



ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 101

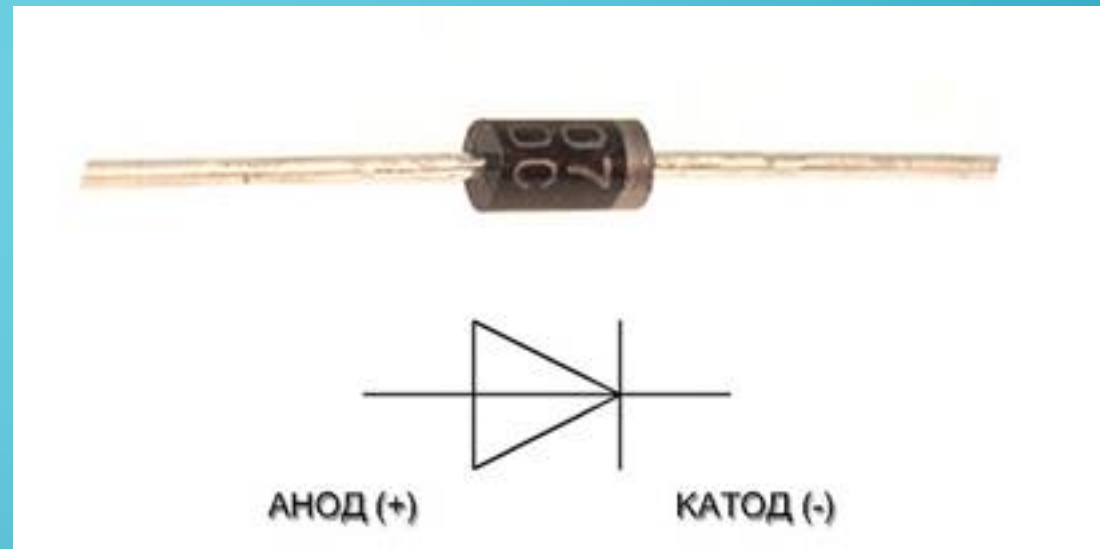
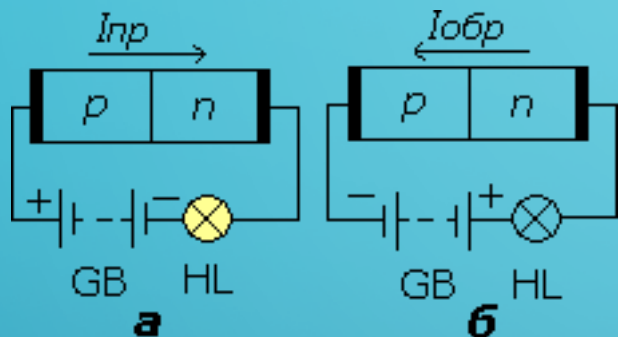
ТОЭ, ФИЗИКА, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

УРЖУМЦЕВ ОЛЕГ

NETBUG@MIT.EDU

NB3.ME

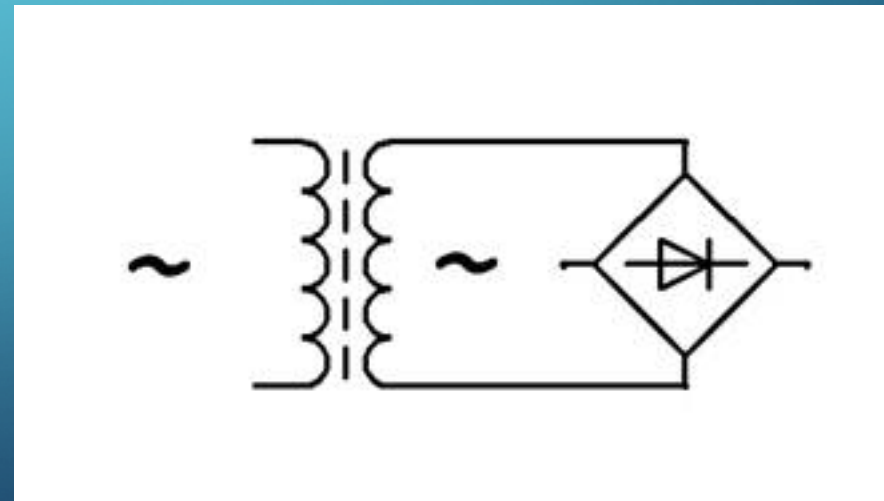
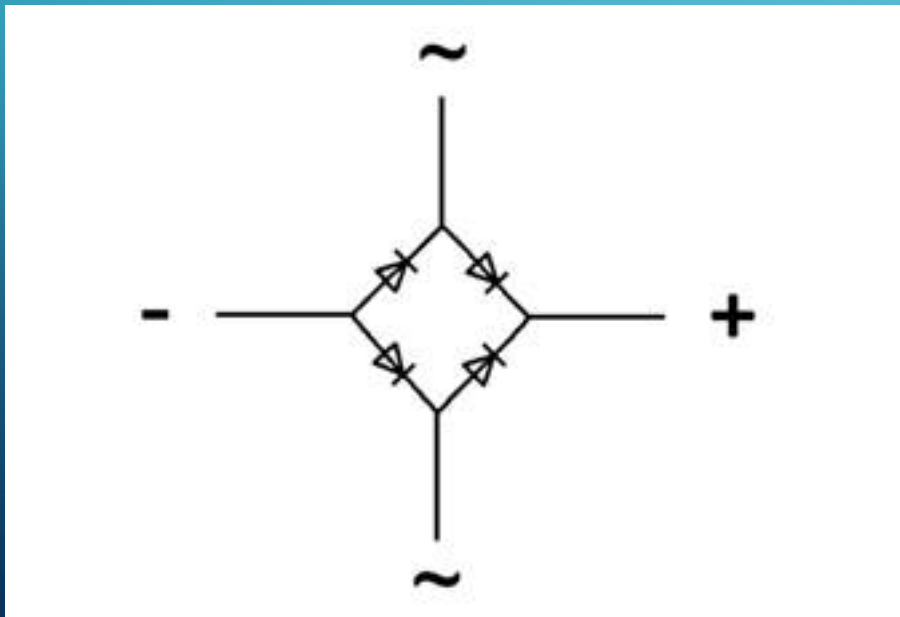
(СВЕТО)ДИОД



- Односторонняя проницаемость
- На элементе падает некоторое напряжение
- Сопротивление нелинейно зависит от тока
- => стабилизируем ток: диод не может быть активной нагрузкой!

ПРИМЕНЕНИЕ ДИОДОВ

- Основное применение – для выпрямления
- Также может использоваться для суммирования сигналов и логического «ИЛИ»



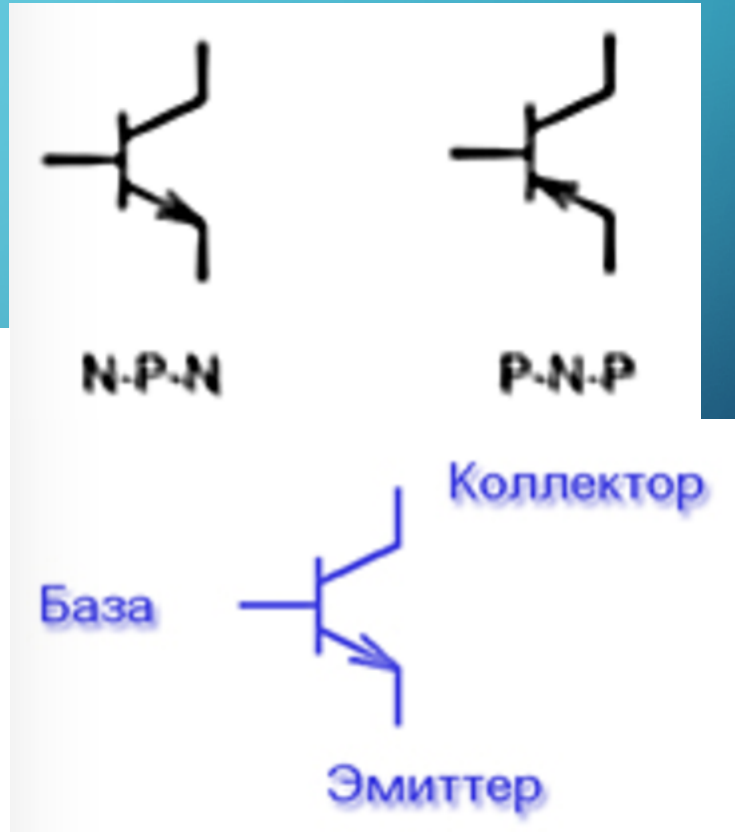
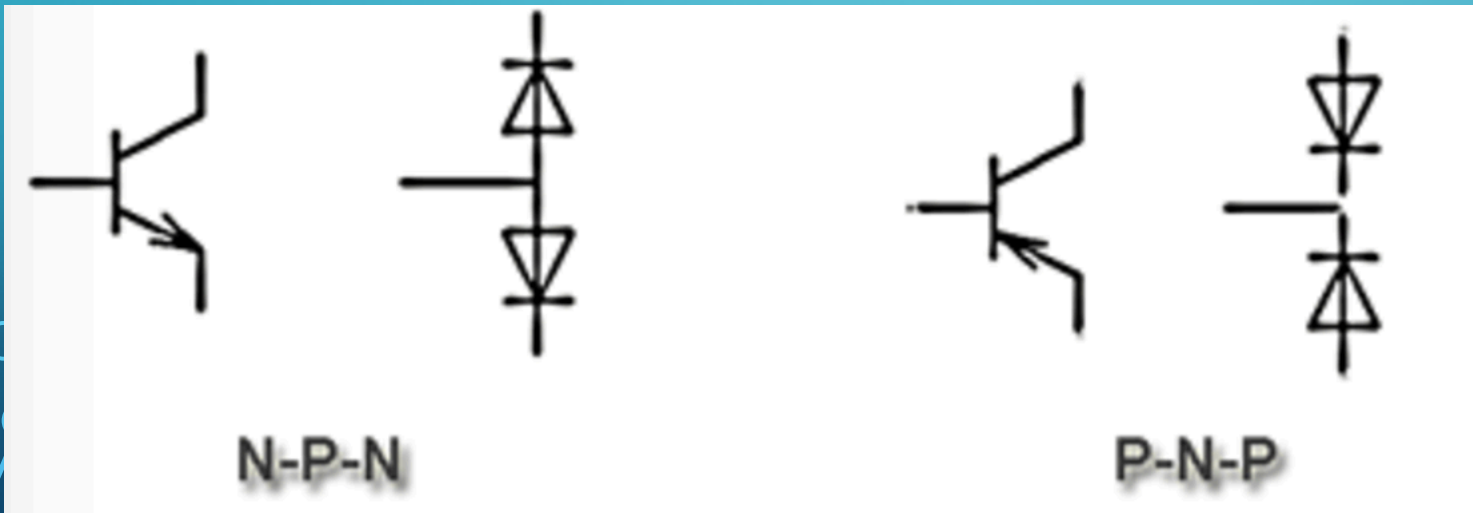
ТРАНЗИСТОР

- Основная структурная единица полупроводниковой техники

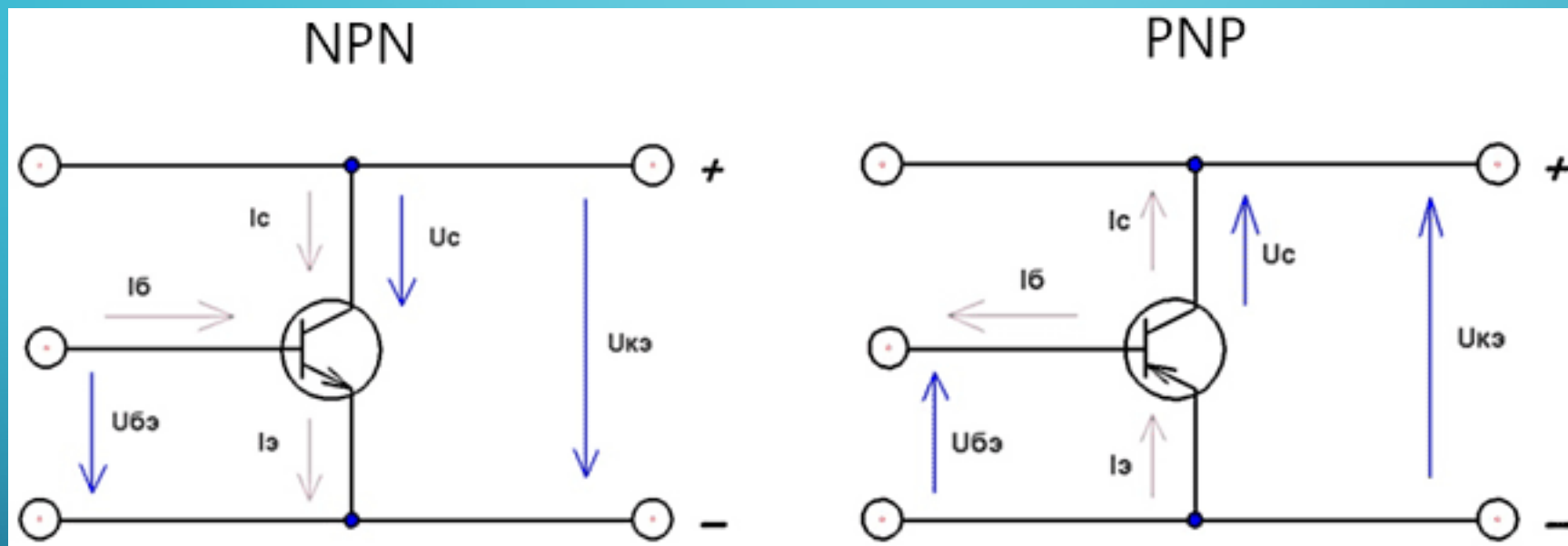


БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР

- Управляемый ток
- Два диода



РАБОТА ТРАНЗИСТОРА



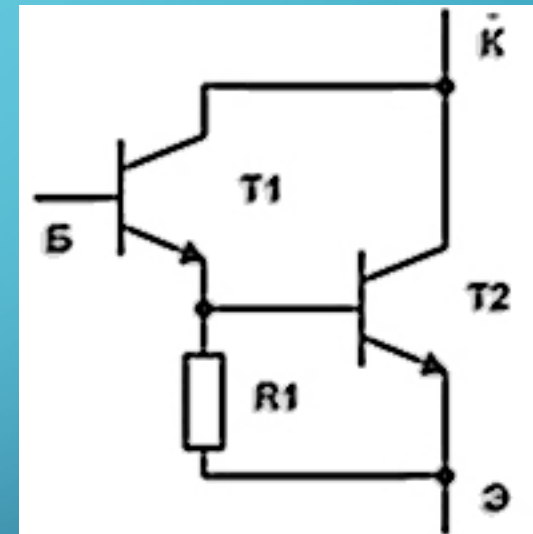
- Активный режим: коллекторный pn-переход закрыт, эмиттерный приоткрыт
- Насыщение: оба перехода открыты
- Отсечка: оба закрыты

ПАРАМЕТРЫ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

- Коэффициент передачи по току
- Входное сопротивление
- Рассеиваемая мощность.
- Постоянное/импульсное напряжение коллектор – эмиттер.
- Постоянное напряжение коллектор – база.
- Постоянное напряжение эмиттер – база.
- Предельная частота коэффициента передачи тока базы
- Постоянный/импульсный ток коллектора.
- Максимально допустимый ток
- Температура р-n перехода.
- Температура окружающей среды

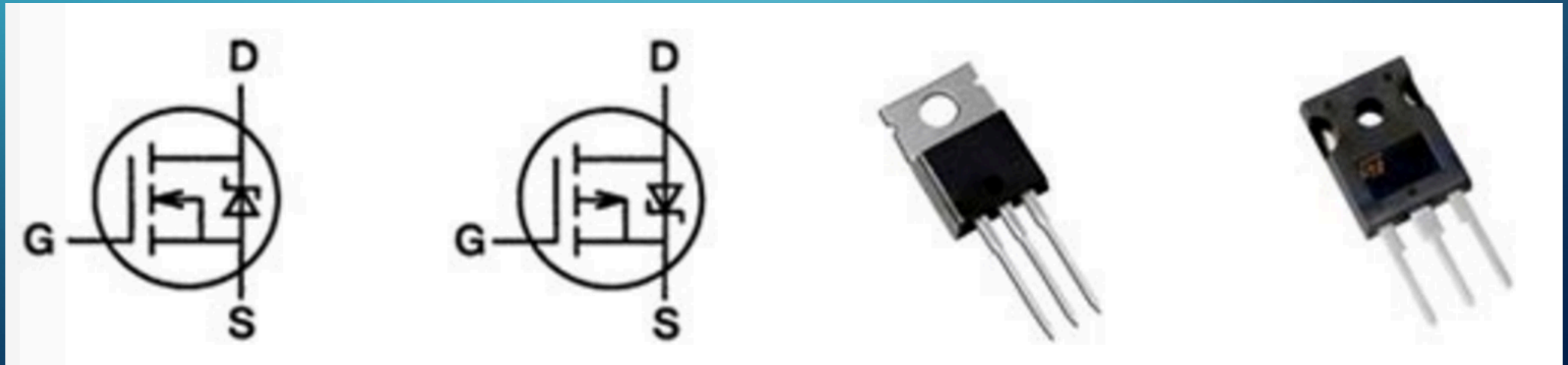
КАСКАДИРОВАНИЕ ТРАНЗИСТОРОВ

- Повышает $h_{21э}$
- Снижает быстродействие
- Существуют готовые составные транзисторы (транзисторы Дарлингтона)



MOSFET

- Управляемый напряжением вентиль
- Резистор переменного сопротивления + конденсатор на затворе
- Три вывода: G - затвор, D - сток, S – исток



ПЛЮСЫ И МИНУСЫ MOSFET

- **Плюсы у данных транзисторов следующие:**

Минимальная мощность управления и большой коэффициент усиления по току

Большая скорость переключения при правильном управлении.

Устойчивость к большим импульсам напряжения.

Схемы, где применяются такие транзисторы, обычно проще.

- **Минусы:**

Стоят дороже, чем биполярные транзисторы.

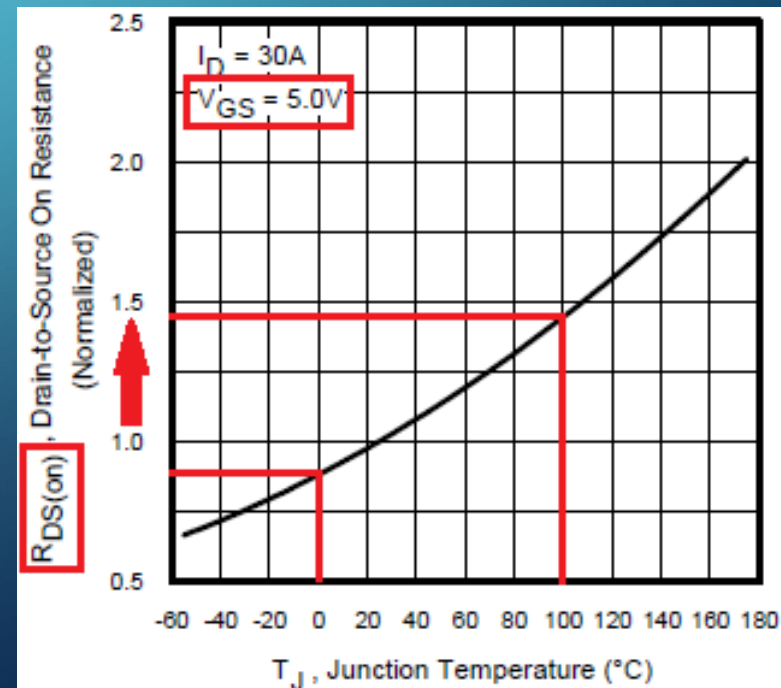
Боятся статического электричества.

ПРИМЕНЕНИЕ MOSFET

- В современных схемах с (-) на шасси чаще применяют N-канальные MOSFET
- Маломощные MOSFET открываются полностью напряжением $\sim 3V$
- Мощные – порядка 10..12V
- -> необходима микросхема драйвера

ПАРАМЕТРЫ MOSFET

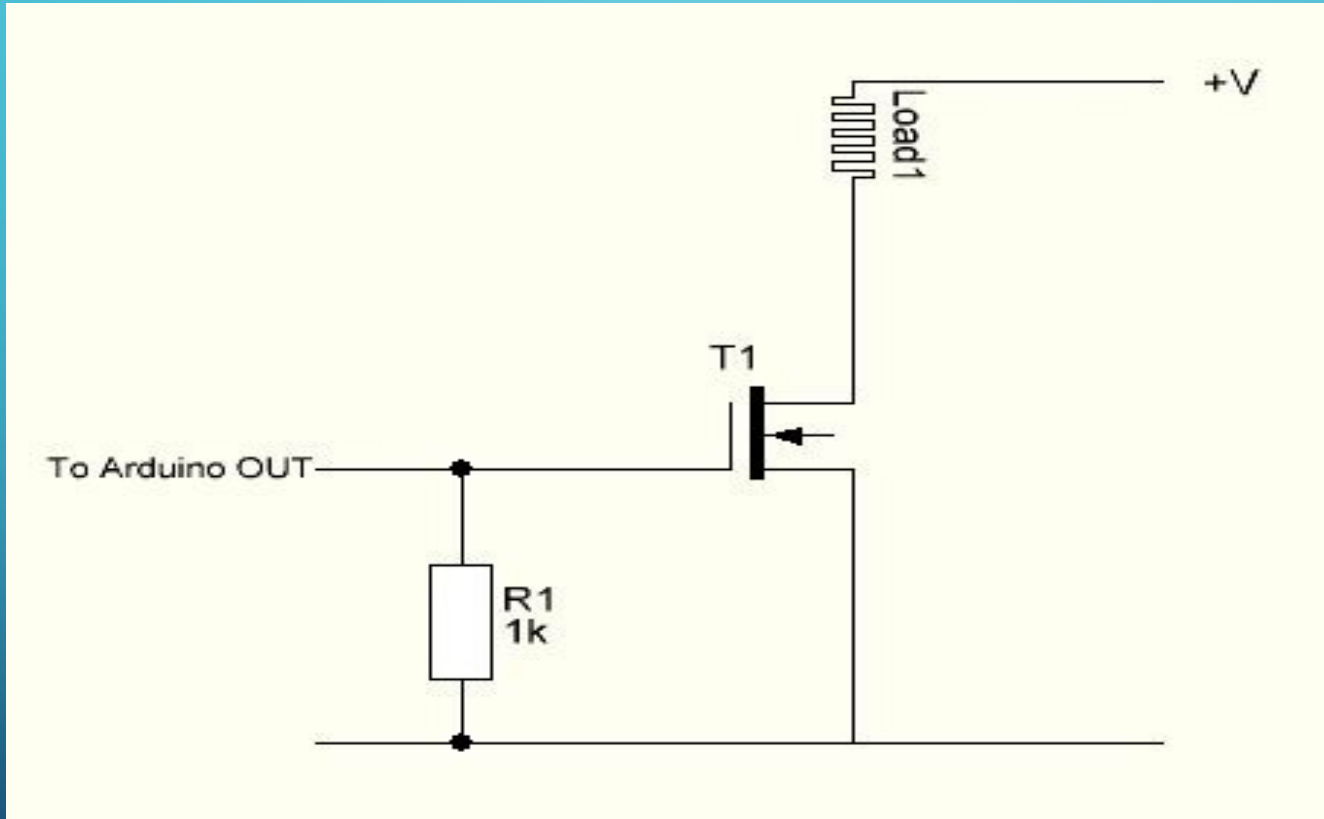
- V_{DS} (Drain-to-Source Voltage) – напряжение между стоком и истоком.
 - Необходимо помнить о 20% запасе!
- I_D (Continuous Drain Current) – ток стока или непрерывный ток стока.
 - Указывается при постоянной величине напряжения затвор-исток (например, $V_{GS}=10V$). В даташите, как правило, указывается максимально возможный ток.
- $R_{DS(on)}$ (Static Drain-to-Source On-Resistance) – сопротивление сток-исток открытого канала.
 - При увеличении температуры кристалла транзистора сопротивление открытого канала увеличивается. Это легко увидеть на графике, взятом из даташита одного из мощных HEXFET транзисторов.



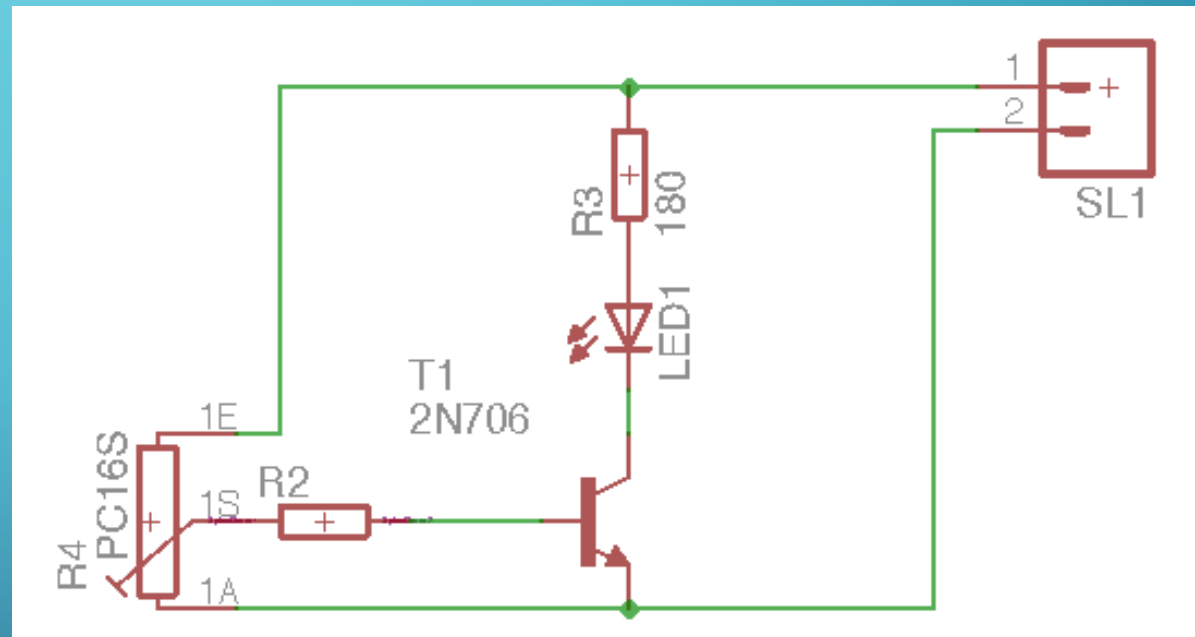
ПАРАМЕТРЫ MOSFET

- P_D (Power Dissipation) — мощность транзистора в ваттах. По-иному этот параметр ещё называют мощностью рассеяния. В даташите на конкретный транзистор величина данного параметра указывается для определённой температуры кристалла.
- V_{GS} (Gate-to-Source Voltage) — напряжение насыщения затвор-исток. Это напряжение, при превышении которого увеличения тока через канал не происходит. По сути, это максимальное напряжение между затвором и истоком.
- $V_{GS(th)}$ (Gate Threshold Voltage) — пороговое напряжение включения транзистора. Это напряжение, при котором происходит открытие проводящего канала транзистора и он начинает пропускать ток между выводами истока и стока. Если между выводами затвора и истока приложить напряжение меньше $V_{GS(th)}$, то транзистор будет закрыт.

ПРИМЕНЕНИЕ MOSFET



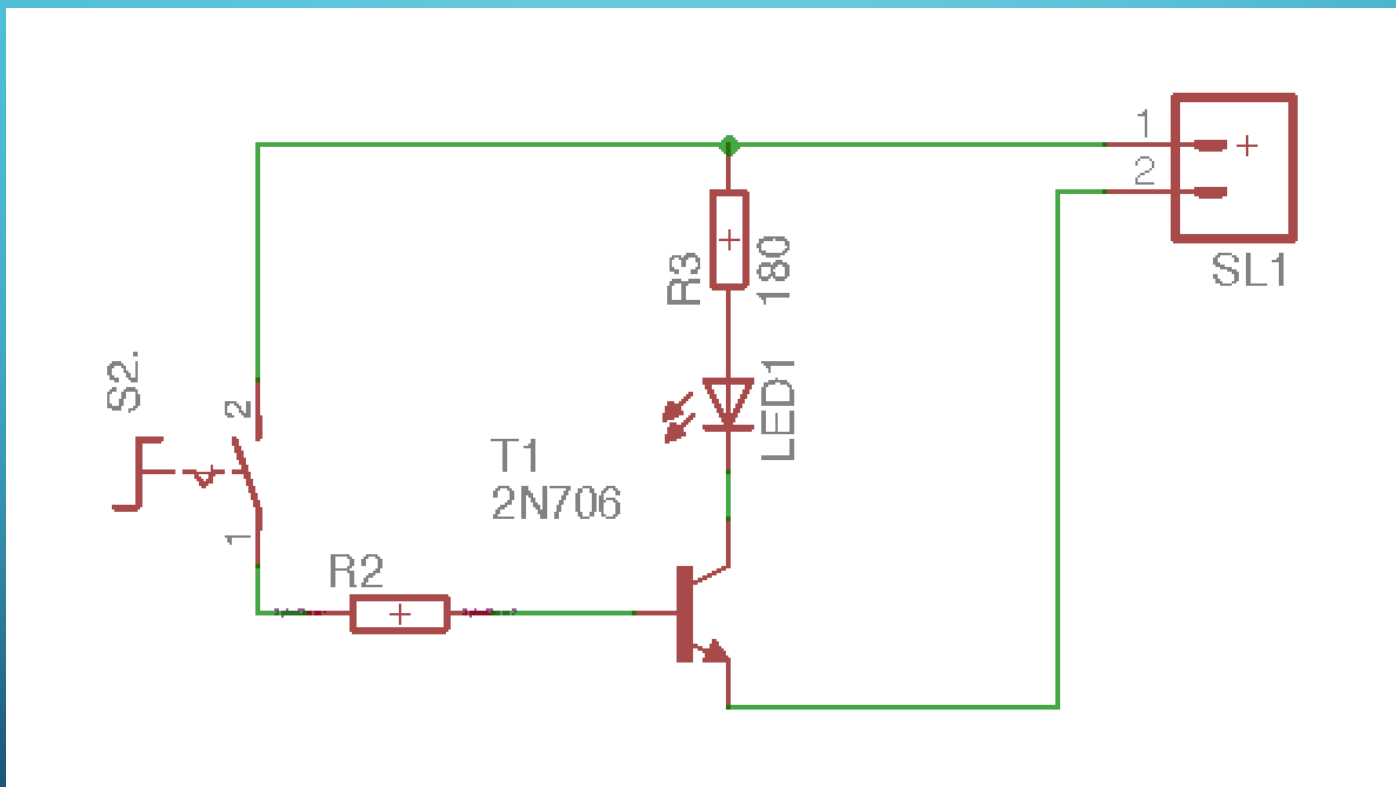
ПРИКЛАДНЫЕ СХЕМЫ: ТРАНЗИСТОР В ЛИНЕЙНОМ РЕЖИМЕ



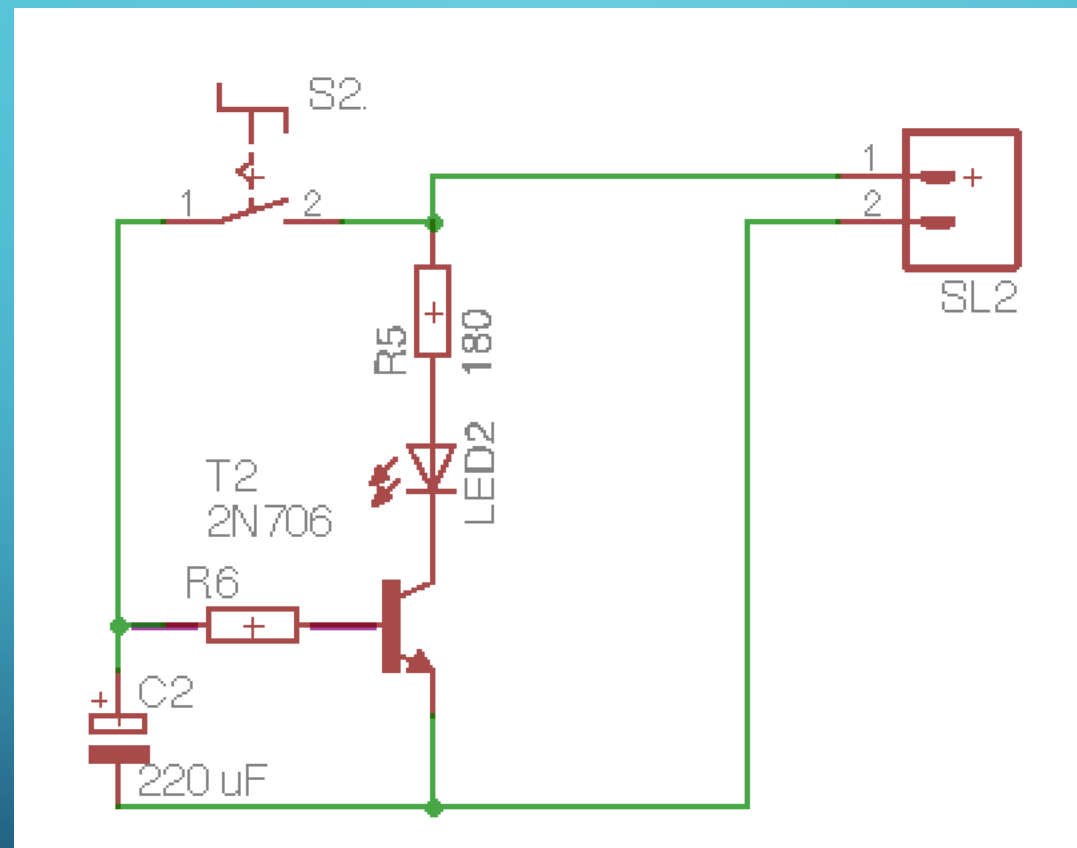
ПРИКЛАДНЫЕ СХЕМЫ: ТРАНЗИСТОР В КЛЮЧЕВОМ РЕЖИМЕ

- Помните, что максимальная мощность рассеивается на последовательном резисторе, когда его сопротивление равно $R_{\text{нагр}}$
 - Если оно очень велико или мало, мощность весьма невелика.
- Выгодно использовать коммутирующий элемент в полностью закрытом либо в полностью открытом состоянии

ПРИКЛАДНЫЕ СХЕМЫ: ТРАНЗИСТОР В КЛЮЧЕВОМ РЕЖИМЕ



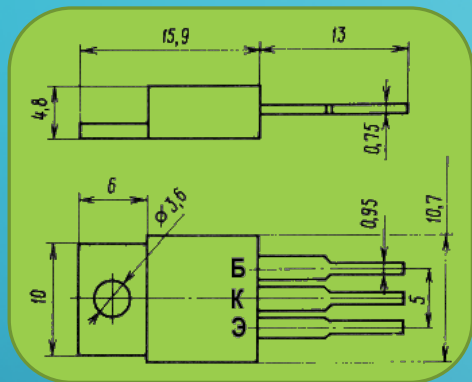
ПРИКЛАДНЫЕ СХЕМЫ: МОДУЛЬ ЗАДЕРЖКИ



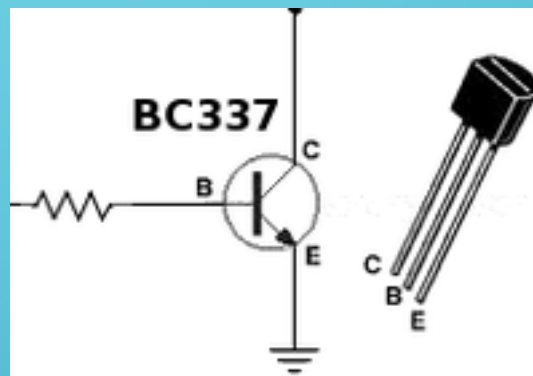
ПРАКТИКА

- Собрать схему с линией задержки
- Собрать схему с ключом, на котором будет рассеиваться 5 Вт. Поставить на него радиатор. Оценить потребную площадь для охлаждения (пассивное и с вентилятором)

ПОЛЕЗНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

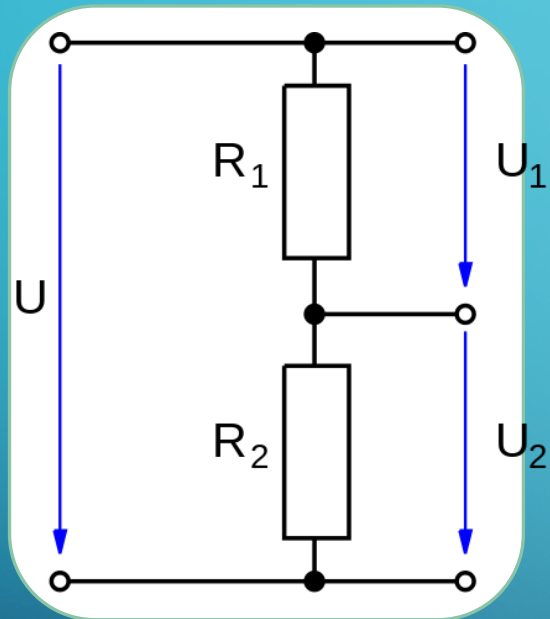


- Распиновка КТ805

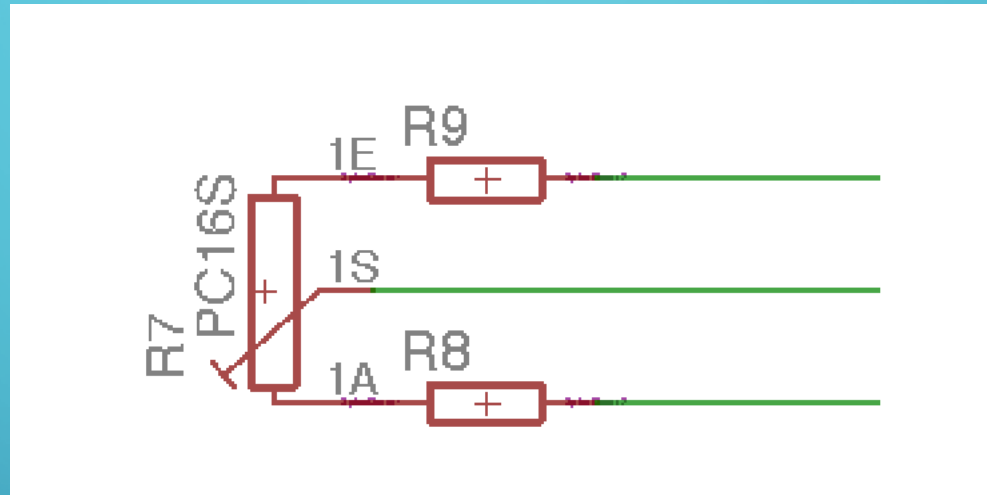


Распиновка BC337

ДЕЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ



$$\begin{cases} U_1 = IR_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} \\ U_2 = IR_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \end{cases}$$



- Добавив в схему линейного регулятора (Рис. 3 в раздатке) резисторы ($R_9=47k$, $R_8=470 \text{ R}$ при сопротивлении $R_7=10k$), мы добьёмся более плавной регулировки тока через нагрузку, сузив диапазон регулировки напряжения потенциометром.

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

- Диоды: http://pomiluy.com/view_article.php?id=5
- Устройство транзисторов: <http://hightolow.ru/transistor2.php>
- Устройство транзисторов, детальнее: <https://geektimes.ru/post/253730/>
- Работа конденсаторов в RC-цепочках и цепях переменного тока:
<http://easyelectronics.ru/kondensator-i-rc-cepochka.html>
- Операционные усилители: <http://cxem.net/beginner/beginner96.php>