

УДК 621.3

РЕЖЕКТОРНЫЕ АКТИВНЫЕ RC-ФИЛЬТРЫ

Науменко В.И., Никитин Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

В радиотехнике и электронике электрические фильтры подразделяют на пассивные и активные. Схемы пассивных фильтров содержат только пассивные элементы: резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности. В схемы активных фильтров помимо указанных элементов входят такие активные изделия, как транзисторы или интегральные микросхемы. Фильтрующие свойства устройства определяются его амплитудно-частотной характеристикой, которой называется зависимость коэффициента усиления этого устройства от частоты сигнала. В некоторой области частот, которая называется полосой пропускания или полосой прозрачности, электрические колебания передаются фильтром с входа на выход практически без ослабления. Вне полосы прозрачности расположена полоса затухания или задерживания, в пределах которой частотные составляющие сигнала ослабляются. Между полосой прозрачности и полосой задерживания находится частота, называемая граничной. В связи с тем, что существует плавный переход между полосой прозрачности и полосой затухания, граничной обычно считается частота, на которой ослабление сигнала оказывается равным -3 дБ – то есть по напряжению в $\sqrt{2}$ раз меньше, чем в полосе прозрачности.

Полосно-заграждающий фильтр (режекторный фильтр, фильтр-пробка) – это и есть тот самый электронный фильтр, который не пропускает колебания определенной полосы частот. Заграждающий фильтр, предназначенный для подавления одной определённой частоты, называется узкополосным заграждающим фильтром (рисунок 1) или фильтром-пробкой (англ. notch filter).

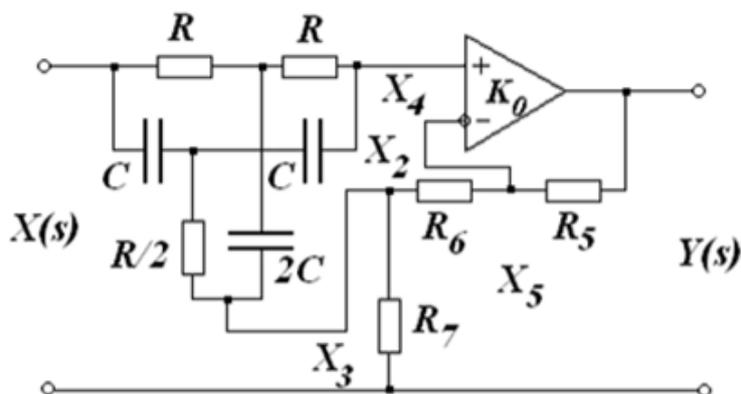


Рисунок 1. Режекторный активный RC-фильтр

АЧХ и ФЧХ. Применили оболочку MatLab Simulink [1]. Чтобы выполнить это необходимо запрограммировать оболочку на корректное отображение точек разрыва (рисунок 2 и 3).

Полоса режекции определяется величиной Q и оказывается тем более узкой, чем больше Q . Существенно, что при любых значениях K фильтр остается устойчивым, т. к. всегда Q больше нуля.

АЧХ и ФЧХ для сбалансированного и несбалансированного моста [2, 3]. Описывая схему, мы предполагали, что Т-образный мост не нагружен. Поэтому, чтобы моделирование согласовывалось с теоретическими результатами, выходное сопротивление Т-образного моста должно быть много меньше входного сопротивления усилителя и одновременно много больше сопротивления $R7$, через которое средняя точка подключена к земле. Если мост не сбалансирован (не точно выполняются соотношения между R и C вертикальных и горизонтальных плечах моста), то режекция не является полной. На рисунке 4 изображены характеристики для сбалансированного (пунктирная линия) и несбалансированного (сплошная линия) моста.

```
w=logspace(0, 4, 1000); %диапазон частот

Kr=10;
w0=100;

Q=10;
b=[Kr 0 Kr*w0^2];
a=[1 w0/Q w0^2];
h1 = freqresp(tf(b,a),w);

Q=3;
a=[1 w0/Q w0^2];
h2 = freqresp(tf(b,a),w);

Q=1;
a=[1 w0/Q w0^2];
h3 = freqresp(tf(b,a),w);

H(1:3,:) = [h1(1,1,:); h2(1,1,:); h3(1,1,:)];
subplot(2,1,1),
semilogx(w, abs(H)), legend('Q=10','Q=3','Q=1')
subplot(2,1,2), semilogx(w, angle(H))
```

Рисунок 2. Пример кода программы

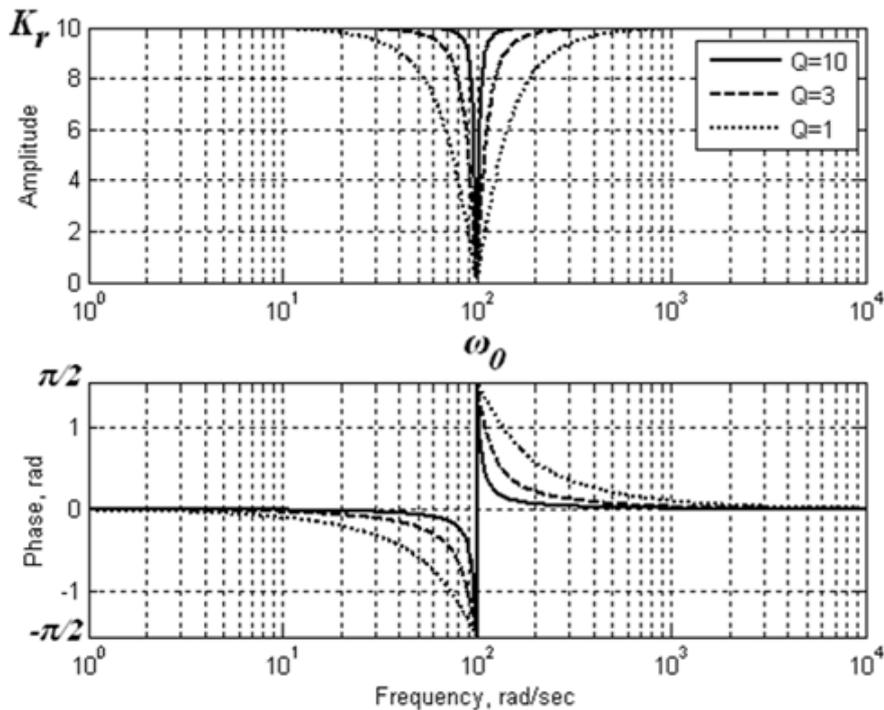


Рисунок 3. АЧХ и ФЧХ режекторного активного RC-фильтр

Таким образом, переходной процесс имеет характер затухающих колебаний. Причем с ростом коэффициента Q затухание уменьшается, а частота осцилляций приближается к частоте режекции (рисунок 5).

Устройство относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для селекции СВЧ-сигнала. Техническим результатом является получение высокой крутизны склонов полосы заграждения на частоте ω_0 и сдвиг паразитной полосы заграждения дальше чем $3 \cdot \omega_0$. Предполагаемые фильтры разрабатываются для использования в настраиваемых фильтрах, малозумящих усилителях, усилителях мощности, комплексно интегрирующее оборудование, которое идеально для решения проблем коммуникации, вызванных различными видами интерференции высокочастотных сигналов. Фильтры могут работать в диапазоне от 1,5 МГц до 1 ГГц.

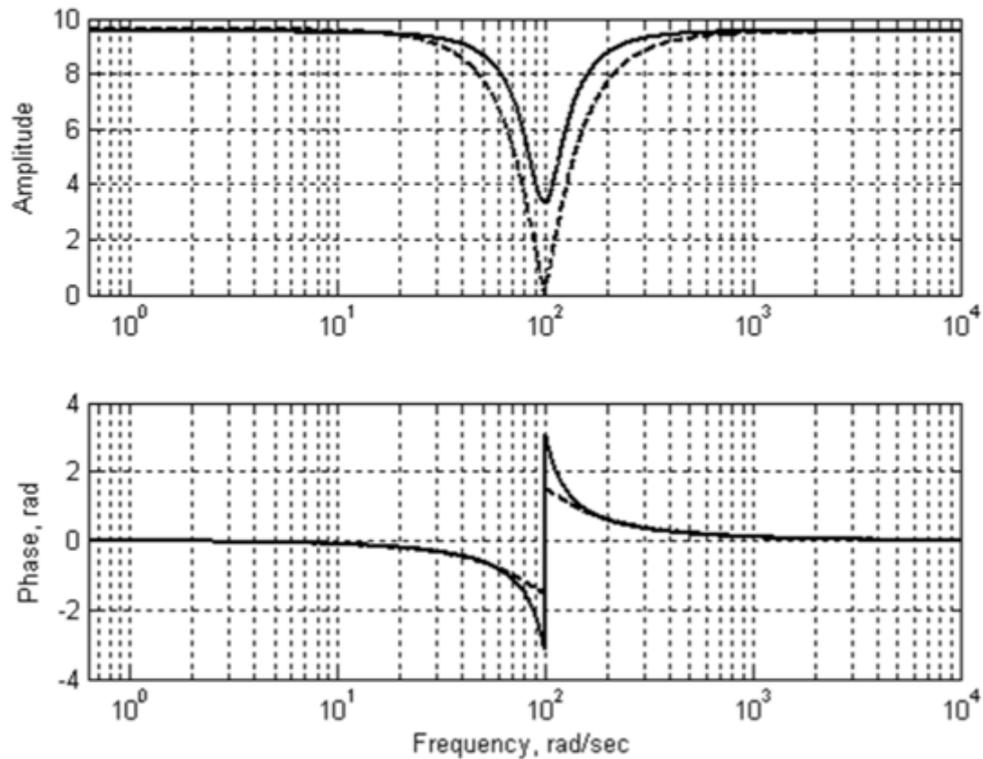


Рисунок 4. АЧХ и ФЧХ режекторного активного RC-фильтр

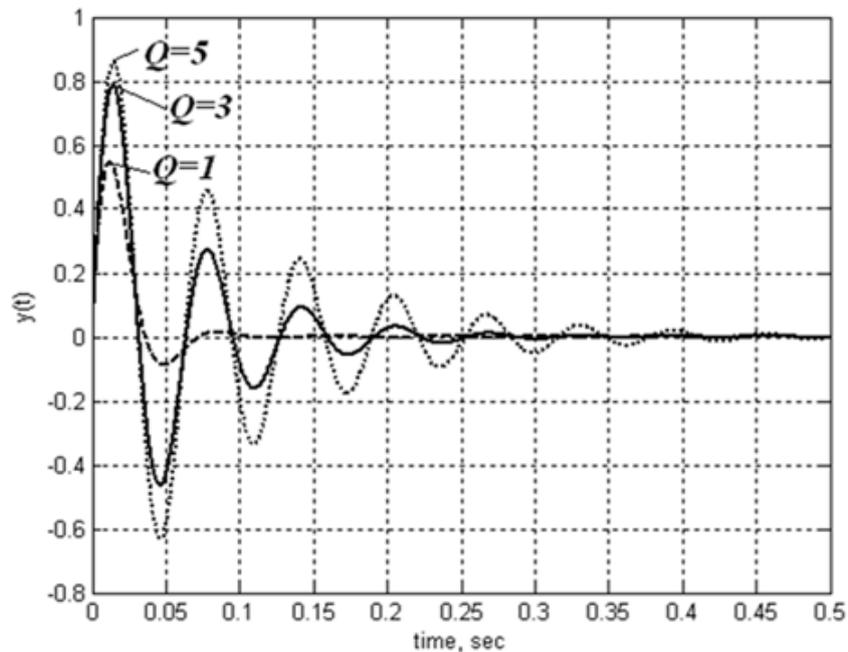


Рисунок 5. Реакция на включение синусоидального сигнала единичной амплитуды

Литература

1. Моделирование работы электрических схем в Simulink // Павлейно, Ромаданов.
2. Полосно-заграждающий фильтр [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Полосно-заграждающий_фильтр. – Дата доступа : 21.04.18.
3. Полосно-заграждающий фильтр [Электронный ресурс] // FindPatent. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/249/2498464.html>. – Дата доступа : 21.04.18.