

## Курсовая работа по ОТЦ

Часть третья. Построение фильтров.

Построим Фильтр нижних частот и Заградительный фильтр. Рассчитаем частоты среза:

Фильтр Нижних частот: частота среза = (№ группы\*200) Гц +(№по списку\*15)

$$f_n := 4 \cdot 200 + 21 \cdot 15 = 1.115 \times 10^3$$

Фильтр Верхних частот: частота среза = 1 кГц + (№ группы\*200) Гц + (№ по списку\*15) Гц

$$f_{zv} := 1000 + 4 \cdot 200 + 21 \cdot 15 = 2.115 \times 10^3$$

Полоса заградительного фильтра определяется как 1,5 кГц+(№по списку\*2)

$$p_f := 1500 + 21 \cdot 2 = 1.542 \times 10^3$$

Верхние частоты заградительного фильтра определяются аналогично частотам среза для фильтров верхних частот. Поэтому определим верхнюю частоту среза (в данном случае это  $f_{zv}$ ) и нижнюю частоту среза через полосу:

$$f_{zn} := f_{zv} - p_f = 573 \times 10^0 \quad \text{Средняя частота:} \quad f_{zs} := \sqrt{f_{zn} \cdot f_{zv}} = 1.101 \times 10^3$$

1. Рассчитаем ФНЧ. Выберем сопротивление нагрузки 8 Ом.

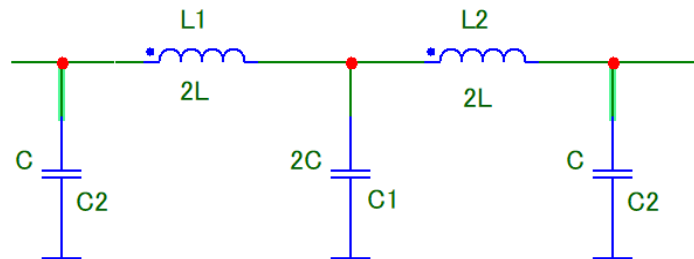
Параметры ФНЧ находятся из соотношения  $R = p$ , где  $R$  - сопротивление нагрузки фильтра;  $p$  - его характеристическое сопротивление, равное реактивному сопротивлению его элементов на частоте среза:

$$R_n := 8$$

$$f_n = 1.115 \times 10^3$$

$$L := \frac{R_n}{2 \cdot \pi \cdot f_n} = 1.142 \times 10^{-3}$$

$$C := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot R_n} = 17.842 \times 10^{-6}$$



Выберем схему двухзвенного ФНЧ пятого порядка:

$$2 \cdot L = 2.284 \times 10^{-3}$$

$$2 \cdot C = 35.685 \times 10^{-6}$$

Сопротивления четырехполюсников:

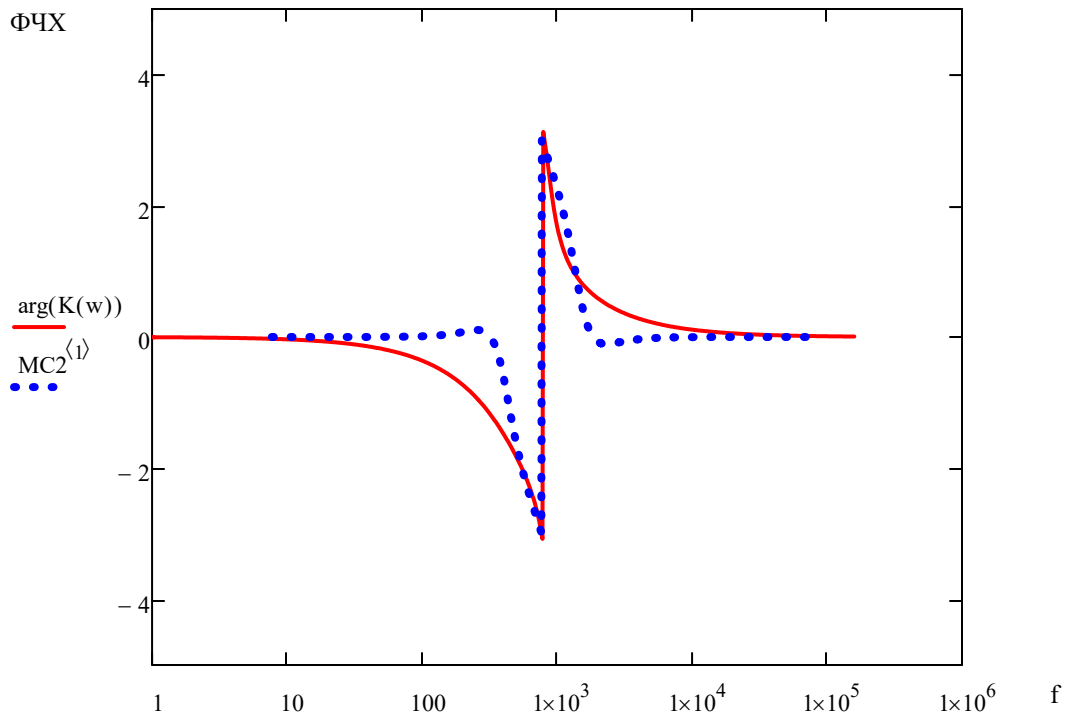
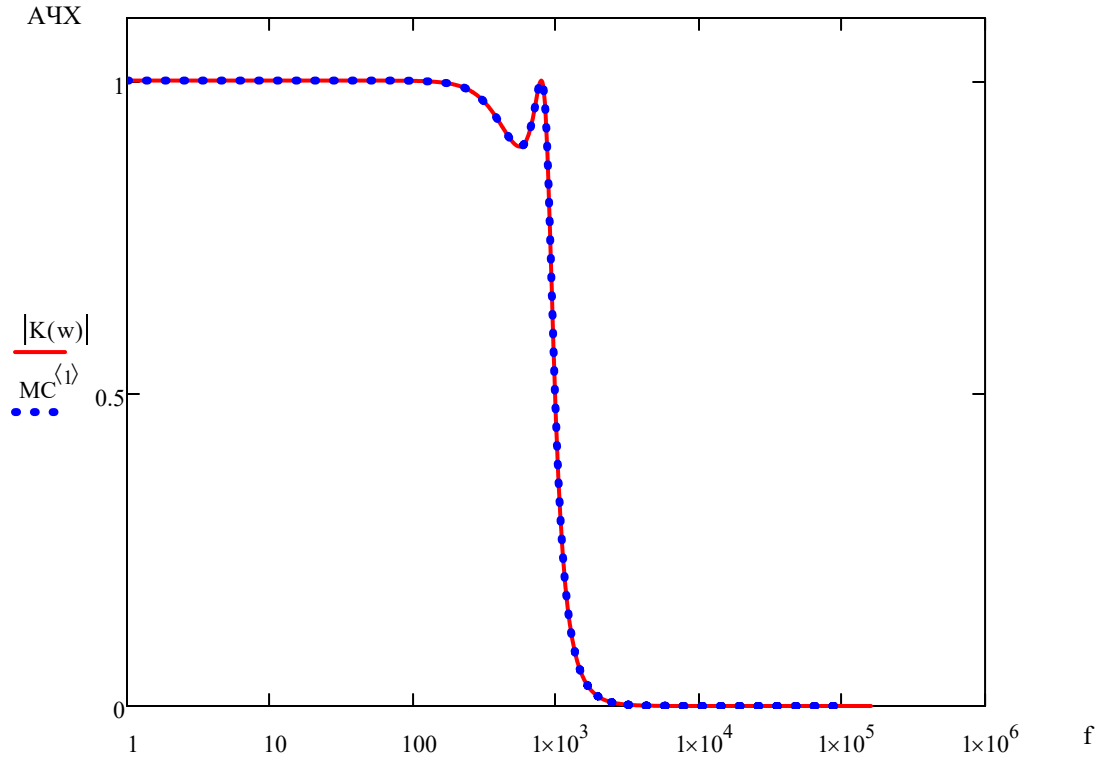
$$Z1(\omega) := \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C} \quad Z2(\omega) := i \cdot \omega \cdot 2L \quad Z3(\omega) := \frac{1}{i \cdot \omega \cdot 2C}$$

Частота среза  $\omega_n := 2 \cdot \pi \cdot f_n = 7.006 \times 10^3$

$$A(w) := \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z1(w)} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & Z2(w) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z3(w)} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & Z2(w) \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z1(w)} & 1 \end{pmatrix}$$

$$K(w) := \frac{Rn}{A(w)_{0,0} \cdot Rn + A(w)_{0,1}}$$

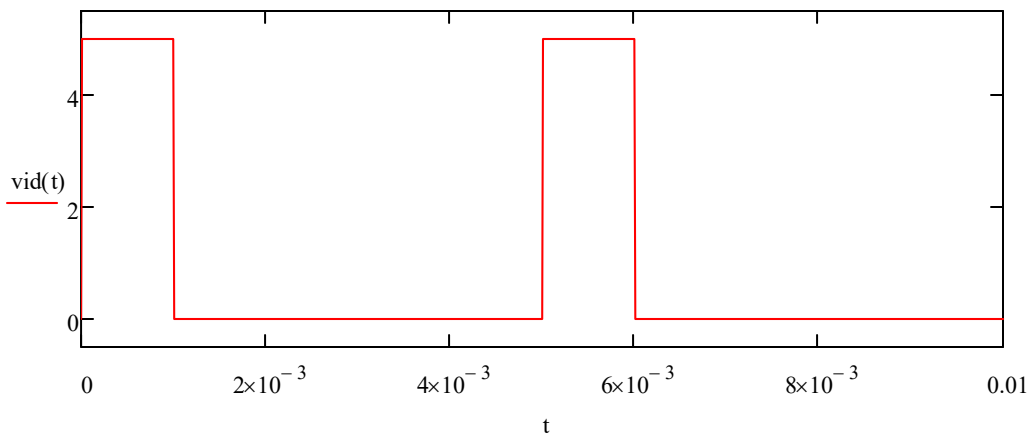
MC := READPRN("ФНЧ.ano")



Получим спектр выходного сигнала путем перемножения спектра входного и  $K(j\omega)$ , входной сигнал - прямоугольный импульс:

Период  $T := 5 \cdot 10^{-3}$       $A := 5$

$$\text{vid}(t) := \begin{cases} \text{vid}(t + T) & \text{if } -10T < t < 0 \\ \text{vid}(t - T) & \text{if } 10T > t > T \\ \text{otherwise} \\ \quad \begin{cases} A & \text{if } 0 < t \leq T \cdot 0.2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \end{cases}$$



Найдём спектр:

$N := 2^7$

$t_{MAX} := 0.005$       $\Delta := \frac{t_{MAX}}{N}$

$k := 1 .. N - 1$       $t_k := k \cdot \Delta$

$E_k := \text{vid}(t_k)$

$\text{Spect} := \text{fft}(E)$

$k := 0 .. \frac{N}{2}$

$\text{AmpSpect}_k := |\text{Spect}_k|$

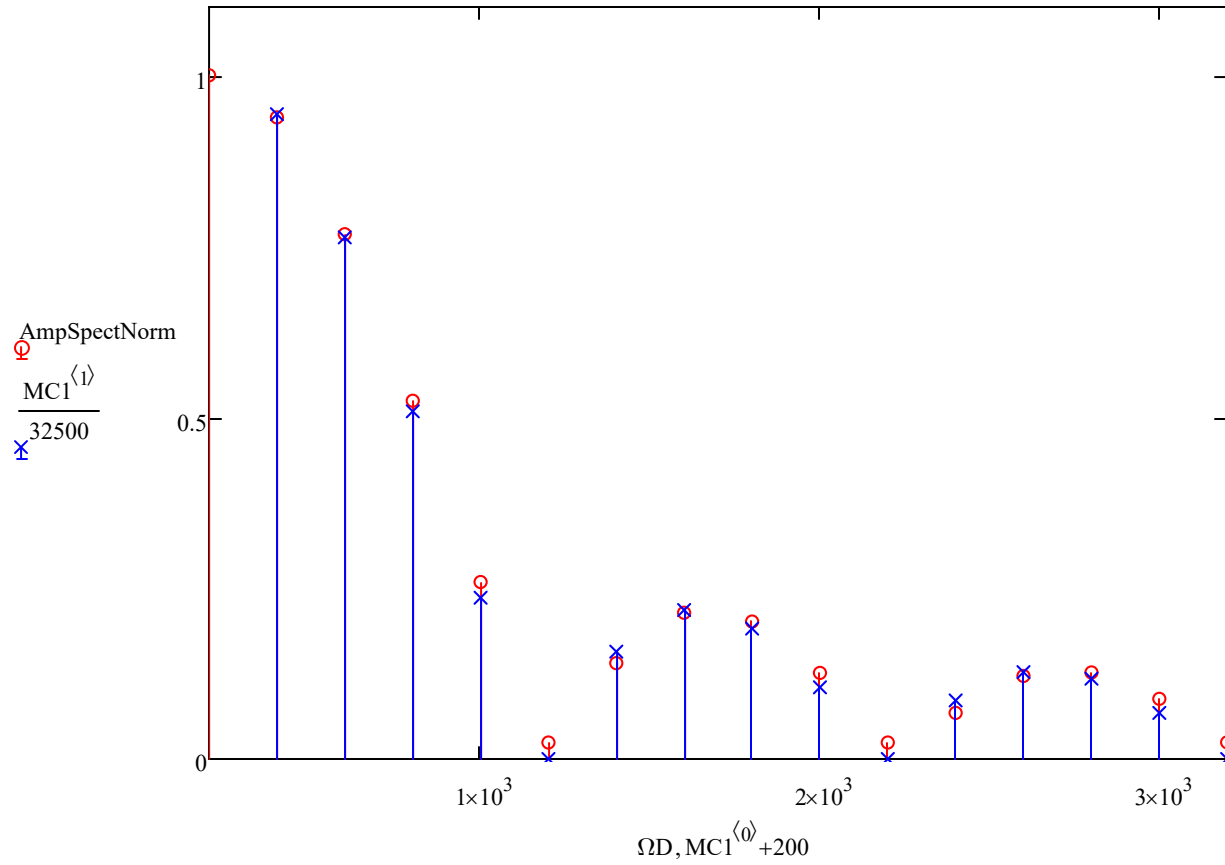
$\Omega_0 := \frac{1}{t_{MAX}}$       $\Omega_N := \frac{N}{2 \cdot t_{MAX}}$       $\Omega_{D_k} := (k + 1) \cdot \Omega_0$

Спектр входного сигнала (отнормированный):

$\text{AmpSpectNorm}_k := \frac{\text{AmpSpect}_k}{\max(\text{AmpSpect})}$

MC1 := READPRN("ФНЧ2.tno")

MC3 := READPRN("ФНЧ.tno")



Спектр выходного сигнала:  $w := 1 .. 2 \cdot \pi 2200$

$$N := \text{last}(\text{Spect})$$

$$tMAX := 0.005$$

$$\Delta := \frac{tMAX}{N}$$

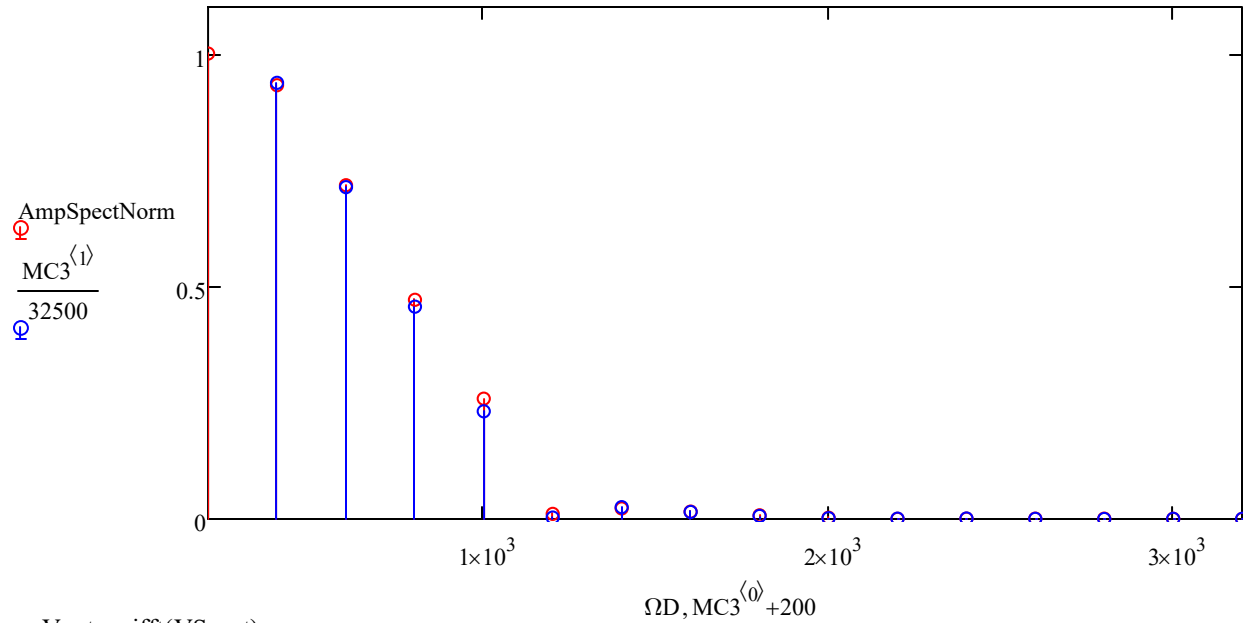
$$z := 1 .. N$$

$$VSpect_z := Spect_z \cdot K \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot z}{N} \cdot \frac{2^6}{tMAX} \right)$$

$$AmpSpect_z := |VSpect_z|$$

$$AmpSpectNorm_z := \frac{AmpSpect_z}{\max(AmpSpect)}$$

$$\Omega_0 := \frac{1}{tMAX} \quad \Omega_D := (z + 1) \cdot \Omega_0$$



Vout := ifft(VSpect)

Nv := last(Vout)

s<sub>w</sub> := 0 .. Nv

H := READPRN("ΦHЧ3.tno")

