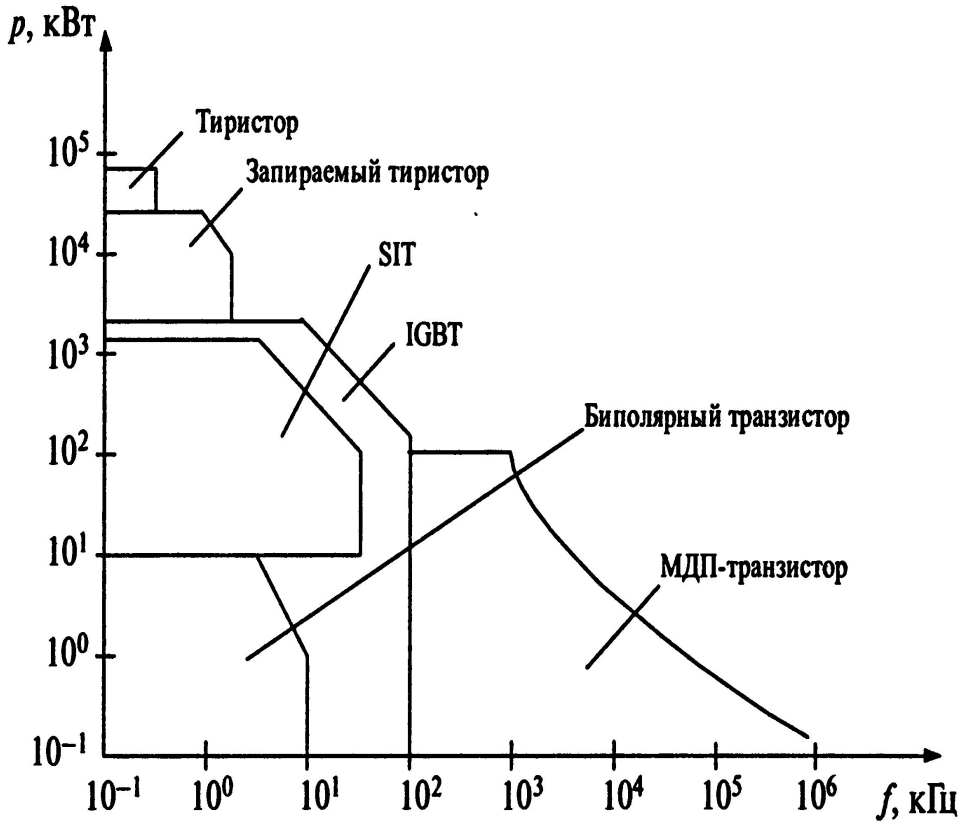
Силовые полупроводниковые приборы (СПП)

Наиболее широко используемые в настоящее время СПП:

- IGBT;
- МДП-транзистор;
- биполярный транзистор;
- SIT;
- тиристор;
- симистор;
- запираемый тиристор.



Выпускаемые промышленностью отдельные конкретные типы всех перечисленных выше транзисторов и тиристоров имеют высокие значения максимально допустимых напряжений (сотни вольт) и максимально допустимых токов (сотни ампер).

Из анализа сравнительной оценки СПП видно:

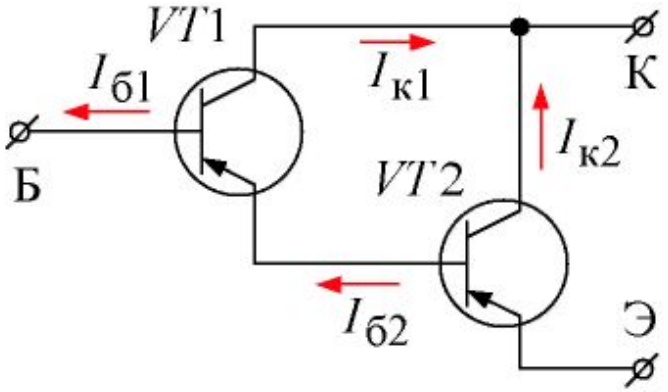
1.Некоторые типы тиристоров и IJBT модулей имеют **Uобр. доп. >1000В и Iа > 1000А**

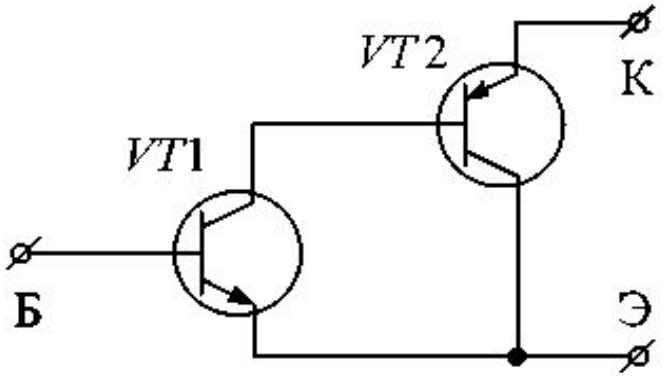
2. Максимальную частоту коммутации **fк** имеют **МДП-** транзисторы более 1-го МГц;

3. В настоящее время **IJBT** и **МДП-** транзисторы вытесняют **БТ и SIT** транзисторы.

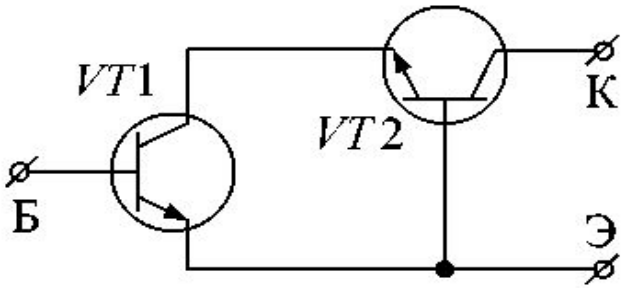
Силовые биполярные транзисторы

1. Составной транзистор это соединение двух и более транзисторов, эквивалентных одному транзистору, но с большим коэффициентом усиления.





$$\beta_{экв} = \frac{I_к}{I_{б1}} = \frac{I_{к1} + I_{к2}}{I_{б1}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_1\beta_2;$$



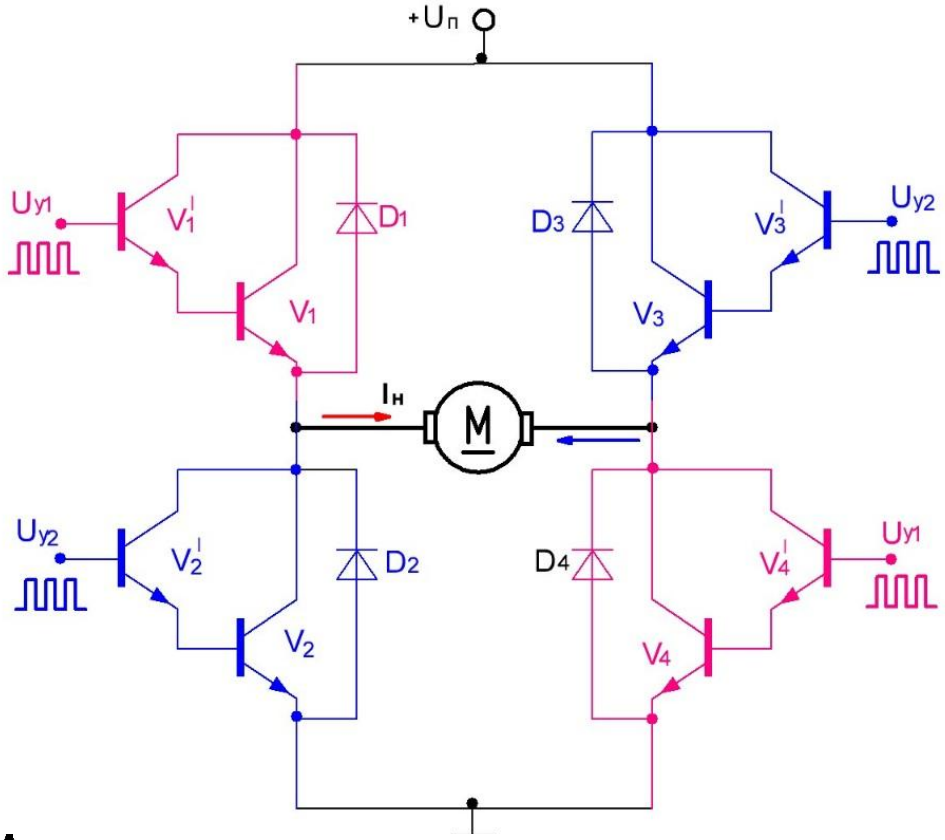
$$I_{к1} = \beta_1 I_{б1} \qquad I_{к2} = \beta_2 (I_{б1} + \beta_1 I_{б1})$$

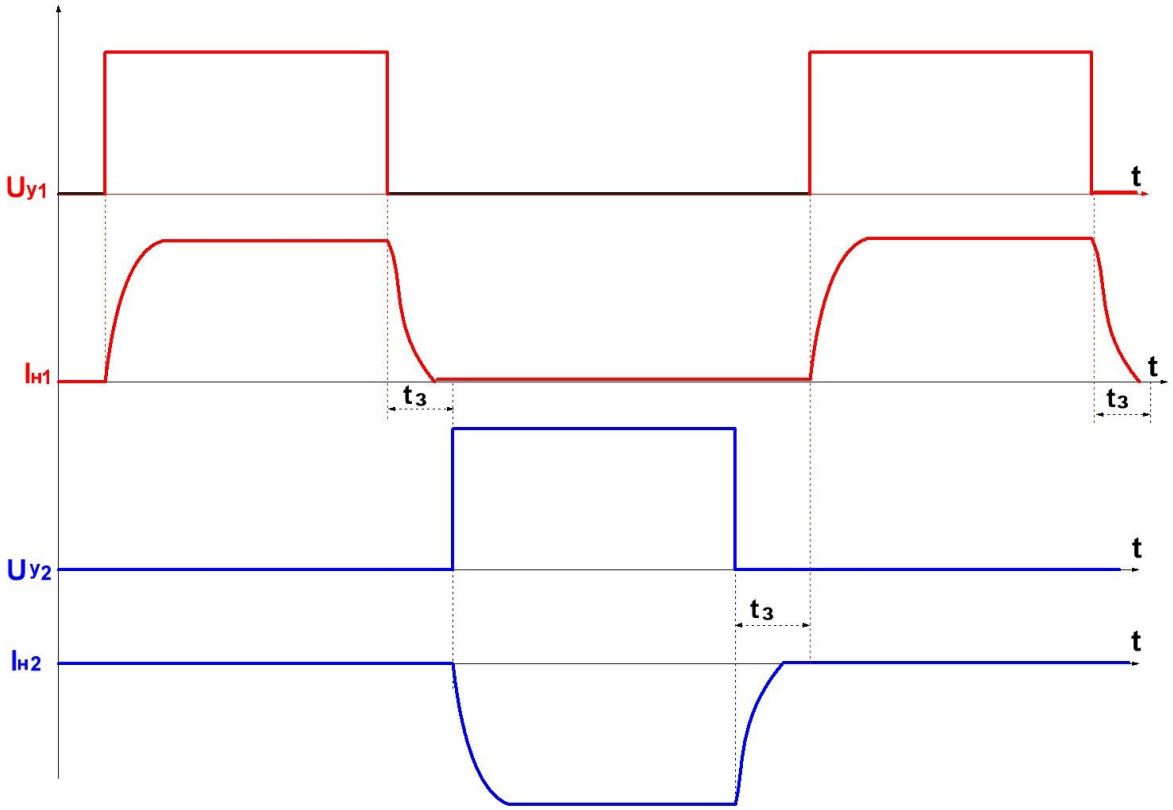
$$R_{вх} = R_{вх1} + R_{вх2}(\beta_1 + 1) \qquad R_{вых} = R_{вых1} \parallel R_{вых2}$$

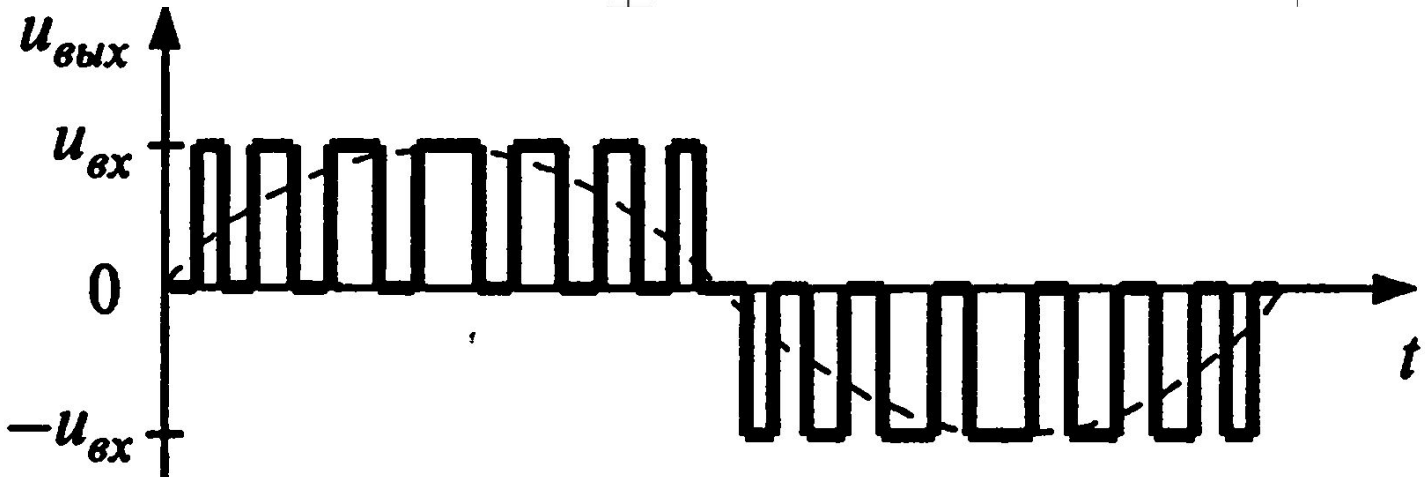
$\beta_{экв.} \approx \beta_{1.}\beta_{2.}$; При $\beta_{1.} = 100$, $\beta_{2.} = 10$; $\beta_{экв.} = 1000$

$I_{ВХ} = I_{Б1} = {}^{I_н}/_{\beta_{экв}}$ При $I_{к2} = 100А$; $I_{б1} = 100/1000 = 0{,}1А$

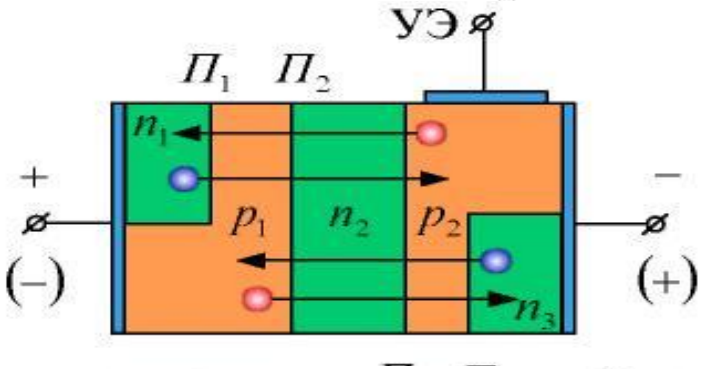
Примеры использования силовых транзисторов

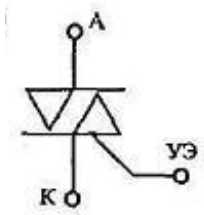


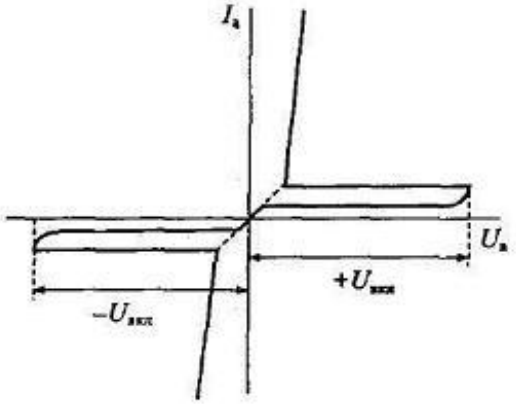


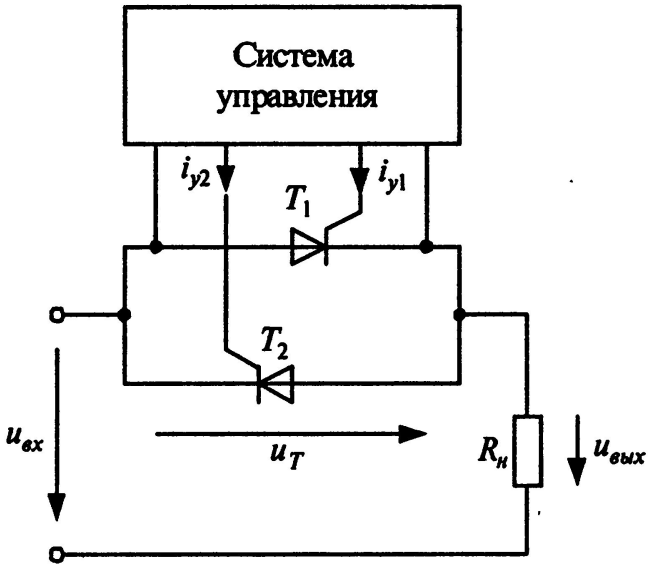


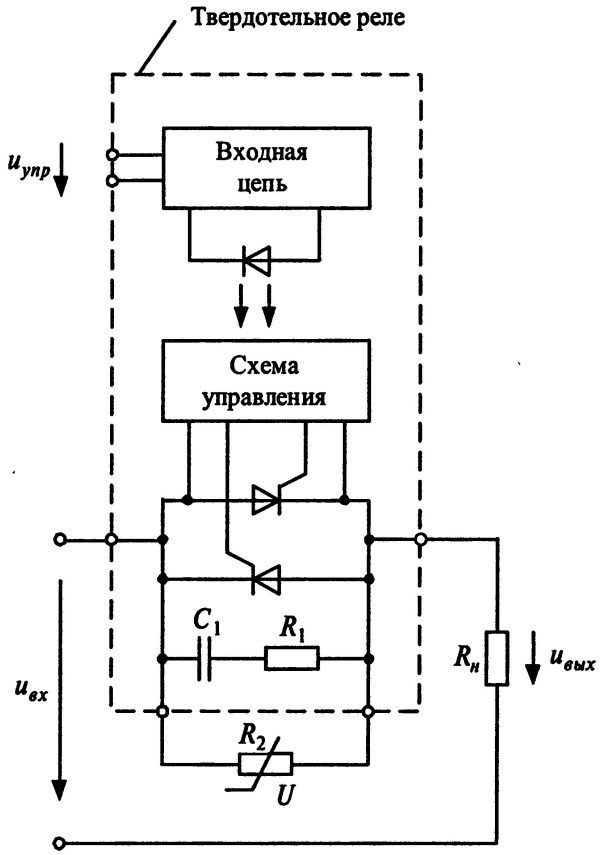
Силовые тиристоры

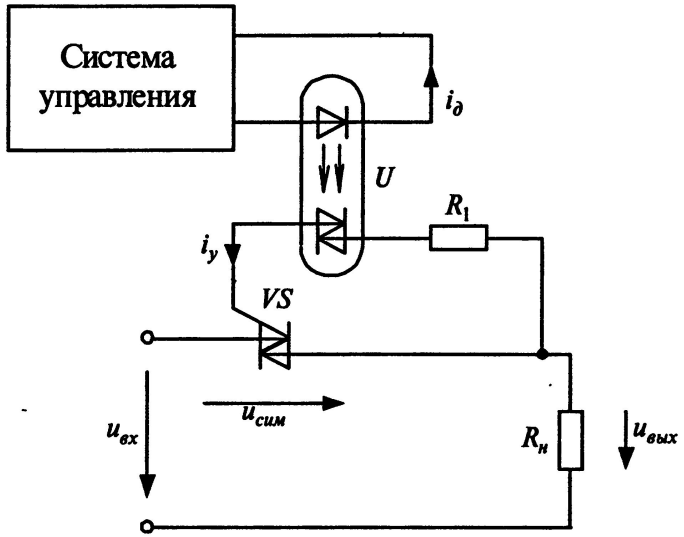




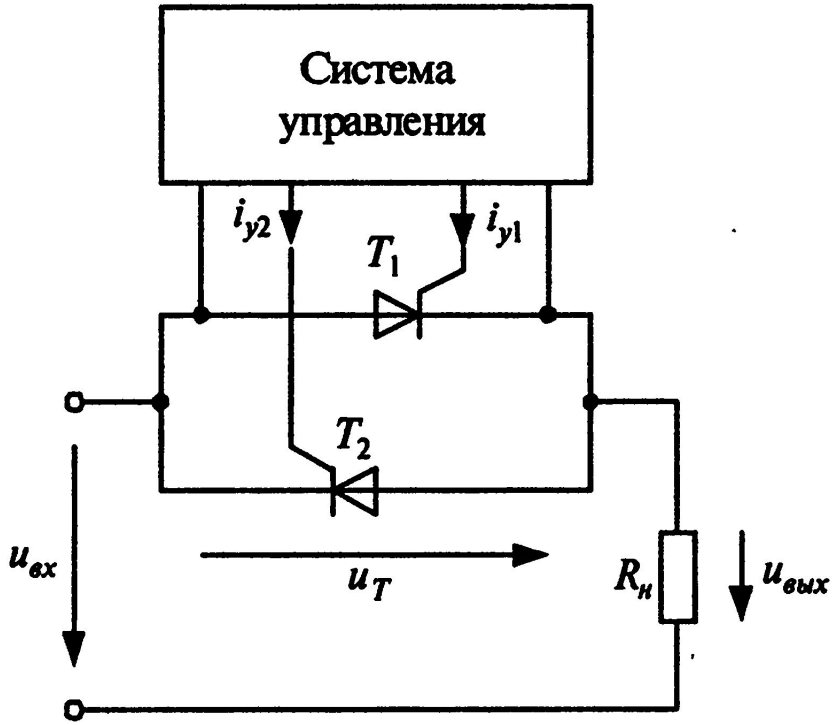


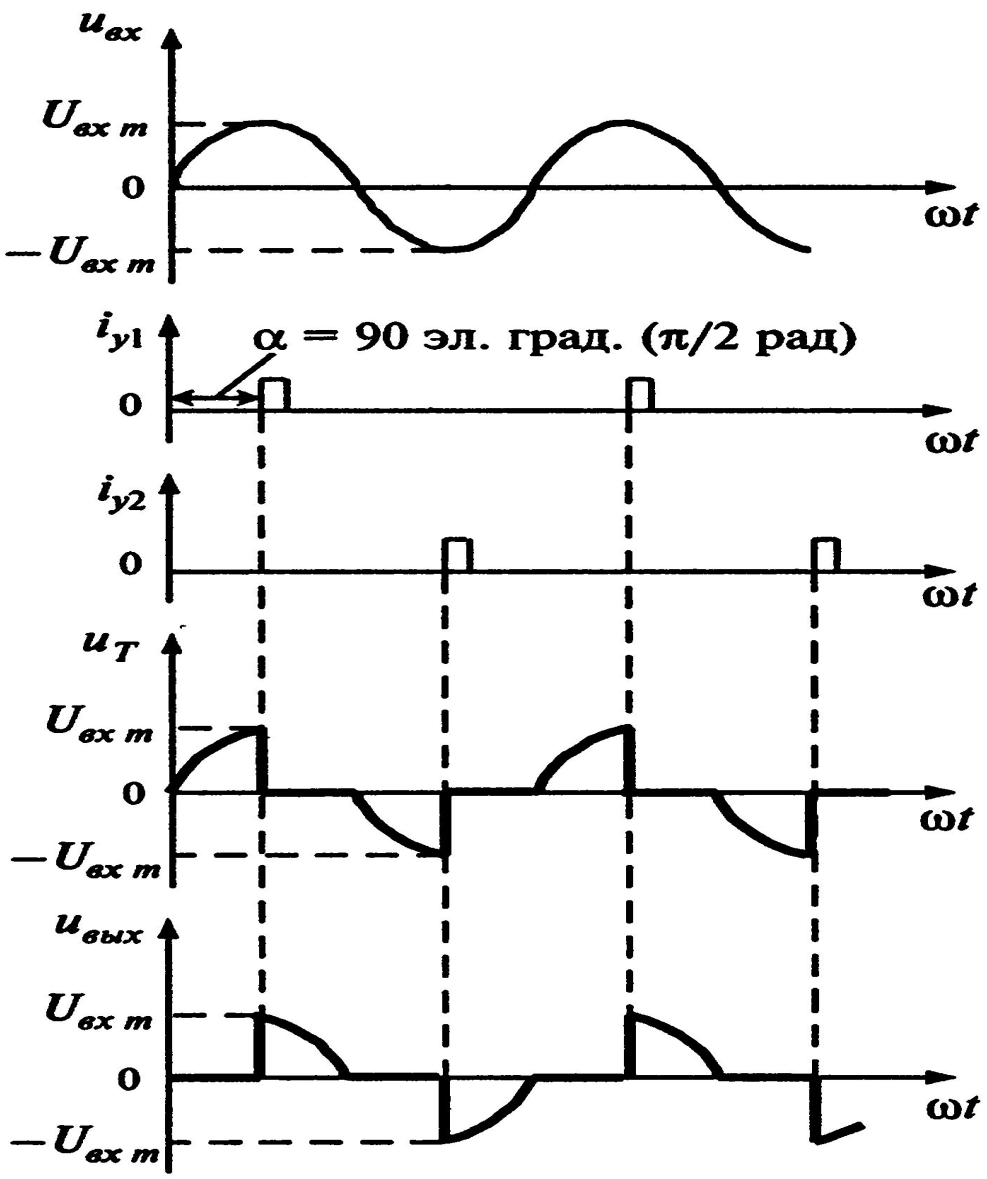




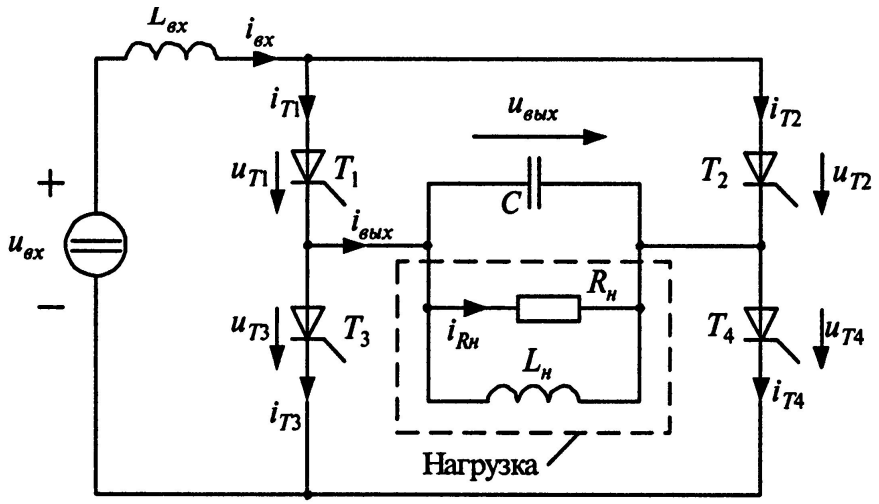


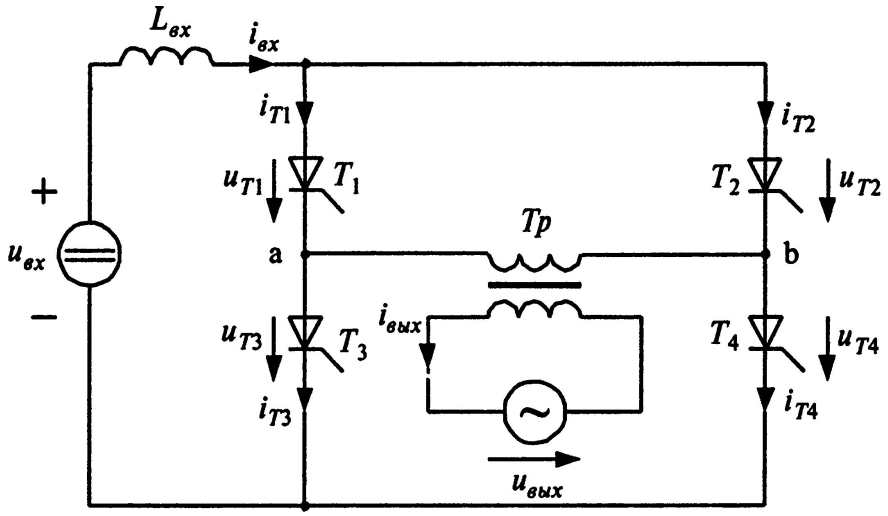
Примеры использования силовых тиристоров

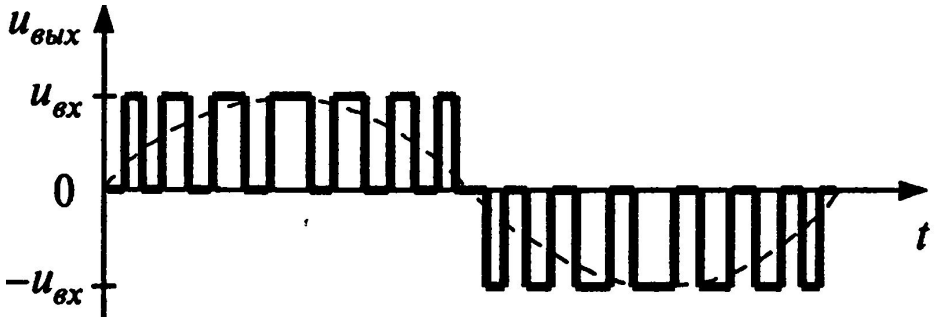


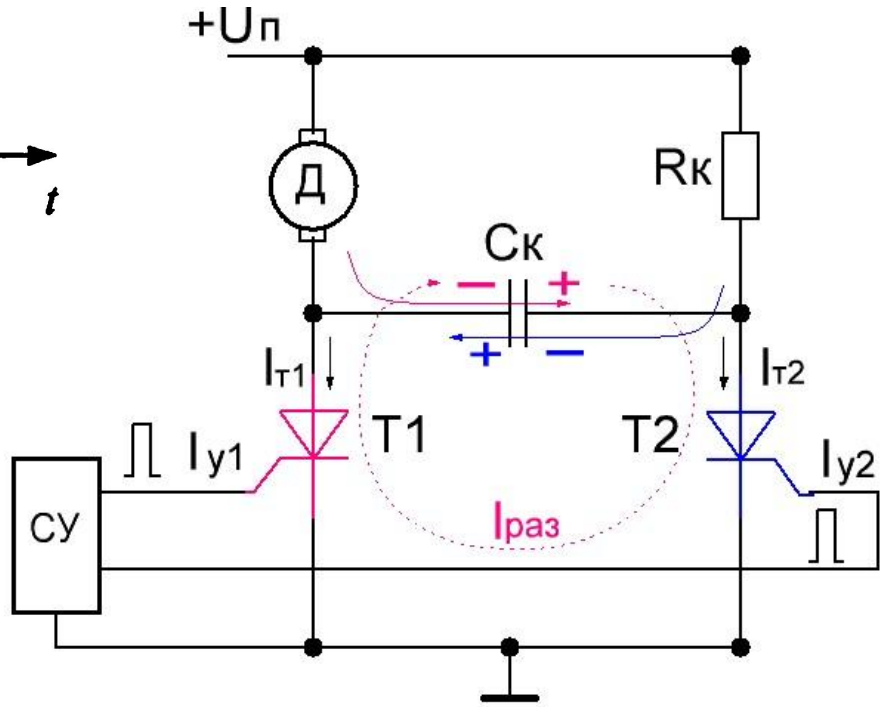


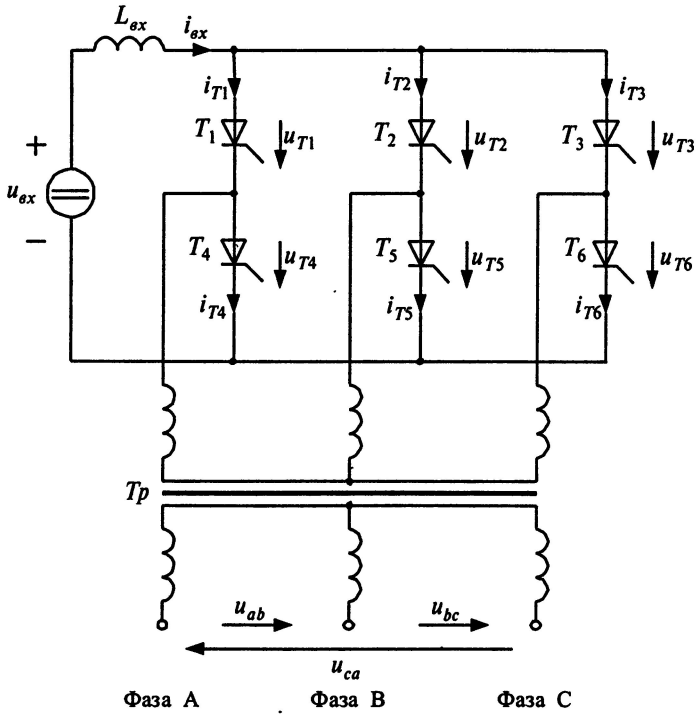
Мостовые схемы тиристорных преобразователей



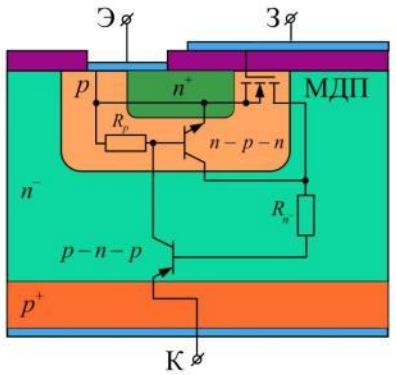


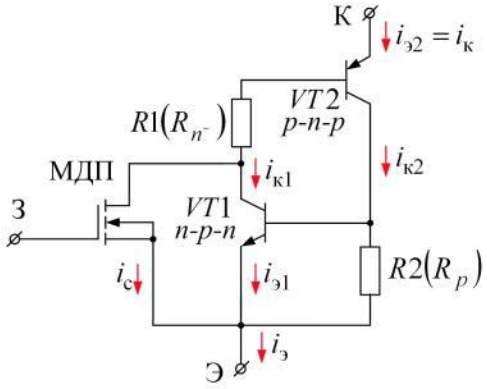






БТ с изолированным затвором (БТИЗ) или (IJBT транзисторы)





$$I_э = I_{к1} + I_{к2} + I_с \qquad I_{к1} = I_{э1}\alpha_1\,; \quad I_{к2} = I_{э2}\alpha_2$$

$$I_с = I_э(1 - \alpha_1 - \alpha_2) \approx SU_з$$

$$I_к \approx I_э = \frac{SU_з}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} = S_э U_з \quad S_э = S/_{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

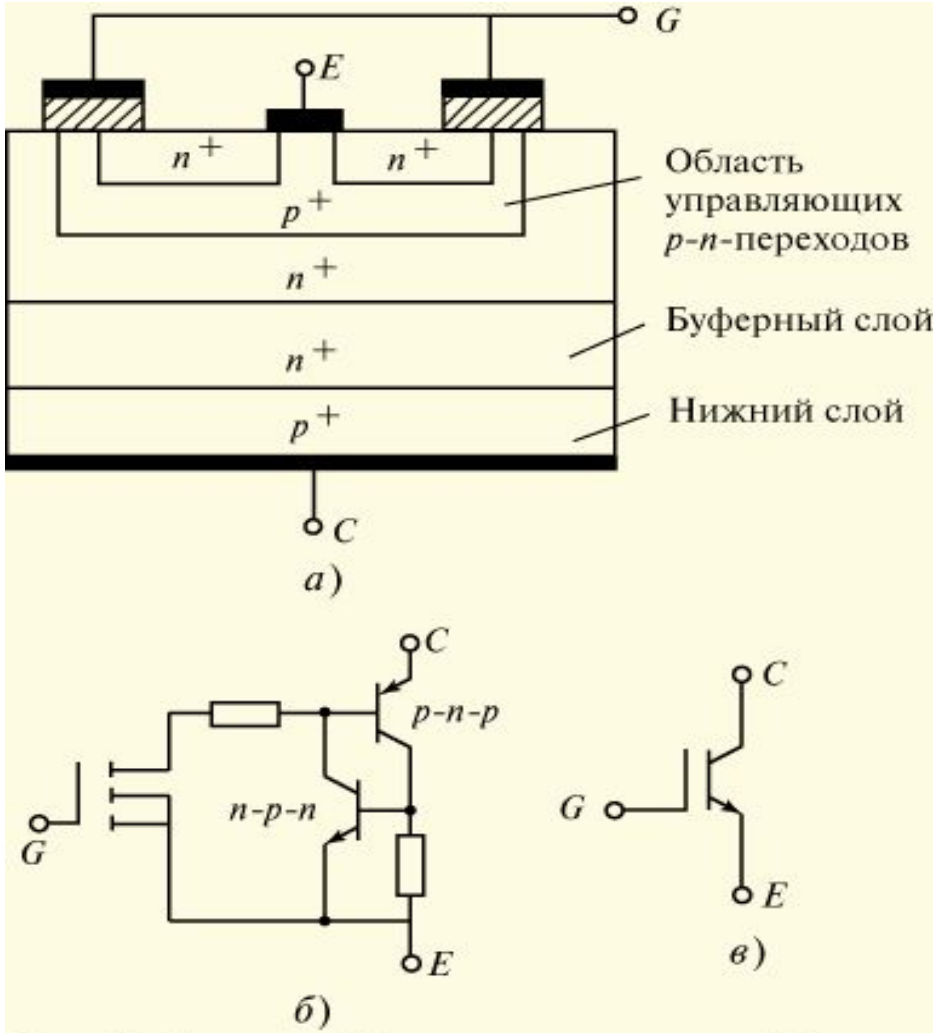
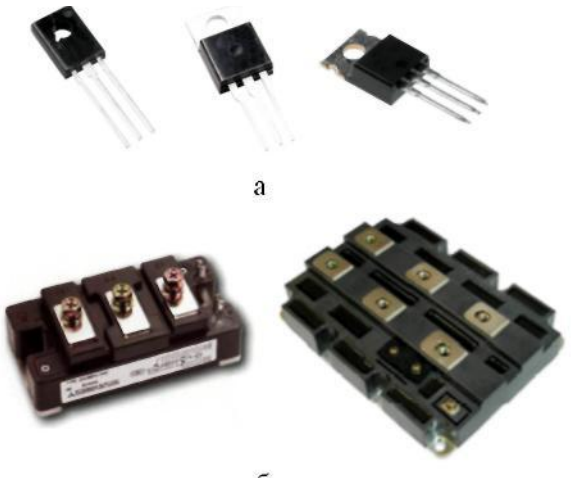
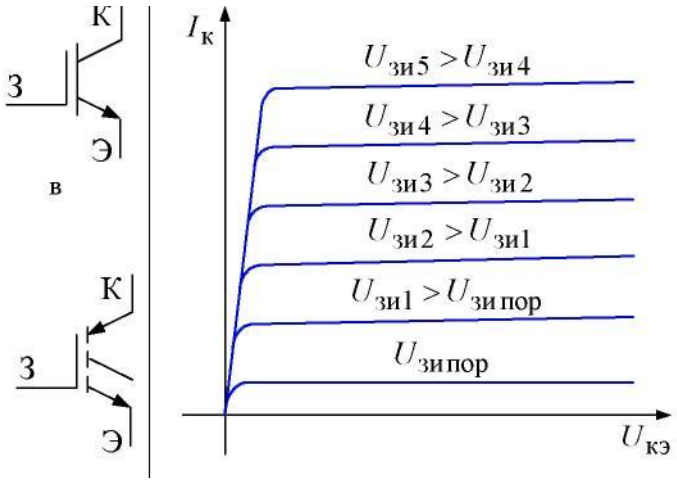


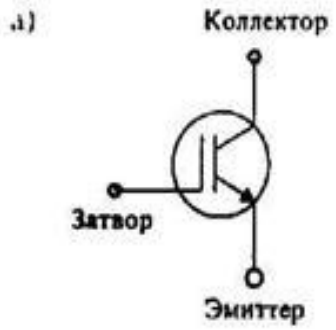
Рис. 6.7. Структура (*а*), эквивалентная схема (*б*) и символ (*в*) биполярного транзистора с изолированным затвором

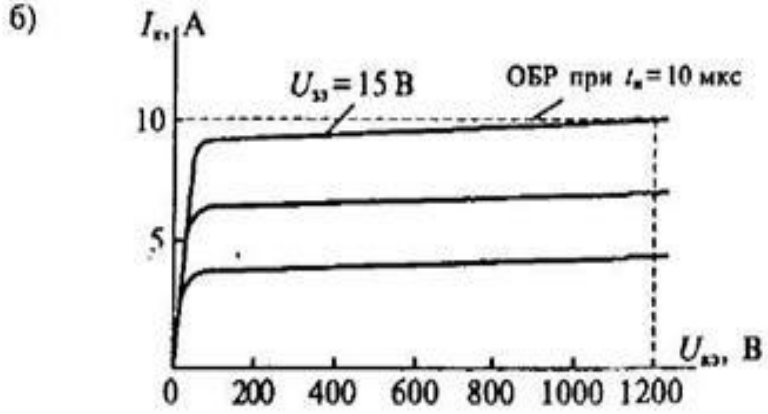
IJBT транзисторы и основные их характеристики

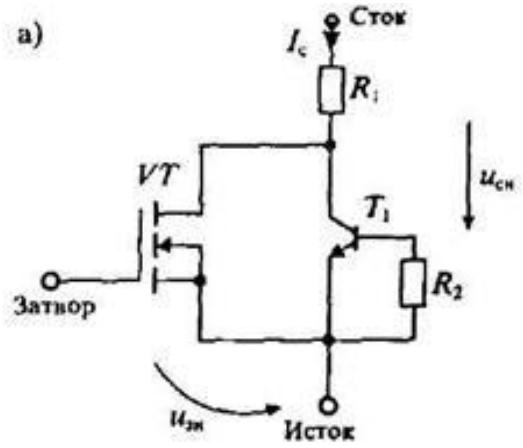


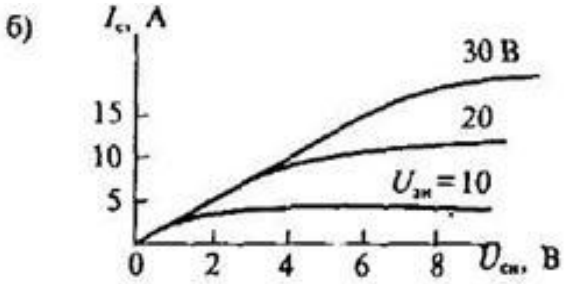
а

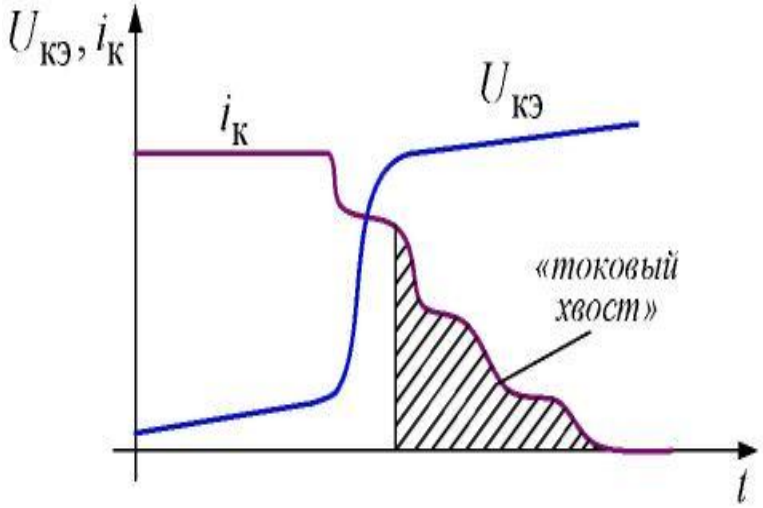




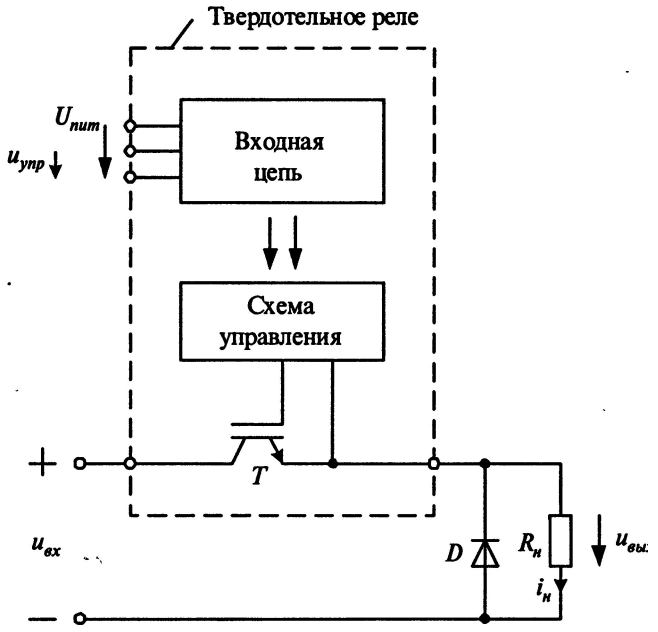


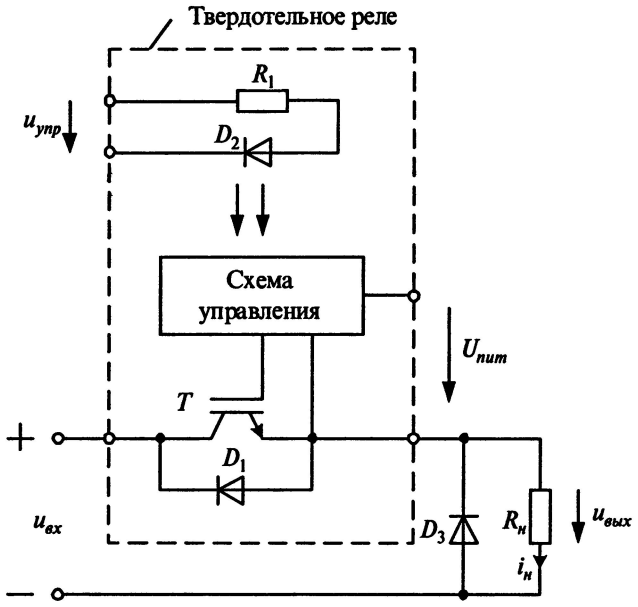


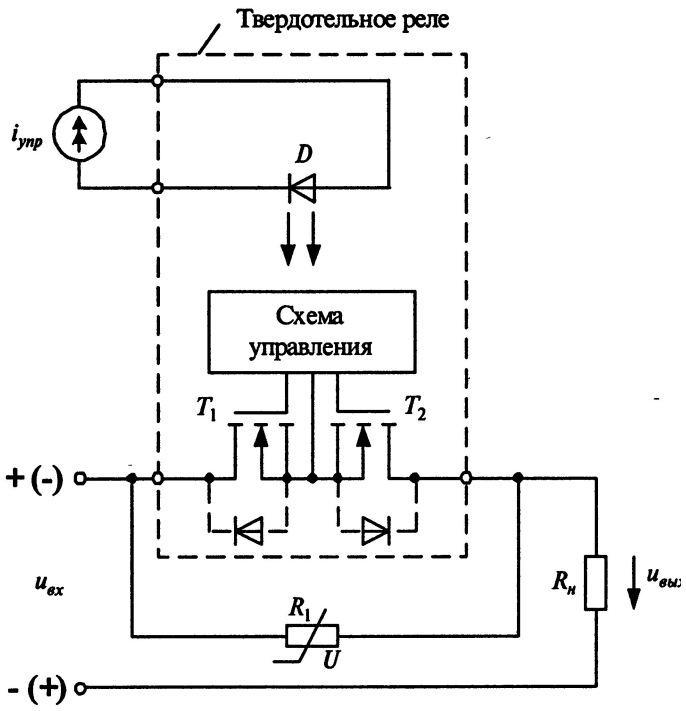




Примеры схем на IJBT транзисторах (твёрдотельные реле)







Примеры использования IJBT модулей

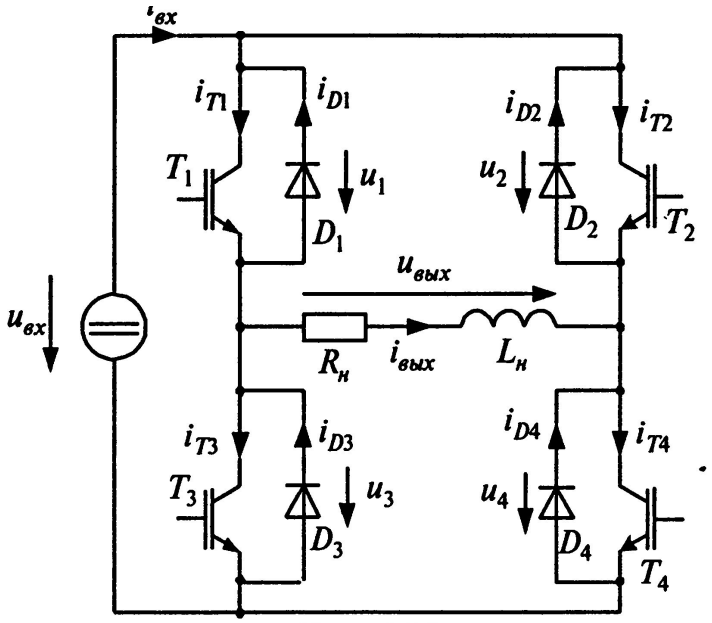
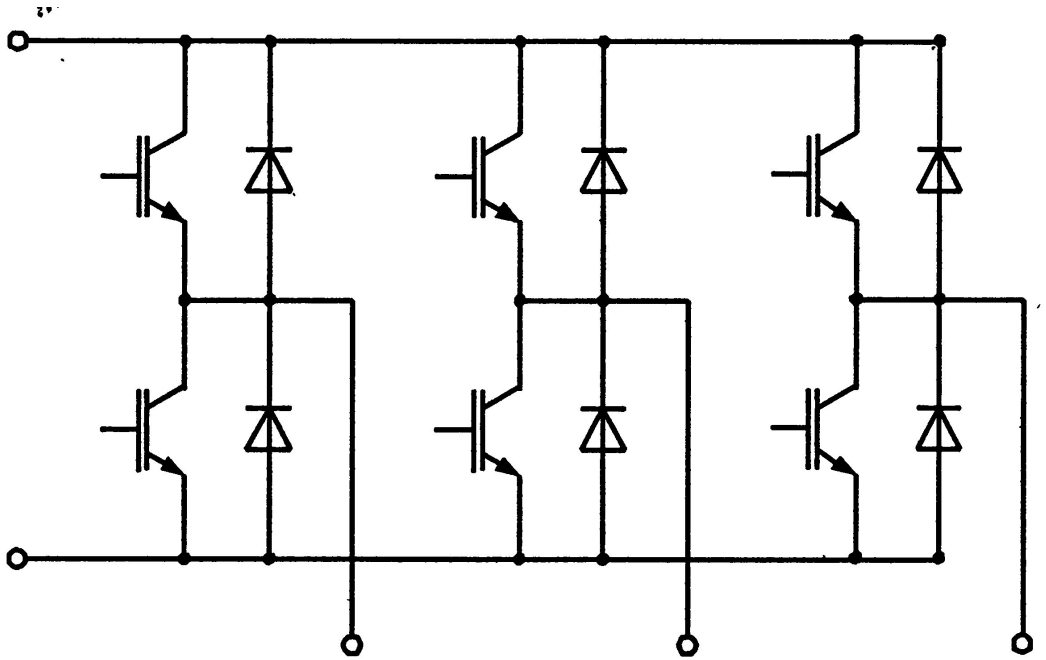


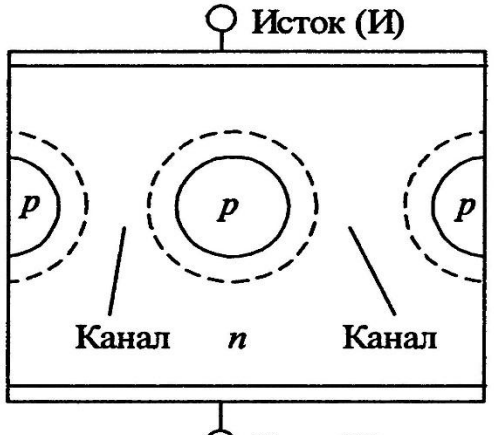
Рис. 4.35

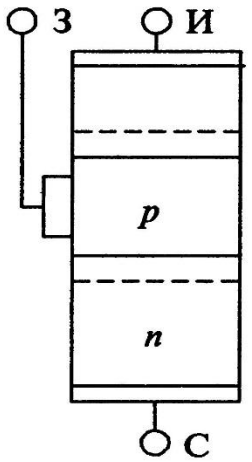


SIT- транзистор со статической индукцией

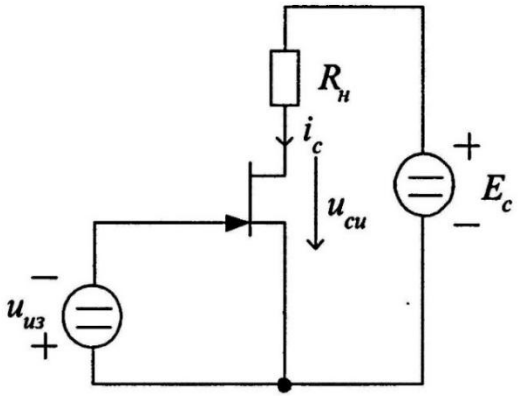
Аббревиатура SIT соответствует английскому названию транзистора – Static Induction Transistor.

Это многоканальный ПТ с управляющим p-n переходом (N> 1000) с вертикальной структурой





б



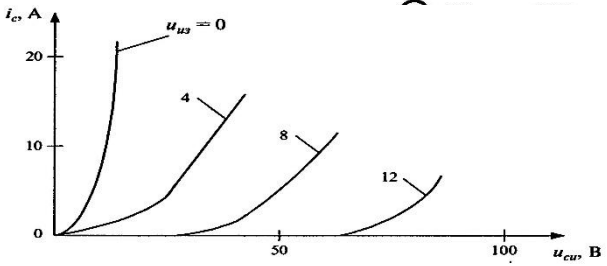
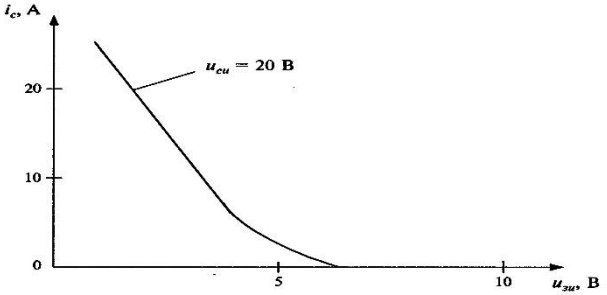
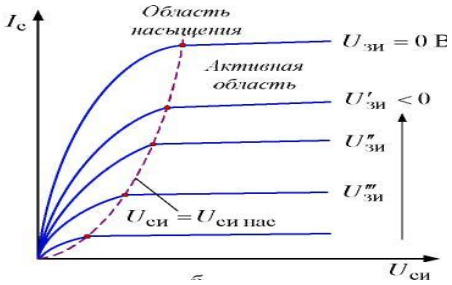


Рис. 1.174





Особенности работы SIT:

1.Uси –мало , т.к. мала длинна канала, поэтому оно не влияет на характер изменения Iс;

2.При увеличении Uси ток Iс возрастает (Uзи =const)

3. Стокозатворная ВАХ отличается протяжёнными линейными участками, поэтому SIT хорошо работают в УЗЧ большой мощности и в ключевом режиме.

4. SIT могут использоваться и в биполярном режиме, когда Uзи < 0, при этом p-n переход открывается и SITпереходит в режим БТ. В этом режиме при открытом SIT Uси –мало при больших токах Iс , но быстродействие снижается.

Заключение

На сегодняшний день IBGT как класс приборов силовой электроники занимает и будет занимать доминирующее положение для диапазона мощностей от единиц киловатт до единиц мегаватт. Дальнейшее развитие IGBT связано с требованиями рынка и будет идти по пути:

- повышения диапазона предельных коммутируемых токов и напряжений (единицы килоампер, 5-7 кВ);
- повышения быстродействия;
- повышения стойкости к перегрузкам и аварийным режимам;
- снижения прямого падения напряжения;
- разработка новых структур с плотностями токов, приближающихся к тиристорным;
- развития "интеллектуальных" IGBTмодулей (с встроенными функциями диагностики и защит) ;
- создания новых высоконадёжных корпусов, в том числе с использованием ММС (AlSiC) ;
- повышения частоты и снижение потерь SiC быстро восстанавливающихся обратных диодов;
- применения прямого водяного охлаждения для исключения соединения основание - охладитель.