

2(3)
2004
май

ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ГУМАНИТАРНЫЕ
НАУКИ

ПРОБЛЕМЫ
ОБРАЗОВАНИЯ

МАШИНОСТРОЕНИЕ
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО
ТРАНСПОРТ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ

ИЗВЕСТИЯ

ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Международная научно-техническая конференция

**Информационные технологии в науке,
образовании и производстве
(ИТНОП)**

11-12 мая 2004 года

Материалы конференции
Том 2

**СИСТЕМЫ И
ТЕХНОЛОГИИ**

<i>Баранова Г.В.</i> Использование метода многомерного корреляционно-регрессионного анализа в информационных системах, создаваемых в интересах органов государственной власти	43
<i>Чижов А.В.</i> Использование ограничений в графическом редакторе, поддерживающем целостность геометрической модели	48
<i>Хачатрян В.Е., Чащин Ю.Г.</i> Использование преобразований для сравнения моделей на эквивалентность	53
<i>Мартемьянов А.В.</i> Ключевые аспекты государственной политики в сфере информатизации	58
<i>Статников И.Н., Фирсов Г.И.</i> Методы компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента в задачах многокритериального синтеза динамических систем машин	60
<i>Чащин Ю.Г., Константинов И.С.</i> Получение рационального кода управляющих программ микропроцессорных систем	65
<i>Колоколов Ю.В., Мелихов А.Ю., Цуканов В.Г.</i> Приложение информационных технологий к решению задач математического моделирования технических систем на примере использования пакета «MatLab 6.0»®	70
<i>Еременко В.Т.</i> Принцип построения функционального стандарта для распределенных управляющих систем	75
<i>Соков О.А., Корячкин В.П., Горбачев Н.Б., Гагаган П.В.</i> Принципы построения учебных лабораторных комплексов на базе программно-управляемых информационно-измерительных систем	80
<i>Петров В.А., Хрыков С.В., Юдичев Р.М.</i> Проблемы оценки эффективности средств анализа исходных текстов	85
<i>Дементьев Б.П.</i> Проблемы применения информационных технологий в вузе	88
<i>Баркова Н.Н.</i> Проектирование мультимедийных систем с использованием алгебры процессов	90
<i>Саламатов С.К.</i> Роль информатизации в формировании механизмов реформирования органов власти	95
<i>Бакланов А.В.</i> Сбор образовательной статистики на основе электронных шаблонов	98
<i>Шадрин А.Д.</i> Система менеджмента качества как сфера применения информационных технологий	102
<i>Андреев Д.В.</i> Систолическая технология реализации функций порядковой логики	107
<i>Третьяков О.В.</i> Социальная информация и информационные технологии в постиндустриальном обществе	110
<i>Кургалин С.Д.</i> Технологии высокопроизводительных параллельных вычислений в научных исследованиях и учебном процессе ВУЗа	115
<i>Волошина М.С., Ишкова Л.В., Швецова М.Н.</i> Факторный анализ компьютерной компетентности студентов	120

УДК 004.94

Приложение информационных технологий к решению задач математического моделирования технических систем на примере использования пакета «MATLAB 6.0»[®]

Д-р техн. наук, проф., Колоколов Ю.В., зав. каф. «ПТЭиВС»

Аспирант Мелихов А.Ю., ведущий инженер каф. «ПТЭиВС»

Студент Цуканов В.Г., гр. Р-31

Орловский Государственный Технический Университет

Россия, г. Орел, тел. 7+0862-41-98-79, 7+0862-41-95-50, e-mail: yury@rekom.ru, science-orel@nm.ru.

In this paper modern systems of computer mathematic are viewed. An effective use of «MATLAB 6.0»[®] (MathWork, Inc) with solving tasks of modeling the dynamic systems is proved in it. Describing means of «MATLAB 6.0»[®] some problems concerned with using the particularized instrumental tools including in Toolbox Simulink Library are viewed.

Введение

Развитие информационных технологий сопровождается решением все более сложных задач в различных областях инженерной и научной деятельности. В связи с этим использование систем компьютерной математики (СКМ) в процессе работы над техническими проектами стало обязательным атрибутом их успешной реализации.

СКМ, получившие наибольшее распространение в настоящее время, в первом приближении можно разделить на две группы. К первой относятся системы, ориентированные на решение узкоспециализированных задач (статистика – StatGraphics, S-Plus; компьютерная алгебра – Derive 4.0/4.11, MuPAD 1.4 и др.). Во вторую группу входят универсальные СКМ, позволяющие использовать их инструментарий практически в любой области (Mathcad 2000/2002, Mathematica 2/3/4, Maple V R4 и R5, MATLAB 6.0/6.1 и др.).

Решение задач математического моделирования сложных технических систем выдвигает ряд специфических требований к универсальным СКМ второй группы, среди которых следует отметить возможность проведения полноценного математического моделирования систем различной природы с получением результатов требуемой точности и максимальным приближением к физической сущности исследуемых процессов. В настоящее время детально разработано и активно используется весьма небольшое число подобных СКМ среди которых следует отметить следующие:

OrCAD 9.0 – система автоматизированного проектирования (САПР), построенная на базе пакета PSpice, и, ориентированная в основном на разработку цифровой электронной аппаратуры /1, 8/.

TCAD – пакет моделирования электрических систем, не получивший широкого распространения за пределами Польши, где он был разработан /1/.

«MathCAD 8.0»[®] (фирма MathSoft, Inc.). Основное достоинство этой СКМ – простота и удобство пользовательского интерфейса несколько теряет вес в силу сравнительно невысокой эффективности MathConnex – приложения визуального моделирования, поставляемого с «MathCAD 8.0»[®] /2/.

«MATLAB 6.0»[®] (фирмы MathWork, Inc) – СКМ, разработанная более 20 лет назад и изначально ориентированная на использование в стратегических областях (ВПК, аэрокосмическая отрасль, автомобилестроение и т.д.). В настоящее время, судя по интенсивности публикаций /3–6, 8/, наиболее перспективная и гибкая среда решения широкого класса задач.

Переходя к рассмотрению проблем, связанных с применением систем компьютерной математики к решению конкретных задач моделирования, следует отметить, что использование любой СКМ имеет ряд недокументированных особенностей, поэтому цель данной работы состоит в том, чтобы, указав возможные способы создания моделей в «MATLAB 6.0»[®], описать особенности этой системы на примере разработки математической модели импульсного преобразователя энергии.

Способы построения моделей в «MATLAB 6.0»[®]

Отличительная особенность СКМ «MATLAB 6.0»[®], делающая работу в этой среде максимально эффективной, – это ее открытость и расширяемость: большинство команд и функций системы реализованы в виде текстовых m-файлов и файлов на языке СИ, доступных для модификации, а наличие более десяти групп специализированных функциональных модулей в Toolbox Simulink, повышают адаптацию системы к решению специфических задач различных областей.

Можно назвать четыре основных метода разработки математической модели в «MATLAB 6.0»[®] Simulink /3, 7/:

использование стандартных и пользовательских s-функции – модулей, написанных на языках С, С++, Ada или Fortran и откомпилированных в файлы динамических библиотек (*.dll). Отдельный модуль может иметь сколь угодно сложную организацию и входить в состав математической модели как подсистема. Недостатком стандартных s-функции, изначально имеющихся в системе, является их описание. Оно настолько краткое, что в ряде случаев не представляется возможным модификация s-функций для учета специфики решаемых задач.

Использование блоков, входящих в состав специализированных библиотек Simulink Library (Power System Blockset, Fuzzy Logic Toolbox, Neural Network Blockset и т.д.) (рис. 1). Основной недостаток этого способа заключается в том, что, как будет показано ниже, некоторые из указанных модулей не полностью или неточно реализуют требуемую функцию.

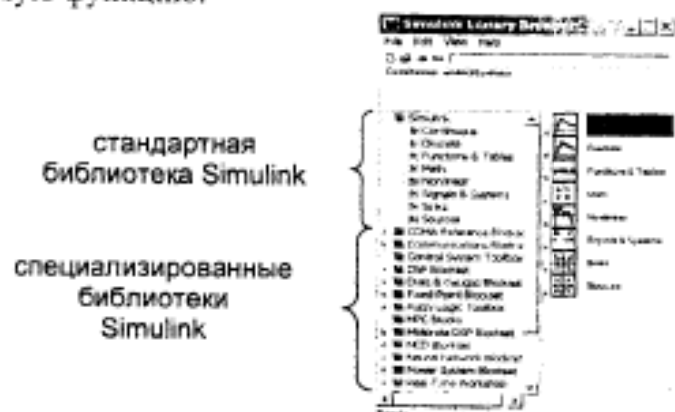


Рисунок 1 – Состав библиотек Simulink

Использование примитивных, более не делимых блоков стандартной библиотеки Simulink (рис. 1). К этому способу построения модели приходится прибегать в случае, когда не возможно, введением дополнительных цепочек, исправить или дополнить функцию блоков специализированных библиотек (п. 2).

Комбинированный способ построения модели сочетает несколько методов, перечисленных выше.

Модель системы импульсно-фазового управления тиристорным регулятором напряжения с активно-индуктивной нагрузкой в «MATLAB 6.0»[®] Simulink

Описание возможностей и некоторых особенностей СКМ «MATLAB 6.0»[®] рассмотрим на примере построения системы импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорным регулятором напряжения (ТРН) с активно-индуктивной (RL) нагрузкой (рис. 2).

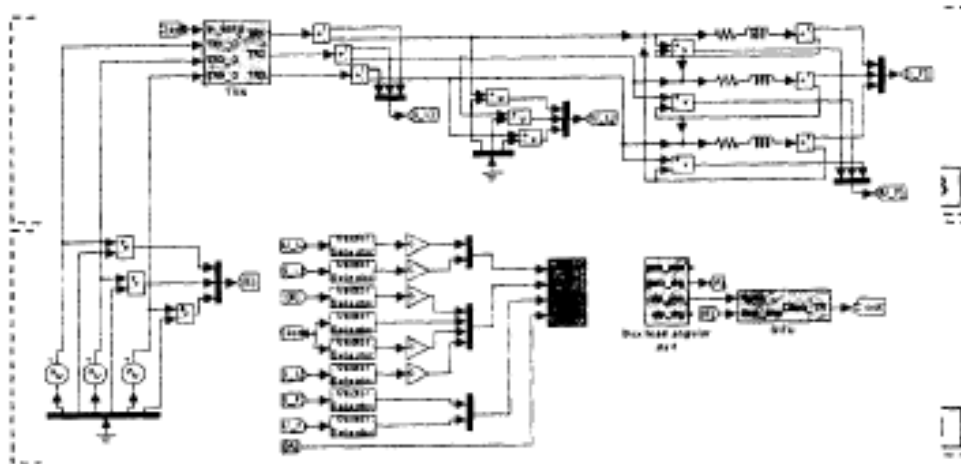


Рисунок 2 – Функциональная модель СИФУ-ТРН-RL

Модель (рис. 2) включает в свой состав следующие основные блоки:

СИФУ представляет собой шестиканальный генератор импульсов управления ТРН по два канала на каждый тиристорный модуль и блок реализации алгоритма управления. На вход СИФУ подается угол управления (α , град.), задающий сдвиг управляющих сигналов относительно источника синусоидального напряжения, включенного по схеме «звезда» (блок 5), согласно алгоритма управления.

ТРН – три пары тиристоров, включенных попарно встречно-параллельно в каждую фазу и формирующих 3-х фазное напряжение, подаваемое на нагрузку.

Симметричная RL-нагрузка, включенная по схеме треугольник, с необходимыми измерителями тока и напряжения.

Блок визуализации.

Особенности блоков Simulink Library Power System Blockset, примененных в модели

Для реализации СИФУ в составе библиотеки Power System Blockset / Extra Library / Control Blocks имеется синхронизированный 6-импульсный генератор (Synchronized 6-Pulse Generator). Генератор имеет пять входов (управление, 3-х фазное питание и активация) и один выход, представляющий собой 6-элементный вектор импульсов управления. На рис. 3 приведена визуализация работы генератора от источника трехфазного питания с линейным возрастанием угла управления α (рис. 3.г). Анализ диаграммы, представленной на рис. 3, свидетельствует о том, что в целом генератор корректно обрабатывает угол управления $\alpha \in [0; 180]$, за исключением первого периода. Здесь в момент времени $t = 0$ появляются импульсы управления на всех выходах генератора, кроме того, на рис. 3.а отсутствует положительный сигнал управления в момент времени $t = T/2$; на рис. 3.б отсутствует отрицательный сигнал управления в момент времени $t = T/3$; на рис. 3.в отсутствует положительный сигнал управления в момент времени $t = T/6$. Следует также отметить, что при моделировании СИФУ-ТРН импульсы управления, подаваемые на тиристоры, снимают по спаду напряжения питания, следовательно, для того, чтобы использовать стандартный блок генератора нужно, во-первых, устранить отмеченные недостатки его работы в течение

первого периода, а во-вторых, формировать импульсы управления нужной длительности.

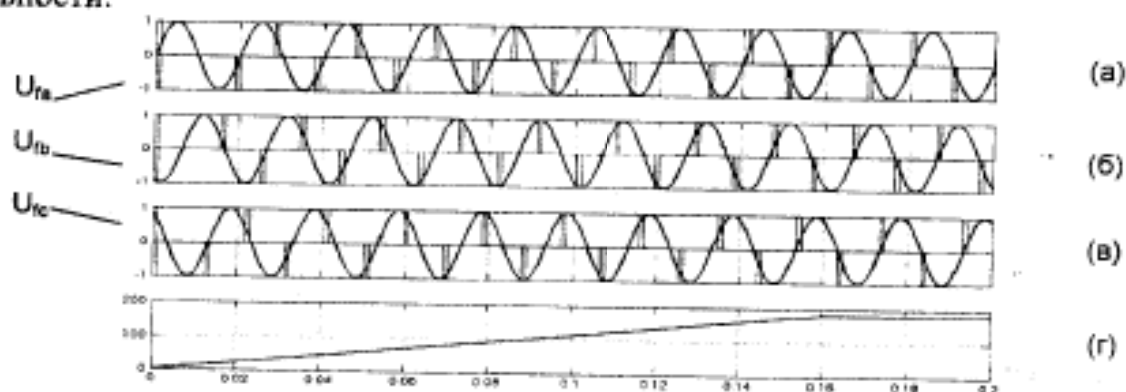


Рисунок 3 – Работа 6-импульсного генератора, синхронизированного по источнику трехфазного питания (U_{fa} , U_{fb} , U_{fc} – фазовые напряжения источника в о.е.)

В процессе решения указанных задач оказалось, что удобнее вовсе отказаться от использования стандартного генератора, реализовав его на базе элементарных модулей, входящих в состав стандартной библиотеки Simulink (рис. 1). Визуализация работы полученного таким способом генератора приведена на рис. 4.



Рисунок 4 – Работа стандартного синхронизированного 6-импульсного генератора из библиотеки Power System Blockset / Extra Library / Control Blocks (а) и генератора, собранного из элементарных блоков Simulink (б)

Еще одна особенность, на которой хотелось бы остановиться в нашей работе, это реализация в «MATLAB 6.0»® ТРН. В библиотеке Power System Blockset / Power Electronics / имеется две модели тиристорных ключей: thyristor и detailed thyristor. Последний отличается наличием двух дополнительных параметров: ток выключения (I_T , А) и время выключения (T_q , сек) /4/. Среди остальных параметров моделей тиристорных ключей особое значение имеют параметры шунтирующих RC-цепочек. Практика показала, что провести моделирование идеального ТРН (без шунтирующих цепочек) в «MATLAB 6.0»® не представляется возможным, т.к. идеальный ключ воспринимается как источник тока бесконечной интенсивности и система возвращает сообщение об ошибке.

В силу указанных выше особенностей, разработка модели ТРН должна предваряться расчетом демпфирующей цепи, снижающей пульсации тока на выходе ТРН.

На рис. 5 приведены результаты моделирования СИФУ ТРН с RL-нагрузкой.

Введение демпфирующих цепей и особенности формирования угла управления α приводят к ситуации, в которой при $\alpha \leq 60^\circ$ отсутствует замкнутый контур «тиристор-нагрузка», а ток в нагрузке течет только через демпфирующие цепочки. Это замечание нашло отражение на представленной выше диаграмме (рис. 5), что подчеркивает хорошее приближение модели к физической сущности исследуемых процессов.

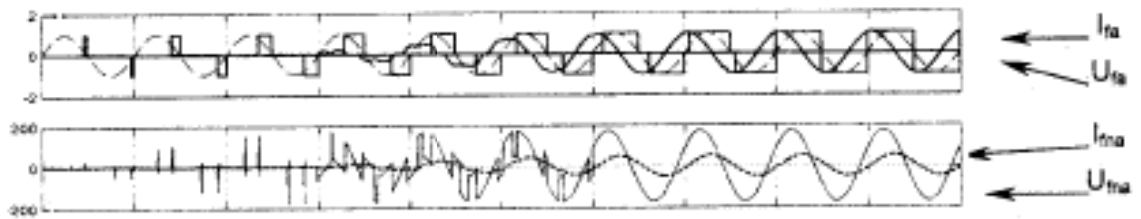


Рисунок 5 – Результаты моделирования СИФУ-ТРН с RL нагрузкой (I_{fa} – ток в фазе «а» на выходе ТРН (в о.е.); U_{fa} – напряжение фазы «а» генератора (в о.е.); U_{fna} – фазное напряжение одной из ветвей нагрузки; I_{fna} – ток в одной из ветви нагрузки)

Заключение

Решение задач математического моделирования связано с известными трудностями описания структуры связей модулей, составляющих исследуемый объект, а также решению уравнений, описывающих их поведение. В силу этих обстоятельств основная тенденция, сложившаяся к настоящему времени – это отказ от написания узкоспециализированного программного обеспечения, ориентированного на решение частных задач, в пользу универсальных систем компьютерной математики, отличающихся высокой эффективностью, удобством использования, постоянным расширением функциональных возможностей.

По результатам анализа современных СКМ в статье было установлено, что при решении задач блочного моделирования динамических систем лучшими показателями по ряду критериев обладает среда Simulink «MATLAB 6.0»[®] (фирмы MathWork, Inc). Анализ и реализация подходов, имеющихся в Simulink «MATLAB 6.0»[®], к разработке математической модели импульсного преобразователя энергии выявили, с одной стороны, гибкость и универсальность этого пакета, а с другой, – ряд особенностей, учет которых оказывается необходимым при решении практических задач. В частности, не смотря на наличие в библиотеках Simulink идеализированных элементов электрических схем, провести асимптотическое (оценочное) моделирование в ряде случаев не представляется возможным, а использование модулей специализированных библиотек часто требует их доработки в плане устранения имеющихся функциональных недостатков.

Литература

1. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учеб. пос. / С.Г. Герман-Галкин – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
2. Дьяконов В.П. MATHCAD 8/2000: специальный справочник. / В.П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2000. – 592 с.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6: Учебный курс. / В.П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2001. – 518 с.
4. Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. / В. Дьяконов, В. Круглов – СПб.: Питер, 2002. – 312 с.
5. Новгородцев А.Б. Расчет электрических цепей в MATLAB / А.Б. Новгородцев – СПб.: Питер, 2004. – 249 с.
6. Чен К. MATLAB в математических исследованиях / К. Чен, П. Джиглин, А. Ирвинг. – М: Мир, 2001. – 346 с.
7. Ozpineci B., Tolbert L. «Simulink Implementation of Induction Machine Model – A Modular Approach», IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 6, № 2. – April 2003. p. 728 – 734.
8. Raymond R., Schuurman D. PSpice simulation of power electronic circuits: an introductory guide, New York: Chapman & Hall (Kluwer), 1996. – 400 p.