

# Электроприборы будущего. Smart ТЕХНОЛОГИИ.

# Силовые полупроводниковые приборы

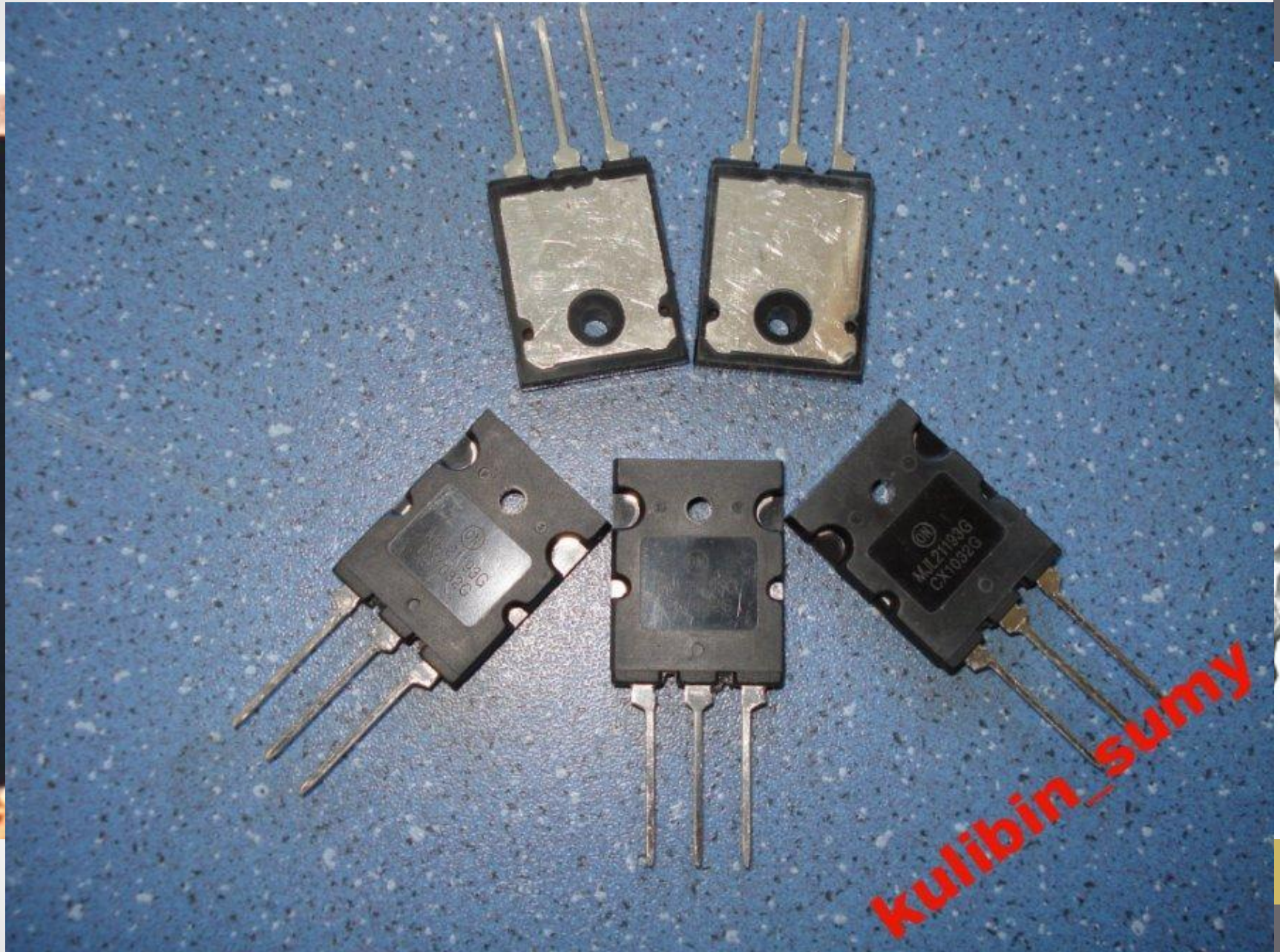
- **Силовая электроника** — область электроники, связанная с преобразованием электрической энергии, управлением ей или её переключением без управления (включением и отключением).
- В случае с силовой техникой в первую очередь ставится задача уменьшения потери энергии при передаче.
- Принцип работы преобразователей в силовой электронике основан на периодическом включении и выключении вентиляей.
- *Достоинства силовых полупроводниковых приборов:* высокое быстродействие, малое падение напряжения в открытом состоянии и малый ток в закрытом состоянии (что обеспечивает малые потери мощности), высокая надежность, значительная нагрузочная способность по току и напряжению, малые размеры и вес, простота в управлении.



# Основные классы СПП

- **Диод** - это полупроводниковый прибор, пропускающий ток только в одном направлении – от анода к катоду.
- **Тиристор** -это полупроводниковый прибор, работающий в двух устойчивых состояниях – низкой проводимости (тиристор закрыт) и высокой проводимости (тиристор открыт).
- **Симистор** (Тиристор симметричный)-проводит ток в обоих направлениях.
- **Стабилитрон** - это полупроводниковый диод, падение напряжения на котором мало зависит от протекающего тока.
- **Транзистор** - это полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов, а также коммутации электрических цепей.





**kulibin\_sumy**

нескольких десятков ампер, отдавая мощность до 100 Вт.

## N-канальные MOSFET в режиме истощения



MOSFET: P-канал  
Тип: насыщения

MOSFET: N-канал  
Тип: истощения

MOSFET: P-канал  
Тип: насыщения

MOSFET: N-канал  
Тип: истощения



# Развитие транзисторов

- нового поколения полупроводниковых модулей на базе IGBT-структур (биполярные транзисторы с изолированным затвором) на токи до 1600 А, напряжение 1200 В;
- полупроводниковых ключевых приборов с полевым управлением на основе СИ-транзисторов (транзисторов со статической индукцией) и МОП-транзисторов (полевых транзисторов) с комплексом параметров, не уступающих IGBT.



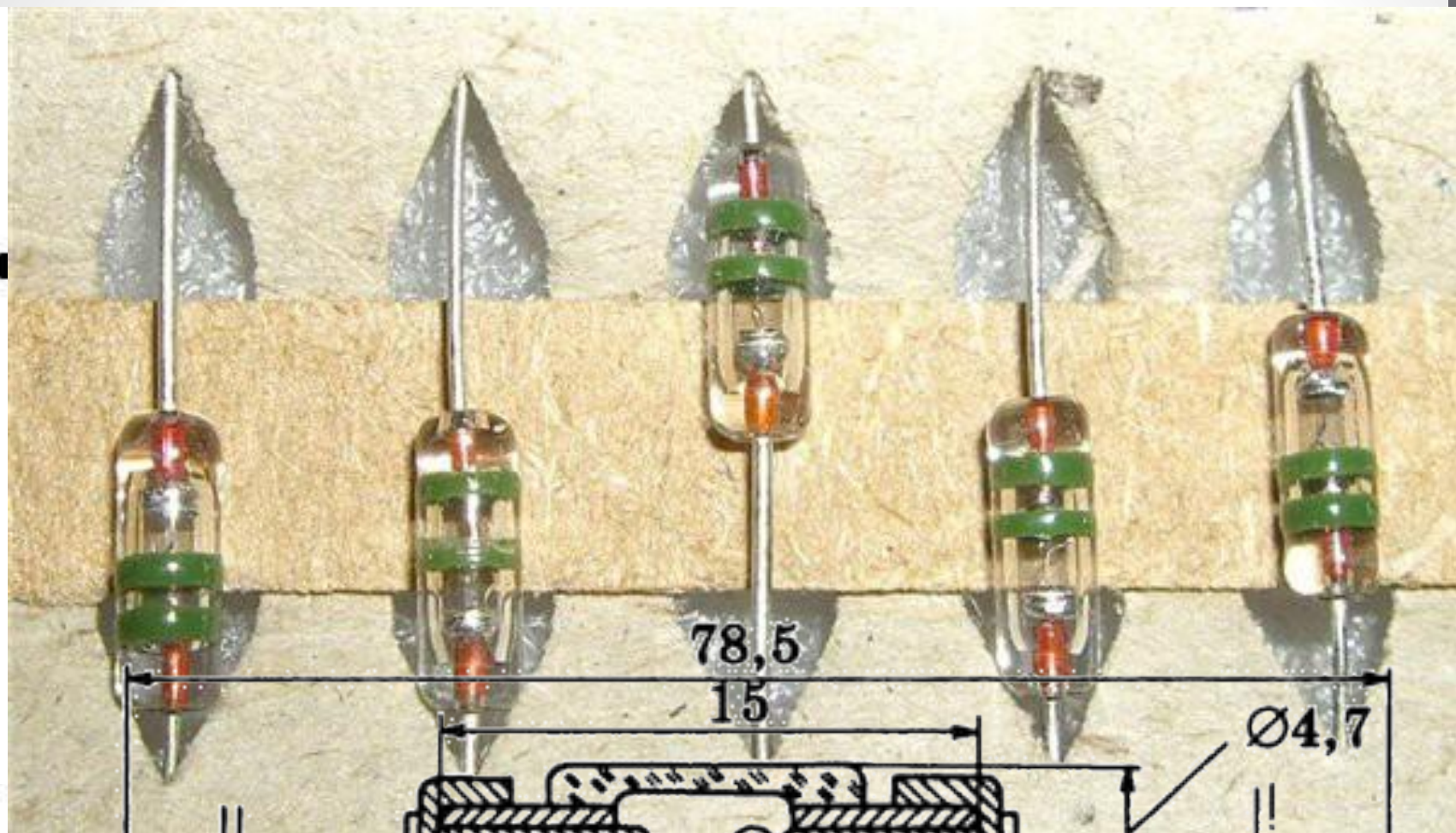
# Развитие тиристоров

- Повышение параметров СПП для *тиристоров* токов 2500 А при 4400 В и 3500 А при 1000 В, для *быстродействующих тиристоров* — 2000 А при 2400 В и времени выключения 25–63 мкс и 3000 А при 800 В и времени выключения 8–25 мкс.

**В последние годы специалисты силового полупроводникового приборостроения работают над созданием следующих СПП:**

- быстродействующих тиристоров с повторяющимся напряжением 2500 В на токи 100–1600 А и временем выключения до 16 мкс;
- тиристоров на токи 160–200 А, напряжения 500–700 В с временем выключения 1–2 мкс;
- быстродействующих тиристоров с повторяющимся напряжением 1400 В, работающих при повышенной рабочей температуре до 140–150 °С. Такие тиристоры позволят перевооружить электрифицированный транспорт, решить многие задачи топливно-энергетических отраслей;
- запираемых тиристоров на импульсный ток до 1250 А, напряжение до 6000 В и запираемых тиристоров с полевым управлением на ток до 250 А, напряжение до 1200 В





кВ.

6

5

4

3

1

2

6

a)

# Развитие диодов

- В схемотехнике силовых полупроводниковых схем сложились типовые узлы, которые служат «строительным материалом» для создания практически любых силовых электронных устройств. Эти типовые узлы выпускаются в виде силовых интегральных модулей, использование которых облегчает задачу инженеров-разработчиков, упрощает монтаж и повышает надежность преобразователей. Получили распространение *диодно-диодные модули с последовательным соединением* (полумостовые схемы); *диодно-тиристорные модули и тиристорно-тиристорные модули* (полумостовые управляемые и полууправляемые схемы); *диодные и тиристорные группы из трех вентилей с общим анодом* (катодом); однофазные и трехфазные мостовые структуры. Силовые модули имеют различное конструктивное решение. Существуют потенциальные и беспотенциальные исполнения; в первых активные элементы соединены с металлическим основанием, во вторых они электрически изолированы керамическими прокладками.
- Следующим важным новшеством, упрощающим разработку преобразовательных устройств, стала унификация средств сопряжения силовых полупроводниковых вентилей (силовых ключей) с цепями управления

- Следующим шагом в развитии элементной базы силовой электроники стали так называемые **интеллектуальные (разумные) силовые модули**.
- *Интеллектуальный силовой модуль* представляет собой сложную интегральную силовую схему (размер корпуса соизмерим с размером калькулятора). Интеллектуальные модули комплектуются в силовой части биполярными транзисторами, транзисторами с полевым управлением, быстродействующими тристорами.
- В последние годы активно разрабатываются узлы силовой электроники для источников бесперебойного электропитания; локальных систем регулируемого электропривода (например, частотно-регулируемый асинхронный привод насосов, вентиляторов); корректоров коэффициента мощности для компенсации влияния реактивных и нелинейных нагрузок; преобразователей для источников возобновляемой энергии (солнце, ветер и пр.), а также для утилизации вторичных энергоресурсов; преобразователей для нового вида приводов Switched Reluctance Drive — вентильно-индукторного привода (SRD — ВИП).
- Ведущими зарубежными фирмами в области силовой электроники, в частности силовых модулей последних поколений, являются «Motorola» (США), «Siemens» (Германия), «Mitsubishi» (Япония), «Semikron» (Германия), IR («International Rectifier», США)