

УДК 62-523

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СДПМ С ДАТЧИКОМ ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА НА БАЗЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ STM32F4DISCOVERY

Матвеев Д.С., Полоневич П.В. Кравцов И. П., Арсений А.Э.
Научный руководитель – Гульков Г. И. к.т.н., доцент

Для работы синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) необходима система управления. Существует множество способов управления. Для данного двигателя RSM-P24 было выбрано полеориентированное управление с датчиком положения.

Полеориентированное управление – метод регулирования, который управляет бесщеточным электродвигателем переменного тока, как машиной постоянного тока с независимым возбуждением, подразумевая, что поле и момент могут контролироваться отдельно. Такое разделение может быть достигнуто математически – разложением мгновенного значения вектора тока статора I_s на двесоставляющие: продольную составляющую тока статора I_{sd} (создающую поле) и поперечную составляющую тока статора I_{sq} (создающую момент) во вращающейся dq системе координат ориентированной по полю ротора. Т.о. момент и поле контролируются косвенно посредством управления составляющими вектора тока статора.

Преимуществом данного типа управления является плавная и точная установка положения ротора и скорости двигателя, а также большой диапазон регулирования.

К минусам относится необходимость датчика положения ротора и мощный микроконтроллер системы управления.

В настоящее время современные микроконтроллерные средства позволяют за сравнительно небольшие финансовые средства получить мощные вычислительные устройства, что позволяет устранить один из минусов использования полеориентированного метода управления СДПМ.

Отладочная плата STM32F4DISCOVERY на базе микропроцессора STM32F407VG от компании STMicroelectronics имеет хорошо развитую периферию и прямой доступ к памяти, благодаря разделению шин данных и инструкций (Гарвардская архитектура). Вышеперечисленные преимущества позволяют использовать данную плату для решения поставленных задач.

Для настройки системы управления на базе отладочной платы STM32F4DISCOVERY используется периферия:

ADC1 – датчик тока фазы U;

ADC2 – датчик тока фазы V;

ADC3 – сигнал задания скорости вращения электродвигателя;

TIM1 – таймер в режиме энкодера для контроля угловых перемещений и частоты вращения электродвигателя;

TIM8 – специальный таймер для организации вывода сигналов через PWM. Этот таймер дополнен рядом аппаратных узлов, предназначенных для управления электродвигателем. В каждом из трех каналов этого таймера предусмотрены два противофазных выхода TIM8_CH1-3, TIM8_CH1-3N.

Формирование PWM осуществляется следующим образом. Зададимся PWM с частотой 20 кГц. Следовательно, необходимо тактовую частоту таймера уменьшить в предделителе:

$$f_{TIM8} = \frac{f_{APB2}}{n} = \frac{168 \cdot 10}{8} = 21 \text{ МГц},$$

где, $n=8$ – пред делитель таймера TIM8.

$f_{APB2} = 168 \text{ МГц}$, тактовая частота шины APB2.

Далее определяем период таймера:

$$T_{TIM8} = \frac{f_{TIM8}}{f_{PWM}} = \frac{21 \text{ МГц}}{20 \text{ кГц}} = 1050.$$

Следовательно, если задавать период PWM от 0 до 1050, то этим и будет регулироваться скважность ШИМ.

Deadtime – позволяет избавиться от протекания кратковременного сквозного тока через оба ключа двухтактного ключевого каскада. Диапазон значений для Deadtime 0..255

Расчёт времени неперекрывания можно произвести с помощью функции библиотеки HAL [1]:

`__LL_TIM_CALC_DEADTIME (__TIMCLK__, __CKD__, __DT__)`

где `__TIMCLK__` – входящая частота таймера, Гц;

`__CKD__` – делитель частоты таймера, принимает значения 1, 2, 4;

`__DT__` – время неперекрывания, нс.

Функция возвращает значение: `DTG[0:7]`.

Для работы с энкодером используется таймер TIM1, который имеет специальный режим для энкодера (EncoderMode). Таймер имеет диапазон значений 0..4095, что позволяет наиболее точно осуществить определение положения ротора СДПМ.

Выбранная система управления предполагает наличие ПИ-регуляторов (тока и скорости). Для их расчета необходимо знать параметры управляемого двигателя. Однако, для исследуемого двигателя RSM-P24 техническая документация отсутствует. Было принято решение опытным путем определить значения сопротивления и индуктивности фаз двигателя

при помощи следующих средств: мультиметра, осциллографа и генератора импульсов регулируемой частоты.

Литература

1. UM1725 User manual. – STMicroelectronics., 2017. – 1838 с.
2. Векторные системы управления электроприводами / Фираго Б. И., Васильев Д.С. –Мн.: «Вышэйшая школа», 2016. –159с.
3. Теория электропривода/ Фираго Б. И., Павлячик Л. Б. - Мн.: «Техноперспектива», 2007.-585с.
4. Теория автоматического управления / В. Л. Анхимюк, О. Ф. Опейко, Н. Н. Михеев. – Минск.: «Дизайн ПРО», 1997. – 352 с.