1) Рассчитать переходный и установившийся режимы в цепи после коммутации (найти токи и напряжения на всех элементах цепи).

2) Построить математическую модель цепи по результатам расчёта переходного процесса. Вывести результаты расчёта на один график.

3) Сравнить результаты расчёта с исходными уравнениями цепи.

Вариант 18

Исходные данные: схема 5, воздействие а.

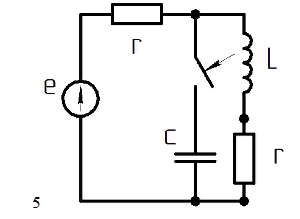


Рис. 1

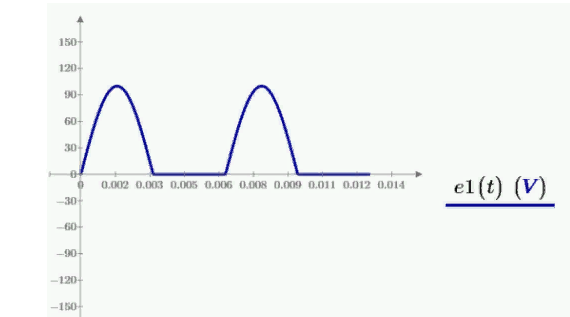


Рис. 2

r = 10 + v = 10 + 18 = 28 Ом,

L = (v + 5) 10-2 = (18 + 5) 10-2 = 23 10-2 Гн,

Em = 100 В.

Решение

1. Схема цепи после коммутации показана на рис. 3

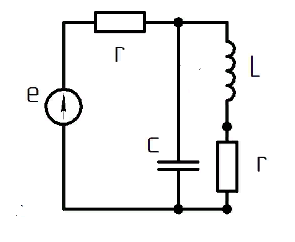
**

Рис. 3

Разложим воздействие в ряд Фурье.

Рассчитаем схему в операторной форме для составляющих ряда

Фурье.

Для постоянной составляющей найдем изображения напряжений

и токов.

Ur10 (p) = I0(p) r,

UC0(p) = E10(p) – Ur10(p) ,

IC0(p) = UC0(p) p C = ,

UL0(p) = IL0(p) p L =,

Ur20(p) = IL0(p) r.

Найдем оригиналы напряжений и токов для постоянной составляю-щей с помощью программы Маткад.

i0(t) = 0,568 + 10,305 e-447 t – 9,737 e-389 t А,

ur10(t) = 15,904 + 288,54 e-447 t – 272,64 e-389 t В,

uC0(t) = 15,916 - 288,56 e-447 t + 272,64 e-389 t, В

iC0(t) = 6,450 e-447 t – 5,321 e-389 t А,

iL0(t) = 0,568 + 3,860 e-447 t – 4,43 e-389 t А,

uL0(t) = - 396,7 e-447 t + 396,7 e-389 t В,

ur20(t) = 15,904 + 108,08 e-447 t – 124,04 e-389 t В.

Изображение по Лапласу первой гармоники напряжения имеет

вид

Для первой гармоники найдем составляющие напряжений и токов.

Ur11 (p) = I1(p) r,

UC1(p) = E11(p) – Ur11(p)

,

IC1(p) = UC1(p) p C = ,

UL1(p) = IL1(p) p L =

Ur21(p) = IL1(p) r.

Найдем оригиналы напряжений и токов для первой гармоники.

i1(t) = - 5,844 e-447 t + 4,998 e-389 t + 0,846 cos 1047 t + 1,152 sin 1047 t А,

ur1(t) = - 163,6 e-447 t + 139,9 e-389 t + 23,69 cos 1047 t + 32,26 sin 1047 t В,

uС1(t) = 163,6 e-447 t – 139,93 e-389 t – 23,69 cos 1047 t + 17,77 sin 1047 t В,

iC1(t) = - 3,654 e-447 t + 2,724 e-389 t + 0,930 cos 1047 t + 1,24 sin 1047 t А,

iL1(t) = - 2,19 e-447 t + 2,27 e-389 t - 0,0841 cos 1047 t - 0,0885 sin 1047 t А,

uL1(t) = 225 e-447 t - 204 e-389 t - 21,33 cos 1047 t + 20,24 sin 1047 t В,

ur21(t) = -61,32 e-447 t + 63,56 e-389 t – 2,355 cos 1047 t - 2,478 sin 1047 t В.

Изображение по Лапласу второй гармоники напряжения имеет

вид

Для второй гармоники найдем составляющие напряжений и токов.

Ur12 (p) = I2(p) r,

UC2(p) = E12(p) – Ur12(p)

IC2(p) = UC2(p) p C =- ,

UL2(p) = IL2(p) p L = -

Ur22(p) = IL2(p) r.

Найдем оригиналы напряжений и токов для второй гармоники.

i2(t) = - 0,299 e-447 t + 0,217 e-389 t - 0,676 cos 2094 t + 0,235 sin 2094 t А,

ur12(t) = - 8,37 e-447 t + 6,08 e-389 t - 18,93 cos 2094 t + 6,58 sin 2094 t В,

uС2(t) = 8,37 e-447 t – 6,07 e-389 t – 2,30 cos 2094 t - 6,58 sin 2094 t В,

iC2(t) = - 0,187 e-447 t + 0,118 e-389 t - 0,689 cos 2094 t + 0,239 sin 2094 t А,

iL2(t) = -0,112 e-447 t +0,099 e-389 t +0,0133 cos 2094 t - 0,0055 sin 2094 t А,

uL2(t) = 11,51 e-447 t – 8,84 e-389 t - 2,67 cos 2094 t - 6,43 sin 2094 t В,

ur22(t) = -3,14 e-447 t + 0,372 e-389 t + 0,372 cos 2094 t - 0,154 sin 2094 t В.

Изображение по Лапласу четвертой гармоники напряжения имеет

вид

Для четвертой гармоники найдем составляющие напряжений и токов.

Ur14 (p) = I4(p) r,

UC4(p) = E14(p) – Ur14(p)

IC4(p) = UC4(p) p C =- ,

UL4(p) = IL4(p) p L = -

Ur24(p) = IL4(p) r.

Найдем оригиналы напряжений и токов для четвертой гармоники.

i4(t) = - 0,0154 e-447 t + 0,011 e-389 t - 0,147 cos 4189 t + 0,025 sin 4189 t А

ur14(t) = - 0,431 e-447 t + 0,308 e-389 t - 4,12 cos 4189 t + 0,7 sin 4189 t В,

uС4(t) = 0,433 e-447 t – 0,311 e-389 t – 0,121 cos 4189 t - 0,706 sin 4189 t В,

iC4(t) = - 0,00965 e-447 t + 0,006 e-389 t - 0,148 cos 4189 t + 0,0256

sin 4189 t А,

iL4(t) = -0,00579 e-447 t + 0,005 e-389 t + 7,2 10-4 cos 4189 t - 1,47 10-4

sin 4189 t А,

UL4(t) = 0,594 e-447 t – 0,452 e-389 t – 0,141 cos 4189 t - 0,702 sin 4189 t В,

ur24(t) = -0,162 e-447 t + 0,14 e-389 t + 0,020 cos 4189 t - 0,004 sin 4189 t В.

Изображение по Лапласу шестой гармоники напряжения имеет

вид

Для шестой гармоники найдем составляющие напряжений и токов.

Ur16 (p) = I6(p) r,

UC6(p) = E16(p) – Ur16(p)

IC6(p) = UC6(p) p C =- ,

UL6(p) = IL6(p) p L = -

Ur26(p) = IL6(p) r.

Найдем оригиналы напряжений и токов для шестой гармоники.

i6(t) = - 2,96 10-3 e-447 t + 2,1 10-3 e-389 t - 0,0641 cos 6283 t +

+ 7,3 10-3 sin 6283 t А,

ur16(t) = - 0,0829 e-447 t + 0,0588 e-389 t - 1,79 cos 6283 t +

+ 0,204 sin 6283 t В,

uС6(t) = 0,083 e-447 t – 0,060 e-389 t – 0,023 cos 6283 t - 0,205 sin 6283 t В,

iC6(t) = - 1,85 10-3 e-447 t + 1,16 10-3 e-389 t - 0,064 cos 6283 t + 6,57 10-3

sin 6283 t А,

iL6(t) = -1,11 10-4 e-447 t + 9,68 10-4 e-389 t + 1,41 10-4 cos 6283 t –

-1,89 10-5 sin 6283 t А,

uL6(t) = 0,114 e-447 t – 0,0866 e-389 t – 0,0263 cos 6283 t –

- 0,204 sin 6283 t В,

ur26(t) = -0,003 e-447 t + 0,027 e-389 t + 0,0039 cos 6283 t –

-5,29 10-4 sin 6283 t В.

2. Математическая модель цепи представляет собой дифференнциаль-

ное уравнение

Подставив значения, получим

Исходный сигнал и напряжение на емкости представлены на графике.

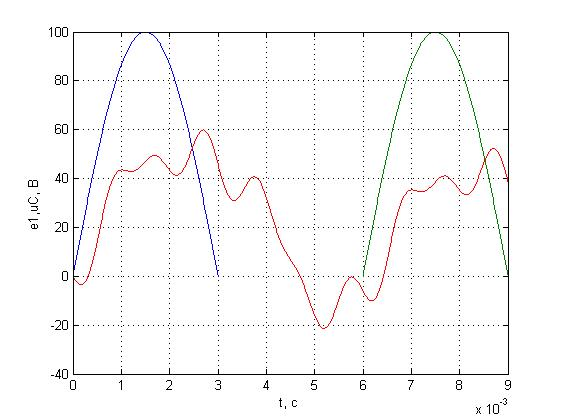


Рис. 4

1. По результатам расчета можно сделать вывод о том, что кривая

напряжения более пологая по сравнению с кривой воздействия.

Это происходит потому, что цепь обладает свойствами фильтра

высоких частот.