

горения шунтирующего вентиля. Поэтому вблизи границы непрерывного режима необходимо соединить плавной кривой участки статической характеристики для непрерывного и прерывистого режимов.

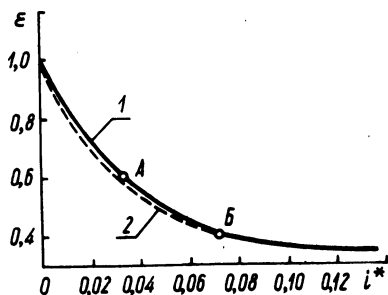


Рис. 2.

На рис. 2 приведены статические характеристики для $\varphi = 90^\circ$, $T = 0,01$ с, рассчитанные по точным формулам (кривая 1) и приближенным (кривая 2), что подтверждает достаточно высокую точность предлагаемой методики.

Резюме. Аппроксимация участков синусоиды выпрямленного напряжения параболой и прямой линией и замена показательной функции многочленом позволяют упростить методику построения статических характеристик в прерывистом режиме вентильных приводов с преобразователями с нулевыми вентилями.

Л и т е р а т у р а

1. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Романов В.В. Вентильный многодвигательный электропривод. Авт. свид. № 350121. - "Бюл. изобр.", 1972, № 6.
2. Михеев Н.Н., Кривцов В.В., Раткевич Е.П. Вентильный многодвигательный электропривод. Авт. свид. № 485534. - "Бюл. изобр.", 1975, № 35.

УДК 62 - 523

Н.Н. Михеев, канд. техн. наук,
В.Н. Сацукевич, Е.П. Раткевич

О СОСТАВЛЕНИИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПО СТРУКТУРНОЙ СХЕМЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Получение выражения для передаточной функции сложной многоконтурной системы, как правило, требует значительных затрат времени и применения множества промежуточных преобразований.

Применение формулы Мейсона [1] позволяет получить выражение для передаточной функции более быстро, но полученное выражение требует дополнительных преобразований для приведения его к окончательному виду.

Выведем формулу, позволяющую получить выражение для передаточной функции сложной многоконтурной системы в виде, близком к окончательному. Представим формулу Мейсона в виде

$$W(p) = \frac{\sum_n W_n(p) \Delta_n(p)}{\Delta(p)} = \frac{\sum_n W_n(p) - \sum_n W_n(p) \sum_{kn} W_{kn}(p) + \sum_n W_n(p) \sum W_{in}(p) W_{jn}(p) - \dots}{1 - \sum_k W_k(p) + \sum W_i(p) W_j(p) - \sum W_i(p) W_j(p) W_q(p) + \dots} \quad (1)$$

где $W_n(p)$ - передаточная функция n -го прямого канала от входа к выходу структурной схемы системы (от входного воздействия к выходной величине); $W_k(p)$ - передаточная функция k -го контура; $\sum W_i(p) W_j(p)$; $\sum W_i(p) W_j(p) \times W_q(p)$ - суммы произведений двух, трех и т.д. передаточных функций контуров, не соприкасающихся друг с другом;

$\Delta_n(p) = 1 - \sum_{kn} W_{kn}(p) + \sum W_{in}(p) W_{jn}(p) - \dots$ остаток от $\Delta(p)$ после изъятия из структурной схемы n -го прямого канала (при этом выпадают другие параллельные каналы, начинающиеся или заканчивающиеся в общих с этим каналом точках); $W_{kn}(p)$ - передаточная функция k -го контура, сохранившегося после изъятия из структурной схемы n -го прямого канала; $\sum W_{in}(p) W_{jn}(p)$; $\sum W_{in}(p) W_{jn}(p) \times W_{qn}(p)$ - суммы произведений двух, трех и т.д. передаточных функций контуров, не соприкасающихся друг с другом и сохранившихся после изъятия n -го прямого канала. Все передаточные функции должны писаться со знаком плюс или минус в зависимости от знака сигналов на выходе соответствующих звеньев в структурной схеме.

Учитывая, что каждая передаточная функция прямого канала или контура содержит m передаточных функций динамических звеньев, представим передаточные функции, входящие в выражение (1) в виде произведений полиномов числителей d , деленных на произведение полиномов g знаменателей динамических звеньев, входящих в данную передаточную функцию.

Тогда

$$W_n(p) = \frac{\prod m_n^d m_n^m}{\prod m_n^q m_n^m}; W_k(p) = \frac{\prod m_k^d m_k^m}{\prod m_k^g m_k^m};$$

$$W_n(p) \sum_{kn} W_{kn}(p) = \sum_{kn} \frac{\prod m_n^d m_n^m \prod m_{kn}^d m_{kn}^m}{\prod m_n^g m_n^m \prod m_{kn}^g m_{kn}^m};$$

$$W_n(p) \sum_{in} W_{in}(p) W_{jn}(p) = \sum_{in, jn} \frac{\prod m_n^d m_n^m \prod m_{in}^d m_{in}^m \prod m_{jn}^d m_{jn}^m}{\prod m_n^g m_n^m \prod m_{in}^g m_{in}^m \prod m_{jn}^g m_{jn}^m}; \quad (2)$$

$$W_i(p) W_j(p) = \frac{\prod m_i^d m_i^m \prod m_j^d m_j^m}{\prod m_i^g m_i^m \prod m_j^g m_j^m};$$

$$W_i(p) W_j(p) W_q(p) = \frac{\prod m_i^d m_i^m \prod m_j^d m_j^m \prod m_q^d m_q^m}{\prod m_i^g m_i^m \prod m_j^g m_j^m \prod m_q^g m_q^m}.$$

Передаточные функции $W_n(p)$ и $W_{kn}(p)$; $W_i(p)$ и $W_j(p)$; $W_n(p)$, $W_{in}(p)$ и $W_{jn}(p)$; $W_i(p)$, $W_j(p)$ и $W_q(p)$ не содержат общих динамических звеньев, так как представляют собой передаточные функции контуров, сохранившихся после изъятия n -го прямого канала, или несоприкасающихся друг с другом.

В каждую передаточную функцию не вошло 1 остальных динамических звеньев системы. Умножим числители и знаменатели всех полученных выше выражений (2) на произведение полиномов знаменателей передаточных функций динамических звеньев, не вошедших в данное выражение, т.е. умножим таким образом, чтобы в знаменатели выражений (2) входили полиномы знаменателей $\prod_N g_N$ всех динамических звеньев системы:

$$W_n(p) = \frac{\prod m_n^d m_n^m \prod m_n^1 \prod m_n^l}{\prod_N g_N}; W_k(p) = \frac{\prod m_k^d m_k^m \prod m_k^1 \prod m_k^l}{\prod_N g_N};$$

$$W_n(p) \sum_{kn} W_{kn}(p) = \sum_{kn} \frac{\prod m_n^d m_n^m \prod m_{kn}^d m_{kn}^m \prod m_{kn}^1 \prod m_{kn}^l}{\prod_N g_N};$$

$$W_n(p) \Sigma W_{in}(p) W_{jn}(p) = \Sigma \frac{\prod_n^d m_n \prod_n^d m_{in} \prod_n^d m_{jn} \prod_{ijn}^d g_{ijn}}{\prod_N^d g_N} \quad (3)$$

$$W_i(p) W_j(p) = \frac{\prod_i^d m_i \prod_j^d m_{ij} \prod_{ij}^d g_{ij}}{\prod_N^d g_N};$$

$$W_i(p) W_j(p) W_q(p) = \frac{\prod_i^d m_i \prod_j^d m_j \prod_q^d m_q \prod_{ijq}^d g_{ijq}}{\prod_N^d g_N}.$$

Подставляя выражения (3) в (1) и сокращая на общий знаменатель, получим окончательное выражение для передаточной функции системы

$$W(p) = \frac{\sum_n \prod_n^d m_n \prod_n^d g_n - \sum_n \sum_{kn} \prod_n^d m_n \prod_{kn}^d m_{kn} \prod_{kn}^d g_{kn} + \sum_n \sum_{m_i} \prod_{m_i}^d m_i \prod_{m_j}^d m_j \prod_{ij}^d g_{ij} - \dots}{\prod_N^d g_N - \sum_k \prod_k^d m_k \prod_k^d g_k + \sum_{m_i} \prod_{m_i}^d m_i \prod_{m_j}^d m_j \prod_{ij}^d g_{ij} - \dots - \sum_{m_i} \prod_{m_i}^d m_i \prod_{m_j}^d m_j \prod_{m_q}^d m_q \prod_{ijq}^d g_{ijq} + \dots}$$

Резюме. Полученное выражение для передаточной функции сложной многоконтурной системы имеет вид, близкий к окончательному, и позволяет легко получить выражение передаточной функции по структурной схеме конкретной системы.

Л и т е р а т у р а

1. Траксел Д. Синтез систем автоматического регулирования. М., 1959.

УДК 621.313.333

О.П. Ильин, канд. техн. наук, П.П. Примшиц

СИНТЕЗ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

В статье рассматриваются вопросы синтеза эталонной модели с учетом имеющихся в системе регулирования ограничений.