**Учреждение образования Белорусский Государственный университет информатики и радиоэлектроники**

**Курсовой проект**

**«Проектирование устройств фильтрации»**

**Минск 2007 г.2. Методика расчёта устройств фильтрации на операционных усилителях**

**3. Вывод передаточной функции фильтра**

Фильтр Чебышева 8-ого порядка с неравномерностью в полосе пропускания 78%.

Передаточная характеристика фильтра нижних частот:

**Построение графиков в нормированной системе координат:**

**ФНЧ**

Построим амплитудно-частотную характеристику:

Фаза-частотная характеристика:

Характеристика рабочего затухания:

Характеристика группового время запаздывания:

Импульсная характеристика фильтра:

Переходная характеристика:

**2Операция денормирования:**

Передаточная характеристика.



Фаза-частотная характеристика.



Характеристика рабочего затухания.

Хар-ка группового время запаздывания

Импульсная характеристика:

Переходная характеристика.

**4.Разработка принципиальной схемы фильтра, расчёт элементов.**

Постоим принципиальную схему фильтра нижних частот ( вид аппроксимации: Чебышева ) второго порядка на операционном усилителе. Фильтр нижних частот пропускает низкочастотные составляющие сигнала и задерживает высокочастотные, исходя из этого присутствие разделительных конденсаторов в ветвях схемы необходимо. Но в какой именно ветви должны стоять конденсаторы не известно, поэтому во все ветви поставим проводимости.

Равенство токов обеспечивается тем, что операционный усилитель не потребляет тока. Ток I4 протекает через проводимость Y4 и втекает в ветвь с проводимостью Y5 без потерь.Выразим токи в ветвях через проводимости.

Разделим все члены уравнения на Uвых, для того чтобы возможно было определить коэффициент передачи.

Получим передаточную характеристику



Общая же формула передаточной характеристики фильтра нижних частот имеет вид:

Сравним два выражения.Из выражения видно, что числитель не зависит от частоты. Анализируя выражения передаточной характеристики фильтра сделал вывод о том, что проводимости Y4, Y3 и Y1 должны заменить резисторы, а проводимости Y2 и Y5 – емкости.

С учётом этого построим принципиальную схему фильтра.

Если сравнить это выражение с передаточной характеристикой ФНЧ, то можно составить систему уравнений:



 В данной системе три уравнения и пять неизвестных. Встаёт вопрос: какие из этих величин обозначить константами. Сейчас производство довольно хорошо научилось делать разделительные конденсаторы и количество номинальных значений ёмкостей в них значительно больше чем сопротивлений у резисторов

 ( значение погрешности в величинах также меньше ), поэтому решив эту систему задав ёмкости С1 и С2 постоянными величинами получим :



 Так рассчитаем элементы четырёх фильтров второго прядка. Элементы второго фильтра второго порядка рассчитываются аналогично первому. Но здесь значения альфа и бэтта необходимо брать применительно ко второму элементу фильтрации нашего фильтра. Значения берутся в денормированном виде

4.2 Проверим правильность формул и найдём численные значения сопротивлений и ёмкостей применительно к каждому каскаду.

1. Первый фильтр второго порядка:

2. Второй фильтр второго порядка

3. Третий фильтр второго порядка:

4. Четвёртый фильтр второго порядка:

Запишем выражение передаточной функции для каждого каскада фильтрации, но уже с учётом выражений для сопротивлений и ёмкостей. Так как фильтр чётного порядка, то для вычисления используется одна формула:

Составляя общий коэффициент передачи для фильтра 8-ого порядка необходимо перемножить коэффициенты передачи каждого промежуточного каскада фильтрации:



Теперь если построить график амплитудно-частотной характеристики, то можно сделать вывод, что элементы фильтра с многопетлевой обратной связью рассчитаны верно. Графики совпадают.

