

Оптрони

Оптроном називається оптоелектронний прилад, який містить джерело і приймач випромінювання, що оптично і конструктивно пов'язані між собою.

Основним джерелом випромінювання, що використовується в оптронах, є інфрачервоний світлодіод. Для деяких пристроїв як джерела можуть використовуватися напівпровідникові лазери. Як фотоприймач можуть бути використані фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри. Відповідно до цього розрізняють резисторні, діодні, транзисторні та тиристорні оптрони. Саме фотоприймач є тим основним елементом оптопар, що визначається її схемотехнічним застосуванням. Середовищем оптичного каналу може служити повітря, скло, пластмаса або інша прозора речовина. Усі елементи оптопар повинні бути погоджені за спектральними характеристиками, швидкодією, температурними властивостями, габаритами.

Елементарний оптрон, що містить одне джерело і один приймач, називається оптопарою. Більш складні оптрони, об'єднані в інтегральних мікросхемах з одним або декількома погоджувальними та підсилювальними пристроями, називають оптоелектронними інтегральними мікросхемами.

Принцип дії оптопар оснований на подвійному перетворенні енергії. У світловипромінювачі енергія вхідного електричного сигналу перетворюється в оптичне випромінювання, а у фотоприймачі, навпаки, оптичний сигнал викликає електричний струм або напругу. Таким чином оптопара являє собою прилад з електричними вхідними та вихідними сигналами, тобто зв'язок із зовнішньою схемою для оптопар є електричним. В середині оптопар зв'язок входу з виходом здійснюється за допомогою оптичних сигналів.

Принципові переваги оптопар, що обумовлені використанням фотонів як носіїв інформації, полягають у забезпеченні високої електричної ізоляції між входом та виходом, односпрямованості потоку інформації, широкої смуги пропускання. Крім зазначених, іншими важливими перевагами оптопар є:

- можливість безконтактного (оптичного) керування електронними об'єктами та обумовлені цим різноманітність та гнучкість рішень управління;
- нечутливість оптичних каналів зв'язку до дії електромагнітних полів, що у випадку оптопар з протяжним оптичним каналом обумовлює високу завадозахищеність, а також виключає взаємні наведення;
- можливість керування вихідним сигналом оптопар шляхом дії на оптичний канал і, як наслідок, створення різних датчиків та інших пристроїв.

Основними недоліками оптопар є низький ККД, пов'язаний з подвійним перетворенням енергії, та значна залежність параметрів від температури. В системі параметрів оптопар можна виділити чотири групи: вхідні параметри (електричні параметри випромінювача), вихідні параметри (електричні параметри фотоприймача), передатні параметри (параметри передачі сигналу з входу на вихід) та параметри ізоляції. Передатні параметри характеризують ефективність передачі електричного сигналу з входу оптопар на вихід. Ефективність передачі енергії сигналу описують коефіцієнтом передачі (зазвичай за струмом), а швидкість передачі сигналу – часовими параметрами. Коефіцієнт передачі є основним параметром, який характеризує передачу електричного сигналу з входу оптопар на її вихід, і визначається відношенням вихідного струму оптопар до її вхідного струму.

Тиристорна оптопара працює лише у ключовому режимі. Передавальна характеристика тут визначається вхідним струмом, при якому фототиристор вмикається. Швидкодію оптрона характеризують часом перемикання $t_n = t_n + t_{сп}$,

де t_n та $t_{сп}$ – часи наростання і спаду сигналу на виході оптрона.

Швидкодія також може характеризуватися граничною частотою перемикання. Параметрами електричної ізоляції оптопар є: максимально допустима пікова та статична напруги ізоляції між входом та виходом, опір ізоляції та прохідна ємність.

В електричних схемах оптопари знаходять широке застосування як елементи електричної розв'язки завдяки тому, що для їх успішного функціонування високий ККД не є обов'язковим. Серед оптопар, що використовуються для розв'язки, найбільш широко подані такі, у яких як фотоприймачі застосовані фототранзистор, фотодіод та фототиристор.

Діодні та транзисторні оптопари використовуються головним чином у колах передачі цифрових інформаційних сигналів. Критерієм якості служить параметр $KI/t_{зат}(t_{зат}$ – час затримки розповсюдження сигналу). За цим критерієм діодні оптопари значно кращі, ніж транзисторні. Цим і обумовлено домінування діодних оптопар в обчислювальній техніці, техніці передачі та обробки інформації. Слід зазначити, що діодні оптопари мають малий коефіцієнт передачі, і тому потребують обов'язкового підсилення вихідного сигналу.

Важливим різновидом діодних оптопар є так звані диференціальні оптопари – прилади, в яких один світловипромінювач діє на два ідентичних фотодіоди. В пристроях безконтактного керування є зручними транзисторні оптопари, а для оптичної комутації високовольтних сильнострумових кіл - тиристорні.

Слід зазначити, що зводити призначення оптопар тільки до забезпечення електричної ізоляції між вхідними та вихідними колами було б не правильно. Введення за допомогою оптопар оптичного керування дозволяє отримати електронні пристрої з особливими параметрами та характеристиками. Введення електричного та (або) оптичного зворотного зв'язку дозволяють реалізовувати функції генерації, запам'ятовування та деякі інші.

Волоконно-оптичні канали зв'язку можна розглядати як своєрідні оптопари, в яких світловипромінювач та фотоприймач є рознесеними у просторі на значні відстані. Ще одним типом оптопар є оптопари з відкритим оптичним каналом, в яких світловипромінювач та фотоприймач змонтовані окремо один від одного, а зв'язок між ними, у переважній більшості, здійснюється через повітря.

Середовище між світловипромінювачем та фотоприймачем може бути виконано з матеріалу, світлопропускання якого змінюється під дією зовнішніх впливів.

Контрольні запитання

1. Чи буде різниця в довжині хвилі оптичного випромінювання, що дозволить спостерігати фотоелектричні явища у напівпровіднику при власному та домішковому поглинанні? Відповідь поясніть.
2. Охарактеризуйте оптопару як оптоелектронний прилад.
3. Чи будуть відрізнятися коефіцієнти передачі струму діодної та транзисторної оптопари? Відповідь поясніть.
4. Чи буде відмінність у споживанні потужності від кола керування при безконтактній комутації силових кіл у випадках використання транзисторної та тиристорної оптопар? Відповідь поясніть.