Задание Основы электроники 45 группа 12.05.2020

Уважаемая 45 группа у вас закончился предмет «Электротехника»
Прошу сдать дифференцированный зачет (и долги тоже)

Учебник:

Основы электротехники (Кузнецов М.И.) rateli.ru

Учебники | Электротехника Таблица 1.1 **booksite.ru**›fulltext/sindeev/text.pdf

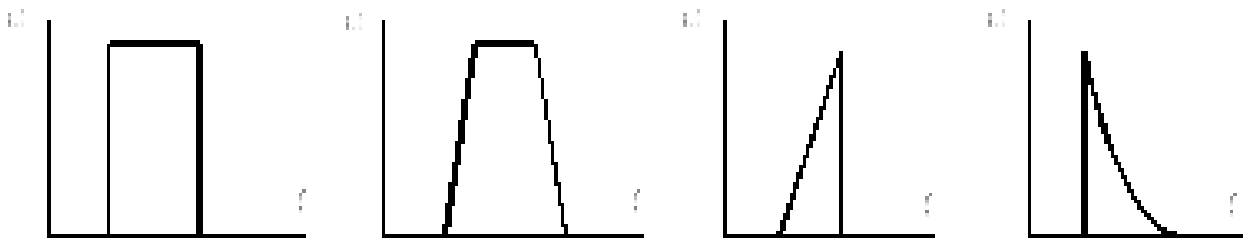
1. Прочитать и записать конспект.
2. Сделать задание и результат прислать на электронную почту

Тема 2.5. Импульсные устройства

Общие сведения об импульсных устройствах
Импульсные устройства применяются в системах управления и регулирования, измерительной и цифровой технике. В отличие от аналоговых устройств, в которых сигналы изменяются непрерывно во времени, в импульсных устройствах периоды работы чередуются паузами.

3. **Преимущества применения импульсных устройств:**
1) высокое быстродействие, помехоустойчивость и КПД;
2) практически отсутствует влияние температуры, так как такие устройства работают в ключевом режиме (окрыто-закрыто);
3) высокая точность и качество обработки информации.

В импульсной технике применяют импульсы различной формы: прямоугольной, трапецеидальной, пилообразной, экспоненциальной и т.д. (рис. 1).



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 1. Импульсы прямоугольной (*а*), трапецеидальной (*б*), пилообразной (*в*) и экспоненциальной (*г*) формы

Импульсный сигнал характеризуется рядом параметров. Рассмотрим их на примере реального импульса напряжения прямоугольной формы (рис. 2,3).

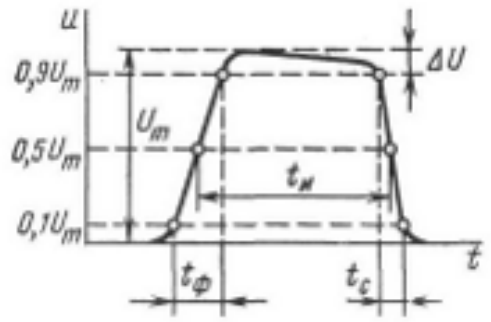
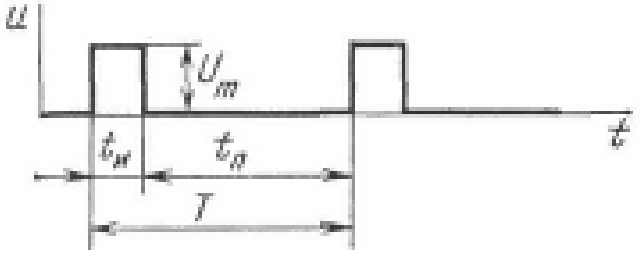
	

Рис. 2. Реальный импульс напряжения прямоугольной формы	Рис.3. Параметры последовательности импульсов

Параметрами импульса являются длительность $t_и$, амплитуда (размах)U_m, длительность заднего фронта (среза) t_c, длительность переднего фронта $t_ф$ и спад вершины ΔU. Параметрами последовательности импульсов являются период следования T, частота повторения f=1/T, длительность паузы $t_п$, коэффициент заполнения $K_з$=1/Q = $t_и$ / T и скважность Q = T/ $t_и$.

Транзисторный ключ как формирователь импульса

В импульсных устройствах, как правило, используют сигналы прямоугольной формы, имеющие два уровня напряжения. Это позволяет представить сигнал в цифровой форме: уровню высокого напряжения соответствует символ "1", уровню низкого напряжения – символ "0". В качестве простейшего формирователя таких импульсов может использоваться транзисторный ключ, в котором транзистор находится то в открытом (режим насыщения), то в закрытом (режим отсечки) состоянии.

Наиболее широко применяют ключи на биполярном (схема с ОЭ, рис. 4) и МДП-транзисторе (схема с ОИ, рис. 5).

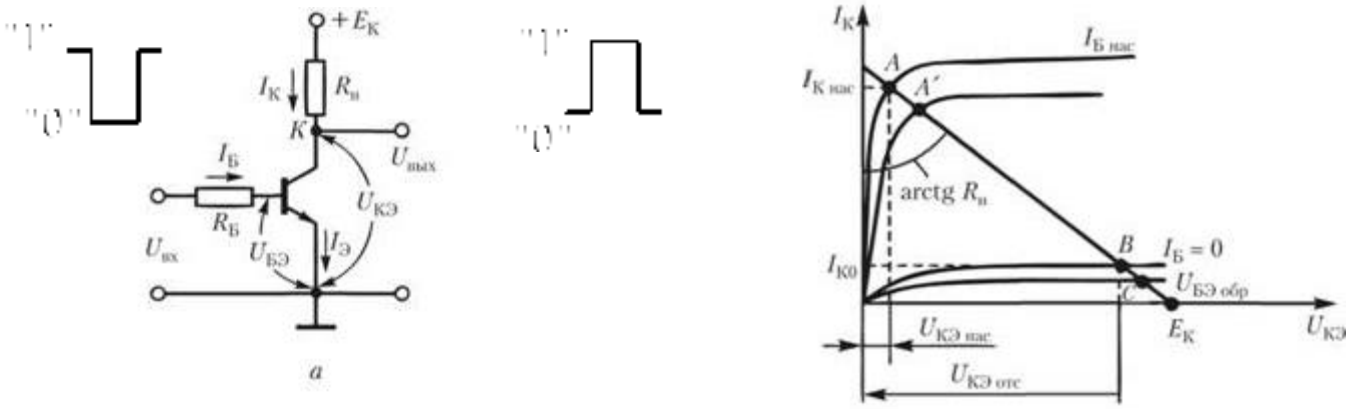


Рис. 4,5. Ключевая схема на биполярном транзисторе

В таких транзисторных ключах наблюдается инверсия фазы входного сигнала.

Логические элементы И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и их таблицы истинности

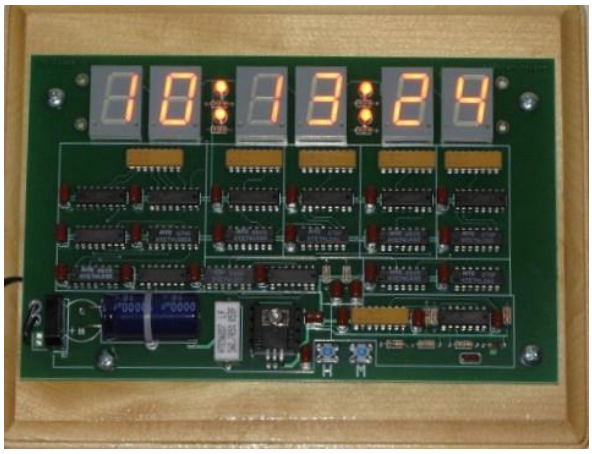
Электрическая схема, предназначенная для выполнения какой-либо логической операции с входными данными, называется логическим элементом.
Входные данные представляются здесь в виде напряжений различных уровней, и результат логической операции на выходе — также получается в виде напряжения определенного уровня. Операнды в данном случае подаются в двоичной системе счисления — на вход логического элемента поступают сигналы в форме напряжения высокого или низкого уровня, которые и служат по сути входными данными. Так, напряжение высокого уровня — это логическая единица 1 — обозначает

истинное значение операнда, а напряжение низкого уровня 0 — значение ложное. 1 — ИСТИНА, 0 — ЛОЖЬ.

Логический элемент — элемент, осуществляющий определенные логические зависимость между входными и выходными сигналами.

Логические элементы обычно используются для построения логических схем вычислительных машин, дискретных схем автоматического контроля и управления. Для всех видов логических элементов, независимо от их физической природы, характерны дискретные значения входных и выходных сигналов.

Логические элементы имеют один или несколько входов и один или два (обычно инверсных друг другу) выхода. Значения «нулей» и «единиц» выходных сигналов логических элементов определяются логической функцией, которую выполняет элемент, и значениями «нулей» и «единиц» входных сигналов, играющих роль независимых переменных. Существуют элементарные логические функции, из которых можно составить любую сложную логическую функцию.

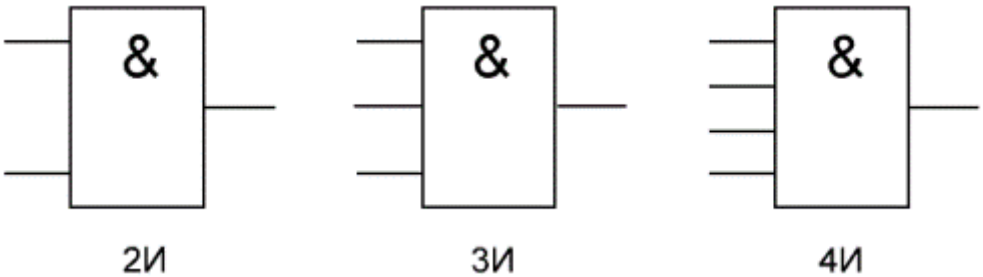


В зависимости от устройства схемы элемента, от ее электрических параметров, логические уровни (высокие и низкие уровни напряжения) входа и выхода имеют одинаковые значения для высокого и низкого (истинного и ложного) состояний.

Традиционно логические элементы выпускаются в виде специальных радиодеталей — интегральных микросхем. Логические операции, такие как конъюнкция, дизъюнкция, отрицание и сложение по модулю (И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ) — являются основными операциями, выполняемыми на логических элементах основных типов.

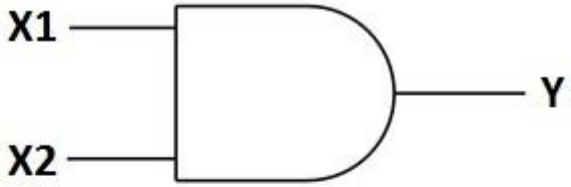
Далее рассмотрим каждый из этих типов логических элементов более внимательно.

Логический элемент «И» - конъюнкция, логическое умножение, AND



«И» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию конъюнкции или логического умножения. Данный элемент может иметь от 2 до 8 (наиболее распространены в производстве элементы «И» с 2, 3, 4 и 8 входами) входов и один выход.

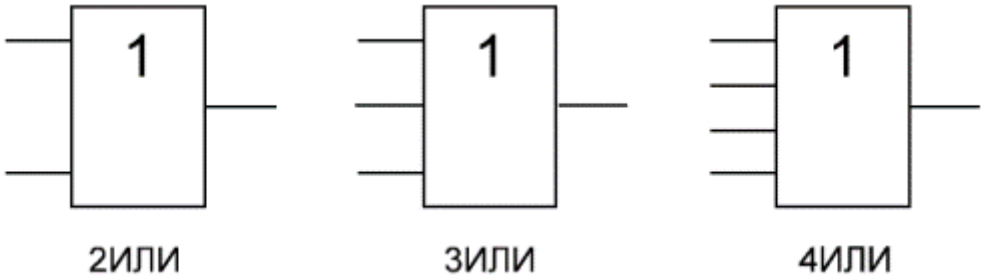
Условные обозначения логических элементов «И» с разным количеством входов приведены на рисунке. В тексте логический элемент «И» с тем или иным числом входов обозначается как «2И», «4И» и т. д. - элемент «И» с двумя входами, с четырьмя входами и т. д.



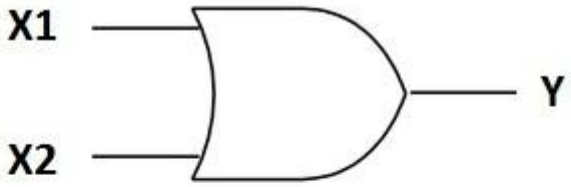
Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Таблица истинности для элемента 2И показывает, что на выходе элемента будет логическая единица лишь в том случае, если логические единицы будут одновременно на первом входе И на втором входе. В остальных трех возможных случаях на выходе будет ноль.
На западных схемах значок элемента «И» имеет прямую черту на входе и закругление на выходе. На отечественных схемах — прямоугольник с символом «&».

Логический элемент «ИЛИ» - дизъюнкция, логическое сложение, OR



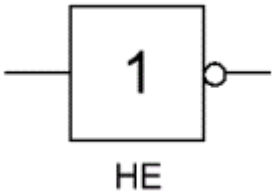
«ИЛИ» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию дизъюнкции или логического сложения. Он так же как и элемент «И» выпускается с двумя, тремя, четырьмя и т. д. входами и с одним выходом. Условные обозначения логических элементов «ИЛИ» с различным количеством входов показаны на рисунке. Обозначаются данные элементы так: 2ИЛИ, 3ИЛИ, 4ИЛИ и т. д.



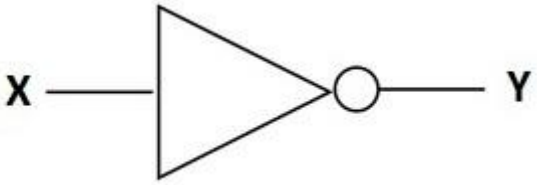
Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Таблица истинности для элемента «2ИЛИ» показывает, что для появления на выходе логической единицы, достаточно чтобы логическая единица была на первом входе ИЛИ на втором входе. Если логические единицы будут сразу на двух входах, на выходе также будет единица.
На западных схемах значок элемента «ИЛИ» имеет закругление на входе и закругление с заострением на выходе. На отечественных схемах — прямоугольник с символом «1».

Логический элемент «НЕ» - отрицание, инвертор, NOT

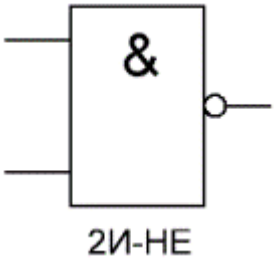


«НЕ» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию логического отрицания. Данный элемент, имеющий один выход и только один вход, называют еще инвертором, поскольку он на самом деле инвертирует (обращает) входной сигнал. На рисунке приведено условное обозначение логического элемента «НЕ».



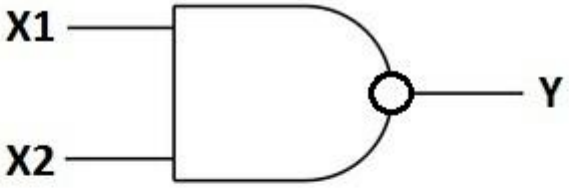
Вход X	Выход Y
0	1
1	0

Таблица истинности для инвертора показывает, что высокий потенциал на входе даёт низкий потенциал на выходе и наоборот.
На западных схемах значок элемента «НЕ» имеет форму треугольника с кружочком на выходе. На отечественных схемах — прямоугольник с символом «1», с кружком на выходе.



Логический элемент «И-НЕ» - конъюнкция (логическое умножение) с отрицанием, NAND

«И-НЕ» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию логического сложения, и затем операцию логического отрицания, результат подается на выход. Другими словами, это в принципе элемент «И», дополненный элементом «НЕ». На рисунке приведено условное обозначение логического элемента «2И-НЕ».

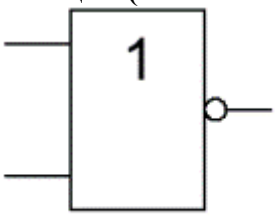


Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Таблица истинности для элемента «И-НЕ» противоположна таблице для элемента «И». Вместо трех нулей и единицы — три единицы и ноль. Элемент «И-НЕ» называют еще «элемент Шеффера» в

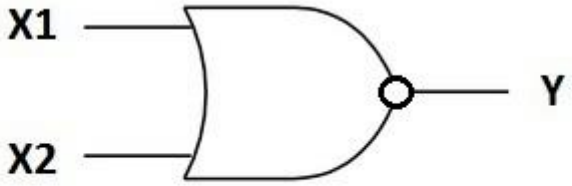
честь математика Генри Мориса Шеффера, впервые отметившего значимость этой логической операции в 1913 году. Обозначается как «И», только с кружочком на выходе.

Логический элемент «ИЛИ-НЕ» - дизъюнкция (логическое сложение) с отрицанием, NOR



2ИЛИ-НЕ

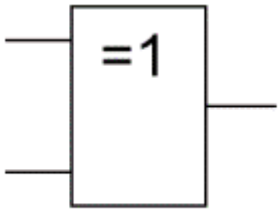
«ИЛИ-НЕ» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию логического сложения, и затем операцию логического отрицания, результат подается на выход. Иначе говоря, это элемент «ИЛИ», дополненный элементом «НЕ» - инвертором. На рисунке приведено условное обозначение логического элемента «2ИЛИ-НЕ».



Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

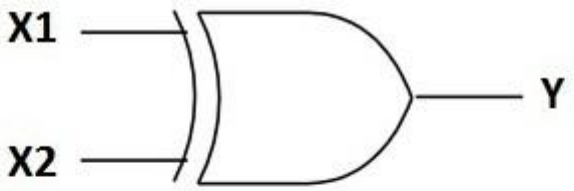
Таблица истинности для элемента «ИЛИ-НЕ» противоположна таблице для элемента «ИЛИ». Высокий потенциал на выходе получается лишь в одном случае - на оба входа подаются одновременно низкие потенциалы. Обозначается как «ИЛИ», только с кружочком на выходе, обозначающим инверсию.

Логический элемент «исключающее ИЛИ» - сложение по модулю 2, XOR



исключающее ИЛИ

«исключающее ИЛИ» - логический элемент, выполняющий над входными данными операцию логического сложения по модулю 2, имеет два входа и один выход. Часто данные элементы применяют в схемах контроля. На рисунке приведено условное обозначение данного элемента. Изображение в западных схемах — как у «ИЛИ» с дополнительной изогнутой полоской на стороне входа, в отечественной — как «ИЛИ», только вместо «1» будет написано «=1».



Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Этот логический элемент еще называют «неравнозначность». Высокий уровень напряжения будет на выходе лишь тогда, когда сигналы на входе не равны (на одном единица, на другом ноль или на одном ноль, а на другом единица) если даже на входе будут одновременно две единицы, на выходе будет ноль — в этом отличие от «ИЛИ». Данные элементы логики широко применяются в сумматорах.

1. Назначение и параметры электронных ключей

Электронные ключи входят в состав многих импульсных устройств. Основу любого электронного ключа составляет активный элемент (полупроводниковый диод, транзистор), работающий в ключевом режиме. Ключевой режим характеризуется двумя состояниями ключа: "Включено" – "Выключено". На рисунке приведены упрощённая схема и временные диаграммы идеального ключа. При разомкнутом ключе i = 0, $u_{вых}$ = E, при замкнутом ключе i=E/R, $u_{вых}$=0, . При этом предполагается, что сопротивление разомкнутого ключа бесконечно велико, а сопротивление равно нулю.

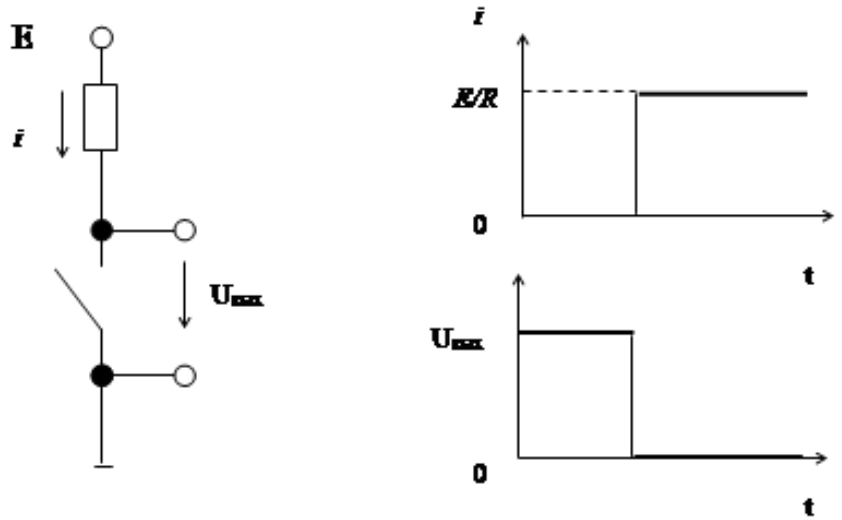


рис. 1.1. Схема, временные диаграммы тока и выходного напряжения идеального ключа.

В реальных ключах токи, а также уровни выходного напряжения, соответствующие состояниям "Включено" – "Выключено", зависят от типа и параметров применяемых активных элементов и переход из одного состояния в другое происходит не мгновенно, а в течение времени, обусловленного инерционностью активного элемента и наличием паразитных ёмкостей и индуктивностей цепи.

Качество электронного ключа определяется следующими основными параметрами:
- падением напряжения на ключе в замкнутом состоянии $u_з$;
- током через ключ в разомкнутом состоянии $i_р$;
- временем перехода ключа из одного состояния в другое (временем переключения) $t_{пер}$.

Чем меньше значения этих величин, тем выше качество ключа.

2. Диодные ключи

Простейший тип электронных ключей – диодные ключи. В качестве активных элементов в них используются полупроводниковые или электровакуумные диоды.

При положительном входном напряжении диод открыт и ток через него

$$i = u_{вх} / (R_{пр} + R),$$

где $R_{пр}$ - прямое сопротивление диода.

Выходное напряжение

$$u_{вых} = R \cdot i = R \frac{u_{вх}}{R_{пр} + R}.$$

Обычно $R_{пр} << R$, тогда $u_{вых}=u_{вх}$. При отрицательном входном напряжении ток идет через диод

$$i = u_{вх} / (R_{обр} + R),$$

где $R_{обр}$ - обратное сопротивление диода.

При этом выходное напряжение

$$u_{вых} = R\, i = R \frac{u_{вх}}{R_{обр} + R}$$

Как правило, $R_{обр} >> R$ и При $u_{вых} = R \frac{u_{вх}}{R_{обр}} << u_{вх}$ изменении полярности включения диода

график функции $u_{вых}=f(u_{вх})$ повернется на угол π вокруг начала координат.

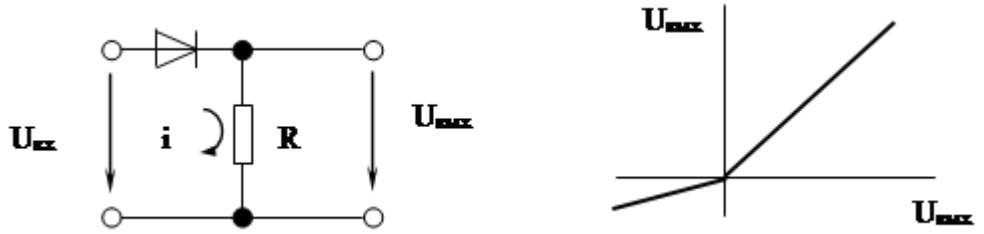


рис. 1.2. Схема и передаточная характеристика последовательного диодного ключа с нулевым уровнем включения.

Приведенной выше схеме соответствует нулевой уровень включения (уровень входного напряжения, определяющий отрицание или запирание диода). Для изменении уровня включения в цепь ключа вводят источник напряжения смещения E_0 . В этом случае при $u_{вх} > E_0$ диод открыт и $u_{вых} \approx u_{вх}$, а при $u_{вх} < E_0$ - закрыт и $u_{вх} = E_0$. Если изменить полярность источника E_0, то график функции приобретет вид, показанный пунктирной линией

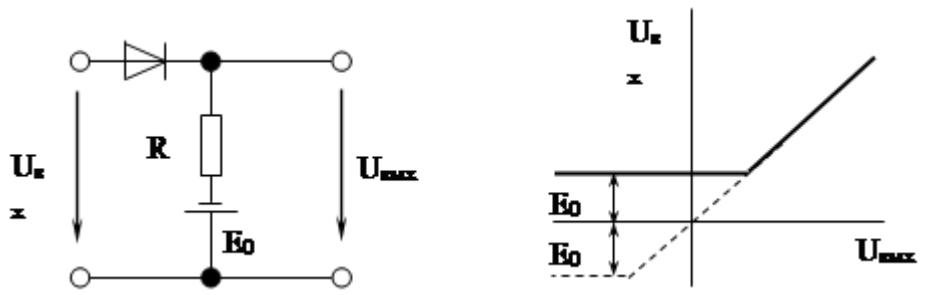


рис. 1.3. Схема и передаточная характеристика последовательного диодного ключа с ненулевым уровнем включения.

В качестве источника E_0 часто используют резистивный делитель напряжения, подключенный к общему для электронного устройства источнику питания. Применяя переменный резистор как регулируемый делитель напряжения, можно изменять уровень включения.

Диодные ключи не позволяют электрически разделить управляющую и управляемые цепи, что часто требуется на практике. В этих случаях используются транзисторные ключи.

3. Транзисторные ключи

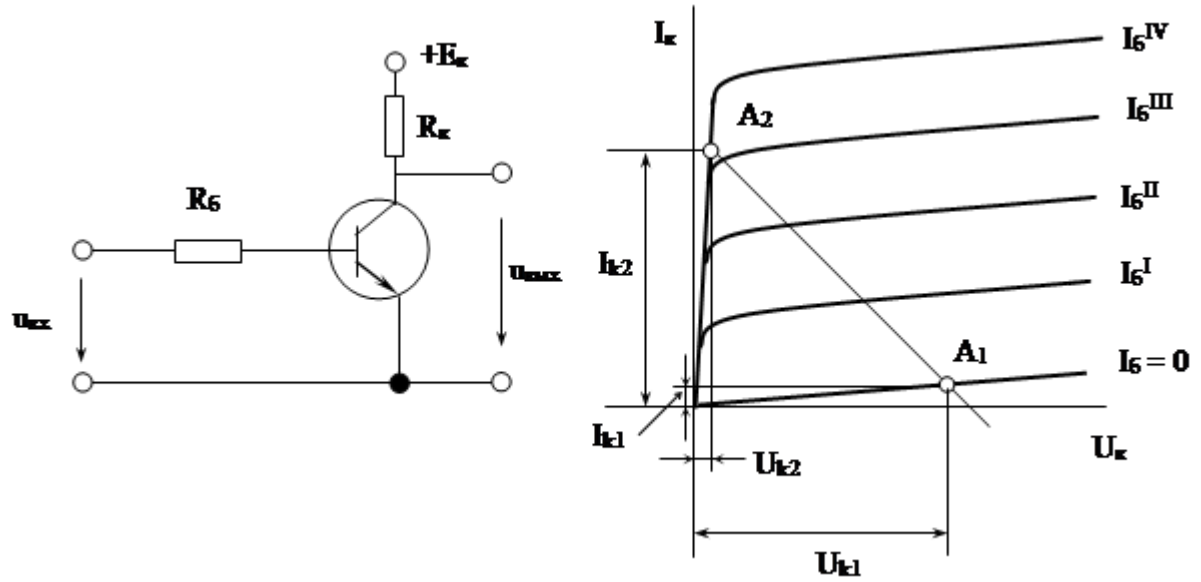


рис. 1.4. Схема и характеристики режима работы ключа на биполярном транзисторе.

Входная (управляющая) цепь здесь отделена от выходной (управляемой) цепи. Транзистор работает в ключевом режиме, характеризуемой двумя состояниями. Первое состояние определяется точкой A_1 на выходных характеристиках транзистора; его называют режимом отсечки. В режиме отсечки ток базы $I_б = 0$, коллекторный ток $I_{к1}$ равен начальному коллекторному току, а коллекторное напряжение $U_к = U_{к1} \approx E_к$. Режим отсечки реализуется при отрицательных потенциалах базы. Второе состояние определяется точкой A_2 и называется режимом насыщения. Он реализуется при положительных потенциалах базы. При этом ток базы определяется в основном сопротивлением резистора $R_б$ и $I_{б2} = U_{вх}/R_б$, поскольку сопротивление открытого эмиттерного перехода мало. Коллекторный переход тоже открыт, и ток коллектора $I_{к2} \approx E_к/R_к$, а коллекторное напряжение $U_{к2} \approx 0$. Из режима отсечки в режим насыщения транзистор переводится под воздействием положительного входного напряжения. При этом повышению входного напряжения (потенциала базы) соответствует

понижение выходного напряжения (потенциала коллектора), и наоборот. Такой ключ называется инвертирующим (инвертором). В рассмотренном транзисторном ключе уровни выходного напряжения, соответствующие режимам отсечки и насыщения стабильны и почти не зависят от температуры. Повторяющий ключ выполняют по схеме эмиттерного повторителя.

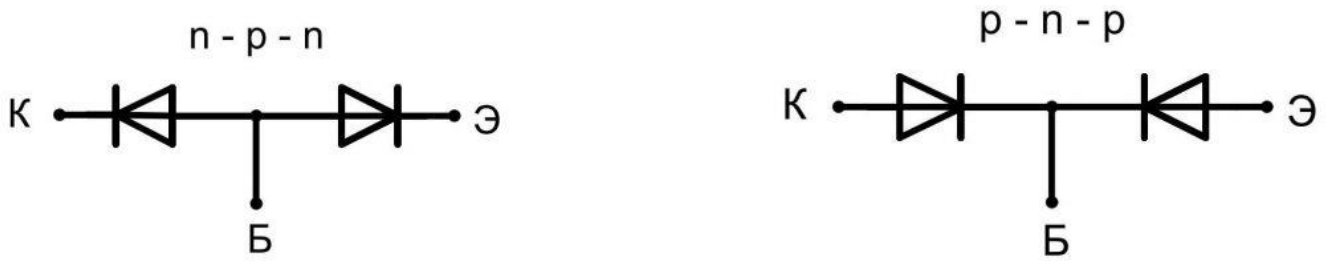
Время переключения ключей на биполярных транзисторах определяется барьерными емкостями p-n-переходов и процессами накопления и рассасывания неосновных носителей заряда в базе. Для повышения быстродействия и входного сопротивления применяют ключи на полевых транзисторах.

Как работает транзисторный ключ

Как работает транзисторный ключ на биполярном транзисторе (БТ). Такие полупроводниковые элементы производятся двух типов – *n-p-n* и *p-n-p* структуры, которые различаются типом применяемого полупроводника (в p-полупроводнике преобладают положительные заряды – «дырки»; в n-полупроводнике – отрицательные заряды – электроны).

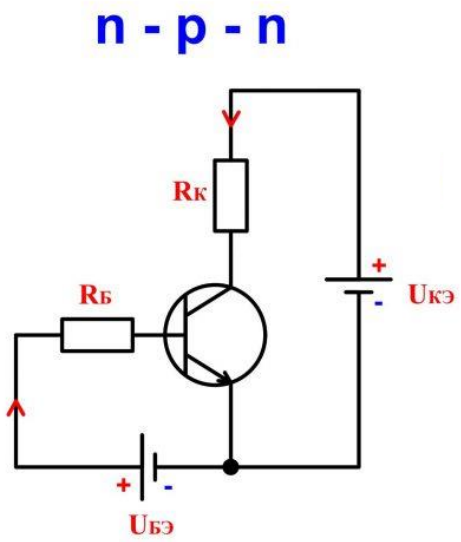
Выводы БТ называются *база*, *коллектор* и эмиттер, которые имеет графическое обозначение на чертежах электрических схем, как показано на рисунке.

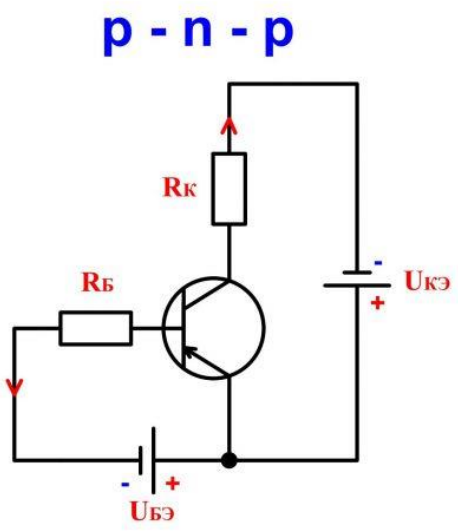
С целью понимания принципа работы и отдельных процессов, протекающих в биполярных транзисторах, их изображают в виде двух последовательно и встречно соединенных диодов.



Наиболее распространенная схема БТ, работающего в ключевом режиме, приведена ниже.

Схема включения транзисторов



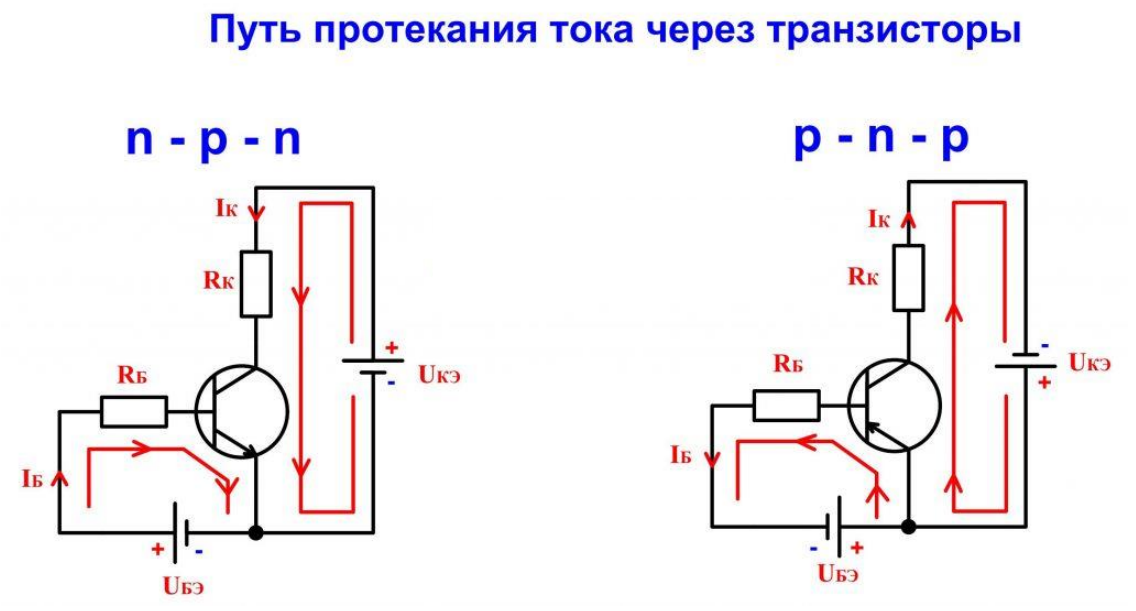


Чтобы открыть транзисторный ключ нужно подвести потенциалы определенного знака к обеим pn-переходам. Переход коллектор-база должен быть смещен в обратном направлении, а переход база-эмиттер – в прямом. Для этого электроды источника питания $U_{КЭ}$ подсоединяют к выводам базы и коллектора через нагрузочный резистор $R_К$. Обратите внимание, положительный потенциал $U_{КЭ}$ посредством $R_К$ подается на коллектор, а отрицательный потенциал – на эмиттер. Для полупроводника *p-n-p* структуры полярность подключения источника питания $U_{КЭ}$ изменяется на противоположную.

Резистор в цепи коллектора $R_К$ служит нагрузкой, которая одновременно защищает биполярный транзистор от короткого замыкания.

Команда на открытие БТ подается управляющим напряжением $U_{БЭ}$, которое подается на выводы базы и эмиттера через токоограничивающий резистор $R_Б$. Величина $U_{БЭ}$ должна быть не меньше 0,6 В, иначе эмиттерный переход полностью не откроется, что вызовет дополнительные потери энергии в полупроводниковом элементе.

Чтобы не спутать полярность подключения напряжения питания $U_{КЭ}$ и управляющего сигнала $U_{БЭ}$ БТ разной полупроводниковой структуры, обратите внимание на направление эмиттерной стрелки. Стрелка обращена в сторону протекания электрического тока. Ориентируясь на направление стрелки достаточно просто расположить правильным образом источники напряжения.



Входная статическая характеристика

Биполярный транзистор может работать в двух принципиально разных режимах – в режиме усилителя и в режиме ключа. Как и электрический ключ, транзисторный ключ может (и должен) находится только в одном из двух состояний – включенном (открытом) и выключенном (закрытом), что отображено на участках нагрузочной прямой, расположенной на входной статической характеристике биполярного транзистора. На участке ***3-4*** БТ закрыт, а на его выводах потенциалы $U_{КЭ}$. Коллекторный ток $I_К$ близок к нулю. При этом ток в цепи базы $I_К$ также отсутствует, собственно по этой причине БТ и закрыт. Область на входной статической характеристике, отвечающая закрытому состоянию называется ***областью отсечки***.

Второе состояние – БТ полностью открыт, что показано на участке ***1-2***. Как видно из характеристики, ток $I_К$ имеет некое значение, которое зависит от величин $U_{КЭ}$ и $R_К$. В цепи база-эмиттер также протекает ток $I_Б$, величина которого достаточна для полного открытия биполярного транзистора.

Падение напряжения на pn-переходе коллектор-эмиттер в зависимости от серии транзистора и его мощности находится в пределах от сотых до десятых вольта. Такая рабочая область БТ, в которой он полностью открыт, называется ***областью насыщения***.

В третьей области полупроводниковый ключ занимает среднее положение между открыто-закрыто, то есть он приоткрыт или призакрыт. Такая область, используется для транзистора, работающего усилителем, называется ***активной областью***.