

марки Ф – 4МБ. Круглая форма оболочки образца №3 получена благодаря подбору марки фторопласта и режимов экструзии.

Сравнительный анализ измеренных параметров разработанного кабеля с параметрами кабеля марки КВСФ-75 [1] и кабеля М17/176-00002 [4] показал, что полученные характеристики оказались по некоторым параметрам лучше, чем у его аналогов и соответствуют военному американскому стандарту MIL – С – 17/176D [2].

Модифицированный кабель удовлетворяет современным требованиям проектирования и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, установленной на борту самолетов, и будет внедрен в производство. Внедрение разработанного кабеля позволит частично решить проблему импортозависимости от зарубежных производителей кабельных изделий в наиболее высокотехнологичных отраслях промышленности РФ.

Кроме того, поскольку характеристики модифицированного кабеля удовлетворяют американскому военному стандарту MIL – С – 17/176D, то возможно расширение рынка сбыта до территории стран Европы и США.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОАО «Особое конструкторское бюро» [Электронный ресурс] / Каталог продукции. URL: <http://www.okbkr.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 03.03.2013 г.
2. MIL-C-17/176D. Cables, Radio frequency, Flexible, Twin, M17/176 – 00002 and M17/176 – 00003. – US Department of Defense. - 2011. – 5 с.
3. Carlisle interconnect technologies [Электронный ресурс] / MIL-C-17 Coaxial Cable. URL: <http://www.thermaxcdt.com>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
4. Harbour industries [Электронный ресурс] / MIL-DTL-17 Coaxial Cables. URL: <http://www.harbourind.com/>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
5. Raychem. TE Connectivity [Электронный ресурс] / Tyro electronics. URL: <http://www.te.com/en/home.html>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 20.04.2013 г.
6. ГОСТ 11326.0 – 78. Общие технические требования. Кабели радиочастотные. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 1978. – 36 с.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДПТ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ МЕХBIOS

Казаков Е.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Проектирование цифровых систем управления для приводов, в настоящее время, является первоочередной задачей, чье решение требует обширных знаний в области программирования.

Для упрощения программирования возможно применить переход из текстовой среды в визуальные блок-схемы. Данный подход позволит уменьшить количество возможных ошибок при программировании.

Цель данной работы показать переходные характеристики двигателя постоянного тока при изменении частоты дискретизации микропроцессора в контуре скорости, методом визуального программирования в программной среде MexBIOS.

На первом этапе программирования необходимо создание модели объекта регулирования. Для моделирования АСУ электроприводом используют готовую модель ДПТ в среде MexBIOS. На рисунке 1 представлена блок схема и представлен график имитационного моделирования.

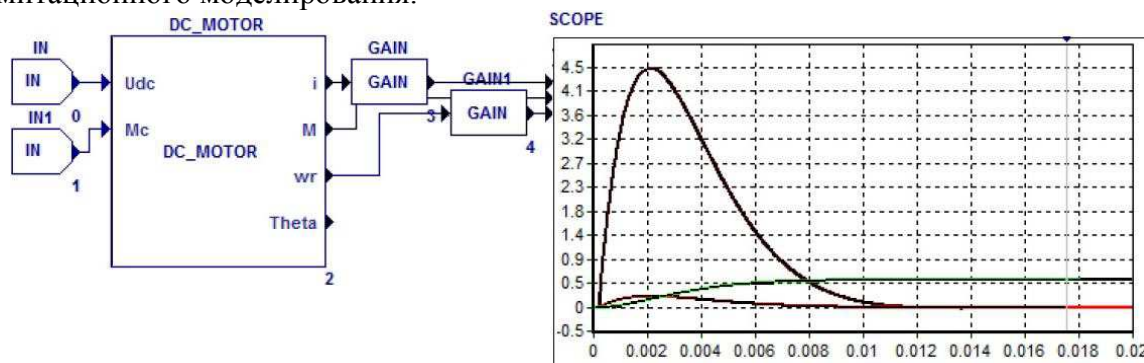


Рис. 1. Модель объекта регулирования

Вторым этапом программирования является подключение драйвера для управления АЦП, ШИМ и энкодером, а так же произвести откалибровку значений с АЦП [1].

Как правило, на работу системы будет оказывать существенное влияние дискретность системы, т.к. шаг расчета практически равен постоянной времени. Исходя из этого, можно сделать вывод, что соотношение между частотой квантования и полосой пропускания должна быть больше чем $f_{кв}/f_{ym}$. [2].

Тогда при настройке контуров можно сделать следующие допущения:

- с учетом максимальной частоты расчет в ядре микроконтроллера 10 кГц апериодическим звеном пренебрегаем;
- обратную связь считаем безынерционной и настроенной на коэффициент $k_{\tau}=1$.

Третьим этапом программирования является последовательная настройка контуров ДПТ.

Контур тока и контур скорости настроили по методике Кесслера на ПИ регуляторы. Схема контура скорости и результаты моделирования представлены на рис. 2 и 3.

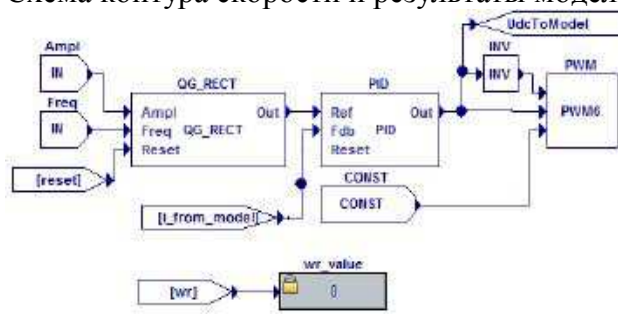


Рис. 2. Схема контура тока

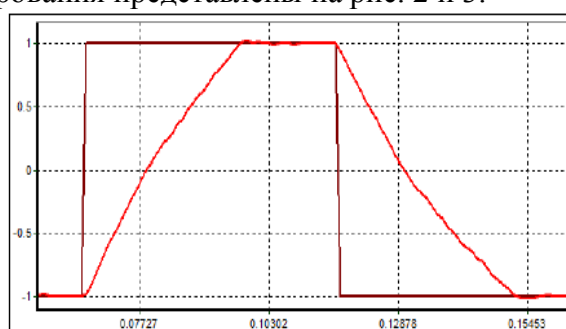


Рис. 3. График переходных процессов имитационной модели контура тока

Вид переходных процессов, в контуре тока – апериодический. Время переходного процесса составляет 2.4 мс.

Настройка контура скорости произведена на симметричный оптимум с фильтром на выходе [3]. Апериодический фильтр первого порядка установлен для уменьшения величины перерегулирования.

Схема контура скорости в программной среде MexBIOS выглядит следующим образом рис. 4.

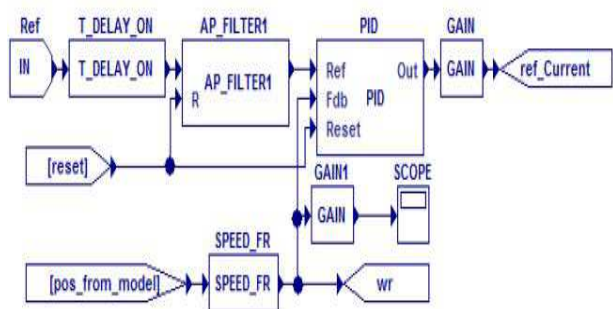


Рис. 4. Схема контура скорости

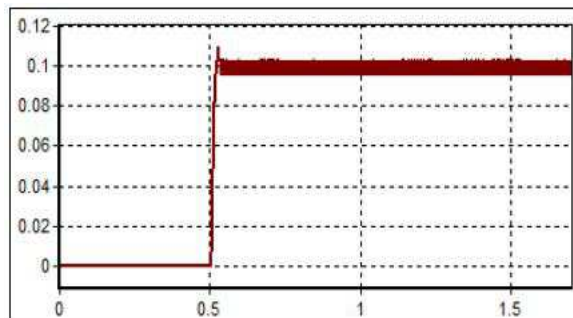


Рис. 5. Переходные процессы имитационной модели контура скорости

Из-за того, что сигнал скорости вычисляется 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 k_{FC} в десять раз меньше полученных при расчете.

Проверку работоспособности контура необходимо проводить в линейной зоне, когда регулятор тока и скорости не входит в насыщение. [4].

Эксперименты с изменением частоты дискретизации проведены при следующих данных: 2 кГц, 1 кГц, 500 Гц и 200 Гц. На рис.6-9 приведены временные диаграммы полученные в контуре тока при использовании генератора прямоугольных импульсов QG_RECT.

На рис.6–9 показаны переходные процессы контура скорости.

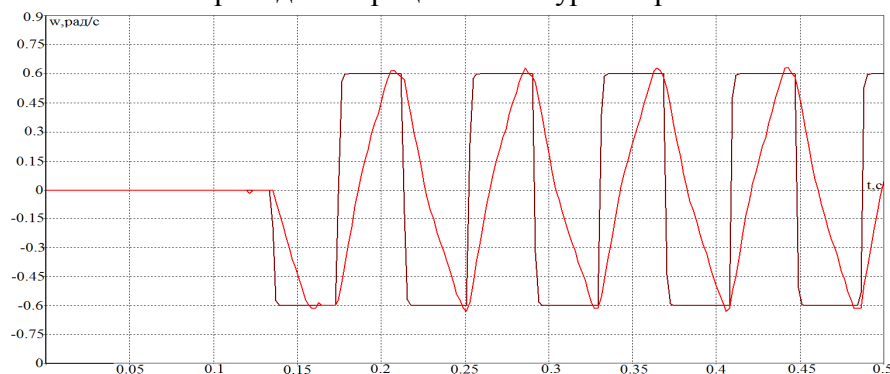


Рис. 6. Отработка задающего воздействия в контуре скорости при частоте дискретизации $f = 2$ кГц

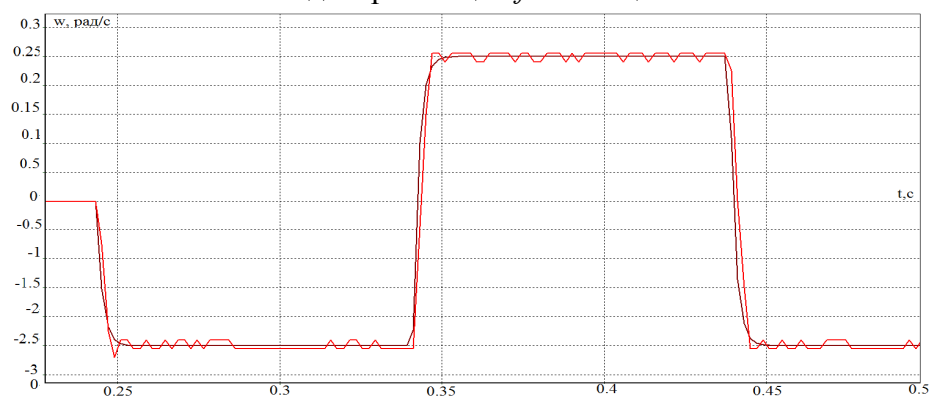


Рис. 7. Отработка задающего воздействия в контуре скорости при частоте дискретизации $f = 1$ кГц

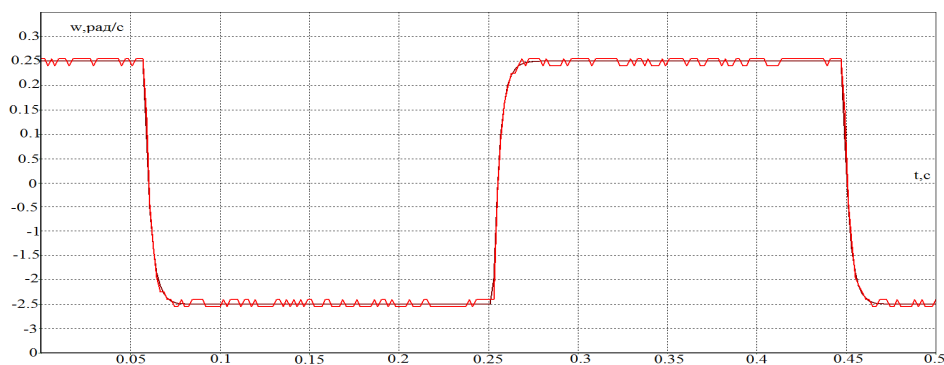


Рис. 8. Обработка задающего воздействия в контуре скорости при частоте дискретизации $f = 500$ Гц

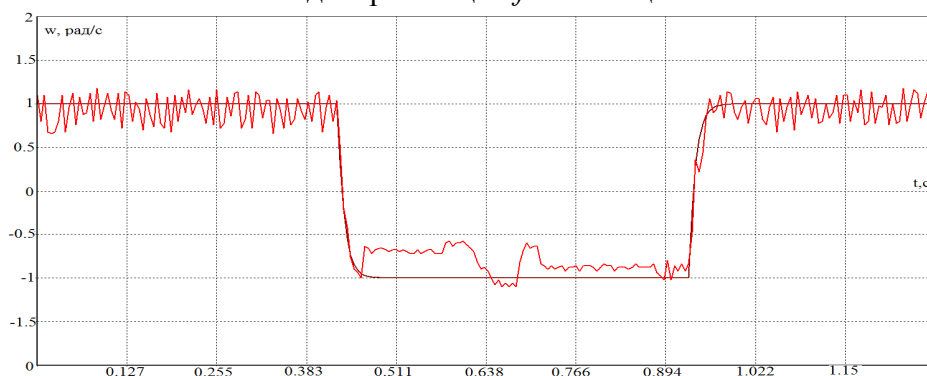


Рис. 9. Обработка задающего воздействия в контуре скорости при частоте дискретизации $f = 200$ Гц

Выводы: На представленных выше диаграммах видно, что, если частота дискретизации сигнала не меньше, чем удвоенная наибольшая частота сигнала, то полученный дискретный сигнал эквивалентен сигналу в том смысле, что может быть в точности восстановлен, что мы можем наблюдать на частотах 2 кГц, 1 кГц и 500 Гц. При частоте 200 Гц наблюдается большая погрешность в обработке сигнала, как следствие не соблюдения равенства соотношений частоты дискретизации и частоты входного сигнала, т.е. видно искажение сигнала. Если сигнал будет представлен не в полной точности (увеличен период сигнала и максимальное значение), то это может привести к вибрации двигателя и не обработке входного сигнала.

Соответственно контур скорости при частоте дискретизации равной $f = 200$ Гц и ниже не имеет необходимого запаса устойчивости, а так же наблюдается высокий уровень шума.

ЛИТЕРАТУРА

1. TMS320x281xAnalog-to-Digital Converter (ADC) Reference Guide, Texas Instruments, Literature Number: SPRU060D, June 2002.
2. 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.
3. Vanda Goninan T.K., Amish 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.
4. G. Madhusudhana Rao et al. “Speed Control of BLDC Motor Using DSP” International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(3), 2010.