

Інтегруйте своє рішення керування двигунами для оптимізації форм-фактора та продуктивності

Прамїт Нандї (Pramit Nandy), Microchip Technology

Переклад та редагування: Нікіта Єзерський, PhD, старший викладач кафедри ПРЕ, РТФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Майбутнє керування двигунами обіцяє захопливі перспективи, адже технології продовжують еволюціонувати. Системи керування двигунами стають дедалі ефективнішими, інтелектуальнішими, точнішими та більш взаємопов'язаними. Постійні дослідження і розробки, а також вдосконалення напівпровідникових технологій, алгоритмів керування та системної інтеграції сприятимуть подальшому підвищенню складності систем керування двигунами як в апаратному, так і в програмному аспектах.

Електродвигуни широко використовуються в різних сферах застосування, які є складовою частиною нашого сучасного способу життя та значно впливають на нього. Майже половина електроенергії у світі споживається системами, що містять електродвигуни та системи керування ними. З огляду на це, виробники електродвигунів зобов'язані дотримуватися політики енергоспоживання та енергоефективності. Крім того, їх заохочують використовувати екологічно чисті матеріали та впроваджувати сталі виробничі процеси. Така зміна пріоритетів стимулює створення більш енергоефективних електродвигунів, електроніки та алгоритмів, які дозволяють двигунам функціонувати з вищим ККД, зберігаючи при цьому компактну конструкцію. Ці тенденції свідчать про безперервний прогрес у технологіях двигунів з метою підвищення їх ефективності, продуктивності та сталості у найрізноманітніших застосуваннях.

ТЕНДЕНЦІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ

Перехід до електричних транспортних засобів та попит на енергое-

фективні системи стимулюють широке впровадження електродвигунів у різних галузях. Двигуни вже не обмежуються традиційними сценаріями використання. На рисунку 1 наведено приклади сучасних застосувань електродвигунів.

Інтеграція двигунів з технологіями Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) відкриває шлях до прогно-

зованого технічного обслуговування, контролю в реальному часі та вдосконалення показників продуктивності. Зростаючий акцент на енергоефективності спонукає до створення високоефективних двигунів із застосуванням інноваційних конструкцій та високоякісних матеріалів, що сприяє зменшенню енергоспоживання та викидів вуглецю.

Компактні та легкі двигуни стають дедалі важливішими, особливо в галузях автомобілебудування, авіакосмічній промисловості, промислових застосуваннях, а також у деяких споживчих пристроях, де простір та масогабаритні обмеження є критичними. Розвиток алгоритмів керування двигуном, як-от модельно-прогнозне керування та розширене безсенсорне керування, підвищує продуктивність, точність та гнучкість роботи двигуна.



Рис. 1. Приклади застосування електродвигунів

Integrated Motor Driver



Рис. 2. Склад інтегрованого драйвера двигуна

ЩО ТАКЕ ІНТЕГРОВАНІ ДРАЙВЕРИ ДВИГУНІВ?

Останні тенденції в області керування двигунами сприяють розвитку технологій, зокрема використанню інтегрованих драйверів двигунів. Інтегровані драйвери містять усі функції керування й аналогового інтерфейсу, необхідні для реалізації складних алгоритмів керування двигунами. Зазвичай вони містять високопродуктивний мікроконтролер (MCU), здатний виконувати безсенсорне векторне керування (*Field Oriented Control, FOC*), трифазний драйвер затворів MOSFET та, інколи, трансивер для комунікації (рис. 2).

ЩО ЗУМОВЛЮЄ ПОТРЕБУ В ІНТЕГРОВАНІХ ДРАЙВЕРАХ ДВИГУНІВ?

Інтегровані драйвери двигунів відіграють ключову роль у різноманітних галузях та варіантах застосування. Попит на них зростає завдяки їхній здатності спростити проектування, знизити витрати, підвищити продуктивність, заощадити простір, покращити надійність та забезпечити легку інтеграцію з іншими системами. Вони пропонують комплексне рішення для ефективних, компактних та надійних застосувань керування двигунами в багатьох галузях (рис. 3).

Інтегровані драйвери двигунів суттєво покращують продуктивність, енергоефективність та безпеку в автомобільних, промислових та електромобільних системах. В автомобілебудуванні вони вдосконалюють електропідсилювач керма (*Electric Power Steering, EPS*), гальмівні системи, системи опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC), а також системи охолодження двигуна. У промислових умовах вони забезпечують точне керування робототехнікою, акумуляторними насосами, компресорами та верстатами. В електромобілях ці мікроконтролери оптимізують керування двигуном, керування батареєю, рекуперативне гальмування, теплове керування та енергоефективність системи, а також забезпечують діагностику та безпеку.

Нижче наведено ключові причини, чому інтегровані драйвери двигунів є необхідними для широкого кола застосувань:

- **Спрощене системне проектування.** Інтегровані драйвери об'єднують функції керування двигуном, периферію та інтерфейси в одному чипі. Це спрощує проектування системи, знижує кількість компонентів і усуває потребу у зовнішніх схемах керування, заощаджуючи час і зусилля інженерів.
- **Економічна доцільність.** Інтеграція численних функцій у одному мікро-

контролері може знизити загальну вартість системи. Використання інтегрованого рішення зазвичай обходиться дешевше, ніж застосування окремих компонентів для керування двигуном, особливо у великосерійному виробництві.

- **Економія простору.** Мініатюризація — ключова тенденція сучасної електроніки. Інтегровані драйвери двигунів пропонують компактне рішення, поєднуючи кілька функцій в одному чипі. Це дозволяє заощаджувати площу плати, що є важливим для застосувань із жорсткими габаритними обмеженнями, зокрема в портативних пристроях, автомобільних системах та робототехніці.
- **Надійність і безпека.** Інтегровані драйвери часто містять вбудовані функції безпеки, якот виявлення несправностей, захист від перевантажень по струму та керування нагріванням, що підвищує надійність системи й забезпечує безпечну експлуатацію. Завдяки внутрішній інтеграції швидкість реакції на несправності вища, а надійність реагування — вища, ніж у разі використання окремих компонентів, інтегрованих на рівні плати.
- **Підключення та інтеграція.** Багато інтегрованих драйверів двигунів оснащені вбудованими інтерфейсами зв'язку, що спрощує їх інтеграцію в більші системи або застосування IoT. Це забезпечує безперебійну комунікацію, дистанційний моніторинг та керування, збільшуючи гнучкість системи та надаючи можливості для отримання даних і аналітики. Завдяки компактним розмірам, економічності, сучасним алгоритмам керування та вбудованим функціям безпеки мікроконтролери з інтегрованим керуванням двигуном стали критично важливими для зазначених секторів,

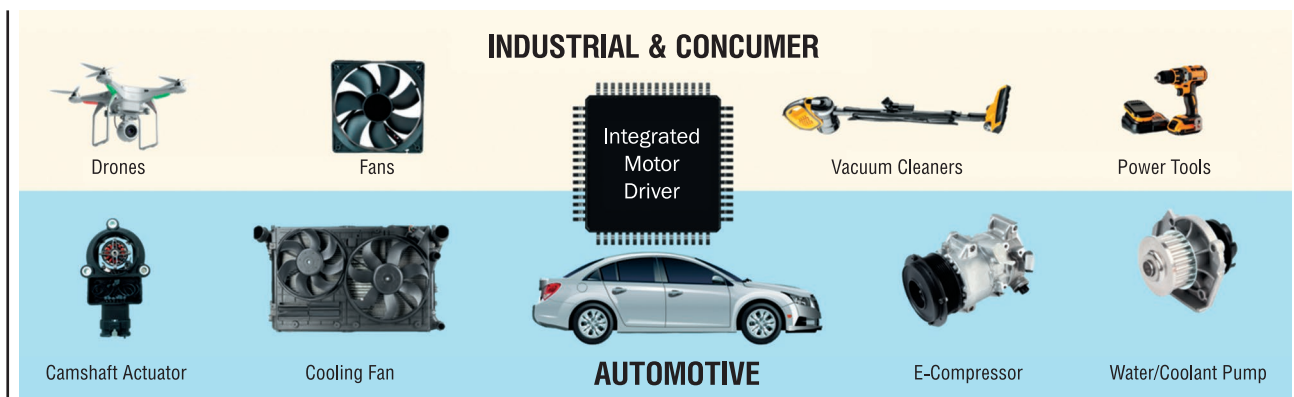


Рис. 3. Сфери застосування інтегрованих драйверів двигунів

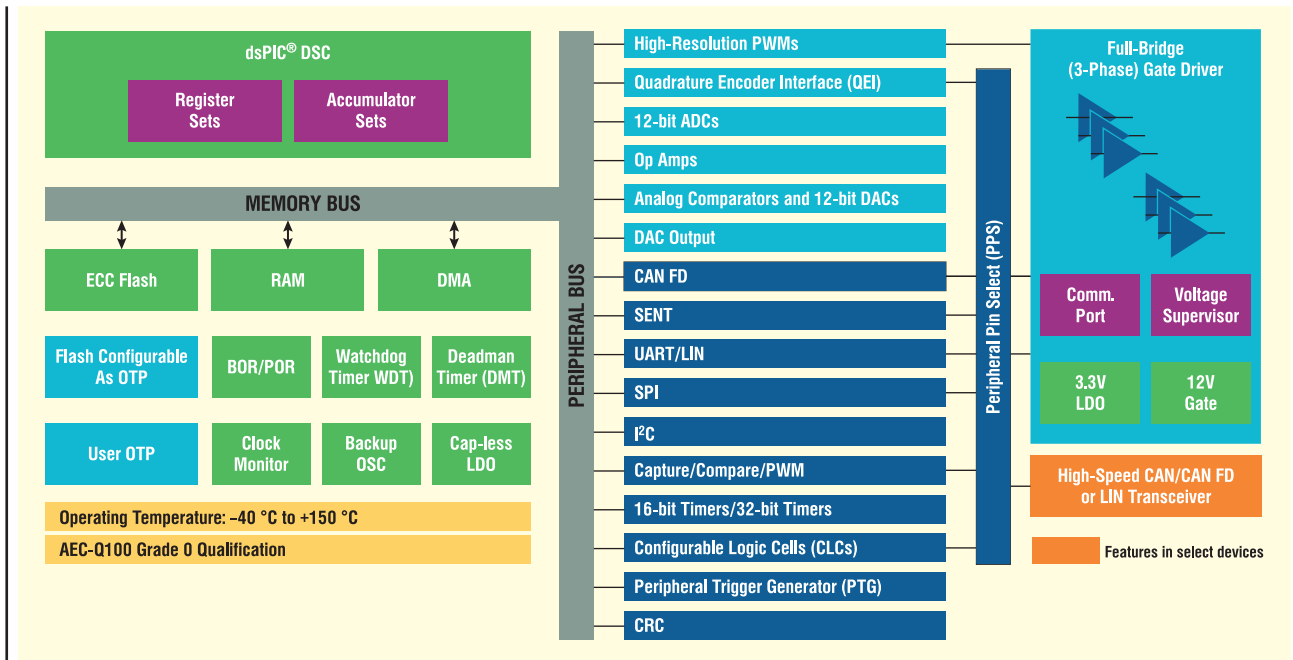


Рис. 4. Схема інтегрованого драйвера двигуна

сприяючи підвищенню продуктивності, енергоефективності, надійності та загальної інтеграції систем.

РІШЕННЯ ВІД MICROCHIP TECHNOLOGY

Компанія Microchip Technology представила нову серію інтегрованих драйверів двигунів на базі цифро-аналогових контролерів dsPIC® (*Digital Signal Controller, DSC*). Ці пристрої створені для спрощення впровадження ефективних вбудованих систем керування двигунами в реальному часі в засто-

суваннях, де простір є критичним фактором. Інтегровані драйвери (рис. 4), що поєднують dsPIC33 DSC, повномостовий драйвер затворів MOSFET та опційний трансивер LIN чи CAN FD, спрощують проектування, зменшують кількість компонентів, розмір друкованої плати (*Printed Circuit Board, PCB*) та загальну складність системи.

Ці інтегровані драйвери можуть житися від одного джерела напруги до 29 В (робоча напруга) і витримують перехідні процеси до 40 В. Вони забезпечують високу продуктивність ЦП (70–100 МГц) та оптимізовані для ефективного реалізації безсенсорного

векторного керування (*Field Oriented Control, FOC*) та інших просунутих алгоритмів керування двигунами. Вбудований стабілізатор напруги низького падіння (*Low Dropout, LDO*) на 3.3 В живить dsPIC DSC, усуваючи потребу у зовнішньому LDO.

ЕКОСИСТЕМА ТА ПІДТРИМКА

Для прискорення процесу розробки компанія Microchip пропонує комплексну екосистему ПЗ та інструментів для апаратної розробки в галузі керування двигунами (рис. 5). [dsPIC33CK](#)

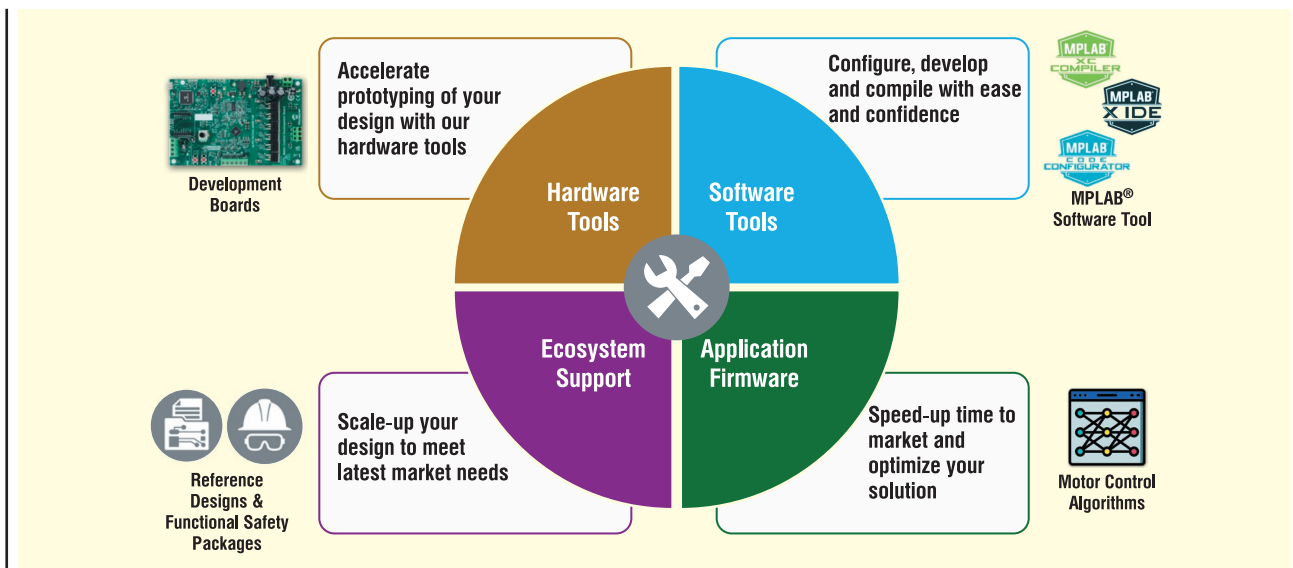


Рис. 5. Комплексна екосистема ПЗ та інструментів для апаратної розробки в галузі керування двигунами

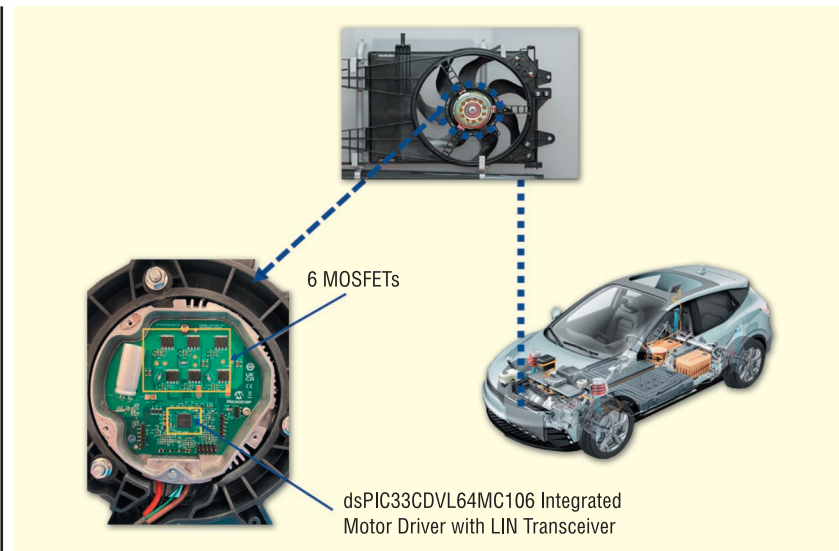


Рис. 6. Референсний проєкт для автомобільного вентилятора охолодження, що використовує dsPIC33CDVL64MC106 з інтегрованим драйвером двигуна та LIN-трансивером

Motor Control Starter Kit (MCSK) та *MCLV-48V-300W Development Board* — дві нові плати розробки на базі dsPIC33 з інтегрованими драйверами двигунів, що пропонують гнучкі можливості керування та швидке прототипування.

Програмний інструмент *MPLAB® motorBench® Development Suite* з графічним інтерфейсом (GUI), що надається безкоштовно, допомагає автоматично визначати ключові параметри двигуна, налаштовувати коефіцієнти ПІД-регуляторів і генерувати вихідний код. Остання версія v2.45 пропонує нову функцію Zero-Speed/Maximum Torque (ZS/MT), яка максимізує крутний момент двигуна без необхідності використання датчиків Холла чи магнітних сенсорів.

Microchip також пропонує безкоштовні *MPLAB® Device Blocks* для MATLAB® Simulink®, які дають змогу генерувати оптимізований код із моделей для dsPIC DSC та інших MCU Microchip. Портфель референсних проєктів на базі dsPIC DSC для керування двигунами, що постійно розширюється, містить численні готові до використання рішення, що пришвидшують розробку. На рисунку 6 наведено приклад референсного проєкту для автомобільного вентилятора охолодження, що використовує dsPIC33CDVL64MC106 з інтегрованим драйвером двигуна та LIN-трансивером.

Детальнішу інформацію про інтегровані драйвери двигунів на базі dsPIC DSC можна знайти на відповідній вебсторінці: [dsPIC® DSC-Based integrated motor drivers](#).

ВИСНОВОК

Майбутнє керування двигунами обіцяє захопливі перспективи, адже технології продовжують еволюціонувати. Системи керування двигунами стають дедалі ефективнішими, інтелектуальнішими, точнішими та більш взаємопов'язаними. Постійні дослідження і розробки, а також вдосконалення напівпровідникових технологій, алгоритмів керування та системної інтеграції сприятимуть подальшому підвищенню складності систем керування двигунами як в апаратному, так і в програмному аспектах.

Зі зростанням апаратної складності зростає попит на інтегровані драйвери двигунів, що містять контролер, трифазний драйвер MOSFET та засоби комунікації. Така інтеграція сприятиме забезпеченню високої потужності і точності, що робить їх придатними для широкого спектру застосувань — від промислового обладнання до електромобілів. Завдяки наявності комунікаційних інтерфейсів ці інтегровані драйвери можна без проблем упроваджувати у мережеве середовище, що робить можливим дистанційне керування та моніторинг.

Інтегровані драйвери двигунів від Microchip Technology — це комплексне рішення для керування двигунами, що пропонує високу продуктивність, адаптивність та підключення. Вони є яскравим прикладом відданості компанії Microchip впровадженню інноваційних та ефективних рішень, які відповідають постійно мінливому технологічному ландшафту.

ІНТЕГРОВАНА ТА КОМПАКТНА МІКРОСХЕМА ДЛЯ СИСТЕМОЇ БАЗИ CAN FD ДЛЯ ЗАСТОСУВАНЬ З ОБМЕЖЕНИМ ПРОСТОРОМ

Збільшення кількості підключених пристроїв на автомобільному та промисловому ринках стимулює попит на рішення дротового зв'язку з вищою пропускну здатністю, меншою затримкою та підвищеною безпекою. Надійні та безпечні комунікаційні мережеві рішення є життєво важливими для передавання та обробки даних за призначенням. Компанія **Microchip Technology** оголосила про випуск нового сімейства системних базових мікросхем (System Basis Chips, SBC) ATA650x CAN FD з повністю інтегрованим високошвидкісним CAN FD трансивером і 5-V стабілізатором напруги з низьким падінням напруги (Low-Drop Voltage, LDO), які доступні в компактних 8-, 10- і 14-контактних корпусах.

SBC з інтерфейсом CAN FD ATA650x мають мініатюрні розміри: 2 мм × 3 мм для корпусів VDFN8, 3 мм × 3 мм для корпусів VDFN10 і 3 мм × 4.5 мм для корпусів VDFN14. Завдяки вбудованому високошвидкісному трансиверу CAN FD, SBC підтримують швидкість передачі та приймання даних до 5 Мбіт/с.

Надійне рішення для застосування в умовах обмеженого простору і низького енергоспоживання, ці SBC демонструють дуже низьке енергоспоживання, а типовий струм очікування складає всього 15 мкА. SBC ATA650x дозволяють керувати напругою живлення V_{CC} за допомогою сигналів шини, що зменшує споживання струму автомобільними електронними блоками керування (Electronic Control Unit, ECU). Для подальшого зниження енергоспоживання SBC можуть відключати живлення мікроконтролера, вимикаючи LDO в сплячому режимі.

Функції безпеки, доступні в пристроях ATA650x, містять функції відмовостійкості, захисту та діагностики для забезпечення надійного зв'язку по шині в сучасних мережах. Пристрої ATA650x, розроблені для захисту від електростатичного розряду (Electrostatic Discharge, ESD) і оснащені функціями електромагнітної сумісності (Electromagnetic Compatibility, EMC), є надійними рішеннями для застосування в суворих умовах експлуатації.

www.microchip.com