

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РЕДУКЦИЕЙ

Комаров А.Л.

Научный руководитель – к.т.н. Иванов В.И.

Сибирский федеральный университет

В данной статье будет рассмотрен вариант реализации системы управления (СУ) шестифазным шаговым синхронным двигателем с электромагнитной редукцией (СДЭР).

На сегодняшний день в продаже имеется небольшое количество систем управления двухфазными и четырехфазными шаговыми двигателями производства НПФ «Электропривод». Системы управления шестифазными двигателями в продаже отсутствуют, поэтому задача создания такой системы на сегодняшний день является актуальной.

Система должна выполнять следующие функции:

- частота шага СДЭР от 0 Гц до 100 Гц с шагом частоты 0,01 Гц (допускается погрешность 0,1%);
- обеспечение тока в фазах двигателя от 0 до 1 А;
- изменение направления вращения двигателя на противоположное (реверс);
- счет количества шагов за период вращения;
- отработка заданного количества шагов;
- остановка двигателя;
- подключение системы управления к персональному компьютеру (ПК) через интерфейс RS-485.

Функциональная схема системы управления СДЭР представлена на рисунке 1.

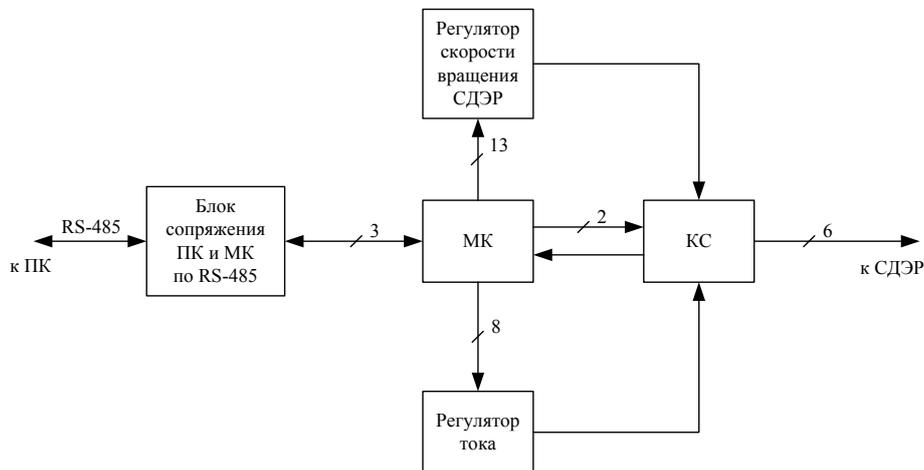


Рис. 1. Функциональная схема системы управления СДЭР

Микроконтроллер

Основной частью СУ СДЭР является микроконтроллер (МК). Микроконтроллер принимает от персонального компьютера команду, проверяет ее корректность и выполняет действия, соответствующие этой команде. Микроконтроллер управляет регулятором тока, регулятором скорости вращения СДЭР и комбинационной схемой (КС). Для создания данной системы полностью подходит микроконтроллер ATmega16 фирмы

Atmel. Этот микроконтроллер имеет необходимое количество портов ввода/вывода, универсальный синхронный/асинхронный последовательный приемопередатчик (USART), возможность обработки внешнего прерывания, внутренний счетчик.

Связь ПК и МК

Для связи микроконтроллера с другими устройствами, в данном случае с ПК, используется USART. Через него осуществляется прием и передача информации, представленной последовательным кодом, поэтому модуль USART часто называют также последовательным портом.

Формат посылки у микроконтроллера и персонального компьютера по интерфейсу RS-485 совпадает: 1 старт бит, 8 или 9 бит данных, 1, 1,5 или 2 стоп бита.

Уровни сигналов микроконтроллера отличаются от уровней сигналов интерфейса RS-485, поэтому для связи ПК и МК понадобится блок сопряжения, изображенный на рисунке 1. В качестве блока сопряжения можно использовать преобразователь уровней сигналов MAX485/483/481 фирмы MAXIM.

Для стабильной передачи данных между ПК и МК требуется определенная тактовая частота МК. Список тактовых частот, при которых ошибки в процессе передачи данных будут минимальны, приводятся в документации конкретного МК. В данной системе тактовая частота МК ATmega16 была выбрана 3,6864 МГц. Согласно документации, при такой тактовой частоте ошибка при передаче по последовательному порту составляет 0%.

Регулятор скорости вращения СДЭР

Двигатель делает 1 шаг за 6 тактов тактового генератора. Для того, чтобы реализовать частоту шага СДЭР от 0 Гц до 100 Гц с шагом частоты 0,01 Гц потребуется управляемый тактовый генератор, частота на выходе которого будет в диапазоне от 0 Гц до 600 Гц с шагом частоты 0,06 Гц. Данную задачу можно решить, используя программируемый интервальный таймер КР580ВИ53.

Программируемый таймер предназначен для получения программно-управляемых временных задержек и генерации времязадающих функций. Таймер содержит три независимых 16-разрядных счетчика, каждый из которых может быть запрограммирован на работу в одном из шести режимов для двоичного или двоично-десятичного счета. На каждый счетчик могут подаваться различные входные синхросигналы.

Для реализации регулятора скорости вращения СДЭР все счетчики программируемого таймера соединены последовательно (выход первого счетчика на вход второго и т.д.) и настроены на работу в режиме №3 – генератор меандра. В режиме №3 на выходе счетчика будет получен сигнал, частота которого равна частоте входного сигнала, деленного на произвольное 16-разрядное двоичное число, записанное в счетчик. Последовательное соединение всех счетчиков позволяет получить программируемый делитель опорного синхросигнала на 48-разрядное двоичное число. Опорный синхросигнал подается на вход первого счетчика, входной синхросигнал будет получен на выходе третьего счетчика. Описанная схема включения счетчиков и режим работы позволяет обеспечить необходимый диапазон частоты шага СДЭР.

По команде ПК микроконтроллер записывает во все счетчики таймера необходимые числа, тем самым получая на выходе регулятора скорости СДЭР (выход третьего счетчика) необходимую частоту.

Согласно документации на программируемый интервальный таймер КР580ВИ53, частота входного сигнала не должна быть выше 2 МГц, поэтому вход опорного сигнала регулятора скорости СДЭР (вход первого счетчика) нельзя подклю-

чить к тому же тактовому генератору, что и микроконтроллер. Данную задачу можно решить двумя способами. Первый способ заключается в том, чтобы подавать опорный сигнал регулятора скорости СДЭР с вывода МК. Внутренний счетчик микроконтроллера настраивается как делитель частоты тактового генератора, и этот сигнал подается на вывод микроконтроллера. Второй способ заключается в использовании отдельного тактового генератора для регулятора скорости СДЭР.

Регулятор тока

Блок регулятора тока состоит из ЦАП (цифроаналоговый преобразователь), операционного усилителя (ОУ) и блока преобразования напряжения в ток.

Структура регулятора тока представлена на рисунке 2.

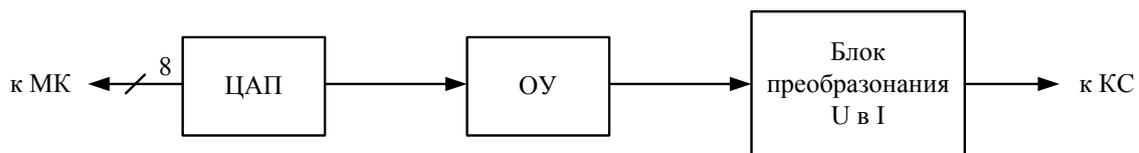


Рисунок 2 – Структура регулятора тока

С порта микроконтроллера выдается восьмиразрядный двоичный код. Этот код поступает на вход ЦАП. На выходе ЦАП формируется ток, а на выходе ОУ – напряжение, пропорциональное заданному коду. Это напряжение подается на вход блока преобразования напряжения в ток. Выход блока преобразования напряжения в ток подключается к комбинаторной схеме и обеспечивает ток в фазах СДЭР пропорционально заданному двоичному коду ЦАП.

Комбинаторная схема

Комбинаторная схема (КС) должна обеспечивать определенную форму тока и порядок коммутации фаз СДЭР. Комбинаторная схема реализована на базе микроконтроллера ATtiny2313 фирмы Atmel и шести транзисторных ключей. Применение микроконтроллера позволяет реализовать любую последовательность управляющих токов в обмотках СДЭР.

Структура КС представлена на рисунке 3.

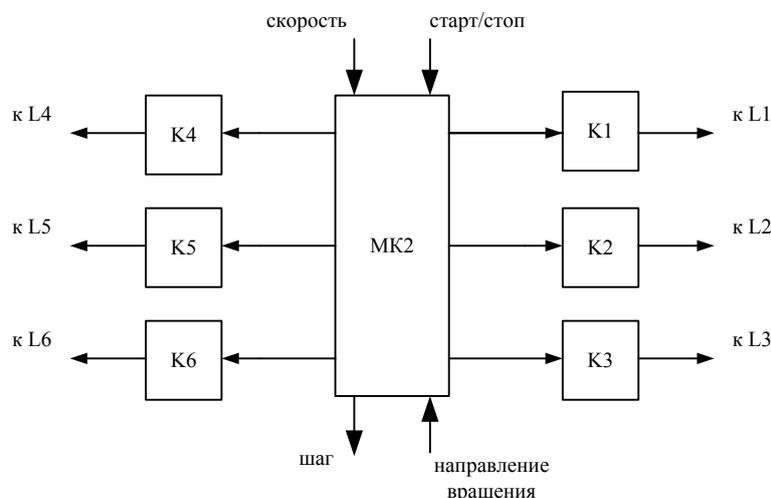


Рис. 3. Структура комбинаторной схемы

На микроконтроллер 2 подается два сигнала от основного микроконтроллера системы, описанного выше, сигнал «старт/стоп», сигнал «направление вращения» и сигнал от регулятора скорости вращения СДЭР «скорость». По сигналу «старт» микроконтроллер 2 начинает формировать управляющие сигналы, которые подаются на транзисторные ключи. Частота этих управляющих сигналов задается регулятором скорости вращения СДЭР. По сигналу «стоп» формирование управляющих сигналов останавливается. Сигналом «направление вращения» задается прямое или инверсное вращения двигателя.

На каждый шаг двигателя МК2 формирует сигнал «шаг». Этот сигнал подается на основной микроконтроллер системы, который обеспечивает реализацию функций «счет количества шагов за период вращения» и «отработка заданного количества шагов».

Заключение

В данной статье был рассмотрен вариант реализации системы управления шестифазным шаговым синхронным двигателем с электромагнитной редукцией. На сегодняшний день подобные системы отсутствуют в продаже, поэтому нельзя оценить положительные и отрицательные стороны рассмотренного варианта реализации.