

Дата: 09.11.2023

Викладач: Юдіна Дар'я Олександрівна mikhailinadarya@gmail.com

Група № Е-1

Предмет: Теоретичні основи електротехніки

Урок № 75

Тема: Оптоелектронні прилади, їх переваги та недоліки

Оптоелектроніка - область науки і техніки, де процеси взаємодії оптичного випромінювання з речовиною і оптичне випромінювання речовини використовуються для вивчення фундаментальних властивостей матерії, а також для створення приладів, передачі, прийому, переробки, зберігання і відображення інформації на основі взаємного перетворення електричних і оптичних сигналів.

Електронними приладами прийнято називати підсилювальні пристрої, засновані на електронних ефектах, що відбуваються у вакуумі, виряджених газах, твердих тілах, рідинах, на кордоні їх розділів при впливі на них електричних, магнітних, світлових, акустичних та інших полів.

Оптоелектронними приладами називаються прилади, призначені для обробки електричних та оптичних сигналів. Оптоелектронні прилади мають широку смугу пропускання і перетворення сигналів, велику швидкодію і високу інформаційну ємність оптичних каналів зв'язку.

Оптоелектронні прилади: фоторезистори, фотодіоди, сонячні елементи, детектори ядерних випромінювань, світлодіоди, напівпровідникові лазери, електролюмінісцентні випромінювачі, терморезистори.

Оптоелектронні пристрої, в яких є джерело та приймач випромінювання з тим або іншим видом оптичного та електричного зв'язку між ними, конструктивно пов'язані один з одним, називаються **оптронами**.

Оптоелектронні прилади мають переваги над іншими приладами для обробки електричних сигналів, а саме:

- 1) повне гальванічне розв'язання вхідних і вихідних електричних кіл;
- 2) відсутній зворотний вплив приймача сигналу на його джерело;
- 3) легко узгоджуються між собою електричні кола з різними вхідними і вихідними імпедансами.

Залежно від особливостей процесів, що протікають всі оптоелектронні прилади можна розділити на три групи:

- 1) *світловипромінювачей*, що перетворюють електричну енергію в оптичне випромінювання (світлодіоди, напівпровідникові лазери, люмінесцентні конденсатори);
- 2) *фотоприймачі* (фотодетектори), які перетворюють оптичне випромінювання в електричні інформаційні сигнали (фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори і т. д.);
- 3) *сонячні перетворювачі*, які перетворюють оптичне випромінювання в електричну енергію (сонячні батареї, фотовольтаїчні прилади).

До недоліків оптоелектронних пристроїв належать значна часова та температурна нестабільність, порівняно велика потужність споживання, недостатня універсальність, менші функціональні можливості порівняно з інтегральними мікросхемами.

Керовані джерела світла. Фотоприймачі

Джерело світла, світловий потік чи яскравість якого залежать від електричного сигналу, називають керованим джерелом світла. Інакше кажучи, кероване джерело світла — це пристрій для перетворення електричного сигналу у світловий.

Принцип дії керованих джерел світла ґрунтується на одному з таких фізичних явищ:

- температурне світіння (використовується в лампах розжарювання);
- випромінювання під час електричного розряду у газі (властиве газорозрядним джерелам випромінювання);
- електролюмінесценція (покладена в основу принципу дії електролюмінесцентних ламп);
- індуковане випромінювання.

Лампа розжарювання складається зі скляного балона, у якому створено вакуум і розміщену вольфрамову нитку або спіраль розжарення.

Газорозрядні джерела випромінювання можуть працювати як на постійному, так і на змінному струмі. У газорозрядних джерелах випромінювання використовується світіння іонізованого газу при проходженні струму.

Електролюмінесцентні випромінювачі. Дія електролюмінесцентних керованих джерел світла ґрунтується на люмінесценції — світловому випромінюванні, яке перевищує теплове випромінювання за тієї ж температури. Щоб виникла люмінесценція, необхідно атоми речовини привести у збуджений стан за допомогою зовнішнього джерела енергії. Розрізняють: *фотолюмінесценцію*, яка виникає під дією зовнішнього опромінювання, *катодолюмінесценцію*, коли на тіло діють швидкі електрони або інші частинки, і *електролюмінесценцію*, яка спричинена електричним полем чи струмом.

Світловипромінювальний діод, або просто світлодіод, — це діод, у якого виникає світіння внаслідок рекомбінації неосновних носіїв заряду.

Випромінювання світла в **напівпровідникових лазерах** зумовлене, як і у світлодіодах, рекомбінацією електронів і дірок. Але ця рекомбінація в лазерах вимушена (стимульована), а не мимовільна. Випромінювання внаслідок вимушеної рекомбінації буде когерентним, тобто випромінювання атомів мають однаковий напрям, фазу, частоту, поляризацію.

На основі світлодіодів і їх збірок (матриць) будуються різні індикаторні прилади — пристрої візуального відображення інформації від найпростіших (увімкнуто — вимкнуто) до алфавітно-цифрових і матричних дисплеїв у цифрових системах обробки інформації.

Фотоприймачі — це оптоелектронні прилади, призначені для перетворення світлового сигналу в електричний.

Сучасні фотоприймачі реагують тільки на інтенсивність випромінювання. Тому найбільш розповсюдженим видом оптичних модуляторів є модулятори інтенсивності.

Аналізуючи застосування сучасних оптронів можна виділити три основних групи таких виробів:

- цифрові імпульсні оптрони, що використовуються для високошвидкісної передачі цифрової інформації по електрично-ізолюваних ланках;
- аналогові лінійні оптрони для спотвореної передачі аналогових сигналів по гальванічно-розділених ланках;
- потужні ключові оптрони для безконтактного керування потужними високовольтними ланками.

В останній час розвиваються волоконно-оптичні лінії зв'язку – ВОЛЗ. Структурна схема ВОЛЗ включає в себе такі основні елементи: вхідний пристрій кодування,

передавач, оптичний кабель, ретранслятор, приймач, вихідний пристрій декодування. Сучасну основу ВОЛЗ складають оптичні кабелі, виконані із окремих світловодів. Передача оптичної енергії у ВОЛЗ забезпечується за допомогою ефекту повного внутрішнього відбиття.

Принцип роботи: при поглинанні оптичного випромінювання в фотодіоді генеруються електронно-діркові пари. Електрони і дірки розділяються електричним полем і дрейфують в протилежні сторони від $p-n$ – переходу. При цьому через зовнішній нагрузочний опір протікає струм зміщення.

Фотодіод — це напівпровідниковий діод, обернений струм якого залежить від освітленості.

Фотодіод може працювати у двох режимах:

- без зовнішнього джерела електричної енергії — режим фотогенератора;
- із зовнішнім джерелом електричної енергії — режим фотоперетворювача.

Фоторезистор — це напівпровідниковий резистор, електропровідність якого змінюється під дією світла.

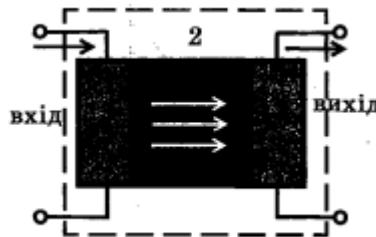
Основою конструкції фоторезистора є напівпровідниковий шар, нанесений на діелектричну підкладку. Для нанесення напівпровідникового шару використовують сірчистий талій, селенистий телур, сірчистий вісмут, сірчистий свинець та ін.

Урок № 76

Тема: Оптрони і світловоди

Мета: ознайомлення з принципами дії оптрона і світловода.

Оптроном, або **оптопарою**, називається оптоелектронний прилад, який складається з джерела світла, фотоприймача і оптичного каналу, який їх з'єднує (рис. 1). У оптроні може бути здійснена різна комбінація джерел світла і фотоприймачів.



Принцип дії оптронів оснований на подвійному перетворенні енергії. У випромінювачі енергія електричного сигналу перетворюється в світлову, а в фотоприймачі оптичний сигнал викликає зміну струму, напруги або опору.

Наявність оптичного зв'язку між джерелом та приймачем випромінювання забезпечує ряд принципових переваг оптронів:

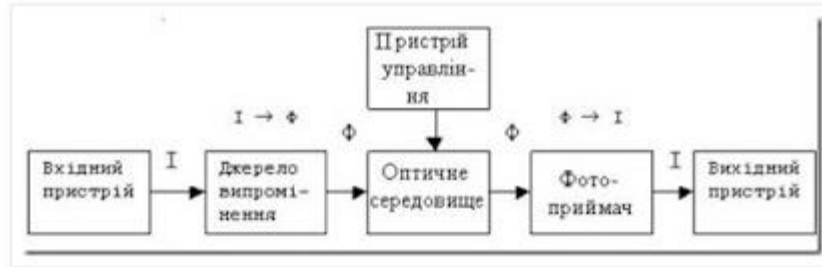
- дуже високу електричну ізоляцію входу та виходу;
- односпрямованість передачі інформації;
- відсутність зворотної реакції фотоприймача на випромінювач та взаємних дій;
- широку полосу пропускання;
- несприйняття оптичного каналу до впливу електромагнітних полів.

Крім того, ці прилади дозволяють реалізувати безконтактне управління електронними об'єктами, розробити функціональні мікроелектронні пристрої з фотоприймачами, характеристики яких під дією оптичного випромінювання змінюються

за якзавгодно складним заданим законом, створити різноманітні давачі та пристрої для передачі інформації шляхом впливу на матеріал оптичного каналу.

В той же час існування подвійного перетворення сигналу є причиною недоліків:

- значної споживаної потужності;
- сильної залежності параметрів від температури;
- високого рівня власних шумів;
- конструктивно-технологічної недосконалості, пов'язаної з використанням гібридної технології.

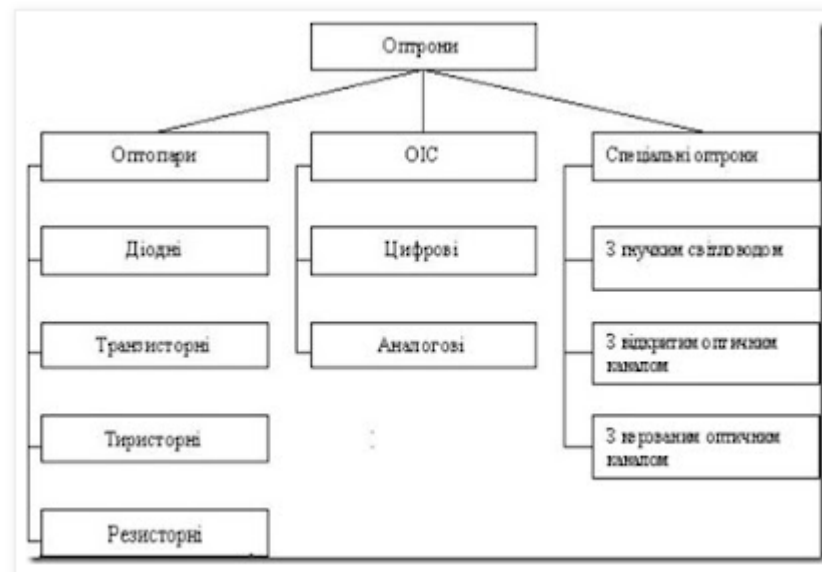


Призначення окремих елементів оптрона і види перетворення енергії показані на узагальненій структурній схемі оптрона (рис. 2). Вхідний пристрій забезпечує узгодження джерела випромінювання з попередніми електронними елементами за струмом та напругою та оптимізацію його робочого режиму.

Зв'язок між випромінювачем та **фотоприймачем** здійснюється через оптичне середовище, яке в багатьох випадках забезпечує й механічну цілісність конструкції. Для максимально повної передачі енергії оптичний канал повинен мати високе пропускання без спотворення форми сигналу і мінімальне розсіювання випромінювання в сторони, а також захищати елементи оптрона від зовнішніх світлових впливів.

В фотоприймачі оптичне випромінювання перетворюється в електричний сигнал і для зменшення втрат його інформативності необхідно підвищувати чутливість, швидкодію і стабільність параметрів приймачів.

За ступенем складності й типом оптичного каналу виділяють три групи приладів: **оптопарі, оптоелектронні інтегральні мікросхеми і спеціальні оптрони**, класифікація яких наведена на рис. 3.



Оптопара (або елементарний оптрон) являє собою оптоелектронний напівпровідниковий прилад, що складається з випромінювального та фотоприймального елементів, між якими є оптичний зв'язок, що забезпечує електричну ізоляцію між входом та виходом. В залежності від типу фотоприймача, що використовується, вони поділяються на **діодні, транзисторні, тиристорні та резисторні оптопари**.

Оптоелектронна інтегральна мікросхема (ОІМС) – це один з найбільш перспективних типів елементів інформаційних систем. Їх переваги визначаються повною електричною і конструктивною сумісністю з традиційними мікросхемами і більш широкими функціональними можливостями.

Оптоелектронна інтегральна мікросхема (ОІМС) складається з однієї або кількох оптопар та електрично з'єднаних з ними одного або кількох узгоджувальних або підсилювальних пристроїв. В залежності від області застосування ОІМС поділяють на **цифрові**, призначені для високошвидкісної передачі цифрової інформації по електрично ізольованих колах, і **аналогові**, які використовуються для обробки неперервних сигналів.