**ГЛАВА 3. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Для исследования активных RC-фильтров разных порядков и типов используется универсальная панель (ПУЛАР), к которой подключается плата операционного усилителя (ОУ) [5]. Схема соединения выводов микросхемы с рабочими клеммами универсальной панели приведена на рис.3.1а). Цепь обратной связи ОУ - схема пассивного RC-фильтра монтируется на наборном поле ПУЛАРа. Расположение элементов фильтра представлено на рис.3.1б). Линии со стрелками обозначают соединение клемм с помощью гибких проводников.

В таблице 1 приведены соответствующие элементы для различных фильтров (ФНЧ, ФВЧ, ПФ), как первого, так и второго порядков с отрицательной обратной связью, рассмотренные в главе 2. Ограничения на конфигурацию и порядок RC-фильтра связаны лишь с количеством клемм наборного поля. С помощью одной схемы можно исследовать фильтры любого вида (Баттерворта, Бесселя, Чебышева), изменяя лишь номиналы резисторов и конденсаторов. Конкретные значения параметров элементов должны рассчитываться по заданию преподавателя в зависимости от предъявляемых требований к фильтру.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | **Порядок** | ***Z1*** | ***Z2*** | ***Z3*** | ***Z4*** | ***Z5*** |
| ФНЧ | 1 | R1 | - | - | R2 | C1 |
| ФВЧ | 1 | R1C1 | - | - | R2 | - |
| ФНЧ | 2 | R1 | C2 | R3 | R2 | C1 |
| ФВЧ | 2 | C1 | R2 | C3 | C2 | R1 |
| ПФ | 2 | R1 | R3 | C | C | R2 |

1. Установить на универсальной панели (ПУЛАР) плату операционного усилителя (ОУ). Включить питание ПУЛАРа. Проверить вольтметром и при необходимости установить нужную величину напряжений питания микросхемы. Подать на вход ОУ сигнал с генератора звуковых частот. Измерить коэффициент усиления *K* операционного усилителя.

+Е

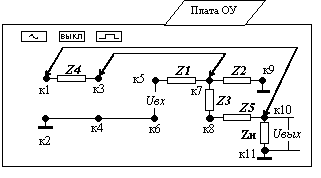
к8

к10

к6

-Е

к2, к9, к11



а) б)

Рис. 3.1: а) - схема соединения выводов ОУ с рабочими клеммами наборного поля; б) – расположение элементов фильтра на наборном поле ПУЛАРа.

2. Смонтировать и исследовать ФНЧ и ФВЧ 1-го порядка:

а) при заданных параметрах *R2* ,  *R1* и *C* рассчитать частоты среза *fc* и коэффициенты передачи *K0* и *K∞*;

б) убедиться, что в данном диапазоне частот коэффициент усиления ОУ превышает соответствующий коэффициент передачи по модулю;

в) снять частотные зависимости *U*вых= *U*вых (*f*) для ФНЧ и ФВЧ;

г) построить частотные характеристики затухания *ap(f)*;

д) определить по частотным характеристикам частоты среза и сравнить с расчетными значениями.

3. Смонтировать и исследовать ФНЧ и ФВЧ 2-го порядка с отрицательной обратной

связью:

а) для заданного типа фильтра взять из таблицы 2 конкретные значения коэффициентов *a1* и *b1* передаточной функции *KA(p)*; (в таблице 2 приведены значения добротности полюсов звеньев фильтров Q1- чем больше добротность, тем больше склонность фильтра к генерации);

б) при заданных значениях *fc*, *K0* , *K∞* рассчитать следующие параметры элементов:

1. для ФНЧ - *R2* ,  *R1* и *R3* при заданных параметрах C*2* и  *C1*;

2. для ФВЧ - C*2* ,  *C1* и C*3* при заданных параметрах *R2* и  *R1*;

в) снять частотные зависимости *U*вых= *U*вых (*f*) для ФНЧ и ФВЧ;

г) построить частотные характеристики затухания *ap(f)*;

д) определить по частотным характеристикам частоты среза и сравнить с заданными частотами *fc*;

е) определить для фильтров Чебышева неравномерность частотных характеристик в полосе пропускания Δ*a* и сравнить с заданной неравномерностью.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип фильтра | *a1* | *b1* | *Q1* |
| Баттерворта | 1.4142 | 1.0000 | 0.71 |
| Бесселя | 1.3617 | 0.618 | 0.58 |
| Чебышевас Δ*a=*0.5дБ | 1.3614 | 1.3827 | 0.86 |
| Чебышева с Δ*a=*3дБ | 1.0650 | 1.9305 | 1.3 |

4. Исследовать полосовой фильтр с отрицательной обратной связью:

а) при заданных значениях *fr*, *Q* , *C* и *Kr* рассчитать параметры *R2* ,  *R1* и *R3*;

б) измерить коэффициент усиления ОУ на резонансной частоте и убедиться, что он превышает 2Q2;

в) снять частотные зависимости *U*вых= *U*вых (*f*) и фазового сдвига *φ(f)*;

г) построить частотные характеристики затухания *ap(f)* и *φ(f)*;

д) определить по частотным характеристикам полосу пропускания и добротность Q и сравнить с заданными параметрами.

Литература

1. У. Титце, К. Шенк, Полупроводниковая схемотехника, М., Мир, 1982.
2. А. К. Лосев, Линейные радиотехнические цепи, М., Высшая школа, 1971.
3. А. Е. Знаменский, И. Н. Теплюк, Активные RC - фильтры, М., Связь, 1970.
4. Двинских В. А., Олейник Н. Г. Расчет линейных пассивных фильтров с сосредоточенными параметрами. Саратов. 1983.
5. Ишин С. А., Соловьев Ю. В. Операционные усилители на интегральных схемах. Саратов, 2001.

6. Ханзел Г. Е. Справочник по расчету фильтров. М., 1974.

Таким образом, выбрав в табл. 13.6 значения коэффициентов *a1*, и *b1* для конкретного фильтра, необходимо задать соответствующее значение*α*. Эти значения коэффициента усиления приведены в табл. 13.7.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип фильтрара | Бесселя | Баттерворта | Чебышева с Δ*a*=0.5 дБ | Чебышева с Δ*a=*3 дБ |
| *α* | 1,268 | 1,586 | 1,838 | 2,234 |