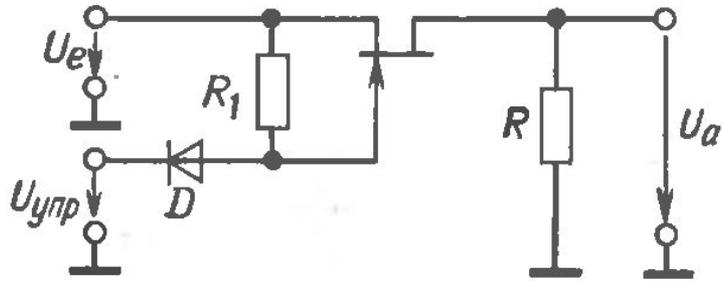


Упрощенная схема управления коммутатором.

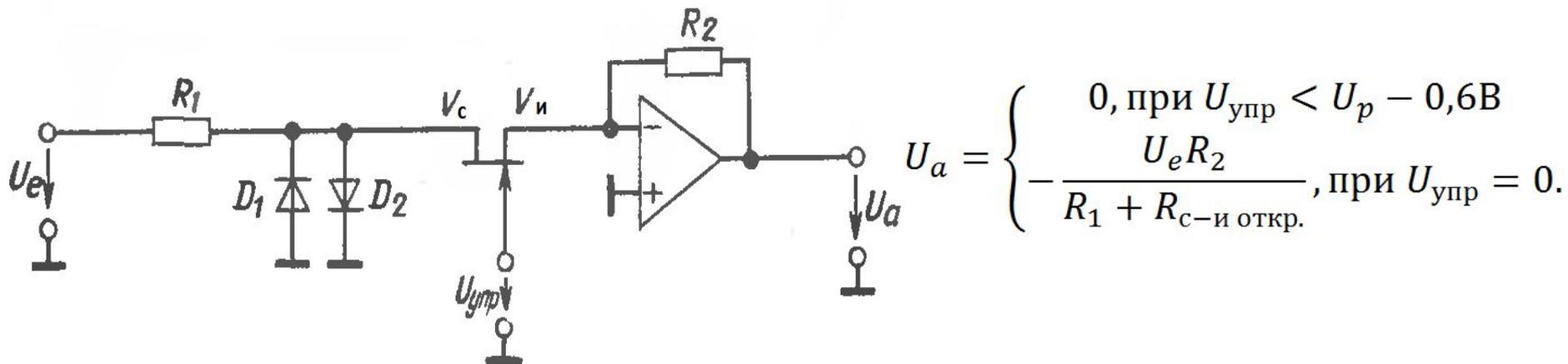


Если $U_{упр} > U_{емax}$ – диод закроется. $U_{з-и}$ будет равно 0, транзистор откроется, $U_e = U_a$. При достаточно больших отрицательных управляющих напряжениях диод будет открыт, а полевой транзистор закрыт. Напряжение на выходе коммутатора равно нулю.

Частота переключения этого коммутатора невелика. Обычно эти коммутаторы выпускают в интегральном исполнении, когда в одном корпусе объединяются несколько коммутаторов, управляемых общим напряжением. Часто эти коммутаторы выполняются с одним входом или одним выходом. Путем двоичного кода выбирается, какой из коммутаторов подсоединить. Тогда эти коммутаторы называются аналоговыми мультиплексорами. Часто в этих схемах добавляется ОУ.

Аналоговые коммутаторы на базе операционных усилителей.

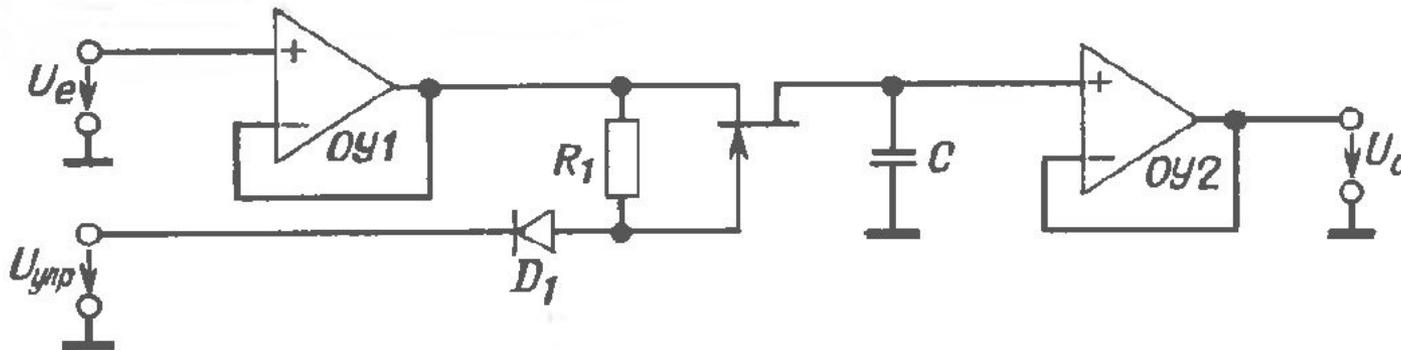
Коммутатор с улучшенными характеристиками.



Полевой транзистор выполняет роль коммутатора. При $U_{упр} = 0$ он открыт, независимо от величины входного напряжения. Если его закрыть, потенциал стока возрастает, и, в зависимости от того, какой он имеет знак, открывается первый или второй диод. К суммирующей точке операционного усилителя можно подключить еще несколько идентичных коммутаторов. При этом получится аналоговый мультиплексор. При соответствующем выборе R_1 можно коммутировать входные сигналы любой амплитуды.

Аналоговые коммутаторы с памятью (схемы выборки-хранения).

Выходное напряжение аналогового коммутатора с памятью в состоянии «Включено» равно входному, а в состоянии «Выключено» должно быть равно тому, каким оно было в момент выключения. Для запоминания используют конденсатор.



$$U_a = \begin{cases} U_e, & \text{при } U_{упр} > U_{emax} \\ const, & \text{при } U_{упр} < U_{emin} + U_p \end{cases}$$

При закрывании транзистора напряжение на конденсаторе остается неизменным, если будет отсутствовать ток разряда. Поэтому ОУ2 выбирается с полевыми транзисторами на входе. Качество коммутатора характеризуется:

1. величина $\frac{dU_a}{dt} = \frac{I_L}{C}$ где I_L — ток разряда конденсатора.

2. Временем установки значения t_e – определяет, насколько долго при самых неблагоприятных условиях длится процесс заряда конденсатора до величины входного напряжения с заданным уровнем допуска.

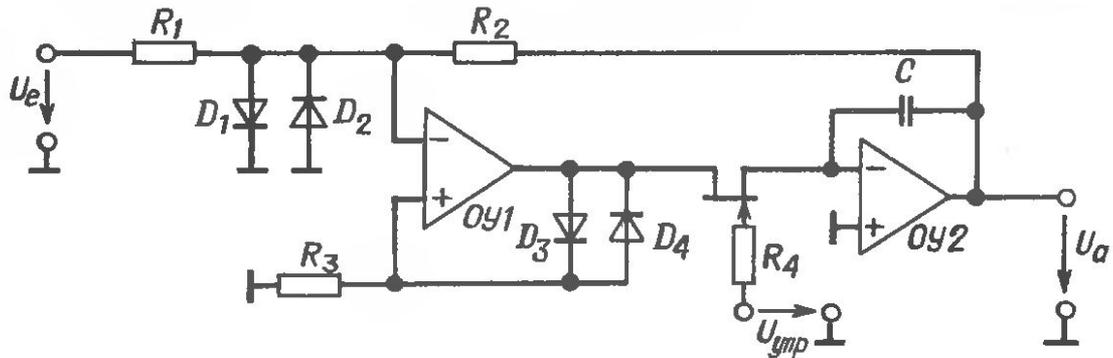
$$t_e = r_{\text{с-и откр.}} \cdot C \cdot \begin{cases} 4,6 - \text{для точности } 1\% \\ 6,9 - \text{для точности } 0,1\% \end{cases}$$

$$\Delta U_a = \frac{C_{\text{з-с}}}{C} \Delta U_{\text{упр}}$$

3. Время запаздывания определяется как время задержки между моментом снятия управляющего напряжения и фактическим запирающим коммутатора. (t_a). Оно тем меньше, чем круче фронт $U_{\text{упр}}$.

$$t_e \approx 20 \text{ мкс}; \quad \frac{dU_a}{dt} \approx 3 \text{ мВ/с} \quad \Delta U_a \approx 1 \text{ мВ}$$

Аналоговый коммутатор с памятью, выполненный на базе интегратора.

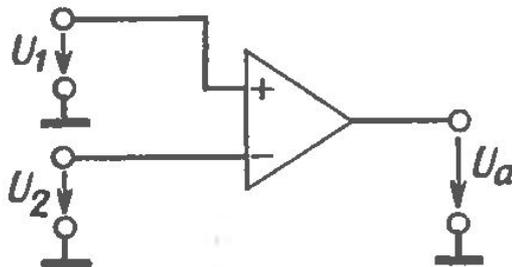


$$U_a = -\frac{R_2}{R_1} U_e \quad \text{— при } U_{упр} = 0$$

$U_a = const$ — при выключенном коммутаторе

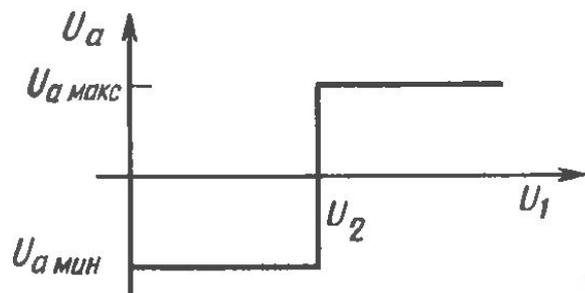
Компараторы

- разновидность коммутаторов. Осуществляют переключение уровня выходного напряжения, когда непрерывно изменяющийся входной сигнал становится выше или ниже определенного уровня.



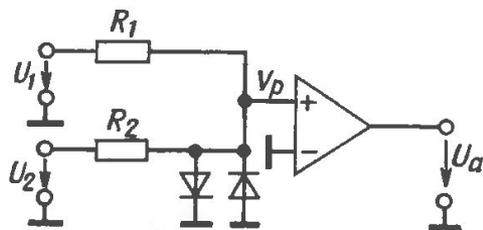
$$U_a = \begin{cases} U_{amax}, & \text{для } U_1 > U_2 \\ U_{amin}, & \text{для } U_1 < U_2 \end{cases}$$

Благодаря высокому коэффициенту усиления схема переключается при очень малых величинах разности и пригодна для сравнения с очень высокой точностью.



Скорость нарастания 1В/мкс .
Существенно меньшей задержки можно добиться используя специальные микросхемы компараторов К544СА1, К544СА2, К544СА3.

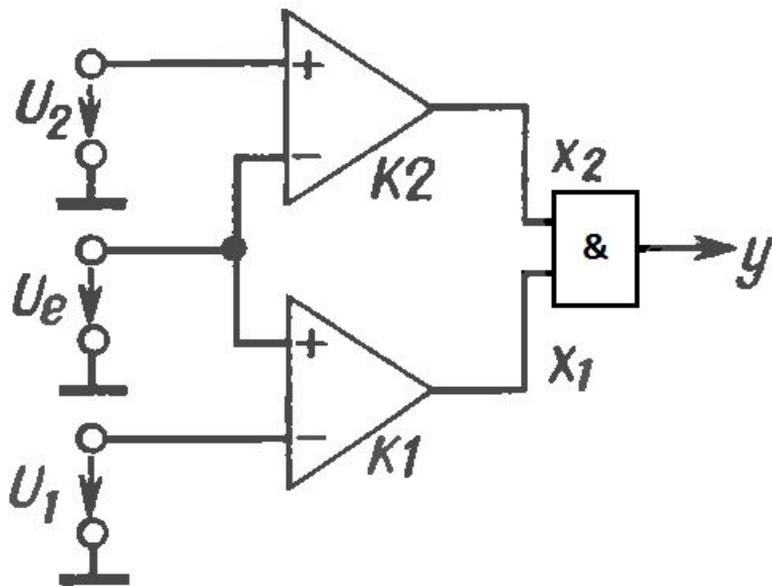
Если требуется сравнить большие напряжения, то используется схема:



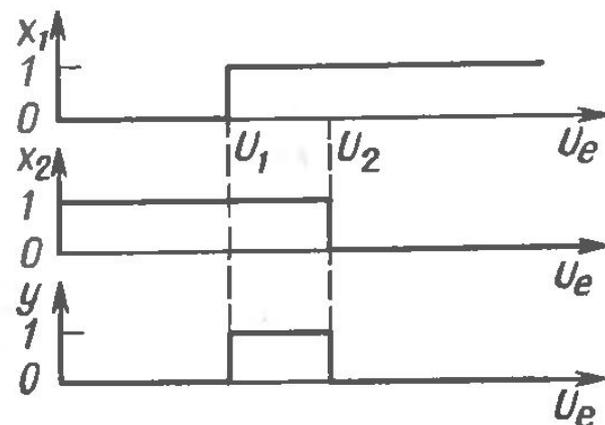
Компаратор срабатывает при переходе V_p через 0. Сравнимые напряжения должны быть разного знака. Благодаря диодам, напряжение на входе компаратора не может превысить $\pm 0,6\text{ В}$.

Двухпороговый компаратор.

Фиксирует, находится ли входное напряжение между двумя заданными напряжениями или вне этого диапазона.



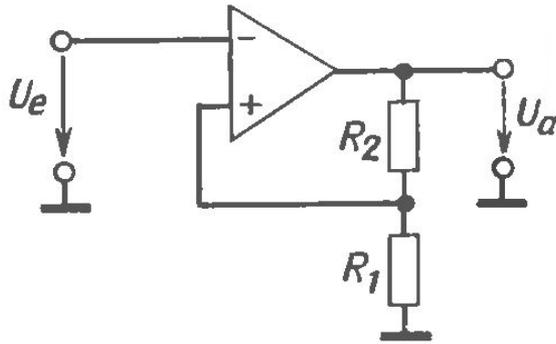
На выходе логического элемента единица будет только тогда, когда $U_1 < U_e < U_2$.



Триггер Шмитта.

Это компаратор, уровни включения и выключения которого не совпадают. Они различаются на величину, называемую гистерезисом переключения.

Инвертирующий триггер Шмитта.

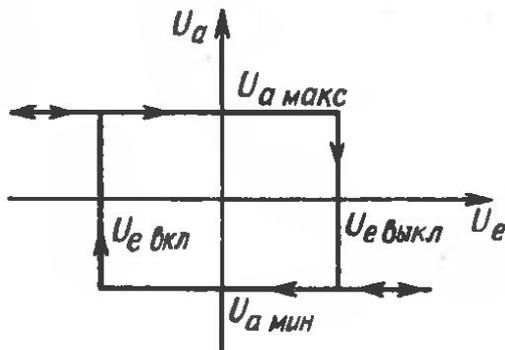


$$U_{евкл} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{amin}$$

$$U_{евыкл} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{amax}$$

$$\Delta U_e = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{amax} - U_{amin}) - \text{гистерезис.}$$

При $U_e \ll 0$:



$$V_{pmax} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{amax}$$

$$V_{pmin} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{amin}$$

Если к инвертирующему входу приложено большое отрицательное напряжение, то $U_a = U_{amax}$. На неинвертирующем входе будет потенциал V_{pmax} . При повышении входного напряжения величина выходного сигнала сначала не меняется, но как только U_e достигнет значения V_{pmax} , выходное напряжение начинает падать, а вместе с ним падает скачком V_p . Они принимают значения: $U_a \rightarrow U_{amin}$, $V_p \rightarrow V_{pmin}$. Достигнутое состояние стабильно, и выходное напряжение изменится до значения U_{amax} только тогда, когда входное напряжение достигнет значения V_{pmin} .

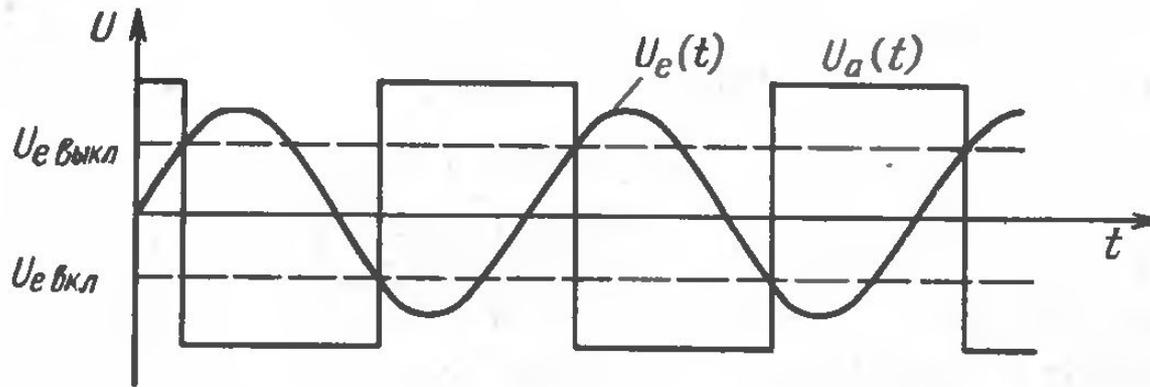
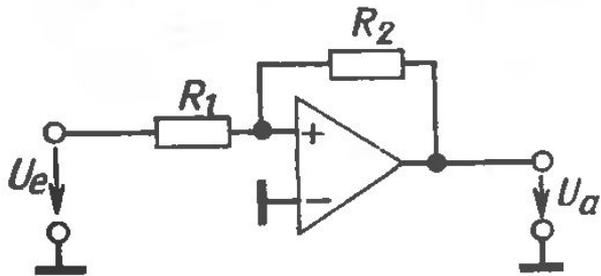


Диаграмма работы инвертирующего триггера Шмитта.

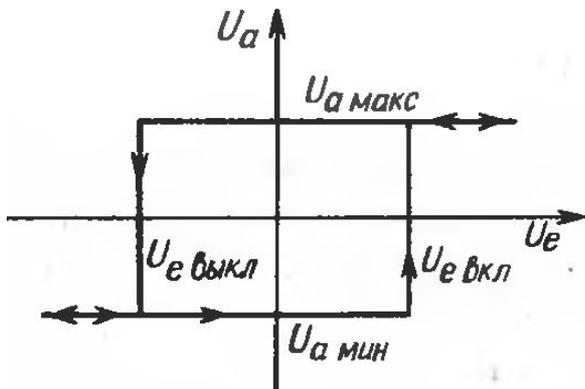
Неинвертирующий триггер Шмитта.



$$U_{e\text{вкл}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{min}}$$

$$U_{e\text{выкл}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{max}}$$

$$\Delta U_e = \frac{R_1}{R_2} (U_{a\text{max}} - U_{a\text{min}}) - \text{гистерезис переключения}$$



Передаточная характеристика

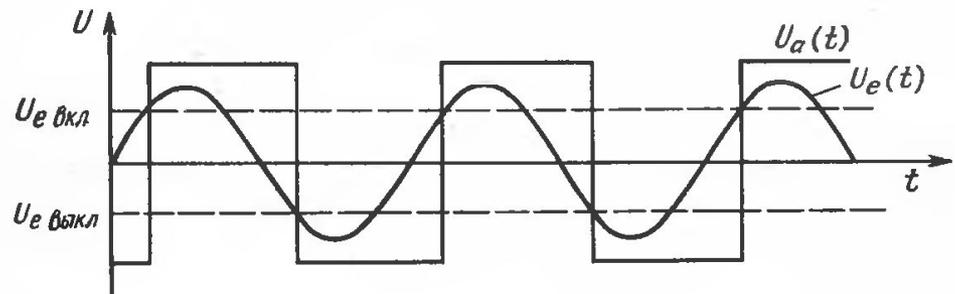
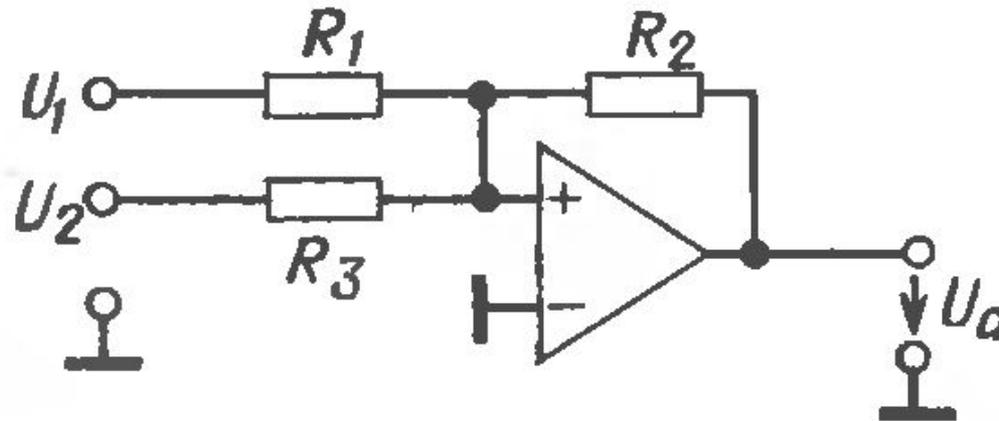


Диаграмма работы неинвертирующего триггера Шмитта.

Суммирующий триггер Шмитта.



Нижний порог срабатывания:

$$U_{1\text{вкл}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{min}} - \frac{R_1}{R_3} U_2$$

Верхний порог срабатывания:

$$U_{1\text{выкл}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{max}} - \frac{R_1}{R_3} U_2$$

Изменяя U_2 можно сдвигать уровни срабатывания схемы для входного напряжения U_1 . Гистерезис переключения при этом не меняется.