

Особенности динамических процессов в электрических цепях с обратными топологическими вырождениями

ГОРОШКО В.И.

Белорусский государственный технологический университет

В классической теории электрических цепей рассмотрены особенности описания динамических процессов в цепях с топологическими вырождениями типа индуктивное сечение или емкостный контур и установлено, что каждая независимая структура этого типа вызывает понижение на единицу порядка дифференциального уравнения цепи.

«Обратные» топологические структуры типа индуктивный контур или емкостное сечение допускают независимое задание начальных условий ($I_L(0)$ или $U_C(0)$) для каждого реактивного элемента структуры и при стандартном подходе не происходит редукции порядка дифференциального уравнения. Для краткости упоминаемые «обратные» структуры в дальнейшем обозначаем как ОТВ (обратные топологические вырождения).

Можно доказать, что характеристическое уравнение цепи с ОТВ имеет нулевые корни. Для доказательства используется анализ узлового или контурного определителя. Все ненулевые элементы строки соответствующей вырожденной структуре содержат множитель p , который выносится за знак определителя, т. е. дает нулевой корень.

Для ОТВ типа LE -контур доказана теорема о потокоцеплении контура (ПК-теорема). LE -контур в общем случае содержит индуктивности и ЭДС $e(t)$. Для ОТВ типа CJ -сечение формулируется дуальная теорема о заряде сечения (ЗС-теорема). CJ -сечение наряду с емкостями может содержать источники тока $J(t)$.

Каждая из теорем позволяет одну из переменных линейно выразить через остальные переменные ОТВ и таким образом исключить из уравнений динамики. Эта процедура понижает порядок дифференциального уравнения. Нулевой корень характеристического уравнения свидетельствует о наличии статического тока в LE -контуре (петлевой ток) или статического заряда в CJ -сечении (узловой заряд).

Процедура понижения порядка дифференциального уравнения фактически изменяет «статус» петлевого тока или узлового заряда: вместо статически свободных составляющих они становятся установившимися составляющими, поскольку определяются правой частью дифференциального уравнения.