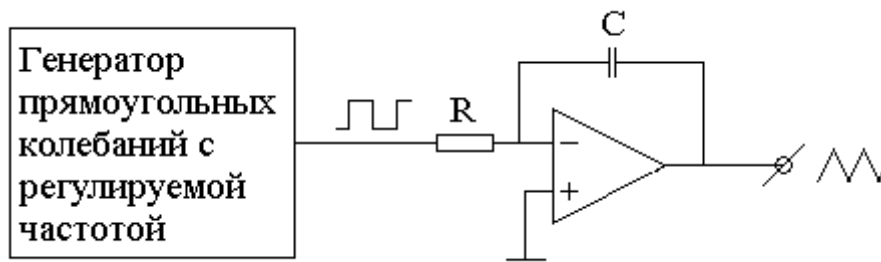
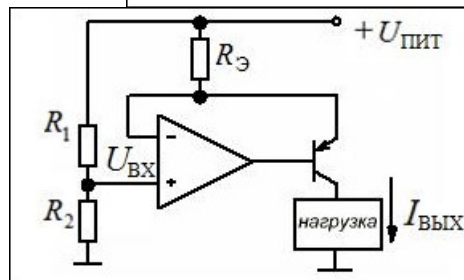
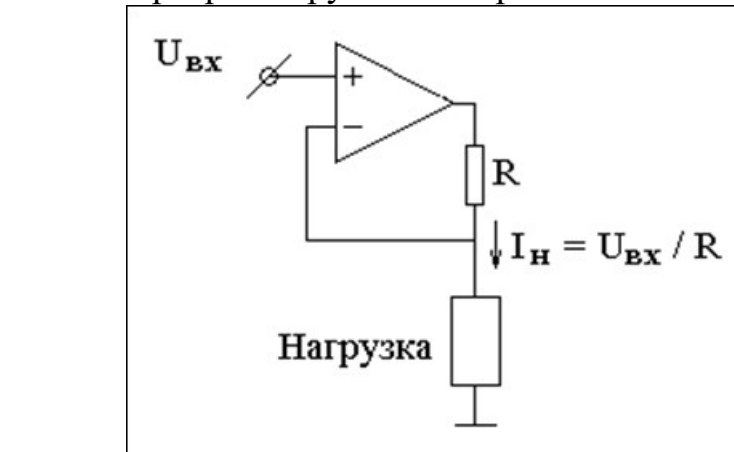


Негодные схемы (проверка).

Генератор треугольных колебаний с регулируемой частотой:

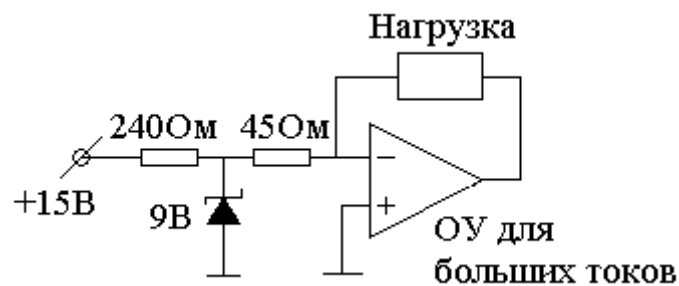


Источник тока программируемый напряжением:



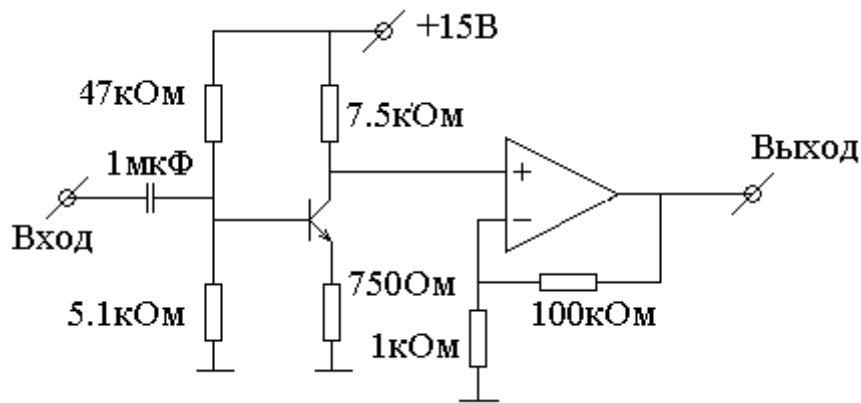
$$I_{вых} = \frac{U_{пит} - U_{вх}}{R_3}$$

Источник тока 200 мА:

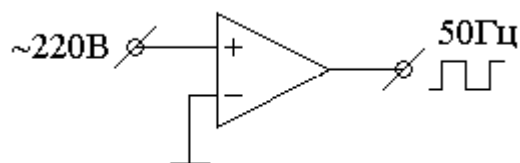


Негодные схемы (на дом).

Выходной каскад на ОУ со стократным усилением для звуковых частот:



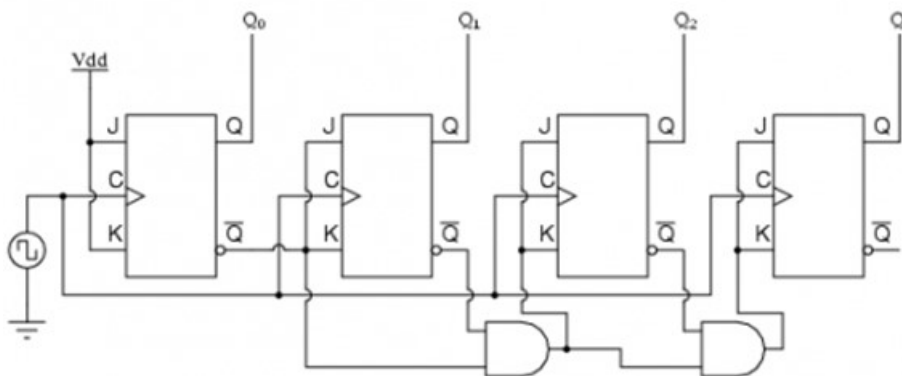
Детектор нуля:



Синхронный счетчик. Реверсивный счетчик (продолжение).

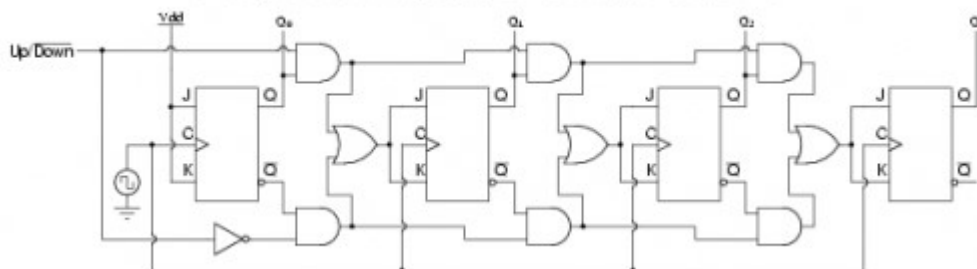
Если считать нужно в обратную сторону, то изменение следующего разряда нужно производить только в том случае, если каждый из предыдущих разрядов равен логическому нулю:

Четырёхразрядный синхронный счётчик обратного счёта

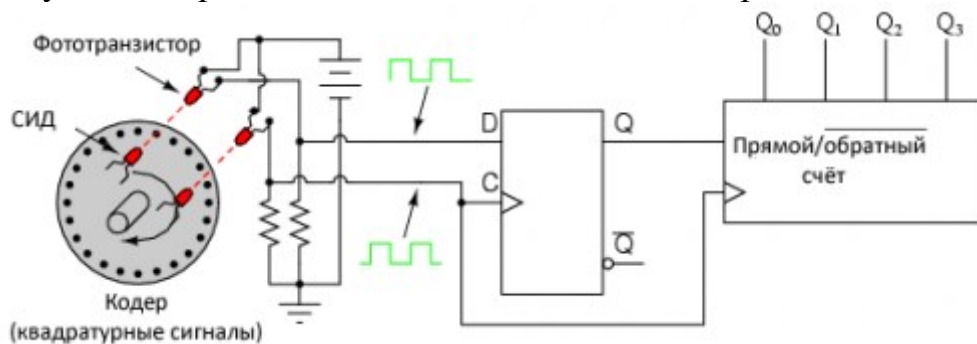


В следующей схеме переключение происходит в одном из предыдущих вариантов и зависит от логического уровня на входе *Up / Down*.

Универсальный четырёхразрядный синхронный счётчик



В следующей схеме фотодиоды перекрываются со сдвигом на четверть периода, так что фронт тактового импульса попадает на середину импульса данных D-триггера. При вращении диска в одну сторону на переднем фронте тактового импульса будет логическая единица на входе данных, а при вращении в другую сторону — логический ноль. Соответственно последующий счетчик будет считать в одну или другую сторону. В результате счетчик показывает угол поворота независимо от того, как поворачивался диск.

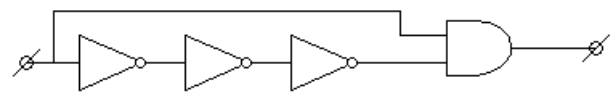


На самом деле, если диск дрожит, так что на входе C появляются импульсы, а на входе D остается постоянное напряжение, то будут ложные срабатывания, и ошибка в угле поворота диска. Чтобы устранить этот дефект требуется схема со следующей таблицей истинности:

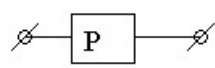
$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} D = 1 \\ C \uparrow \end{array} \right\} \rightarrow +1 \\
 & \left. \begin{array}{l} D = 1 \\ C \downarrow \end{array} \right\} \rightarrow -1
 \end{aligned}$$

которая добавляет единицу в счетчик, когда на входе D разрешающий высокий уровень, а на C входе — перепад напряжения вверх. Аналогично, когда на входе D разрешающий высокий уровень, а на C входе — перепад напряжения вниз, схема должна вычитать единицу в счетчике.

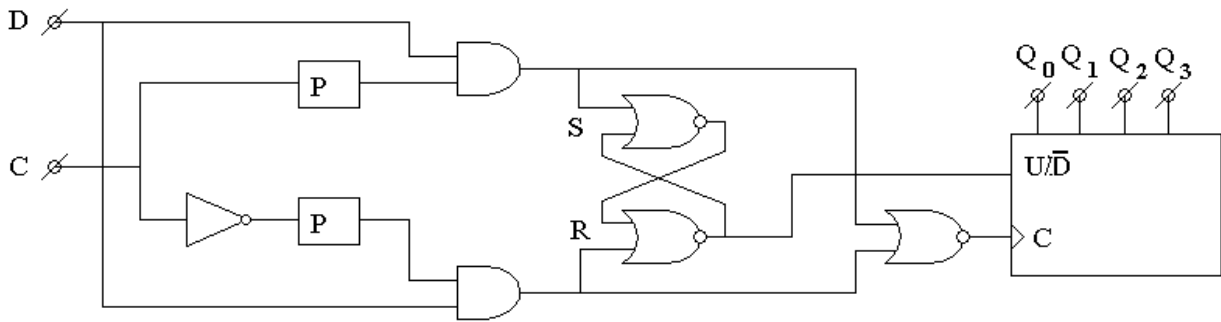
Если схему одновибратора по фронту вверх



для краткости обозначить, как

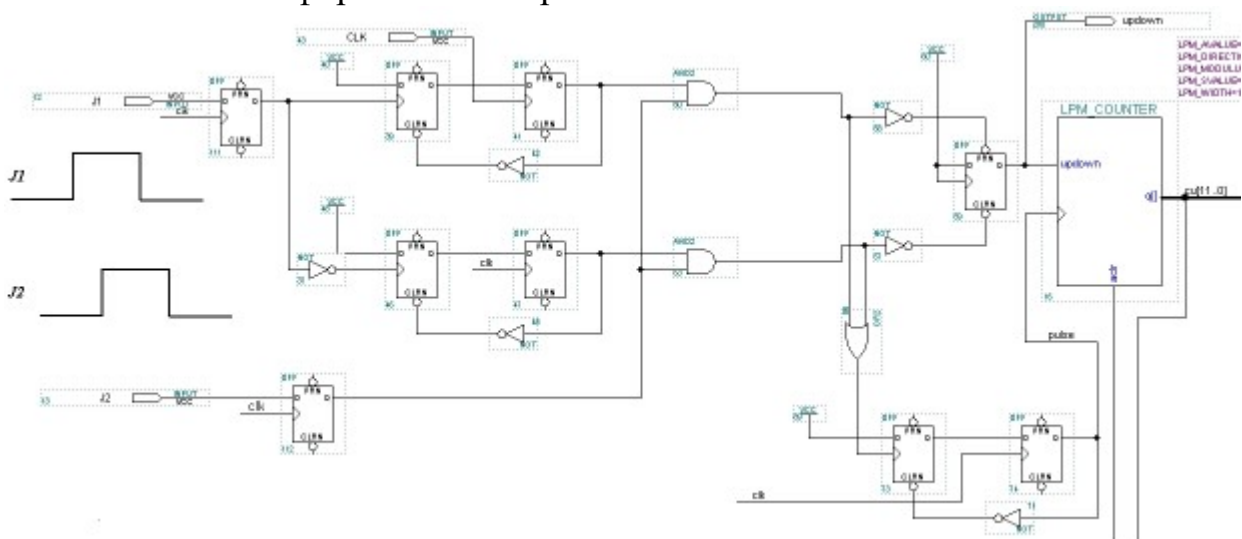


то необходимую функцию можно обеспечить следующим образом:

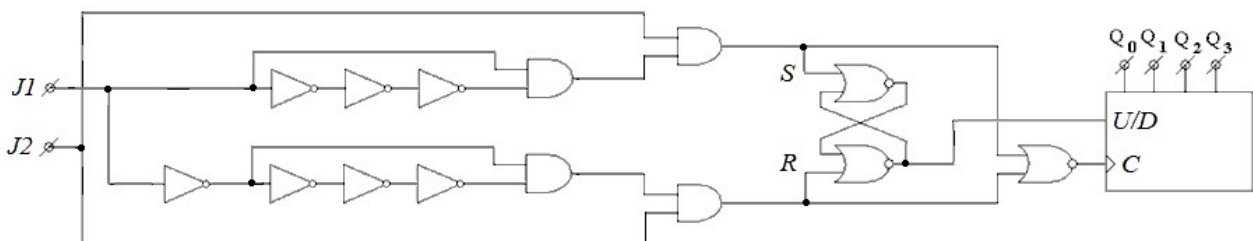




Двумя одновибраторами P формируются короткие импульсы по переднему и заднему фронту на входе схемы C . Только в случае разрешающего высокого уровня на входе D эти импульсы попадают на тактовый вход реверсивного счетчика справа. Эти же импульсы переключают направление счета реверсивного счетчика с помощью RS -триггера. Реверсивный счетчик справа по тактовому входу C срабатывает по заднему фронту импульса одновибратора, чтобы RS -триггер по переднему фронту того же импульса успел при необходимости переключить направление счета раньше сигнала по тактовому входу счетчика.

Аналогичная фирменная микросхема:



Идея схемы та же, что и у моей схемы:



где  — логические схемы 2И,  — логические схемы 2ИЛИ.

Реализация фирменной схемы, вероятно, более надежна. В фирменной схеме все изменения происходят по тактовому импульсу, что исключает возможность разной скорости реакции разных частей схемы на изменение входного напряжения.

Дальше я приведу сравнение двух схем, отмечая узлы, которые выполняют аналогичные функции.

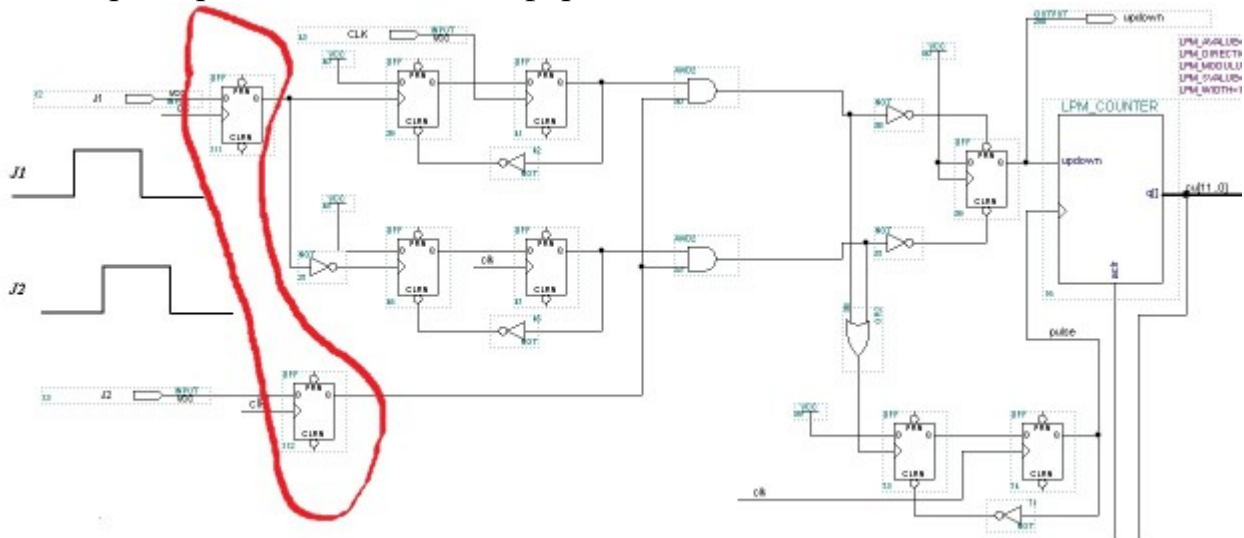
Обе схемы выполняют одинаковые логические функции

$$\left. \begin{matrix} J2 = 1 \\ J1 \uparrow \end{matrix} \right\} \rightarrow +1$$

$$\left. \begin{matrix} J2 = 1 \\ J1 \downarrow \end{matrix} \right\} \rightarrow -1$$

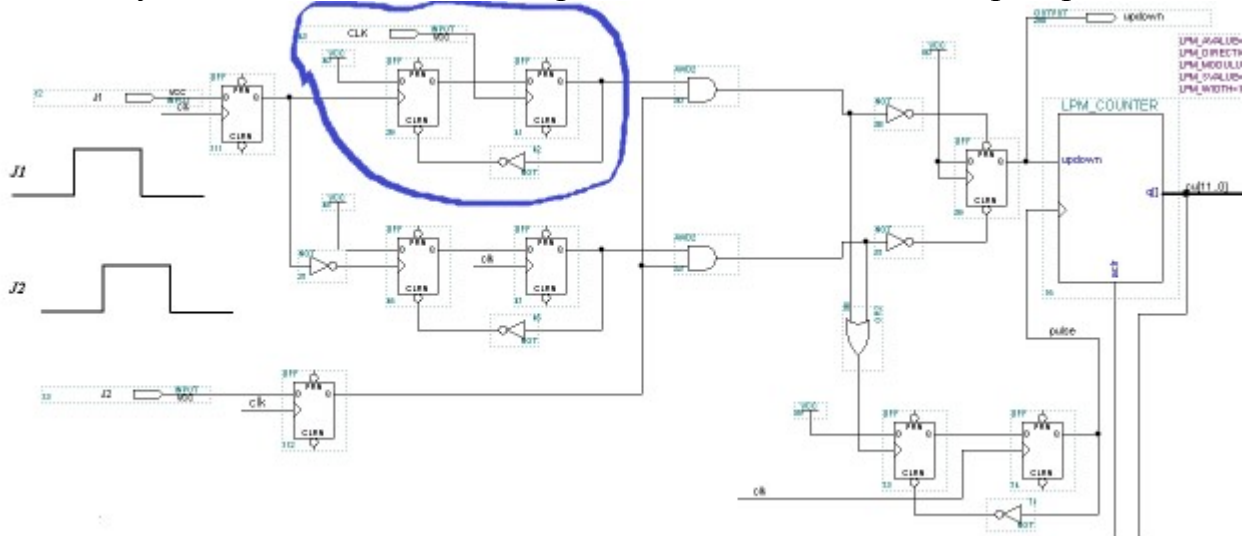
— добавляют единицу в счетчик, когда вход $J2$ имеет разрешающий высокий уровень, а на входе $J1$ — перепад напряжения вверх. Аналогично, когда вход $J2$ имеет разрешающий высокий уровень, а на входе $J1$ — перепад напряжения вниз, оба варианта схемы вычитают единицу в счетчике.

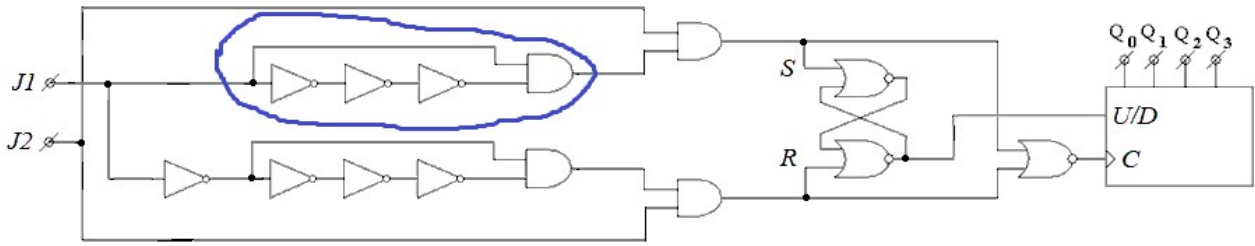
В триггеры на обоих входах фирменной схемы



должны устранить возможный дребезг сигнала на частоте сравнимой или больше тактовой частоты, чтобы остальные части схемы реагировали одинаково на входные напряжения.

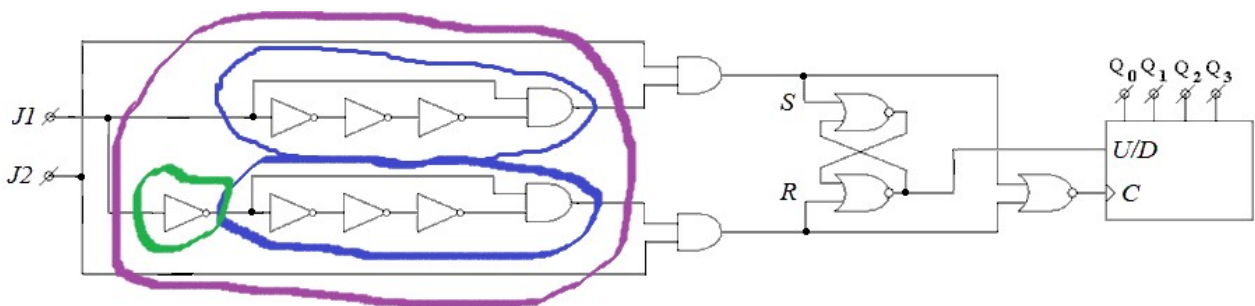
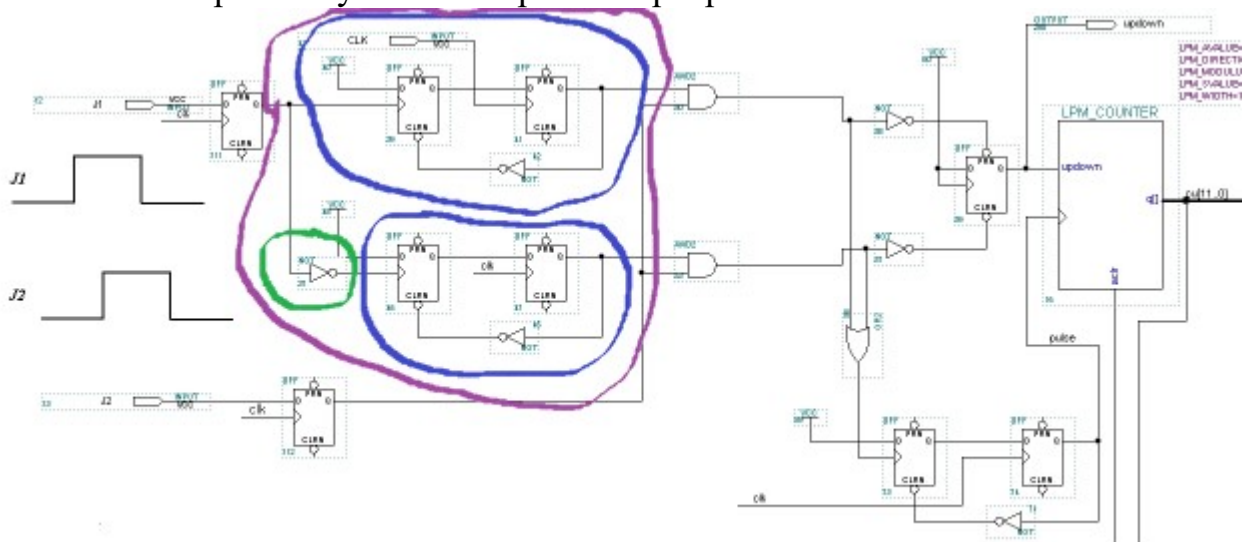
Следующая часть обеих схем представляет собой одновибратор





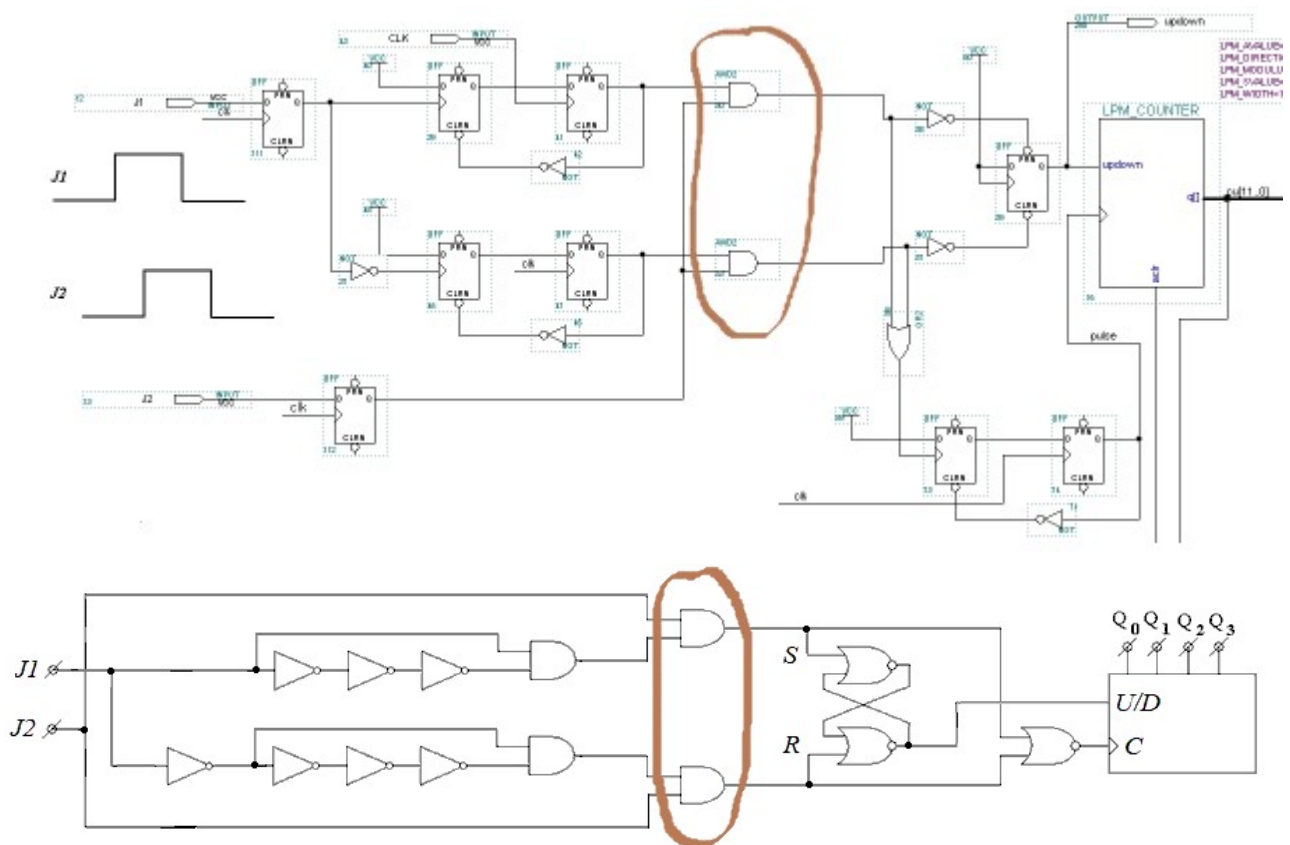
который формирует короткий импульс по переднему фронту сигнала на своем входе. В моей схеме длительность положительного импульса на выходе равна времени распространения фронта через три инвертора. В случае фирменной схемы на выходе одновибратора формируется импульс положительной полярности длительностью равной периоду тактовой частоты, и импульс на выходе задержан на один период тактовой частоты относительно фронта на входе.

Следующая часть схемы содержит два фрагмента одновибраторов, нижний из которых запускается через инвертор.

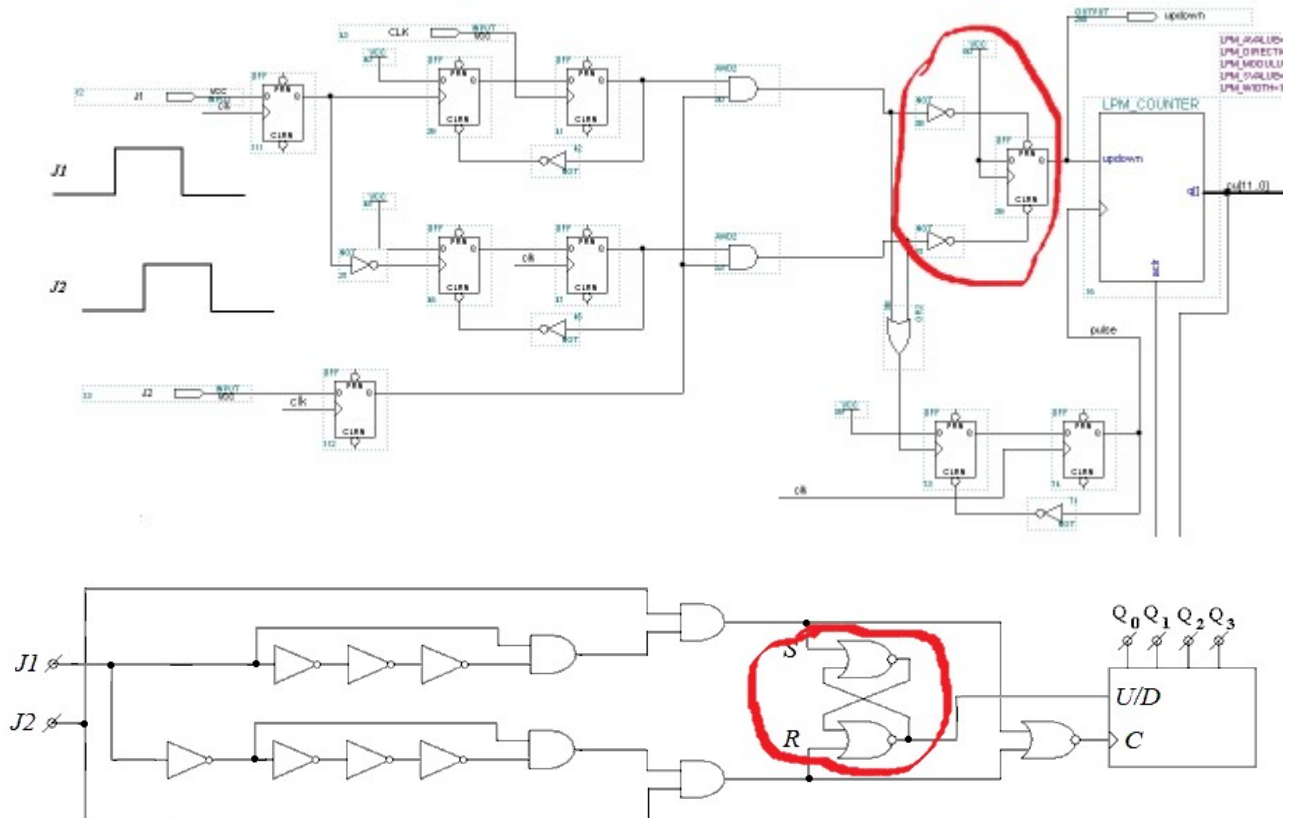


Эта часть схемы формирует положительные импульсы на двух своих выходах по перепаду напряжения на входе $J1$. Верхний фрагмент формирует положительный импульс по перепаду снизу вверх, нижний фрагмент после инвертора формирует положительный импульс по перепаду сверху вниз на входе $J1$.

Если на входе $J2$ высокий уровень, то пара разрешающих схем 2И пропускает эти импульсы дальше

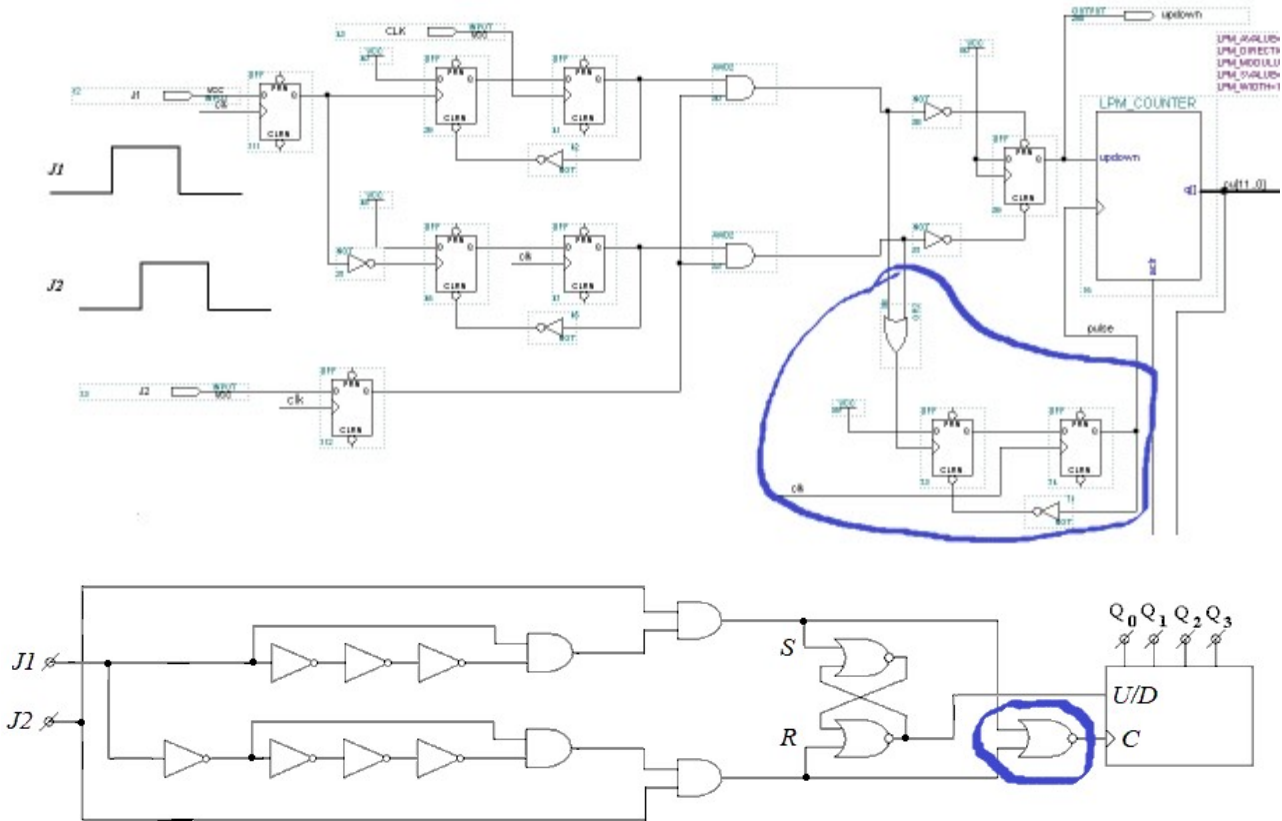


Следующая часть схемы представляет собой RS триггер с двумя входами. Положительный импульс на одном входе (Set) перебрасывает выход RS триггера в состояние логической единицы, положительный импульс на другом входе (Reset) перебрасывает выход RS триггера в состояние логического нуля.



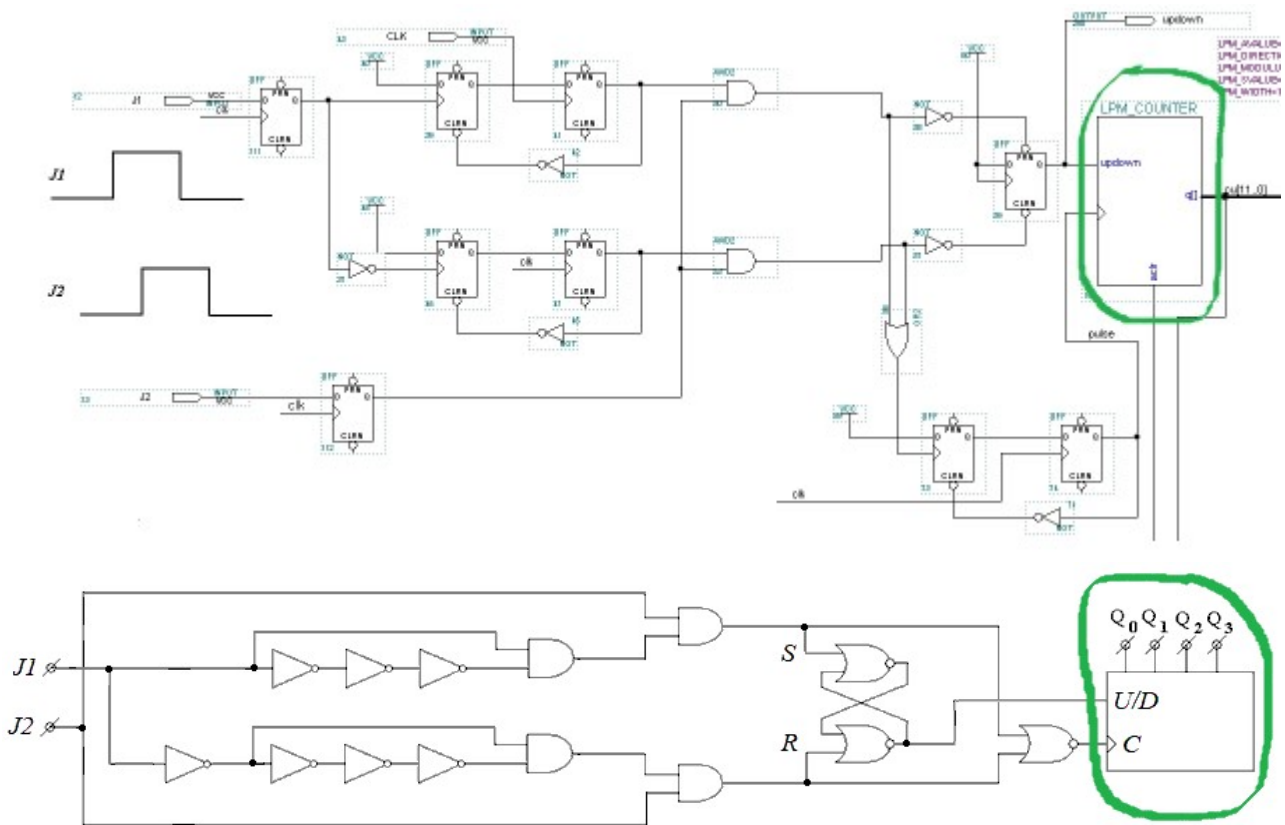
В обоих вариантах схемы верхний вход — Set, нижний — Reset. В фирменном варианте схемы у триггера прямоугольника вход наверху низким уровнем устанавливает выход в единицу, а вход внизу низким уровнем устанавливает выход в ноль.

Следующая часть схемы при разрешающем высоком уровне на входе $J2$ имеет на одном входе короткий положительный импульс по перепаду снизу вверх на входе $J1$, а на другом входе — по перепаду сверху вниз на входе $J1$.



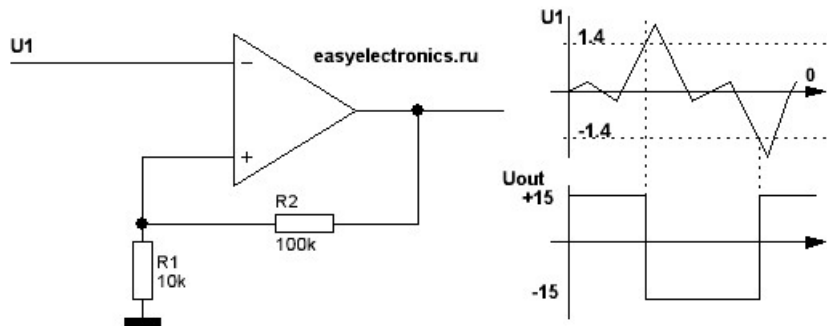
По импульсу на любом входе схема формирует задержанный фронт снизу вверх для тактового входа реверсивного счетчика. Задержка нужна, чтобы счетчик при необходимости успел переключить направление счета до прихода фронта на тактовый вход. В фирменной схеме задержка на один период тактовой частоты формируется одновибратором. В моей схеме инвертор на выходе схемы ИЛИ-НЕ позволяет запустить тактовый вход реверсивного счетчика по заднему фронту импульса с выхода ИЛИ. Возможно, в моем варианте схемы потребуется дополнительная задержка импульса перед тактовым входом счетчика.

Последняя часть схемы — реверсивный счетчик.

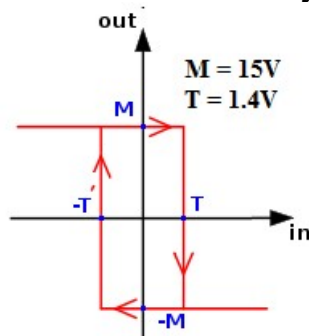


Триггер Шмитта.

Чтобы понять принцип действия триггера Шмитта (Schmitt-Trigger) рассмотрим его реализацию на основе операционного усилителя с положительной обратной связью.

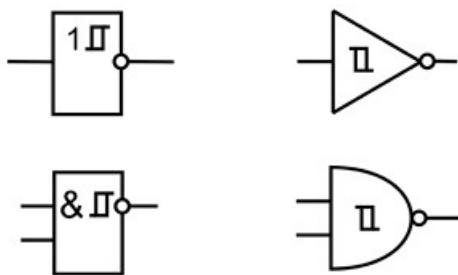


Соответствующая зависимость напряжения на выходе схемы от напряжения на входе представлена на ниже следующем рисунке:



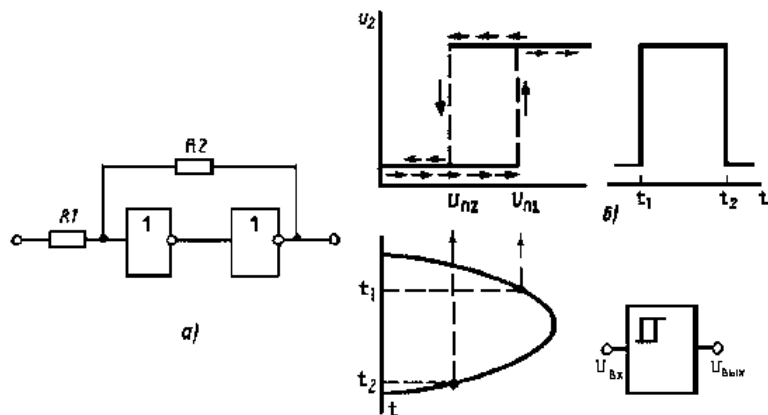
Так выглядит петля гистерезиса, если сигнал подается на инвертирующий вход. Если сигнал подается на не инвертирующий вход, то верх и низ рисунка поменяются местами.

Схематически триггер Шмитта изображается следующим образом:



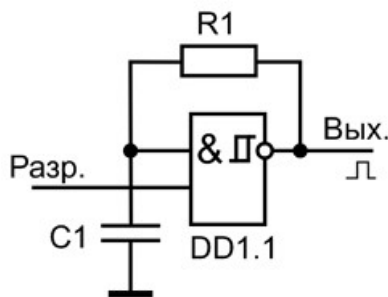
Здесь на верхних рисунках изображен логический инвертор с триггером Шмитта, на нижних — схема И-НЕ с триггером Шмитта.

Триггер Шмитта можно собрать из двух обычных логических инверторов:

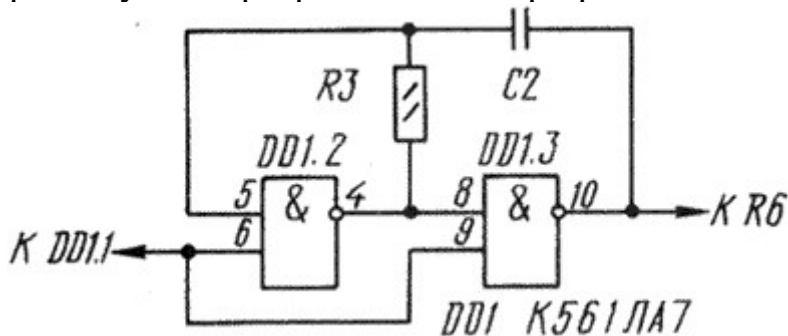


Генератор прямоугольных импульсов.

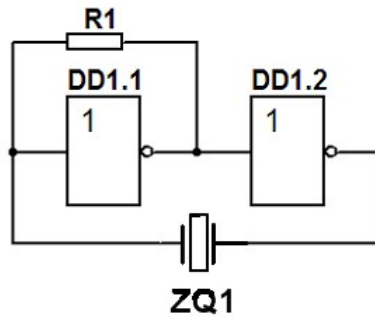
Генератор на триггере Шмитта:



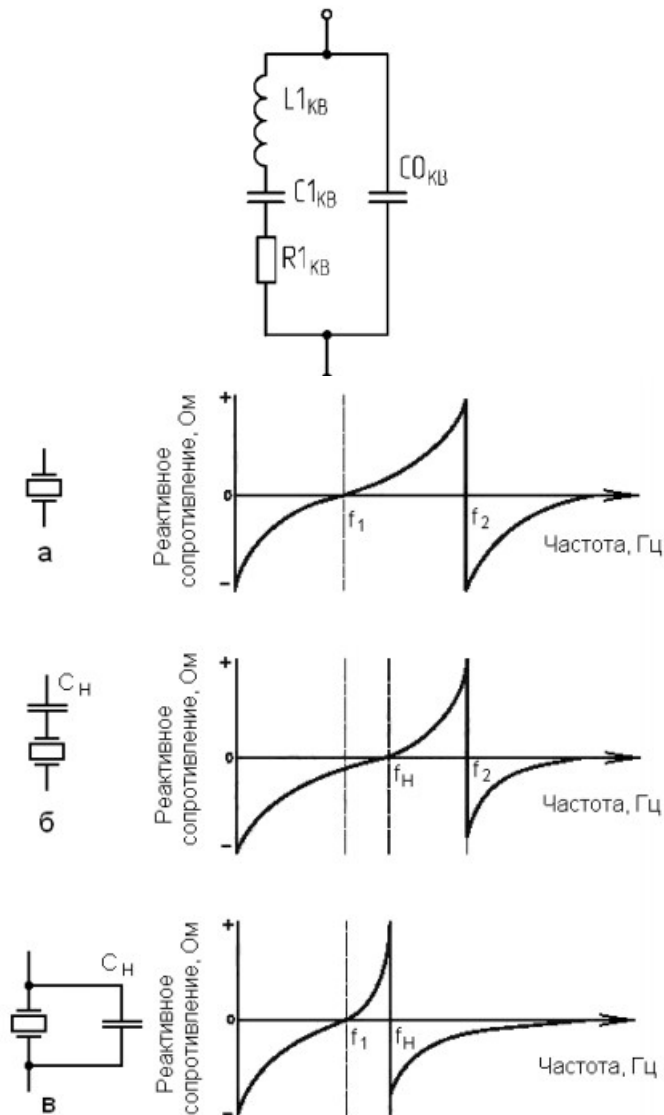
Генератор на двух инверторах со входом разрешения:



Та же схема, только вместо конденсатора стоит кварцевый резонатор:

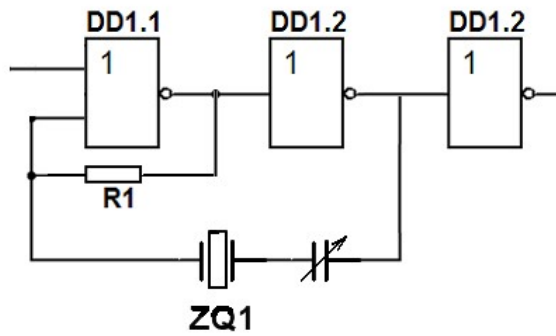


Эквивалентная схема кварцевого резонатора:



Здесь f_1 — резонансная частота последовательного колебательного контура, f_2 — резонансная частота параллельного контура. Если добавить конденсатор последовательно с кварцевым резонатором, то можно подвинуть вверх частоту резонанса последовательного контура. Если добавить конденсатор параллельно кварцевому резонатору, то можно подвинуть вниз частоту резонанса параллельного контура.

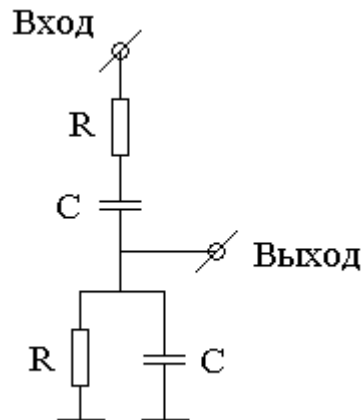
Кварцевый генератор с точной подстройкой частоты генерации, входом разрешения генерации и буфером выхода:



Авторы схемы хотят сказать, что генерация будет на той частоте, на которой реактивное сопротивление кварцевого резонатора равно нулю, и обратная связь через него строго положительна.

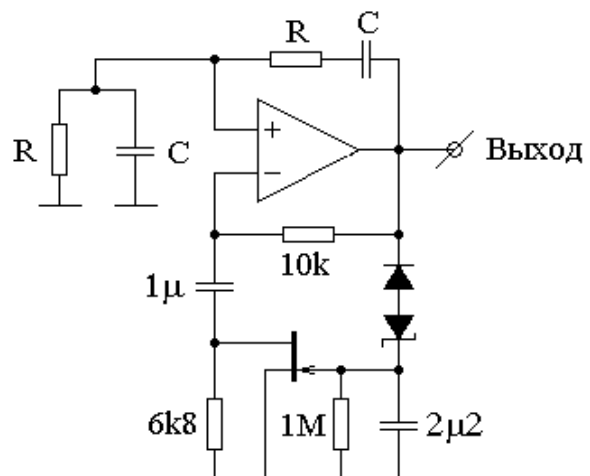
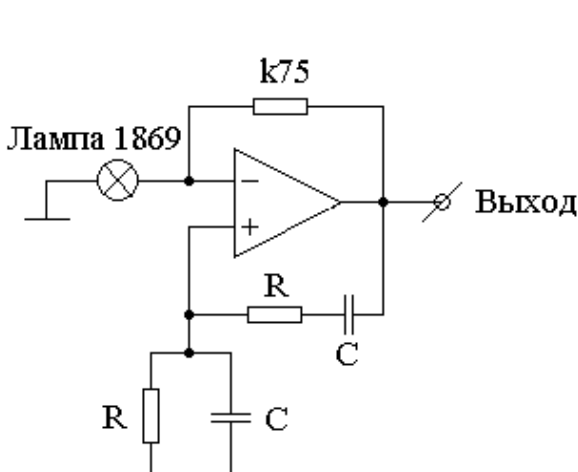
Цепочка Вина. Генератор синусоиды.

Цепочка Вина



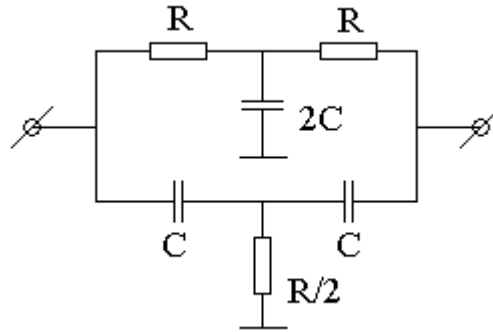
делит входной сигнал ровно в три раза и без фазового сдвига на частоте $\omega = \frac{1}{RC}$.

Такую цепочку можно использовать для создания генератора синусоиды. Два варианта такого генератора представлены на следующих рисунках.



Назначение конденсатора 1 мкФ на правой схеме. Дело в том, что, когда на стоке полевого транзистора отрицательное напряжение, он меньше закрывается до такой степени, что может пойти ток затвора. Конденсатор делает среднее значение напряжения на стоке положительным. При этом полевой транзистор лучше закрывается.

Двойной Т-образный фильтр-пробка.



Эта схема не пропускает частоту $\omega = \frac{1}{RC}$.

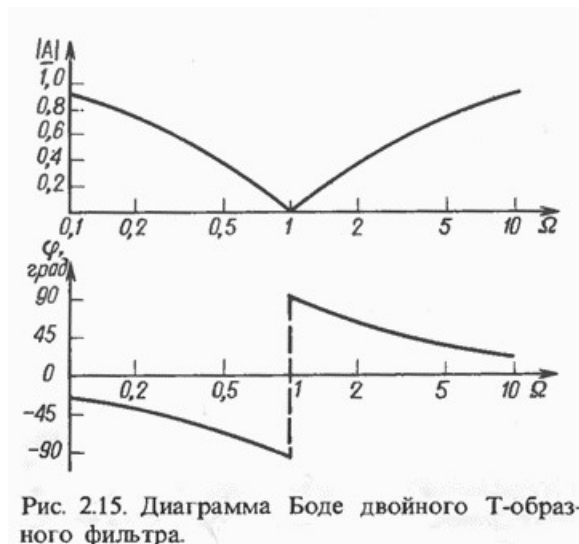
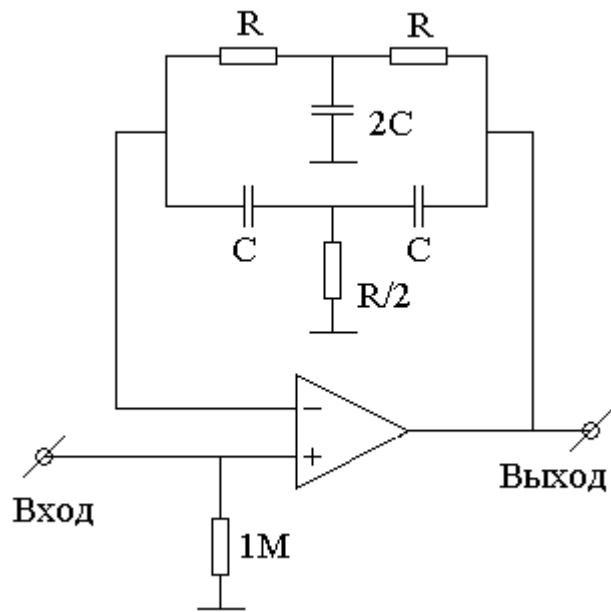


Рис. 2.15. Диаграмма Бode двойного Т-образного фильтра.

Резонансный усилитель.

Резонансный усилитель на основе фильтра-пробки:



Для регулировки полосы частот одно из сопротивлений моста можно сделать переменным.

Регистр сдвига.

