

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема. Розрахунок фотоелектронних приладів.

Мета роботи: ознайомлення з елементами параметрів фотоелектронних діодів, транзисторів, тиристорів і методикою розрахунку та вибору цих елементів. Ознайомлення з елементами параметрів напівпровідникових та гібридних інтегральних мікросхем.

Теоретичні відомості

Фотоелектронним приладом називають перетворювач енергії оптичного випромінювання в електричну. Загальні теоретичні відомості про фотоелектронні прилади наведені в [8, с.71-85].

Фоторезистором називається напівпровідниковий фотоелектричний прилад з внутрішнім фотоелектричним ефектом, в якому використовується явище фотопровідності, тобто зміна електричної провідності напівпровідника під дією оптичного випромінювання.

За відсутності освітлення ($\Phi = 0$) фоторезистор має великий темновий електричний опір R_T , тому темновий струм незначний і визначається за формулою:

$$I_T = \frac{E}{R_T + R_H}. \quad (4.1)$$

За наявності світлового потоку ($\Phi > 0$), електричний опір зменшується до величини R_{CB} , і відповідно світловий струм визначатиметься за формулою:

$$I_{CB} = \frac{E}{R_{CB} + R_H}. \quad (4.2)$$

Величина фотоструму визначається за формулою:

$$I_\Phi = I_{CB} - I_T. \quad (4.3)$$

Питома чутливість фоторезистора:

$$K_0 = \frac{I_\Phi}{\Phi U}, \quad (4.4)$$

де Φ – світловий потік, лм.

Інтегральна чутливість фоторезистора:

$$K_\Phi = \frac{I_\Phi}{\Phi}. \quad (4.5)$$

Фотодіоди - фотоелектричні прилади з внутрішнім фотоелектричним ефектом, який полягає у тому, що під дією світлової енергії відбувається іонізація атомів основної речовини та домішки. Як наслідок - струм при зворотному вмиканні зростає.

Фотодіоди можуть працювати в одному з двох режимів:

- 1) без зовнішнього джерела електричної енергії (режим фотогенератора або режим неробочого ходу);
- 2) з зовнішнім джерелом електроенергії (режим фотоперетворювача або режим короткого замикання).

У першому режимі використовується фотогальванічний ефект – різновид внутрішнього фотоелектричного ефекту, який пов'язаний з утворенням різниці потенціалів (фото-е.р.с.). Для цього режиму характерна логарифмічна залежність вихідної напруги від освітлення, причому вихідна напруга не перевищує деякого певного значення за будь-якої освітленості (для кремнієвих фотодіодів $U_{НХ} \leq 0,7В$).

Режим фотоперетворювача відповідає поданій напрузі на фотодіод у запереному напрямку.

Фотодіоди широко використовують як приймачі оптичного випромінювання. Основними характеристиками фотодіодів є:

- діапазон довжини хвиль випромінювання, що приймається $\Delta\lambda$;
- інтегральна чутливість S_i ;
- темновий струм I_T ;
- постійна часу τ .

Умовне позначення фотодіода складається з букв ФД і порядкового номера розробки.

Фототиристор - прилад, що керується світловим потоком. Параметри його силового кола приблизно такі ж, як і у транзистора.

Умовні позначення фотоелектронних приладів

Фотоелектронні прилади позначаються таким чином:

Перший елемент – букви, що визначають групу приладів:

ФР – фоторезистор, ФД – фотодіод і т. д.

Другий елемент – букви, що означають матеріал, з якого виготовлений прилад: ГО – германій, ГБ – германій легований бором, ГЗ – германій легований золотом, ГК – германо-кремнієвий сплав, К – кремній, КГ – кремній легований галієм, РГ – арсенід галія та ін.

Третій елемент – цифри від 001 до 999, що означають порядковий номер розробки приладу.

Четвертий елемент – буква, що означає групу напівпровідникових фотоелектронних приладів: У – фототранзистори уніполярні, Б – фото-транзистори біполярні, Л – фотодіоди лавинні, Т – фототиристри і т. д.

Приклад позначення: ФДГЗ-001К – фотодіод із германію, легованого золотом, номер розробки 001, координатний.

Практичні завдання

Задача 1

Розрахувати параметри електричного кола (фотореле) виконаного на фоторезисторі, якщо відома:

- напруга джерела живлення $E = (5 + 3 \cdot N_{\text{№}} \text{ за списком})\text{В}$;
- опір навантаження $R_H = N_{\text{№}} \text{ за списком, кОм}$.

Розв'язок

За відомого значення напруги джерела живлення за табл. Д5 вибираємо фоторезистор типу СФ2-1. Переписавши номінальні параметри вибраного фоторезистора із табл. Д5, подальші обчислення невідомих величин проводяться за формулами (4.1÷ 4.5).

Задача 2

ВАХ фоторезистора $U(I)$ описується світловою характеристикою (координати (0; 0), $(10 + N_{\text{№}} \text{ за списком, В}; 30 + 2 \cdot N_{\text{№}} \text{ за списком, мкА})$) і темновою характеристикою (координати (0; 0), $(10 + N_{\text{№}} \text{ за списком, В}; 2 + N_{\text{№}} \text{ за списком, мкА})$). Побудуйте характеристики, за їх допомогою визначте величину фотоструму, при напрузі на резисторі $(7 + N_{\text{№}} \text{ за списком}), \text{В}$.