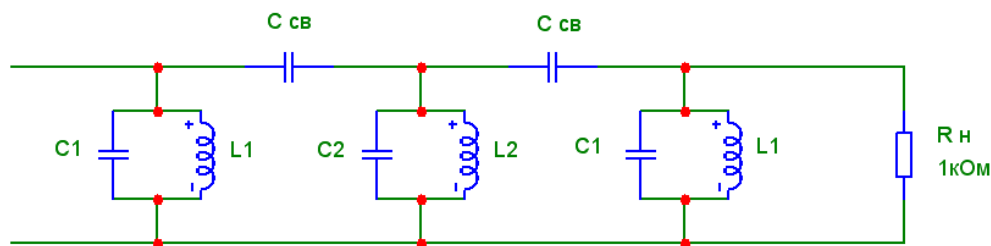


Прохождение модулированных сигналов через УПЧ

Одним из вариантов реализации УПЧ с сосредоточенной избирательностью является усилитель с частотно-избирательной цепью в виде многосвязного LC-фильтра сосредоточенной селекции (ФСС). Форма АЧХ такого фильтра близка к прямоугольной, что обеспечивает эффективное подавление помех по соседним каналам. Однако это же приводит к тому, что при прохождении через УПЧ сигнала с амплитудной или частотной модуляцией возможно его искажение.

1. Расчёт элементов ФСС

Схема 3-звенного ФСС с емкостной связью между контурами приведена на рисунке.



Сопротивление нагрузки равно 1 кОм. Для получения неискажённой частотной характеристики ФСС должен быть согласован по входу и выходу, т.е. внутреннее сопротивление источника сигнала и сопротивление нагрузки должны быть равны характеристическому сопротивлению фильтра ρ . Номиналы конденсаторов и катушек индуктивности рассчитываются по следующим формулам:

$$C_{св} = \frac{1}{2\pi f_{\Pi} \rho}, \quad C_2 = \frac{1}{\pi \Pi_{ФСС} \rho} - 2C_{св}, \quad L_2 = \frac{\Pi_{ФСС} \rho}{4\pi f_{\Pi}^2},$$

$$C_1 = C_2/2, \quad L_1 = 2L_2, \quad \rho = R_{\Gamma} = R_{\Pi}.$$

Расчёт фильтра производится по следующим исходным данным:

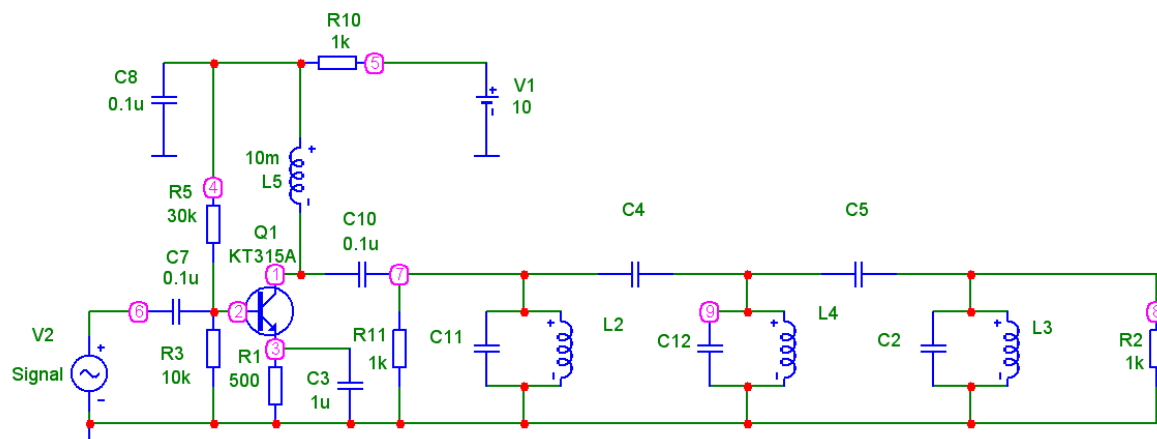
- промежуточная частота (центральная частота АЧХ ФСС) $f_{\Pi} = 500$ кГц;
- полоса пропускания $\Pi_{ФСС} = 5$ кГц;
- характеристическое сопротивление $\rho = R_{\Pi} = 1$ кОм.

2. Моделирование

Модель УПЧ с ФСС при действии немодулированного колебания

Для проверки правильности расчёта ФСС провести моделирование усилителя и определить на модели его АЧХ.

Схема модели



Частота сигнала 500 кГц, амплитуда 1 мВ.

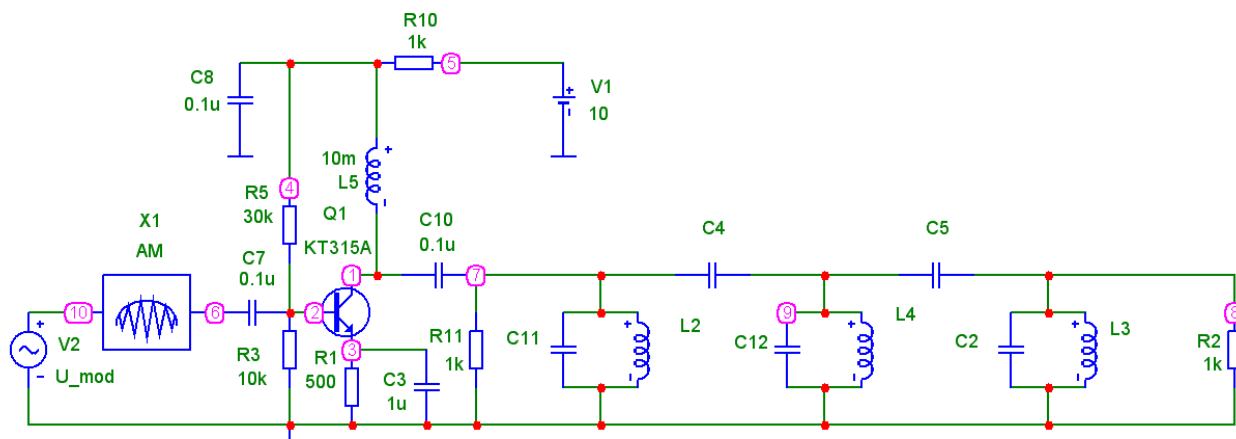
Расчёт АЧХ

В режиме *AC Analysis* рассчитать АЧХ УПЧ. Диапазон изменения частоты задать так, чтобы промежуточная частота находилась посередине: от 470 кГц до 530 кГц. Определить центральную частоту АЧХ, полосу пропускания, коэффициент усиления УПЧ.

Модель УПЧ с ФСС при действии АМ сигнала

При усилении в УПЧ сигнала с амплитудной модуляцией возможно искажение спектра сигнала из-за неравномерности АЧХ УПЧ. Для оценки этого эффекта необходимо на модели получить эмпоры и спектр выходного колебания при различных значениях частоты модуляции.

Схема модели



Амплитуда несущей сигнала равна 1 мВ, коэффициент модуляции 0,5, частота несущей сначала равна $f_n = 500$ кГц, а затем изменяется (вводится расстройка),

частота модуляции варьируется. Время моделирования 10 мс, максимальный шаг по времени 10 нс.

Спектр выходного колебания при отсутствии расстройки

При расчёте спектра нижняя граница интервала времени, на котором вычисляется спектр, задаётся равной 2мс для исключения влияния переходного процесса.

- 1) Получить спектр входного сигнала при частоте модуляции 1 кГц.
- 2) Получить спектр выходного колебания.

По спектру определить уровень боковых составляющих и уровень несущей, рассчитать коэффициент модуляции, сравнить его с заданным значением. По эюре выходного колебания оценить характер амплитудной модуляции.

- 3) Получить спектр выходного колебания при частоте модуляции 2,5 кГц, что соответствует половине полосы пропускания ФСС.

По спектру определить уровень боковых составляющих и уровень несущей, рассчитать коэффициент модуляции, сравнить его с заданным значением. По эюре выходного колебания оценить характер амплитудной модуляции.

Сделать выводы из полученных результатов.

Спектр выходного колебания при расстройке несущей

- 1) Задать в модели частоту несущей 501 кГц, что соответствует расстройке на 1 кГц, и получить спектр выходного колебания при частоте модуляции 2,5 кГц.

Оценить изменение формы спектра.

- 2) При том же значении частоты модуляции задать в модели частоту несущей 502 кГц, что соответствует расстройке на 2 кГц, и получить спектр выходного колебания.

Оценить изменение формы спектра и характер амплитудной модуляции выходного колебания. По эюре выходного колебания оценить характер амплитудной модуляции.

Сделать выводы из полученных результатов.

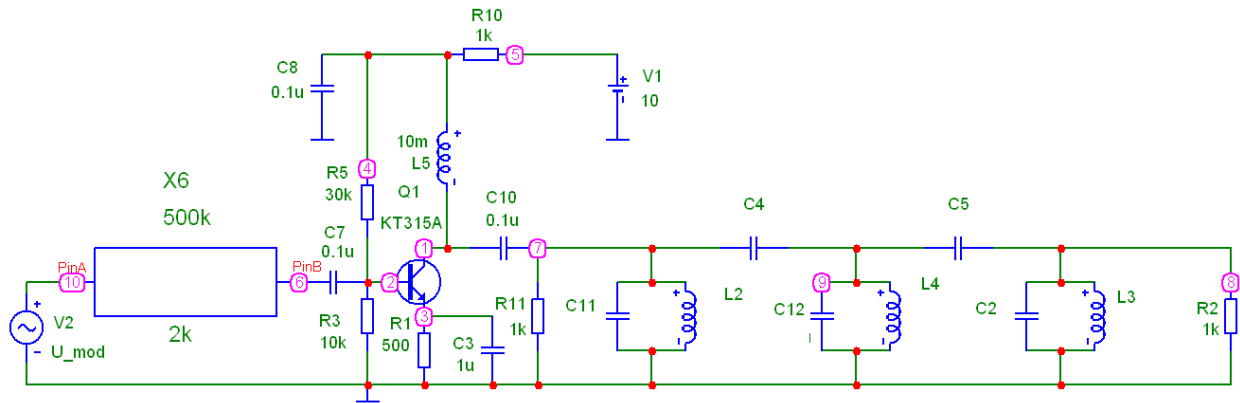
Модель УПЧ с ФСС при действии ЧМ сигнала

При усилении в УПЧ сигнала с частотной модуляцией возможно появление паразитной сопутствующей амплитудной модуляции из-за неравномерности АЧХ УПЧ. Для оценки этого эффекта необходимо на модели получить эюру выходного колебания при различных значениях девиации частоты.

Схема модели

Амплитуда несущей сигнала равна 1 мВ, крутизна характеристики генератора, управляемого напряжением, 2 кГц/В, частота несущей сначала равна $f_n = 500$ кГц, частота модуляции 500 Гц, амплитуда модулирующего напряже-

ния, определяющая девиацию частоты сигнала, варьируется. Время моделирования 10 мс, максимальный шаг по времени 10 нс.



- 1) Задать в модели амплитуду модулирующего напряжения 0,25 В, что соответствует девиации частоты 0,5 кГц, и получить эюру выходного колебания.

Оценить характер изменения огибающей по окончании переходного процесса.

- 2) Задать в модели амплитуду модулирующего напряжения 0,5 В, что соответствует девиации частоты 1 кГц, и повторить моделирование.
- 3) Задать в модели амплитуду модулирующего напряжения 1,25 В, что соответствует девиации частоты, равной половине полосы пропускания УПЧ 2,5 кГц, и повторить моделирование.

Оценить характер изменения огибающей во 2-м и 3-м случаях по сравнению с 1-м. Сделать выводы.