

## Последовательность расчета переходных процессов в цепях первого порядка для постоянного тока

1. Вычерчивается схема до коммутации.
2. Выбираются положительные направления для всех токов и напряжений.
3. Определяются независимые начальные условия (ННУ) по схеме до коммутации:  $U_C(0), I_L(0)$ .
4. Вычерчивается схема после коммутации и определяются параметры:

а) постоянная времени цепи ( $\tau$ ).

Для нахождения  $\tau$  нужно **закоротить все источники напряжения и разорвать все источники тока**, в соответствии с их внутренними сопротивлениями. Полученная схема преобразуется к простейшему виду из двух элементов:

для схемы с катушкой  $\tau = \frac{L_{\text{ЭКВ}}}{R_{\text{ЭКВ}}}$ , для схемы с конденсатором  $\tau = R_{\text{ЭКВ}} \cdot C_{\text{ЭКВ}}$ .

Под постоянной времени  $\tau$  будем понимать параметр, характеризующий скорость протекания переходного процесса, чем больше  $\tau$ , тем длиннее переходный процесс.

Переходной процесс заканчивается: за  $3\tau$  с 5% точностью,  
за  $5\tau$  с 1% точностью.

Теоретически переходный процесс длится бесконечно долго.

б) зависимые начальные условия (ЗНУ).

Для определения ЗНУ вычерчиваем схему замещения для первого момента времени после коммутации, в этом случае **все конденсаторы заменяются источниками напряжения** с ЭДС равной начальному напряжению  $U_C(0)$ , а все **катушки – источниками тока** с величиной начального тока  $I_L(0)$ .

в) токи и напряжения в установившемся режиме ( $t = \infty$ ).

В этом случае применяется схема замещения, в которой **все конденсаторы разрываются**, а все **катушки индуктивности закорачиваются** (в соответствии с их сопротивлениями постоянному току).

5. Записываются законы изменения всех искомым параметров во время переходного процесса по следующей формуле:

$$X(t) = X(\infty) + [X(0) - X(\infty)] \cdot e^{-\frac{t}{\tau}},$$

где  $t \in (0; \infty)$ ,

$X(t)$  – текущее значение параметра,

$X(0)$  – начальное значение параметра,

$X(\infty)$  – установившееся значение параметра,

$X$  – параметр: ток или напряжение.

6. Если переходной процесс один, следующим пунктом вычерчиваются сфазированные диаграммы переходных процессов. Если рассматриваются несколько переходных процессов, то в первую очередь определяется: закончился ли первый переходной процесс? С этой целью сравнивается  $\tau$  для данного переходного процесса и  $t_0$  – время, выделяемое для первого переходного процесса:

– если  $3\tau > t_0$ , то первый переходной процесс не завершается;

– если  $3\tau < t_0$ , то первый переходной процесс завершается;

– если  $3\tau = t_0$ , то говорят, что первый переходной процесс завершился условно.

Второй переходный процесс начинается с определения ННУ для второго переходного процесса. Для нахождения ННУ нужно в уравнения, по которым меняется параметр во время первого переходного процесса подставлять  $t_0$  (время, выделенное для первого переходного процесса). Далее расчет происходит также как написано выше. После завершения расчета второго переходного процесса строятся сфазированные диаграммы, на которых показываются законы изменения параметров в течение первого и второго переходных процессов. Затем делаются соответствующие выводы.