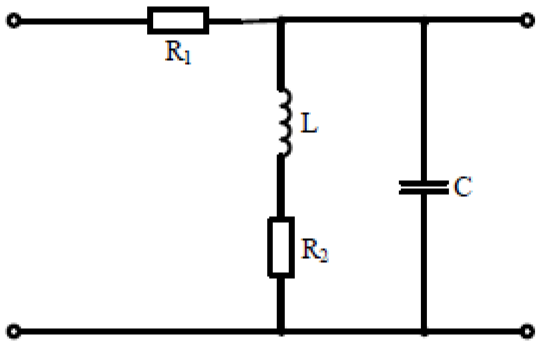
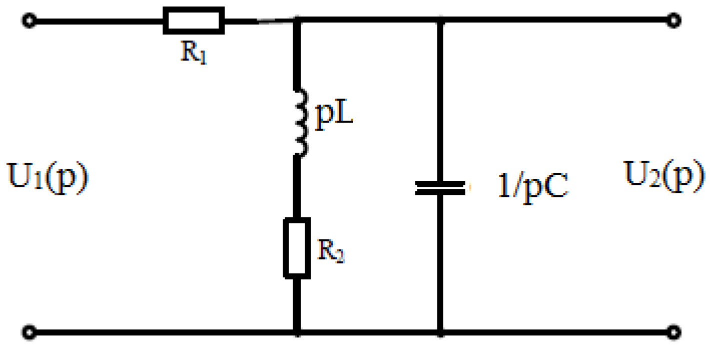


$R_1 = 3.5 \cdot 10^3$ Ом $\quad R_2 = 5 \cdot 10^3$ Ом $\quad L = 3 \cdot 10^{-3}$ Гн $\quad C = 5 \cdot 10^{-6}$ Ф

$Z_{BH} = 76$ Ом $\quad Z_H = 11 \cdot 10^3$ Ом $\quad U = 6.1$ В $\quad Q = 2$

1 Рассчитать переходную $h(t)$ и импульсную $k(t)$ характеристики заданной цепи. По корням характеристического уравнения сделать вывод о характере переходного процесса и рассчитать постоянную времени $\tau_п$ цепи. Для проверки полученных результатов найти импульсную характеристику $k(t)$ через переходную $h(t)$.



$$K_u(p) = \frac{U_2(p)}{U_1(p)} = \frac{\dfrac{(p\cdot L+R_2)\cdot\frac{1}{p\cdot C}}{p\cdot L+R_2+\frac{1}{p\cdot C}}}{R_1 + \dfrac{(p\cdot L + R_2)\cdot \frac{1}{p\cdot C}}{p\cdot L + R_2 + \frac{1}{p\cdot C}}} = \frac{p\cdot L + R_2}{R_1\cdot p^2\cdot L\cdot C + R_1\cdot R_2\cdot p\cdot C + R_1 + p\cdot L + R_2}$$

с учетом числовых данных

$$K_u(p) = \frac{1200}{21}\cdot\frac{p + \frac{5}{3}\cdot 10^6}{p^2 + \frac{35001200}{21}\cdot p + \frac{3.4}{21}\cdot 10^9}$$

Корни знаменателя

$p_1 = -97.14519 \quad p_2 = -1666626.66433$

следовательно

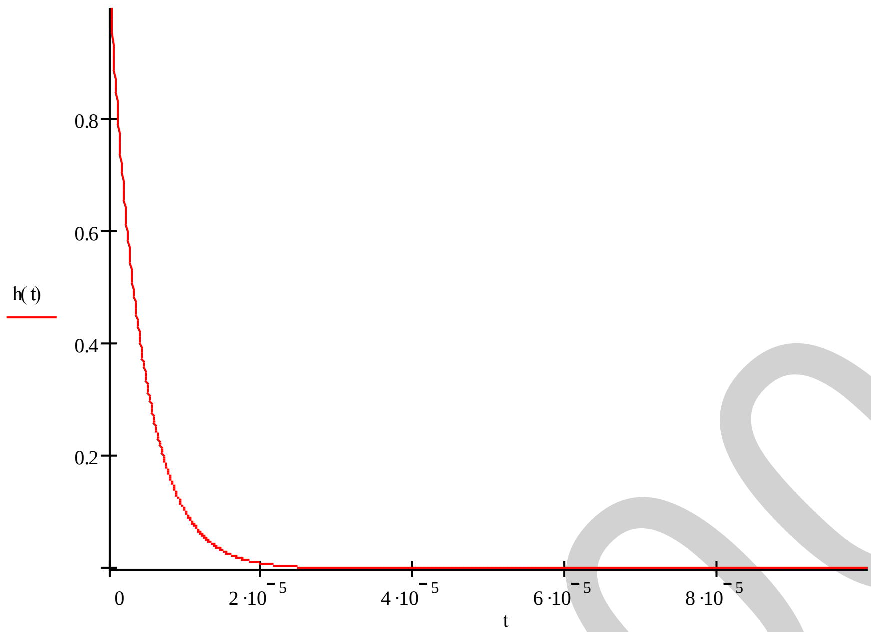
$$K_u(p) = \frac{1200}{21}\cdot\frac{p + \frac{5}{3}\cdot 10^6}{(p + 97.14519)\cdot(p + 1666626.66433)}$$

Откуда

$$\frac{K_u(p)}{p} = \frac{8.23\cdot 10^{-10}}{p + 1666626.664335} - \frac{0.588}{p + 97.14519} + \frac{0.588}{p}$$

Переходная характеристика, через обратное преобразование Лапласа

$$h(t) = -0.588\cdot e^{-97.14519\cdot t} + 0.588$$



Импульсная характеристика

$$k(t) = L^{-1}\cdot\left(K_u(p)\right) = L^{-1}\cdot\left[\frac{1200}{21}\cdot\frac{p + \frac{5}{3}\cdot 10^{6}}{(p + 97.14519)\cdot(p + 1666626.664335)}\right] = L^{-1}\cdot\left[\frac{57.144}{p + 97.14519} - \frac{\left(1.372\cdot 10^{-3}\right)}{p + 1666626.664335}\right]$$

$$k(t) = 57.144\cdot e^{-97.14519\cdot t} - 1.372\cdot 10^{-3}\cdot e^{-1666626.664335\cdot t} = 57.144\cdot e^{-97.14519\cdot t}$$

проверка

$$k(t) = h(0)\cdot\delta(t) + \frac{d}{dt}h(t)$$

$$k(t) = 0\cdot\delta(t) + \frac{d}{dt}\left(-0.588\cdot e^{-97.14519t} + 0.588\right) = 57.121\cdot e^{-97.14519t}$$

постоянная времени

$$\tau_{Ц} = \frac{1}{97.14519} = 0.01\ с$$

2 Определить отклик цепи на воздействие сигнала $S_{вх}(t)$ методом интеграла Дюамеля.

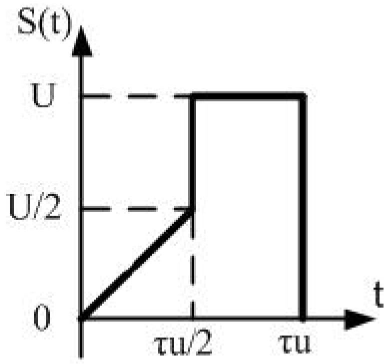
Построить графики в одном масштабе:

– исходного сигнала $S_{вх}(t)$;

– переходной $h(t)$ и импульсной $k(t)$ характеристик;

– отклика $S_{вых}(t)$.

Графики функции $S_{вых}(t)$ построить в интервале $t = [0;\ 5\tau_ц]$. Оценить степень искажения сигнала.



$$S(t) = \frac{U}{\tau_u} \cdot t, \quad \text{если } 0 \le t < \frac{\tau_u}{2}$$

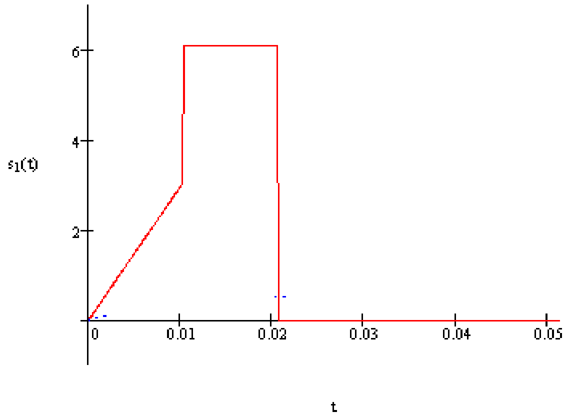
$$S(t) = U, \quad \text{если } \frac{\tau_u}{2} \le t \le \tau_u$$

$$S(t) = 0, \quad \text{если } t > \tau_u$$

$\tau_Ц = \dfrac{1}{97.1451}$ с $\qquad U = 6.1$ В $\tau_и = 2 \cdot \tau_Ц$

Сигнал на входе

$$s_1(t) = \frac{U}{\tau_и} \cdot t \cdot 1(t) + \left(U - \frac{U}{\tau_и} \cdot t\right) \cdot 1\left(t - \frac{\tau_и}{2}\right) - U \cdot 1(t - \tau_и)$$

	$0 \le t < \dfrac{\tau_и}{2}$	Сигнал на выходе: $s_{21}(t) = \displaystyle\int_0^t h(t-\tau) \cdot \frac{d}{d\tau} s_1(\tau)\, d\tau$
	$\dfrac{\tau_и}{2} \le t < \tau_и$	$s_{22}(t) = \displaystyle\int_0^{\frac{\tau_и}{2}} h(t-\tau) \cdot \frac{d}{d\tau} s_1(\tau)\, d\tau + \left(U - \frac{U}{2}\right) \cdot h\left(t - \frac{\tau_и}{2}\right)$
	$t \ge \tau_и$	$s_{23}(t) = \displaystyle\int_{\frac{\tau_и}{2}}^{\tau_и} h(t-\tau) \cdot \frac{d}{d\tau} s_1(\tau)\, d\tau + \left(U - \frac{U}{2}\right) \cdot h\left(t - \frac{\tau_и}{2}\right) + (0 - U) \cdot h(t - \tau_и)$

Для $0 \le t < \frac{\tau_и}{2}$

$$s_{21}(t) = \int_0^t h(t-\tau)\cdot\frac{d}{d\tau}s_1(\tau)\,d\tau = \frac{U}{\tau_и}\cdot\int_0^t h(t-\tau)\,d\tau = \frac{U}{\tau_и}\cdot\int_0^t -0.588\cdot e^{-97.14519\,(t-\tau)} + 0.588 d\tau =$$

$$= -1.793 + 174.22\cdot t + 1.793\cdot e^{-97.14519\cdot t}\text{ В}$$

Для $\frac{\tau_и}{2} \le t < \tau_и$

$$s_{22}(t) = \int_0^{\frac{\tau_и}{2}} h(t-\tau)\cdot\frac{d}{d\tau}s_1(\tau)\,d\tau + \left(U-\frac{U}{2}\right)\cdot h\left(t-\frac{\tau_и}{2}\right) = -7.957\cdot e^{-97.14519\cdot t} + 3.587\text{ В}$$

Для $t \ge \tau_и$

$$s_{23}(t) = s_{22}(t) + (0-U)\cdot h(t-\tau_и) = 18.546\cdot e^{-97.14519\cdot t}\text{ В}$$

Общая функция для сигнала на выходе:

$$s_2(t) = \begin{cases} s_{21}(t) & \text{если } \left(t < \frac{\tau_и}{2}\right) \\ s_{22}(t) & \text{если } \left(t \ge \frac{\tau_и}{2}\right) \\ s_{23}(t) & \text{если } t > \tau_и \end{cases}$$

График