

УДК 62-83:621.313.3

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ КОМПАНІЇ MICROCHIP СЕРІЇ dspic33 MC ДЛЯ КЕРУВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИМИ ІНВЕРТОРАМИ НАПРУГИ

В.О. Войтех, канд. техн. наук
Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна
e-mail: vvoitek@mail.ru

Наведено особливості алгоритмічної та програмної побудови напівпровідникових інверторів для керування загальнопромисловими та енергоефективними (з мідним литтям клітки ротора) асинхронними електродвигунами з використанням новітніх мікроконтролерів компанії Microchip dsPIC33MC та інтелектуальних силових IGBT модулів. Створено та досліджено дослідний зразок інвертора, його вартість за умов серійного виробництва та термін окупності. Бібл. 4, рис. 3, таблиця.

Ключові слова: інвертор, мікроконтролер, асинхронний двигун, інтелектуальний силовий модуль, IGBT, алгоритм, програмування, енергоефективність.

Основними споживачами електроенергії в промисловості та побуті (до 60 %) є асинхронні двигуни. Використання їх у складі регульованого електроприводу з керуванням від напівпровідникових інверторів дає змогу значно (до 40 %) зменшити споживання електроенергії, що в рамках енергосистеми еквівалентно кільком енергоблокам атомних електростанцій [1]. Основною проблемою, що перешкоджає масовому застосуванню подібних систем, є їх відносно висока вартість, що пов'язано зі складністю реалізації алгоритмів частотного керування. Основними задачами керування асинхронним двигуном є зміна швидкості обертання ротора при постійному чи змінному навантаженні та стабілізація швидкості при змінному навантаженні, що задається технологічним процесом. З найбільш відомих способів керування інверторів є керування з одночасною зміною напруги та частоти. Тобто, змінюючи співвідношення напруги та частоти, можна формувати необхідну механічну характеристику двигуна. Якщо при цьому підтримувати магнітне поле (статора, ротора чи у повітряному зазорі) постійним і рівним номінальному, то струм у обмотках двигуна буде визначати співвідношення як у статичних режимах, так і якість перехідних процесів у динамічних режимах. При скалярному керуванні співвідношення визначаються за вимірюваними внутрішніми параметрами (струми фаз двигуна або постійний струм) і розрахунковим співвідношенням сталого (діючі значення струмів, напруг, потужностей), а при векторному керуванні динамічного (миттєві значення струмів, напруг, потужностей) режимів роботи двигуна [2]. Для побудови скалярних алгоритмів керування інвертором необхідна інформація про випрямлену напругу та струм, а для векторних – ще і про миттєві значення струмів статора. Система регулювання може бути як розімкненою, так і замкненою. У якості зворотного зв'язку можуть застосовуватися як внутрішні й зовнішні параметри (положення ротора, технологічні параметри), і якщо до цього додати температуру, напругу мережі живлення та ін., то для реалізації наведених алгоритмів необхідно використовувати досить складні та дорогі мікроконтролери (dsp), які крім того потребують створення спеціального програмного забезпечення під кожний алгоритм та пристрій.

Тим часом у 2014 р. компанією Microchip (США) було створено мікроконтролер dsPIC33MC вартістю до 3 дол. Розглянемо застосування цього мікроконтролера для управління перетворювачами частоти з широтно-імпульсною модуляцією [3]. Технічні характеристики мікроконтролера наведені в таблиці, а структурна схема показана на рис. 1.

У мікроконтролері наявні шість окремих 10-розрядних АЦП, що дає змогу обробити відповідну кількість сигналів датчиків та побудувати алгоритми і програми як скалярного, так і векторного керування інверторами. Наявних ПЗУ та ОЗУ достатньо для запису та обробки програм керування середньої складності для інверторів, які задовольняють вимогам бі-

льшості найбільш поширених навантажень (насоси, дозатори, вентилятори та ін.). Шістнадцять багатофункціональних входів-виходів дають змогу забезпечити необхідні допоміжні функції (пуск, реверс, індикацію, керування реле та зовнішніми механізмами). UART здійснює передачу даних для керування від зовнішнього комп'ютера чи іншого мікроконтролера.

Мікро-контролер	Кількість виводів	ПЗУ (кБт)	ОЗУ (кБт)	UART	ШІМ	АЦП	Входи-виходи	Багатофункціональні виводи	16-бітний таймер	Компаратори
Dspic33 FJ16mc102	28	16	1	1	Шести-канальна	6	21	16	3	3

Мікроконтролер dspic33MC має такі переваги перед існуючими:

1. Можливість створення однопроцесорної системи управління, в якій об'єднані всі необхідні функції (управління, моніторинг, захист та індикація), тобто вся система керування перетворювача частоти складається з однієї мікросхеми, що зменшує розмір друкованої плати та полегшує її розробку і виробництво.
2. Висока надійність, стійкість до електромагнітних завад і мале енергоспоживання.
3. Простота створення програмного забезпечення, налагодження та програмування з використанням оболонки MPLABIDE.
4. Можливість реалізації різних алгоритмів керування (скалярне та векторне), наявність багатьох розроблених підпрограм та прикладів працюючих алгоритмів, що нагадує розробку програмного забезпечення у SIMULINK MATLAB.

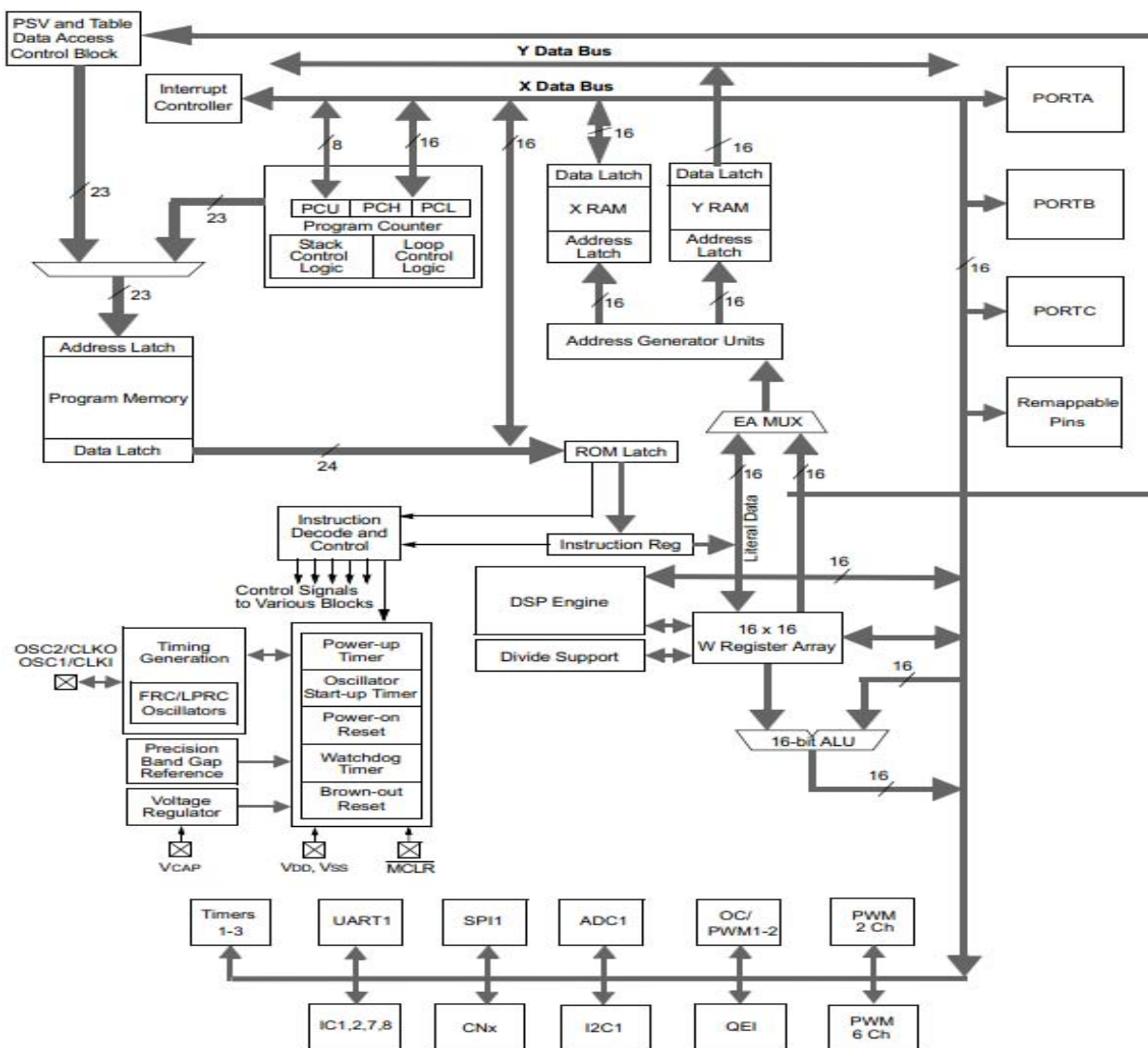


Рис. 1

Другим важливим елементом інвертора є силовий модуль. Розглянемо застосування інтелектуального модуля STGIPS20K60 компанії STMicroelectronics (Швейцарія), структурна схема якого показана на рис. 2. Цей модуль було розроблено у 2015 р. як силовий для створення інверторів потужністю до 3 кВт. На базі мікроконтролера та силового модуля у Інституті електродинаміки НАН України розроблено простий, надійний та дешевий інвертор для керування асинхронними двигунами потужністю до 2,2 кВт. Вихідний шестиканальний сигнал ШІМ мікроконтролера подається на відповідний LIN чи HIN, а захист – на CN входи ін-

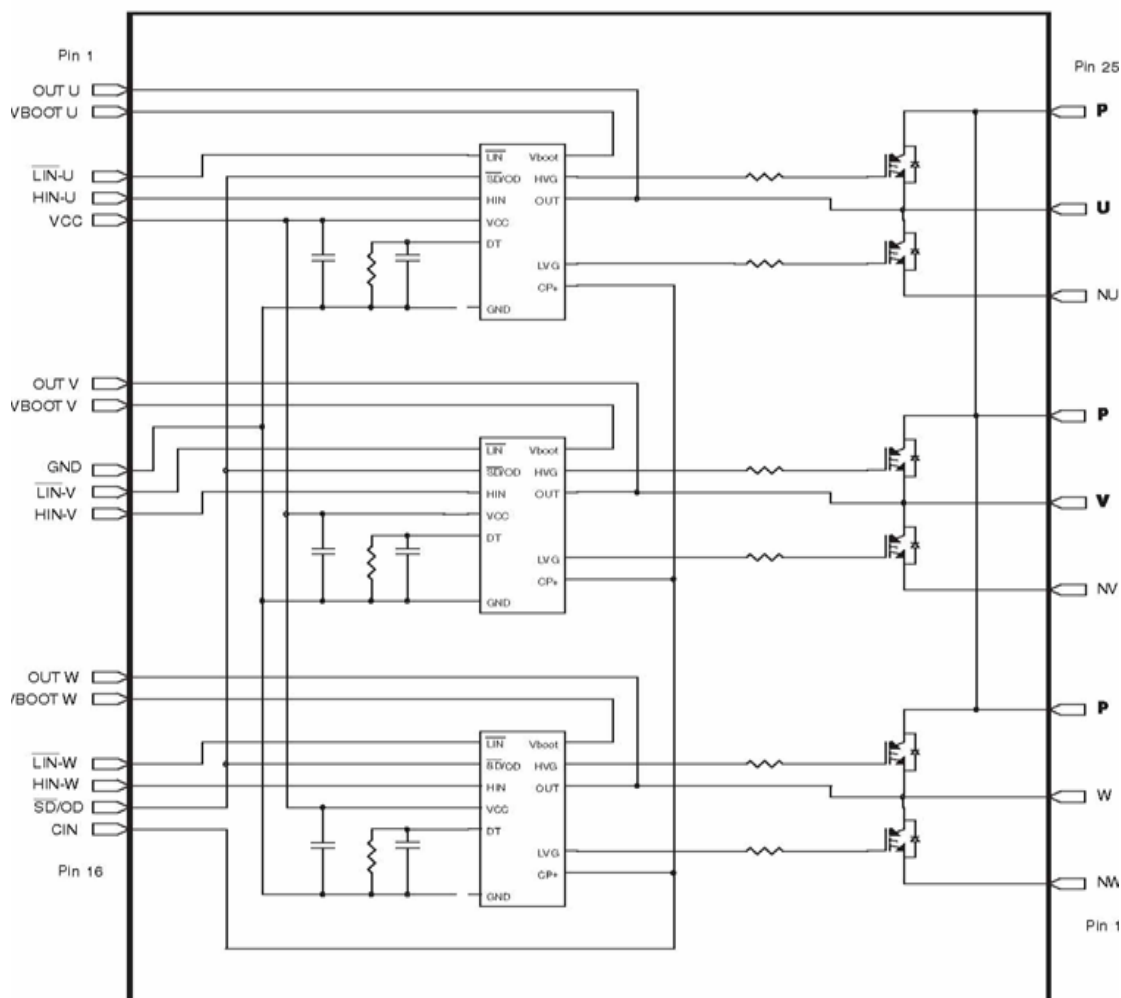


Рис. 2

телектуального модуля. Вихід інвертора підключається до відповідних фаз асинхронного двигуна та випрямляча.

Фотографія дослідного зразка представлена на рис. 3. У цьому випадку вдалося синтезувати прилад із собівартістю при серійному виробництві, що практично збігається з собівартістю аналогічного за потужністю асинхронного двигуна з алюмінієвим литтям клітки ротора і втричі менше вартості енергоефективного асинхронного двигуна з мідним литтям клітки ротора [4]. Виготовлені зразки пройшли випробування у лабораторних та промислових умовах і показали надійність у експлуатації та технологічність у серійному виробництві. Серійне виробництво і застосування подібних перетворювачів спільно з асинхронними двигунами дають змогу значно збільшити частку регульованих асинхронних двигунів на ринку, забезпечити економію енергоресурсів і підвищити надійність та конкурентоспроможність пристроїв, до складу яких вони входять, без значного підвищення ціни. Додаткові фінансові витрати тільки за рахунок економії електроенергії за існуючими тарифами окупаються менше ніж за півроку, що дає додаткові аргументи для впровадження розроблених пристроїв.



Рис. 3

Таким чином, розроблений і досліджений дослідний зразок перетворювача частоти для керування асинхронними двигунами (загальнопромисловими та енергоефективними) з використанням апаратного та програмного забезпечення мікроконтролерів компанії Microchip dsPIC33MC забезпечує суттєве зниження вартості, скорочення терміну розробки та впровадження енергоефективних технологій у побуті та промисловості.

1. *Войтех В.А.* Частотное регулирование скорости вращения асинхронных двигателей компрессоров бытовых холодильников // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2006. – №2(14) – С. 92–93.
2. *Плугатар О.П., Войтех В.О.* Економічні аспекти створення нових енергоефективних асинхронних електродвигунів для роботи з перетворювачами частоти // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2010. – Вип. 27. – С. 68–70.
3. *Data Sheet of dsPIC33F family digital signal controller from Microchip Technology Inc., 2015.*
4. *Leonhard, W.* Control of Electric Drives, Springer Verlag, New York, 1985.

УДК 62-83:621.313.3

В.А. Войтех, канд. техн. наук

Інститут електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Применение микроконтроллеров компании Microchip серии dsPIC33 MC для управления полупроводниковыми инверторами напряжения

Приведены особенности схемотехнического и программного построения полупроводниковых инверторов для управления общепромышленными и энергоэффективными (с медным литьем клетки ротора) асинхронными электродвигателями с использованием новых микроконтроллеров компании Microchip dsPIC33MC и интеллектуальных силовых IGBT модулей. Приведены опытный образец инвертора, его стоимость при условии серийного производства и сроки окупаемости. Библиограф. 4, рис. 3, таблица.

Ключевые слова: инвертор, микроконтроллер, асинхронный двигатель, интеллектуальный силовой модуль, IGBT, алгоритм, программирование, энергоэффективность.

V.O.Voitek

Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine,

Peremohy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine

Semiconductor inverters with the Microchip's microcontroller dsPIC33 MC using

The peculiarities of algorithmic and software semiconductor inverters building for controlling industrial and energy efficient (with cast copper rotor cage) induction motors with advanced microcontrollers of Microchip dsPIC33MC and intelligent power IGBT modules have aduced. A prototype inverter, the cost of mass production under the conditions and terms of return on investment have created and studied. References 4, figures 3, table.

Key words: inverter, microcontroller, induction motor, intelligent power module, IGBT, algorithm, programming, energy efficiency.

Надійшла 9.03.2016

Received 9.03.2016