



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

ЛЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Цифровые устройства и микропроцессоры

Часть 1 (5 семестр)

Лекция 2

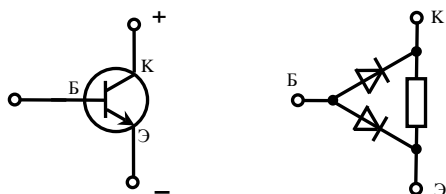
Основные темы лекции

Транзисторный ключ на биполярном транзисторе.

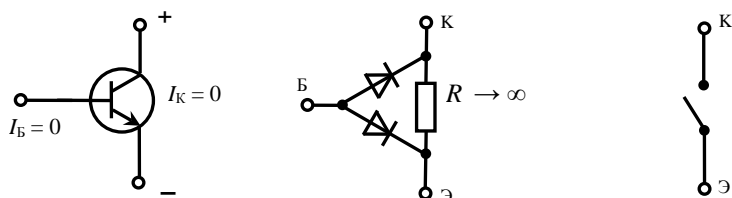
Транзисторный ключ на МДП транзисторе.

Транзисторный ключ на биполярном транзисторе

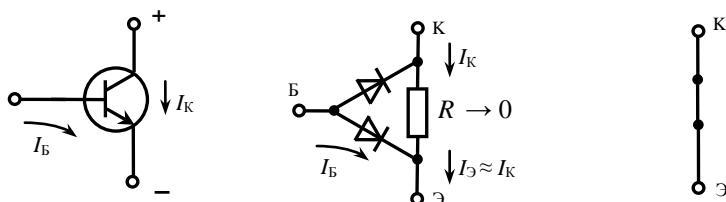
Обозначение биполярного п-р-п транзистора и его упрощенная эквивалентная схема:



Закрытое состояние транзистора — эквивалентно разрыву между К и Э:

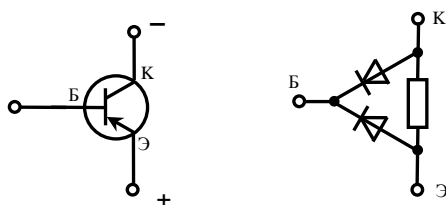


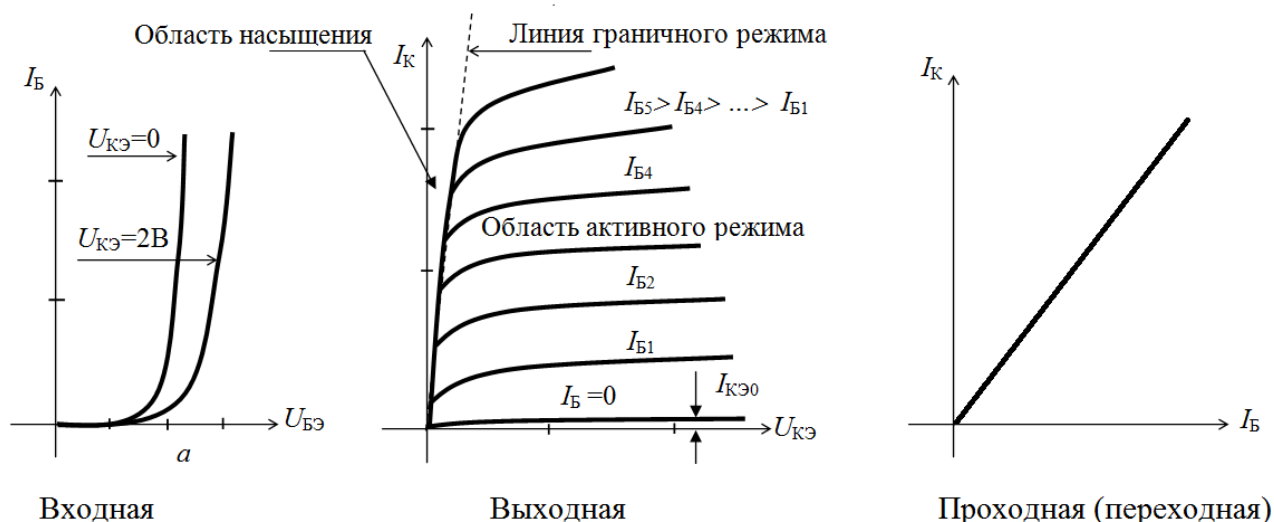
Открытое (насыщенное) состояние транзистора — эквивалентно очень малому сопротивлению между К и Э:



В цифровых устройствах, в отличие от аналоговых, транзистор, как правило, имеет только 2 показанных выше состояния.

Для р-п-р транзистора полярности напряжений и токов — противоположные:

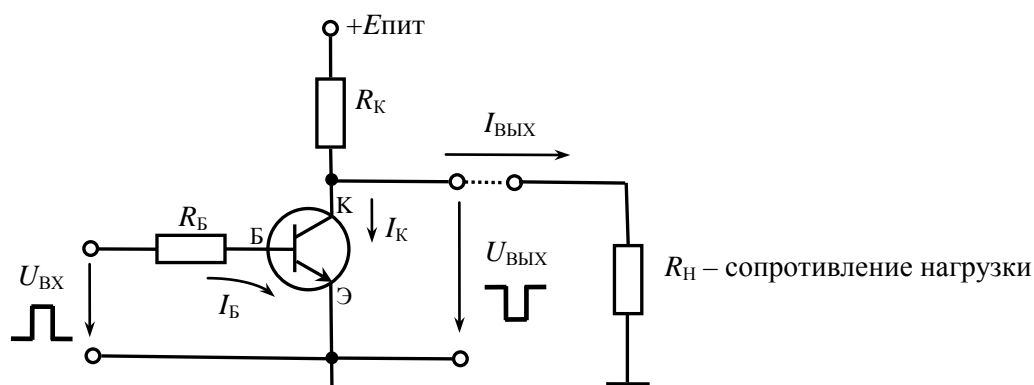




ВАХ биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером

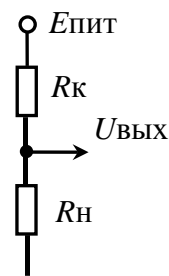
Биполярный транзистор управляется базовым током, напряжение база-эмиттер, т.е. напряжение на открытом диоде, при этом составляет 0.5...1.0 В (в среднем около 0.7 В). Типовые уровни напряжения логических сигналов — 3...5 В, поэтому в цепи базы необходим ограничительный резистор.

Схема устройства на биполярном транзисторе:



При подаче на вход лог. "1" транзистор открыт (режим насыщения), Э и К практически соединены, т.е. выход соединен с землей, на выходе — лог. "0".

Если на входе присутствует лог. "0", транзистор закрыт, имеем резистивный делитель напряжения:

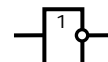


$$U_{\text{ВЫХ}} = E_{\text{ПИТ}} \frac{R_H}{R_K + R_H}$$

При отсутствии нагрузки ($R_H \rightarrow \infty$), выходное напряжение практически равно напряжению питания (твердая лог. "1"), при $R_H = R_K$ — половине питания, т.е. попадает в зону неопределенности.

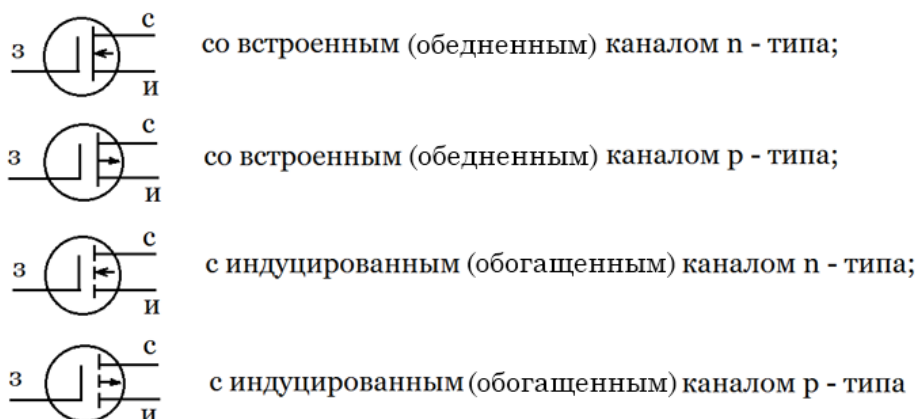
При большой нагрузке (малом R_H) необходимо уменьшать R_K — другими словами, уменьшать выходное сопротивление каскада, что однако ведет к повышенному энергопотреблению.

Таким образом, транзисторный ключ выполняет функцию инвертора:



Транзисторный ключ на МДП транзисторе

Условное обозначение МДП - транзисторов:



У транзисторов со встроенным каналом существует некоторый ток стока при нулевом входном воздействии. В логических схемах обычно используют транзисторы с индуцированным каналом, у которых при нулевом напряжении между затвором и истоком ток стока равен 0, т.е. их можно назвать "нормально закрытыми". Основные характеристики такого транзистора приведены ниже:

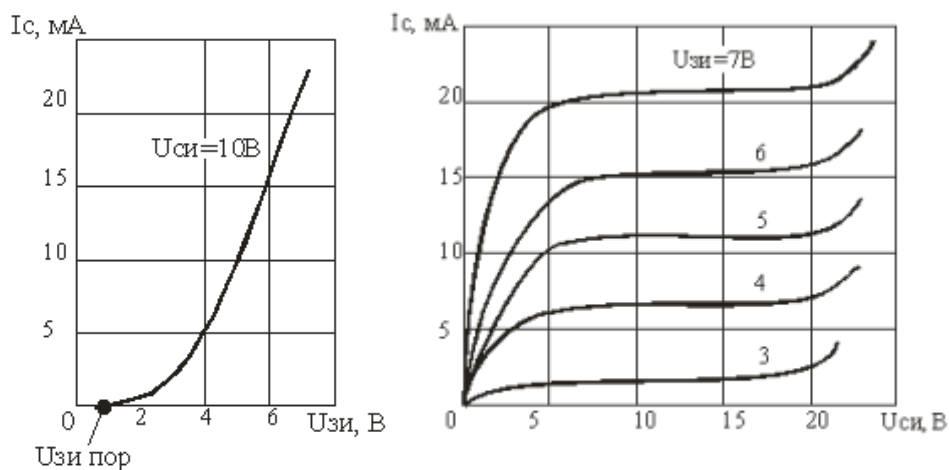
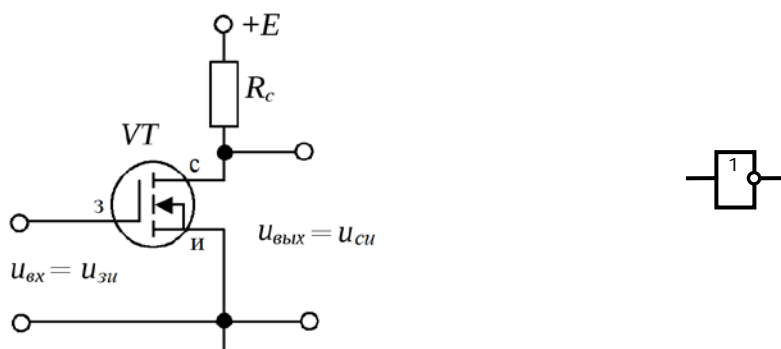


Схема каскада на МДП-транзисторе:



Работа ключей на биполярном n-p-n и n-канальном МДП транзисторах аналогичны. Каскад на МДП транзисторе также является инвертором.

Главные различия транзисторов:

Биполярный (n-p-n, p-n-p)	МДП (n, p-канальный)
Низкое входное сопротивление цепи базы	Очень высокое входное сопротивление цепи затвора (отсюда и боязнь статического электричества)
Управление (открытие/закрытие) — током база-эмиттер, в цепи базы требуются резистивные элементы и/или схемы сдвига уровней	Управление — напряжением затвор-исток. Затвор можно прямо подключать к источникам логических уровней (например, питанию)
	Малое сопротивление исток-сток в режиме насыщения.