

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Введение. Появление гибридных энергетических установок поставило задачи исследования режимов работы такого рода устройств. Яркими примерами таких исследований являются Илон Маск и «Тесла» или обычный грузовик МАЗ.

Развитие цифрового регулируемого электропривода обязано появлению силовой полупроводниковой техники. Освоение силовых биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) привело к тому, что многие фирмы начали производство интеллектуальных силовых модулей с интегрированными функциями защиты и драйверами. Появление специализированных микроконтроллеров для управления двигателями позволило создавать преобразователи частоты для асинхронных приводов, приводов с вентильными и вентильно-индукторными двигателями.

Обзор известных решений. В качестве аналога рассмотрим микроконтроллер TMS320x24xx.

Ввод/вывод информации в микроконтроллере TMS320x24xx производится через 16-разрядные порты ввода/вывода, адреса которых отображаются на специальную область памяти — память периферийных устройств ввода/вывода, объемом 64К слов. Эта память отделена как от памяти программ, так и от памяти данных. Каждый порт имеет свой индивидуальный адрес. При обращении к порту по команде ввода IN или вывода OUT, адрес порта автоматически выставляется процессором на шину адреса, что позволяет внешним схемам дешифрации адреса идентифицировать конкретное устройство. Данные в процессор или из него поступают по 16-разрядной двунаправленной шине данных.

Возможно подключение внешних устройств не только к памяти ввода/вывода, но и к памяти данных и программ. В этом случае взаимодействие с устройством будет производиться командами, работающими с соответствующим типом памяти.

Микроконтроллеры TMS320x24xx не имеют «битового процессора» и все логические операции над однобитовыми переменными выполняются только в составе слова. Это означает, что перед выполнением логических команд над однобитовыми переменными предварительно необходимо отъюстировать эти переменные, расположив их в одинаковых разрядах 16-разрядных операндов. Обычно выравнивание производится по младшему разряду слова и называется распакровкой битовых переменных.

Вывод битовых переменных может быть выполнен только в составе 16-разрядного слова. Если выводится несколько битовых переменных, то они предварительно должны быть упакованы в слово с помощью специальной процедуры упаковки битовых переменных.

Работа любого логического контроллера или дискретного управляющего автомата начинается с получения образа вектора входных битовых воздействий X путем опроса соответствующих портов ввода. Далее следует вычисление образа выходных управляющих воздействий Y, а после завершения этой процедуры — вывод образа Y из памяти данных в соответствующие порты. Затем программа циклически повторяется.

Если работа логического контроллера или дискретного управляющего автомата представлена в виде граф-схемы алгоритма, то его реализация возможна с использованием команд тестирования заданных битовых переменных в составе слова (по номеру бита) BIT или BITT и команд условной передачи управления по флагу TC, сформированному в результате тестирования:

BCNDpma, TСиля BCNDpma, NTC. При этом пара команд BITi BCND может рассматриваться как эффективная макрокоманда битового процессора: «Протестировать бит i, если он установлен (не установлен), то перейти по заданному адресу в памяти программ». Для установки (сброса) отдельных разрядов вектора выходных управляющих воздействий Y следует использовать предварительную загрузку образа вектора Y из памяти данных в аккумулятор, маскирование содержимого аккумулятора с помощью команд логического «И» и «ИЛИ» с непосредственной адресацией (AND#k [, shift]; OR#k [, shift]) и сохранение вектора Y в памяти данных.

При малой размерности вектора входа X можно использовать табличный метод реализации логических контроллеров, состоящий в поиске вектора выхода Y непосредственно по таблице истинности.

Программная реализация дискретных управляющих автоматов сводится к реализации двух логических контроллеров (для случая представления автомата в виде автомата Мура): первый логический контроллер обеспечивает выдачу вектора выходного управляющего воздействия X[k] на основе информации о текущем состоянии автомата Q[k]; второй логический контроллер обеспечивает расчет нового вектора состояния автомата (состояния перехода) Q[k+1] на основе текущего состояния автомата Q[k] и текущего состояния вектора входа X[k]. На каждом проходе программы (скане) текущее состояние автомата заменяется состоянием перехода[2].

Построение модели преобразователя. Существует довольно много методов задания функций типа $y = f(x)$. Для каждого конкретного случая следует выбирать наиболее эффективный алгоритм решения.

Функции вроде синуса или косинуса хорошо вычислять по таблице с фиксированным шагом и линейной интерполяцией между опорными точками. Это очень быстрый метод, однако память в этом случае используется крайне неэкономно. Этот метод также неприменим, когда на рабочем участке функция имеет большую скорость изменения производной, например, квадратный корень в районе «нуля».

Часто для экономии памяти тригонометрические функции раскладывают в ряд, но этот способ может оказаться медленнее табличного. У него есть еще два существенных недостатка. Функция не может иметь скачков производной и является трудно перенастраиваемой (необходим предварительный расчет коэффициентов полинома), поэтому для реализации часто изменяющейся зависимости U(f) полиномиальный метод неприменим.

Также для кривой U(f) неприменим метод интерполяции по таблице с постоянным шагом, так как в этом случае усложняется настройка таблицы значений, а в случае малого количества опорных точек существенно страдает точность. Поэтому для такой задачи предпочтителен табличный метод с изменяемым шагом по оси X.

Вычисление функции синуса полиномиальным методом. При программировании ШИМ генератора в режиме векторной ШИМ, при реализации систем векторного управления и во многих других задачах требуется вычисление функций синуса и косинуса. Вычисление можно организовать различными методами (расчет полинома, табличная линейная интерполяция, интерполяция кривыми n-го порядка), но важнейшее требование, предъявляемое к программе вычисления тригонометрических математических функций — это скорость при приемлемой точности.

Цифровая обработка сигналов встречается применительно к системам управления, в которых на основе ввода в систему сигналов задания и обратных связей постоянно (в реальном времени) формируются и выдаются на объект управления значения управляющих воздействий, то есть реализуется алгоритм цифрового регулирования переменных. Второй типовой задачей яв-

ляется задача получения ряда последовательных выборок значений входной переменной и преобразования этой последовательности в другую, например, такую, в которой отсутствуют шумы и помехи. Вторая задача называется задачей цифровой фильтрации сигналов [1].

Цифровая фильтрация сигналов сводится к обработке полученной извне последовательности выборок входной переменной $x(k)$, $x(k-1)$, ..., $x(k-n)$ так, что рассчитанная при этом новая цифровая последовательность будет обладать желаемыми для разработчика свойствами. Например, можно добиться того, что выходной сигнал (преобразованный вновь в аналоговую форму) не будет содержать высокочастотного шума и помех (низкочастотный фильтр), не будет содержать сигналов в каком-либо наперед заданном диапазоне частот (полосовой фильтр) и т. д.

Моделирование ШИМ-преобразователя на VHDL. Описание модели начинается с описания структуры компонентов PWM и их выводов (рис. 1). Затем этим компонентам присваиваются соответствующие объекты их взаимосвязи в схеме. Эти команды представляют собой структурную часть описания модели. Далее следует поведенческое описание:

- 1 Определение сущности TestPWM;
- 2 Определение архитектуры stimulus;
- 2.1 Определение процедуры WRITE_RESULTS (записи результатов);
- 2.2 Вызов компоненты PWM и назначение сигналов, определение сигнала clock;
- 2.3 Определение процесса stimulus0;
- 2.3.1 Занесение константы модуляции (050h) в U2;
- 2.3.2 Ожидание совпадения значения счетчика U1 со значением константы модуляции в U10;
- 2.3.3 Выработка сигнала PulseEnd.

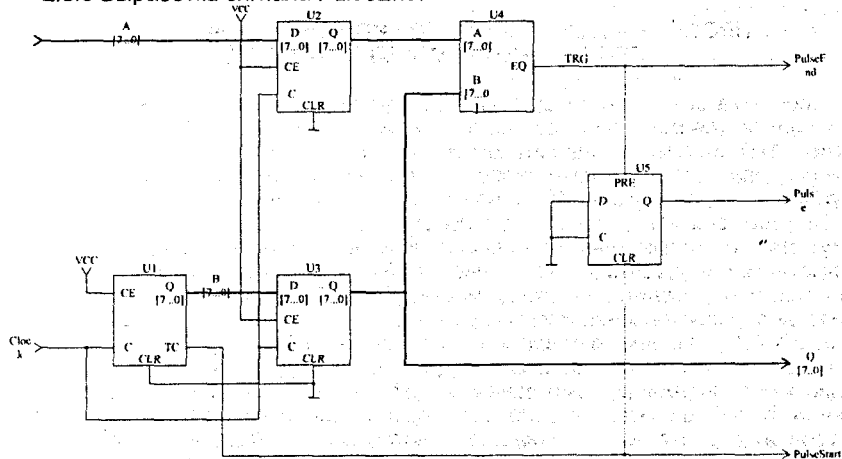


Рисунок 1

Заключение. Разработанное устройство блока управления частотным преобразователем позволяет управлять тяговой электротрансмиссией. Данное устройство является программно-управляемым, которое может быть использовано в силовых агрегатах транспортных средств, различного рода центрифугах, силовых производственных установках, при управлении насосными агрегатами.

При проектировании блока управления частотным преобразователем были разработаны схемы исполнительных элементов в рамках преобразующего устройства. В качестве исполнительных элементов используются ШИМ-модулятор, выполненный на микроконтроллере MC3PНАС, и инвертор на базе IGBT-транзисторов, используемых при работе с высоким напряжением. Для защиты блока управления предусматривается гальваническая развязка, обеспечивающая независимость сигнальных цепей.

Обычно микроконтроллерное управление для данной задачи очень громоздкое и отличается значительной сложностью. Поэтому для проектирования выбрано моделирование с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования Altium Designer, позволившую разработать функциональную схему блока управления, обеспечивающую гибкое управление в значительном диапазоне частот.

Список цитированных источников

1. Анучин, А.С. Техника эффективного использования периферийных устройств серии специализированных микроконтроллеров для управления двигателями TMS320X24XX в задачах реального времени. / А.С. Анучин, О.В. Городницкая, В.Ф. Козаченко – М.: Издательство МЭИ, 2004.

2. Анучин, А.С. Архитектура и программирование DSP-микроконтроллеров TMS320X24XX для управления двигателями в среде CODE COMPOSER. / А.С. Анучин, В.Ф. Козаченко, - М.: Издательство МЭИ, 2003.

УДК 004.942

Вьюнник В. В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Пролиско Е. Е.

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ АВАРИЙНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ СПЕЦТРАНСПОРТА

Проблема безопасности дорожного движения является одной из наиболее актуальных для решения в современном мире. Основной способ уменьшения рисков ДТП состоит в создании комфортных и безопасных условий для проезда спецтранспорта. К спецтранспорту относится транспорт таких экстренных служб, как скорая помощь, МЧС, пожарная служба и другие.

Не стоит забывать, что в случае попадания спецтранспорта в ДТП, жертвами могут стать не только участники аварии, но и люди, ожидающие приезда службы экстренного реагирования. Аналогичное можно сказать и про случаи, когда затрачивается много времени на путь до места вызова. Также, согласно приказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 164 от 31.08.1992 в редакции 28.03.2007 [1], разрешенным временем доставки машины скорой помощи в городе является 15 минут, за пределами города – 30 минут. Всё это обусловлено необходимостью быстрой реакции данных служб на вызовы. Совокупность вышеописанных факторов позволяет однозначно судить о наличии проблемы повышенного уровня аварийности передвижения спецтранспорта. Решение вышеописанных проблем можно достигнуть путем разработки адаптивной системы регулирования дорожным движением для спецтранспорта.

Выделим основные требования к системе:

- обеспечение беспрепятственного проезда светофоров спецтранспортом;
- обеспечение комфортных и безопасных условий иным участникам дорожного движения;
- построение маршрута с текущей позиции транспорта до места вызова;
- минимизация времени проезда спецтранспорта.