

# Управление 3-фазными бесщеточными электродвигателями при помощи микроконтроллеров семейства ST7MC компании STMicroelectronics

**Юрий Коваль**, руководитель технического отдела, фирма СЭА  
E-mail: yurikov@sea.com.ua

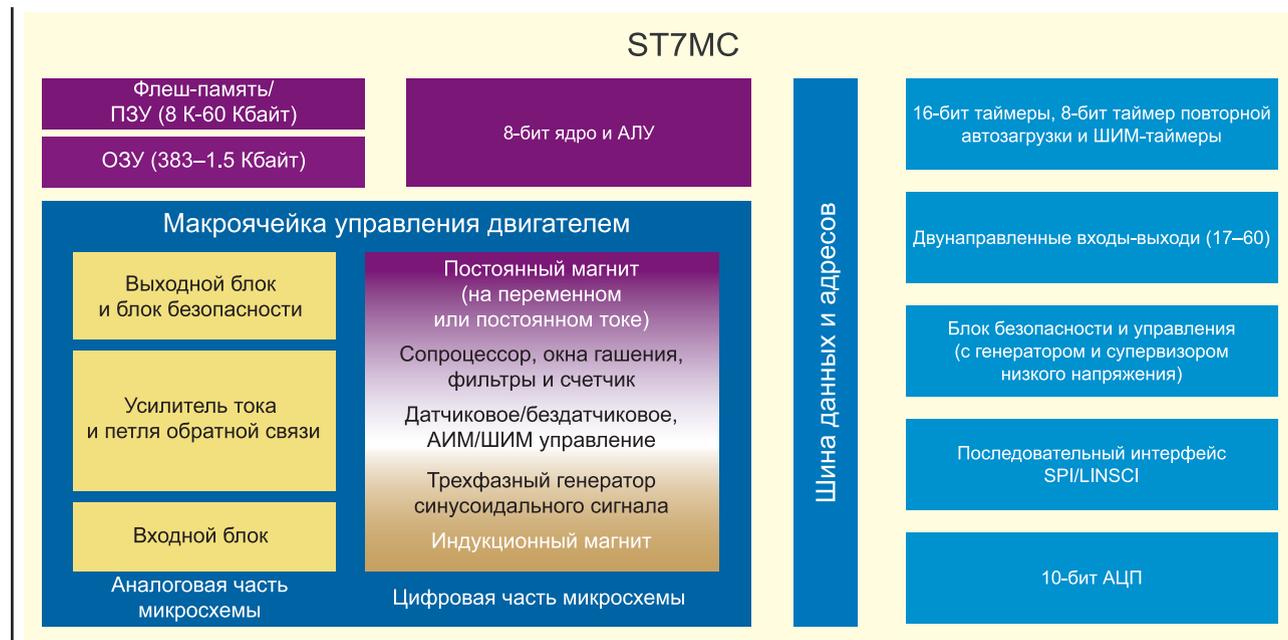
**В данной статье описываются различные варианты применений высокоэффективных и недорогих микроконтроллеров серии ST7MC в электроприводах управления 3-фазными бесщеточными электродвигателями и компрессорами. Управление может осуществляться по скорости, положению и направлению вращения вала.**

## ВВЕДЕНИЕ

Созданное специально для управления 3-фазными бесщеточными электродвигателями и компрессорами семейство микроконтроллеров ST7MC содержит 8-миразрядное ядро, перифе-

рийное устройство управления бесщеточным электродвигателем (встроенная макроячейка управления электродвигателем), флэш-память/ПЗУ программ емкостью 8К-60 Кбайт, 10-бит АЦП, пять таймеров и блок управления питанием, позволяющий работать в пяти режимах

экономии потребляемой энергии. Эти недорогие микроконтроллеры со встроенной макроячейкой управления электродвигателями (дополнительный сопроцессор) гарантируют оптимальное управление бесщеточными асинхронными электродвигателями, электродвигателями постоянного и переменного тока с постоянными или индукционными магнитами, а также другими бесщеточными электродвигателями и компрессорами. Внутренняя структура микроконтроллеров семейства ST7MC изображена на рис. 1. Технические характеристики микроконтроллеров семейства ST7MC приведены в табл. 1.



**Рисунок 1** Внутренняя структура микроконтроллеров семейства ST7MC

Таблица 1. Технические характеристики микроконтроллеров семейства ST7MC

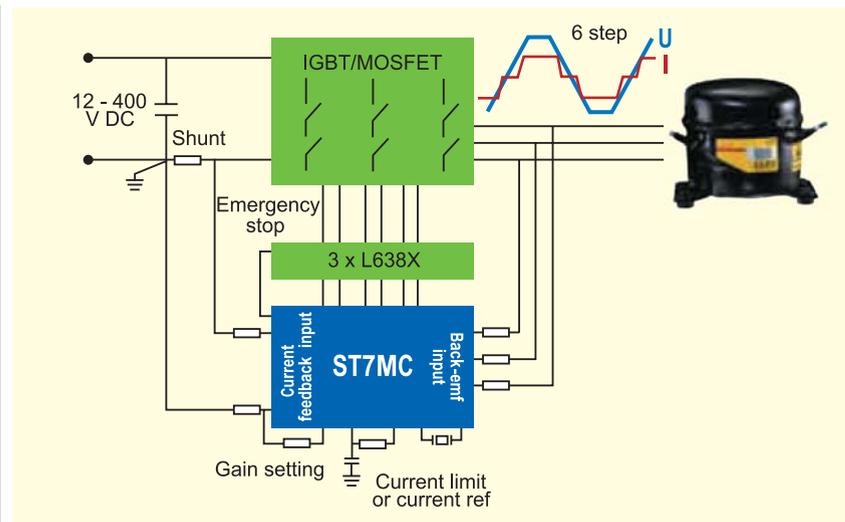
Наименование	Память программ		Объем памяти программ	ОЗУ (байт)	Кол-во каналов 10-разр. АЦП8	Стандартные таймера		Последов. интерф.	Входы / выходы (усиленные)	Корпус	Температура °C
	ROM	Flash				16-разр.	8-разр.				
ST7MC1K2B6	*	•	8K	384	8	1	1	LINSCI	17(3)	SDIP32	-40 ... 85
ST7MC1K2T6	*	•	8K	384	8	1	1	LINSCI	17(3)	TQFP32	-40 ... 85
ST7MC1K2TC	*	*	8K	384	8	1	1	LINSCI	17(3)	TQFP32	-40 ... 125
ST7MC2S4T6	*	•	16K	768	11	2	1	LINSCI, SPI	26(6)	TQFP44	-40 ... 85
ST7MC2S4TC	*	*	16K	768	11	2	1	LINSCI, SPI	26(6)	TQFP44	-40 ... 125
ST7MC2S6T6	*	•	32K	1024	11	2	1	LINSCI, SPI	26(6)	TQFP44	-40 ... 85
ST7MC2S6TC	*	*	32K	1024	11	2	1	LINSCI, SPI	26(6)	TQFP44	-40 ... 125
ST7MC2N6B6	*	•	32K	1024	14	2	1	LINSCI, SPI	36(10)	SDIP56	-40 ... 85
ST7MC2R6T6	*	•	32K	1024	14	2	1	LINSCI, SPI	44(12)	TQFP64	-40 ... 85
ST7MC2R7T6	*	•	48K	1536	16	2	1	LINSCI, SPI	44(12)	TQFP64	-40 ... 85
ST7MC2M9T6	*	•	60K	1536	16	2	1	LINSCI, SPI	60(12)	TQFP80	-40 ... 85

Для всех микроконтроллеров серии ST7MC напряжение питания 4.5...5.5 В при тактовой частоте 8 МГц сокращения:  
\* – в разработке; • – производятся сейчас.

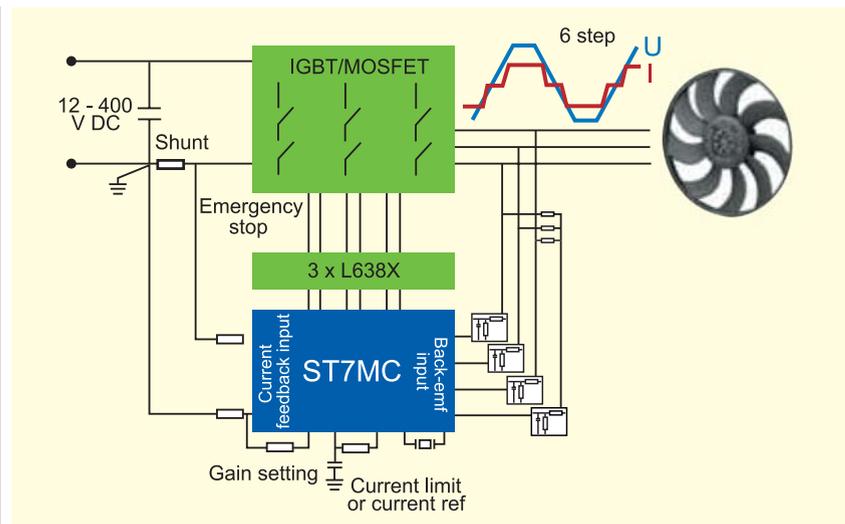
В состав микроячейки управления электродвигателями входит трехфазный ШИМ с шестью мультиплексируемыми выходами для управления синусоидальными или трапецеидальными выходами, для управления синусоидальным или трапецеидальным инвертором, с детектором перехода обратной ЭДС через нуль и сопроцессором для бездатчикового (с помощью запатентованного компанией STMicroelectronics «трехрезисторного» метода) управления током постоянного магнита двигателя. Четыре аналоговых входа микроячейки управления электродвигателями, предназначенные для определения положения двигателя, могут считывать данные холловского элемента, тахометра или кодирующего устройства. Кроме того, в блок микроячейки управления электродвигателями входят операционный усилитель и компаратор для регулировки и ограничения тока/напряжения. Внутрисхемные фильтры и настройки позволяют использовать микроконтроллер для управления любым двигателем с соединением обмотки звездой или треугольником на напряжение 12-300В. При этом возможны различные топологии управления - шестишаговое/синусоидальное, по току/напряжению, АИМ/ШИМ.

**ПРИМЕНЕНИЕ**

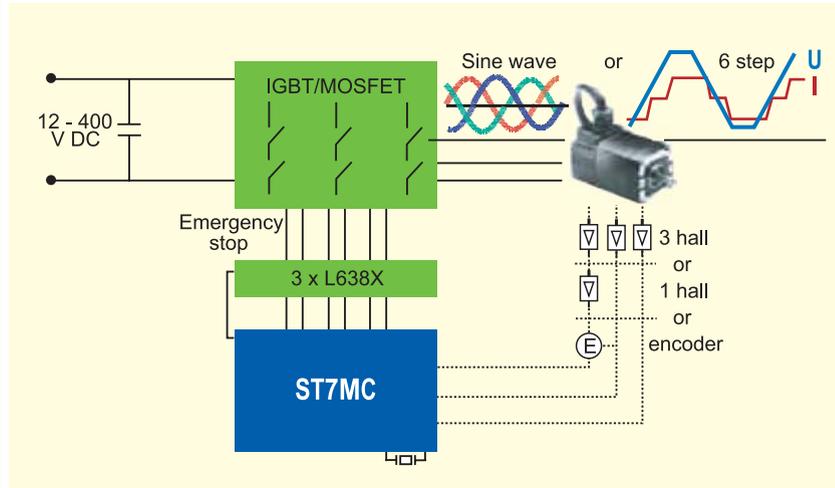
- Бытовые приборы:
  - кондиционеры, посудомоечные машины, холодильники и рефрижераторы, вакуумные очистители, вентиляционные системы, вытяжки над плитой.
- Автомобильные устройства:
  - бензонасосы, водяные помпы, вентиляторы охлаждения.



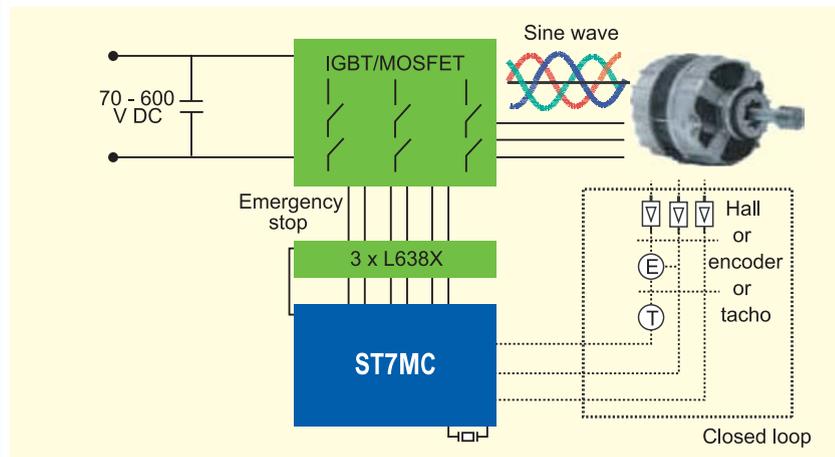
**Рисунок 2** Схема управления трехфазным бессенсорным электродвигателем постоянного или переменного тока с постоянными магнитами



**Рисунок 3** Промышленная схема управления трехфазным бессенсорным электродвигателем постоянного тока с постоянными магнитами



**Рисунок 4** Схема управления трехфазным одно или трехсенсорным электродвигателем постоянного тока с постоянными магнитами



**Рисунок 5** Схема управления трехфазным индукционным электродвигателем с сенсорами

- Промышленные устройства:
  - электромобили, кондиционеры и вентиляторы охлаждения, помпы, компрессоры, торговые автоматы и купюроприемники, медицинское оборудование и др.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

1. Схема управления трехфазным бессенсорным электродвигателем постоянного или переменного тока с постоянными магнитами приведена на рис. 2.

**Преимущества схемы:**

- бессенсорное управление, высокая интеграция и очень низкая стоимость для 12...220В электродвигателей или компрессоров управляемых 6-ти уровневым напряжением или током от ШИМ (PWM) имеющим ключ с общей землей (high-side)

- высокоскоростные цифровые входы обратной связи (Back-emf).

2. Промышленная схема управления трехфазным бессенсорным электродвигателем постоянного тока с постоянными магнитами приведена на рис. 3.

**Преимущества схемы:**

- лучшая гибкость бессенсорного решения позволяющая вырабатывать 6-ти уровневое напряжение или ток от ШИМ (PWM) имеющим ключ с общей землей (high-side) или с «+» питания (low-side), а также имеющем возможность работы в режиме широтной или амплитудной модуляции
- идеальны в автомобильных применениях с использованием ШИМ ключа с общим «+» питания (low-side).

3. Схема управления трехфазным одно или трехсенсорным электродвига-

телем постоянного тока с постоянными магнитами приведена на рис. 4.

**Преимущества схемы:**

- совместимость работы с квадратурным энкодером (сенсор) или датчиком Холла;
- отсутствие пульсаций при вращении;
- возможность работы при очень низких скоростях вращения.

4. Схема управления трехфазным асинхронным электродвигателем с сенсорами приведена на рис. 5.

**Преимущества схемы:**

- отсутствие сложных математических вычислительных алгоритмов с комплексами числами;
- быстродействующий обработчик;
- по эффективности сравнима с DSP микроконтроллерами при использовании в качестве сенсоров стандартных и недорогих тахогенераторов;
- совместима со многими IGBT и MOSFET транзисторами.

Для отладки систем управления бесщеточными электродвигателями с использованием микроконтроллеров серии ST7MC, компания STM предлагает воспользоваться специальной отладочной платой под названием ST7MC-KIT/BLDC со встроенным инвертором с выходной мощностью до 1000Вт, преобразующий 12В DC в 240В AC. Кроме того, в состав отладочной платы ST7MC-KIT/BLDC входит плата оптоизоляции ST7-ICC/OPTOISOL, STX-INDART/USB недорогой отладчик-программатор, позволяющий вести отладку через USB-порт в реальном масштабе времени и бесколлекторный трехфазный BLDC электродвигатель на 24В. Более подробную информацию по отладочной плате ST7MC-KIT/BLDC можно найти по адресу [www.softemicro.com](http://www.softemicro.com). С-компилятор для этой отладочной платы можно бесплатно скачать по адресу [www.cosmic-software.com](http://www.cosmic-software.com), а С-библиотеки для управления трехфазными бесколлекторными и индукционными двигателями, можно найти по адресу [www.st.com/mcu](http://www.st.com/mcu). Дополнительную информацию по микроконтроллерам можно найти на сайте STMicroelectronics по адресу <http://mcu.st.com/mcu/inchtml-pages-st7mc.html>.

**Микроконтроллеры семейства ST7MC и отладочные средства фирмы STmicroelectronics можно заказать в офисе СЭА:**

**тел. (044) 575-94-00,  
e-mail: info@sea.com.ua,  
www.sea.com.ua.**

**З мікроконтролерами від фірми STMicroelectronics ви зможете скорити будь-які вершини науково-технічних задач**



Офіційний дистриб'ютор в Україні: SEA.  
 Наші координати:  
 Україна, 02094 м.Київ, вул.Краківська 36/10.  
 Тел.багатокан.: +38(044) 575-94-00,  
 тел./факс:+38(044)575-94-10  
 e-mail:info@sea.com.ua, www.sea.com.ua



Офіційний дистриб'ютор в Україні: "SEA"  
 Наші координати:  
 Україна, 02094, м.Київ, вул.Краківська, 36/10.

тел.багатокан.: +38(044) 575-94-00/01/02/03  
 тел./факс:+38(044)575-94-10  
 e-mail:info@sea.com.ua, www.sea.com.ua

- Комплексне постачання
- Продаж широкого спектра продукції зі складу
- Технічна підтримка
- Гарантія якості

Електронні компоненти

Джерела живлення

Промислові комп'ютери

Вимірювальні прилади

Електротехнічна продукція

Паяльне обладнання та матеріали

CLARE, Agilent Technologies, ST, tyco Electronics, IXYS, molex, TRACO POWER, MEAN WELL, COSEL, ADVANTECH, kontron, Sony Ericsson, CHAUVIN ARNOUX, LeCroy, FLUKE, Tektronix, HAMEG, Weller, Erem, FIGARO, WAGO, RITTAL