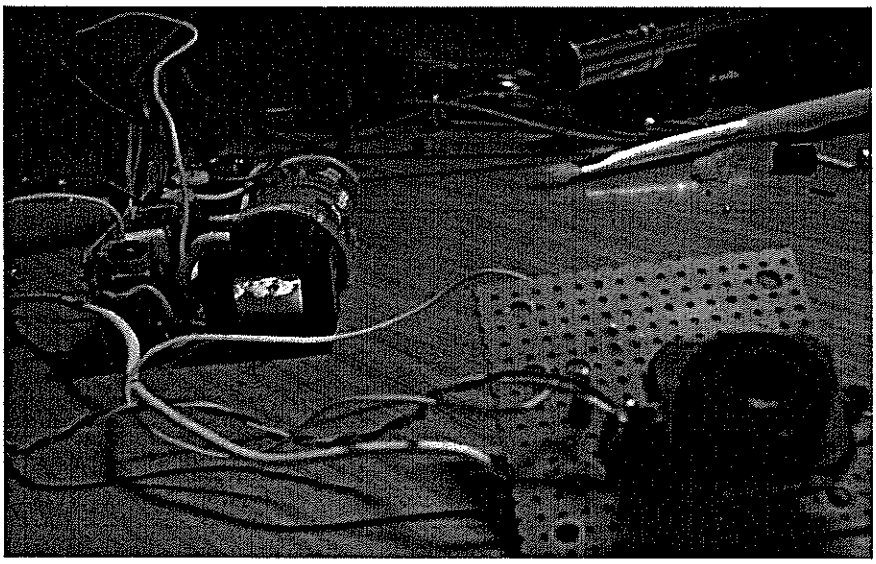


Рис. 4.10 Видошукач CRT з відеокамер VHS

Використовувані видошукачі містять крихітну електронно-променеву трубку з діагоналлю екрана 1 см.

Наступним кроком є пошук відповідного інфрачервоного джерела. Випробування з різними діодами показали, що дуже вузький кут випромінювання корисний.

Наприклад OPE5885, вони мають довжину хвилі 850 нм, кут випромінювання 17 градусів і інтенсивність зазвичай 40 мВт/сер. Світловий потік прототипу принаймні придатний для використання.

Важливо, що ІЧ-діоди досягають своєї повної потужності тільки в імпульсному режимі, в даному випадку при 1/100 маніпуляції з довжиною 0,1 мс і струмом імпульсу 0,5 А(!).

Ця маніпуляція може виконуватися за допомогою мікроконтролера Atmel, який також контролює напругу батареї та попереджає користувача червоним світлодіодним індикатором у видошукачі, а пізніше повністю вимикає світлодіоди для збереження заряду батарей.

Це також підводить до наступної проблеми - джерела живлення. Видошукач і процесор працюють від 5 вольт, імпульсні світлодіоди (частково послідовно) від 24 вольт, а модуль камери від 12 вольт. Щоб залишатися максимально ефективним і охоплювати широкий діапазон вхідної напруги, потрібно об'єднати тут три імпульсні регулятори.

Робоча напруга без проблем може становити від 6 до 10 вольт. Тому можливі як NiMh, так і літієві елементи. Пороги напруги та синхронізація світлодіодів програмуються у вихідному коді контролера, що на схемі рис. 4.11.

Компонування плати призначене для ковзання в трубу діаметром 45 мм. Видошукач і камера розташовані з одного боку, друга частина, прикріплена до першої труби гвинтами М3, містить плату керування та ІЧ-прожектор як на рис. 4.12.

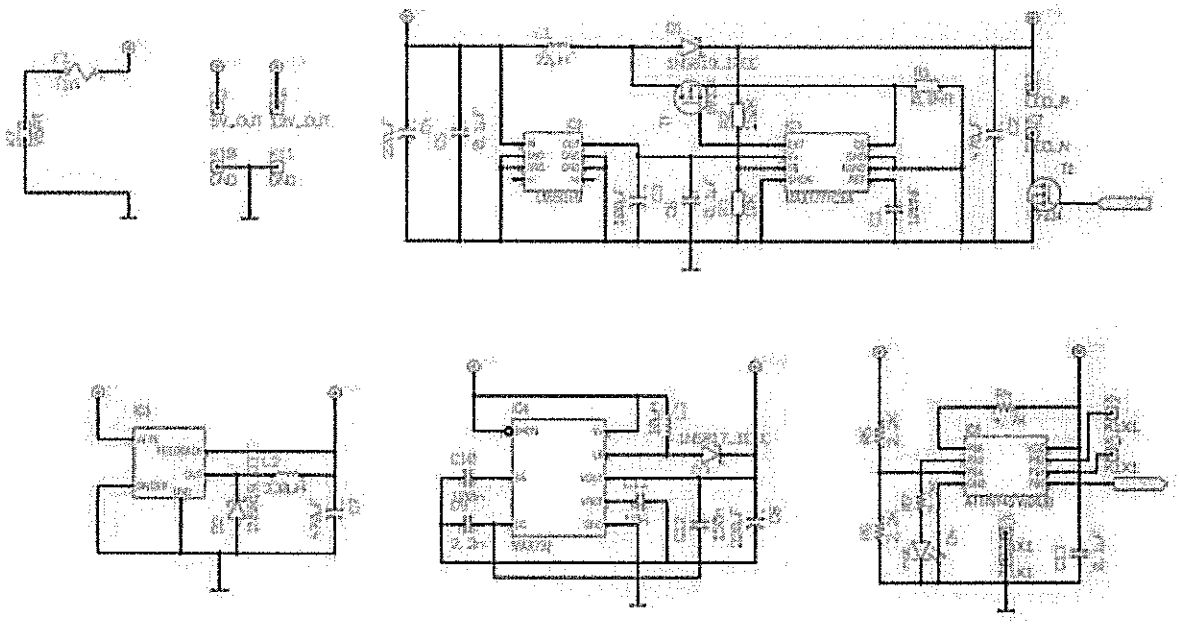


Рис. 4.11 Схема стабілізаторів напруги

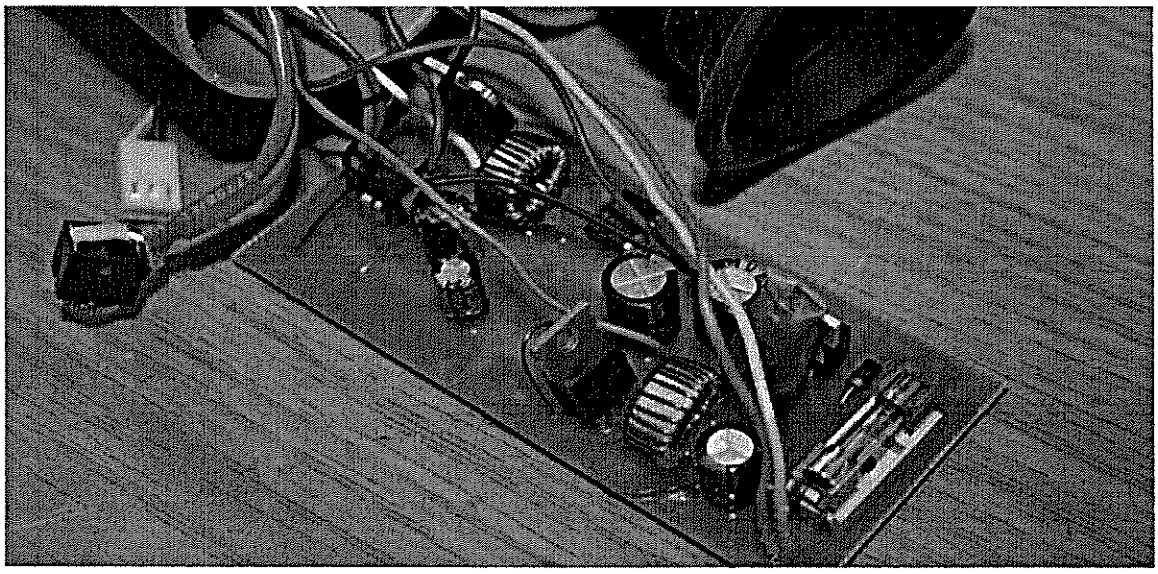


Рис. 4.12 Компонування плати

Компенсаційні резистори є важливими для ІЧ-прожектора, оскільки світлодіоди можуть мати відхилення від значень через допуски, і, таким чином, окремі послідовні схеми будуть навантажені більше, ніж інші, і з часом перегорять.

Є чотири світлодіоди на 15 з резистором 82 Ом, з'єднані послідовно. Загалом встановлено 60 світлодіодів як показано на рис.4.13.

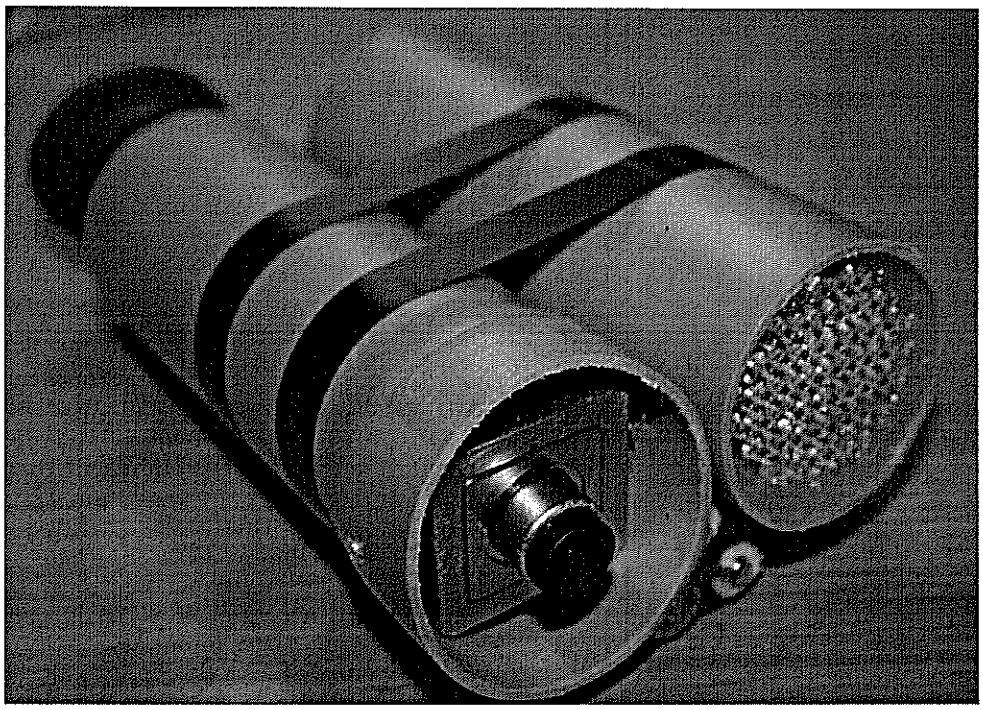


Рис. 4.13 Встановлення підсвічувальних світлодіодів

За допомогою цифрової камери можна точно перевірити правильне функціонування всіх світлодіодів.

На останньому кроці залишилося написати лише програмне забезпечення в Bascom, що надано у лістингу файлів. Є близько 40 рядків коду для ATTiny25. Для вимірювання напруги використовується внутрішній опорний сигнал 2,56 В. Механізм генерується Timer0 через ШІМ.

```
$regfile = "attiny25.dat"
$crystal = 1000000
Config Portb.0 = Output
Config Portb.3 = Output
Config Portb.4 = Input
Config Timer0 = Pwm, Compare A Pwm = Clear Up, Prescale = 1
Ocr0a = 192
```

```
Dim Value As Word
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal_2.56_nocap
Start Adc
Do
Value = Getadc ( 2 )
If Value < 390 Then
Set Portb.3
Waitms 500
Reset Portb.3
Waitms 500
End If
If Value < 340 Then Goto Poweroff
Loop
Poweroff :
Ocr0a = 255
Set Portb.3
Do
Loop
```

ВИСНОВКИ

Через те, що в цифрових приладах нічного бачення використовуються мікродисплеї, для спостереження за зображенням необхідно використовувати окуляр, який працює як збільшувальне скло і дозволяє користувачам переглядати збільшене зображення.

Найбільш часто використовуваними дисплеями в цифрових приладах нічного бачення є рідкокристалічні дисплеї трансмісійного типу (де дисплей підсвічується із зворотного боку) або OLED-дисплеї (під час подачі електричного струму його речовина починає випромінювати світло).

Застосування OLED-дисплеїв дає низку переваг: можливість використання пристрою при більш низьких температурах, більш високу яскравість і контрастність зображень і більш просту і надійну конструкцію (немає джерел підсвічування, як у LCD). Крім РК- і OLED-дисплеїв, цифрові пристрої можуть використовувати мікродисплеї, виготовлені за технологією LCOS (Liquid Crystal on Silicone) – різновиду відбиваючого дисплея.

У цифрових пристроях легко реалізувати такі функції, як бездротове підключення (наприклад, Wi-Fi), передача даних (фото відео) на зовнішні приймачі, інтеграція лазерних далекомірів (дані з далекоміра можна ввести в поле зору) і GPS-сенсори (можливість встановлення координат спостережуваного об'єкта).

Однією з переваг цифрових приладів нічного бачення є можливість працювати в денний час, не побоюючись спалахів світла або інтенсивних джерел світла, які можуть пошкодити прилади нічного бачення на основі ЕОП. Тому в роботі наведено опис конструкції яка не реагує на яскраве світло і не пошкоджується.

В розділах практичної розробки проказано створення індивідуальних пристроїв нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням. Для яких визначені схеми керування напругами з більшою ефективністю ніж звичайні камери спостереження.

ІЧ-освітлення зазвичай доступне з довжинами хвиль 840 нм і 940 нм, а інтенсивність вимірюється у ватах, а не в люменах. ІЧ-проміння 840 нм також створює видиме червоне світіння, якщо дивитися неозброєним оком, однак ІЧ-проміння 940 нм абсолютно невидиме та невиявлене.

Тому для більшої індивідуальності та захищеності від сторонніх рекомендовано застосовувати світлодіоди з випроміненням ІЧ світла з 940нм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Порохняк Д.Р. Система відеоспостереження. IV Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі». 2 червня 2021 р. Тернопіль. Україна. с. 17.

2. Damjanovski Vlado CCTV: Networking and Digital Technology, ButterworthHeinemann; 2nd edition (April 19, 2005) 584 p.

3. Nilsson Fredrik Intelligent Network Video: Understanding Modern Video Surveillance Systems CRC Press; 2nd edition (November 21, 2016). 366 p.

4. Kolekar Maheshkumar H Intelligent Video Surveillance Systems: An Algorithmic Approach Chapman and Hall/CRC; 1st edition (July 5, 2018) 208p.

5. The principles of CCTV design in VideoCAD – URL: https://www.cctvcad.com/Files/the_principles_of_cctv_design_in_videocad_part1. pdf.

6. Кодек H.265 - майбутнє IP відеоспостереження – URL: https://secur.ua/ua/news/ua_kodek-h-265-majbutne-ip-videosposterezhennja.html.

7. Колобродов В.Г. Тепловізійні системи (фізичні основи, методи проектування і контролю, застосування) / В.Г Колобродов, Н. Шустер // Підручник для вузів. – К.; 1999. – 340 с.

8. Волков В.Г. Тепловізійні прилади нового покоління / В.Г. Волков, А.В. Ковалев, В.Г. Федчишин / Спеціальна техніка, 2001. – 360с.

9. Тепловізори: посібник / Л.З. Криксунов, Г.А. Падалко. – К.: Техніка, 1987. – 164 с.

10. Мисюк Ю.П. Тепловізори як сучасні інтегровані технічні засоби охорони державного кордону / Ю.П. Мисюк – 2011. – 450 с.

11. Infrared. Wikipedia - стаття про відеоспостереження з інфрачервоним підсвічуванням. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared (дата звернення: 18.05.2023).

12. Infrared Illuminators. Dsecctv.com - сторінка про інфрачервоні підсвічувачі. URL: https://www.dsecctv.com/prod_illuminatori.htm (дата звернення: 12.05.2023).

13. Apparatus and method for multispectral imaging with three dimensional overlaying: пат. US 9,654,704 B2 Сполучені Штати Америки (США). Опубл. 16.05.2023. 19 с.

14. Patent Application Publication PARK et al.: пат. US 2017 / 0330053 A1 Сполучені Штати Америки (США). Опубл. 16.11.2017. 16 с.

15. CCTV Surveillance: Video Practices and Technology. Butterworth-Heinemann, 2015. 672 с.

16. An Overview of Infrared Illuminators for Video Surveillance Applications. 2018. с. 25.

17. Infrared Illumination in Modern Surveillance Systems: A Comprehensive Review. 2017. с. 14.

18. Rahman B. M. A. Infrared Technology and Applications. London, 2019. 234 с.

19. R. Anand, N. Asharani. Comparative Analysis of Wireless and Wired Video Surveillance Systems for Smart Cities. 2018. с. 19.

20. Aravind S. K., Anand R. S., Pramod K. V. A. Comparative Study of Wireless and Wired Video Surveillance Systems for Industrial Applications. International Journal of Science and Research. 2015. с. 34.

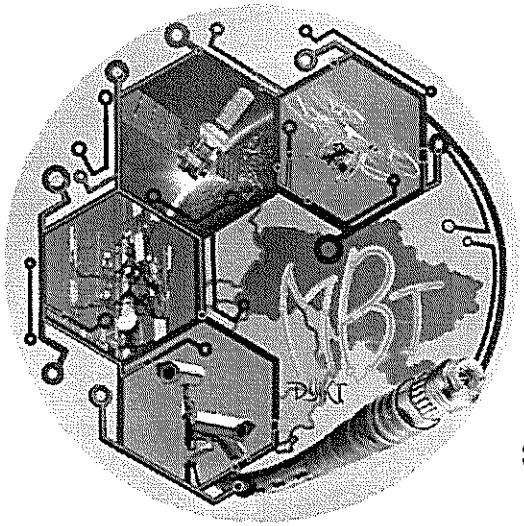
21. Anurag V. S. S., Santhi M. Performance Comparison of Wireless and Wired Video Surveillance Systems in an Outdoor Environment. International Journal of Computer Applications. 2018. с. 22.

22. Про захист персональних даних: Закон України від 27.10.2022. № 34.

23. Nieto-Garcia J. J., Mautz R. A. R. Handbook of Surveillance Technologies: History and Applications. 2012. 132 с.

24. Zhao W., Chellappa R., Phillips P. J. Video Analytics: Face and Facial Expression Recognition and Analysis. 2016. 253 с.

ДЕМОНСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ



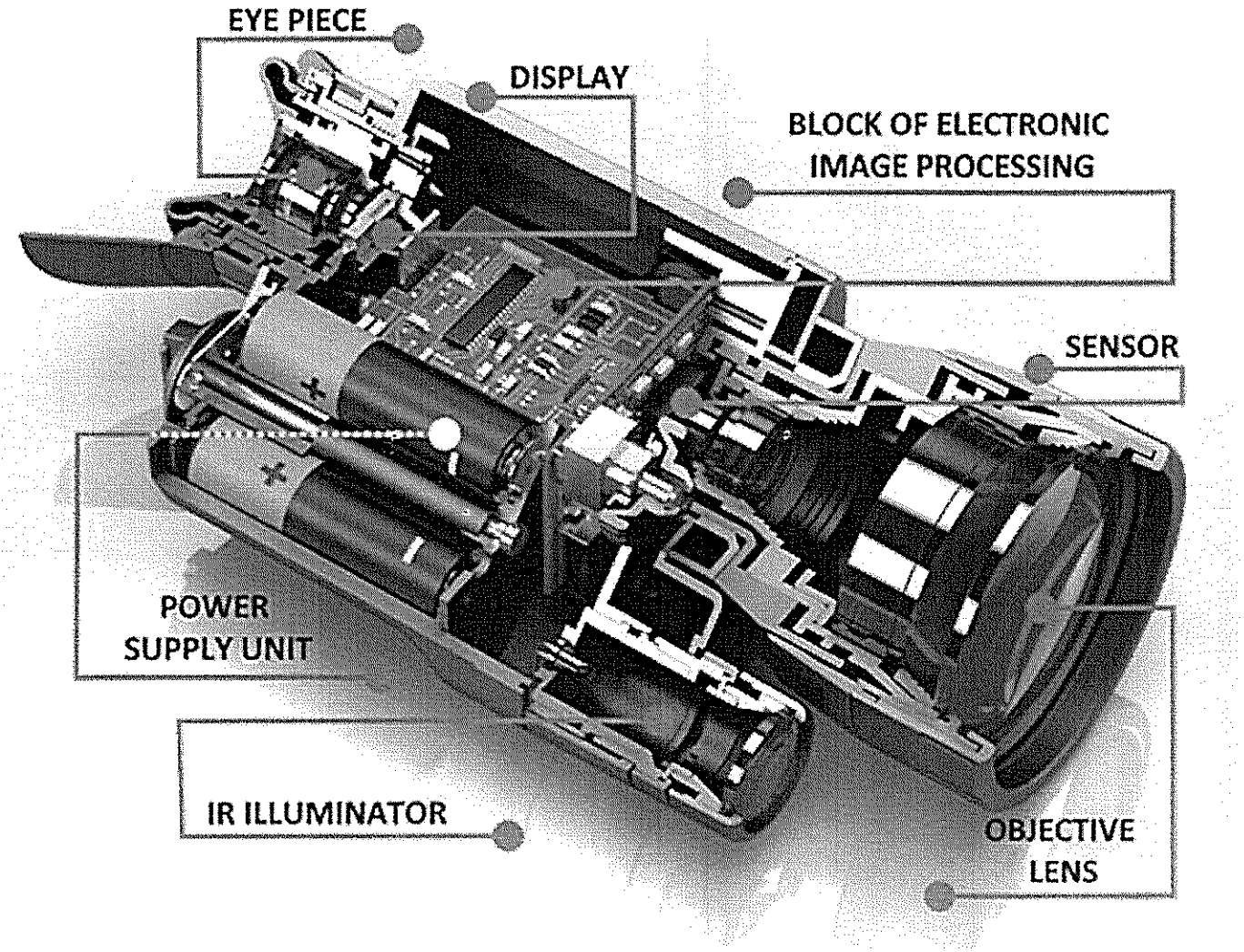
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра Мобільних та відеоінформаційних технологій

«АЛГОРИТМ РОЗРОБКИ ЦИФРОВОГО ПРИЛАДУ НІЧНОГО БАЧЕННЯ З ІНФРАЧЕРВОНИМ ПІДСВІЧУВАННЯМ»

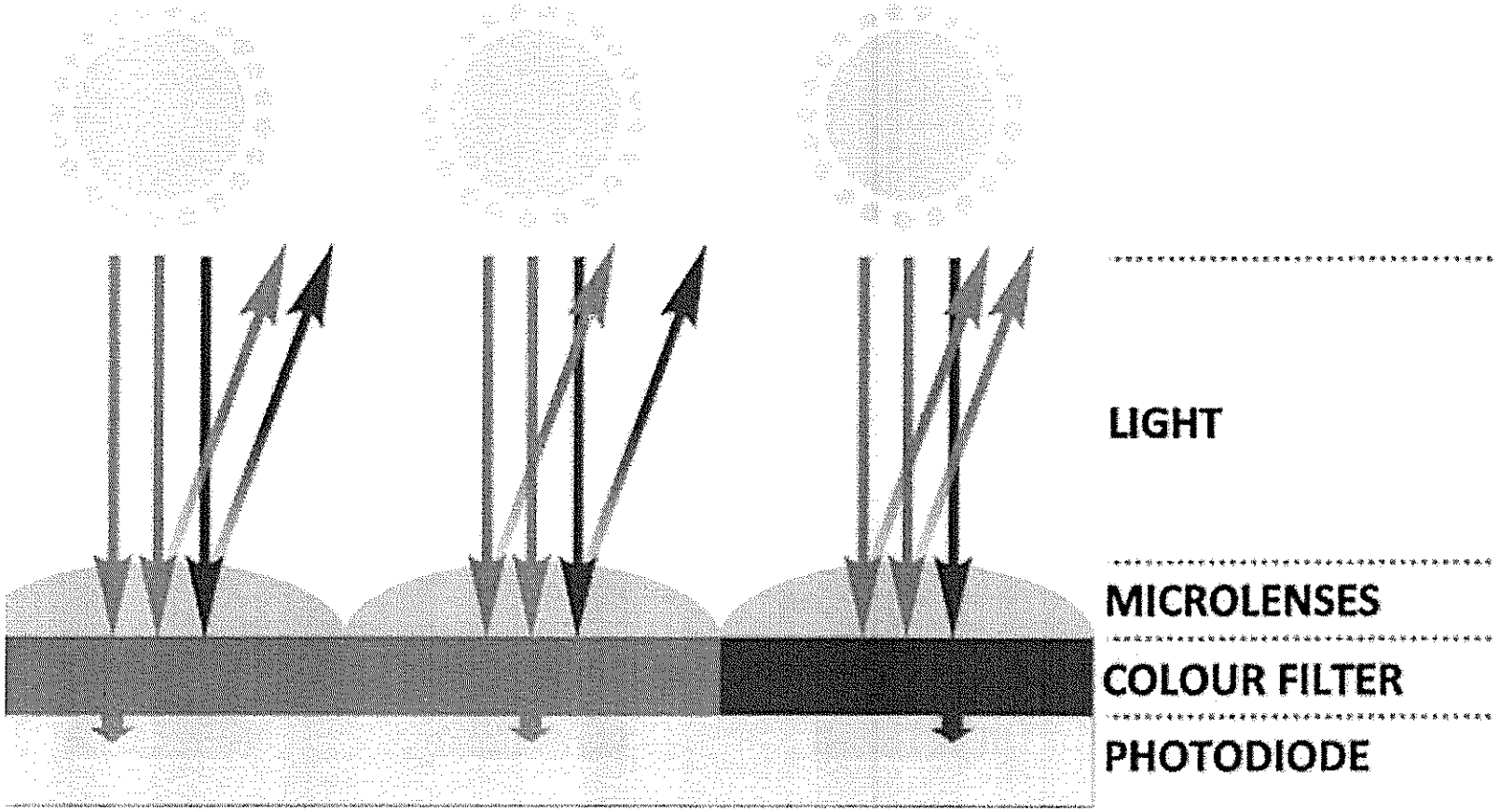
Виконав: здобувач вищої освіти
групи АРДМ-61
Ганага Андрій


Мета роботи
створення алгоритму розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням
Об'єкт дослідження
процес розробки цифрового приладу нічного бачення
Предмет дослідження
моделі та алгоритм підвищення точності роботи приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням

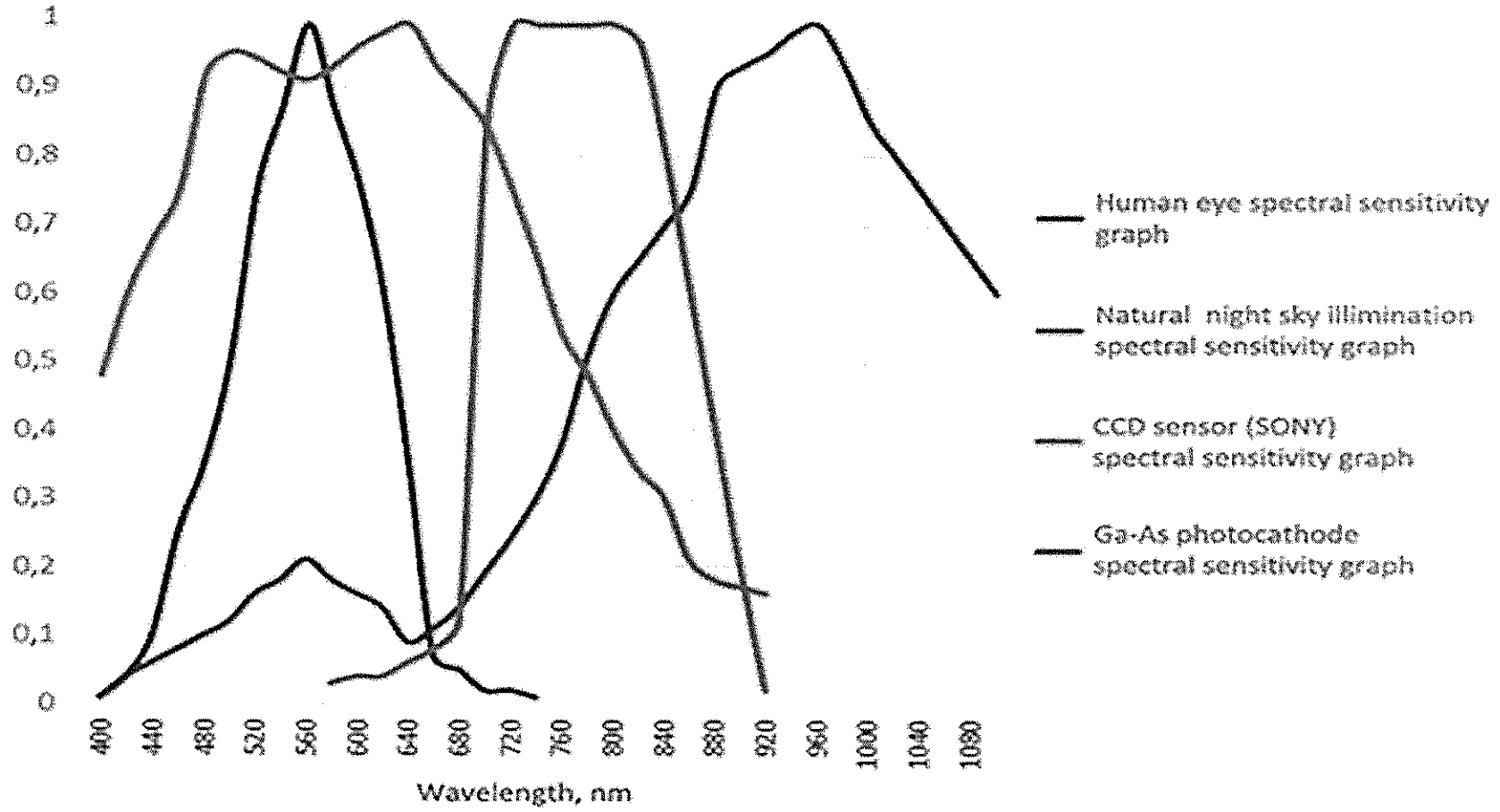
Прилад нічного бачення



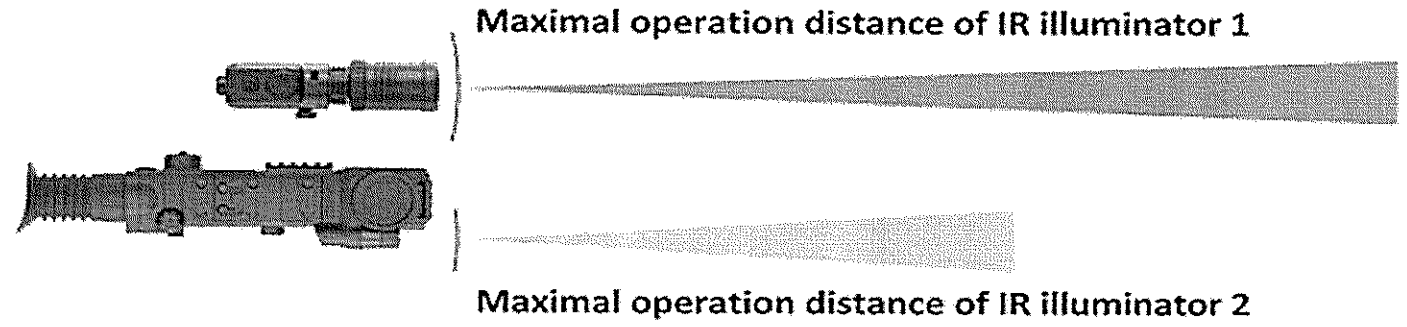
Робота кольорових світлофільтрів



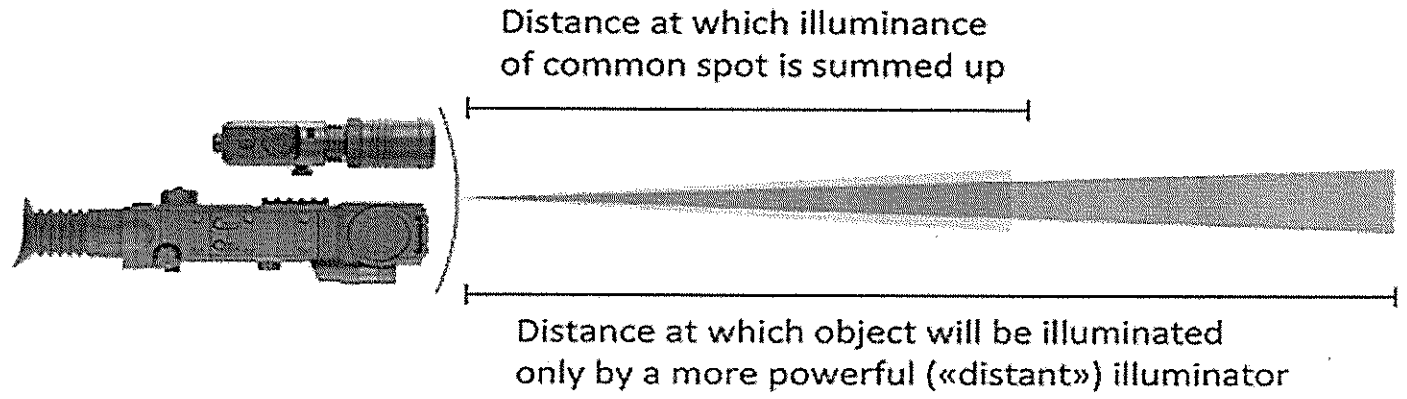
Спектральна чутливість



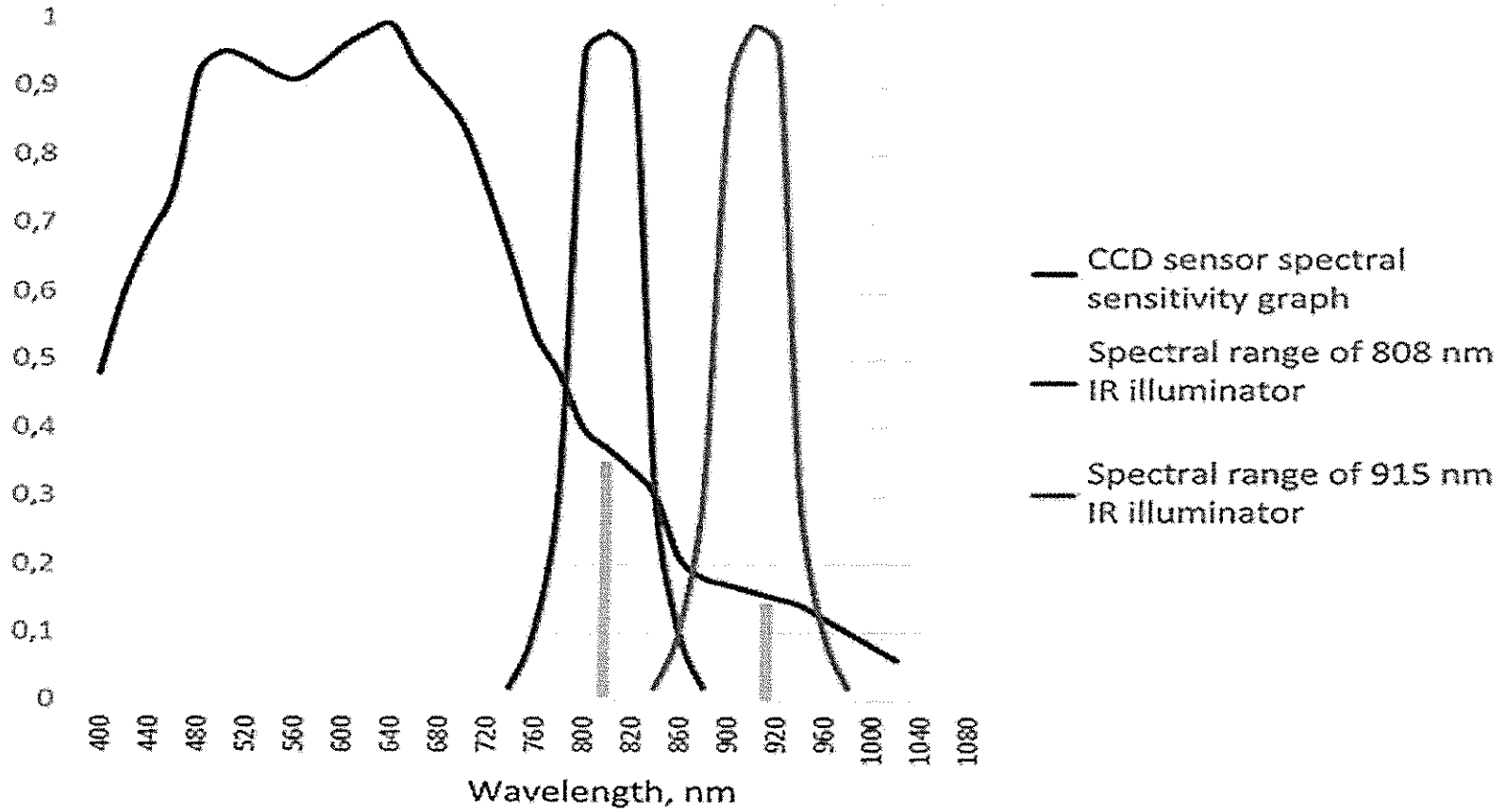
Одночасне використання декількох освітлювачів



Combined operation of both IR illuminators

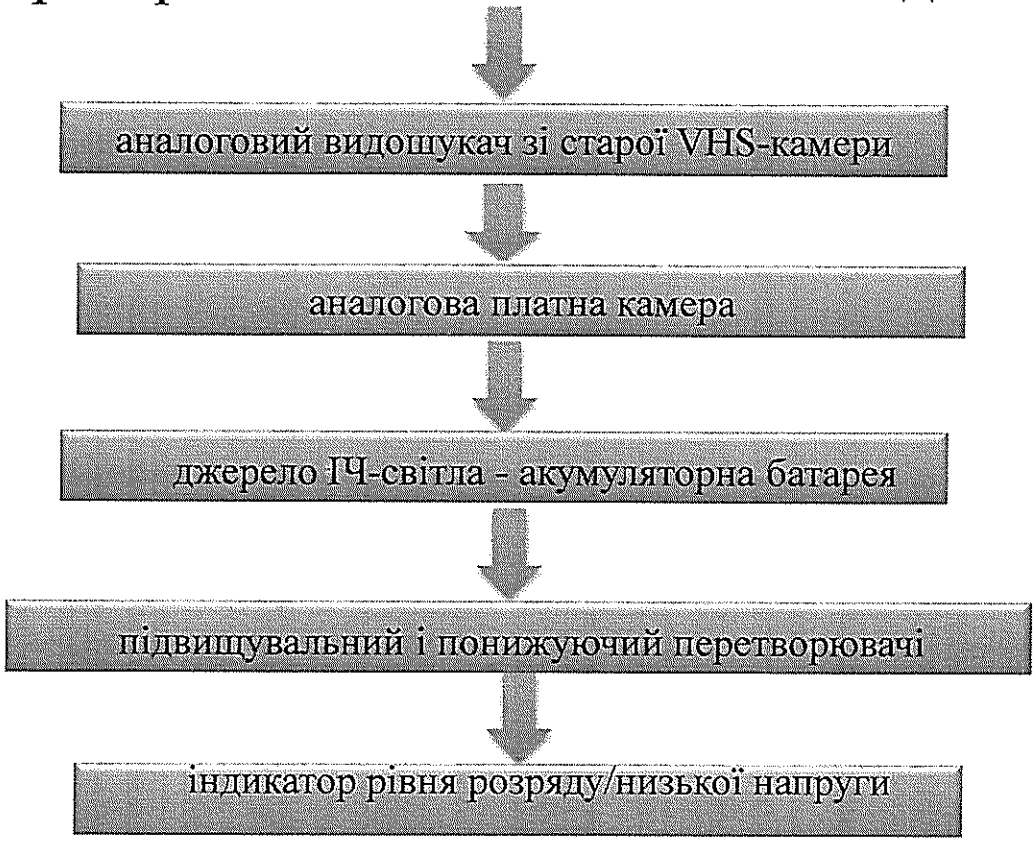


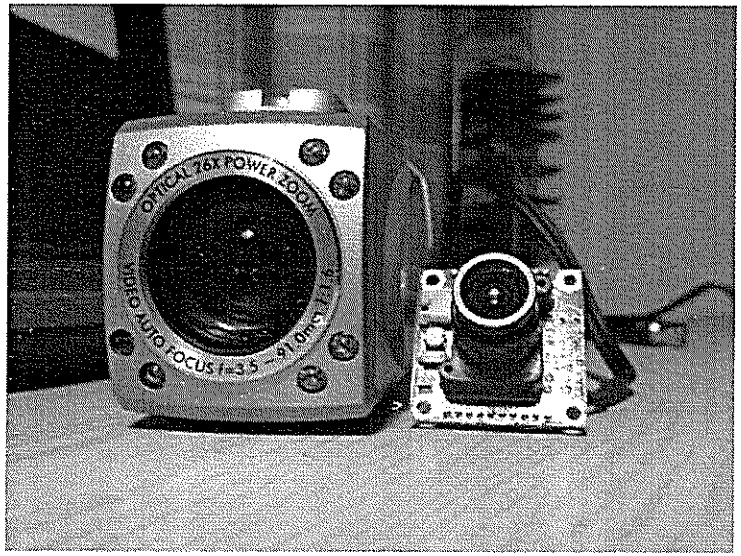
Спектральний діапазон освітлення



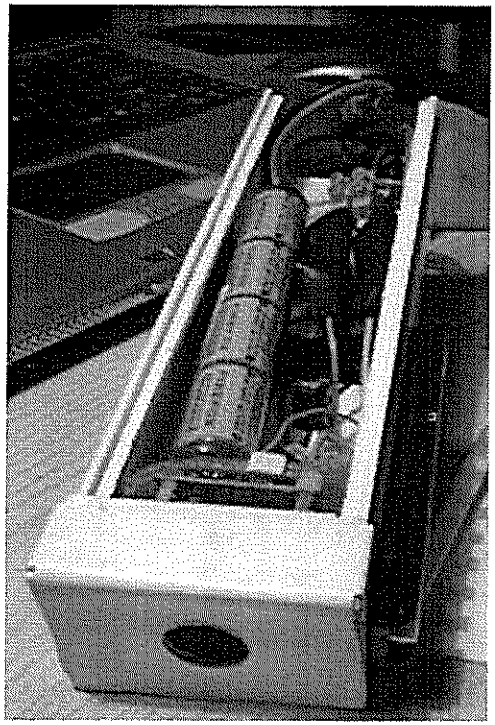
АЛГОРИТМ РОЗРОБКИ ЦИФРОВОГО ПРИЛАДУ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

Для розробки пристрою нічного бачення необхідні наступні речі:





Кольорова камера на платі CCD



Корпус приладу

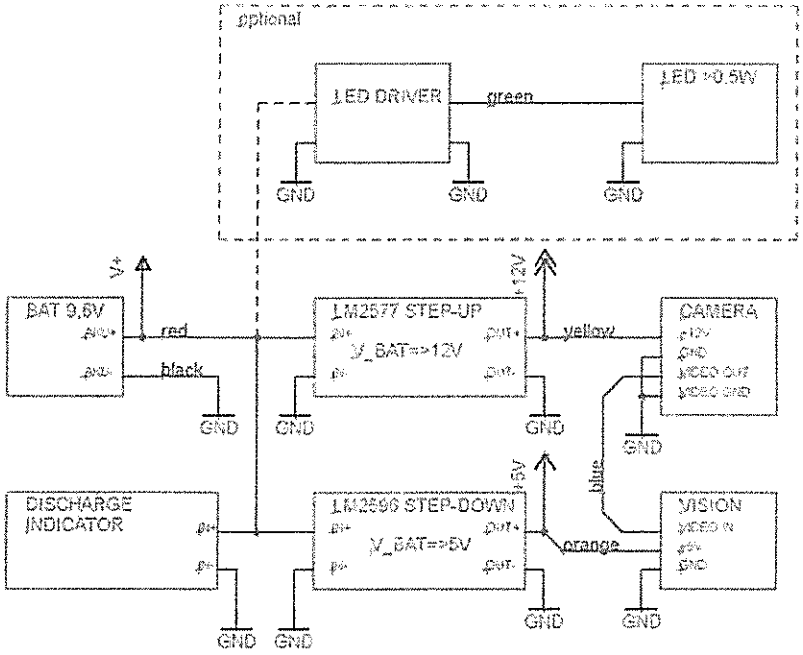
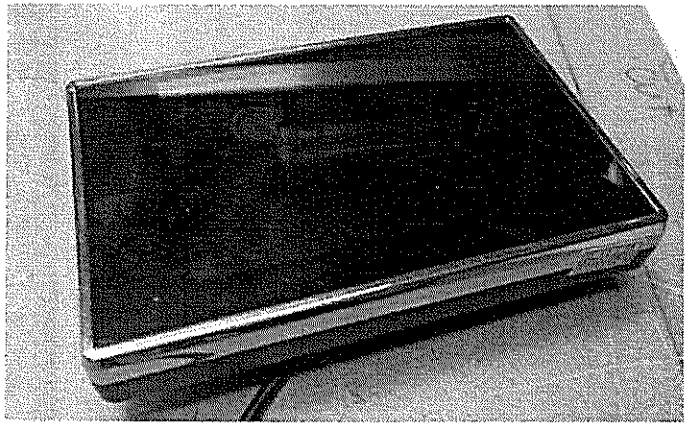


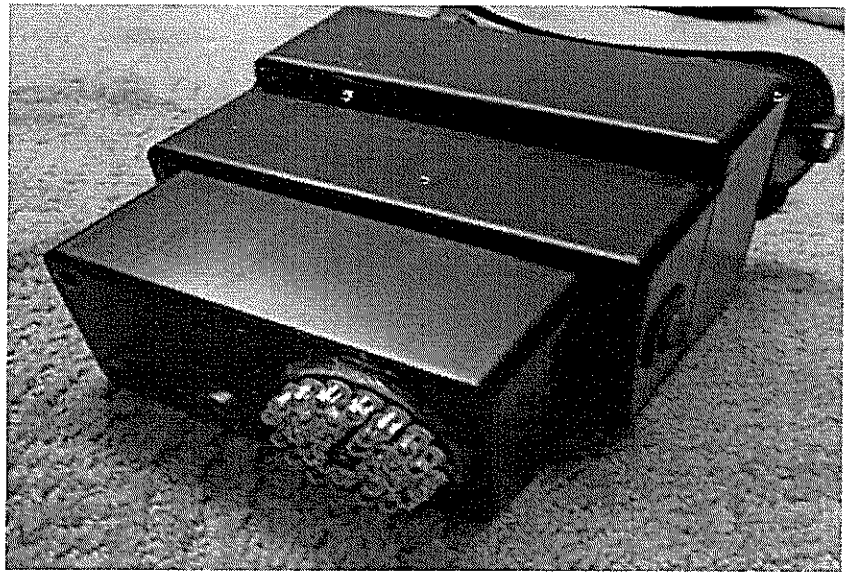
Схема підключення

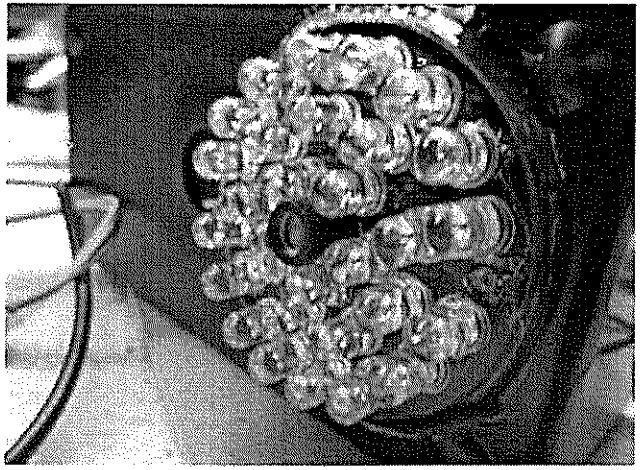
ІНФРАЧЕРВОНИЙ ПРИЛАД НІЧНОГО БАЧЕННЯ





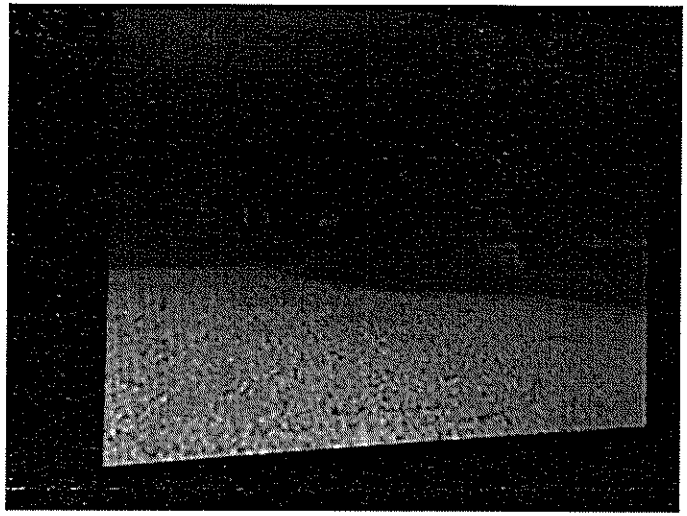
РК-екран



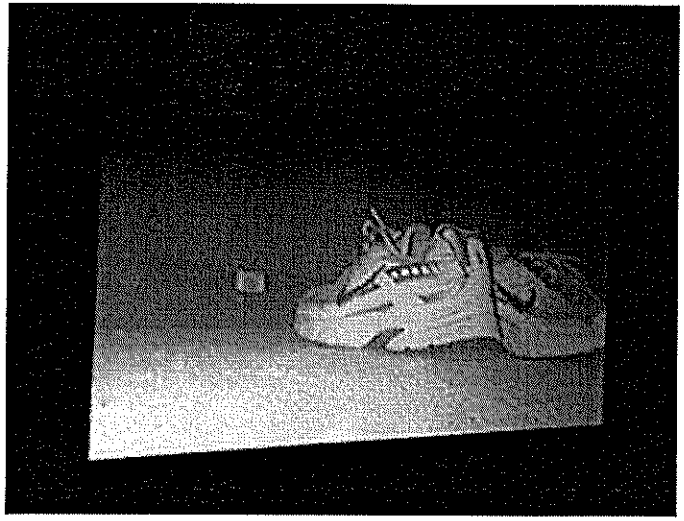


Інфрачервоний ліхтарик Cree Ultrafire WF-501b

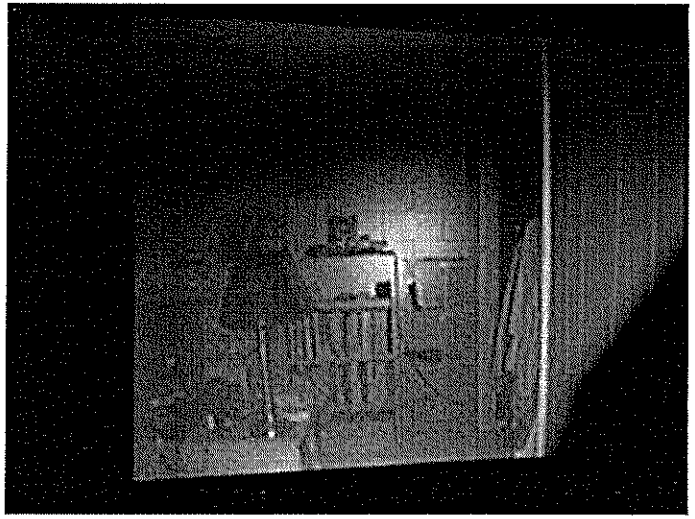
Тестування



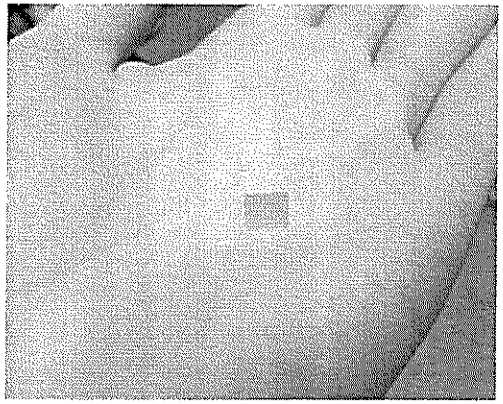
Зображення без ІЧ підсвічування



Зображення з ІЧ підсвічуванням



Зображення з ІЧ підсвічуванням на відстан



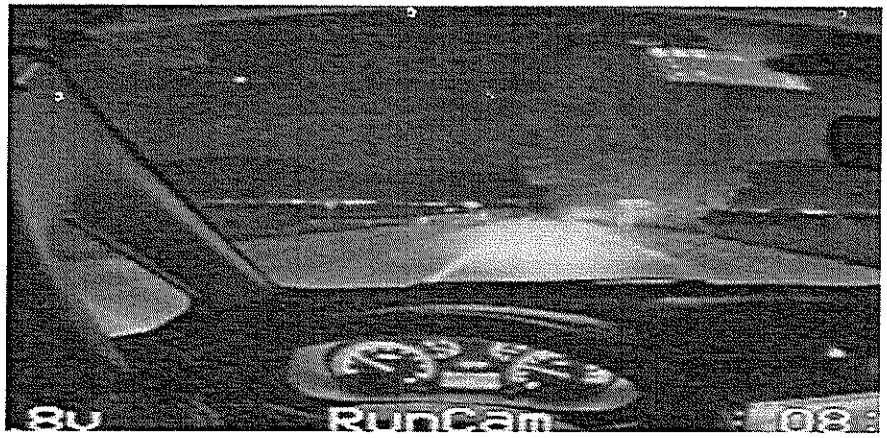
Використання Q-tip фільтру



Зображення після видалення ІЧ-фільтра

ПРИЦІЛ ДЛЯ КАМЕРИ НІЧНОГО БАЧЕННЯ



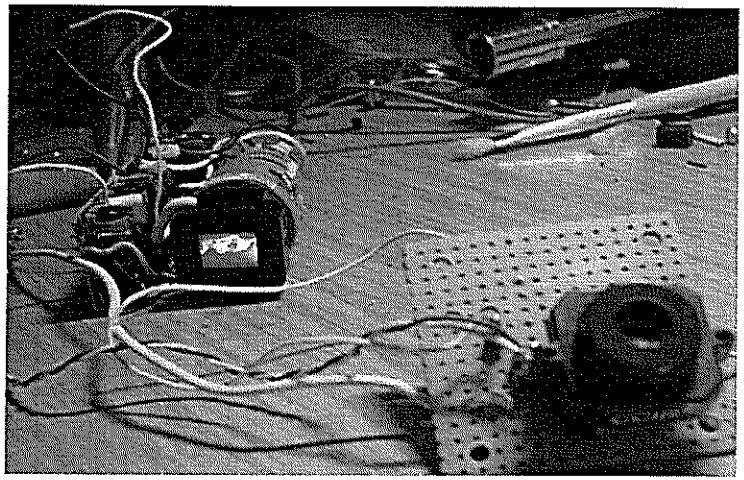


Застосування у якості нічного відеореєстратору

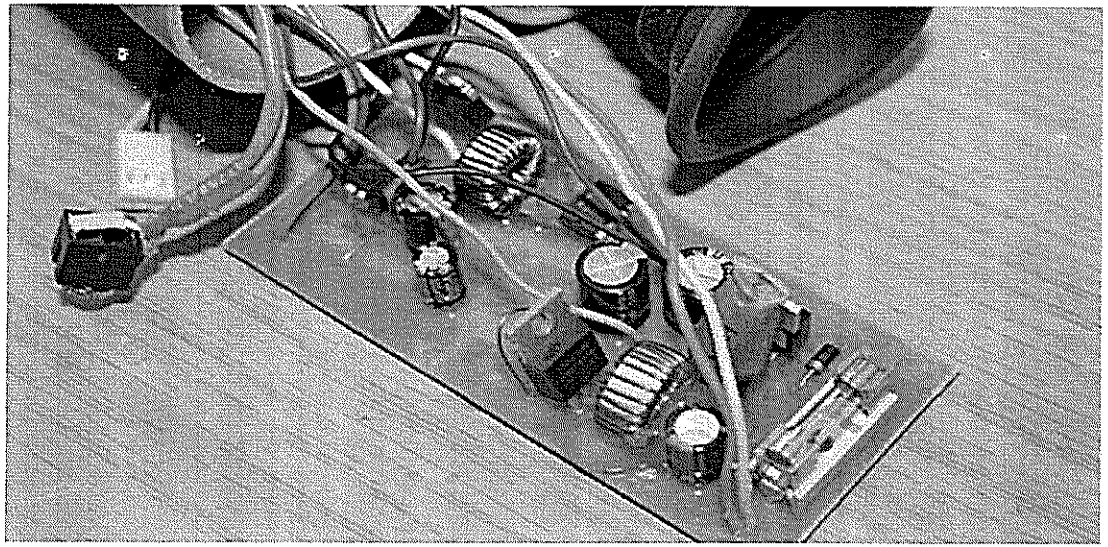
Камера складається в основному з 4 компонентів:

- камера Runcam Night Eagle 2 Pro FPV;
- монокулярний дисплей поблизу ока;
- спеціальна електроніка для живлення та підключення всього (можна обійтися і без неї);
- додатковий записувач DVR для запису того, що бачимо (в іншому випадку він працює просто як приціл).

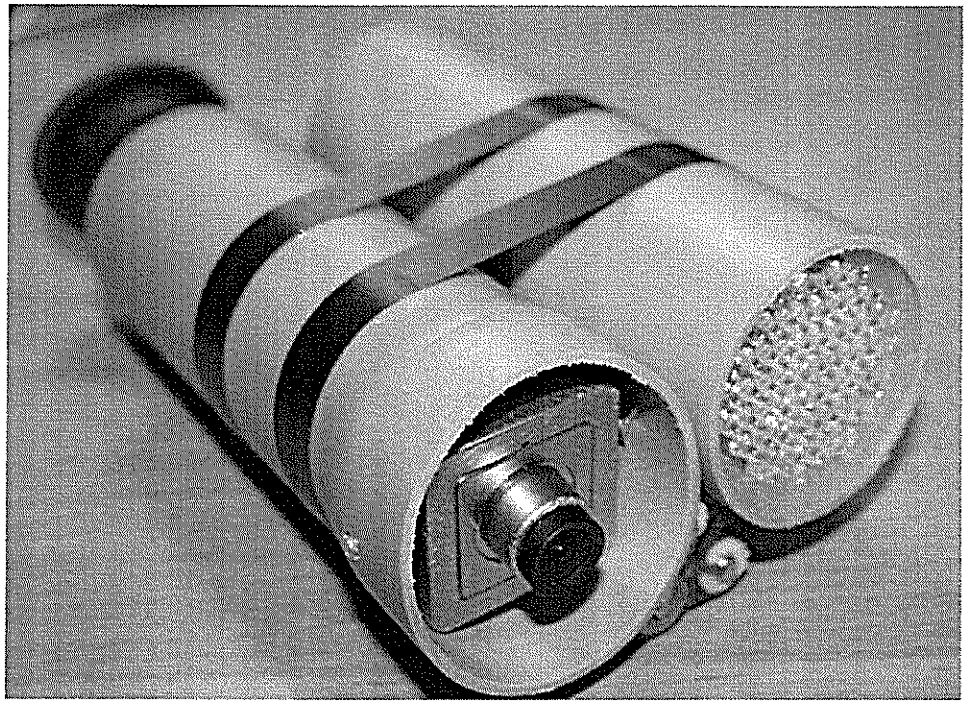
Пристрій нічного бачення з ІЧ-прожектором і CMOS-камерою



Видошукач CRT з відеокамер VHS



Компонування плати



Встановлення підсвічувальних світлодіодів

ВИСНОВКИ

Найбільш часто використовуваними дисплеями в цифрових приладах нічного бачення є:

- рідкокристалічні дисплеї трансмісійного типу (де дисплей підсвічується із зворотного боку)
- OLED-дисплеї (під час подачі електричного струму його речовина починає випромінювати світло).

Застосування OLED-дисплеїв дає низку переваг:

- можливість використання пристрою при більш низьких температурах,
- більш високу яскравість;
- контрастність зображень;
- більш просту;
- надійну конструкцію (немає джерел підсвічування, як у LCD).

Крім РК- і OLED-дисплеїв, цифрові пристрої можуть використовувати мікродисплеї, виготовлені за технологією LCOS (Liquid Crystal on Silicone) – різновиду відбиваючого дисплея.

У цифрових пристроях легко реалізувати такі функції, як:

- безпроводове підключення (наприклад, Wi-Fi),
- передача даних (фото відео) на зовнішні приймачі,
- інтеграція лазерних далекомірів (дані з далекоміра можна ввести в поле зору) і GPS-сенсори (можливість встановлення координат спостережуваного об'єкта).

Однією з переваг цифрових приладів нічного бачення є можливість працювати в денний час, не побоюючись спалахів світла або інтенсивних джерел світла, які можуть пошкодити прилади нічного бачення на основі ЕОП. Тому в роботі наведено опис конструкції яка не реагує на яскраве світло і не пошкоджується.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Ганага Андрій

Назва: Алгоритм розробки цифрового приладу нічного бачення з інфрачервоним підсвічуванням

Координатор: Лариса Дакова

Підрозділ: ННІТ

Коефіцієнт подібності 1:8.3

Коефіцієнт подібності 2:7

Тривога: 3

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

☐ виявлені в роботі запозичення є сумлінними і не мають ознак плагіату. Тому робота визнається самостійною і допускається до захисту;

☐ виявлені в роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання;

☐ виявлені в роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. У зв'язку з чим, робота не допускається до захисту.

…… ……

Дата *Підпис Наукового керівника*