

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕХКОНТУРНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДПТ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ MEHBIOS

Борисов С.В., Родионов Г.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Создание цифровых систем управления реального времени для электромеханических объектов является нетривиальной задачей, решение которой требует применения комплексных знаний в областях взаимодействия программно аппаратных звеньев нижнего уровня с особенностями проектирования АСУ.

Спектр задач решаемых на программируемых контроллерах усложняет процесс создания специализированного программного обеспечения с учетом новых решений в области разработки цифровых систем управления автоматизированных электроприводов. В частности приходится использовать цепочку специалистов: от специалиста предметной области до программиста специализированных контроллеров. Это приводит к удорожанию разработки нового устройства из-за увеличения времени разработки так и из-за возникающих ошибок в процессе реализации идеи специалиста программистом в конечном продукте[1].

Актуальным вектором развития программирования является перевод среды из текстовой среды в визуальные блок схемы. Данный подход позволяет исключить специалиста в программировании между инженером и конечным продуктом.

Цель данной статьи показать возможность синтеза трёхконтурной системы управления двигателя постоянного тока методом визуального программирования в программной среде MexBIOS, разработанной в лаборатории Микропроцессорных систем управления электроприводами НИ ТПУ[2].

Система управления реализована по принципу подчинённого регулирования и включает в себя три контура регулирования: тока, скорости и положения. Структурная схема разрабатываемой системы управления представлена на рис. 1.

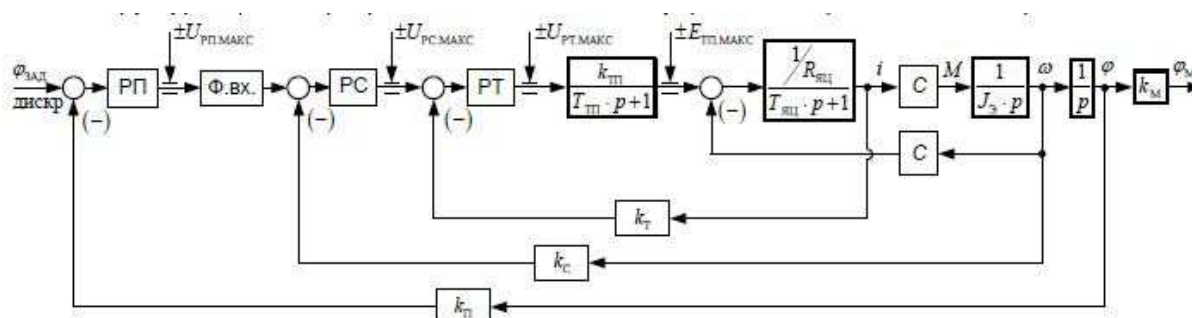


Рис. 1. Структурная сема трёхконтурной системы подчиненного управления двигателем постоянного тока

Первый этап программирования – создание адекватной модели объекта регулирования: источник питания 24В и двигателя марки SVF5539[3]. Для моделирования системы управления электроприводом используется готовый блок модели ДПТ в среде MexBIOS. На рис. 2 представлена блок схема, собранная в интегрированной среде и представлен график имитационного моделирования.

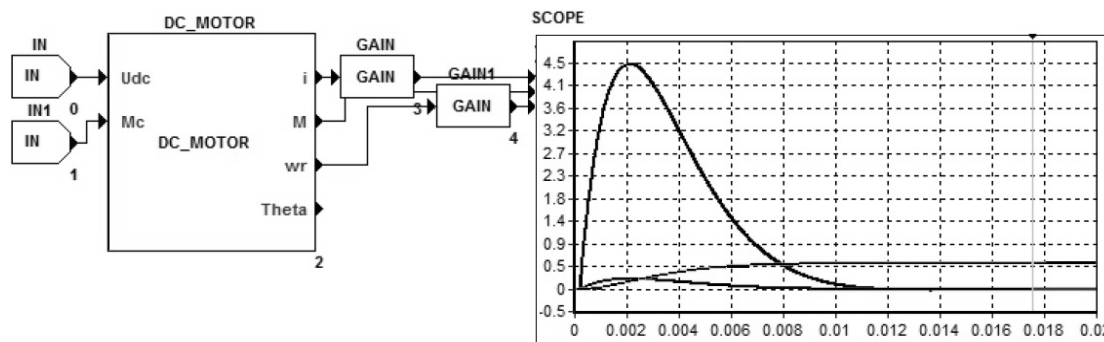


Рис. 2. Модель объекта регулирования

На работу системы будет существенно влиять дискретность системы, т.к. шаг расчет практически равен величине постоянной времени. Соотношение между частотой квантования и полосой пропускания должна быть более $f_{KB}/f_{v.T.}$. Кроме того, обеспечивать полосу пропускания в контуре тока более 200-500 Гц, как правило, не нужно [5].

Тогда при настройке можно сделать следующие допущения:

- с учетом максимальной частоты расчет в ядре микроконтроллера 10 кГц аperiodическим звеном пренебрегаем;
- обратную связь считаем безынерционной и настроенной на коэффициент $k_T=1$;
- требуемая полоса пропускания в контуре тока $f_{v.T.} = 200$ Гц.

В данном случае контур можно настроить на аperiodический переходный процесс для последующей настройки контуров скорости и положения по методике Кесслера. На рис. 3 представлен схема контура тока и на рис. 4 результат имитационного моделирования настройки.

Вид переходных процессов, соответствует настройке на аperiodический процесс. Время переходного процесса составляет 2.4 мс.

Настройка контура скорости может быть произведена на симметричный оптимум с фильтром на выходе по известной методике [6]. Для уменьшения величины перерегулирования на вход контура скорости устанавливается аperiodический фильтр первого порядка с постоянной времени $T_f = T_{PC}$.

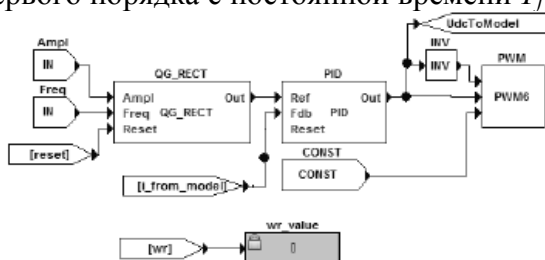


Рис. 3. Схема контура тока

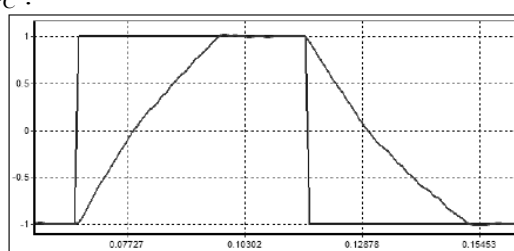


Рис. 4. График переходных процессов имитационной модели контура тока

Схема контура тока в программной среде MexBIOS выглядит следующим образом (рис. 5.)

Из-за того, что сигнал скорости вычисляется из сигнала положения с использованием дифференцирования (блок SPEED_FR) полученное значение коэффициента усиления регулятора и постоянной интегрирования будет вызывать вибрации двигателя. Для нормальной работы контура скорости необходимо взять в десять раз меньше полученных при расчете.

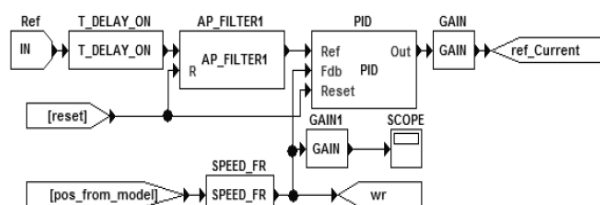


Рис. 5. Схема контура скорости

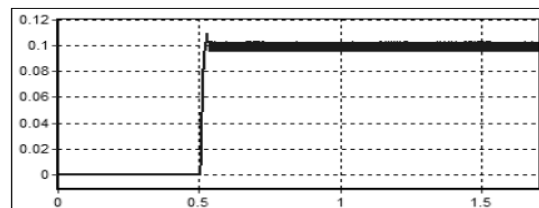


Рис 6. Переходные процессы имитационной модели контура скорости

Проверку работоспособности контура необходимо проводить в линейной зоне, когда регулятор тока и скорости не входит в насыщение [7].

Контур положения настраивается на модульный оптимум согласно известным методикам. Схема контура положения в программной среде MexBIOS и результаты моделирования при задании 100 дискрет представлен на рис. 7 и рис. 8.

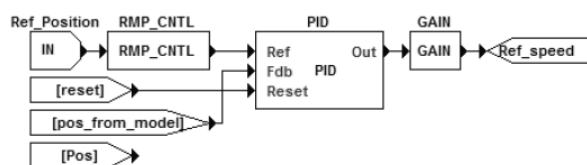


Рис. 7. Контур управления положением

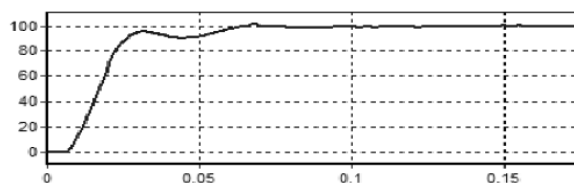


Рис. 8. Переходной процесс положения в имитационной модели при задании 100 дискрет.

Вывод: Отличием предложенной трехконтурной системы управления является применение собственного открытого программного обеспечения, которое позволяет в короткий срок запустить систему управления на контроллере, возможность создания с нуля цифровых систем управления при отсутствии навыков программирования. Так же в отличие от существующих систем, в MexBIOS задействуются «предустановленные» возможности управляющего микропроцессора, что исключает необходимость создания и компиляции программного кода, его загрузки в память без применения специальных средств типа JTAG-программаторов (загрузка через USB или RS232).

ЛИТЕРАТУРА

1. Каракулов А. С., Гусев Н. В., Родионов Г. В., Сливенко М. В. Современная технология разработки цифровых систем управления электроприводами // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. — 2011 №. 6, стр. 46–51.
2. ООО « НПФ Мехатроника-Про». [Электронный ресурс] – электрон. текст. Дан. Начало работы – руководство для новых пользователей. – Томск : [б.и.], 2011-2014 – Режим доступа : <http://www.mechatronica-pro.com/ru/blog/>
3. ООО « НПФ Мехатроника-Про». [Электронный ресурс] – электрон. текст. Дан. Методика создания системы управления двигателем постоянного тока – Томск: [б.и.], 2011-2014 – Режим доступа: http://www.mechatronica-pro.com/upload/products/positions/files/Technical_Manual_mZdsp_2812_V1_02_Rev_1_33_RU_file_75_45_3871.pdf
4. TMS320x281xAnalog-to-Digital Converter(ADC) Reference Guide”,Texas Instruments,Literature Number:SPRU060D,June2002

5. Кояин Н. В., Мальцева О. П., Удут Л. С. Оптимизация контуров регулирования систем электропривода по типовым методикам // Известия Томского политехнического университета – 2005 №7, стр 120-125.
6. Vandana Govindan T.K, Anish Gopinath, S.Thomas George. DSP based Speed Control of Permanent Magnet Brushless DC Motor// IJCA Special Issue on “Computational Science - New Dimensions & Perspectives” - NCCSE, 2011
7. G. MadhusudhanaRao et al. “Speed Control of BLDC Motor Using DSP” International Journal of Engineering Science and Technology ,Vol. 2(3), 2010.

ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВПИТЫВАНИЯ СИСТЕМЫ С ВОДНОЙ ДИСПЕРСНОЙ СРЕДОЙ

Олиферович Н.М., Рыжова О.С., Якута Е.А.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

Существует ряд приборов, работа которых основана на преобразовании физических явлений в изменение емкости: емкостные уровнемеры, емкостные манометры, датчики, преобразователи влажности воздуха и т. д. [1-3]. Также с помощью данного подхода возможен анализ динамики пропитки фильтровальной бумаги водой [4].

Емкостной преобразователь, параметры которого зависят от измеряемой физической величины, включается в измерительную цепь. Данные схемы могут быть построены на различных принципах, однако наибольшее распространение получили приборы на основе преобразования емкости в частоту (время) за счет использования мультивибраторных (одновибраторных) генераторов [5], а также устройства, работа которых основана на использовании резонансных контуров. Учсть наличие паразитивной составляющей в емкостном преобразователе легче путем использования схем определения полного сопротивления, но такие приборы значительно сложнее в изготовлении и требуют использования микропроцессорных элементов для их реализации.

Проведенные эксперименты по изучению динамики пропитки фильтровальной бумаги на базе прибора Е7-12, для различных жидкостей показали (таб. 1) [5], что диапазон изменения параметров схемы замещения (рис. 1) измерительного преобразователя достаточно широк. Особенно это касается паразитивного активного сопротивления r_x . Однако в случае контроля скорости распространения фронта по одному направлению измерительного преобразователя, его значения уменьшатся примерно в два раза.

Таблица 1. Диапазон изменения параметров схемы замещения измерительной ячейки

Среда	Диапазоны проводимостей, mS	Диапазоны емкостей, нФ
Вода	0,08 - 6,14	0,502 - 4,73
Суспензия с глиной	0,24 - 6,20	0,501 - 4,26
Масло	0,09 - 0,14	0,501 - 1,46