

УСИЛЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Кулдашов О.Х., Комилов А.О.

Аннотация: Рассмотрены принципы построения оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях.

Одним из основных этапов разработки оптоэлектронных устройств с полупроводниковыми излучателями и фотоприемниками является усиление и обработка фотоэлектрического сигнала, рассмотрены различные схемы усиления и анализ на примере фотодиода.

Ключевые слова: оптоэлектроника, светодиод, фотодиод, устройство, усиление, обработка.

Введение:

Основой оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях является наличие светодиода и оптически связанного с ним через среду фотоприемника.

Излучение, создаваемое светодиодом, пройдя через контролируемую среду, воспринимается фотоприемником. Оптоэлектронных устройствах на полупроводниковых излучателях в качестве носителя информации используется оптическое излучение, не создающее электромагнитные помехи и не подверженное влиянию этих помех [1]. Наличие такой особенности и простота приборной реализации создают предпосылки исследования и разработки различных оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях, основанных на применении ИК – излучения.

Решение задачи создания и анализа оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях включает следующие этапы [2]:

- анализ условий измерений (контроля) и выбор принципа измерения;
- составление блок-схемы оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях;
- математическое описание функционального преобразования, выполняемого оптоэлектронным устройством;
- определение основных характеристик оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях;



- анализ погрешностей и определение точности оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях;
- оценка точности и информационных характеристик;
- базовая блок схема оптоэлектронных устройств на полупроводниковых излучателях.

Сущность преобразования контролируемого параметра в фотоэлектрический сигнал сводится к тому, что контролируемый объект облучают потоком излучения определенного спектрального состава, принимают долю излучения после взаимодействия и преобразуют в фотоэлектрический сигнал [3-5].

Одним из основных этапов разработки оптоэлектронных устройств с полупроводниковыми излучателями и фотоприемниками является усиление и обработка фотоэлектрического сигнала, так как получаемый на выходе фотоприемника сигнал очень мал и требуется усиление его амплитуды без изменения формы сигнала.

Основная часть

Для усиления фотоэлектрического сигнала при невысоких требованиях можно применить биполярные и полевые транзисторы. Наиболее эффективным является применение для усиления фотоэлектрического сигнала операционных усилителей [5].

В зависимости от поставленных требований возможно построение различных схем усиления на операционных усилителях.

Рассмотрим схемы усиления и анализ на примере фотодиода. Если фотодиод работает в фотогенераторном режиме и требуется усиление по току, то можно использовать схему, показанную на рис. 1.а. Здесь входное напряжение (фотоЭДС) равно выходному напряжению ($U_{ВХ} = U_{ВЫХ}$). Такая схема может быть применена тогда, когда нет требований к линейности и быстродействию и требуется лишь усиление по току (подобно эмиттерному повторителю).

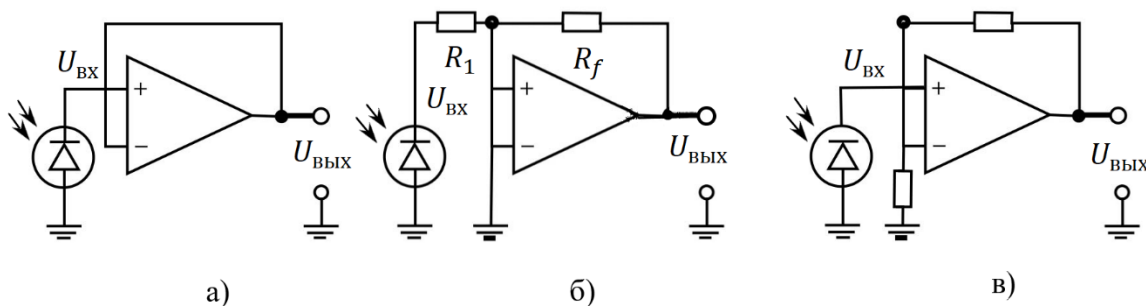


Рис. 1. Схемы усиления для фотодиода в фотогальваническом режиме работы: а - усилитель тока; б - инвертирующий и в неинвертирующий усилители



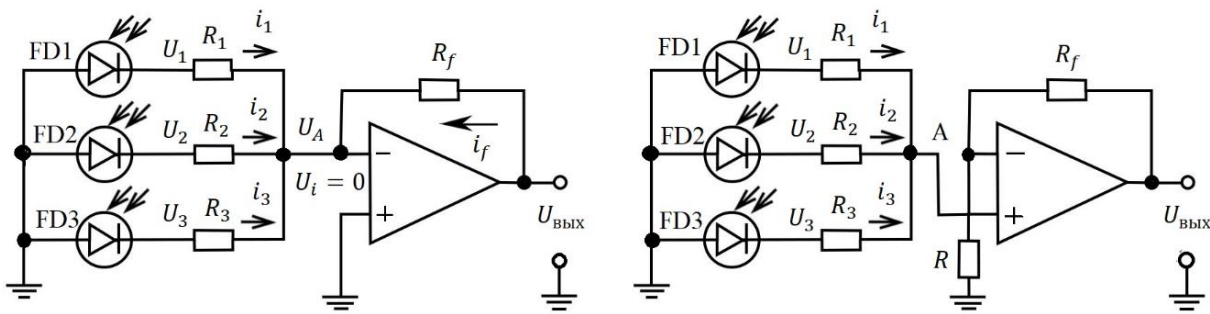


Рис. 2. Суммирующие усилители

Если необходимо усиление фотоЭДС, можно применить схемы усиления, показанные на рис.1, б и в. В схеме рис.1, б сигнал на выходе операционного усилителя:

$$U_{\text{ВЫХ}} = -\frac{R_f}{R_1} U_{\text{ВХ}}$$

и входной и выходной сигналы находятся в противофазе (инвертирующий усилитель).

В схеме рис.1, в также достигается усиление фотоЭДС. Разница лишь в том, что входной и выходной сигналы находятся в фазе (не инвертирующий усилитель), а величина выходного сигнала

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_f + R_1}{R_1} U_{\text{ВХ}}$$

Если требуется усиление суммарных фотосигналов, можно применить суммирующие усилители, показанные на рис.2. Для простоты здесь показано три фотодиода. Число фотодиодов может быть и больше.

Для схемы рис.2, а входной и выходной сигналы находятся в противофазе (инвертирующий сумматор) и связаны между собой соотношением

$$U_{\text{ВЫХ}} = -\frac{R_f}{R_1} (U_1 + U_2 + U_3)$$

Для схемы рис.2, б входной и выходные сигналы находятся в фазе (не инвертирующий сумматор) и связаны между собой соотношением

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_f + R_1}{R_1} (U_1 + U_2 + U_3)$$

В случае, когда требуется усиление импульсных и периодических фотосигналов и фотодиод работает в фотодиодном режиме, можно использовать схемы усиления, показанные на рис.3. Здесь в отличие от предыдущих схем имеется конденсаторная развязка, что в некоторой степени позволяет компенсировать тепловые и фоновые токи, так как при импульсной засветке через конденсатор проходят только импульсные



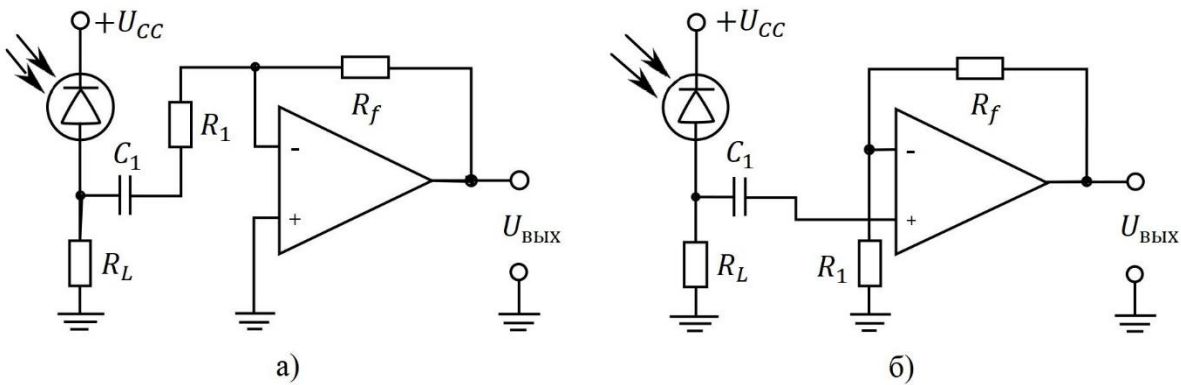


Рис. 3. Схемы усиления импульсных и периодических фотосигналов с конденсаторной развязкой: а - инвертирующий и б - неинвертирующий усилители фотоэлектрического сигнала

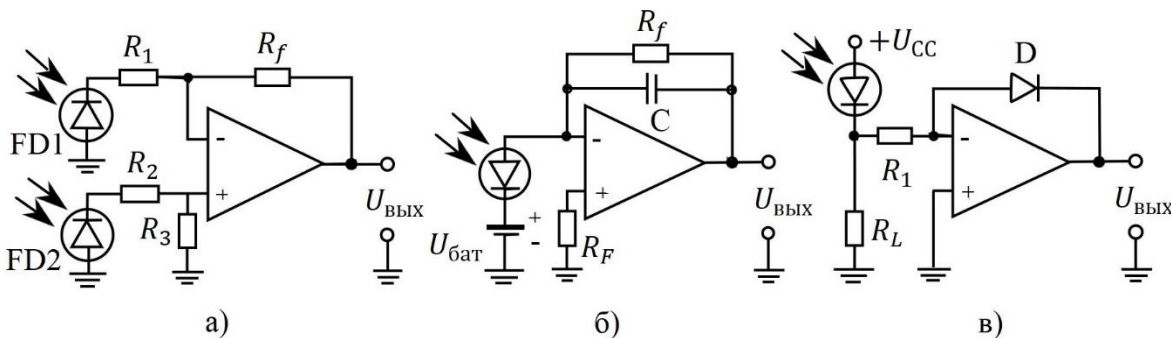


Рис. 4. Схемы усилителей, выполняющие математические операции: а - разности двух сигналов; б - интегрирования; в - логарифмирования

сигналы, а постоянная составляющая сигнала, обусловленная тепловым и фоновым токами, через конденсатор не проходит.

При необходимости получения разности двух сигналов или выполнения операции логарифмирования или интегрирования можно использовать схемы усилителей, показанные на рис. 4. Для выполнения операции логарифмирования в цепь обратной связи включается диод (рис.4.в).

Заключение

Одним из основных этапов разработки оптоэлектронных устройств с полупроводниковыми излучателями и фотоприемниками является усиление и обработка фотоэлектрического сигнала, так как получаемый на выходе фотоприемника сигнал очень мал и требуется усиление его амплитуды без изменения формы сигнала. Приведены схемы усиления для фотодиода в фотогальваническом режиме, суммирующие усилители и схемы усилителей, выполняющие математические операции.

Литература

1. Захаренко А.В., Шкаев А.Г. Технология стабилизации оптико – электронной системы // Омский научный вестник. 2010.№ 1(7). С.164-166.



2. Qu X., Wong S.C. and C. K. Tse. Temperature measurement technique for stabilizing the light output of RGB LED lamps // IEEE Trans. Instrum. Meas. 2010. doi: 10.1109/TIM.2009.2025983.
3. Wang Y., Alonso J.M. and X. Ruan. A Review of LED Drivers and Related Technologies // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2017. doi: 10.1109/TIE.2017.2677335.
4. Chiu H.J., Lo Y.K., Chen J.T., Cheng S.J., Lin C.Y., and S.C. Mou. A high-efficiency dimmable LED driver for low-power lighting applications // 2010. doi: 10.1109/TIE.2009.2027251.
5. Daliev Kh.S., Nasriddinov S.S., Kuldashov O.Kh. Increasing the Thermo stability of Optoelectronic Devices on Semiconductor Radiators. // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.12 No. 3(2021), pp. 3112-3119.

