Ю.А.СКУДНЯКОВ [1], О.И.КИШ [1]

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПЛОСКОСТЕЙ СВОБОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

[1] Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Целью данной работы является исследование устойчивости автоматических систем электросвязи (АСЭС) для получения области ее параметров, в рамках которой АСЭС будет работоспособной длительное время.

Динамика АСЭС основана на теории пространственных траекторий и их топологии, что открывает возможности для проведения исследований таких систем.

Во-первых, это основано на более общем подходе к определению корневых годографов как к отображениям заданных кривых (прямых в частном случае) плоскости свободного параметра на плоскость комплексного переменного [1]. Это позволяет использовать аналитические описания и производить построение произвольных типов корневых годографов и их разновидностей, что несомненно, обеспечивает более детальное изучение возможных динамических свойств систем.

Во-вторых, способ преобразования плоскостей комплексных переменных позволяет перейти к более простым корневым годографам на новых комплексных плоскостях.

В-третьих, вводятся понятия пространственных годографов свободных параметров, которые строятся на основе общей теории корневых траекторий.

Составной частью общей теории корневых траекторий является частный случай вариации параметра характеристического уравнения, а именно свободный параметр в данном случае имеет траекторию, совпадающую с действительной осью плоскости общего коэффициента усиления.

Рассмотрим наиболее интересный аспект общей теории корневых траекторий – принцип последовательных многократных преобразований плоскостей свободных параметров.

Характеристическое уравнение АСЭС:

$$\hat{O}_n(p) + K\Upsilon_m(p) = 0, \tag{1}$$

где $\Phi_n(p)$ и $\Upsilon_m(p)$ – полиномы целочисленных степеней n и m соответственно, K – коэффициент усиления, $p = d + jw$ – комплексная переменная.

Отображение плоскости свободного параметра на плоскость собственных частот можно осуществить с помощью функции, обратной к функции:

$$K = -\frac{\hat{O}_n(p)}{\Upsilon_m(p)}. \tag{2}$$

Используя конформное отображение действительной оси комплексной плоскости на плоскость p, строим плоскость собственных частот, на которой формируется корневой годограф. При этом можно найти значение свободного параметра, при котором система теряет свою устойчивость. Для этого переменная d приравнивается к нулю, находятся корни уравнения, выбирается из них корень, который первым достигает мнимой оси jw плоскости p, и его значение подставляется в формулу параметра, где d также приравнивается к нулю. Кроме параметра K, еще одним свободным параметром системы является некоторая постоянная времени, т.е. полюс или нуль функции (2). Тогда при изменении этого параметра ветви корневого годографа будут перемещаться, образуя плоское скалярное поле траекторий корней. В этом случае величина этого параметра q зависит от величины свободного параметра K, при которой нарушаются условия устойчивости.

Чтобы найти зависимость этой критической величины параметра K от выбранной постоянной времени q, приравниваем d нулю и относительно q решается уравнение корневого годографа.

Аналогично, кроме рассмотренных параметров K, q, свободным параметром является еще один полюс или нуль функции (2). Точки пересечения ветвей сформированного годографа с действительной осью W_{dd} будут соответствовать точкам W_d плоскости w и, следовательно, будут определять границу устойчивости.

Таким образом, метод последовательных многократных конформных отображений плоскостей свободных параметров позволяет найти область устойчивости в пространстве параметров.

Однако, следует отметить, что получение уравнений корневых годографов и решение их относительно свободных параметров является сложной, неоднозначной задачей. Для решения этой проблемы используются численные методы расчета.

Аналогично может быть решена и другая задача, если ее можно свести к последовательному рассмотрению влияния различных параметров на динамику системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Римский, Г.В. Основы общей теории корневых траекторий систем автоматического управления / Г.В. Римский – Минск: «Наука и техника», 1972. – 328 с.