**Расчёт режимов и характеристик электрических цепей с операционным усилителем**

1. **Задание**

1. Для заданной схемы (рис 1.) рассчитать передаточную функцию цепи в смысле коэффициента передачи напряжения H(p).

Схема электрическая: Исходные данные:



R1=R 2=10кОм;

C1=0.008мкФ;

C2 =0,002мкФ;

C3=0.01мкФ;

1. Построить карту передаточной функции и проверить H(p) по схеме.
2. Записать выражение частотных характеристик передаточной функции.
   1. Комплексная частотная характеристика передаточной функции H(jω).
   2. Амплитудо-частотная характеристика передаточной функции H(ω).
   3. Фазочастотная характеристика передаточной функции φ(ω).
3. Рассчитать и построить временные характеристики.
   1. Переходная характеристика передаточной функции h(t).
   2. Импульсная характеристика передаточной функции g(t).
4. Рассчитать и построить реакцию цепи Uвых(t) на прямоугольный импульс с амплитудой напряжения Um(мВ).

**2. Анализ схемы**

Операционный усилитель в идеальном случае представляет собой усилитель с:

1. Бесконечно большим входным сопротивлением.
2. Бесконечно малым выходным сопротивлением.
3. Бесконечно большим коэффициентом усиления.

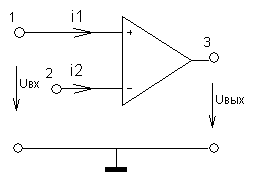
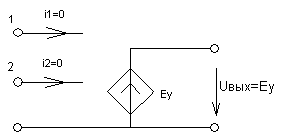


Схема эквивалентная ОУ:



По первому свойству можно предположить, что ток i1 практически равен нулю. Аналогично ток i2=0 Учитывая 3-е свойство, можно записать, что  , . Напряжение на выходе – конечная величина, следовательно  (Основное расчетное свойство для цепи с ОУ) Заданная схема содержит 2 накопителя, т.е. рассматриваемая цепь 2-го порядка. Согласно заданию, искомой ПФ является Коэффициент передачи напряжения (КПН): -ОКПН.

**3. Расчет передаточной функции**

Схема расчетная:



Шаг 1. Расчётная операторная схема



Шаг 2. Система уравнений методом узловых потенциалов.

Основное расчётное соотношение φ3(p)=0;

φ1(p)=Eвх(p); φ4(p)=Eу(p);













Ответ: .

1. **Карта передаточной функции, проверка передаточной функции по схеме**

Картой ПФ называют чертеж на комплексной плоскости, где отмечены нули, полюса и масштабные коэффициенты.

Ноль: 

Полюса: 







Проверка ПФ по схеме: критерием правильности ПФ является полином знаменателя 2-го порядка. Полюса расположены в левой части полуплоскости. Они отрицательны, что соответствует корням схемы.

Проведем проверку в ряде точек:

1. ;

По ПФ 

По схеме 



2. 

По ПФ 

По схеме 



**5. Расчет частотных характеристик ПФ**



Построение АЧХ и ФЧХ по карте нулей и полюсов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0 | 0 |  | 0 |
|  |  |  |  |
|  |  |  | 0 |
|  |  |  |  | |
| 0 |  | 0 |  | |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  | |

АЧХ:



ФЧХ:



**6. Временные характеристики**

Временными характеристиками электрической цепи является переходная и импульсная характеристики.

ПХ: 

ИХ: 

Согласно заданию, временные характеристики получим по найденной передаточной функции H(p).



Импульсная характеристика  переходная характеристика

Расчёт импульсной характеристики

 Перейдём к оригиналу.   

Так как степени полиномов числителя и знаменателя равны, то дробь неправильная. Из неё можно выделитьцелую часть и простую дробь.



Ответ: ИХ 1/c.

Расчёт переходной характеристики

Ответ: ПХ  б/р.

Графики:





Проверка по соотношению:



Вывод: Полученные ИХ и ПХ друг другу соответствуют. Значит они верны.

**7. Расчёт реакции цепи на прямоугольный импульс**

Амплитуда импульса  Длительность: 

Воздействие:







Расчёт проведём с помощью ПХ h(t). Поскольку h(t) численно равна реакции на ступеньку, то 

Ответ: 1-й интервал: 0<t<1.5\*10-4, 

2-ой интервал: 1.5\*10-4<t<∞, 