

Рассмотрим прохождение прямоугольных импульсов через RC -цепь, показанную на рис. 9.7. Выходное напряжение u_2 , выделяемое на резисторе R , определяется выражением

$$u_2 = i_C R = C \frac{du_C}{dt} R = CR \frac{du_C}{dt}.$$

Из рис. 9.7 видно, что $u_C = u_1 - u_2$, ПОЭТОМУ

$$u_2 = CR \frac{d(u_1 - u_2)}{dt} = \tau \frac{d(u_1 - u_2)}{dt}. \quad (9.2)$$

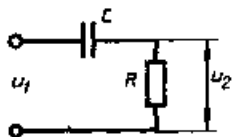


Рис. 9.7. Электрическая схема RC -цепи

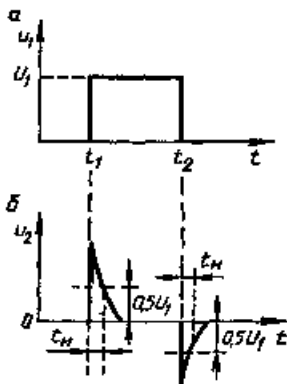


Рис. 9.8. Графики напряжений на входе (а) и выходе (б) дифференцирующей RC -цепи

Дифференцирующие цепи. Если $u_2 \ll u_1$, то выражение (9.2) можно записать в виде

$$u_2 \approx \tau \frac{du_1}{dt}.$$

Таким образом, в RC -цепи, показанной на рис. 9.7, выходное напряжение пропорционально производной по времени от входного напряжения. Такую RC -цепь называют дифференцирующей. При поступлении прямоугольного импульса на вход дифференцирующей цепи (рис. 9.8, а) на ее выходе формируются остrokонечные импульсы положительной и отрицательной полярности (рис. 9.8, б).

Длительность полученных на выходе остроконечных импульсов зависит от уровня, на котором она определяется. Например, на уровне 0,5 от максимального значения она рассчитывается по формуле

$$t_u \approx 0,7\tau,$$

где $\tau = RC$ — постоянная времени электрической цепи.

Следовательно, для уменьшения длительности импульсов необходимо уменьшать постоянную времени дифференцирующей цепи. Однако на практике уменьшение постоянной времени в цепях ограничивается тем, что у входных импульсов фронт и срез не являются строго прямоугольными. Постоянная времени дифференцирующей цепи оказывается сравнимой (или превышает) с длительностью фронта и среза входного импульса, поэтому дифференцирование во время действия фронта и среза входного импульса не происходит. Вследствие этого обычно выбирают постоянную времени дифференцирующей цепи не менее $0,3t_y$.

С помощью дифференцирующих цепей удается получать импульсы длительностью до 0,1 мкс.

Дифференцирующие цепи применяются для формирования коротких импульсов из прямоугольных импульсов большой длительности, а также для выполнения операции дифференцирования в аналоговых ЭВМ.

Разделительные цепи. Если в RC -цепи (рис. 9.7) $\tau \gg t_u$, то за время действия входного импульса (рис. 9.9, а) конденсатор C зарядится незначительно (рис. 9.9, б).

Выходной импульс $u_2 = u_1 - u_C$ отличается от входного некоторым спадом (завалом) вершины (рис. 9.9, в). После прекращения действия входного импульса конденсатор C начнет разряжаться через внутреннее сопротивление источника и резистор R . В выходном импульсе появится отрицательный выброс, убывающий по экспоненциальному закону от U_0 до 0.

Чем сильнее неравенство $\tau \gg t_u$, тем меньше отличается выходной импульс от входного. Такую RC -цепь называют переходной или разделительной. Переходные RC -цепи применяют для связи между каскадами или разделения каскадов по постоянному току.

Интегрирующие цепи. Если в рассмотренной на рис. 9.7 RC -цепи выходное напряжение снимать не с резистора R ,

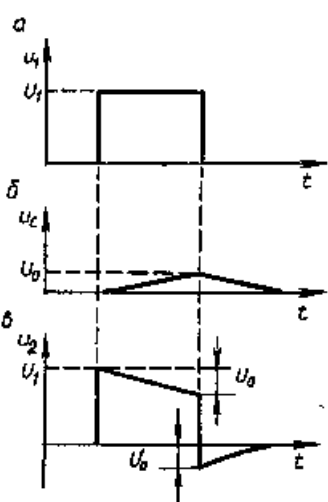


Рис. 9.9. Графики напряжений на участках разделительной RC-цепи:

а -- на входе; б -- на конденсаторе; в -- на выходе

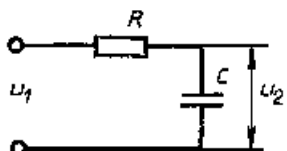


Рис. 9.10. Схема интегрирующей цепи

а с конденсатора C , то из выражения для тока $i_C = C \frac{du_C}{dt}$ следует

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{1}{C} i_C = \frac{1}{C} \cdot \frac{U_1 - u_C}{R} = \frac{1}{RC} (U_1 - u_C).$$

Интегрируя данное уравнение, получим

$$u_C = \frac{1}{RC} \int_0^t (U_1 - u_C) dt = \frac{1}{\tau} \int_0^t (U_1 - u_C) dt. \quad (9.3)$$

Если $u_C \ll U_1$, что имеет место при $u_C \ll u_2$, то уравнение (9.3) можно записать в виде

$$u_C \approx \frac{1}{\tau} \int_0^t U_1 dt.$$

Такие RC-цепи называются интегрирующими. Для удобства снятия выходного напряжения u_2 с конденсатора C RC-цепь выполняют так, как показано на рис. 9.10. Условие $u_C \ll U_1$ означает, что за время действия входного импульса конденсатор заряжается незначительно. Следовательно, для выполнения операции интегрирования необходимо соблюдение условия $\tau \gg t_n$.

Интегрирующие цепи применяются для получения линейно изменяющихся (пилообразных) импульсов, удлинения (увеличения длительности) импульсов, фильтрации переменной составляющей выпрямленного напряжения, выполнения математической операции интегрирования в аналоговых ЭВМ и т. п.