### Разработка активного фильтра

### 5.10. Активные фильтры

Активные фильтры - это устройства, обеспечивающие усиление входного сигнала в заданной в частотной области. Различают фильтры нижних частот, фильтры высоких частот, избирательные фильтры, полосно-подавляющие фильтры.

**5.10.1 Фильтры нижних частот (ФНЧ)**  усиливают входной сигнал, начиная с нулевой частоты до *f*ср (частоты среза). Фильтры могут быть реализованы, если параллельно с сопротивлением *R*2 установить конденсатор *С*  (рис. 5.49).



Рис. 5.49

Определим коэффициент усиления  .

Так как , то

, и, следовательно,

 (рис. 5.50).



Рис. 5.50

Если ω=0, то ;

Если ω→∞, то .

Определим частоту среза *f*ср, на которой коэффициент передачи *k*фнч(0) уменьшается в  раз:

 .

Или получим

 [рад/с],

и частота среза ФНЧ *f*ср определится как:  [1/с=Гц].

Примечание - Если задано *f*ср , то необходимо определить величины *С* и *R*2 .

**5.10.2. Фильтр высоких частот (ФВЧ)** - усиливает сигналы начиная с частоты среза *f*ср . Может быть реализован при использовании дополнительного конденсатора *С*, последовательно соединенного с сопротивлением *R*1 (рис. 5.51).



Рис. 5.51

На низкой частоте, из-за наличия конденсатора *С*, происходит разрыв входной цепи. На высоких частотах .

Так как , то

 (рис. 5.52).



Рис. 5.52

Определим частоту среза из выражения:  и получим: .

Если задана частота среза *f*ср, то рассчитываем значения *R*1 и *С*.

Основными параметрами фильтра являются:

- коэффициент усиления *k*фильтра для сигналов пропускаемых частот,

- частота среза *f*ср.

Примечание - Качество фильтра определяется крутизной характеристики при переходе от пропускаемых частот к подавляемым частотам. Для увеличения крутизны используют фильтры более высоких порядков.

**5.10.3. Избирательные фильтры** - обеспечивают усиление в заданной частотной области. Могут рассматриваться как комбинация фильтров высокой частоты и фильтров низкой частоты (рис. 5.53).



Рис. 5.53

При реализации фильтров необходимо учитывать, что *f*ср фнч> *f*ср фвч (рис. 5.54).



Рис. 5.54

Коэффициент усиления избирательного фильтра определится как:

.

Если ω→0, то *k*ф → 0.

Если ω →∞, то также *k*ф → 0.

В области, где *f*ср фвч < *f*ср < fср фнч, коэффициент усиления избирательного фильтра равен: .

**5.10.4 Полосно-подавляющие фильтры** подавляют сигналы, лежащие в узкой полосе частот (рис. 5.55).



Рис. 5.55

Если ω =0, то *X*с1→ ­­∞ , *X*с2→­­∞ , и, следовательно, для выходного напряжения получим:

 или .

Если ω →∞, то *X*с1→ 0, *X*с2→­0, и для выходного напряжения получим:

 или .

На подавляемых частотах *X*c2→∞, *X*c1→ 0, и

.

Если  , то выходное напряжение будет равно нулю:  (рис. 5.56).



Рис. 5.56

**Задание**

1. Разработать принципиальную электрическую схему избирательного фильтра на основе ОУ.
2. Разработать математическую модель избирательного фильтра на основе ОУ.
3. Рассчитать функцию преобразования избирательного фильтра на основе ОУ с параметрами, указанными в таблице.
4. Определить погрешность преобразования избирательного фильтра на основе ОУ.
5. Выбрать элементы схемы и составить спецификацию на электрическую принципиальную схему.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пп | f мин, кГц | f макс, кГц | kус | ±Uвых макс, В |
| 1 | 1 | 5 | -20 | 10 |
| 2 | 2 | 10 | -10 | 12 |
| 3 | 5 | 20 | -30 | 15 |
| 4 | 8 | 20 | -40 | 10 |
| 5 | 10 | 30 | -50 | 12 |
| 6 | 12 | 40 | -10 | 15 |
| 7 | 14 | 50 | -20 | 10 |
| 8 | 16 | 60 | -40 | 12 |
| 9 | 18 | 70 | -30 | 15 |
| 10 | 20 | 80 | -50 | 12 |
| 11 | 4 | 16 | -20 | 10 |