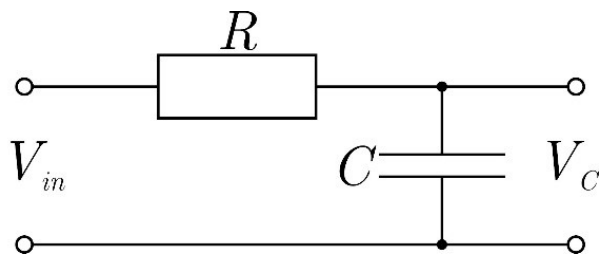




Электрический ток характеризуется силой тока и его частотой. Иногда на практике при подаче на вход определенного периодического напряжения хочется отсечь некоторые частоты. Схемы, которые позволяют добиться такого результата называются фильтрами. В этой задаче рассмотрите простейший фильтр нижних частот: RC -цепь (см.рис).



Часть А. Гармонический сигнал (0.8 балла)

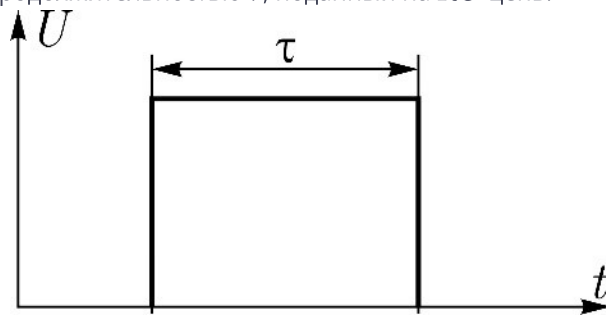
A1 ^{0.30} На вход подаётся сигнал с амплитудой напряжения V_{in} с циклической частотой ω . Определите амплитуду напряжения выходного сигнала V_C . Выразите ответ через V_{in} , ω , R , C .

A2 ^{0.20} Изобразите на графике амплитудно-частотную характеристику выходного сигнала.

A3 ^{0.30} Пусть на вход подан сигнал вида $\sum_i V_{in} \sin \omega_i t$ (для любого i выполняется условие: $\omega_i < \omega_{i+1}$). Тогда выходной сигнал будет иметь вид $\sum_i V_i \sin(\omega_i t + \phi_i)$. Какая величина больше: V_i или V_{i+1} ?

Часть В. Одиночный прямоугольный импульс (1.0 балла)

Однако входной сигнал не всегда имеет синусоидальную форму (или форму конечной суммы синусов). В следующей части задачи рассмотрите одиночный прямоугольный импульс (см. рис.2) амплитудой U и продолжительностью τ , поданный на RC -цепь.



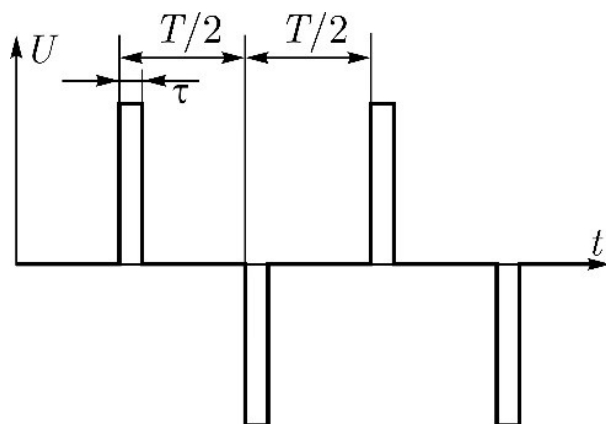
B1 ^{0.80} Рассмотрите короткий «баллистический» импульс ($\tau \ll RC$).

Каково будет максимальное выходное напряжение U_{CM} в таком процессе? Выразите ответ через U , τ , R , C .

B2 ^{0.20} Как изменится максимальное выходное напряжение U_{CM} , если амплитуду импульса увеличить вдвое, а продолжительность уменьшить вдвое? Т.е. найдите отношение U_{CM2}/U_{CM1} .

Часть С. Периодические прямоугольные импульсы (6.2 балла)

Рассмотрите входной периодический сигнал, состоящий из последовательных коротких прямоугольных импульсов направленных в разные стороны. Период сигнала T , амплитуда сигнала U , продолжительность импульса τ . Сквозностью называется величина $S = 2\tau/T$. Введем также безразмерную величину $A = T/RC$.



C1 ^{1.00} Изобразите качественно график зависимости выходного сигнала от времени в установившемся режиме.

C2 ^{1.50} Определите отношение амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного сигнала U_M/U . Выразите ответ через A и S .

C3 ^{0.70} Считая $S \ll 1$ и $A \gg 1$ найдите в первом приближении такое A , при котором $U_M/U = 1/2$. Выразите ответ через S .

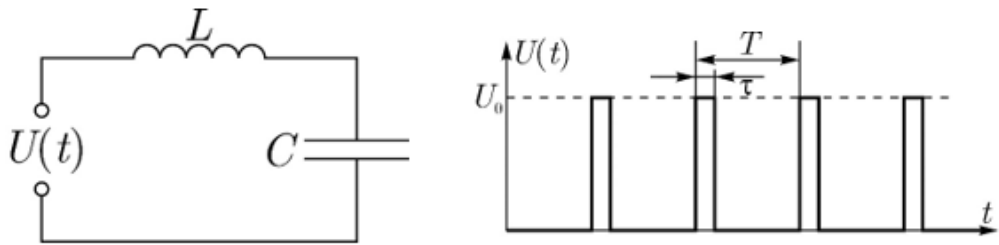
C4 ^{1.00} Методом последовательных итераций найдите A , при котором $U_M/U = 1/2$, с точностью до четвертой значащей цифры для $S_1 = 1$; $S_2 = 0.3$; $S_3 = 0.1$; $S_4 = 0.01$; $S_5 = 0.001$.

C5 ^{1.00} Изобразите качественно графики зависимости U_M/U от A в логарифмическом масштабе по A при $S_1 = 1$; $S_2 = 0.3$; $S_3 = 0.1$; $S_4 = 0.01$; $S_5 = 0.001$.

C6 ^{1.00} Изобразите качественно графики нормированной зависимости $U_M/(US)$ от A в логарифмическом масштабе по обеим координатам при $S_3 = 0.1$; $S_4 = 0.01$.

Часть D. Прямоугольные импульсы в LC контуре (2.0 балла)

Рассмотрим теперь идеальный LC контур.



D1^{2.00} В момент $t = 0$ контур с собственной частотой $f = 100$ Гц возбуждается периодической последовательностью прямоугольных импульсов длительностью $\tau = 0.02$ с (Рис. 4). Амплитуда импульсов $U_0 = 5$ В. Найдите период следования импульсов T при котором среднее значение напряжения на конденсаторе $U_{\text{ср}} = 2$ В. Постройте график зависимости $U_C(t)$. Приведите на графике все характерные значения.

Т Цепи Конденсатор RC-цепи Колебательный контур 2016 Сборы XY Y Переменный ток Вынужденные колебания