

Московский энергетический институт (технический университет)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СЕРВОПРИВОД С ПЛАНИРОВАНИЕМ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ

Рассматриваются перспективные системы цифрового позиционного электропривода для робототехники и станочных применений с использованием нового поколения силовых интеллектуальных модулей и производительных сигнальных процессоров, позволяющих реализовать перспективный подход к построению позиционного электропривода путём сочетания векторного управления с планированием, воспроизведением и коррекцией траектории движения в реальном времени.

Розглядаються перспективні системи цифрового позиційного електропривода для робототехніки і верстатів з використанням нового покоління силових інтелектуальних модулів і продуктивних сигнальних процесорів, що дозволяють в реальному часі реалізувати перспективний підхід до побудови позиційного електропривода шляхом поєднання векторного управління з плануванням, відтворенням і корекцією траєкторії.

Perspective systems of the digital position electric drive for a robotics and machine tool applications with use of new generation of power intellectual modules and the productive signal microcontroller allowing in real time to realize the perspective approach to construction of the position electric drive by a combination of vector control with planning, reproduction and correction of a trajectory of movement are considered.

На сегодняшний день растущие требования к производству заставляют развиваться рынок промышленной автоматизации.

На рис. 1 представлен внешний вид разработанного в МЭИ сервопривода для управления широким классом двигателей малой мощности: двух- и трехфазными шаговыми магнитоэлектрическими, индукторными и реактивными двигателями; вентильными двигателями со встроенными датчиками положения ротора (на элементах Холла или с «квадратурными выходами»). Блок обеспечивает также управление обычными коллекторными машинами постоянного тока и специализированными шестифазными двигателями с расщепленными обмотками.

Блок состоит из 3-х модулей: контроллера, силового модуля, модуля расширения. Модуль контроллера имеет мощное вычислительное ядро на базе специализированного сигнального микроконтроллера типа Motor Control TMS320F28335 фирмы TI с уникальным набором встроенных периферийных устройств.

Для связи с персональным компьютером (ПК) могут использоваться 2 промышленных гальванически развязанных интерфейса связи: CAN-интерфейс с протоколом обмена CANopen и RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU.

Имеется дополнительный стандартный канал управления шаговыми приводами от систем ЧПУ унитарным кодом.

Силовой модуль реализован на базе силовой микросхемы DRV8402 и содержит дополнительные схемы питания драйверов ключей инвертора.

Программное обеспечение блока управления имеет два уровня: нижний, уровень центрального процессора сервопривода, и верхний, уровень ПК,

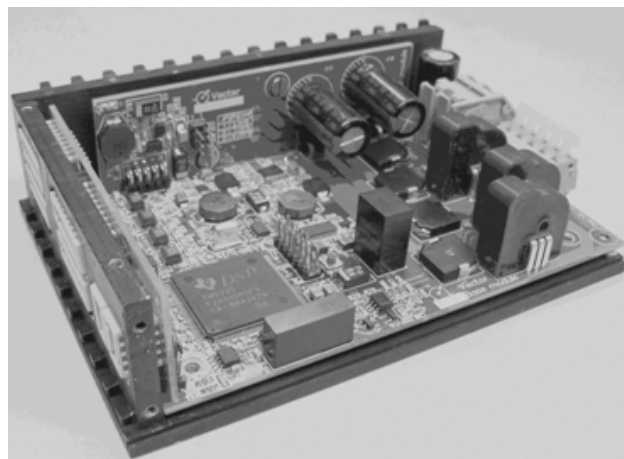


Рис.1. Интеллектуальный модуль управления серводвигателями

обеспечивающий параметрирование блока, управление в реальном времени и мониторинг динамических процессов в реальном времени.

На нижнем уровне выполняется выбор типа исполнительного двигателя и одной из структур управления. Реализуются алгоритмы векторного управления вентильными двигателями, шаговыми с возможностью глубокого электрического дробления шага (до 1:2048), выбора типа коммутации (парная, одиночная, смешанная), формирования траектории позиционирования и др.

Благодаря мощному процессорному ядру появилась возможность планирования и генерации траектории движения в реальном времени. Используя общее уравнение движения

$$J_{\Sigma} \frac{d^2\theta_{\text{мех}}}{dt^2} + \beta_{\text{эм}} \cdot \frac{d\theta_{\text{мех}}}{dt} + M_c = M_{\text{эм}}, \quad (1)$$

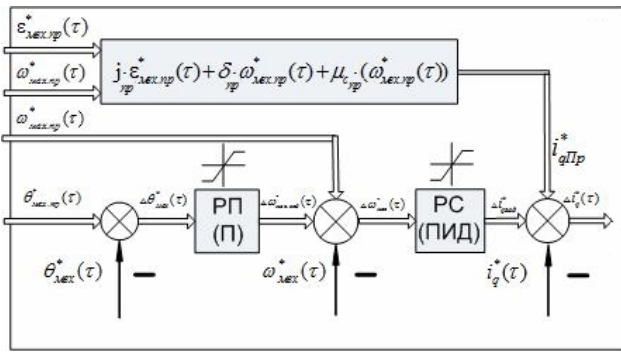


Рис.2. Структурная схема подчинённого регулирования с программным управлением по математической модели двигателя

приведенное к относительным величинам

$$j \cdot \varepsilon_{\text{мех}}^* + \delta \cdot \omega_{\text{мех}}^* + i_c (\omega_{\text{мех}}^*) = i_q^* \quad (2)$$

а также специальный математический аппарат, можно в реальном времени с заданной дискретизацией рассчитывать необходимое приращение скорости, ускорения, рывка для реализации заданной траектории изменения каждой координаты и одновременной отработки этих изменений для обеспечения максимально точного позиционирования.

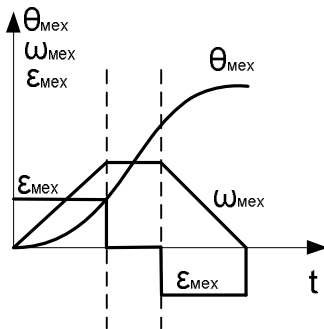


Рис.3. Траектория изменения координат

Рассмотрим работу системы на примере вентильного двигателя. Получив задание на перемещение и ограничение по скорости, ускорению и рывку планировщик траектории в реальном времени на каждом шаге дискретизации рассчитывает необходимые величины скорости и ускорения для реализации требуемой траектории разгона, одновременно с этим рассчитывая и траекторию торможения. По полученным значениям по (2) рассчитывается величина тока i_q^* (а значит и момента). Система работает в режиме источника тока, точность поддержания которого достаточно высока за счёт применяемых датчиков. На том же шаге дискретизации рассчитанная траектория начинает обрабатываться. Другими словами, планировщик и генератор траектории работают одновременно.

Если используемые в (2) значения момента инерции, вязкого трения и момента сопротивления определены для данного привода правильно, то такая система будет обрабатывать необходимую траекторию движения точно даже без обратных связей по скорости и положению и без применения соответствующих регуляторов. Если же данные показатели механики определены и заданы с ошибкой, то для кор-

ректной работы системы включаются специально синтезированные регуляторы, которые корректируют возникшую ошибку позиционирования.

Структура подчинённого регулирования, объединенная с программным управлением по математической модели двигателя, представлена на рис.2. А траектория отработки положения при линейном разгоне и торможении представлена на рис.3.

Такая система даёт неоспоримые преимущества по сравнению с классическим позиционированием, причём все необходимые для расчёта дополнительные величины могут легко определяться во время автотестирования при первом запуске и настройке привода, не усложняя процесс первого пуска. В общем случае решение обязано поддерживать любые типы шаговых и вентильных приводов.

Список использованной литературы

Встраиваемые высокопроизводительные цифровые системы управления / А.С. Анучин, Д.И. Алякин, А.В. Дроздов [и др.]; под ред. В.Ф.Козаченко – М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – 270 с.

Получено 11.07.2011



Козаченко
Владимир Филиппович,
д.т.н., ген. директор, ООО
«НПФ ВЕКТОР»,
Россия, Москва,
ул. Красноказарменная, 13
+7-495-362-71-51
KozachenkoVF@mpei.ru



Савкин
Дмитрий Игоревич,
инженер-электрик,
ООО «НПФ ВЕКТОР»,
Россия, Москва,
ул. Красноказарменная, 13
+7-495-362-71-51
Savkindmi@mpei.ru



Жадобин
Дмитрий Викторович,
МЭИ (ТУ),
Россия, Москва,
ул. Красноказарменная, 13
ZhadobinDV@mpei.ru