

УДК 681.5

В.А. Крамарь, доцент, канд. техн. наук*Севастопольский национальный технический университет.**ул. Университетская 33, Севастополь, Украина, 99053**E-mail: kramarv@mail.ru***ПРИМЕНЕНИЕ MATLAB ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛЬНЫХ ГРАФОВ****МНОГОТАКТНЫХ НЕПРЕРЫВНО–ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Предлагается подход к автоматизированному анализу графов многотактных непрерывно - дискретных систем автоматического управления на основе применения пакета Matlab.

Построение математических моделей многотактных непрерывно - дискретных систем автоматического управления является весьма трудоемкой задачей. Одним из возможных подходов к построению математической модели системы в виде передаточных функций является метод, основанный на использовании сигнальных графов [1,2]. Данный метод предполагает построение сигнального графа для рассматриваемой системы, используя принцип обозначений графа Седлера и Бэки [3], где белый узел в графе используется для обозначения непрерывной переменной системы, а черный узел – для обозначения дискретной переменной и операции квантования. К полученному составному графу для получения вход – выходного соотношения применяется алгоритм Мэсона [4].

В настоящей статье рассматривается подход позволяющий осуществить машинный анализ графа многомерной многотактной системы управления.

Учитывая многомерность системы, наличие нескольких квантователей с разными тактами дискретности, а также необходимость нормализации входного воздействия из - за невозможности выделить входную переменную в выражении для выхода, в результате получим многоконтурный составной граф.

Так, например, для системы управления, изображенной на рисунке 1,

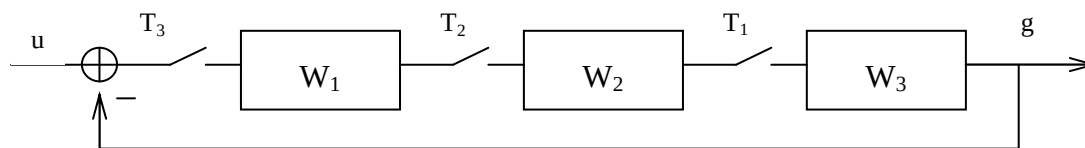


Рисунок 1 – Структурная схема системы

получаем окончательный граф, показанный на рисунке 2.

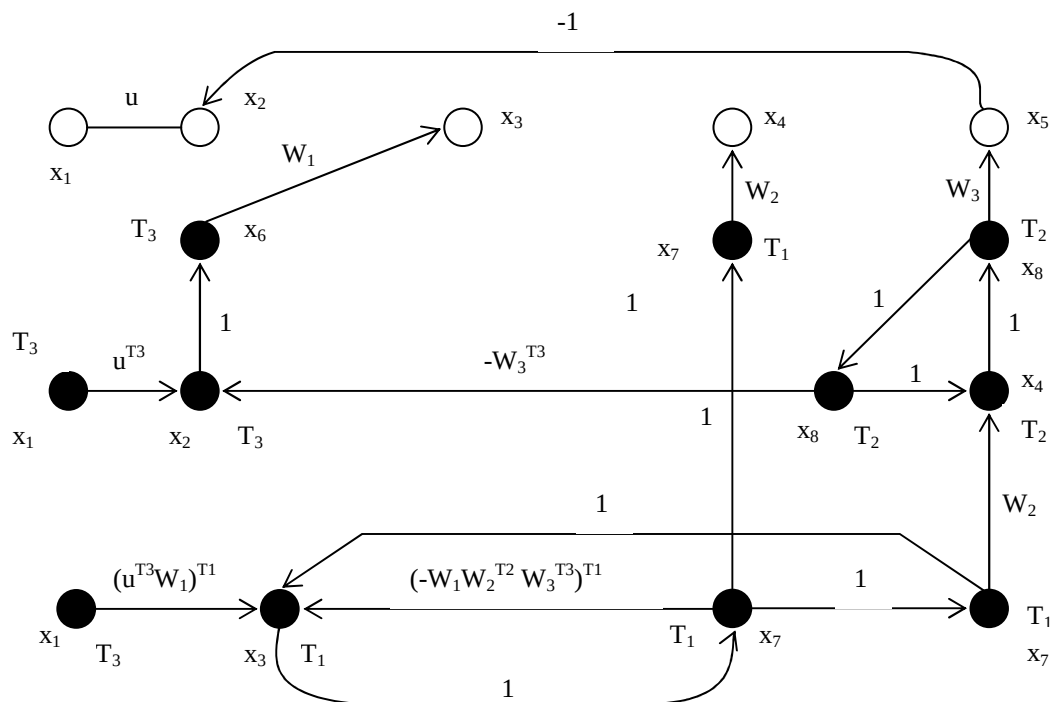


Рисунок 2 – Сигнальный граф

Для анализа подобных составных графом и применения к ним алгоритм Мэсона предлагается использовать пакет Stateflow программы Matlab.

При использовании Stateflow создаются так называемые Stateflow жиаграммы – графические представления, где состояния и переходы формируют базовые конструктивные блоки системы. Stateflow образует блоки, которые включаются в модель Simulink. Совокупность Stateflow блоков в модели образуют Stateflow машину. При этом, Simulink модель и Stateflow машина работают совместно и при этом существует взаимно однозначное соответствие между моделью Simulink и Stateflow машиной.

Для представления графа его узлы задаются с помощью элементов Connective Junction, а связи между ними – с помощью линий связи. Важной составляющей моделирования графа является блок «State» - «состояние», который описывает режим управляемой событиями системы при помощи языка нотаций. Полное описание Stateflow можно найти в [5].

В качестве примера рассмотрим граф, изображенный на рисунке 3

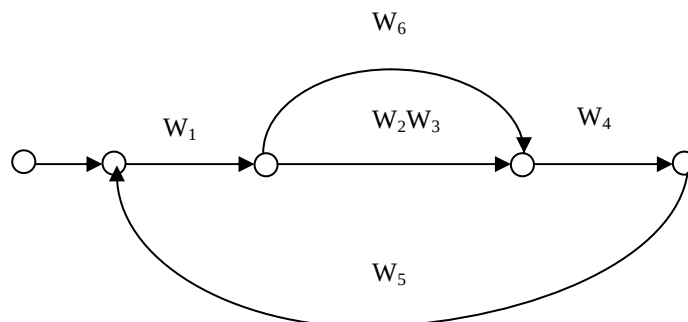


Рисунок 3 – Граф системы управления

Для анализа графа составим матрицу передаточных функций звеньев, входящих в структурную схему. Для нашего случая матрица имеет вид $W = [W_6 \ W_5 \ W_4 \ W_3 \ W_2 \ W_1]$. Далее будем записывать на соответствующие позиции матрицы 0 или 1 в зависимости от того, проходит путь графа через данную передаточную функцию или нет. Например, если рассматривать прямой путь от входа до выхода, то он проходит через передаточные функции W_1 , W_2 , W_3 и W_4 . Следовательно, матрица W будет иметь вид $W = [0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$. Если рассматривать эту матрицу как двоичное число, то получится $001111_2 = 15$. Таким образом, замкнув на входе модели один из ключей (каждый ключ соответствует одному из путей графа), на выходе получим число, определяющее, через какие передаточные функции прошел граф.

Simulink модель рассматриваемой системы изображена на рисунке 4,

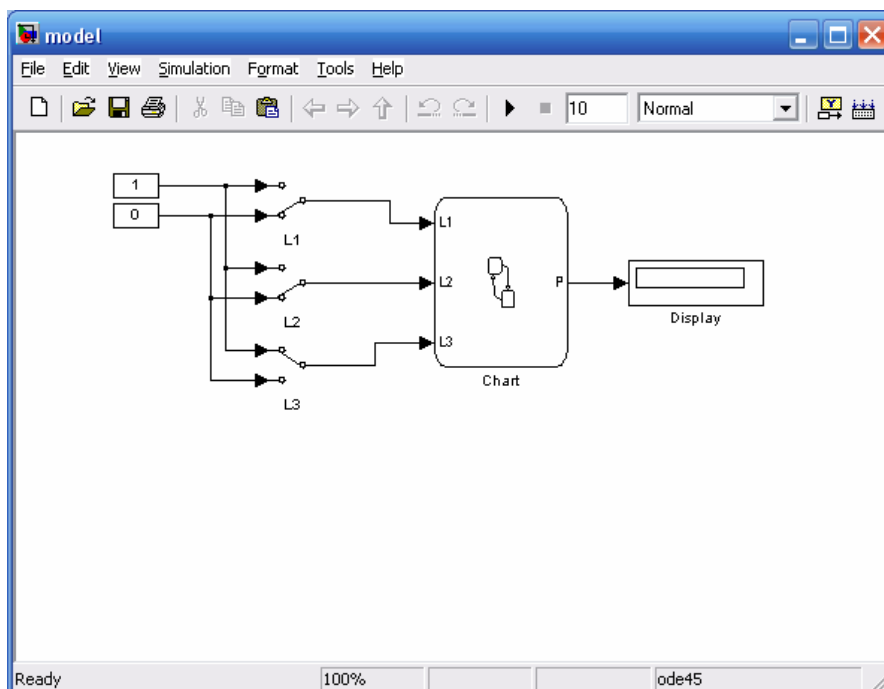


Рисунок 4 – Simulink модель рассматриваемой системы

a Stateflow модель изображена на рисунке 5.

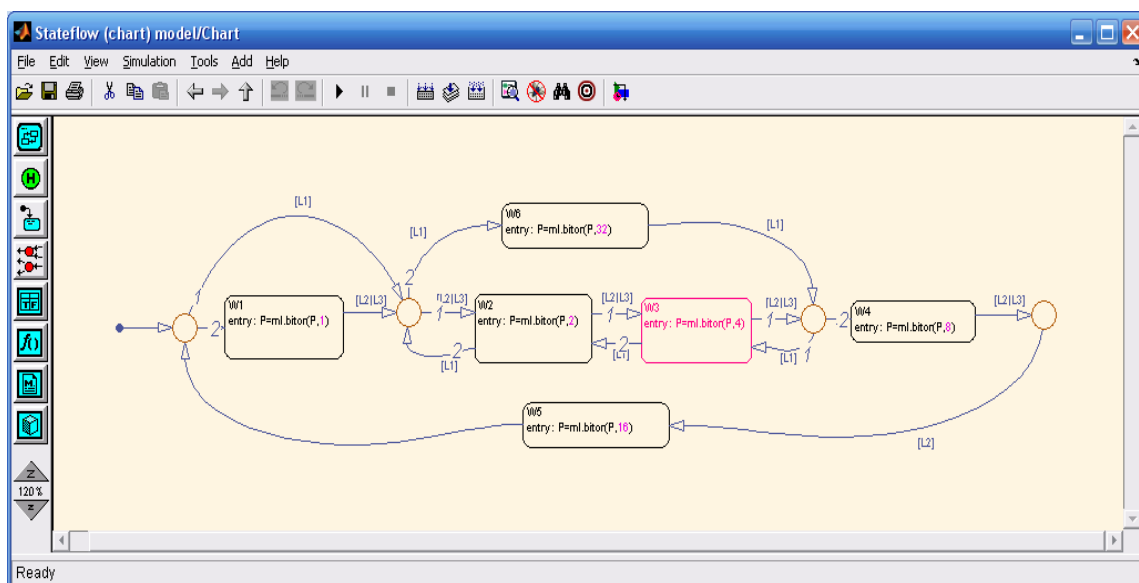


Рисунок 5 – Stateflow модель

В Stateflow модели для каждого блока состояния, соответствующего одной из передаточных функций системы, предусмотрен обработчик, заносящий “1” на заданную позицию матрицы передаточных функций W . По окончании моделирования структура этой матрицы представляется двоичным числом P , определяющим результат работы Stateflow модели. Для удобства представления результата разработан специализированный m-скрипт GetW, позволяющий в текстовом виде представлять вычисление результирующей передаточной функции. Для рассматриваемого случая результат работы функции изображен на рисунке 6.

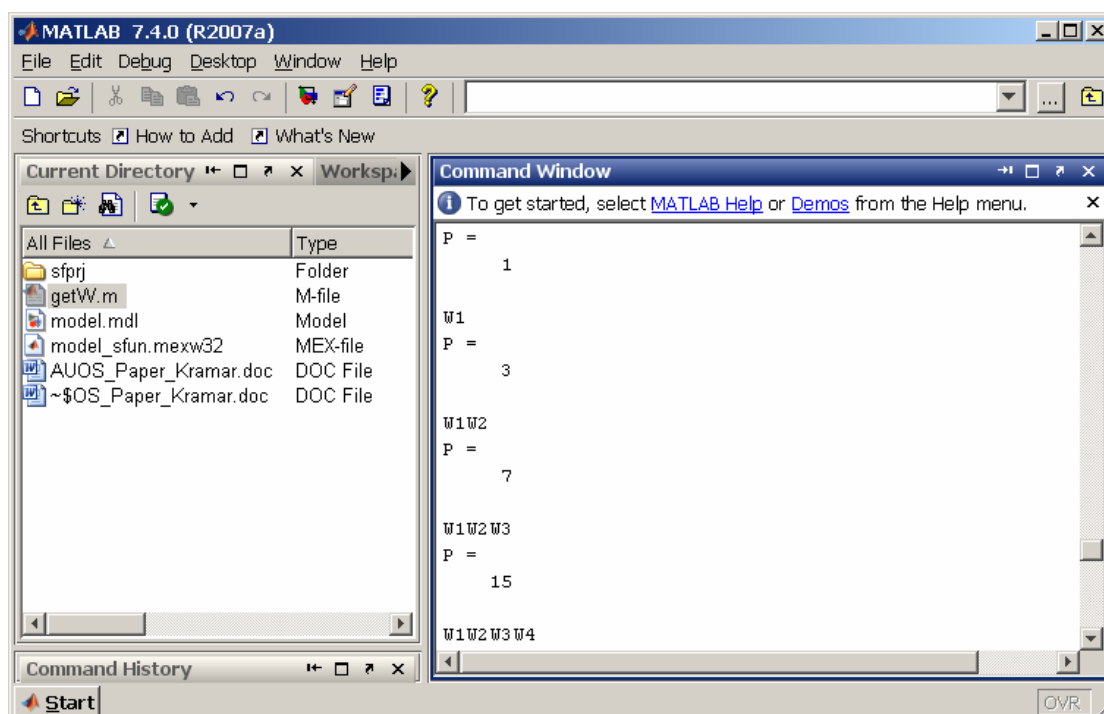


Рисунок 6 – Результат работы функции, вычисляющей передаточную функцию графа

Предлагаемый подход позволит безошибочно определять проходимые участки многоконтурного сигнального графа при применении метода Мэсона, что поможет разработать полную автоматизированную систему анализа многотактных непрерывно-дискретных систем.

Библиографический список

1. Крамарь В.А. Метод сигнальных графов для многотактных непрерывно-дискретных систем / В.А. Крамарь, Л.А. Киященко // Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр. — Севастополь, 1996. — Вып. 2. — С. 34–41.
2. Крамарь В.А. Графоаналитические средства построения передаточных функций непрерывно-дискретных систем с кратными тактами дискретности / В.А. Крамарь, Е.В. Лазарева // Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр. — Севастополь, 2002. — Вып. 36. — С. 162–168.
3. Sedlar M. Signal flow graphs of sampled-data systems: a new formulation / M. Sedlar, G.A. Bekey // IEEE Trans. on automatic control. — 1967. — V. AC-12, 2. April. — P. 154–161.
4. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления / Б. Куо. — М.: Машиностроение, 1986. — 447 с.
5. Рогачев Г.Н. Моделирование в Simulink - Stateflow цифровых систем управления / Г.Н. Рогачев // Труды 2-й науч. конф. «Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB». — М., 2003. — С. 1603–1608.

Поступила в редакцию 24.09.2008 г.