

КОММУТАТОРЫ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ



УСТРОЙСТВО АНАЛОГОВЫХ КЛЮЧЕЙ И КОММУТАТОРОВ СИГНАЛОВ

Коммутация сигналов

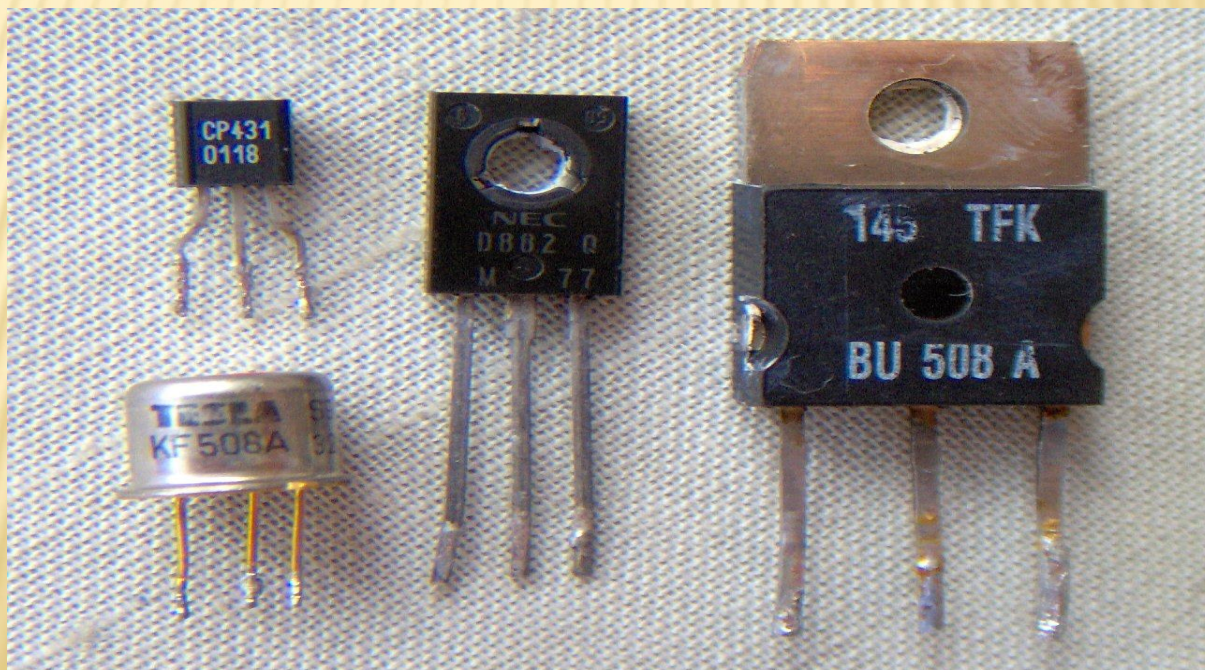
является распространенным методом, с помощью которого сигналы, поступающие от нескольких источников, объединяются в определенном порядке в одной линии.

После соответствующей обработки *эти сигналы* при помощи другого коммутатора *могут быть направлены в различные исполнительные устройства.*



КИРПИЧКИ

Коммутатор состоит из определенным образом связанных электронных ключей, выполненных на диодах или транзисторах.



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КОММУТАЦИИ



Рис. 11.1. Структурная схема коммутации источников и приемников сигналов

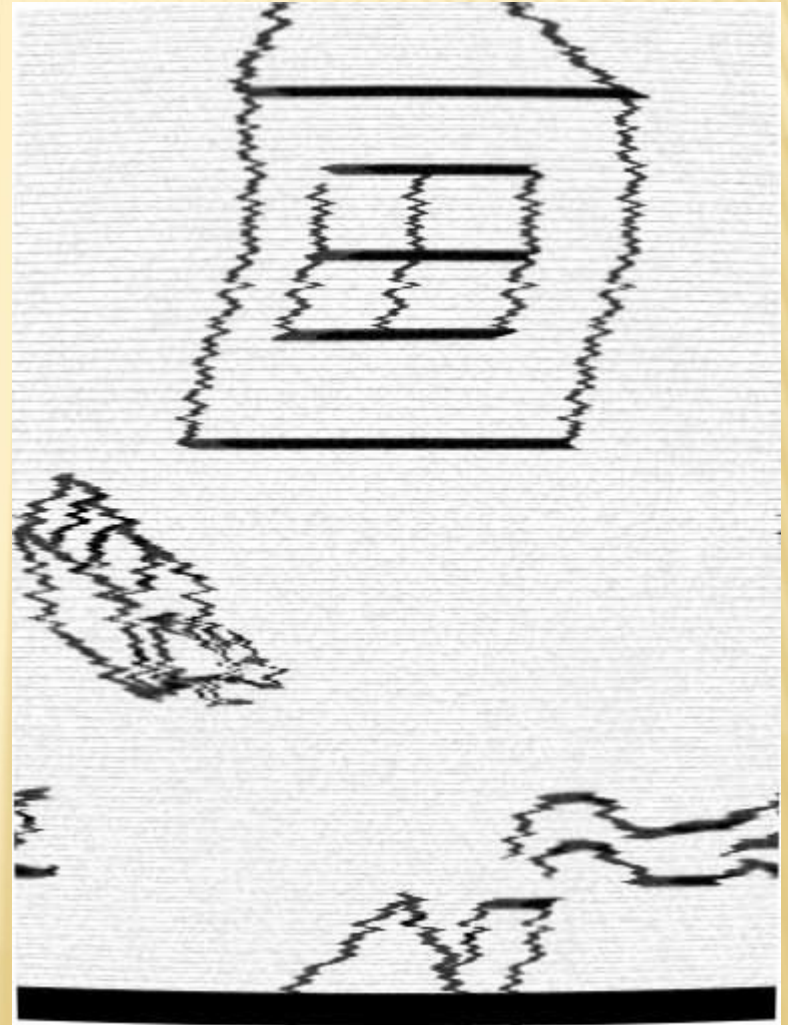
ИСКАЖЕНИЯ И ПОМЕХИ

Ключи аналоговых сигналов должны обеспечить **неискаженную передачу сигналов** от источников к приемникам.

Однако в процессе передачи **ключи могут исказить передаваемый сигнал.**

Эти **искажения в первую очередь зависят** от свойств самих ключей, но также и от сигналов управления.

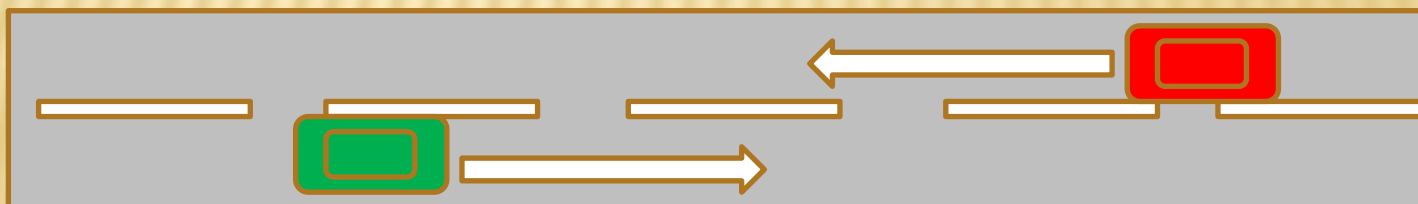
Сигналы из цепи управления **могут наложиться на передаваемый сигнал**, иначе говоря, возможны **помехи из цепи управления** на линии передачи сигналов.



ДВУНАПРАВЛЕННОСТЬ

Если источники и приемники сигналов могут меняться местами, то коммутатор должен быть двунаправленным, т. е. обеспечивать передачу сигналов в обоих направлениях.

Это возникает при записи аналоговых сигналов в устройстве памяти, которое в этом случае является приемником информации, и считыванием сигналов из устройства памяти, которое становится тогда источником сигнала.



СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ КЛЮЧА

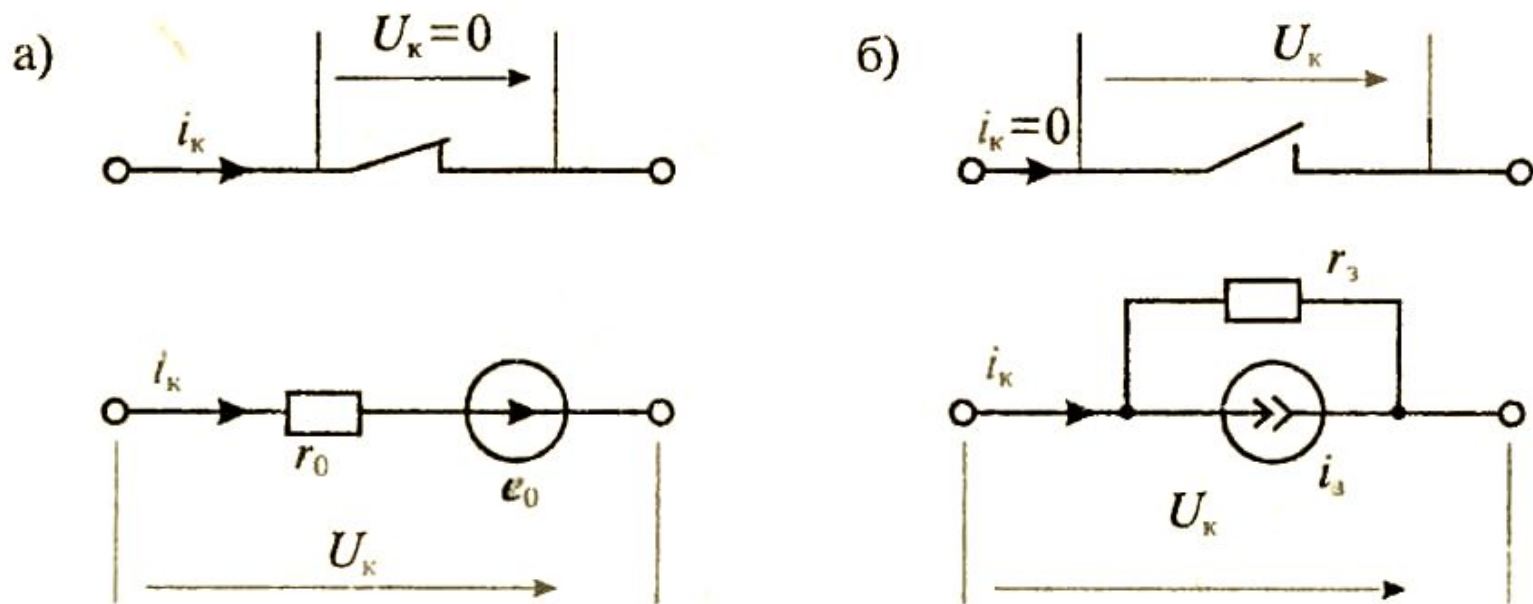
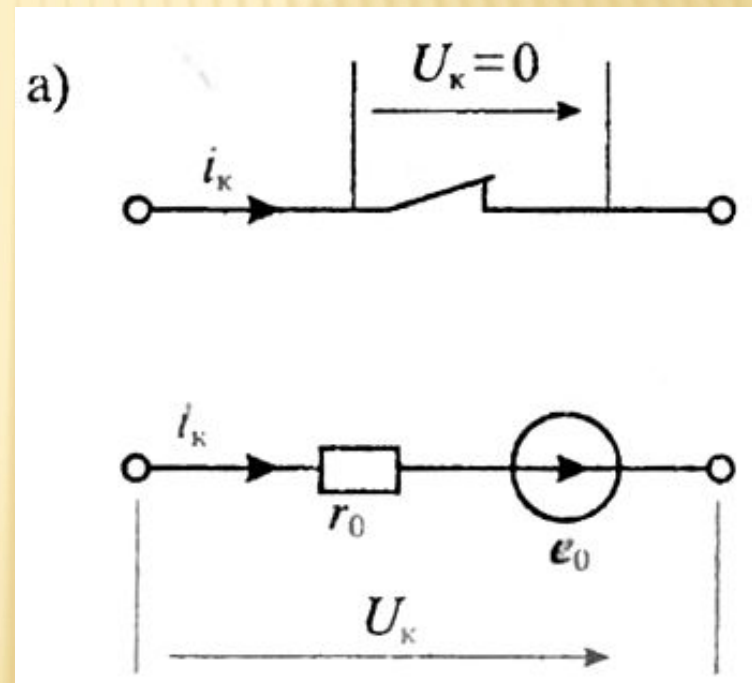


Рис. 11.2. Схемы замещения ключа в замкнутом состоянии (а) и разомкнутом состоянии (б)

ЗАМКНУТЫЙ КЛЮЧ

Замкнутый ключ имеет некоторое внутреннее сопротивление r_0 , которое не является постоянным, а сложным образом может зависеть от тока i_K через ключ.

Последовательно с сопротивлением действует источник остаточного напряжения e_0 , который в общем случае также **зависит от тока**.



РАЗОМКНУТЫЙ КЛЮЧ

Разомкнутый ключ

можно заменить сопротивлением утечки r_3 , и источником тока утечки i_3 , которые в общем случае могут зависеть от напряжения на разомкнутом ключе U_K .

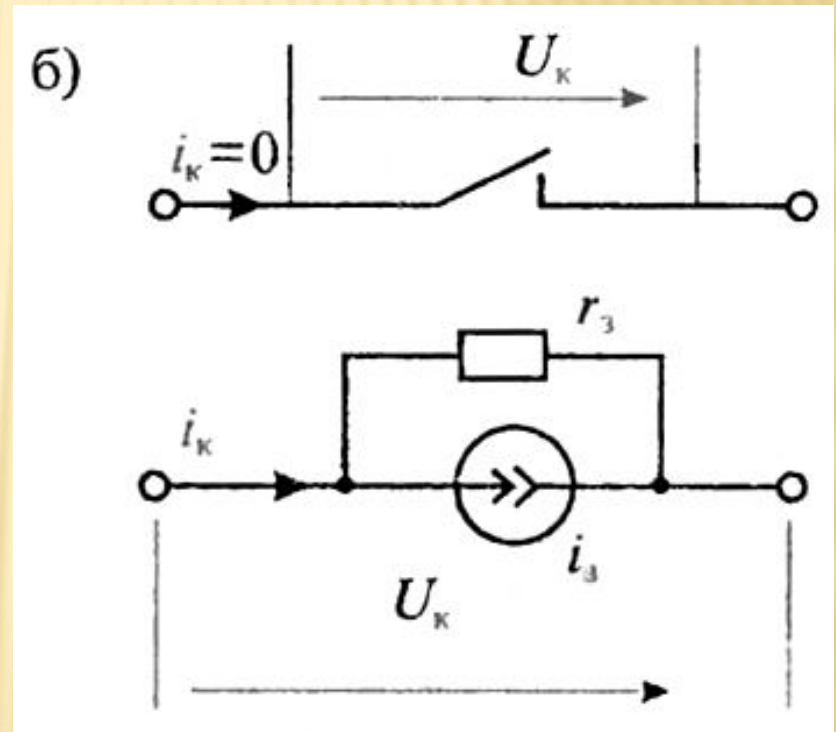


СХЕМА КЛЮЧА НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ

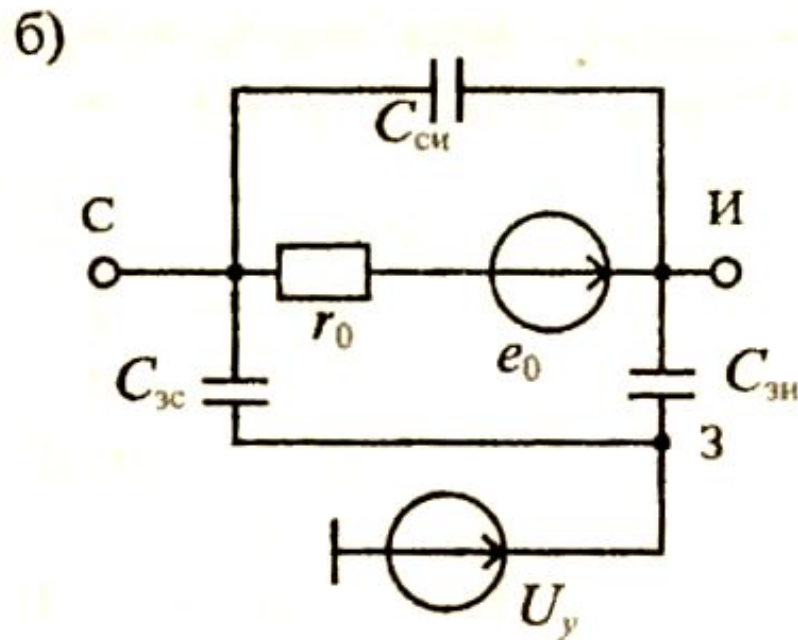
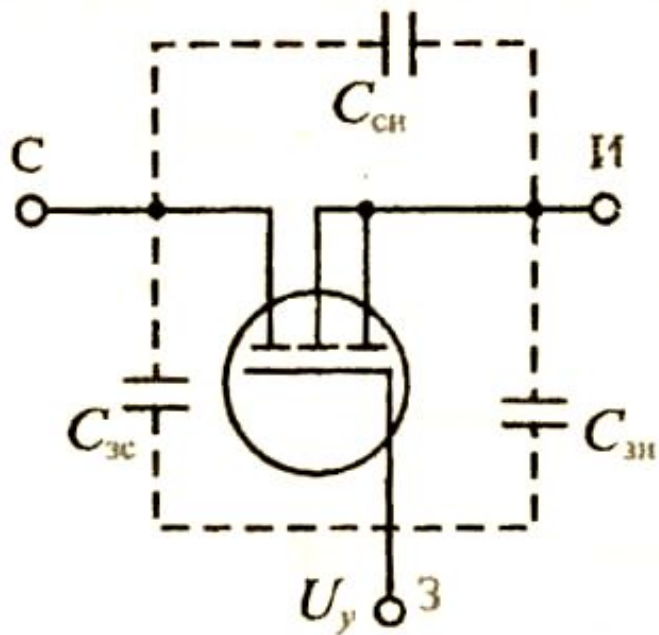


Рис. 11.3. Схема ключа на полевом транзисторе с изолированным затвором (а) и его упрощенная схема замещения (б)

СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА К НАГРУЗКЕ

При коммутации источника сигнала и нагрузки можно использовать как одиночные ключи, так и их различные комбинации.

Способы подключения источника сигнала к нагрузке зависят от свойства источника сигнала и нагрузки.

.

ДИОДНЫЕ КЛЮЧИ

Диодные ключи применяются для точного и быстрого переключения напряжений и токов.

Двух-диодный ключ, при отсутствии управляющего напряжения заперт.

При подаче на аноды диодов положительного управляющего напряжения диоды отпираются и ключ замыкается.

Время коммутации определяется быстродействием диодов.

ДИОДЫ ШОТКИ

Для диодных ключей обычно используются диоды Шотки или кремниевые эпитаксиальные диоды с тонкой базой.

В этих диодах слабо выражены эффекты накопления носителей и ***их инерционность в основном определяется перезарядом барьерной ёмкости.***

Дифференциальное ***сопротивление*** открытого диодного ключа равно сумме дифференциальных сопротивлений диодов и может лежать в пределах от 1 до 50 Ом.

СХЕМЫ ДИОДНЫХ КЛЮЧЕЙ

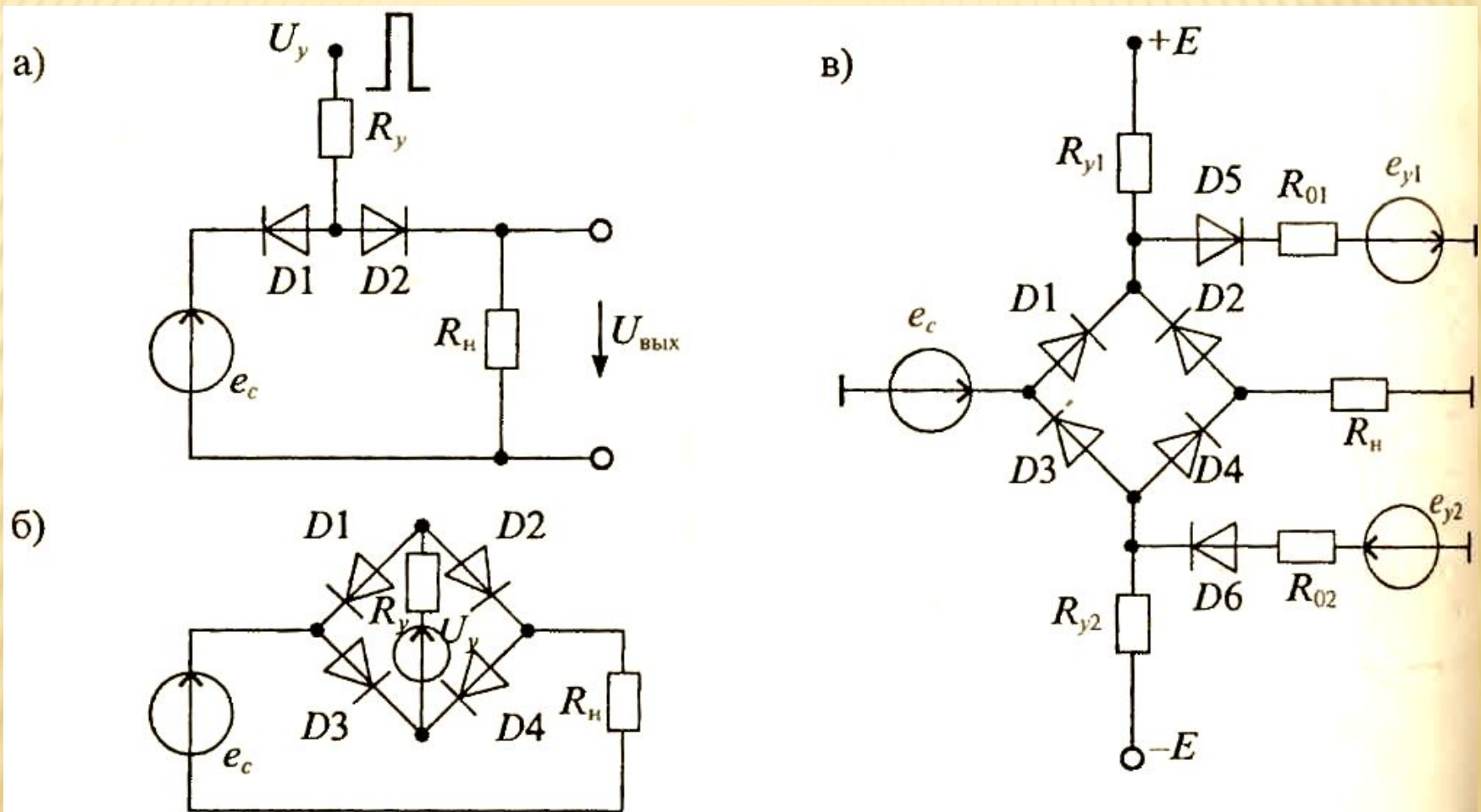


Рис. 11.5. Схемы диодных ключей на двух диодах (а), мостового (б) и на шести диодах (в)

СХЕМЫ ДИОДНЫХ КОММУТАТОРОВ

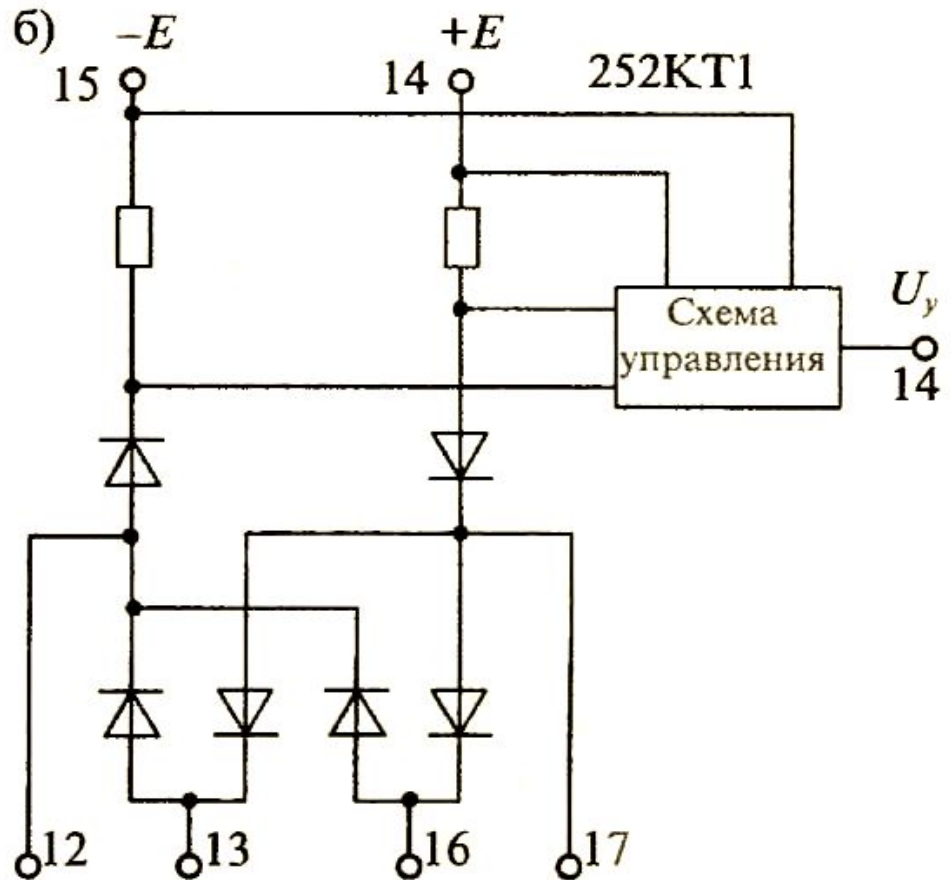
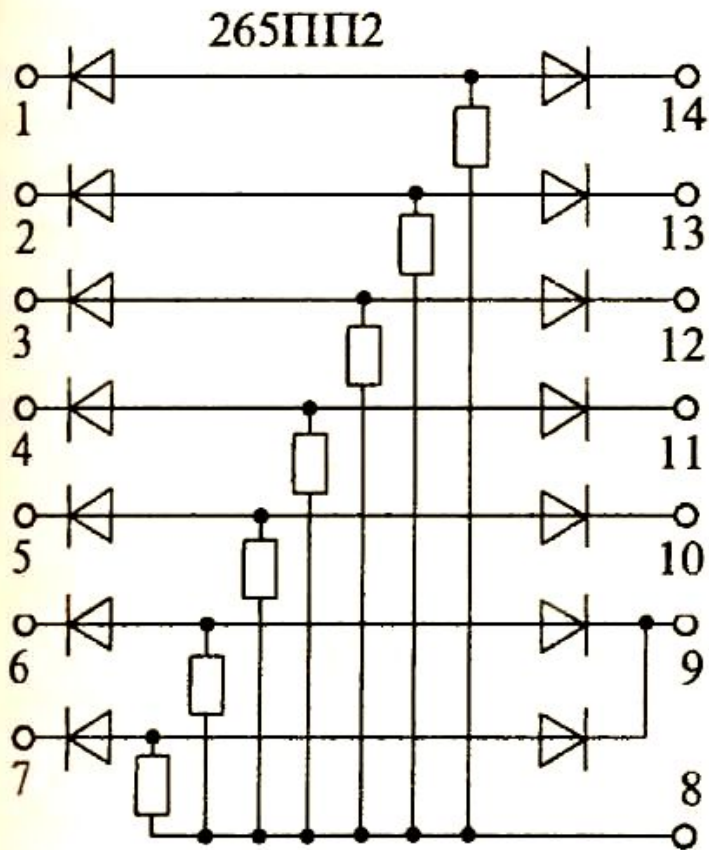


Рис. 11.6. Схема диодного коммутатора 265ПП2 (а) и упрощенная схема мостового диодного ключа четырехканального коммутатора К252КТ1

ДВУХ-ЭМИТТЕРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Иногда для создания компенсированных ключей *используют так называемые двух-эмиттерные транзисторы.*

Такие транзисторы во включенном состоянии **имеют достаточно малое остаточное напряжение.**

Так, например, двух-эмиттерный транзистор КТ118 имеет остаточное напряжение 0,1...0,2 мВ, а компенсированный транзисторный ключ КР162КТ1 имеет остаточное напряжение 0,3 мВ.

ОСОБЕННОСТЬ КЛЮЧА

Если напряжение управления равно нулю, то транзистор Т2 заперт и напряжение источника $+E$ через резистор R_2 запирает транзистор Т1.

При положительном напряжении на базе транзистора Т2 база транзистора Т1 через насыщенный транзистор Т2 соединяется с общей шиной.

В этом случае **переход коллектор-база может быть открыт только при положительном напряжении на коллекторе** и, следовательно, такой ключ является однополярным.

В СХЕМЕ КОМПЕНСИРОВАННОГО ТРАНЗИСТОРНОГО КЛЮЧА

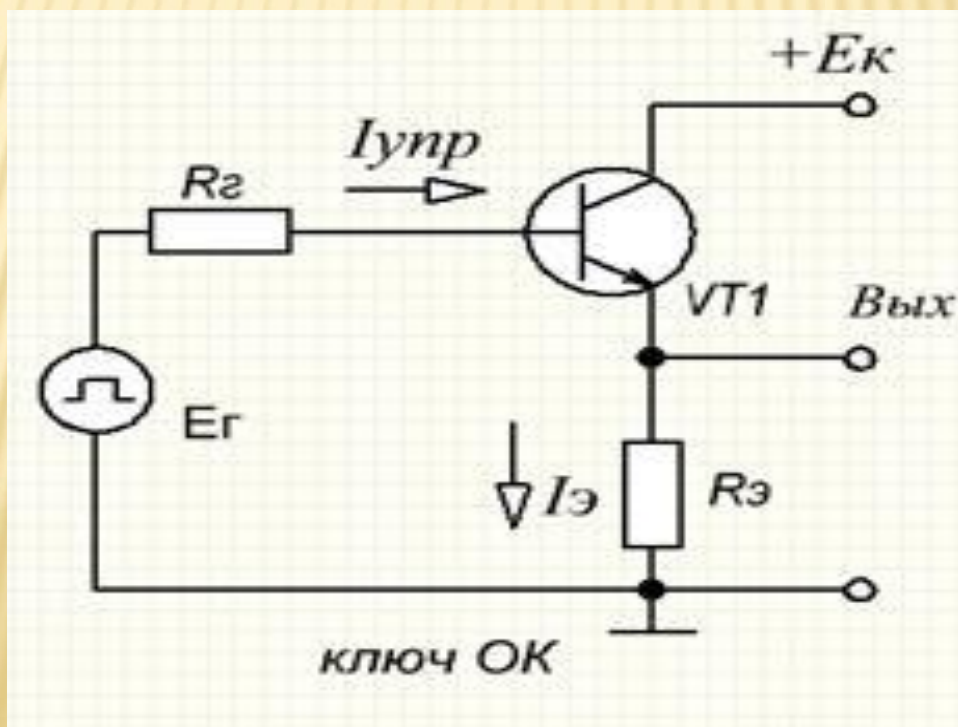
В схеме компенсированного транзисторного ключа, приведенного на рис. 11.7 б, в исходном состоянии, когда управляющие напряжения U_{vX} и U_{y2} равны нулю, источники постоянного напряжения E_x и E_2 отпирают транзисторы **T3**, **T4** и диоды **D1** и **D2** соответственно.

При этом через диоды **D1** и **D2** базы транзисторов **T1** и **T2** замкнуты с их коллекторами и ключ оказывается разомкнутым.

КЛЮЧИ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Ключи на биполярных транзисторах

более совершенны, чем диодные ключи и значительно чаще используются в электронных схемах.



СХЕМЫ ТРАНЗИСТОРНЫХ КЛЮЧЕЙ

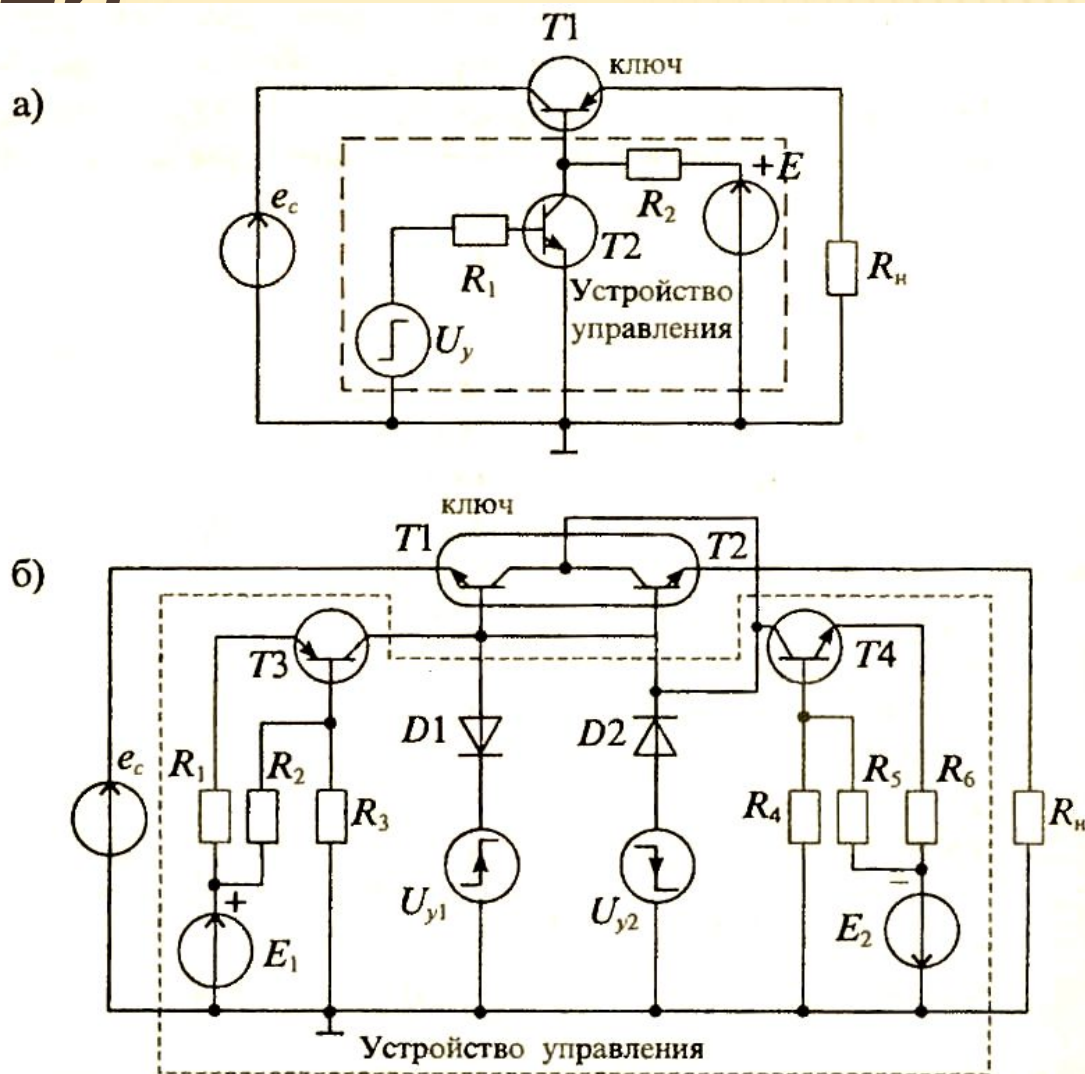


Рис. 11.7. Схема простого (а) и компенсированного (б) транзисторных ключей

СХЕМА НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ

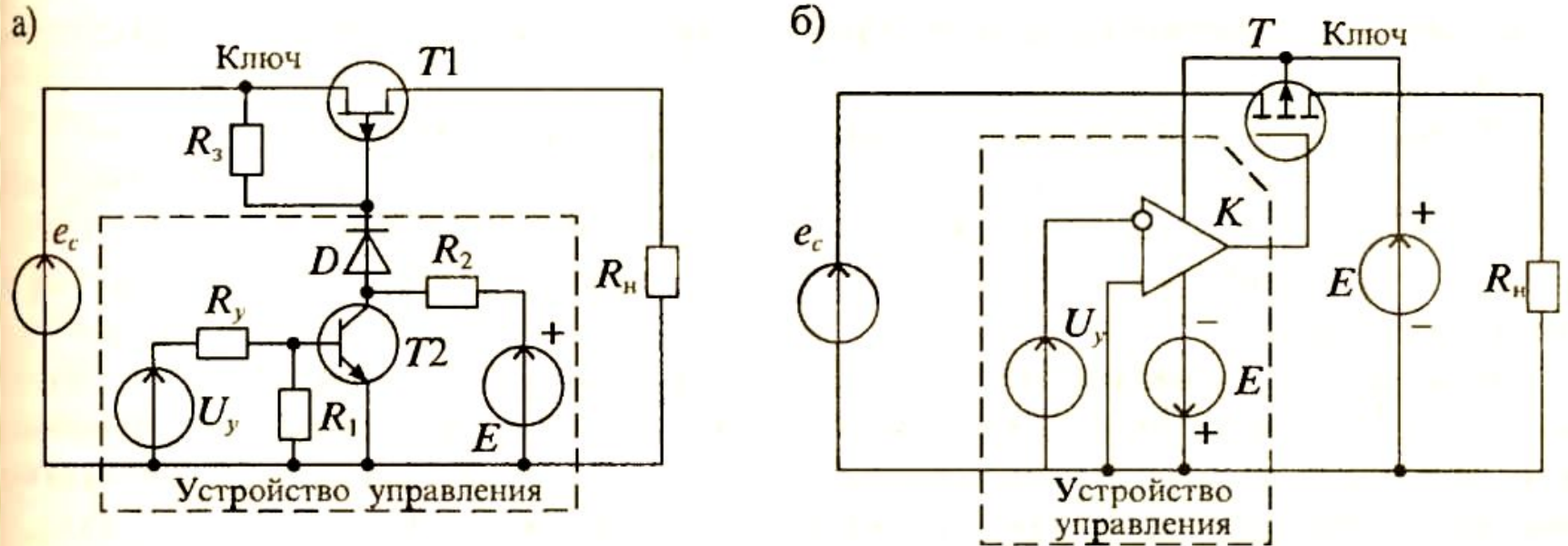


Рис. 11.9. Схема ключа на полевом транзисторе с управляющим $p-n$ -переходом (а) и с изолированным затвором (б)

ПРИМЕР ДВУНАПРАВЛЕННОГО ТРАНЗИСТОРНОГО КОММУТАТОРА

Пример двунаправленного транзисторного коммутатора с нормирующими усилителями приведен на рис. 11.8.

На нем изображен фрагмент микросхемы КС1054ХА4, предназначенной для двусторонней передачи телевизионных видеосигналов.

Направление передачи определяется устройством управления коммутирующими ключами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ КЛЮЧЕЙ

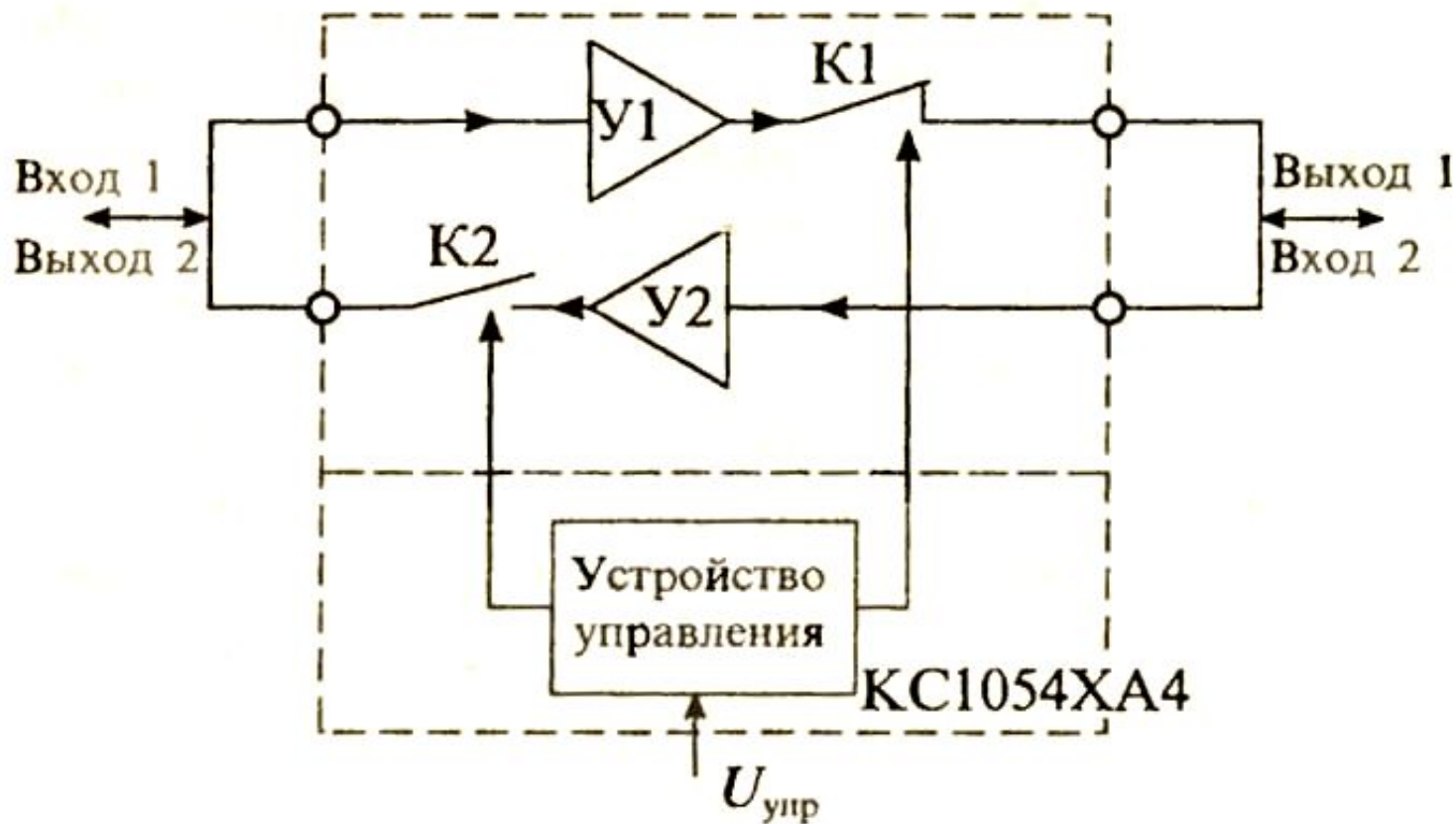


Рис. 11.8. Использование транзисторных ключей с нормирующими усилителями в микросхеме КС1054ХА4

ПОЛУЧИЛИ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Ключи на полевых транзисторах с управляющими р-n-переходами и с изолированным затвором в настоящее время получили преимущественное распространение в различных интегральных микросхемах.

Прежде всего это связано с такими достоинствами этих ключей, как малые токи утечки, низкое потребление по цепи управления, отсутствие напряжения смещения, технологичность производства.

ОСОБЕННОСТЬЮ КЛЮЧЕЙ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Особенностью ключей на полевых транзисторах с изолированным затвором является сильная зависимость сопротивления открытого канала от коммутируемого сигнала, что приводит к модуляции проводимости канала входным сигналом и возникновению дополнительных нелинейных искажений.

Для **снижения искажений**, вызванных модуляцией проводимости канала, **в таких ключах ограничивают уровень входных сигналов** и используют сравнительно большое сопротивление нагрузки ключа.

УСТРАНЕНЫ МНОГИЕ НЕДОСТАТКИ

Кроме отдельных транзисторов в качестве ключей широкое распространение получили схемы, содержащие параллельное соединение двух ПТИЗ с разным типом проводимости канала (комплементарные транзисторы).

В таких ключах устранены многие недостатки ключей на одиночных транзисторах:

- устранена модуляция сопротивления канала входным сигналом,
- снижены помехи из цепи управления,
- снижено сопротивление ключа в открытом состоянии и уменьшен ток утечки.

Для одновременного переключения транзисторов из включенного состояния в выключенное сигнал управления подается на затвор одного транзистора непосредственно, а на затвор другого — через инвертор.

СХЕМА КЛЮЧА НА КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

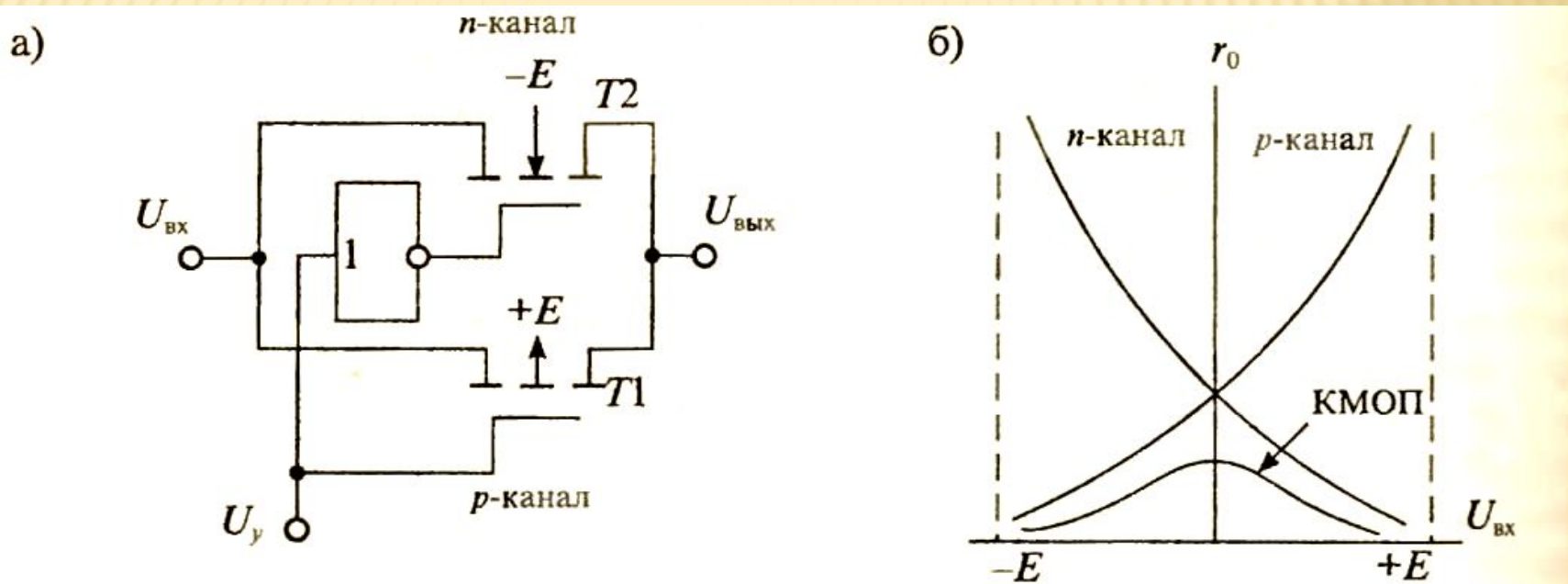
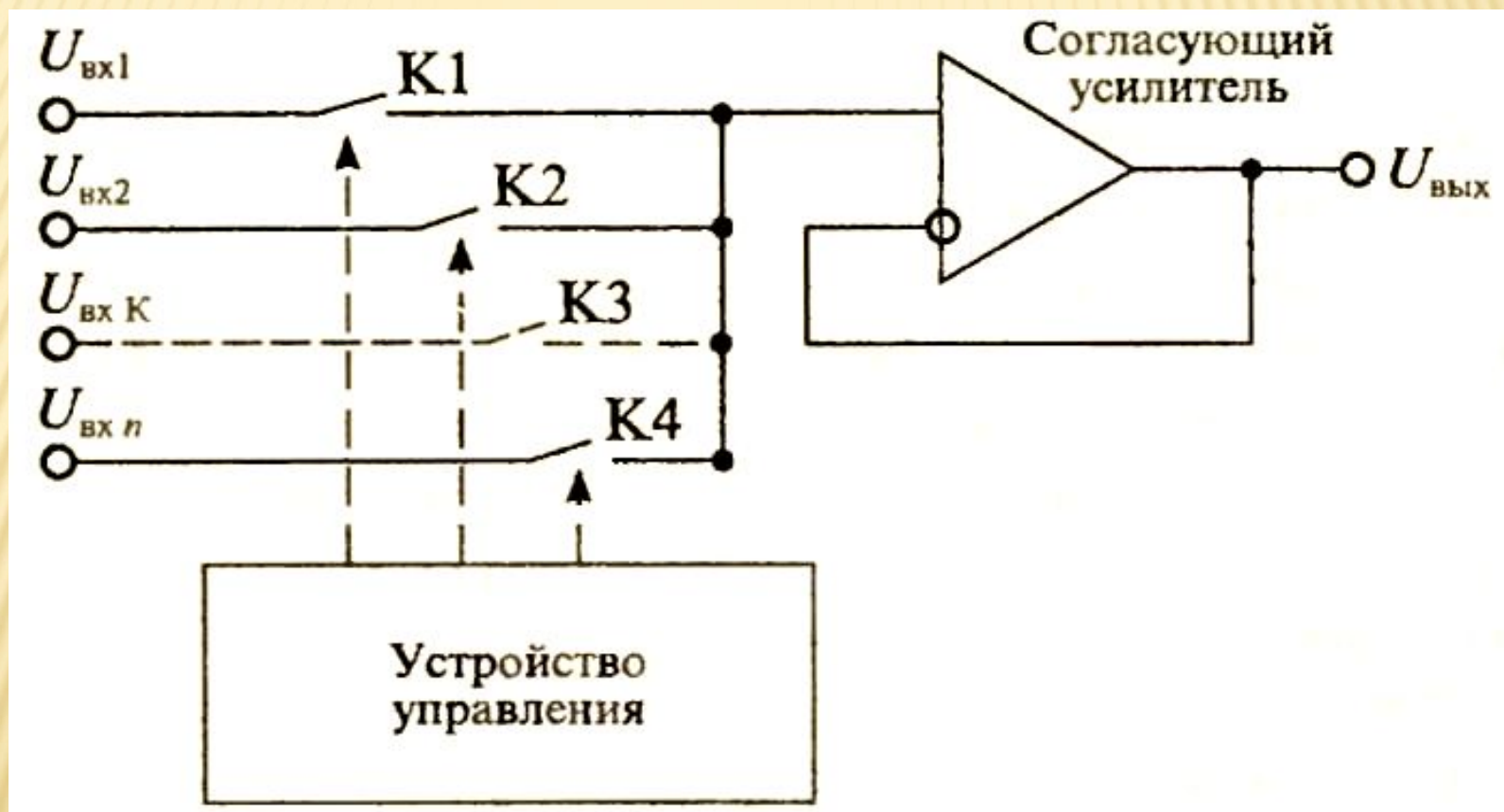


Рис. 11.10. Схема ключа на комплементарных транзисторах (а) и зависимость его сопротивления в открытом состоянии от входного напряжения (б)

УПРОЩЁННАЯ СХЕМА



КЛЮЧИ НА КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Ключи на комплементарных транзисторах широко используются в интегральных микросхемах.

Они входят в состав микросхем серии К590, К591, К176, К561 и 1564.

Их сопротивление в открытом состоянии лежит в пределах 20... 100 Ом, они имеют время включения от 10 до 100 нс, обеспечивают выходной ток до 10 мА и потребляют по цепи питания мощность менее 1 мкВт.