

*к.т.н., доц. Кобец Д.В.,
магистр Бибченко И.С.,
магистр Рябко Ю.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ BLDC ДВИГАТЕЛЕМ СРЕДСТВАМИ САПР

Запропонована імітаційна модель мікропроцесорної системи керування BLDC двигуном. Одержані часові діаграми сигналів керування та фазних напруг.

Развитие аппаратной базы систем управления и устройств силовой электроники в последние годы сделали возможным применение BLDC двигателей в тех областях техники, где традиционно применялись только машины постоянного тока или специальные асинхронные двигатели [1,2].

По принципу действия BLDC двигатель (brushless direct current motor – бесщеточный двигатель постоянного тока) представляет собой обращенную машину постоянного тока с магнитоэлектрическим индуктором на роторе и обмоткой якоря на статоре, функции щеточно-коллекторного узла в которой выполняет полупроводниковый коммутатор, питающий обмотку якоря и переключающийся в функции положения ротора.

Двигатели такого типа характеризуются небольшой инерционностью ротора, т.к. обмотки расположены на статоре. Бесконтактная коммутация осуществляется электроникой. Моменты коммутации определяются либо по информации от датчиков положения, либо путем измерения обратной э.д.с., генерируемой в обмотках [3].

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников показал, что проблеме, связанной с точным управлением BLDC двигателем, посвящено большое количество разработок. Созданием систем управления, позволяющих эффективно управлять бесколлекторным двигателем постоянного тока, занимаются такие флагманы мирового рынка электроники, как STMicroelectronics, ZiLOG, Siemens AG, General Electric, Bosch Rexroth AG, Ansaldo, Fanuc, Microchip и другие. Однако данные фирмы заняты, в основном, созданием реальных устройств. Вопросы моделирования таких систем управления, как правило, занимают недостаточно глубоко, хотя потребность в данных исследованиях существует.

Параметры элементов модели микропроцессорной части:

RV1 1 kOm
RV2 1 kOm
R1 47 kOm analog code = W33R
R2 470 Om analog code = W33R
R3 470 Om analog code = W33R
R4 470 Om analog code = W33R
R5 300 Om analog code = W33R
R6 300 Om analog code = W33R
R7 300 Om analog code = W33R
R8 4,7 kOm analog code = W33R
R9 4,7 kOm analog code = W33R
R10 4,7 kOm analog code = W33R
C1 0,1 uF
U1 PIC16F877 10 MHz 0x3FFB

Модель силовой части представлена на рисунке 2.

На обмотки BLDC двигателя необходимо подавать переменное напряжение. Так как схема управления питается от постоянного источника напряжения, то необходимо предусмотреть преобразование постоянного напряжения в переменное. Эту функцию выполняет 3-х фазный автономный инвертор напряжения.

Величина напряжения сигнала, подаваемого с микроконтроллера на затворы транзисторов, недостаточна для эффективного управления преобразователем. Поэтому используются специальные микросхемы – драйвера транзисторов. Эти микросхемы усиливают сигнал на затворах транзисторов, а также вводят специальную задержку – “dead time” – для предотвращения протекания сквозного тока в плече инвертора.

Параметры элементов модели силовой части:

R19 300 Om analog code = W33R	C3 3,3 uF
R20 300 Om analog code = W33R	C4 3,3 uF
R21 33 Om analog code = W33R	D1 10BQ015
R22 33 Om analog code = W33R	D2 10BQ015
R23 300 Om analog code = W33R	D3 10BQ015
R24 300 Om analog code = W33R	U2 IR2101
R25 33 Om analog code = W33R	U3 IR2101
R26 33 Om analog code = W33R	U4 IR2101
R27 300 Om analog code = W33R	Q1 IRFR2405
R28 300 Om analog code = W33R	Q2 IRFR2405
R29 33 Om analog code = W33R	Q3 IRFR2405
R30 33 Om analog code = W33R	Q4 IRFR2405
C2 3,3 uF	Q5 IRFR2405
Q6 IRFR2405	
M1 MOTOR-BLDCM 24V 2054rad/s 4,03Om 4,6mH 30% 0,01	

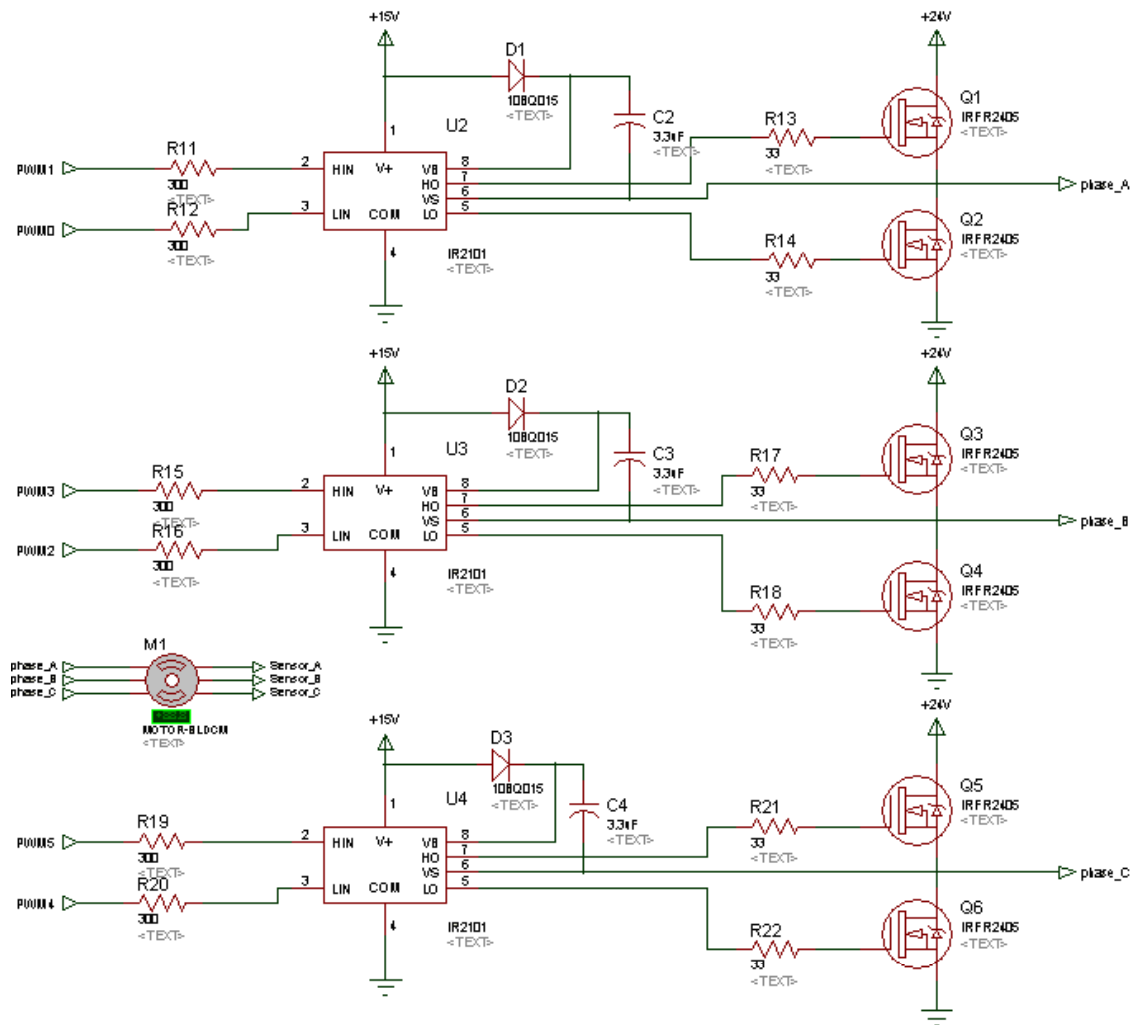
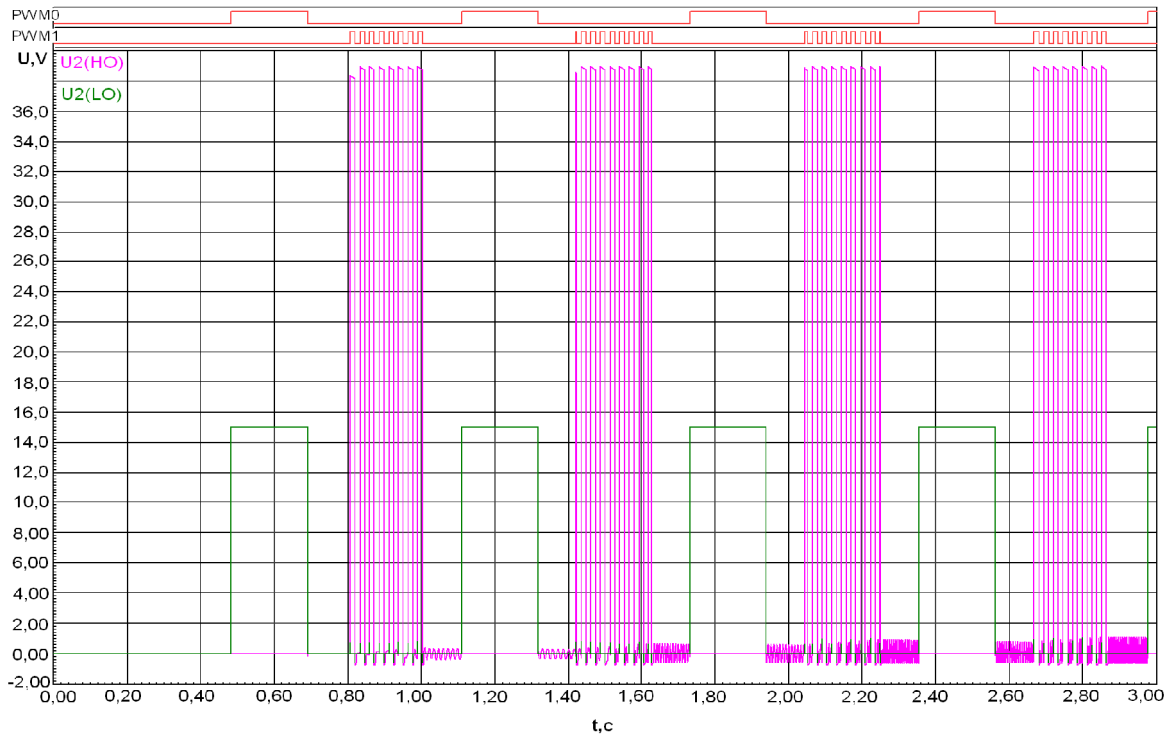


Рисунок 2 – Модель силовой части

Для эффективного управления скоростью двигателя используется широтно-импульсная модуляция. Сущность данного метода состоит в следующем: изменяя коэффициент заполнения (соответствует отношению длительности импульса к длительности периода (0-100%), величина обратная скважности) верхнего ключа плеча инвертора добиваются необходимой величины среднего напряжения.

Моделирование работы системы управления проводилось в режиме управления с обратными связями по положению ротора от датчиков Холла. В результате были получены временные диаграммы сигналов управления инвертором и фазных напряжений двигателя, которые представлены на рисунках 3, 4.



PWM0 – сигнал управления транзистором Q2;
 PWM1 – сигнал управления транзистором Q1;
 U2(HO) – сигнал на затворе транзистора Q1;
 U2(LO) – сигнал на затворе транзистора Q2

Рисунок 3 – Сигнал управления инвертором

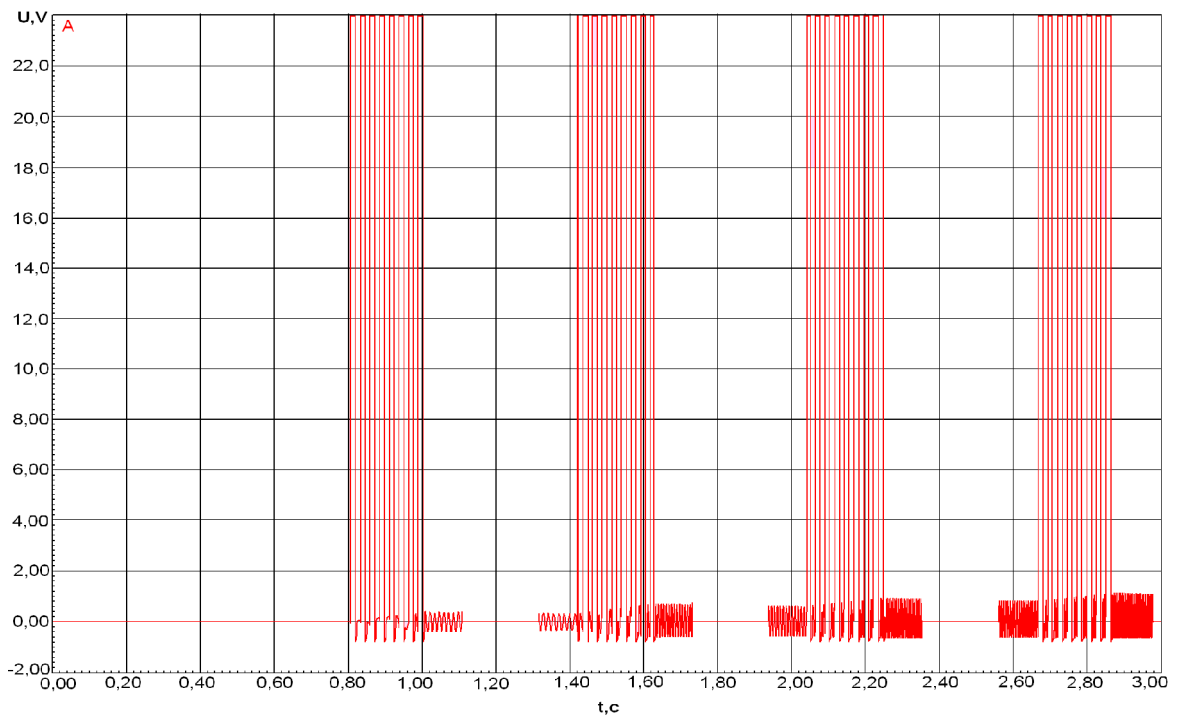


Рисунок 4 – Напряжение фазы А двигателя

Выводы. Предложена имитационная модель микропроцессорной системы управления BLDC двигателем, позволяющая исследовать динамические режимы работы двигателя – пуск, останов и наброс нагрузки. Результат исследований представлен в виде временных диаграмм фазных напряжений и сигналов управления силовой частью – инвертором.

В дальнейшем полученная модель позволит провести исследования по оптимизации силовой части и изучению работы системы управления в бездатчиковом режиме.

Предложена имитационная модель микропроцессорной системы управления BLDC двигателем. Получены временные диаграммы сигналов управления инвертором и фазных напряжений.

The simulation model of the microprocessor control system BLDC engine is offered. The temporal diagrams of management signal inverter and tensions of phases are got.

Библиографический список

1. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных устройств силовой электроники // Силовая интеллектуальная электроника. Специализированный информационно-аналитический журнал. 2005, №2, с. 27-31.

2. Padmaraja Yedamale. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals (AN885). – Microchip Technology Inc., 2003.

3. Терехов В.М., Осипов О.И. Система управления электроприводов // Учебник под ред. В.М.Терехова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 301 с.

Рекомендовано к печати проф., к.т.н. Паэрандом Ю.Э.