

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЛАДОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ TEXAS INSTRUMENTS В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Ю. В. Крышнев, С. А. Пырко, Ю. В. Садовников

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Современная информационно-измерительная, телекоммуникационная и преобразовательная техника предусматривает широкое применение аппаратуры цифровой обработки сигналов. Данная аппаратура в зависимости от уровня сложности может быть реализована на основе аналоговых электронных компонентов, микроконтроллеров, промышленных логических контроллеров, цифровых сигнальных процессоров, программируемых логических интегральных схем.

В 2005 г. заключен договор между учреждением образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» и крупнейшим производителем электронных компонентов Texas Instruments (США). Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого вошел в университетскую программу Texas Instruments, предусматривающую:

- поставки отладочного оборудования и необходимого программного обеспечения;
- техническую поддержку предоставленного оборудования;
- участие специалистов ГГТУ в обучающих программах;
- предоставление обучающих и рекламных материалов о новой продукции;
- предоставление обновлений программных компонентов.

В течение 2005-2009 гг. в рамках университетской программы Гомельским государственным техническим университетом имени П. О. Сухого приобретено: 6 отладочных комплектов eZDSP2812 на основе цифрового сигнального процессора (ЦСП) TMS320F2812; 2 платы расширения Zwick Adapterboard для отладочных комплектов eZDSP F2812; 2 отладочных комплекта DSK6713 на основе ЦСП TMS320C6713; 1 отладочный комплект eZDSP2808 на основе ЦСП TMS320F2808; 7 отладочных комплектов eZ430-F2013 с возможностью подключения устройства беспроводной передачи данных C2500. Организована специализированная лаборатория инструментальных средств автоматизированного проектирования (ауд. 2-529), в которой оборудовано 8 рабочих мест для исследования цифровых сигнальных процессоров и микроконтроллеров. На каждое рабочее место получено лицензионное программное обеспечение.

В рамках дисциплин «Цифровые сигнальные процессоры» и «Микропроцессорная техника» введены учебные разделы, предусматривающие изучение студентами специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» ГГТУ им. П. О. Сухого:

- архитектуры и основных характеристик ЦСП семейств TMS320F28xx, TMS320C67xx, микроконтроллеров (МК) семейства MSP430;

- реализации на основе ЦСП основных алгоритмов обработки данных: быстрого преобразования Фурье, цифровой фильтрации, дискретной свертки;

- применения встроенных периферийных модулей ЦСП и МК для реализации специальных алгоритмов: обработки аудио- и видеоинформации, телекоммуникационных приложений, управления электроприводами и электрооборудованием.

В качестве базового для изучения студентами был выбран ЦСП TMS320F2812 семейства C2000. Семейство ЦСП C2000 (процессоры TMS320C2xxx) рассчитано на применение в современных встроенных системах управления и контроля. Основная особенность данной платформы заключается в реализации управляющего микроконтроллера на основе ядра сигнального процессора (часто ЦСП этого семейства называют «DSC» - цифровой сигнальный контроллер, объединяющий технологии DSP и MCU). Это позволяет значительно уменьшить материальные и временные затраты при проектировании. Процессоры семейства C2000 имеют высокопроизводительное процессорное ядро с встроенным аппаратным умножителем формата 32*32 бит (Multiplier) и атомарным арифметико-логическим устройством (Atomic ALU) большую встроенную флэш-память (Sectored Flash), 16-канальный 12-разрядный АЦП (12-bit ADC), генераторы ШИМ (в составе Event Manager A, B), многоразрядные таймеры (3 32-bit timers), развитую систему коммуникационных портов (McBSP, CAN2.0, SCI-A, SCI-B, SPI) для подключения дополнительной периферии и объединения разрабатываемых устройств в локальные промышленные сети практически по любому из известных интерфейсов (рис. 1).

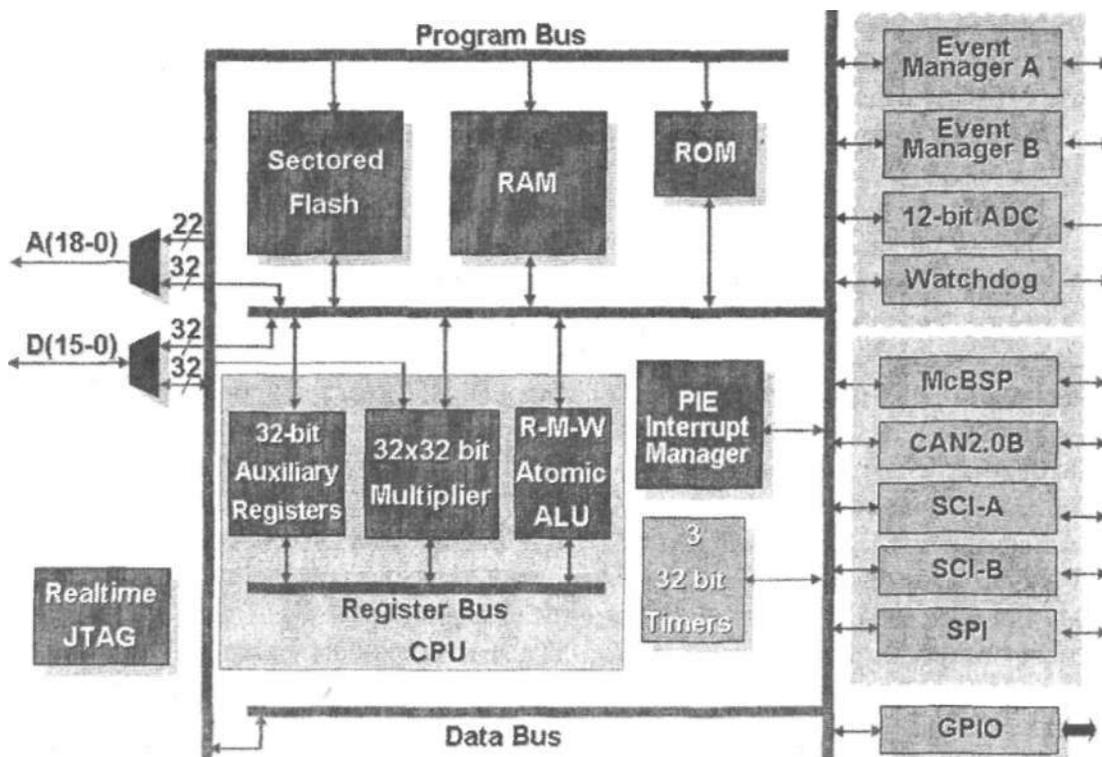


Рис. 1. Структурная схема цифрового сигнального процессора TMS320C2xxx

ЦСП Texas Instruments используются также в научных исследованиях ГГТУ им. П. О. Сухого. В частности, с использованием цифрового сигнального процессора TMS320F2812 разработан и изготовлен частотный привод для асинхронного двига-

теля. Были разработаны экспериментальный стенд, механическая часть которого состоит из асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока, жестко соединенных между собой (рис. 2, а) для реализации косвенного метода измерения момента, а также аппаратная часть системы управления на основе ЦСП (рис. 2, б).

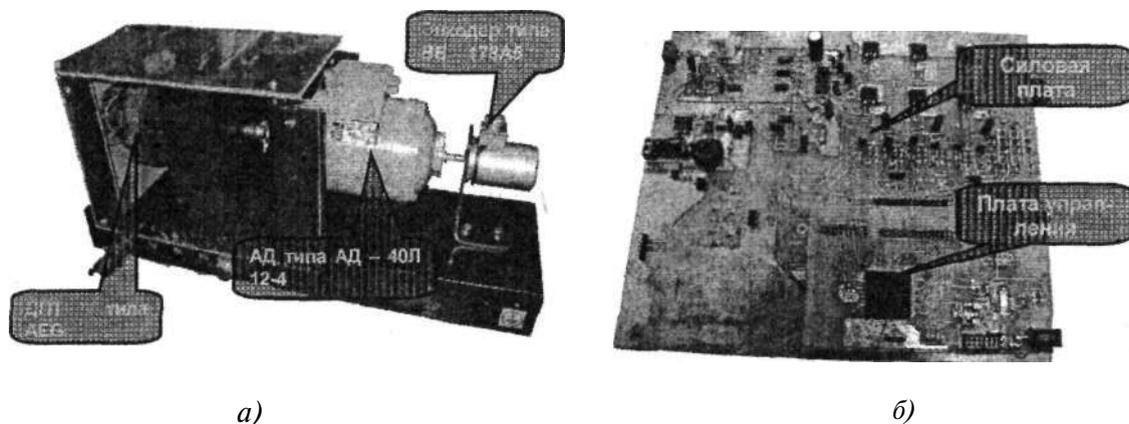


Рис. 2. Программно-аппаратный отладочный комплекс для исследования частотного привода: а - механическая часть; б - аппаратная часть системы управления

Важной характеристикой созданного программно-аппаратного отладочного комплекса является его гибкость - возможность реализовать алгоритмы управления на различных типах электродвигателей. Например, в схеме векторного управления приводом (рис. 3) при смене объекта управления изменяется лишь блок «Модель асинхронного двигателя», т. е. числовые уставки программной части проекта, задаваемые как параметры двигателя.

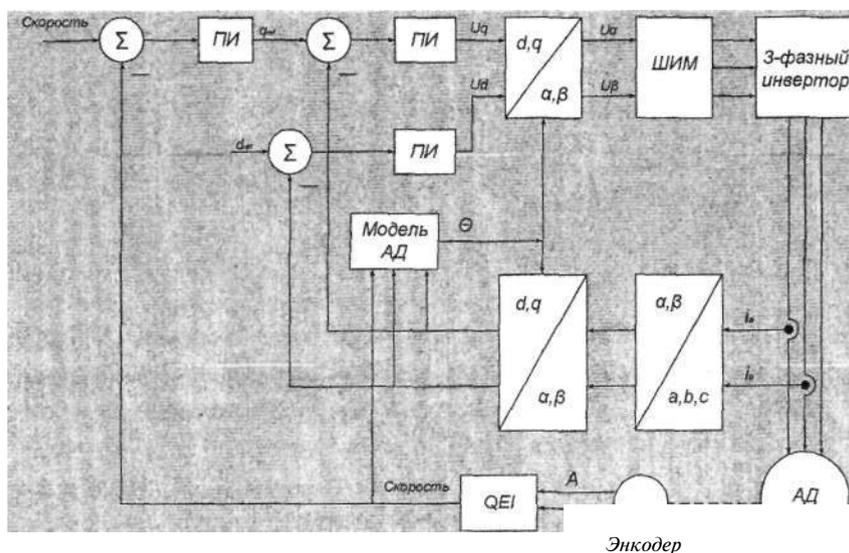


Рис. 3. Схема векторного управления приводом

Был создан инструмент, позволяющий не только выполнять математическое моделирование различных систем управления, но также отлаживать их непосредственно на стенде. Использование возможности отладки в реальном времени позволи-

ло наблюдать не только входные и выходные переменные, а также компоненты пространства переменных состояния объекта управления (например, тока в фазах, напряжения и скорости) в численном виде или в виде осциллограмм.

Мощные встроенные средства математической обработки сигналов дали возможность построения спектра, позволившего оценить влияние высших гармоник на точность измерения токов, и на потери в двигателе. При моделировании было выяснено, что изменение параметров асинхронного двигателя более чем на 20 % приводит к неустойчивой работе привода, а на малых скоростях - к полной потере работоспособности.

По результатам эксперимента сделан вывод о необходимости выделения первой гармоники для оценки положения вектора потокосцепления электродвигателя, так как коэффициент нелинейных искажений принимает значение 4-10 % (рис. 4).

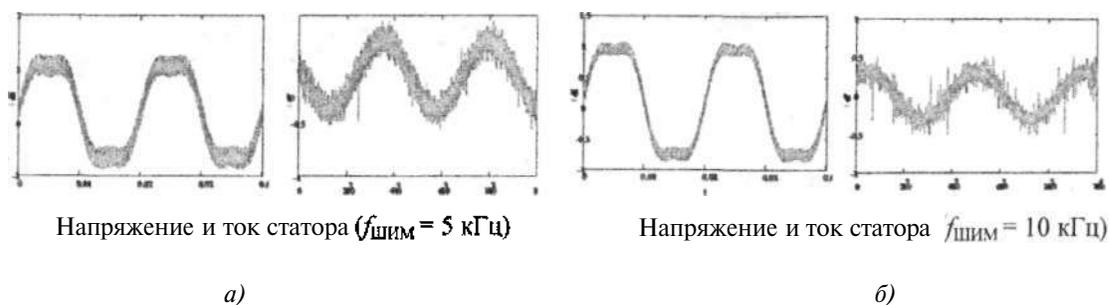


Рис. 4. Результаты эксперимента: а- напряжение и ток статора при частоте ШИМ 5 кГц;
б- напряжение и ток статора при частоте ШИМ 10 кГц

Дальнейшие перспективы сотрудничества ГГТУ им. П. О. Сухого с Texas Instruments заключаются в приобретении и внедрении в учебный процесс и научно-технические исследования отладочных платформ на основе сигнальных процессоров С6437 и С6455.