**Лабораторная работа №6**

АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ (УСИЛИТЕЛЕЙ) С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ «Mathcad»

1. **Цель работы**: Анализ устройств, которые могут быть представлены в виде многополюсника или соединения каскадов с помощью пакета программ «Mathcad».

2. **Подготовка к работе:**

-изучить по литературе [1] содержание страниц 50,51.

-изучить материалы соответствующих лекций по дисциплине ОКП и М РЭС.

3. **Пояснение к работе**

В данной работе рассматривается анализ устройств, которые можно представить или в виде многополюсника, или соединения каскадов – четырехполюсников.

Работа линейного многоплюсника (рисунок 1) при анализе во временной

Х1 (t) Y1 (t)

Х2 (t) Y2 (t)

Х3 (t) Y3 (t)

Рисунок 1

области может быть описана с помощью системы из **n** линейных дифференциальных уравнений, имеющих следующий вид при их записи в матрично-векторной форме:

**АY**(t) + **ВХ**(t)

где  Х 1  (t) Y1 (t)

**Х** (t) = …… ,  **Y** (t) = ........

Х n (t) Ym (t)

- вектор-столбцы, описывающие совокупность входных (вектор входа) и выходных сигналов (вектор выхода);

**А, B** – матрицы.

Четыре наиболее распространенных вида соединения каскадов – четырехполюсников – последовательное (каскадное), параллельное, с двумя входами и с отрицательной обратной связью - представлены на рисунке 2.

К 1 (Р)

К 2 (Р)

К n (Р)

Uвх  (t) Uвых  (t)

а)

Uвх  (t) Uвых (t)

б)

U2 (t)

К1 (P)

К2 (P)

Uвх (t) Uвых (t)

в)

К1 (Р)

К2 (Р)

Uвх (t) Uвых (t)

U2 (t)

г)

Рисунок 2

Такие устройства в целом можно характеризовать с помощью общего оператора.

Общий оператор устройства из последовательно соединенных каскадов (рисунок 2а) есть произведение отдельных операторов:

*К (Р) = К i (P)*

Общий оператор устройства из параллельно соединенных каскадов (рисунок 2,б) есть сумма отдельных операторов:

*К (Р) =*

Общий оператор устройства с двумя входами (рисунок 2,в):

*К (Р) = К 1 (Р) ∙ К 2 (Р) + К 2 (Р) ∙ К U (Р),*

где 

Для схемы с обратной связью (рисунок 2, г) имеет:

*Uвых (Р) = К1 (Р)[Uвх (Р) – К2  (Р) ∙ Uвх (Р)],*

откуда для общего оператора устройства с отрицательной обратной связью получим:

*К (Р) =*

4. **Порядок выполнения работы**:

4.1 Выполнение расчета и анализ амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) усилителя с отрицательной частотнонезависимой обратной связью (ООС) (рисунок 3).

К 1(ω)

КОС

Uвх (t) Uвых(t)

Рисунок 3.

Для такого усилителя коэффициент усиления можно представить в виде:

*К / ос(ω) =*

где

*К 1 (ω) =*

*Θ -* эквивалентная добротность селективной цепи в нагрузке операционного усилителя;

*КО –* справочное значение коэффициента усиления операционного усилителя;

*ω0* – резонансная частота селективной цепи.

**Задание**

Записать в программной среде «Mathcad» программу расчета АЧХ селективного усилителя с ООС.

Из таблицы 1 в соответствии с номером бригады выбрать значения параметров *Θ, КОС, ωО, КО.*

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № бригады | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| *ωО* | 2∙107 | 3∙106 | 5∙106 | 106 | 107 | 3∙107 | 105 | 2∙105 |
| *Θ* | 30; 100 | 10; 50 | 20; 70 | 10; 80 | 50;100 | 20; 80 | 30; 70 | 40; 90 |
| *КОС* | 0,2; 0,1 | 0,1;0,05 | 0,3;0,1 | 0,15;0,05 | 0,05;0,025 | 0,4;0,1 | 0,1;0,075 | 0,2;0,075 |
| *КО* | 100 | 50 | 70 | 200 | 1000 | 80 | 90 | 500 |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № бригады | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *ωО* | 5∙105 | 2∙106 | 1,2∙106 | 1,2∙107 |
| *Θ* | 10; 40 | 40; 80 | 50; 90 | 20; 50 |
| *КОС* | 0,15; 0,05 | 0,075; 0,025 | 0,3; 0,15 | 0,12; 0,06 |
| *КО* | 300 | 150 | 60 | 120 |

В соответствии с ранее изученными правилами построения графиков в программной среде «Mathcad» построить в декартовой системе координат графики четырех зависимостей К1ОС(ω). Провести анализ влияния изменения параметров *Θ* и *КОС* на АЧХ усилителя*.*

**Пример.**

Предположим, что заданы значения *КО = 100; К1ОС = 0,1; К2ОС = 0,05;*

*ω0 = 2 ∙ 107; θ1 = 100; Θ 2 = 40.*

Запишем и формулы для расчета в соответствии с правилами формульного редактора «Mathcad» и выражения для АЧХ усилителя (4 варианта сочетания параметров). Выведем полученные выражения на графики в декартовой системе координат (построить 4 кривых на одном графике).





4.2 Выполнение расчета и анализ амплитудно-частотных характеристик апериодического усилителя в области верхних и нижних частот имеют вид:

, ,

где *ω =2πƒ* ; *τВ4 и τН4*– постоянные времени каскада на верхних и нижних частотах.

Выбрать данные из таблицы № 2 для своего номера бригады и записать в среде «Mathcad» выражения для *КВ4* и *КН4*. Пределы изменены ƒ установить для вычисления *КВ4* от 2 до 20 Гц, а для *КН4* от 100 Гц до 1 кГц.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № бригады | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| τВ4  с/рад. | 5∙10-8  10-7 | 6∙10-8  2∙10-7 | 9∙10-8  3∙10-7 | 8∙10-8  2∙10-8 | 9∙10-7  2∙10-7 | 8∙10-6  3∙10-6 | 9∙10-7  3∙10-7 | 9∙10-7  7∙10-7 | 9∙10-6  7∙10-6 | 9∙10-8  7∙10-8 | 3∙10-8  10-7 | 4∙10-8  6∙10-8 |
| τН4  с/рад | 0,3∙10-2  0,1∙10-2 | 0,4∙10-2  0,8∙10-3 | 0,5∙10-2  0,9∙10-3 | 0,2∙10-2  0,8∙10-3 | 0,1∙10-2  0,6∙10-3 | 0,5∙10-2  0,5∙10-3 | 0,4∙10-2  0,3∙10-3 | 0,3∙10-2  0,4∙10-3 | 0,2∙10-2  0,5∙10-3 | 0,1∙10-2  0,5∙10-3 | 0,1∙10-1  0,5∙10-2 | 0,06∙10-1  0,3∙10-2 |

Провести анализ влияния постоянных времени на АЧХ усилителя в области верхних частот.

**Пример**:



5. Контрольные вопросы

* основные виды соединений каскадов-четырехполюсников;
* как такие устройства можно охарактеризовать с помощью общего оператора?
* как влияет эквивалентная добротность селективной цепи в нагрузке операционного усилителя на его аплитудно-частотную характеристику (АЧХ)?
* как построить на одном графике четыре АЧХ?
* какие элементы схемы апериодического усилителя вносят частотные искажения в области низких частот?
* какие элементы схемы апериодического усилителя вносят частотные искажения в области высоких частот?
* Как изменится АЧХ усилителя при увеличении значения разделительной емкости?
* Как изменится АЧХ усилителя при использовании активных элементов с меньшими значениями межэлектродных емкостей?
* Влияние ООС на АЧХ усилителя?
* Какие элементы влияют на постоянные времени на НЧ и ВЧ?