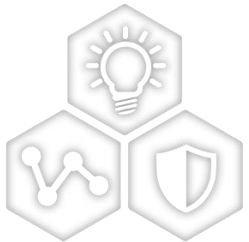




# 모터제어 원칩 솔루션과 멀티 모터 제어



A Leading Provider of Smart, Connected and Secure Embedded Control Solutions



SMART | CONNECTED | SECURE

발표자  
한동엽, 임베디드 솔루션 엔지니어

2022-11-29



# 모터제어 원칩 솔루션

---

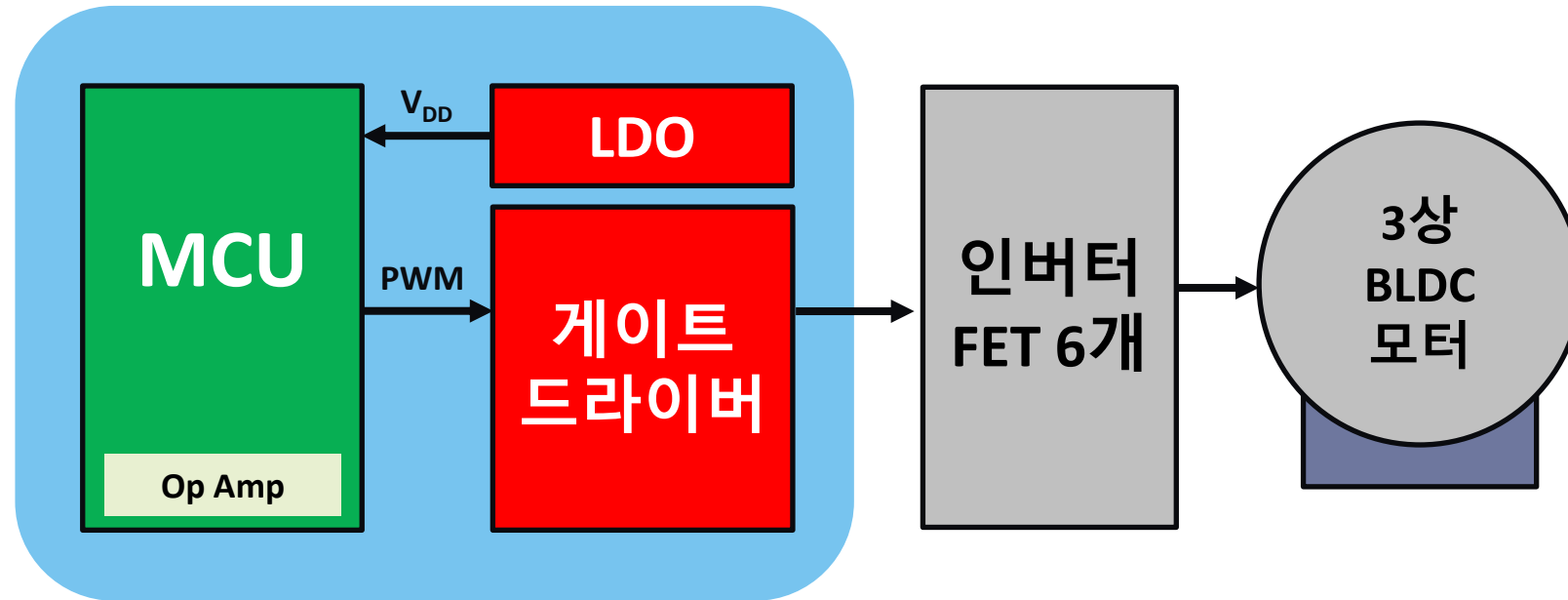
마이크로컨트롤러 (MCU) + 게이트 드라이버 + LDO

# 모터제어 원칩 솔루션



## 원칩 솔루션은 무엇인가?

- 시스템 인 패키지 (SiP)
- MCU + 게이트 드라이버 + LDO (70 mA)



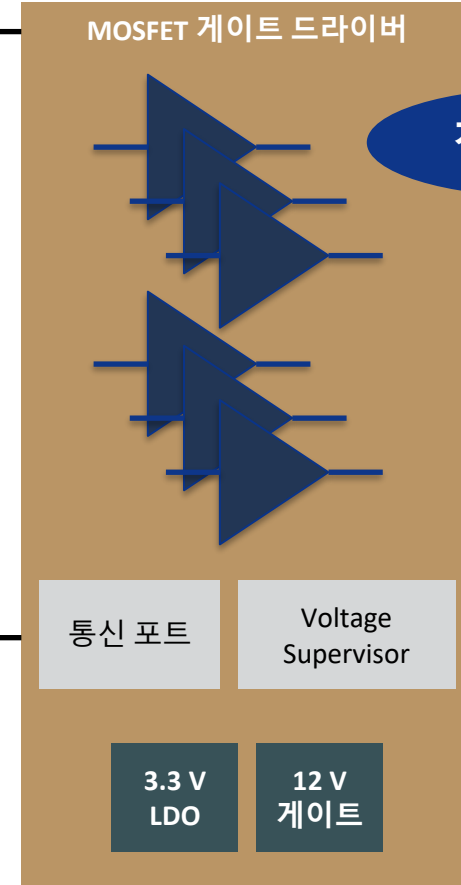
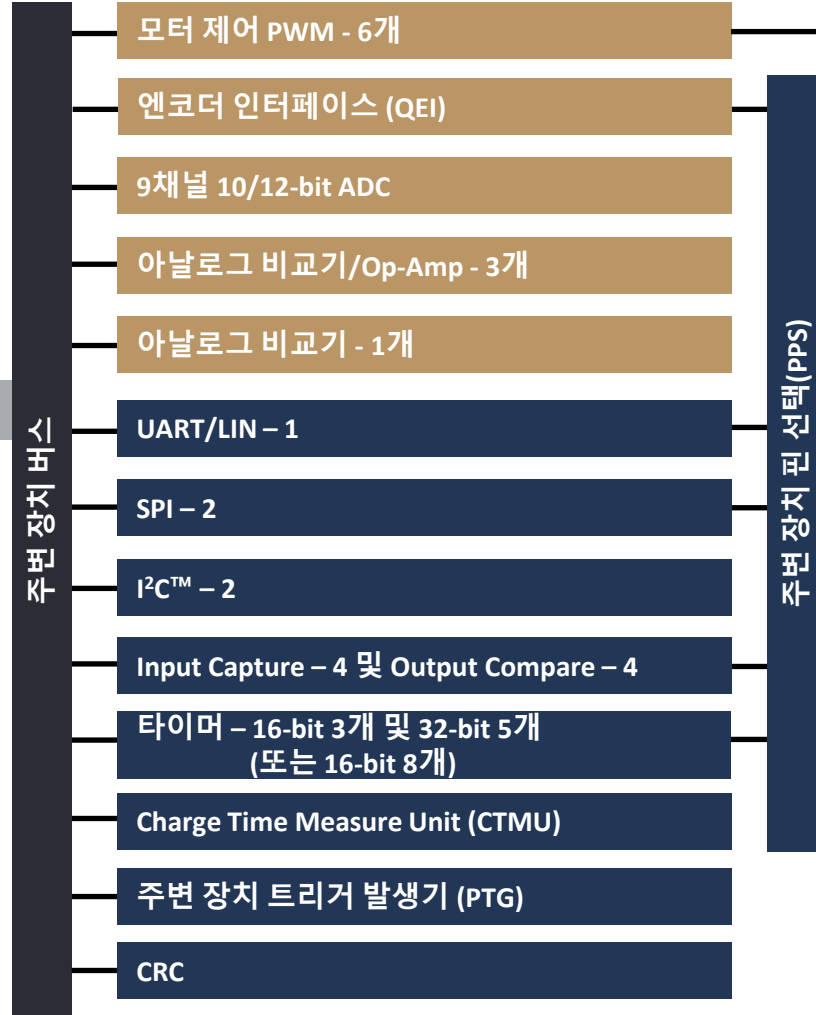
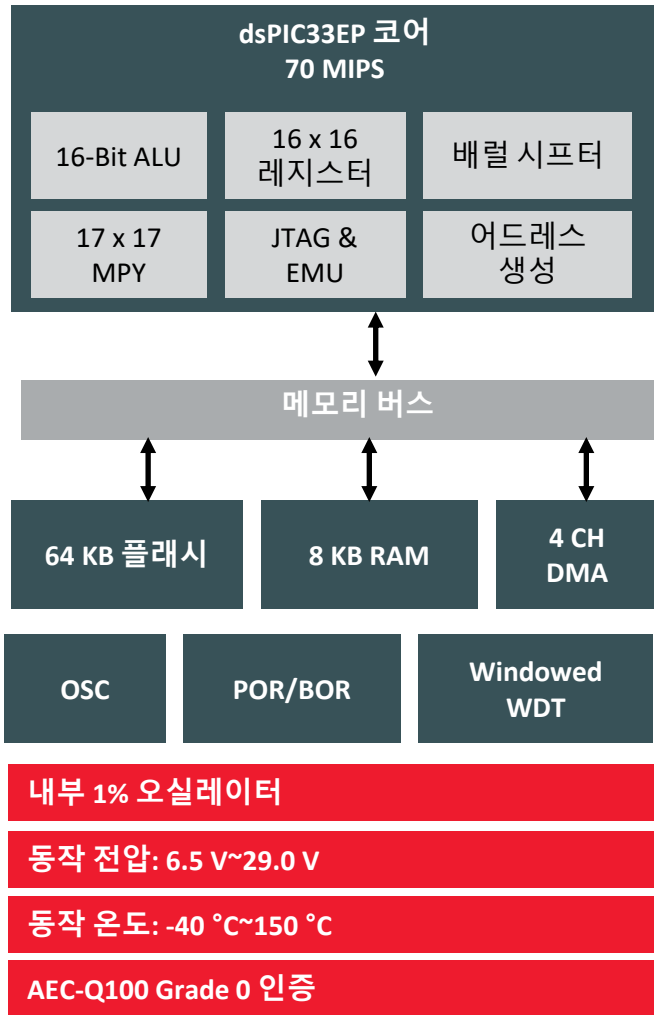
# dsPIC33EDV64MC205 시스템 인 패키지



정식 출시

- **dsPIC33EP64MC20x – DSP를 포함한 고성능 코어**
  - 70 MHz CPU, 64 KB 플래시, 8 KB SRAM,
  - 6개의 모터제어 PWM, 7ns 해상도
  - 9채널 ADC, 12-bit, 500 KSPS,
  - Op Amp/비교기 3개 + DAC 포함 비교기 1개
  - 1 엔코더 인터페이스 (Quadrature Encoder Interface; QEI)
- **MCP8021 – LDO를 포함한 3상 NMOS 게이트 드라이버**
  - 12 V/0.5 A 게이트 드라이버, Shoot-Through, 과전류 및 단락 보호 기능 포함
  - 절전 모드 5uA, 웨이크 업 핀
  - 3.3 V LDO (70 mA)
- **적용 분야 – 3상 모터제어 응용 제품**
  - 동작 전압: 6.5 V~29.0 V
  - 자동차 적용을 위한 인증 완료 (AEC-Q100 grade – 0)
  - 라디에이터 팬, HAVC 팬과 컴프레셔, 연료/오일/냉각수 펌프
  - 터보차저, EGR 밸브 액추에이터 및 캠 샤프트 밸브 제어

# dsPIC33EDV64MC205 제품군 개요

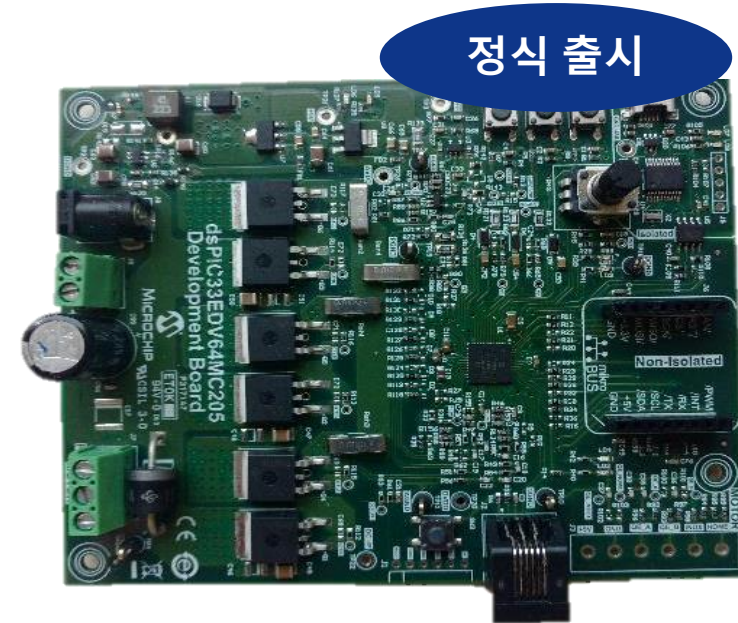


패키지: 52핀 QFN(7 x 7 mm)

# dsPIC33 MC SiP 개발 보드



- **각종 인터페이스 들을 두루 갖춘 통합 개발 보드**
  - dsPIC33EDV64MC205 SiP, LDO가 포함된 통합 MOSFET 게이트 드라이버 내장
- **동작 범위**
  - 입력 DC 전압: 10 V~24 V
  - 정격 RMS 전류: 10 A (+25 °C)
  - 12 V/0.5 A 게이트 드라이버, 블랭킹 시간 프로그래밍 가능
  - Shoot-Through, 과전류, 단락 보호, 40 V transient capability
  - 절전 모드 5uA, 3.3 V/5 V 프로그래밍 가능 LDO (70 mA), 웨이크 업 핀
- **PMSM/BLDC 모터 구동**
  - 홀 센서, 상 전압 또는 엔코더 피드백
  - 상전류 측정 방법으로 Single 또는 Dual-shunt 선택 가능
- **시리얼 통신을 위한 mikroBUS™ Click board™ 확장 기능**
- **내부 MCU 전원공급을 위한 내장 LDO 또는 외장 LDO 선택 가능**
- **실시간 디버깅이 가능한 X2C Scope를 위한 절연된 USB/UART 통신 인터페이스 제공**



dsPIC33EDV64MC205 SiP 개발 보드

# dsPIC33 MC SiP 개발 보드



- 센서리스 FOC 어플리케이션 노트와 오픈 소스코드 제공

정식 출시

AN1292 [Download Application Note](#)

**Title** Sensorless Field Oriented Control (FOC) for a Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) Using a PLL Estimator and Field Weakening (FW)

**Name** AN1292

**Date** 06/24/2015

**Authors** Mihai Cheles

**Application Categories** > Motor Control / Brushless DC Motors  
> Motor Control / Permanent Magnet Synchronous Motors

**Product Categories** dsPIC DSCs

**Description** This application note describes a sensorless FOC algorithm for PMSM motors using a Phase-Locked Loop (PLL) position and speed estimator using the dsPIC.

## Files

Title	Download	Date	Size
AN1292 Dual Motor Control Source Code for DV330100 using dsPIC33CK256MP508	Download	07/07/2022	3.0 MB
AN1292 Source Code for DM330027 using dsPIC33EDV64MC205	Download	07/07/2022	5.6 MB



# 멀티 모터 제어

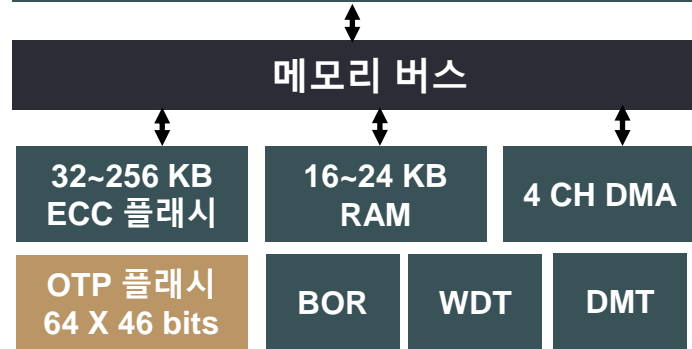
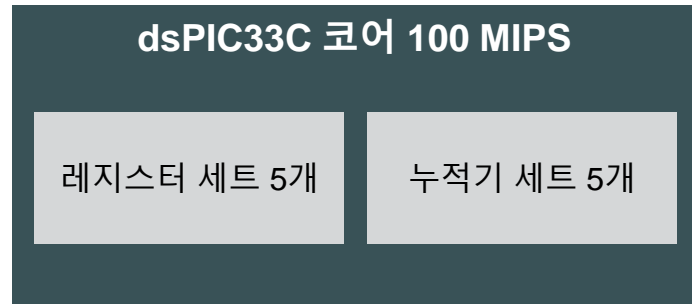
---

단일 MCU로 다수의 모터 제어  
dsPIC33 (16-bit) 및 PIC32 (32-bit)

# 멀티 모터 제어 가능한 16-Bit MCU

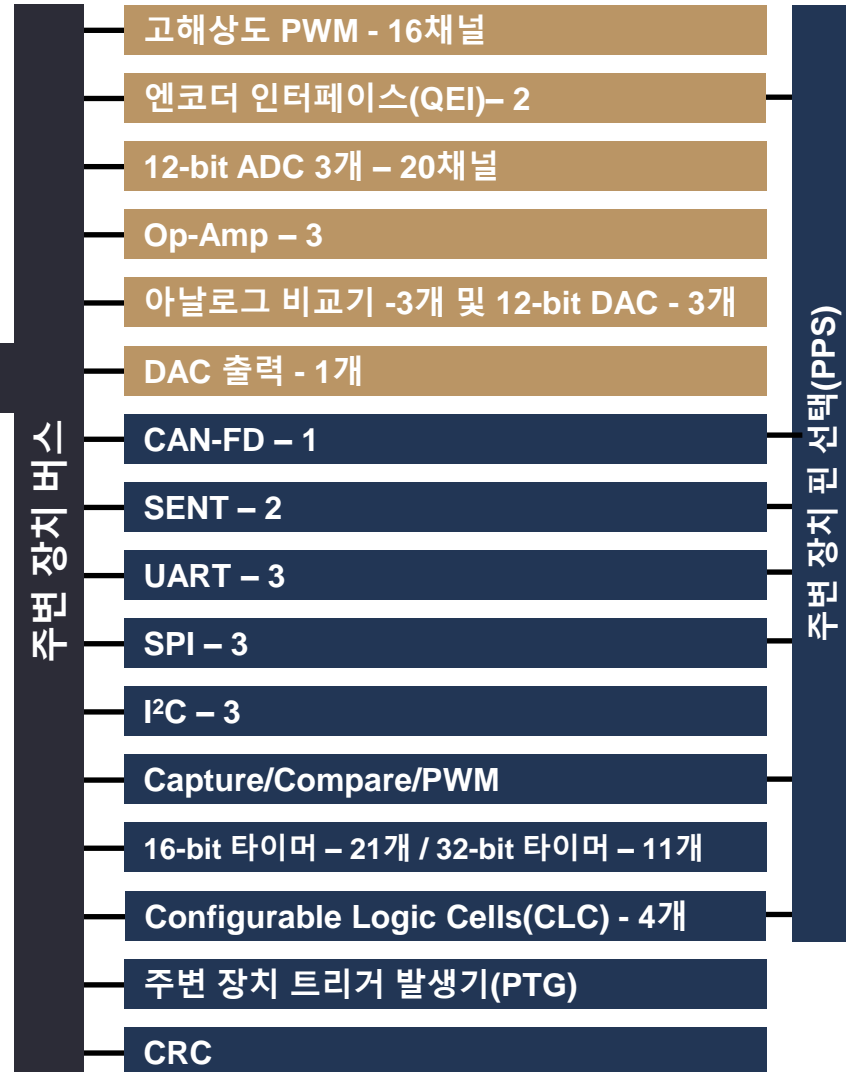


## dsPIC33C 및 주변 장치



- 동작 전압: 3.0~3.6 V
- 동작 온도: -40 °C~150 °C
- AEC-Q100 Grade 0 인증

- 28핀: SSOP, uQFN(6 x 6 mm)
- 36핀: uQFN(5 x 5 mm)
- 48핀: uQFN, TQFP(6 x 6 mm)
- 64핀: QFN, TQFP(9 x 9 mm, 10 x 10 mm)
- 80핀: TQFP(12 x 12 mm)



1개의 BLDC 모터는 6개의 PWM Ch 필요

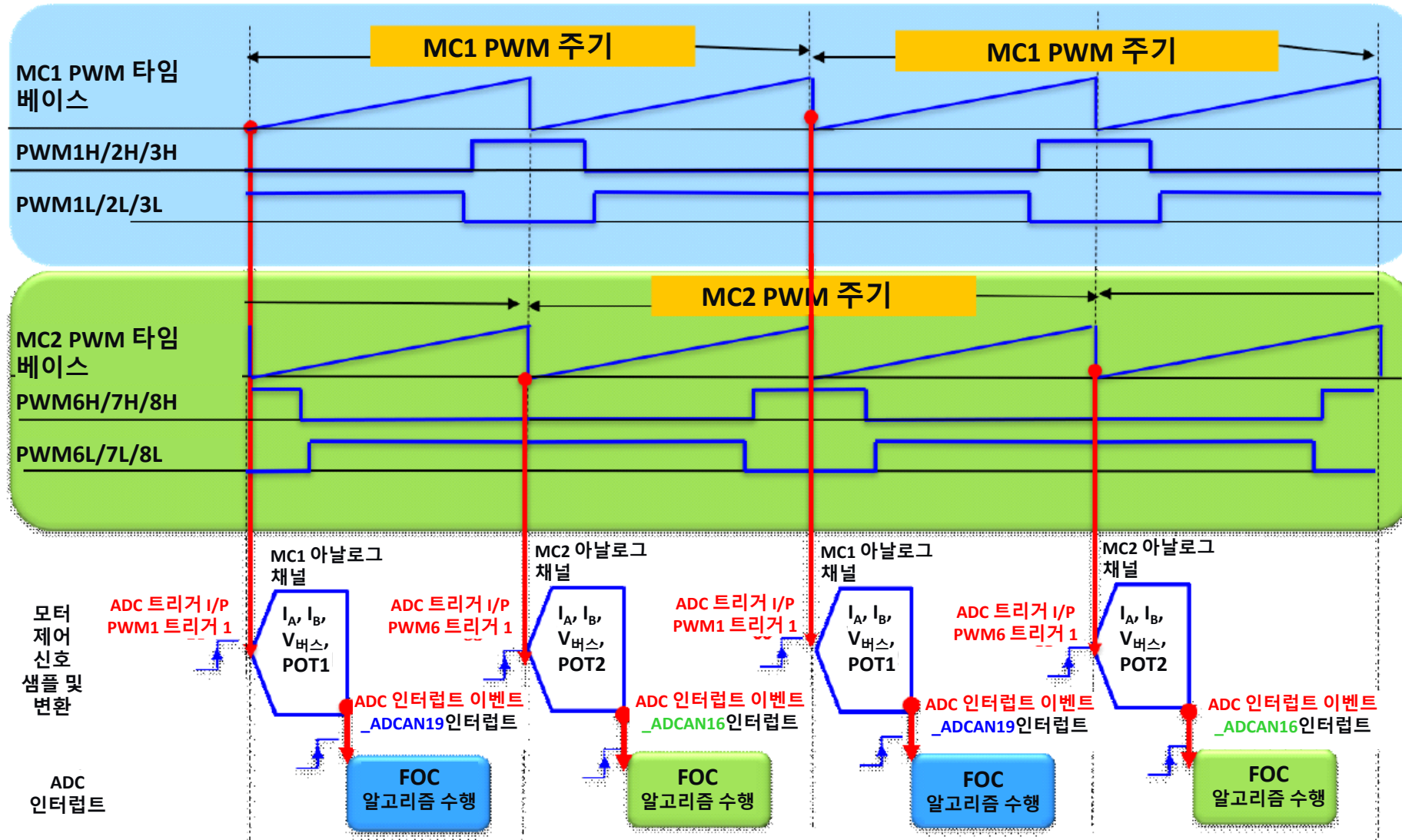
1개의 DC 모터는 4개의 PWM Ch 필요

**16 Ch PWM로 최대 2 BLDC 모터 + 1 DC 모터 제어 가능**

# 2 BLDC 모터 제어 - 16-Bit MCU

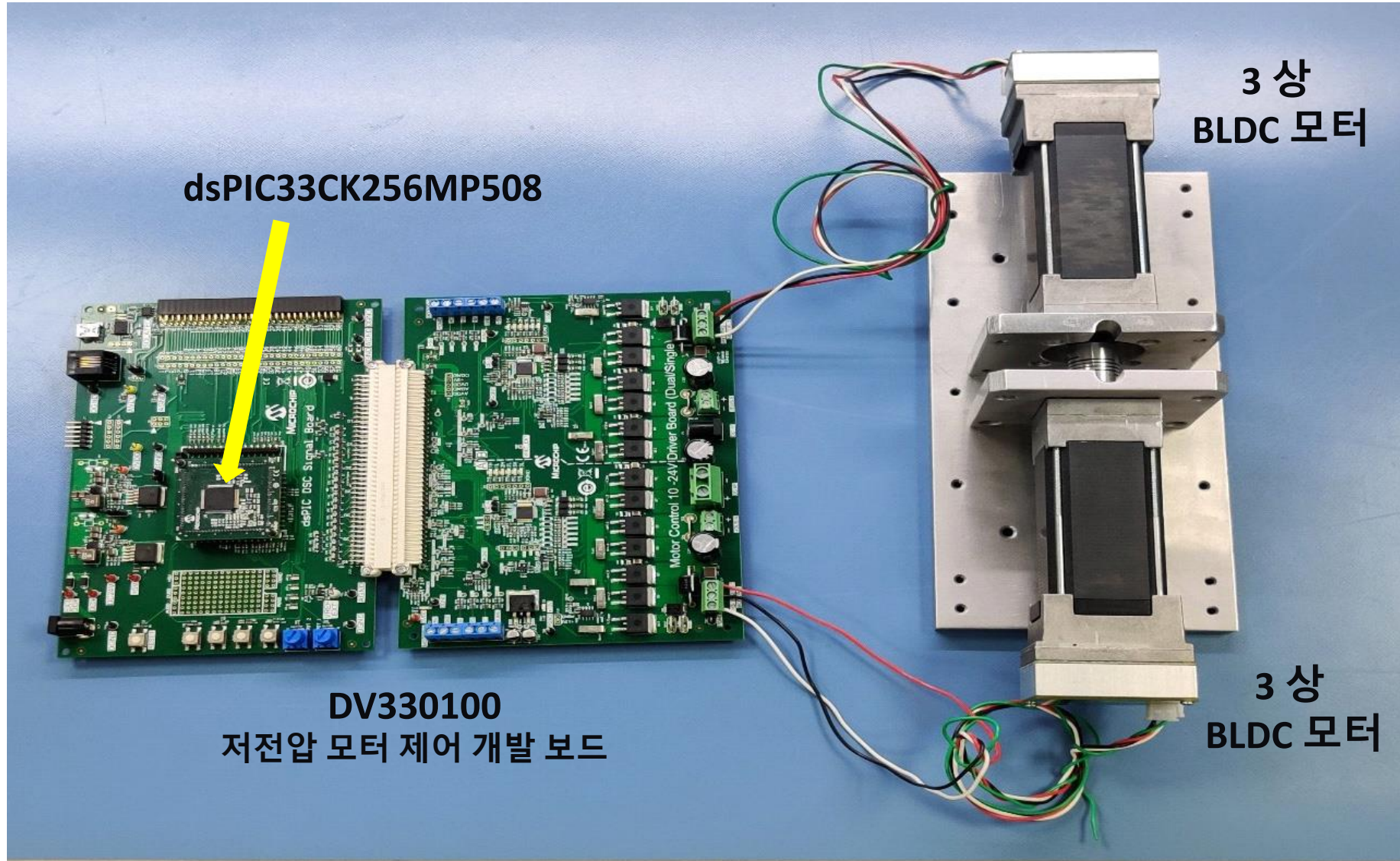


## FOC 구현 - MC1 & MC2 (MC-Motor Control)



# 2 BLDC 모터 제어 - 16-Bit MCU

## 개발 보드 구성

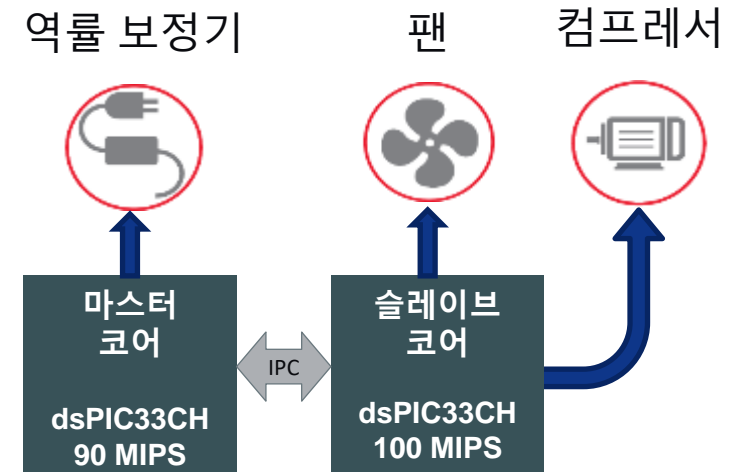


# 에어컨 레퍼런스 디자인 - 16-Bit MCU



## 특징:

- Active PFC – 90% 효율, 0.99 PF, 총 입력 전력 1.8 KW
- IPMSM/PMSM 컴프레셔 모터
  - 1.4 KW 인버터 보드
  - 센서리스 FOC 제어
  - 고속 운전을 위한 약자속 제어 알고리즘 구현
- IPMSM/PMSM 팬 모터
  - 150 W 인버터 보드
  - 센서리스 FOC 제어
- 비용 절감 솔루션
  - 듀얼 코어 dsPIC33CH128MP508 1개로 PFC와 모터를 동시 제어
  - 에너지 효율 개선

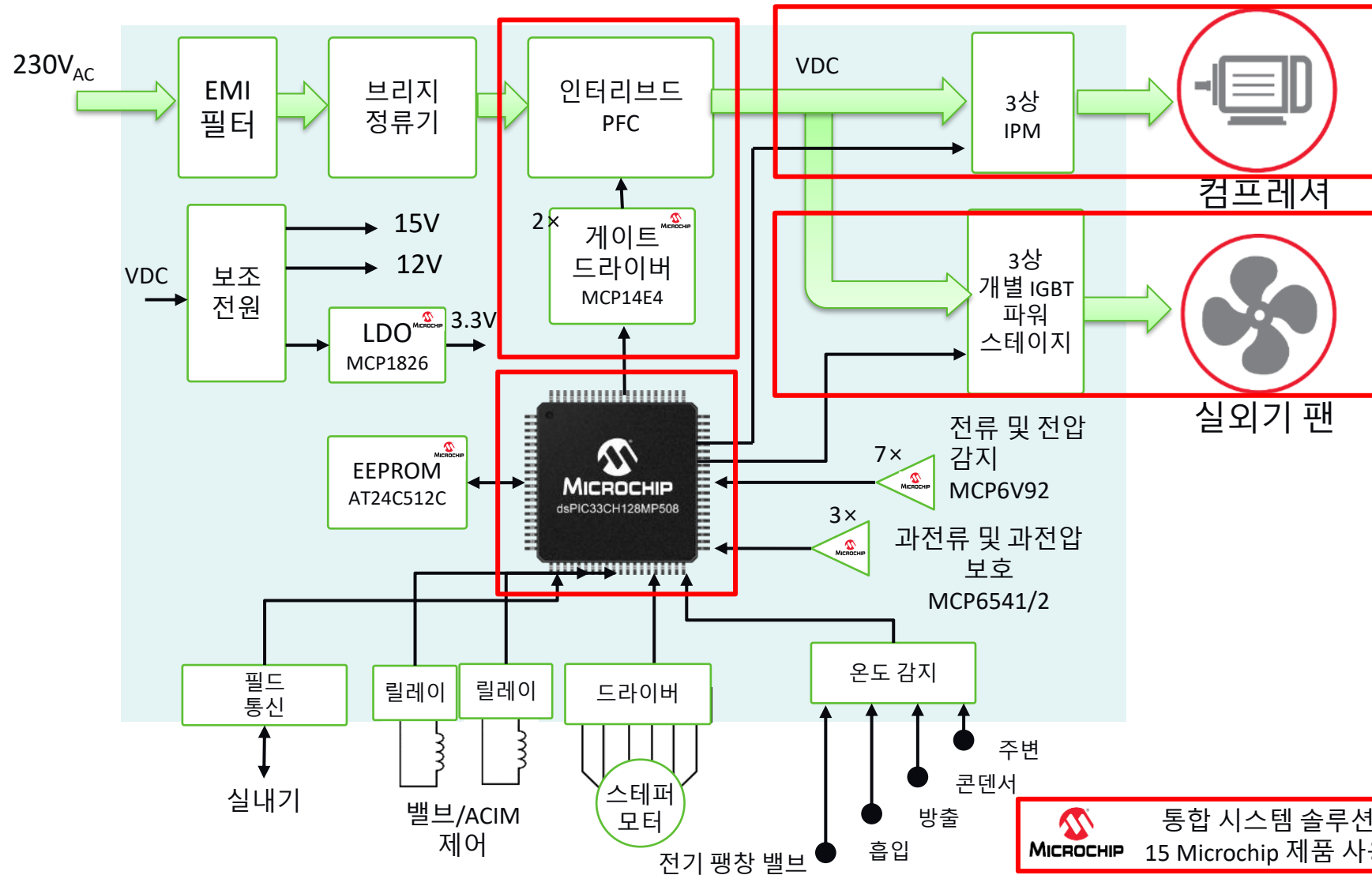


3개의 디바이스를 하나로 줄일 수 있는 솔루션

# 에어컨 레퍼런스 디자인 - 16-Bit MCU



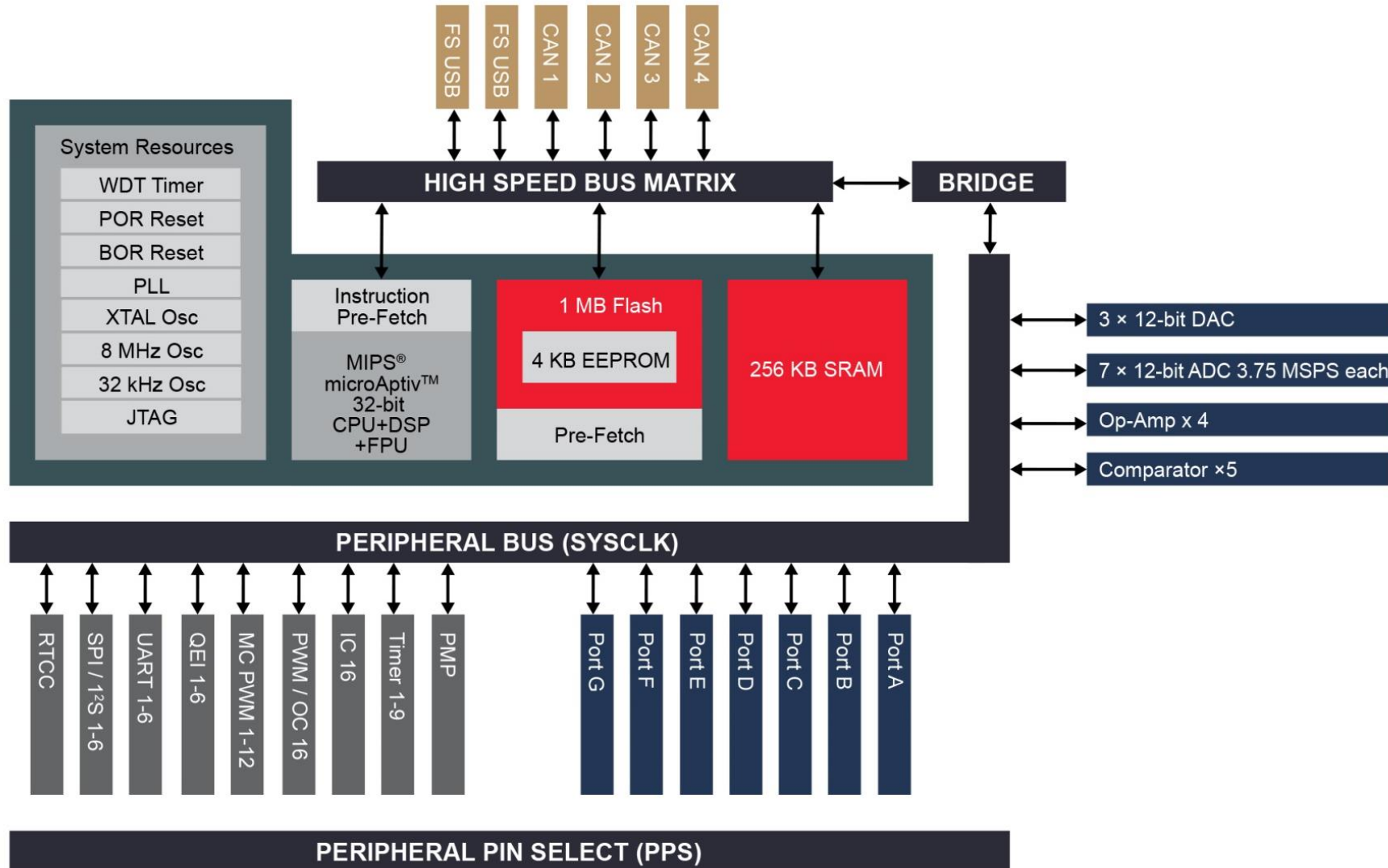
## 블럭다이어그램



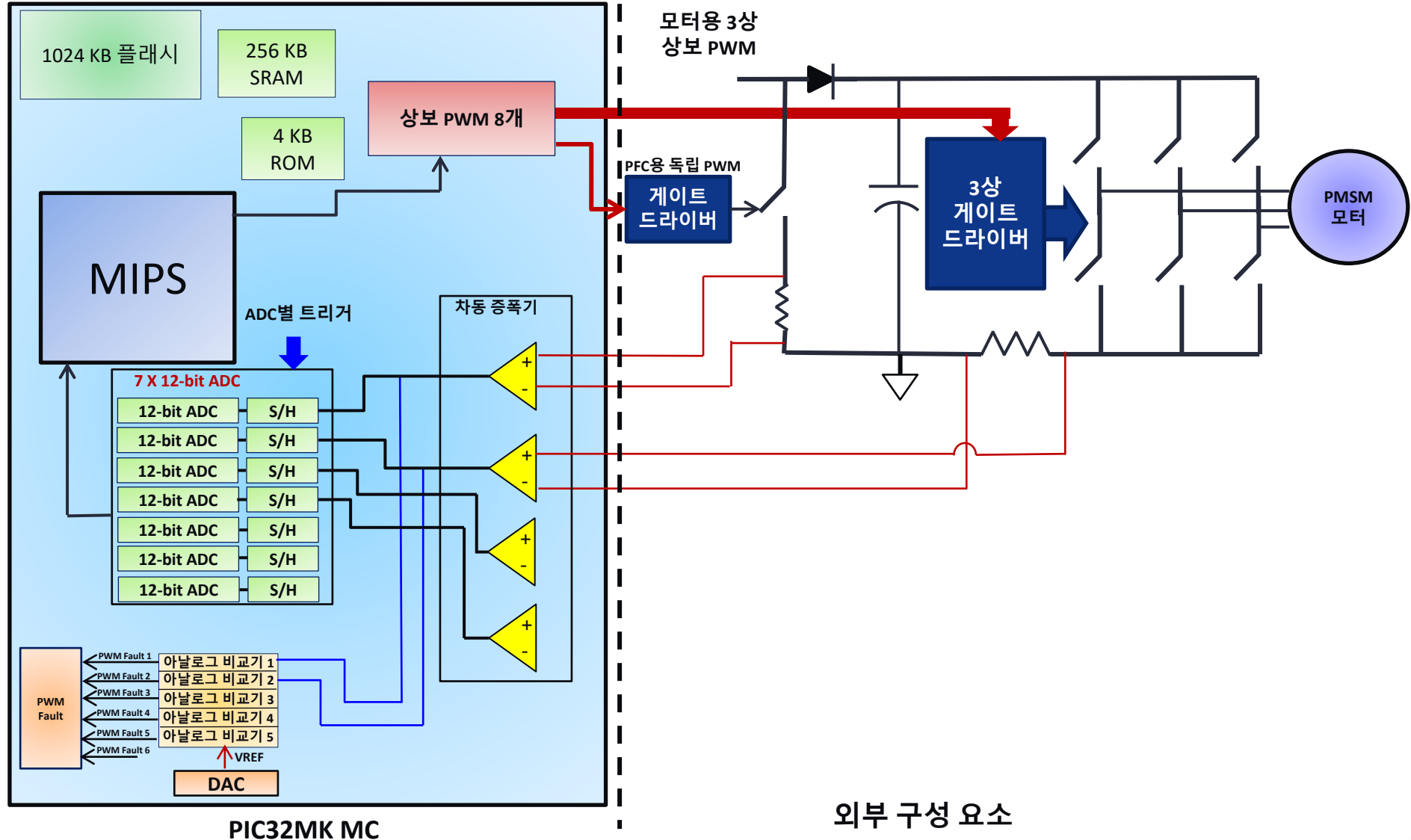
# 멀티 모터 제어 가능한 32-Bit MCU



## PIC32MK 및 주변 장치



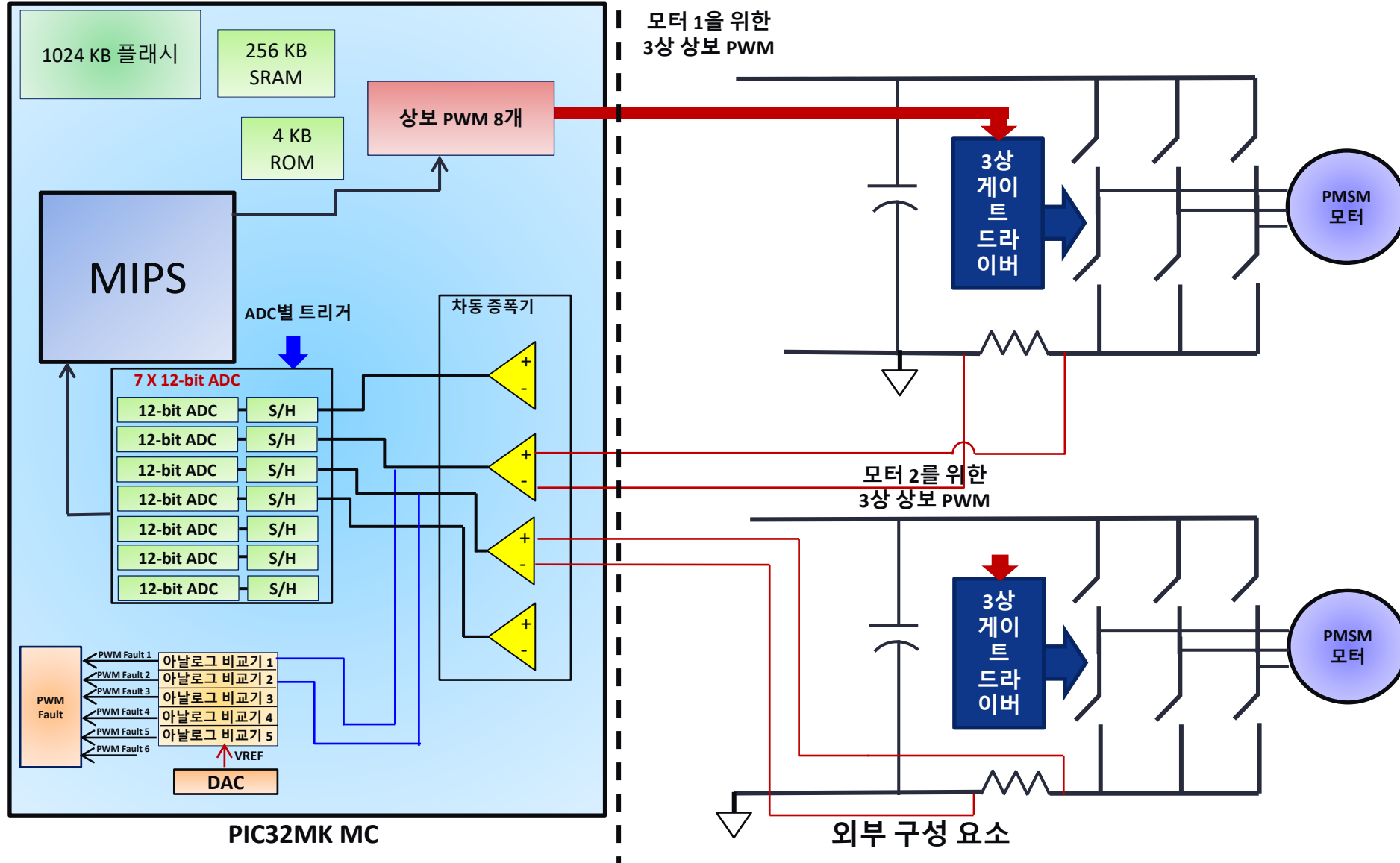
# 1 BLDC 모터 + Boost PFC 제어 - 32-Bit MCU



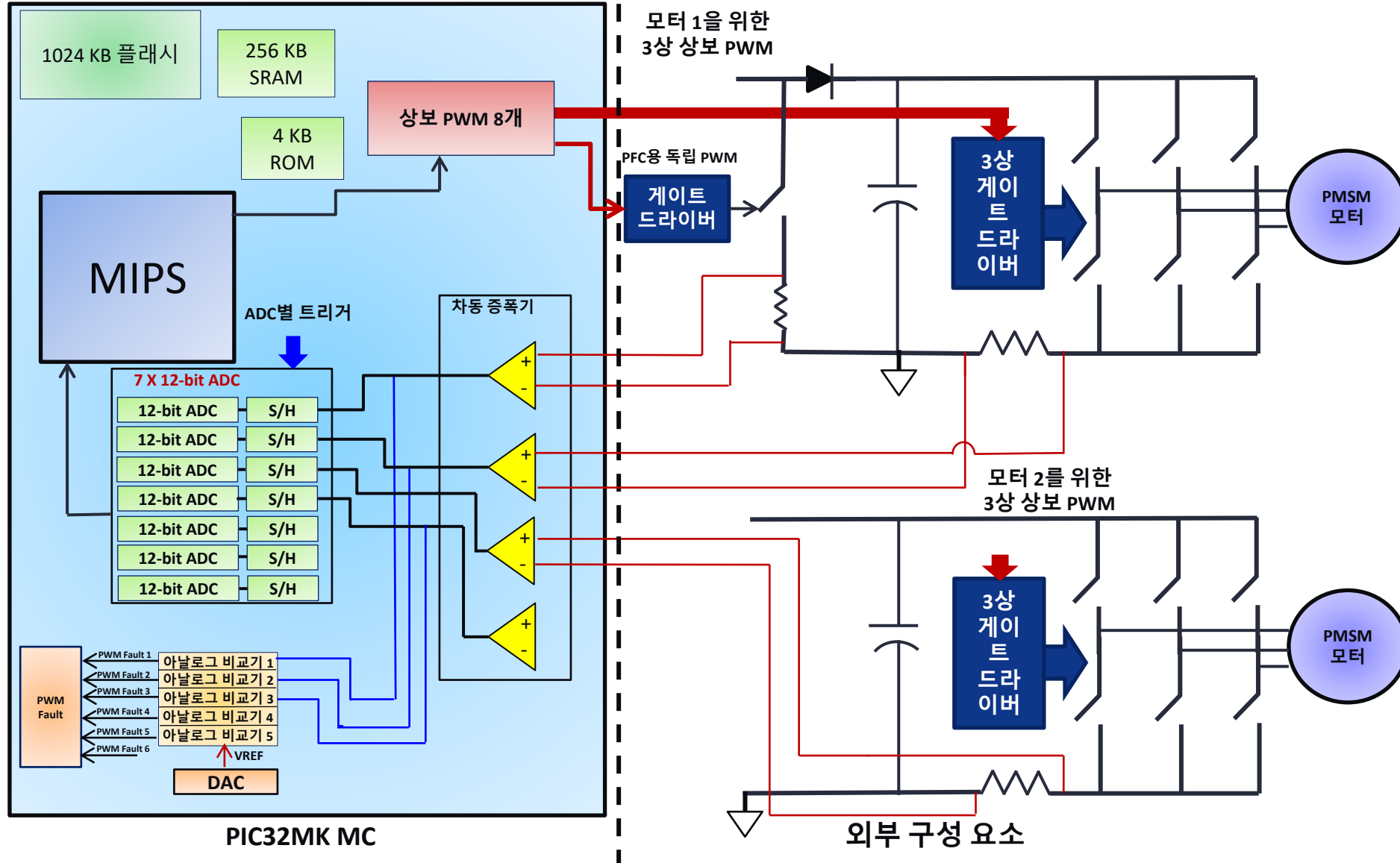
PIC32MK MC

외부 구성 요소

# 2 BLDC 모터 제어 - 32-Bit MCU

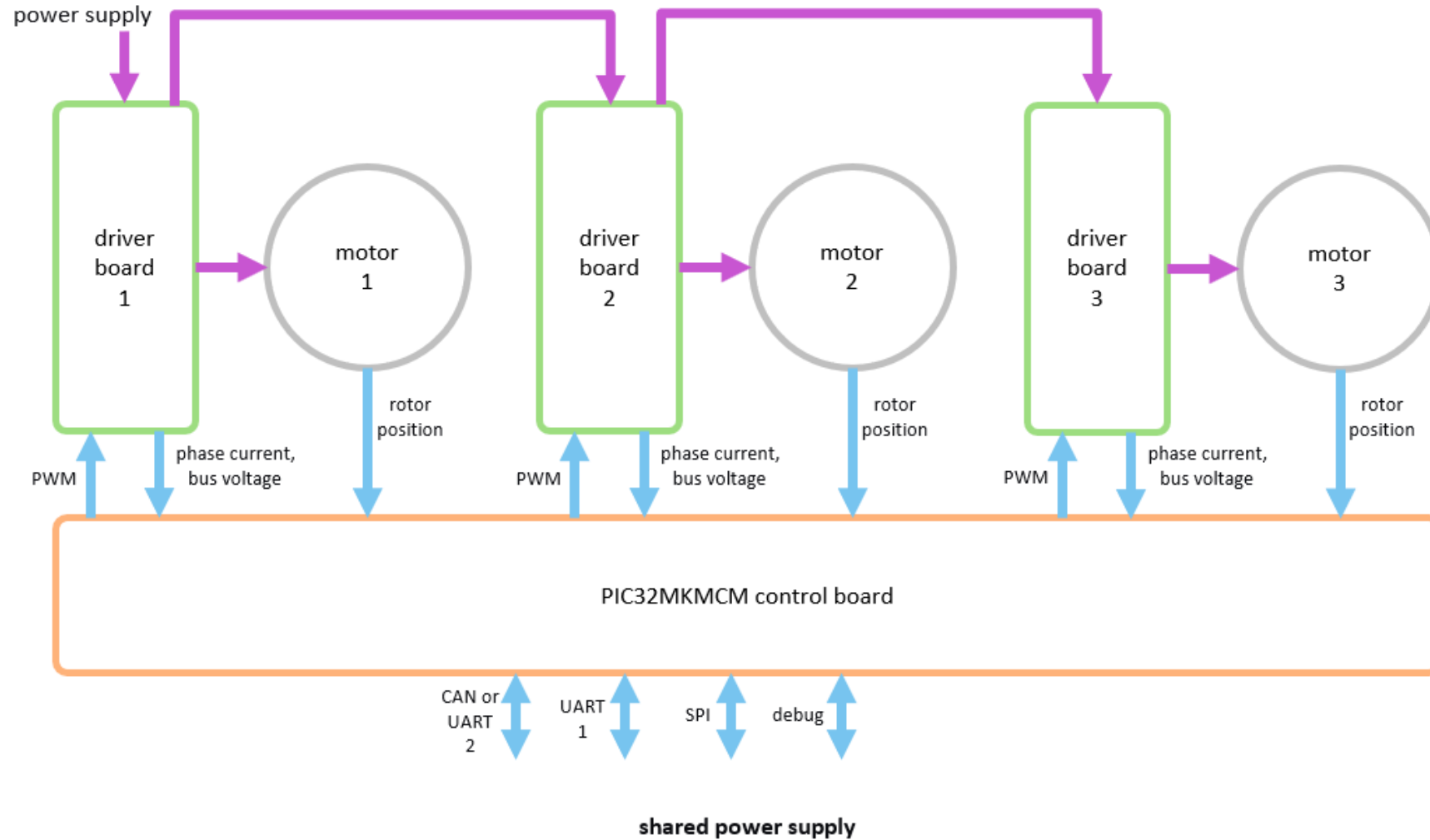


# 2 BLDC 모터 + Boost PFC 제어 - 32-Bit MCU



# 3 BLDC 모터 제어 - 32-Bit MCU

## 하드웨어 구성

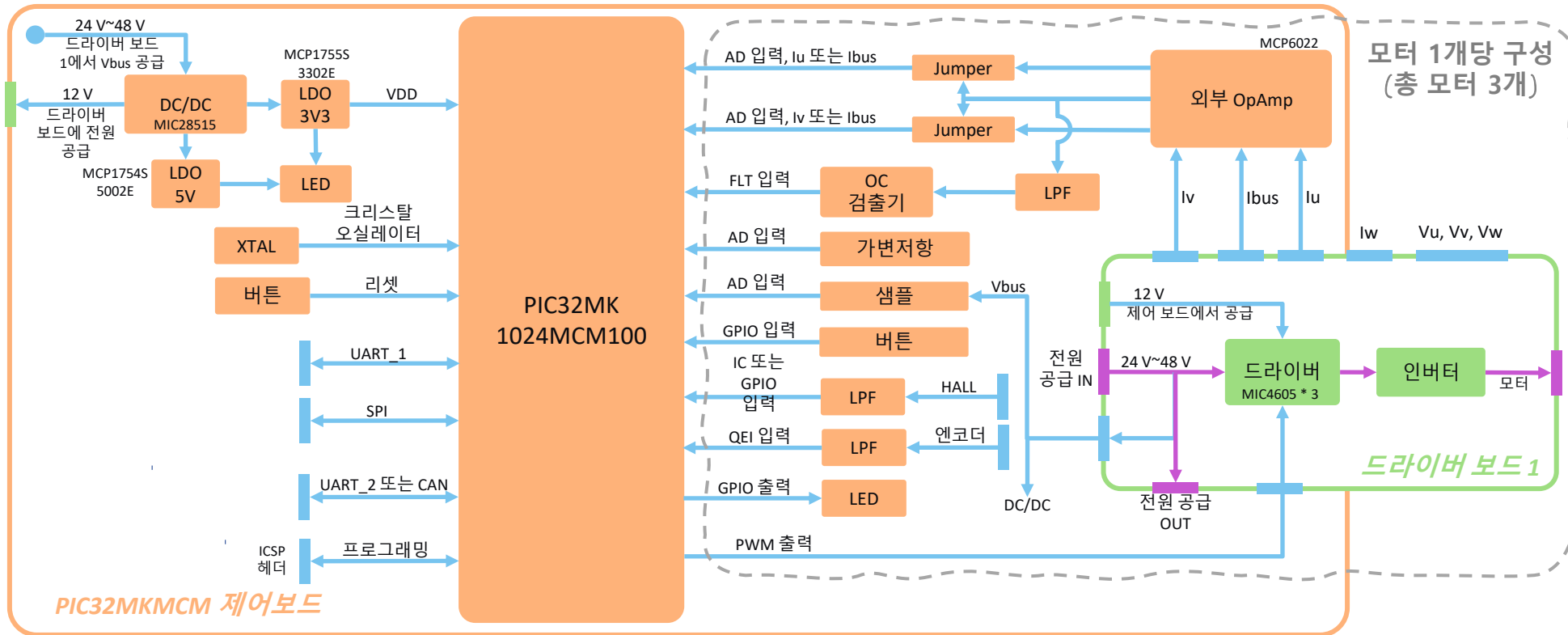


# 3 BLDC 모터 제어 - 32-Bit MCU



## 하드웨어: 상세 토폴로지

- 제어 보드
- 인버터 보드



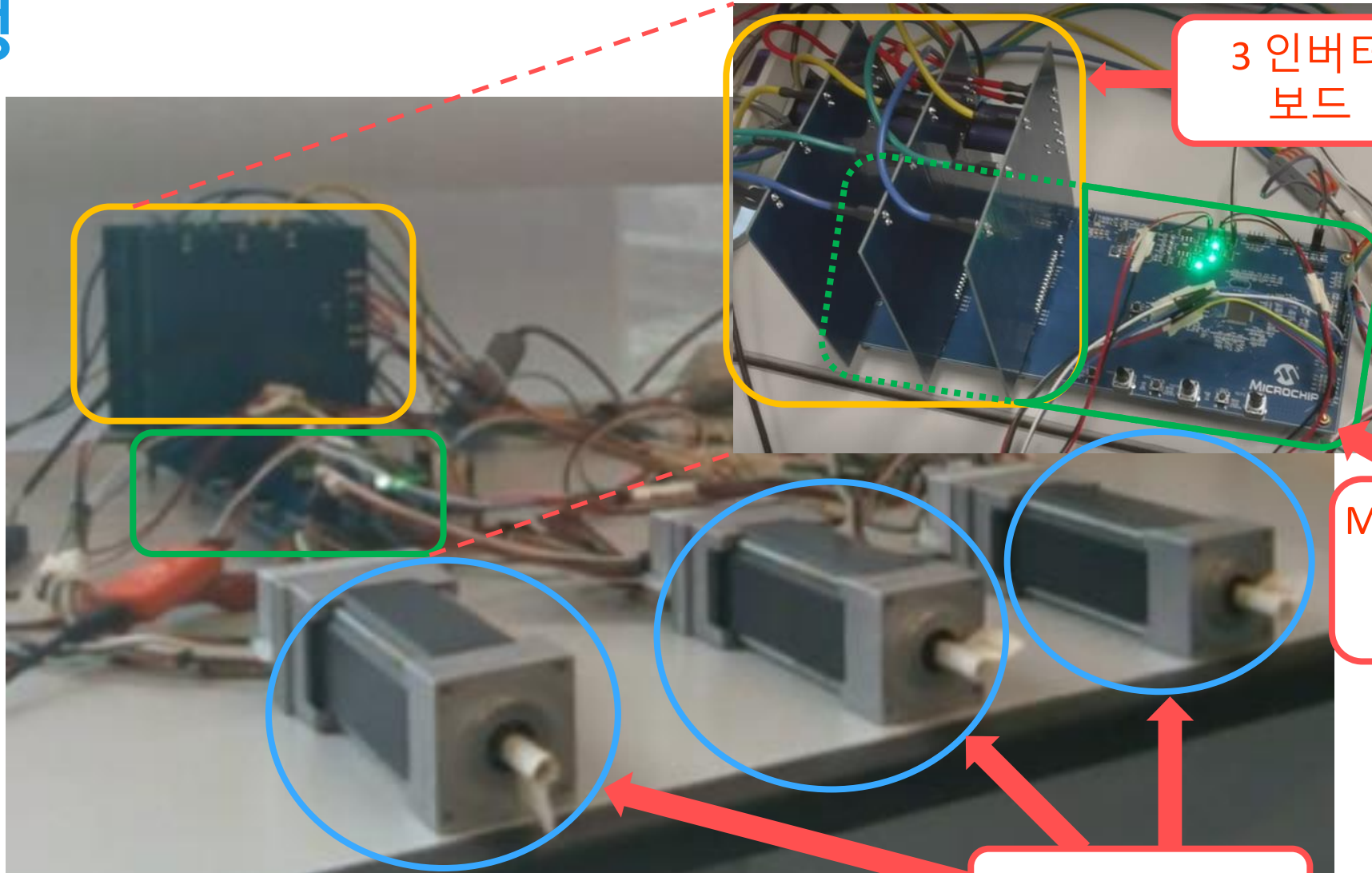
- DC/DC 컨버터는 제어보드에 포함
- UART, SPI, CAN
- MCU 리셋 버튼
- 외부 오실레이터

- 상전류 또는 DC 버스 전류 측정 가능
- 과전류 감지를 통한 PWM 차단 가능
- 각 모터를 제어하기 위한 가변 저항, 버튼, LED 내재
- DC 링크 전압 측정 가능
- 홀 센서와 엔코더 인터페이스 내장

- 3상 상전류 측정 가능
- 버스 전류 및 전압 측정 가능
- 3상 상전압 측정 가능
- 입력전압: 24 V~48 V
- 정격전류: 30 Amp(피크 값)

# 3 BLDC 제어 - 32-Bit MCU

## 데모 구성



3 인버터  
보드

MCU (PIC32MK)를  
포함한  
제어보드

3상 BLDC 모터



# 모터 제어 툴

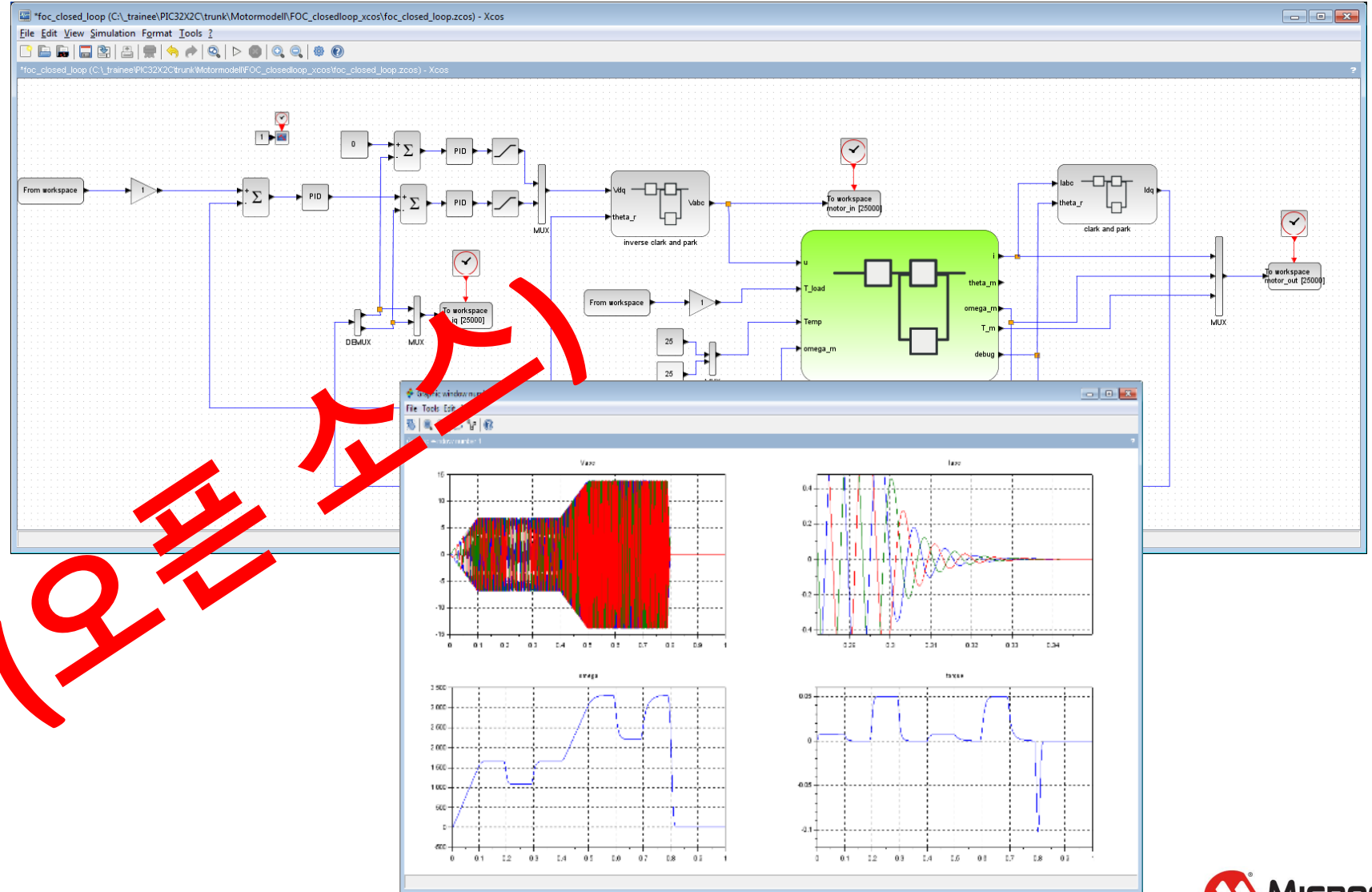
---

소프트웨어

# SCILAB / X2C



- [www.scilab.org](http://www.scilab.org)
- [x2c.lcm.at](http://x2c.lcm.at)



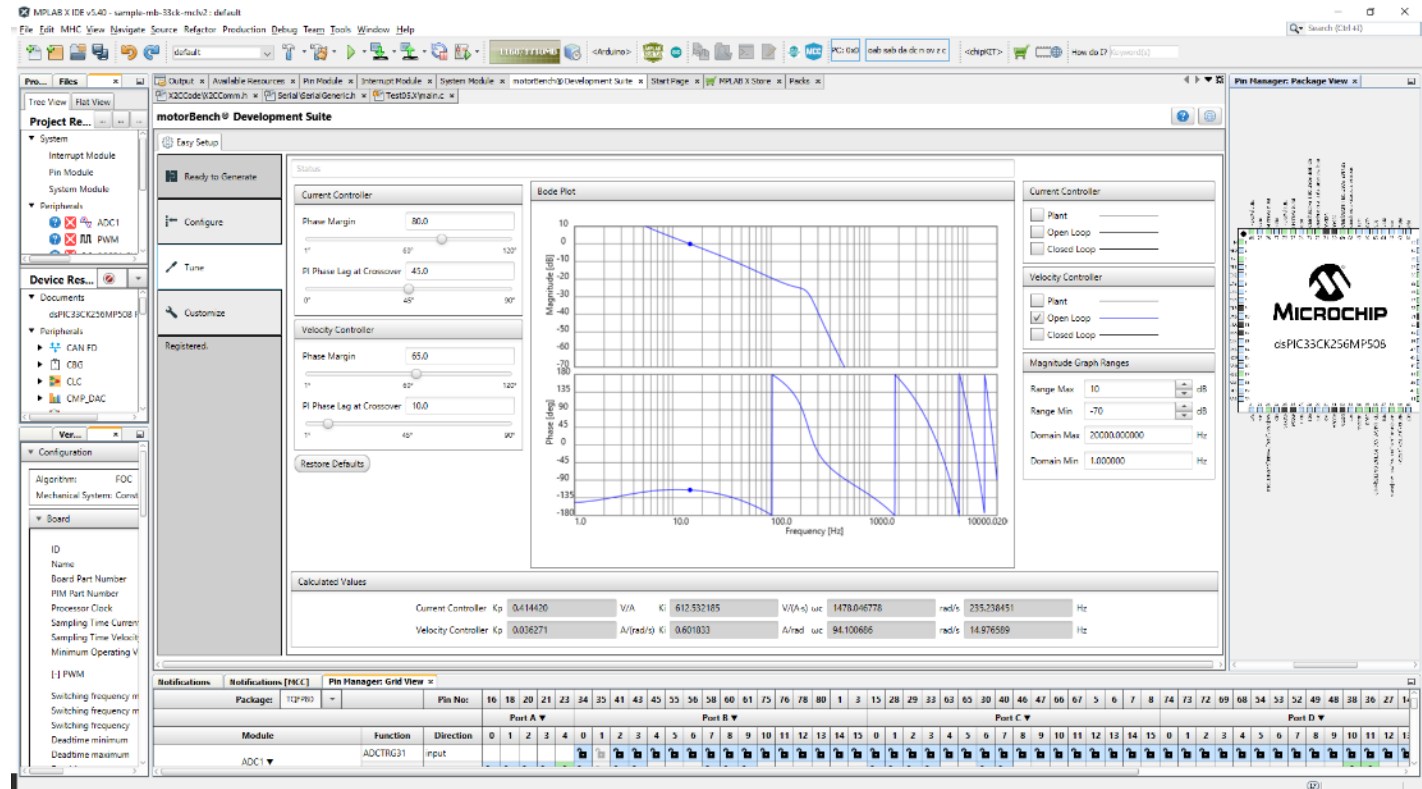
(오류 수정)

# motorBench™ 개발 도구



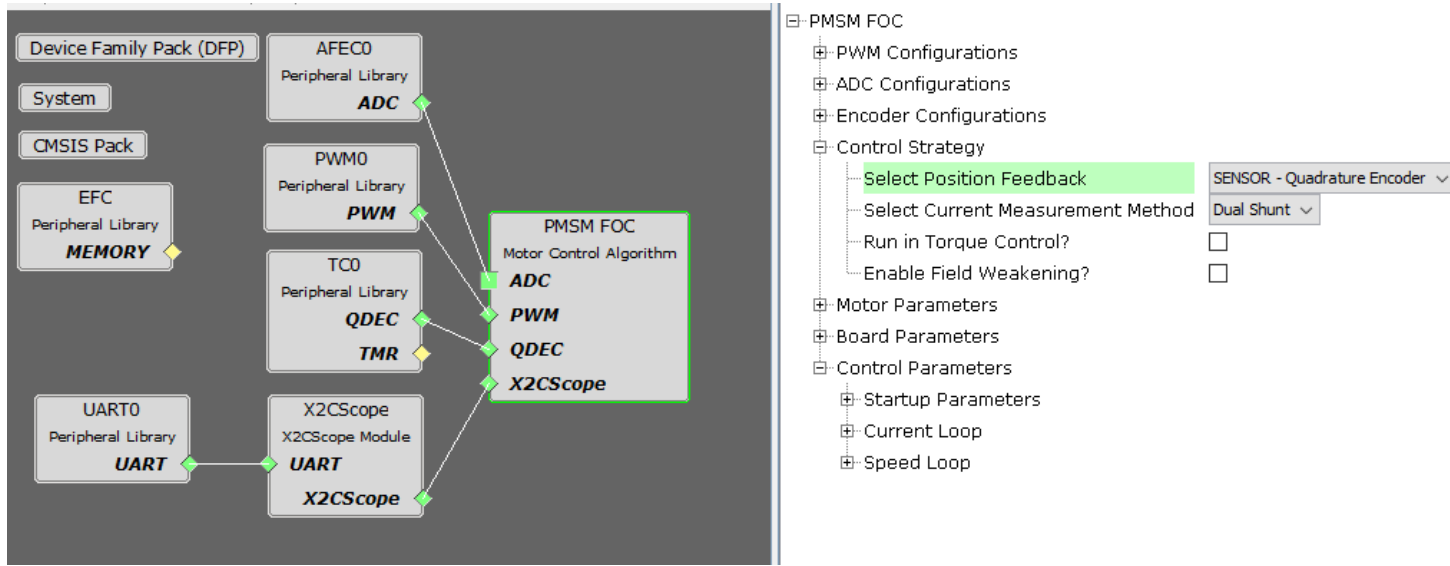
- 모터 파라미터 측정
- 모터 제어 알고리즘을 자동으로 튜닝
- MPLAB® X IDE Project를 위한 코드 생성
- MCC 기반으로 설정
- dsPIC33EP/CK 지원

모터 개발 기간 단축



# MPLAB® Harmony 3의 PMSM\_FOC 구성 요소

- MPLAB® Harmony Configurator를 이용하여 주변장치를 설정하고 모터 제어 코드 생성
- 32-bit MCU 기반으로 PIC32MK, SAMD21, C21, D5x, E5x, E7x, PIC32C를 지원함



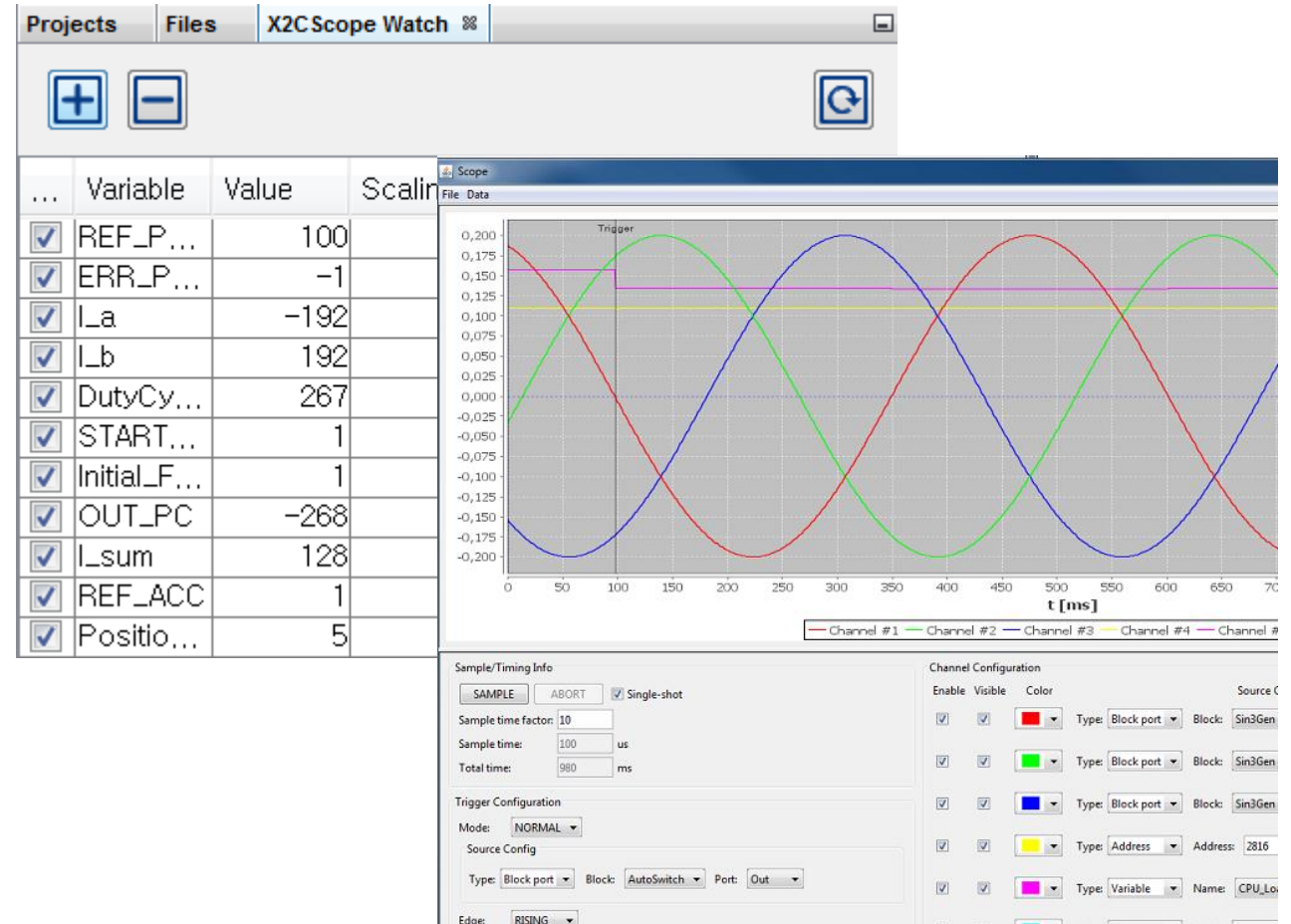
## 모터 제어 라이브러리 v3.5.0

MCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ATSAME70</li> <li>• PIC32MK MCF(Indy)</li> <li>• PIC32MK MCM(Brickyard)</li> </ul>
제어 보드	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MCLV2</li> </ul>
모터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hurst 모터(홀센서 및 엔코더 포함)</li> </ul>
로터 위치 피드백	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 센서리스 PLL 추정기</li> <li>• 센서형 구적 엔코더</li> </ul>
초기 정렬	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q 축</li> <li>• D 축</li> </ul>
제어 루프	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 속도 루프</li> <li>• 전류 루프</li> <li>• 개루프(센서리스)</li> </ul>
고급 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약자속 제어</li> </ul>

# X2Cscope - 실시간 튜닝/디버깅



- 인터페이스:
  - UART
  - USB/CDC
- 최대 8 개의 파라미터를 실시간 모니터링 가능
- 모든 파라미터를 실시간으로 수정가능
- MPLAB® X IDE 플러그인: 무료





# Thank you !

---