

Geely ARM32F411: низьковольтне безсенсорне рішення на основі FOC з керування двома двигунами

Андрій Мартинов, НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС

E-mail: info@eurocom-c.com

Ця стаття представляє низьковольтне безсенсорне рішення на основі FOC (векторного керування) з керування двома двигунами на базі мікроконтролера Geely ARM32F411, розроблене для підвищення ефективності та енергоощадження. Воно ідеально підходить для застосування у транспортних засобах, промисловій автоматизації, побутовій техніці та дронах, забезпечуючи високу продуктивність керування та надійність. Рішення поєднує потужне обчислювальне ядро, багату периферію та сучасні драйвери двигунів, що дозволяє розробникам швидко впроваджувати складні системи з двома двигунами.

З огляду на прагнення до зменшення викидів вуглецю, системи з двома двигунами все частіше застосовуються в нових енергетичних транспортних засобах, промисловій автоматизації, медичних приладах та відновлюваних джерелах енергії. Ці системи забезпечують вищу ефективність, кращу інтеграцію та інтелектуальне керування. За даними Business Research Insights, очікується, що

світовий ринок систем з двома двигунами зростає з 2.89 млрд доларів США у 2025 році до 50 млрд доларів США до 2033 року, при середньорічному темпі зростання 7.2%.

Щоб задовольнити зростання попиту на ринку, компанія Geely представила низьковольтне безсенсорне рішення на основі FOC (*Field Oriented Control*) для керування двома двигунами

ARM32F411, що містить два драйвери двигуна GHD3440. Це рішення забезпечує високу ефективність, низький рівень шуму та високу надійність завдяки вбудованим засобам захисту, таким як захист від перевантаження, перенапруги та виявлення несправностей. Воно ідеально підходить для широкого спектра застосувань, зокрема для інтелектуальних побутових приладів (кондиціонерів, холодильників), стабілізаторів для камер, шасі AGV (*Automated Guided Vehicle*), ESC (*Electronic Speed Controller*) для дронів, роботів-пилососів, сервоприводів, автомобільних двигунів, паливних насосів тощо (рис. 1).

ОГЛЯД НИЗЬКОВОЛЬТНОГО БЕЗСЕНСОРНОГО РІШЕННЯ НА ОСНОВІ FOC ДЛЯ КЕРУВАННЯ ДВОМА ДВИГУНАМИ

В основі лежить високопродуктивний, легко адаптований мікроконтролер ARM32F411, оснащений двома сучасними таймерами, які генерують трифазні комплементарні сигнали ШІМ з часом мертвої зони, що дозволяє здійснювати безсенсорне керування на основі FOC двома двигунами BLDC або PMSM на одному чипі. Два незалежні 12-бітні АЦП забезпечують точне вимірювання струму для кожного двигуна. Задня частина оснащена драйверами двигуна GHD3440, які підсилюють сигнали приводу для керування MOSFET, забезпечуючи ефективне і точне керування двигуном (рис. 2).

Переваги рішення (рис. 3):

- Висока продуктивність керування: завдяки процесору Arm® Cortex®-M4F з тактовою частотою 120 МГц, ARM32F411 може виконувати по-



Холодильник

Шасі AGV

ESC для дронів

Стабілізатори для камер

Рис. 1. Широкий спектр застосувань низьковольтного рішення на основі FOC з керування двома двигунами

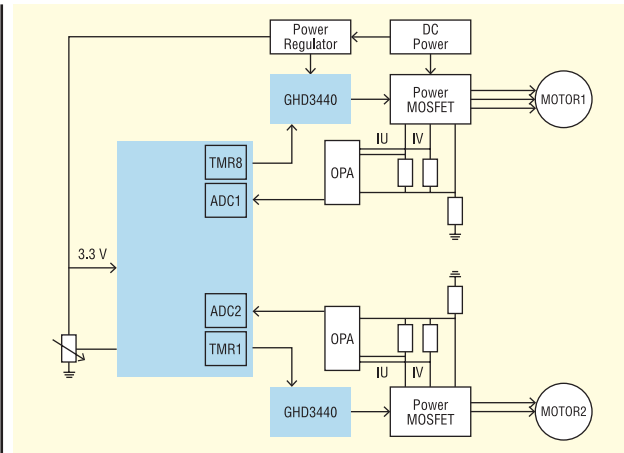


Рис. 2. Схема низьковольтного безсенсорного рішення на основі FOC для керування двома двигунами

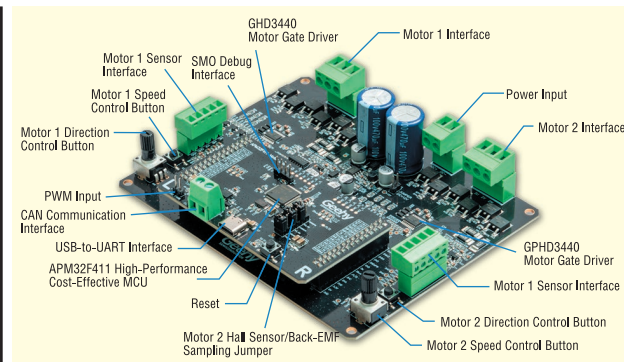


Рис. 3. Реалізації низьковольтного безсенсорного рішення на основі FOC для керування двома двигунами

двійне керування (швидкість + струм) для двох незалежних двигунів PMSM або BLDC на одному ядрі.

- Універсальна інтеграція периферійних пристроїв: включає U(S)ART, I2C, QSPI, SDIO, CAN і підтримує як безсенсорне/сенсорне FOC, так і керування прямокутними імпульсами. Сумісний з датчиками Холла, магнітними та оптичними енкодерами.
- Ефективне виконання: струмовий контур працює на частоті 32 кГц з циклом лише 14 мкс, використовуючи лише 50% системних ресурсів, залишаючи запас для функцій керування швидкістю, PFC, комунікації та відображення.
- Гнучке дискретизування: підтримує методи дискретизування одно-/двошунтового та трифазного BEMF.
- Широкий діапазон вхідної напруги: діапазон вхідної напруги постійного струму 12–72 В, до 100 Вт на двигун.

Особливості мікроконтролера APM32F411 (рис. 4):

- Arm® Cortex®-M4F @120 МГц з підтримкою FPU і DSP для виконання складних завдань керування двигунами.
- До 128 КБ SRAM, 512 КБ Flash і вбудований SMC для потужної обробки алгоритмів і гнучкої розробки.
- Багатий набір периферійних пристроїв: U(S)ART × 6, I2C × 5, SPI × 1, QSPI × 3, USB_OTG × 1, CAN × 2, SDIO × 1.
- Вбудований блок CRC32, що забезпечує цілісність і надійність системи.

Особливості драйвера двигуна GHD3440 (рис. 5):

- Двоканальний трифазний драйвер 200 В, призначений для систем BLDC з живленням від акумулятора.

Arm® Cortex®-M4F	120MHz Operating Frequency	12KB Flash	28KB SRAM
12-bit ADC×2 COMP×2 Analog Peripherals			QFN48 LQFP48/64/100 Package
U(S)ART×6, SPI×5, QSPI×1, I2C×3, USB OTG_FS×1, CAN×2, SDIO×1			

Рис. 4. Особливості мікроконтролера APM32F411

5.5V~18V Operating Supply Voltage Range	3.3V/5V Compatible with Logic Input	+200V Floating Offset Voltage	250ns Minimum Dead Time
High dv/dt noise suppression capability		VCC/VBS undervoltage protection	Shoot-through prevention function
QFN24,TSSOP20 Package		Input/output pull-down resistor	
Peak input current 1.0A@12V, 3.3nF load fall time 60ns Peak output current 0.8A@12V, 3.3nF load rise time 90ns			

Рис. 5. Особливості драйвера двигуна GHD3440

- Підтримує вхідну напругу 5.5–18 В і логічні рівні 3.3 В/5 В, підсилюючи сигнали управління для точного, швидкого та енергоефективного керування двигуном.
- Вбудований захист від пониженої напруги, запобігання пробою, час мертвої зони 250 нс.
- Піковий вхід: 1.0 А при 12 В (час спаду 60 нс, навантаження 3.3 нФ); піковий вихід: 0.8 А при 12 В (час наростання 90 нс, навантаження 3.3 нФ).
- Робоча температура: від –40 до +105 °С, підходить для складних умов експлуатації.

Низьковольтне безсенсорне рішення APM32F411 на основі FOC для керування двома двигунами супроводжується вичерпною документацією, програмним та апаратним забезпеченням, а також локалізованою технічною підтримкою. Розроблене для сучасних споживчих та промислових застосувань з керування двигунами, воно допомагає інженерам швидко аналізувати та розробляти системи двигунів. Інтелектуальні та підключені системи двигунів стають нормою, тому Geehy продовжує вдосконалювати свою лінійку мікроконтролерів, забезпечуючи вищу продуктивність та економічну ефективність, щоб прискорити впровадження рішень з подвійним керуванням двигунами.

Додаткову інформацію щодо продукції компанії Geehy, що була представлена в цій статті, можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії ТОВ «НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС»:

тел./факс: (044) 33-44-575,
e-mail: info@eurocom-c.com,
www.eurocom-c.com