

Лекция №9 Виды диодов

Варикап

Варикап — это специально сконструированный полупроводниковый диод, применяемый в качестве конденсатора переменной емкости. Значение емкости варикапа определяется емкостью его р-п-перехода и изменяется при изменении приложенного к переходу (диоду) напряжения.

Полупроводниковым материалом для изготовления варикапов является кремний.

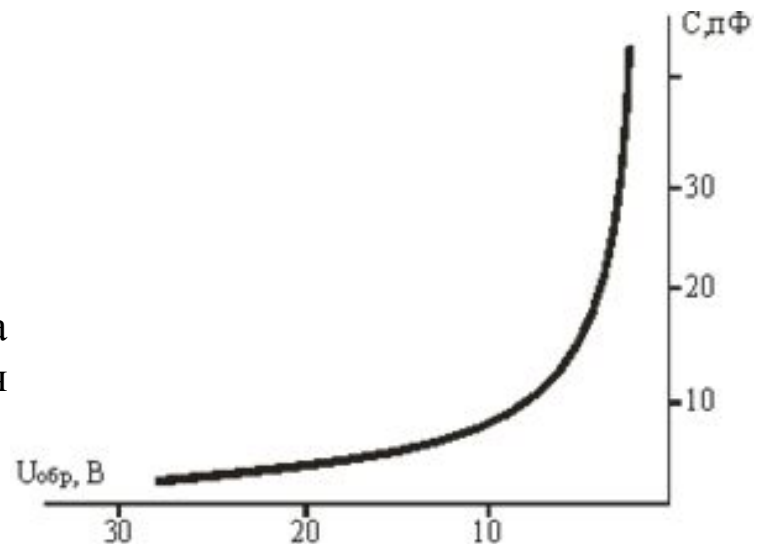
В полупроводниковых диодах существуют прямосмещенный р-п-переход (который характеризуется диффузионной емкостью) и обратносмещенный р-п-переход (который характеризуется барьерной емкостью). **В варикапах используется барьерная емкость,** которая отличающаяся малым температурным коэффициентом, низким уровнем собственных шумов и слабой зависимостью от частоты. **Следовательно, в рабочем режиме к варикапу прикладывается запирающее внешнее напряжение.**

Поскольку толщина р-п-перехода зависит от величины приложенного внешнего напряжения U , то, изменяя последнее, можно регулировать значение ёмкости. Это используется, в частности, для электронной настройки колебательного контура на нужную частоту в цифровых радиоприёмниках.



Рисунок 1 – УГО варикапа.

Рисунок 2а – Зависимость емкости варикапа от обратного напряжения



Параметры варикапа

- ❑ Общая емкость варикапа (C_{ϱ}) – емкость, измеренная при определенном обратном напряжении (измеряется при $U = 5\text{В}$ и составляет десятки – сотни пФ);
- ❑ Коэффициент перекрытия по емкости ($K_n = C_{\varrho \max} / C_{\varrho \min}$) – отношение емкостей варикапа при двух крайних значениях обратного напряжения ($K_n = 5\text{-}8$ раз);
- ❑ Добротность варикапа ($Q = X_c / r_n$) – где X_c – реактивное сопротивление варикапа; r_n – сопротивление активных потерь;
- ❑ Постоянный обратный ток ($I_{\text{обр}}$) – постоянный ток, протекающий через варикап в обратном направлении при заданном обратном напряжении;
- ❑ Температурный коэффициент – характеризует зависимость величины емкости варикапа от температуры окружающей среды.

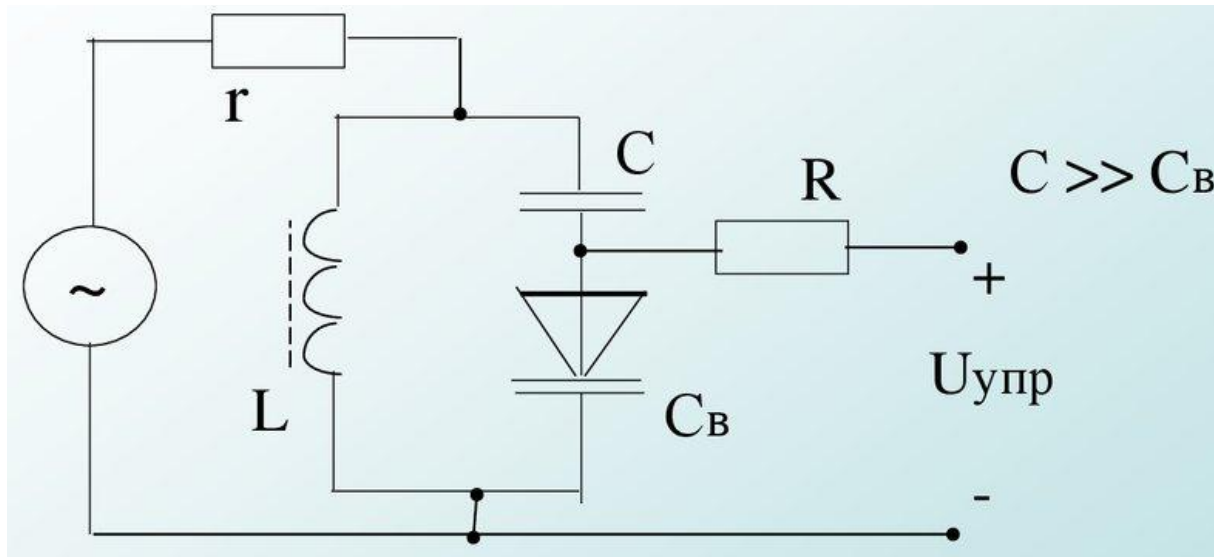


Рисунок 2б – Включение варикапа в схему

Свойства варикапа

К основным положительным качествам варикапа относят:

- низкий уровень потерь электроэнергии;
- незначительный коэффициент температурной емкости;
- небольшая стоимость;
- надежность и продолжительный срок службы.

Светодиод

Светодиоды – полупроводниковые источники света, основой которых является излучающий рп-переход.

Свечение рп-перехода вызвано рекомбинацией носителей заряда. При подаче прямого напряжения электроны из n-области проникают в р-область, где рекомбинируют с дырками и излучают освободившуюся энергию в виде света.

Светодиоды изготавливаются из карбида кремния, арсенида галлия или фосфида галлия.

Свечение может быть весьма интенсивным и лежит в инфракрасной, красной, зеленой и синей частях спектра.

Светодиод начинает испускать свет, как только подается прямое напряжение, причем с ростом тока интенсивность свечения увеличивается.

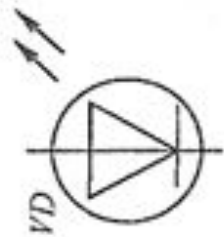


Рисунок 3 – УГО светодиода.

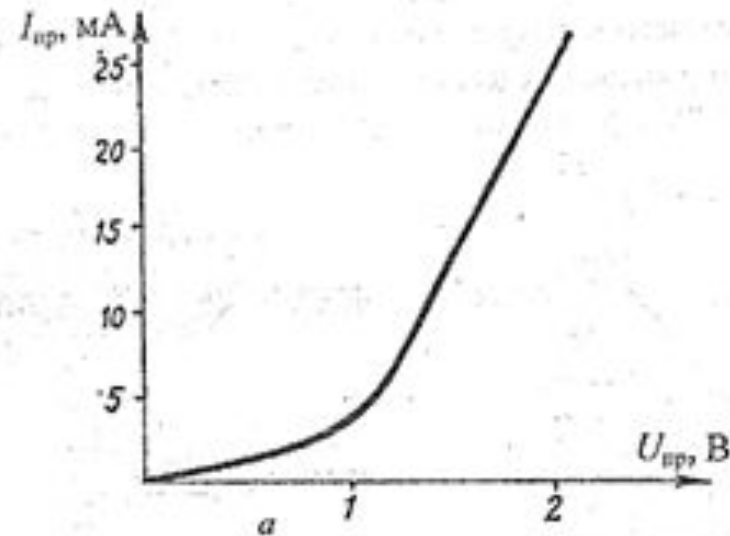


Рисунок 4 – Прямая ветвь ВАХ светодиода

Параметры светодиодов

- $P_{\text{излуч}}$ – полная мощность излучения (до 100 мВт).
- $U_{\text{пр}}$ – постоянное прямое падение напряжения (порядка единиц вольт).
- $I_{\text{пр}}$ – постоянный прямой ток (до 110 мА).
- Цвет свечения.

Фотодиод

Фотодиод – это полупроводниковый прибор, принцип действия которого основан на внутреннем фотоэффекте, состоящем в генерации под действием света электронно-дырочных пар в рп-переходе, в результате чего увеличивается концентрация основных и неосновных носителей заряда в его объеме. Обратный ток фотодиода определяется концентрацией неосновных носителей и, следовательно, интенсивностью облучения. **Вольт-амперные характеристики фотодиода** показывает, что каждому значению светового потока Φ соответствует определенное значение обратного тока. Такой режим работы прибора называют фотодиодным.

Фотодиоды применяются в качестве датчиков освещенности.

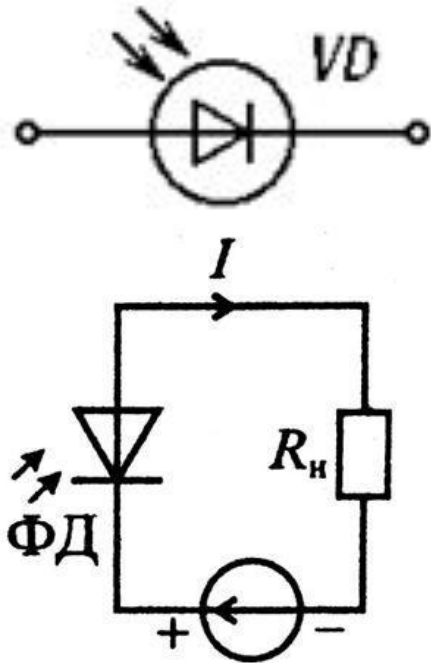


Рисунок 5 – УГО фотодиода и схема его включения.

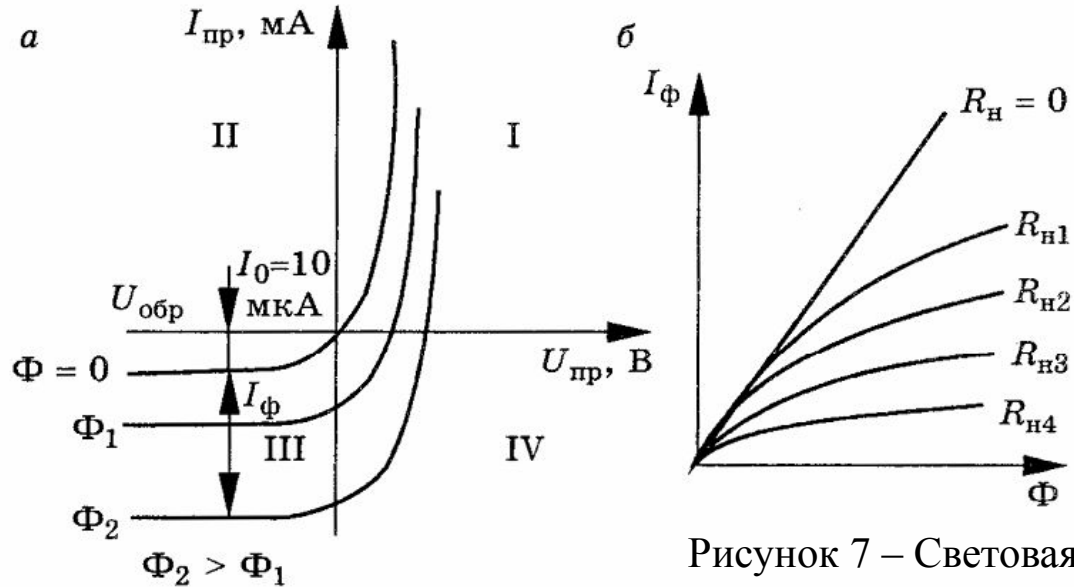


Рисунок 6 – ВАХ фотодиода

Рисунок 7 – Световая характеристика фотодиода

Параметры фотодиода

Вольт-амперная характеристика – зависимость напряжения и тока от постоянного светового потока.

Световая характеристика – зависимость фототока от освещённости и нагрузки.

- ❑ Чувствительность (S) – отражает изменение электрического сигнала (сила тока или напряжение) на выходе фотодиода при его освещении.

$$S_I = I_\phi / \Phi \text{ – токовая чувствительность,}$$

$$S_v = U_\phi / \Phi \text{ – вольтовая чувствительность.}$$

- ❑ Порог чувствительности (Φ_n) – величина минимального светового потока отнесённая к единице полосы рабочих частот.
- ❑ Постоянная времени (τ) – время, в течение которого фототок фотодиода изменяется после освещения или после затемнения фотодиода в e раз по отношению к установившемуся значению ($10^{-6} - 10^{-8}$ с).
- ❑ Темновое сопротивление (R_T) – сопротивление фотодиода в отсутствие освещения.
- ❑ Спектральная характеристика – зависимость фототока от длины волны λ падающего света (длина волны, на которую приходится максимальная чувствительность, у кремниевых фотодиодов примерно равна $\lambda_{\text{макс}} = 800 - 900$ нм, у германиевых фотодиодов находится при $\lambda_{\text{макс}} = 1500 - 1600$ нм).

Внешний вид полупроводниковых диодов



Рисунок 8 – Выпрямительные диоды.

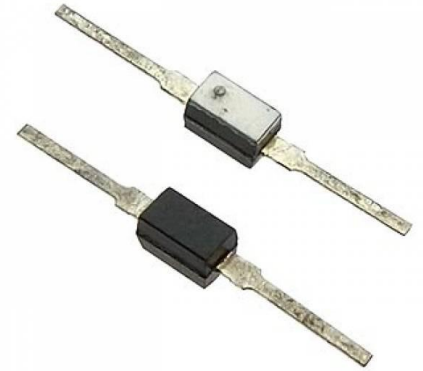


Рисунок 9 – Варикап.



Рисунок 10 – Светодиоды.



Рисунок 11 – Фотодиод.

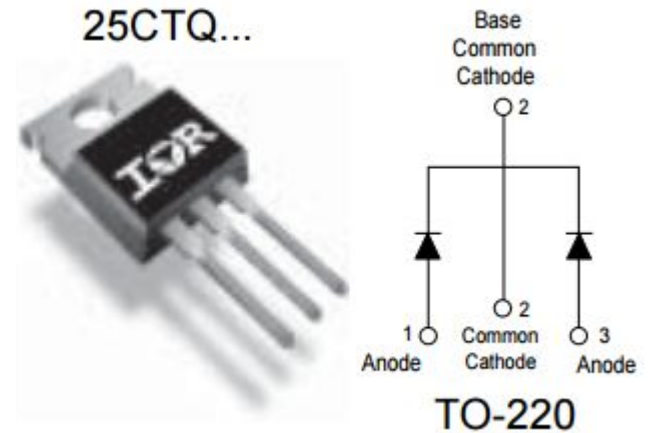


Рисунок 12 – Диод Шоттки.

Варистор

Варистор – (VARI-able resi-STOR) то есть прибор, который автоматически изменяет значение своего сопротивления в зависимости от приложенного к нему напряжения. В настоящее время варисторы изготавливаются из полупроводникового материала.

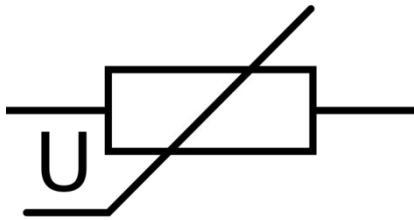


Рисунок 13 – УГО варистора.



Рисунок 14 – Зависимость сопротивления Варистора от напряжения.

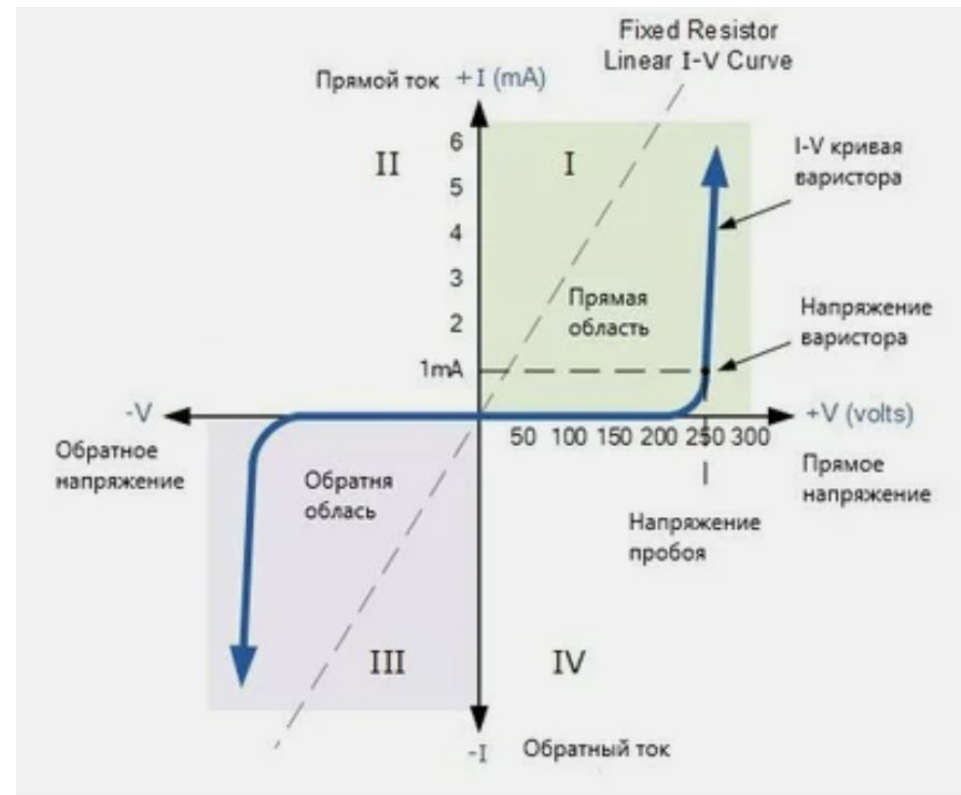


Рисунок 15 – ВАХ варистора.

Защита нагрузки с помощью варистора

Варистор обеспечивает защиту цепи от перенапряжения посредством фиксации напряжения аналогично стабилитрону.

При нормальной работе варистор имеет очень высокое сопротивление, позволяя более низким пороговым напряжениям проходить без изменений.

Однако, когда напряжение на варисторе (любой полярности) превышает номинальное значение, его эффективное сопротивление сильно уменьшается с ростом напряжения.

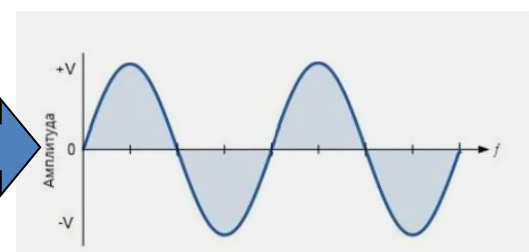
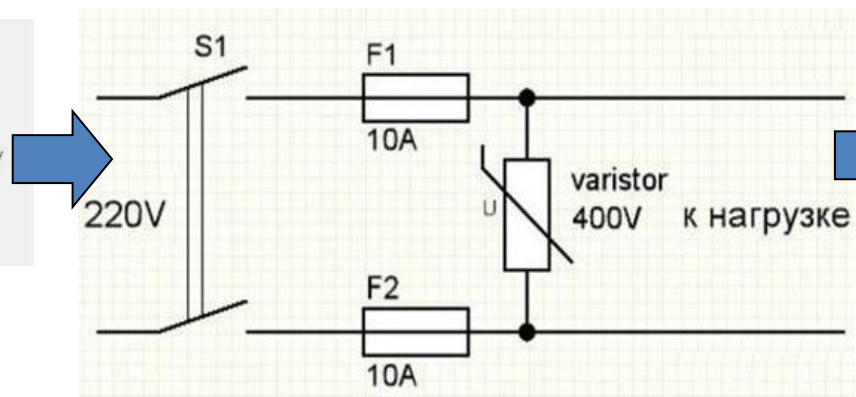


Рисунок 16 – Внешний вид варистора.

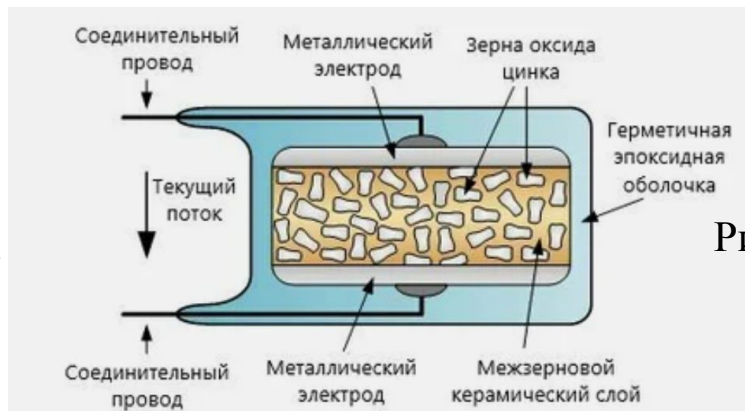


Рисунок 17 – Структура варистора.

Параметры

- ❑ Напряжение классификации — значение разности потенциалов, взятое с учетом того, что сила тока, равная 1 мА, протекает через варистор.
- ❑ Максимальная величина переменного напряжения — является среднеквадратичным значением, при котором он открывается и, следовательно, величина его сопротивления понижается.
- ❑ Постоянное максимальное напряжение — напряжение, при котором варистор открывается в цепи постоянного тока. Как правило, оно больше предыдущего параметра для тока переменной амплитуды.
- ❑ Допустимое напряжение (напряжение ограничения) — величина, при превышении которой происходит выход элемента из строя. Указывается для определенной величины силы тока.
- ❑ Поглощаемая максимальная энергия измеряется в Дж (джоулях — характеристика оказывает величину энергии импульса, которую может рассеять варистор и при этом не выйти из строя.
- ❑ Время реагирования (единица измерения — наносекунды, нс) — величина, требуемая для перехода из одного состояния в другое, т. е. изменение величины сопротивления с высокой величины на низкую.
- ❑ Погрешность напряжения классификации — отклонение от номинального его значения в обе стороны, которое указывается в % (для импортных моделей: К = 10%, L = 15%, М = 20% и Р = 25%).

Свойства

К плюсам данного элемента можно отнести следующие моменты:

- + высокое время срабатывания;
- + отслеживание перепадов при помощи безинерционного метода;
- + широкий диапазон напряжений (от 10 В до 1,8 кВ);
- + длительный срок службы;
- + низкая стоимость.

К минусам же относятся следующие аспекты:

- большая емкость (от 70 до 3200 пФ, что существенно влияет на работу схемы);
- невозможность рассеивать мощность при максимальном значении напряжения.