Министерство образования и науки Украины

Донбасская государственная машиностроительная академия

Кафедра электротехники и электрооборудования

Расчетно-графическая работа

Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях

Выполнил:

Проверил:

Краматорск

## Задание

В заданных вариантах необходимо: для каждой цепи рассчитать токи и напряжения во время переходного процесса вызванного коммутацией - определить их аналитические выражения и построить временные графики i (t), u (t). Задачи решить классическим и операторным методами.

Задача №1



U0=1000 В

R1=120 Ом

R2=50 Ом

R3=10 Ом

L=0.4 Гн

Рис. 1.

## Решение задачи классическим методом

Составим уравнения по 1-му и 2-му законам Кирхгофа в дифференциальной форме для послекоммутационного режима.



Составленную систему уравнений называют математической моделью динамического режима работы цепи.

Токи и напряжения до коммутации:



Принужденные составляющие токов и напряжения



Определим полные значения токов и напряжений в первый момент после коммутации. На основании первого закона коммутации:



Свободные составляющие токов и напряжений в первый момент после коммутации.



Составляем характеристическое уравнение и определяем показатель затухания:



Постоянная времени переходного процесса



7. Выражения для свободных токов и напряжений:



8. Определяем постоянные интегрирования:



9. Свободные токи и напряжения:



10. Полные токи и напряжения во время переходного процесса



11. Построим графики токов и напряжений во время переходного процесса:

График тока i1

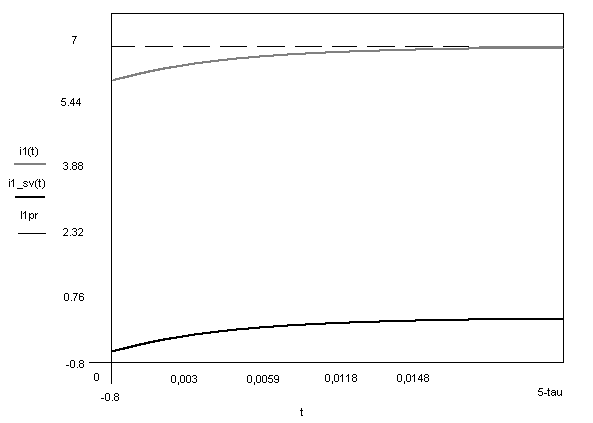


График тока i2

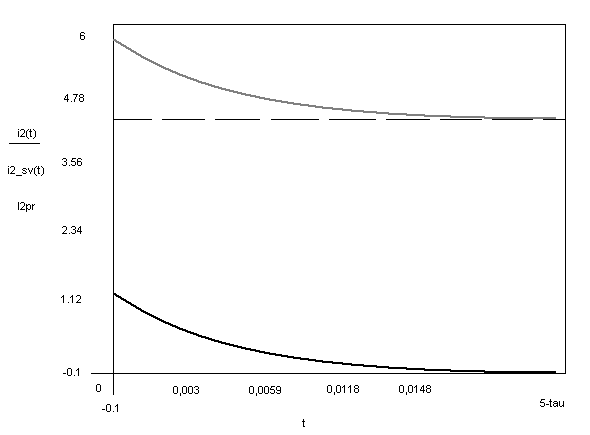


График тока i3

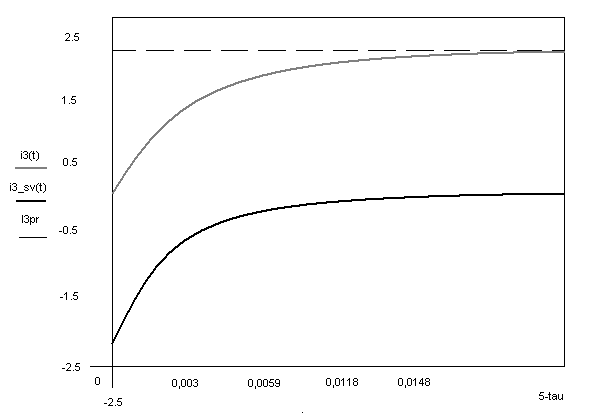
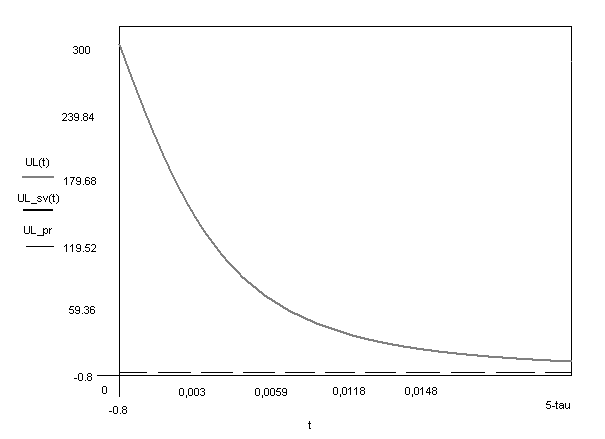


График напряжения на индуктивности ul



## Решение задачи операторным методом

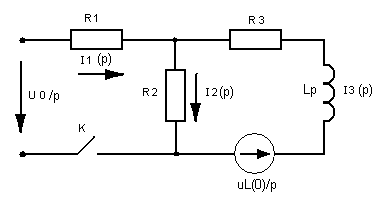


Рис.2.

Представим схему замещения цепи в операторной форме (рис.2*)* для после коммутационного режима.

Для расчета токов и напряжения U1в операторной форме используем метод непосредственного применения законов Кирхгофа. Составим уравнения по 1-му и 2-му законам Кирхгофа в операторной форме:



Так как напряжение на индуктивности до коммутации было равно нулю, внутренняя *ЭДС* также равна нулю, в дальнейших расчетах ее не учитываем.



Из второго уравнения:



Из третьего уравнения:



Значения I*2* (р) и I3 (р) подставим в первое уравнение:



Выражение для тока первой ветви в операторной форме:



Выражение для *I1 (р)* получено в виде дроби, числитель и знаменатель которой полиномы.



*N (p)* =150000 + 400*р* – полином числителя, где

*М (р) =* 23000*р* + 68*p2* - полином знаменателя

Определяем корни полинома знаменателя:

23000*p* + 68 *p2* = *p* (23000 + 68 *p*)

*p1*=0; *p2*=



Для перевода тока *I2 (р)* из области изображений в область временных функций применяем формулу



где *N (р1)* и *N (р2) -* соответственно значения полиномов числителя при корнях *р1* и *р2**М' (р1)* и *М' (р2) -* значения производной от полинома знаменателя соответственно при корнях *р1* и *р2.* Полиномы числителя при корнях *р1* и *р2*:

*N (р1)* = 150000; *N (р2)* = 14706

Производная от полинома знаменателя:

*М (р) =* 23000 + 136*p*

Производная от полинома знаменателя при корнях *р1* и *р2.*

м' (р1) = 23000; М' (р2) = - 23000;

Ток *i1* во время переходного процесса:



Остальные токи и напряжения определим используя законы Ома и Кирхгофа



При расчете операторным методом получены те же выражения для токов и напряжения как и при расчете классическим методом, что подтверждает правильность выполненного расчета переходного процесса.

Задача №2



U0=160 B

R=80 Oм

L=0.8 Гн

С=20\*10-6 Ф

Рис 3.

Необходимо найти закон изменения токов во всех ветвях и напряжений ULи UC в зависимости от времени и построить графики.

## Решение задачи классическим методом

Математическая модель динамического режима работы цепи для послекоммутационного режима:



Решая данную систему дифференциальных уравнений, можно получить закон изменения токов и напряжений во времени в момент переходного процесса, не используя специальных методов. Доя упрощения решения системы воспользуемся классическим методом.

1. Токи и напряжения до коммутации.



1. Принужденные значения токов и напряжений



3. Полные значения токов и напряжений в первый момент после коммутации:



3. Свободные значения токов и напряжений в первый момент после коммутации:



Определим производные свободных токов и напряжений в момент времени непосредственно после коммутации, для чего составим систему уравнений, используя законы Кирхгофа.



Производные от тока на индуктивности и напряжения на емкости:



Отсюда



Все полученные результаты занесем в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | i1 | i2 | i3 | UL | uс |
| t *= 0 +* | *1* | *0* | *1* | *80* | *0* |
| t=∞ | *1* | *1* | *0* | *0* | *80* |
| Iсв (0+) | *0* | *-1* | *1* |  |  |
| Uсв (0+) |  |  |  | *80* | *-80* |
| I’св (0+) | *100* | *625* |  |  |  |
| U’св (0+) |  |  |  | *-58000* | *50000* |

Составим характеристическое уравнение (для послекоммутационного режима) и определим его корни:



Подставим численные значения параметров цепи:



Решив квадратное уравнение получаем:

*р1* = - 282.461

*р2 = -* 442.539

7. Определим постоянные интегрирования А1 и А2, и запишем выражения для токов и напряжений а) Для тока *i1св*:

