

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра
СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ ОПТРОНІВ

Студент групи ЕІз-71к

М.М. Дорош

Науковий керівник,
викладач,

А.В. Марусенко

Конотоп 2021

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи є системи автоматики на основі оптронів, типи, класифікація.

Мета роботи полягає у вивченні принципів дії, конструкції, технологічних параметрів оптронів в системах автоматики та аналізу областей і специфіка використання.

В роботі було здійснено літературний огляд основних видів оптронів що використовуються в автоматичних системах, принцип дії та будову.

У першому розділі розглянуто загальну інформацію про оптрони та їх класифікацію, принцип дії та будова оптронів в системах автоматики.

У другому розділі було описано використання оптронів в мікропроцесорних системах, та в системах де працюють мікроконтролер та оптопара (оптотеле) на пряму, оптрони в блоках оптронної розв'язки.

У третьому розділі були описані області застосування оптронів у системах автоматики, в блоці управління, блоки оптронної розв'язки для сполучення цифрових пристроїв, блоки оптронної розв'язки для сполучення виконавчих елементів постійного і змінного струму.

Робота викладена на 31 сторінках, у тому числі включає 23 рисунків, список цитованої літератури із 12 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ФОТОПРИЙМАЧ, ТИРИСТОРНА, ТРАНЗИСТОРНА, ДЮДНА, РЕЗИСТОРНА ОПТОПАРА, ФОТОДИНІСТОР, СВІТЛОДЮД, ОПТОРЕЛЕ, ГАЛЬВАНІЧНА РОЗВ'ЯЗКА.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ПРИНЦИП ДІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ	
ОПТРОНІВ	5
1.1 Принцип дії та будова оптронів.....	5
1.2 Класифікація оптронів	10
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ ОПТРОНІВ	14
2.1 Оптрони в мікропроцесорних системах	14
2.2 Оптрони в блоках оптронної розв'язки	16
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ОПТРОНІВ	21
3.1 Застосування оптронів в блоці управління	21
3.2 Блоки оптронної розв'язки для сполучення цифрових пристроїв.....	22
3.3 Блоки оптронної розв'язки для сполучення виконавчих елементів постійного і змінного струму	25
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	29

ВСТУП

Обладнання для промислової автоматики, таке як сервоприводи змінного струму, інвертори загального призначення та контролери роботів, і зелені енергетичні системи, такі як сонячні інвертори, і ці всі елементи застосовуються в системах автоматики, вони вимагають низької потужності споживання та більш високої швидкості зв'язку. Ці всі потреби можуть бути задоволені завдяки використанню оптронів та оптопар.

Оптоелектронні системи забезпечує швидке управління параметрами системи. Крім того, необхідно відповідати вимогам безпеки та розміру. Ці ситуації ускладнюють вибір ізолюючих пристроїв. У цій роботі буде висвітлено обладнання промислової автоматизації та систем автоматики з застосуванням оптронних систем [1].

Актуальність впровадження оптронів у виробництво обумовлена їх властивостями, такими як практично повна електрична розв'язка вхідних і вихідних ланцюгів, висока електрична міцність (10^4 - 10^5 В), однонаправленість потоку інформації, відсутність зворотної реакції приймача на випромінювач, широка смуга пропускання (починаючи від постійного струму), великий термін служби, малі габарити і маса.

Тому завданням та метою кваліфікаційної роботи бакалавра є аналіз принципу дії, технологічних параметрів та застосування оптронів у системах автоматики.

РОЗДІЛ 1

ПРИНЦИП ДІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОПТРОНІВ

1.1 Принцип дії та будова оптронів

Конструктивно оптопарі містяться у спільному корпусі і являють собою одне ціле (рис.1.1) [2].

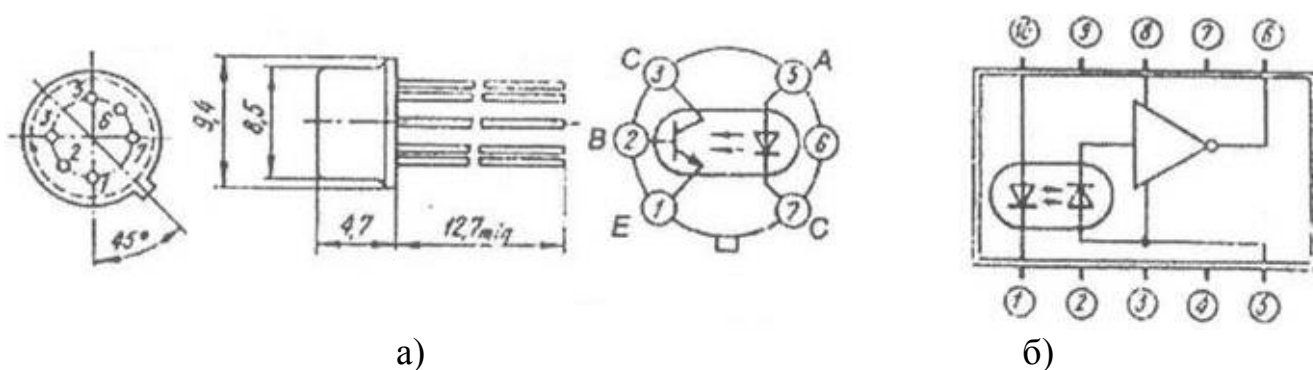


Рис. 1.1. Приклади конструктивного оформлення та цоколівки оптронів:

а – в дискретному виконанні;

б – в складі оптоелектронної ІМС [2]

Як випромінювачі в оптопарах використовують інфрачервоні випромінювальні діоди, світлодіоди, електролюмінесцентні порошкові або плівкові випромінювачі, а також напівпровідникові лазери. Найпоширенішими є інфрачервоні випромінювальні діоди, які відрізняються від світлодіодів та електролюмінесцентних випромінювачів більшим ККД (понад 10 %), а також простотою структури та керування [3].

Другим елементом оптопарі – фотоприймачем – можуть бути фоторезистори, ФД, фототранзистори (біполярні та польові), фототиристорні. Залежно від типу фотоприймача розрізняють резистивні, діодні, транзисторні і тиристорні оптопарі. Приклади схемного позначення різних оптопар наведені на рис. 1.2 [4].

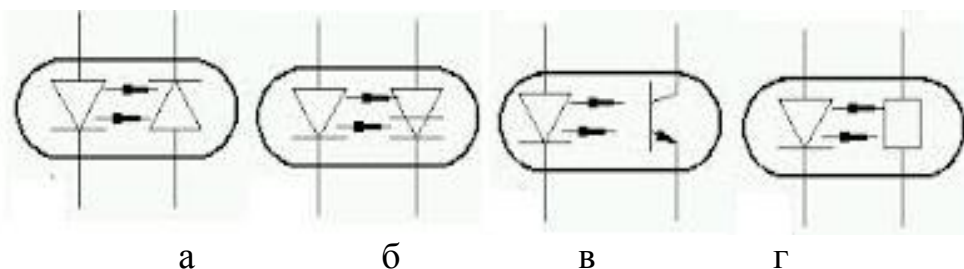


Рис. 1.2. Приклади схемного позначення різних оптопар: а – діодна; б – тиристорна; в – транзисторна з фототранзистором; г – резисторна [4]

Оптичне середовище розповсюдження сигналу від випромінювача до приймача являє собою оптично прозорий компаунд (клей) на основі полімерів або халькогенідного скла.

Для одержання надійної електричної ізоляції виходу від входу (приймача від випромінювача) використовують волоконно-оптичні лінії зв'язку. Такий оптоелектронний напівпровідниковий прилад називають волзтроном.

У діодних оптопарах, якщо немає джерела напруги в зовнішньому колі, ФД працює в режимі фотоелемента. Це означає, що з надходженням на вхід оптопар електричного сигналу на виході формується фото-ЕРС.

Перетворення «сигнал - сигнал» за допомогою оптопар дозволяє в широких межах зміщувати рівень постійної напруги між входом і виходом оптопар. Необхідно лише враховувати рівень ізоляції між випромінювачем і приймачем та допустиму різницю напруг між ними. Ці параметри наводяться в довідниках для конкретних типів оптопар.

Для створення надійного оптичного зв'язку між елементами оптопар, крім їх відповідного розташування, необхідно забезпечити найближчий збіг спектральних характеристик цих елементів. Так, світлодіоди на основі арсеніду галію та арсеніду фосфіду галію спектрально узгоджені з кремнієвими фотоприймачами.

Система параметрів оптронів ґрунтується на системі параметрів оптопар, використовуваних в оптроні, і складається із чотирьох груп: вхідних, вихідних,

передавальних параметрів та параметрів гальванічної розв'язки.

Вхідні параметри – це параметри випромінювача (вхідна напруга, максимально допустима зворотна вхідна напруга, номінальний струм та максимально допустимий вхідний струм). Вихідні параметри – це параметри фотоприймача (максимально допустимі зворотна напруга та вхідний струм, світловий і темповий опори, залишкова напруга та вихідна ємність) [5-6]. Коефіцієнт передачі K_p - це відношення вихідного сигналу до вхідного. Розрізняють коефіцієнт передачі оптрона по струму K_i і по напрузі K_v . Коефіцієнт передачі по струму визначається як:

$$K_i = \frac{I_{\text{вих}}}{I_{\text{вх}}}, \quad (1.1)$$

Коефіцієнт передачі по напрузі визначається як:

$$K_v = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}}, \quad (1.2)$$

Для визначення коефіцієнта передачі треба побудувати залежності $U_{\text{вих}} = f(U_{\text{вх}})$, $I_{\text{вих}} = f(I_{\text{вх}})$, які називаються передавальними характеристиками (рис. 1.3).

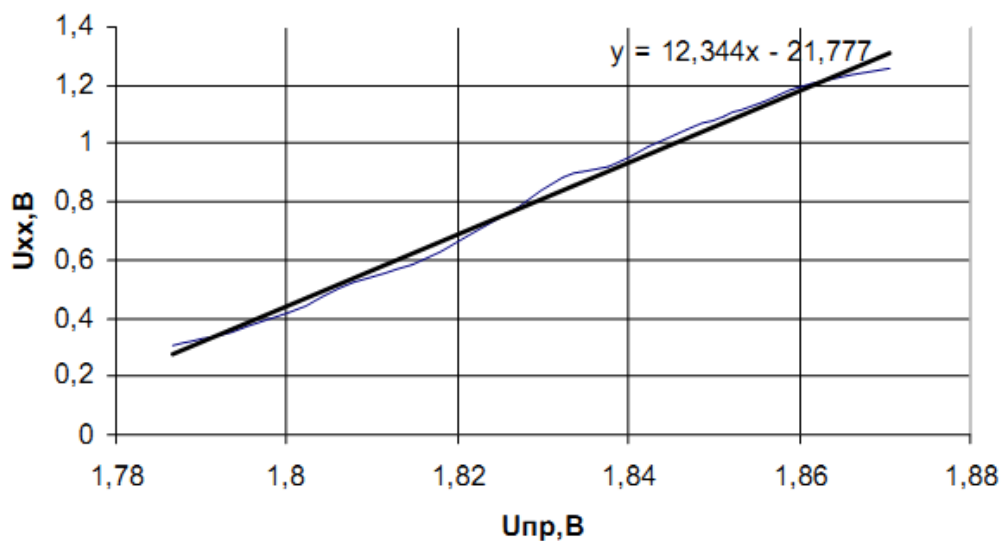


Рис. 1.3. Залежність $U_{\text{вих}}$ від $U_{\text{вх}}$ для світлодіодної пари [7]

До передавальних параметрів належать статичний коефіцієнт передачі струму, тривалість умикання, ємність зв'язку (між входом та виходом оптрона).

Особливу конструкцію мають оптопари з відкритим оптичним каналом - оптрони.

У них між випромінювачем та фотоприймачем є повітряний проміжок, в якому може рухатися перфострічка або інший носій інформації з отворами.

Це дозволяє керувати світловим потоком, що широко використовується в системах автоматики.

В іншому варіанті оптопари з відкритим каналом світловий потік випромінювача попадає у фотоприймач, відбиваючись від досліджуваного об'єкта (рис. 1.4, б).

Такий прилад називають відбивним оптроном [3].

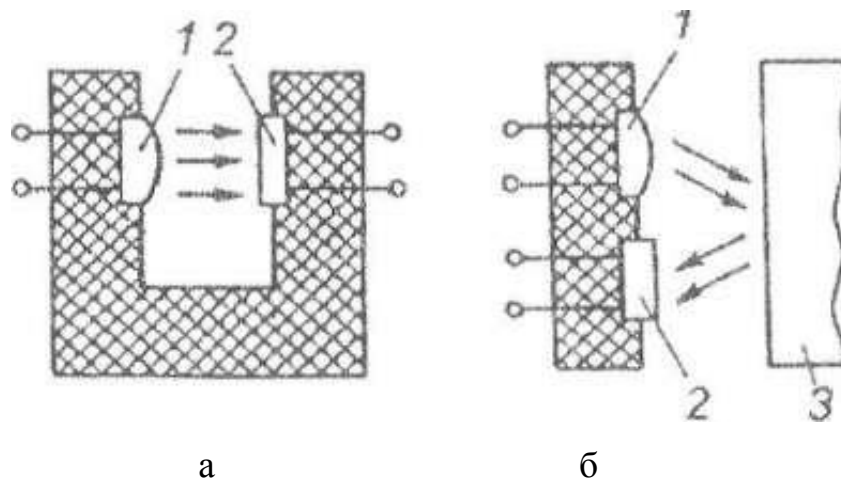


Рис. 1.4. Різновиди конструкції оптопар: а – з повітряним проміжком; б – з відбиттям світлового потоку; 1 – випромінювач; 2 – фотоприймач; 3 – об'єкт [2]

Розглянемо типи оптопар, що відрізняються одна від одної фотоприймачами.

У резисторній оптопарі (рис. 1.5) як випромінювач використовують надмініатюрну лампочку розжарення, електролюмінесцентний індикатор або випромінювальний діод, що має видиме або інфрачервоне випромінювання.

Приймачем випромінювання є фоторезистор із селеніду кадмію або сульфідіду

кадмію для видимого випромінювання, а для інфра-червоного – із селеніду або сульфїду свинцю. Фоторезистор може працювати як на постійному, так і на змінному струмові [2-4].

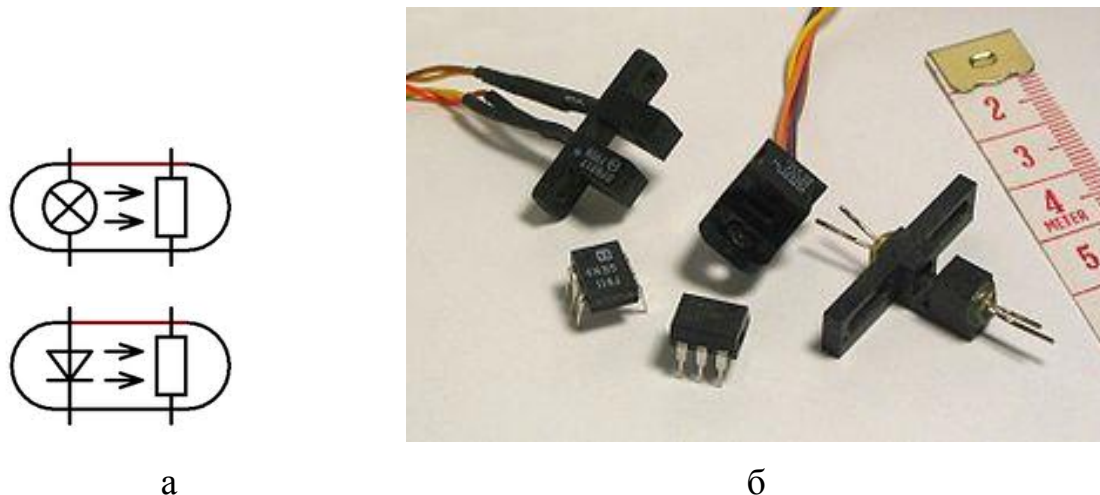


Рис. 1.5. Резистивна оптопара (а) та конструктивне оформлення (б) оптронних ІМС [4]

Найважливішими характеристиками резисторної оптопари є вихідна і передавальна (показують залежність вихідного опору від вхідного струму).

Такі оптопари мають велику прохідну ємність (0,5...2 пФ) та малу швидкодію (тривалість перемикання - від 0,01 до 3 мс).

До таких оптопар належить, наприклад, прилад АОР104А, що забезпечує опір розв'язки понад 10^8 Ом при напрузі розв'язки 500 В (рис.1.7) [7].

У деяких оптронах, призначених для комутації, розміщуються декілька фоторезисторів.

Резисторні оптопари використовують для автоматичного регулювання підсилення, забезпечення зв'язку між каскадами, керування безконтактними подільниками напруги, модуляції сигналів, формування різних сигналів і т. ін.

Діодні оптопари мають кремнієвий ФД та інфрачервоний арсенід-галієвий діод. У таких приладах зі збільшенням вхідного струму збільшується світловий потік, що спричиняє збільшення зворотного струму ФД.

Таким чином, відбувається керування потужністю, яка поступає від джерела

живлення в навантаження.

У транзисторній оптопарі випромінювачем є арсенідгалієвий світлодіод, а приймачем випромінювання - біполярний кремнієвий фототранзистор типу n-p-n. Основні параметри вхідного кола таких оптопар аналогічні параметрам діодних оптопар. Додатково вказуються максимальні струми, напруги та потужність вихідного кола, темновий струм фототранзистора, тривалість вмикання та вимикання, параметри, що оцінюють ізоляцію вхідного кола від вихідного. Так, оптопара АОТ123Г забезпечує опір розв'язки 10^4 Ом і напругу розв'язки 100 В.

Оптопарі цього типу працюють головним чином у ключовому режимі. Їх використовують у комутаторних схемах, пристроях зв'язку, різних датчиках з вимірювальними блоками тощо. Транзисторні оптрони забезпечують тривалість перемикання 2 мкс зі значенням коефіцієнта передачі сигналу [1-3]. Для підвищення чутливості в оптопарі використовують складений транзистор або ФД з транзистором. Оптопарі зі складеним транзистором мають найбільший коефіцієнт передачі за струмом, але найменшу швидкодію. Найбільша швидкодія властива діодно-транзисторним оптопарам. Різновидом транзисторних оптопар є оптопарі з польовими фототранзисторами.

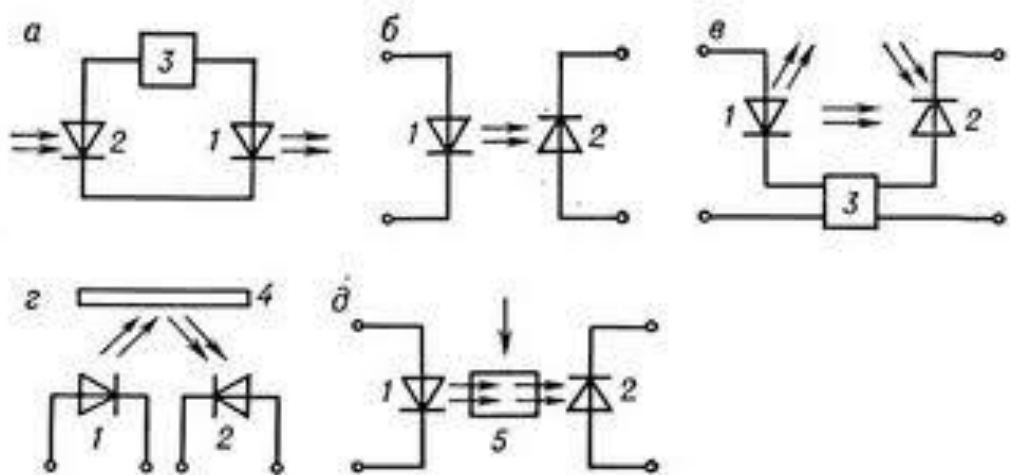


Рис.1.6. Електричні і оптичні зв'язки в оптронах: 1– випромінювач; 2– фотоприймач; 3 – мікроелектронний блок; 4 – відбивач; 5 – кероване оптичне середовище [7]

Вони вирізняються лінійністю вихідної ВАХ у широкому діапазоні напруг і струмів, а тому зручні для аналогових схем [5].

У тиристорній оптопарі фотоприймачем є кремнієвий фототиристор. Його використовують у ключових режимах. Основна область застосування - схеми для формування потужних імпульсів керування потужними тиристорами керування та комутації різних пристроїв з потужним навантаженням.

Параметри тиристорних оптопар - вхідні і ви-хідні струми та напруги, що відповідають вмиканню, робочому режиму та максимально допустимим режимам, а також час вмикання та вимикання, параметри ізоляції між вхідним і вихідним колами. Тиристорні оптопари забезпечують коефіцієнт передачі сигналу близько одиниці і тривалість перемикання до 15 мкс. Висока електрична ізоляція входу і виходу в оптронах дозволяє за допомогою низьких напруг керувати високими (сотні кіловольтів) напругами; при цьому різко підвищуються комутаційні можливості складних інформаційних систем, просто узгоджуються електричні кола, які працюють на різних частотах, підвищується їх завадостійкість і т. ін [6].

Оптоелектронна інтегральна мікросхема являє собою мікросхему, що складається з однієї або декількох оптопар і електрично з'єднаних з ними одного або декількох узгоджуючих або підсилювальних пристроїв.

Використання оптоелектронної ІМС забезпечує можливість видачі вихідної інформації, а також інформації про стан окремих функціональних вузлів оптоелектронного пристрою у вигляді світлових сигналів, літер, цифр та кольорових зображень, що дозволяє здійснювати безпосередній візуальний контроль та зчитування. Таким чином, в електронній ланцюга такий прилад виконує функцію елемента зв'язку, в якому в той же час здійснена електрична (гальванічна) розв'язка входу і виходу[7-9].

1.2 Класифікація оптронів

Оптрон – це прилад, що складається з випромінювача світла і фотоприймача, пов'язаних один з одним оптично і поміщених в загальному корпусі. Іноді

оптронами називають також пару «випромінювач-фотоприймач» з будь-якими видами оптичного і електричного зв'язку між ними.

Оптрони використовують для зв'язку окремих частин радіоелектронних пристроїв (головним чином обчислювальної і вимірювальної техніки і автоматики), при якій одночасно забезпечується електрична розв'язка між ними (як в трансформаторі), а також для безконтактного управління електричними ланцюгами (аналогічно реле). Загальний вигляд оптронів зображено на рис.1.7.

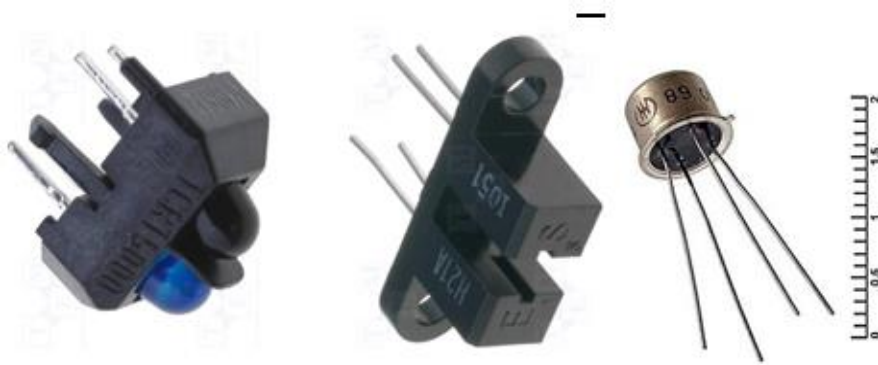


Рис.1.7. Загальний вигляд оптронів [2]

Так як принцип роботи оптрона полягає в перетворенні електричного сигналу у світло, його передачі по оптичному каналу і наступному перетворенні назад в електричний сигнал, то оптрони можливо класифікувати:

а) по мірі інтеграції:

- оптопари (чи елементарні оптрони) — складаються з двох і більше елементів (у тому числі зібрані в одному корпусі);
- оптоелектронні інтегральні схеми, що містять одну або декілька оптопар (з додатковими компонентами, наприклад, підсилювачами, або без них);

б) за типом оптичного каналу:

- з відкритим оптичним каналом;
- із закритим оптичним каналом;

в) за типом фотоприймача:

- з фоторезистором (оптопари резисторів);
- з фотодіодом;

- з біполярним (звичайним або складеним) фото транзистором;
- з фотогальванічним генератором (сонячною батареєю). Такі оптрони зазвичай забезпечуються звичайним польовим транзистором, затвором якого управляє фотогальванічний генератор;
- з фототиристором або фотосимістором.

Оптрони з польовим транзистором або фотосимістором іноді іменують оптореле або твердотілим реле [2].

Нині в оптоелектроніці можна виділити два напрями:

- електронно-оптичне, засноване на принципі фотоелектричного перетворення, що реалізується в твердому тілі внутрішнім фотоефектом і електролюмінесценцією;
- оптичне, засноване на тонких ефектах взаємодії твердого тіла з електромагнітним випромінюванням і що використовує лазерну техніку, голографію, фотохімію і так далі.

Існують два класи оптичних елементів, які можна використовувати при створенні оптичних ЕОМ – це оптрони та кванто-оптичні елементи. Вони є представниками відповідно електронно-оптичного і оптичного напрямів.

Тип фотоприймача визначає лінійність передавальної функції оптрона. Найбільш лінійні і тим самим придатні для роботи в аналогових пристроях оптрони резисторів, потім — оптрони з приймальним фотодіодом або поодиноким біполярним транзистором. Оптрони із складеними біполярними транзисторами або польовими транзисторами використовуються в імпульсних (ключових, цифрових) пристроях, в яких лінійність передачі не потрібна. Оптрони з фототиристорами застосовуються для гальванічної розв'язки схем управління від ланцюгів управління [2]. В позначенні оптронів перша літера вказує матеріал випромінювача (зазвичай це А - арсенід галію), друга О - тип приладу (оптрон), третя - тип фотоприймача (Д - фотодіод, Р - резистор, Т - транзистор, У - тиристор); наприклад, 2В - оптрон з арсенід-галієвим випромінювачем (світлодіодом) та фототранзисторним приймачем, низькочастотний.

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ ОПТРОНІВ

2.1 Оптрони в мікропроцесорних системах

Найпоширенішим застосуванням оптопар в системах автоматики є ізоляція сигналу. Він забезпечує повну ізоляцію, оскільки його вхідна сторона не електрично з'єднана з вихідною стороною. Його вхідна сторона - це джерело світла, яке зазвичай є світлодіодом, а вторинна - це фототранзистор.

Одним із поширених застосувань оптопар є зв'язок між первинним управлінням та вторинним управлінням джерела живлення. Використовує цифрове управління для первинного та вторинного. Первинна сторона - це первинна частина трансформатора. Будь-які пристрої, що мають загальне посилення на землю з первинною обмоткою, розглядаються як первинні. З іншого боку, будь-які компоненти, що посилюються на вторинну обмотку, вважаються вторинними. Первинний бічний регулятор не може безпосередньо підключатися до вторинного регулятора або навпаки.

Якщо ця умова буде виконуватись то ізоляція, яка забезпечує трансформатор, зазнає ушкодження. Найбільш кращим і економічним способом підключення двох елементів управління є використання оптрона, як на рис.2.1.

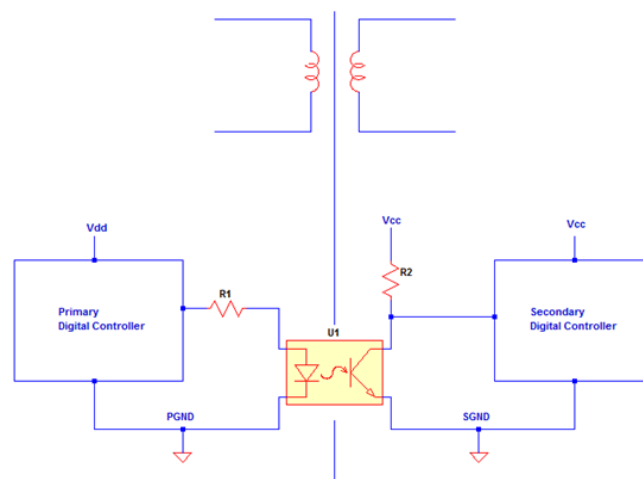


Рис.2.1. Підключення двох елементів управління з використанням оптрона [6]

Ще одне поширене застосування оптопар в системі автоматики рис.2.2. , це коли нижче ланцюга знаходиться блок живлення, може бути зворотним або прямим. Контролер розташований на первинній стороні, контролюючи потужність MOSFET M2.

Щоб джерело живлення мало регульований вихід, регулятор повинен мати інформацію з виходу. Таким чином, вихід - це зворотний зв'язок з контролером, розташований на первинній стороні, що використовує оптопару як ізолюючий елемент.

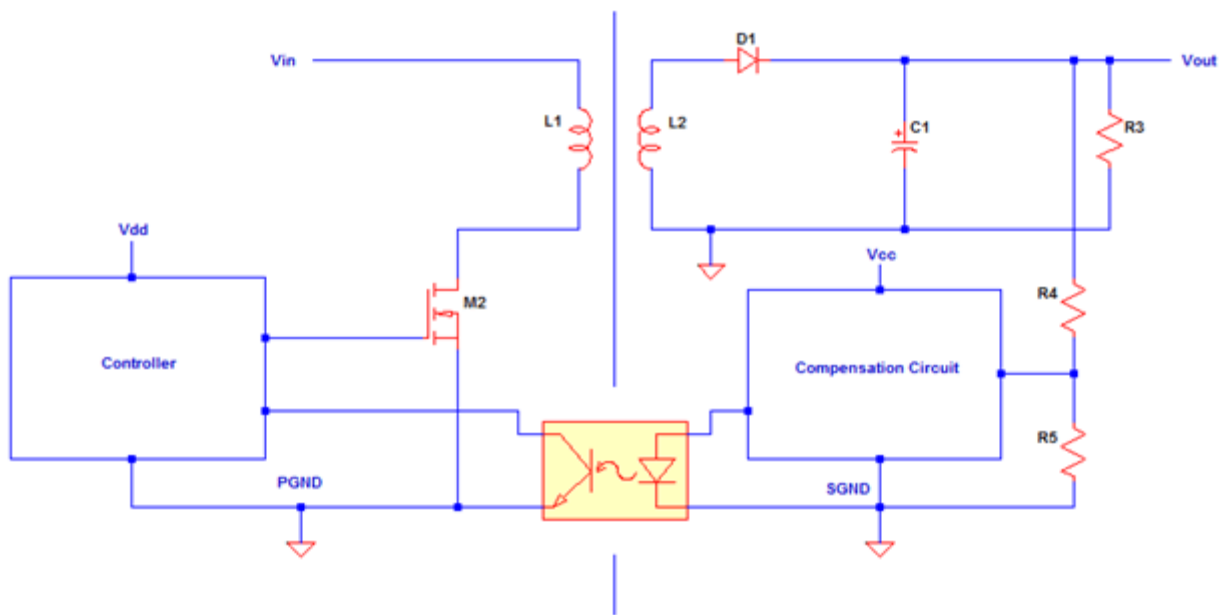


Рис.2.2. Поєднання оптопар та мікроконтролера [7]

Іншим найпоширенішим застосуванням оптопар є надання логічного сигналу. Якщо просто для визначення логічного рівня, чому б не використовувати ВТ або MOSFET, які менші та дешевші. Знову ж таки, основною метою, чому використовується оптопар, є одночасна ізоляція.

Для прикладу розглянемо джерела живлення. Якщо є необхідність відстежувати сигнал від однієї опорної точки заземлення та передавати його в іншу схему з іншою опорною ознакою заземлення, слід використовувати оптопару, як показано на рис.2.3.

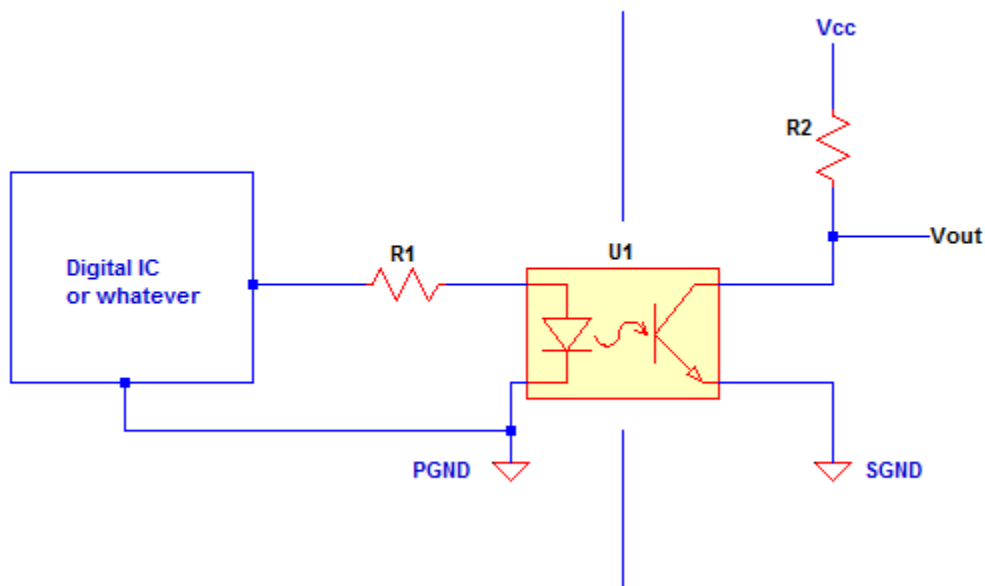


Рис.2.3. Оптопара в логічних схемах [7]

Вищезазначена схема може працювати в насиченні (режим перемикування) або в лінійному режимі. Працюючи як перемикач, напруга колектор-емітер транзистора в ідеалі дорівнює нулю. З іншого боку, при налаштуванні на роботу в лінійній області напруга колектор-емітер не дорівнює нулю, але не дорівнює V_{cc} .

2.2 Оптрони в блоках оптронної розв'язки

Схемотехніка і методики розрахунку блоків оптронної розв'язки (БОР) визначаються типом використовуваної оптопари, режимом її роботи, потужністю навантаження, а також характером сигналу, що управляє.

Узагальнена структурна схема БОР представлена на рис. 2.4[11].

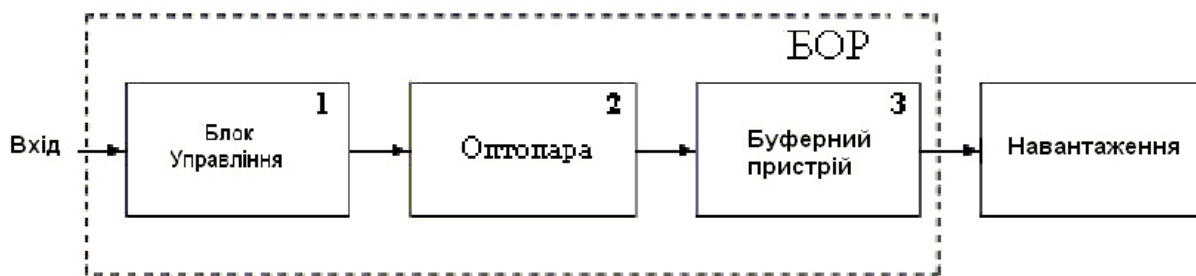


Рис. 2.4. Структурна схема блоків оптронної розв'язки в системах автоматики [11]

Блок управління фотовипромінювачем (блок 1) виробляє цифровий електричний сигнал, що забезпечує імпульсне випромінювання світлового потоку. Цей потік сприймається фотоприймачем оптопари (блок 2). На виході фотоприймача виникає виконавчий електричний сигнал у вигляді струму або напруги.

Буферний пристрій (блок 3) забезпечує енергетичне узгодження вихідного ланцюга фотоприймача з навантаженням. Як навантаження використовуються виконавчі пристрої: двигуни, електромагнітні реле, пускачі, розподільником гідравлічної або пневматичної енергії і тому подібне

При виборі схеми буферного пристрою БОР необхідно враховувати електричні параметри навантаження (номінальна напруга, струм, потужність або опір навантаження). У разі потужного навантаження (наприклад, обмотка управління електромагнітного пускача, електрогідроклапану і тому подібне) буферний пристрій є підсилювачем потужності з низьким вихідним опором; при роботі БОР на вхідний опір ТТЛ-мікросхем буферний пристрій - підсилювач струму або напруги з ТТЛ-виходом; у разі використання КМОП-мікросхем буферний пристрій містить перетворювач рівня або узгоджуючий підсилювач потужності. Приклад електричної схеми буферного пристрою на основі діодної оптопари в генераторному режимі представлений на рис. 2.5 [11].

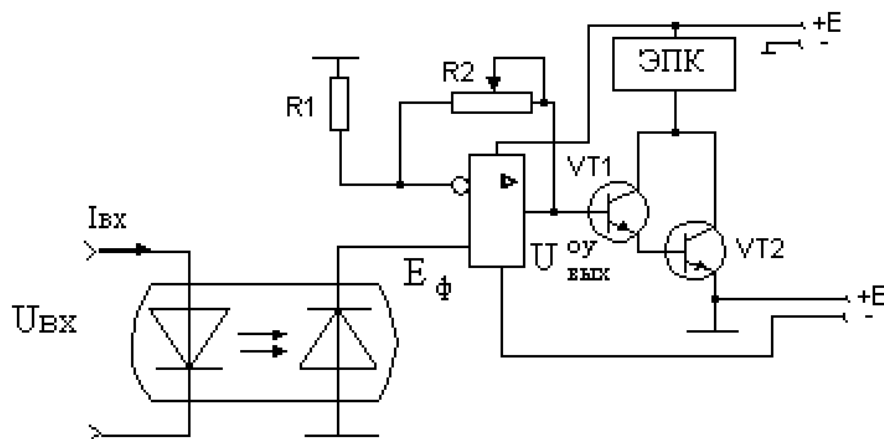


Рис. 2.5. Принципова схема буферного пристрою БОР на основі діодної оптопари в генераторному режимі [11]

Навантаженням БОР є обмотка управління електропневмоклапана (ЕПК). Підсилювач потужності реалізований на базі неінвертуючого операційного підсилювача (ОП), що має високий вхідний опір $R_{вх} = (109...10^{12}\text{Ом})$. Обмотка управління ЕПК включена в колекторний ланцюг складеного транзистора VT1, VT2. Вихід фотодіода оптопари підключений до неінвертуючого входу ОП відносно заземленого загального дроту. Коефіцієнт посилення $K_{оп}$ змінюється за допомогою змінного резистора R2. За наявності світлового потоку випромінювача ($I_{вх} \neq 0$) на виході ОП утворюється напруга $U_{вих} = E_{\phi}(1 + R2/R1)$, прикладена між базою і емітером складеного транзистора на елементах VT1 і VT2.

Цією напругою транзистори VT1 і VT2 відкриваються, входячи в режим насичення. Потенціал об'єднаного колектора стає близьким потенціалу землі (у режимі насичення напруга між колектором і емітером транзистора відповідає залишковій напрузі $U_{ост}$, - логічний нуль). При проходженні по обмотці управління колекторного струму I_k складеного транзистора VT1, VT2 на ній утворюється напруга живлення E.

В результаті електромагніт ЕПК «включається», забезпечуючи спрямоване подання стислого повітря в пневмомагістраль. За відсутності світлового потоку випромінювача (струм управління $I_{вх}=0$) транзистори VT1, VT2 закриваються, обмотка управління знеструмлюється, а електромагніт ЕПК переходить в початковий «вимкнений» стан. Приклад електричної схеми буферного пристрою на основі діодної оптопари в параметричному режимі показаний на рис. 2.6 [12].

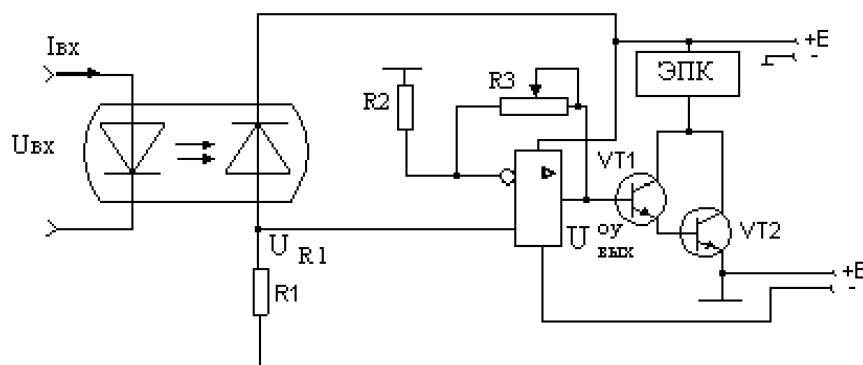


Рис. 2.6. Принципова схема буферного пристрою БОР на основі діодної оптопари в параметричному режимі [12]

У цьому режимі за наявності світлового потоку випромінювача внутрішній опір фотодіода зменшується, оскільки зворотний світловий фотострум перевищує зворотний темновий струм. Таким чином, за наявності струму управління в ланцюзі випромінювача зворотний світловий фотострум фотодіода $I_{\text{фв}}^{\text{ф}}$ створює на резисторі $R1$ падіння напруги $U_{R1} = I_{\text{фв}}^{\text{ф}} \cdot R1$. Ця напруга посилюється неінвертуючим ОП до рівня насичення складеного транзистора $VT1, VT2$.

В результаті до обмотки управління підключається напруга живлення $+E$ - електромагніт ЕПК «включений». За відсутності струму управління в ланцюзі випромінювача зворотний темновий струм фотодіода $I_{\text{тф}}$ практично дорівнює нулю, транзистори $VT1, VT2$ виходять з насичення, а напруга живлення $+E$ відключається від обмотки управління - електромагніт ЕПК «вимкнений» [8-10].

На рис. 2.7 представлена електрична схема буферного пристрою на біполярних транзисторах в ключовому режимі.

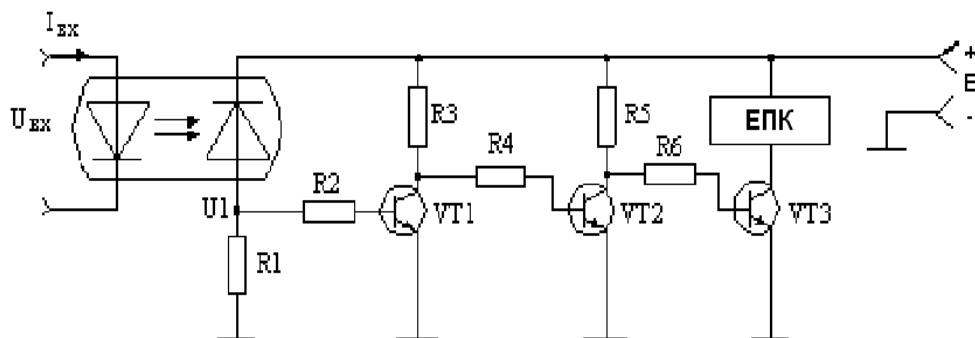


Рис. 2.7. Принципова схема буферного пристрою БОР на біполярних транзисторах [12]

За наявності струму управління світловий потік випромінювача генерує зворотний світловий фотострум $I_{\text{обр}}^{\text{ф}}$ фотодіода, який посилюється транзистором $VT1$. Під дією падіння напруги $U_{R1} = I_{\text{обр}}^{\text{ф}} \cdot R1$, прикладеної через резистор $R2$ між базою і емітером, транзистора $VT1$, останній насичується (потенціал колектора близький до потенціалу землі).

Транзистор $VT2$ закривається (на колекторі формується потенціал $+E$), а

транзистор VT3 відкривається, пропускаючи струм через обмотку управління ЕПК. За відсутності струму управління зворотний темновий фотострум фотодіода $I_{обр}$ практично відсутній (складає доли nanoампер), транзистор VT1 закритий (потенціал колектора рівний +E), транзистор VT2 насичується, а транзистор VT3 виходить з насичення - електромагніт ЕПК «вимикається» [11].

На рис. 2.8, а, б представлені електричні схеми буферного пристрою БОР на основі транзисторної оптопари. Фототранзистор оптопари і вхідний транзистор VT1 підсилювача потужності утворюють «комплект» транзисторів (комплект nрп/рпр).

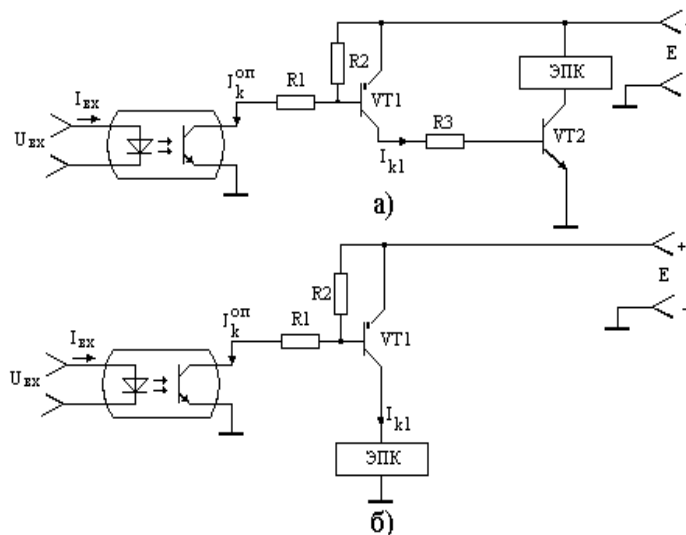


Рис. 2.8. Електричні схеми буферного пристрою БОР на основі транзисторної оптопари: а – транзистор VT2 комутує обмотку управління ЕПК; б – навантаження включене в ланцюг заземленого колектора транзисторного ключа VT1 [7]

Вихідний транзистор VT2 комутує обмотку управління ЕПК (рис. 2.8, а). При роботі БОР на заземлене навантаження транзисторний ключ VT2 з схеми виключається, а навантаження включається в ланцюг заземленого колектора транзисторного ключа VT1 (рис. 2.8, б). При недостатньому значенні коефіцієнта посилення струму бази в якості вихідного ключа VT1 можна використати складений транзистор (схема Дарлінгтона) [7].

РОЗДІЛ 3

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТРОНІВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ

3.1 Застосування оптронів в блоці управління

На рис. 3.1, та рис. 3.2 представлені схеми блоку управління випромінювачем оптопар.

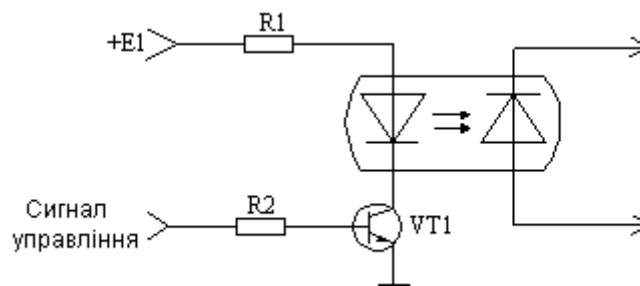


Рис. 3.1. Електрична схема блоку управління випромінювачем діодної оптопарі базі транзисторного ключа [10].

У схемі управління на основі транзисторного ключа обмежувачий резистор $R1$ запобігає струмовому пробою світлодіода, забезпечуючи номінальний струм живлення випромінювача $I_{вх}$; резистор $R2$ збільшує вхідний опір транзисторного ключа (рис. 3.1).

У схемі управління на основі RS - тригера включення світлодіода здійснюється сигналом «логічного нуля» з інверсного виходу Q тригера DD1 (рис 3.2, а).

При необхідності двоканального управління випромінювачі підключаються до прямого Q і інверсного \bar{Q} виходам RS - тригера через резистори $R1$ і $R2$ відповідно (рис. 3.2, б) [10].

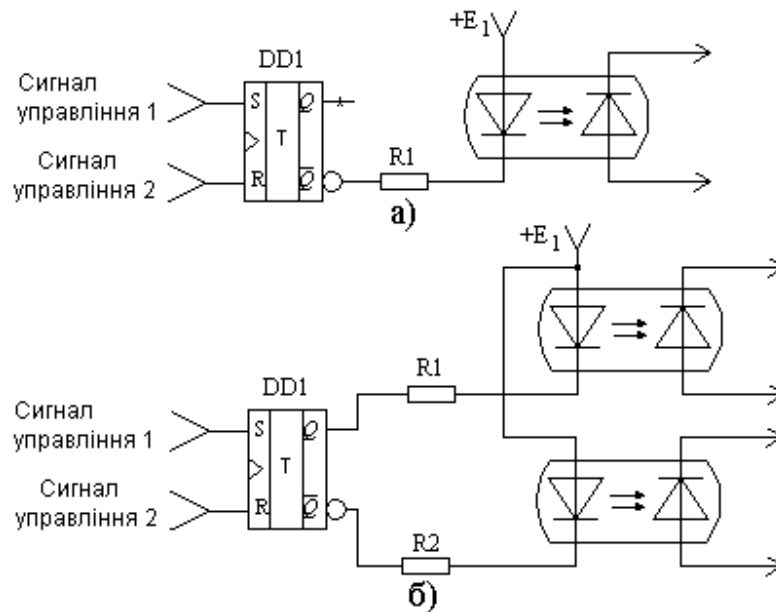


Рис. 3.2. Електричні схеми блоку управління випромінювачем на основі RS – тригера: а – включення світлодіода здійснюється сигналом «логічного нуля»; б – керування з прямого і інверсного входів [10]

3.2 Блоки оптичної розв'язки для сполучення цифрових пристроїв

При проектуванні різних систем виникає необхідність сполучення зовнішніх пристроїв з мікропроцесорною системою управління (мікроконтролер, персональний комп'ютер і тому подібне).

Для сполучення цифрових пристроїв з різними рівнями логічних сигналів в структуру БОР (рис. 3.3) вводяться перетворювачі рівня і підсилювачі струму, побудовані на базі ТТЛ, - і КМОП-мікросхемах [8].

У разі значного ввіддалення зовнішнього пристрою від мікропроцесорної системи у блоці управління фотовипромінювачем оптопарі застосовується генератор струму типу «струмова петля» [9].

На рис. 3.3 представлені електричні схеми БОР з ТТЛ-входом і ТТЛ-виходом [2, 9]. Блок управління випромінювачем оптопарі реалізований на логічному елементі DD1.1 (структура ТТЛ), що виконує функцію інвертора. За наявності сигналу «логічної одиниці» на вході елемента DD1.1 катод фотовипромінювача має потенціал землі.

Оскільки по відношенню до напруги $+E1$ випромінювач знаходиться в прямому включенні, через р-п-перехід протікає струм управління $I_{вх}$, величина якого визначається обмежуючим резистором $R1$ і напругою живлення $+E1$. Якщо на вході елементу DD1.1 є присутнім сигнал «логічного нуля», на його виході утворюється сигнал «логічної одиниці» (рівень напруги, близький до напруги живлення $+E1$).

В цьому випадку різниця потенціалів між анодом і катодом випромінювача дорівнює нулю, що обумовлює припинення струму управління ($I_{вх}=0$). В якості буферного пристрою БОР використовується логічний елемент DD1.2 (структура ТТЛ), що формує вихідний сигнал необхідної потужності.

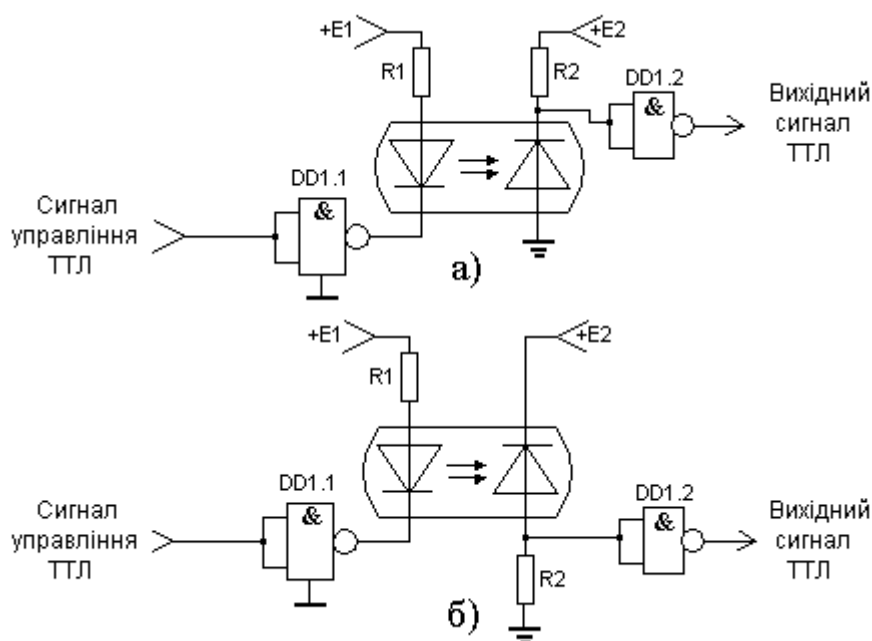


Рис. 3.3. Електричні схеми БОР з ТТЛ-входом і виходом

а – схема обмеження зворотної напруги на фотодіоді за відсутності струму управління; б – фотоприймач в параметричному режимі [4]

Резистор $R2$ обмежує зворотну напругу на фотодіоді за відсутності струму управління (рис. 3.4, а), або є навантаженням фотоприймача, працюючого в параметричному режимі (рис. 2.12, б).

На рис. 3.4 представлена схема БОР для сполучення інформаційних

сигналів ТТЛ і КМОП [2, 8].

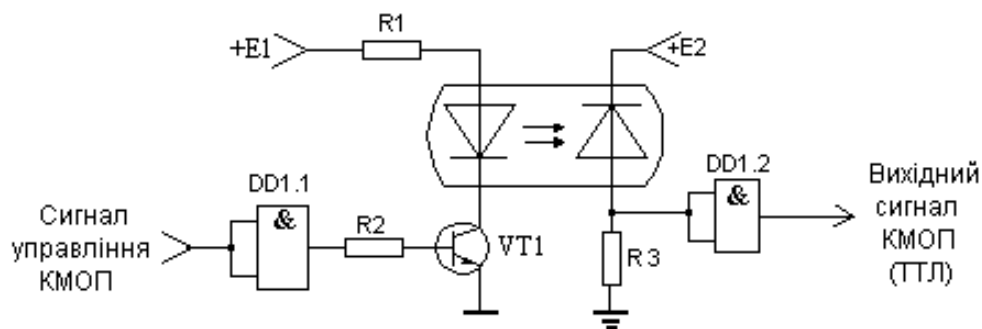


Рис. 3.4. Електрична схема БОР для сполучення інформаційних сигналів ТТЛ і КМОП [8].

Транзистор VT1 забезпечує посилення потужності сигналу на виході логічного елемента DD1.1 (структура КМОП). Характер вихідного сигналу БОР визначається внутрішньою структурою буферного елемента DD1.2 (структура КМОП або ТТЛ).

На рис. 3.5 представлена електрична схема БОР типу «струмова петля». Ця схема забезпечує узгодження рівнів сигналів послідовного інтерфейсу RS - 232C ($\pm 12\text{В}$) з рівнями ТТЛ - сигналів (+5В) зовнішніх пристроїв [4].

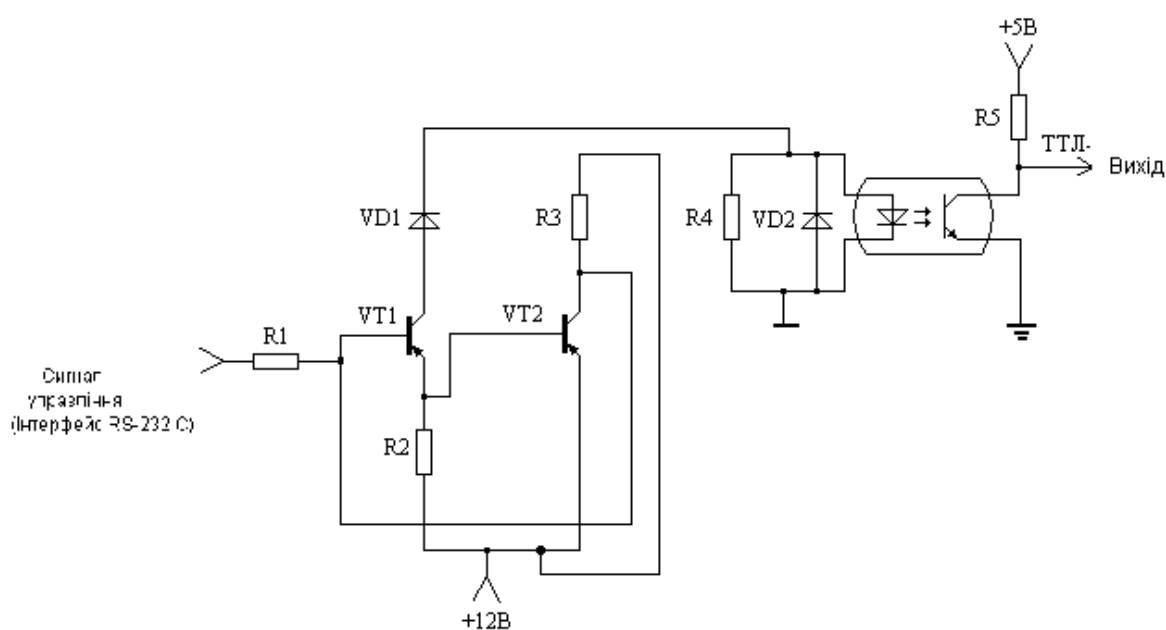


Рис. 3.5. Електрична схема БОР типу «струмова петля» [4].

Випромінювач оптопарі управляється від генератора струму (ГС) на транзисторах VT1, VT2. Величина вихідного струму ГС визначається напругою між базою і емітером транзистора VT2 (потенціалом ϕ_d відкритого р-n-перехода) і резистором R2. Діоди VD1, VD2 пропускають в ланцюг управління випромінювачем оптопарі тільки позитивні імпульси струму; резистор R4 імітує навантаження ГС при відключеному оптроні, резистор R3 формує зміщення на базі транзистора VT1, а резистор R1 обмежує його базовий струм.

При вступі на базу транзистора VT1 негативного потенціалу -12В («логічна одиниця» для інтерфейсу RS - 232С) в ланцюзі колектора транзистора VT1 формується струм управління випромінювачем. В результаті фотоефекту в колекторному ланцюзі фототранзистора виникає струм, а на резисторі R5 формується ТТЛ-сигнал («логічний нуль»).

За наявності на базі транзистора VT1 рівня напруги +12В («логічний нуль для інтерфейсу RS - 232С») струм в ланцюзі випромінювача припиняється, а на колекторі фототранзистора формується ТТЛ-сигнал («логічна одиниця»). При необхідності ТТЛ-сигнал на виході оптопарі може бути проінвертований [2, 8].

3.3 Блоки оптронної розв'язки для сполучення виконавчих елементів постійного і змінного струму

В якості виконавчих елементів систем автоматизації застосовуються розподільники гідравлічної і пневматичної енергії, комутатори електричної енергії, двигуни і тому подібне.

Живлення вказаних пристроїв здійснюється як постійним, так і змінним струмом. Для управління двигуном постійного струму (ДПС) можна використати БОР з буферним пристроєм на транзисторах (рис. 3.6). Для управління асинхронним двигуном на виході буферного пристрою включається електромагнітне реле постійного струму, контакти К1 якого підключають двигун до мережі змінного струму (рис. 3.7). Для управління потужними виконавчими пристроями, працюючими на змінному струмі, в схемі БОР

застосовують керовані вентилі: диністори, тиристори, семістори (рис. 3.8, а, б) [2, 10].

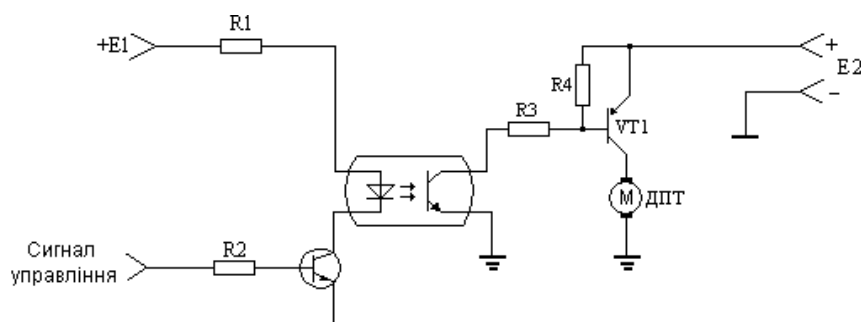


Рис. 3.6. Електрична схема БОР для управління ДПС [8].

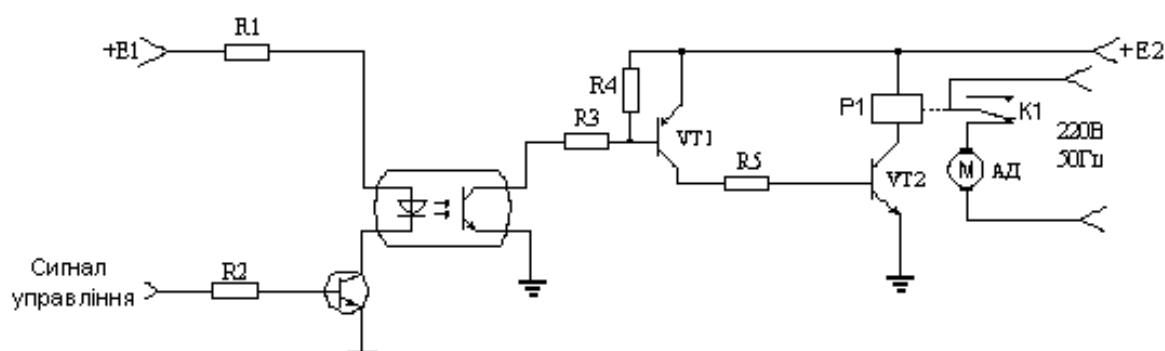


Рис. 3.7 Електрична схема БОР на базі електромагнітного реле [11].

Керований світловим потоком фотодіністор замикає діагональ постійного струму діодного моста, що забезпечує підключення асинхронного двигуна до однофазної мережі змінного струму 220В 50 Гц (рис. 3.8, а). Аналогічним чином комутація асинхронного двигуна здійснюється за допомогою семістора (рис. 3.8, б) [8,13].

Управління семістором реалізується за допомогою БОР на основі транзисторного оптрона і електромагнітного реле P1.

По сигналу управління, відповідному рівню «логічної одиниці», контакти K1 реле P1 підключають короткозамкнуту діагональ постійного струму діодного моста до загального дроту фототранзистора, що забезпечує «включення» семістора VS1 і комутацію асинхронного двигуна в мережу змінного струму 220 В 50 Гц.

По сигналу «логічного нуля» семістор VS1 вимикає асинхронний двигун.

У комплексі технічних рішень, орієнтованих на підвищення ефективності і якості пристроїв автоматики, радіотехніки, електрозв'язку, промислової і побутової електроніки, доцільною і корисною мірою є заміна електромеханічних виробів (трансформаторів, реле, потенціометрів, реостатів, кнопкових і клавішних перемикачів) компактнішими, довговічнішими, швидкодіючими аналогами.

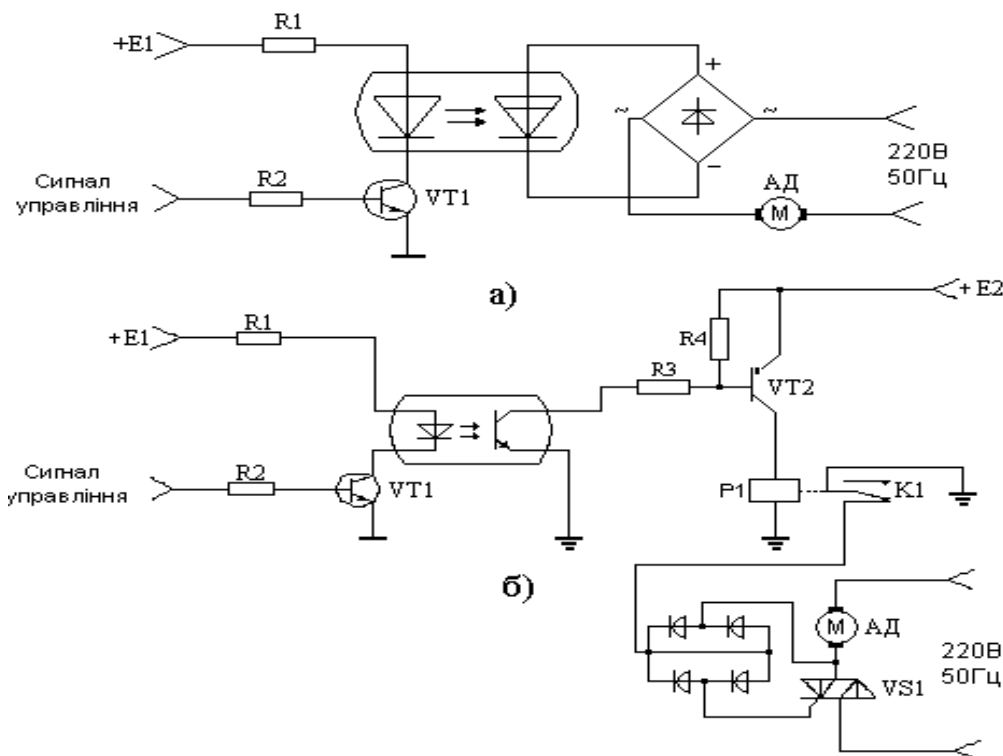


Рис. 3.8. Електрична схема БОР на основі керованих вентилів:

а – фотодіністор в діагоналі діодного моста;

б – комутація асинхронного двигуна за допомогою семістора [14]

Провідна роль в цьому напрямі відводиться оптоелектронним приладам і пристроям. Адже, оптоелектронні вироби істотно перевершують електромагнітні аналоги по надійності, довговічності, перехідним і частотним характеристикам.

Управління компактними і швидкодіючими оптоелектронними трансформаторами, перемикачами, реле упевнено здійснюється за допомогою інтегральних мікросхем цифрової техніки без спеціальних засобів електричного узгодження [15].

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проаналізовано різні типи оптронів, їх призначення в системах автоматики та встановлено:

1. Система параметрів оптронів ґрунтується на системі параметрів оптопар, використовуваних в оптроні, і складається із чотирьох груп: вхідних, вихідних, передавальних параметрів та параметрів гальванічної розв'язки. Резисторні оптопари використовують для автоматичного регулювання підсилення, забезпечення зв'язку між каскадами, керування безконтактними подільниками напруги, модуляції сигналів, формування різних сигналів в системах автоматики.

2. Найпоширенішим застосуванням оптопар в системах автоматики є ізоляція сигналу. Він забезпечує повну ізоляцію, оскільки його вхідна сторона не електрично з'єднана з вихідною стороною.

У разі значного ввіддалення зовнішнього пристрою від мікропроцесорної системи у блоці управління фотовипромінювачем оптопари застосовується генератор струму типу «струмова петля» на основі опт опари.

3. Було проведено аналіз технологічних параметрів і відповідно до них з'ясовано область застосування оптронів. Отже, оптрони з відкритим оптичним каналом, доступним для механічної дії використовуються як датчики в детекторах паперу в принтері, датчиках кінця чи початку, лічильниках і дискретних спідометрах на їх базі анемометрах. Також оптрони використовуються для гальванічної розв'язки ланцюгів –передачі сигналу без передачі напруги, для безконтактного управління і захисту. Стандартні електричні інтерфейси, наприклад, MIDI, вимагають обов'язкову оптронну розв'язку, що можливо завдяки оптронам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Oke, A.O., O.M. Olaniyi, O.T. Arulogun, and O.M. Olaniyan. 2009. "Development of a Microcontroller Controlled Security Door System". Pacific Journal of Science and Technology. 10(2):398-403.
2. Verma, G. K.; Tripathi, P., "A Digital Security System with Door Lock System Using RFID Technology", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), 2010, Vol5, pp 6-8.
3. Salim G Shaikh and Shankar D Nawale., "Secure access of RFID system", International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 8, August-2012
4. Parvety A, Venkata Rohit Raj, Venumadhav Reddy M, Manikanta Chaitanya G "RFID based exam hall maintenance system," IJCA Special Issue on "Artificial Intelligence Techniques - Novel Approaches & Practical Applications "AIT, 2011
5. Muhammad Naveed, Wasim Habib, Usman Masud, Ubaid Ullah, and Gulzar Ahmad, "Reliable and Low Cost RFID Based Authentication System for Large Scale Deployment", International Journal of Network Security, Vol.14, No.3, PP. 173{179, May 2012
6. Y.Usha Devi, "Wireless Home Automation System Using ZigBee", International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3, Issue 8, August-2012 1 ISSN 2229-5518
7. Michal VARCHOLA, "Zigbee Based Home Automation Wireless Sensor Network", Acta Electrotechnica et Informatica No. 4, Vol. 7, 2007
8. Yong Tae Park, Sthapit, P.; Jae-Yong Pyun, "Smart digital door lock for the home automation", TENCON 2009-2009 IEEE Region 10 Conference Jan 2009.
9. Pik-Yiu Chan, Enderle J. D., "Automatic door openr", Bioengineering conference 2000 proceeding of IEEE 26th Annual Northeast 2000.
10. Gill K. Shuang-Hua Yang; Fang Yao; Xin Lu, "ZigBee based Home Automation system", Consumer Electronics, IEEE Transaction on May 2009.
11. Usha Sharma and SRN Reddy, "Design of home/ office automation using

wireless sensor network”, International Journal of computer application, vol. 43, April 2012 pp.53-60.

12. Vini madan, SRN Reddy,” GSM-Bluetooth based remote monitoring and control system with automatic light controller”, International journal of computer applications (0975-8887) vol. 46 no.1, 2012.

13. Lie Zhang, Zhi Wang,” Integration of RFID into wireless Sensor Network: architecture, opportunities and challenging problems”, Fifth international conference on Grid and cooperative computing workshop (GCCW’06), 2006.

14. Huiping Huang, Shide Xiao, Xiangyin Meng and Ying Xiong, “A Remote Home Security System Based on Wireless Sensor Network and GSM Technology”, Second International Conference on Networks Security Wireless Communications and Trusted Computing 2010, vol 1 , pp 535-538, April 2010

15. Ahmad.A.W, Jan. N., Iqbal S. and Lee C., “ Implementation of GSM-Zigbee based Home Security Monitoring and Remote Control System” IEEE 54th International Midwest Symposium on Circuit and Systems, 2011, pp. 1-4.