

# dsPIC30F2010을 이용하는 16비트급 모션제어기 설계

박준호 · 민병길 · 권영 · 강태종\* · 최중경

국립창원대학교, \*SK에너지

## Design of a 16 bit Motion Controller Using dsPIC30F2010

Jun-ho Park · Bung-kil Min · Young Kunn · Tae-jong Kang\* · Jung-keyng Choi

Changwon National University, \*SK Energy

E-mail : cjk@changwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 동력이 직접 전달되는 휠 허브 모터를 제어 대상으로 소프트웨어를 설계하고 dsPIC30F2010을 이용하는 모터 속도제어기 설계 방법을 제시한다. dsPIC30F2010의 여러 기능 중 내부의 최소 기능인 시스템 클럭, PWM, I/O, Timer 및 통신만을 사용하였고, 각 기능에 대한 동작 특성을 시험하였다. 또한 이러한 기능을 이용하여 PI 속도제어 프로그램을 구현하였다.

### ABSTRACT

This paper suggests methods to drive motor and dsPIC30F2010 microprocessor software design for the Wheel Hub Motor that is incorporated into a hub of the wheel and drives it directly. The minimum function of dsPIC30F2010, system clock, PWM, I/O, communication, applicable to hub motor control are explained and tested. The algorithm including PI control method was implemented to the system by using dsPIC30F2010 microprocessor functions.

### 키워드

마이크로제어기, dsPIC30F2010, PWM

## 1. 서 론

현대의 마이크로제어기는 새로운 기술 및 다양한 방법들로 인하여 하나의 칩에 많은 디바이스를 내장하도록 설계되고 있으며, 그 부피 및 가격이 최적화 되어 개발되고 있다. 본 연구에서는 이러한 다양한 마이크로칩에서 휠 허브모터를 제어하기 위해 가격 및 부피 면에서 최적화되면서 모터 제어에 필요한 다양한 기능을 제공하는 dsPIC30F2010을 선택하였다. 마이크로칩사의 제품은 8bit에서 32bit 프로세서를 가지며 8핀에서 100핀 이상의 다양한 제품군을 가지고 있다. 그리고 오늘날 많은 분야에 적용되어 사용되고 있다. 그 중에서 dsPIC30F2010은 DSP와 16비트의 마이크로컨트롤러의 강점을 단일 코어로 통합한 디바이스이다. 최대 30MIPS의 속도를 제공하는 이 제품은 프로그래밍 작업의 효율성을 높이도록 설계되었으며 플래시 프로그램 메모리, 데이터 EEPROM, 강력한 주변 장치 및 다양한 소프트

웨어 라이브러리를 갖추고 있다. 톨 및 디자인 환경 또한 기존의 MPLAB IDE로 사용이 가능하여 기존 사용자에게 친숙하며 DSP의 기능으로 고속의 제어가 필요한 모터, 전력 변환, 음성/오디오 등을 위해 개발된 제품이다. 그리고 기본적으로 PWM, A/D 변환기 및 기타 입출력 및 시리얼 통신을 갖추면서 낮은 가격에 높은 신뢰성을 가지고 있다. 그리고 모터 구동에 있어 게이트 구동간의 Dead Time 구간을 dsPIC30F2010 내부에서 하드웨어적으로 구현하고 있어 모터 제어에 적합한 개발 칩으로 많은 분야에서 적용되고 있다. 본 연구는 이러한 마이크로칩을 이용하여 전동기를 구동하기 위한 제어기를 구성하였으며 구동을 위한 알고리즘을 적용하여 설계하였다.

## II. dsPIC30F2010 모션제어기 구조

dsPIC30F2010을 이용하는 제어시스템 설계를 위해 사용되는 기능을 정리하면 아래 그림과 같다. 모션 제어기의 구성은 내부 PLL을 이용하는 20MHz의 클럭과 BLDC모터를 구동하기 위한 PWM, 외부에서 입력되는 아날로그 신호(모터의 전류, 속도지령)를 읽기 위해 A/D를 설정하였으며, 외부 신호인 Hall 신호 3개, 모터 정지를 위한 brake 신호, 모터 구동을 위한 Throttle 신호 및 외부 신호를 인식하기 위해 I/O를 설정하였다. 프로그램 개발의 편리성을 위해 프로그램 다운로드 및 오류 검출을 위해 ICD 기능을 설정하였으며 외부와 통신을 통해 실시간 데이터 모니터링 및 제어 파라미터 보정을 위해 SCI 기능을 설정하여 외부와 시리얼로 통신이 가능하도록 설정하였다.[1]

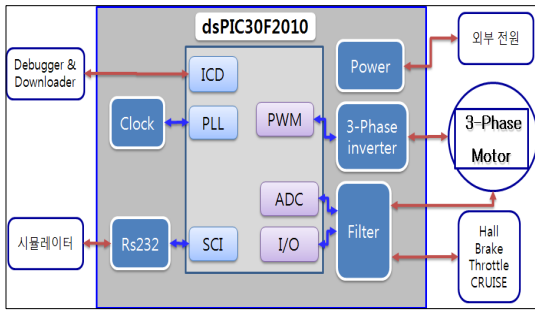


그림1. dsPIC30F2010를 이용하는 모션 제어시스템을 위한 내부 기능

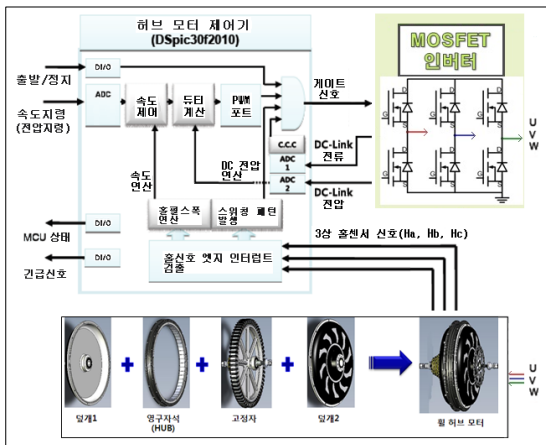


그림2. dsPIC30F2010 16비트 마이크로제어기와 MOSFET 인버터를 이용하는 BLDC 전동기 제어 시스템 구조도

위 그림은 PIC 제어기와 MOSFET 인버터, 그리고 활인 모터와의 신호 연결도를 보여주고 있다. 그림3은 실제 구현된 PIC 제어기와 MOSFET 구동부가 원보드로 구성된 모양을 보여주고 있다.

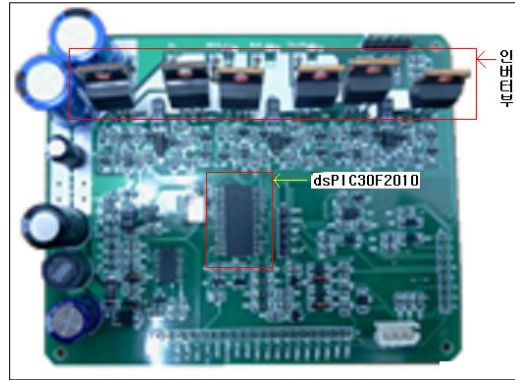


그림3. PIC 제어 및 MOSFET 구동부의 일체화

dsPIC30F2010 16비트급 마이크로제어기와 24V 입력/12V-5V 출력 전원부, 6개의 독립된 MOSFET 인버터와 개별 게이트 구동회로, 외부 제어 신호(속도지령, 브레이크신호 등), 홀신호, 전류신호 인터페이스 회로부 등을 갖추고 있다.

## III. 소프트웨어 체계

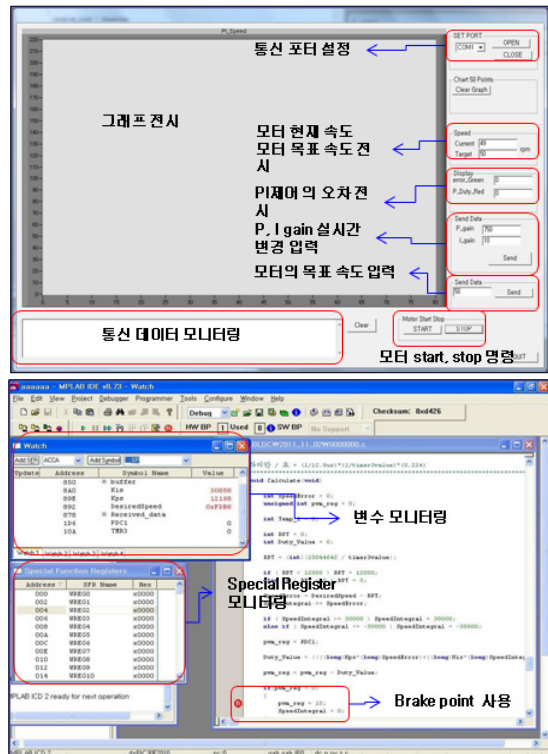


그림4. 데이터 모니터링 및 제어관리 판넬

소프트웨어 프로그램 작성은 먼저 모니터링 및 제어를 위한 판넬 프로그램으로부터 시작되었다. 비주얼 C 프로그래밍을 이용하여 판넬 프로그램

을 작성하였으며, 전체 제어프로그램은 PIC 에뮬레이터를 이용하여 아래와 같은 흐름으로 작성되었다.

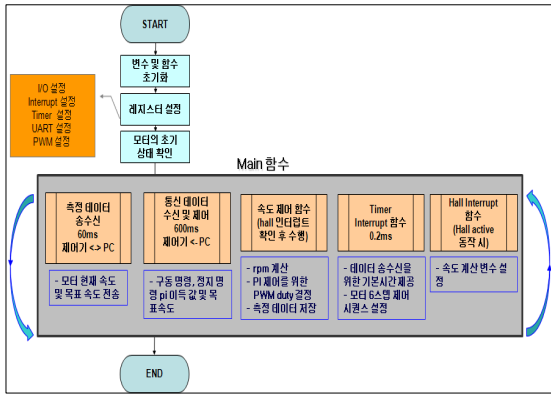


그림5. 전체 제어프로그램 흐름도

아래 그림에서는 PIC 내부 클럭 및 타이머를 이용하는 제어주기 설정 방법 및 그 결과를 보여준다.

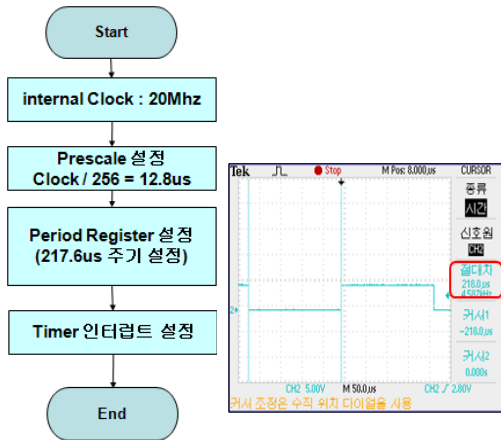


그림6. PWM 및 속도 제어 주기 설정도 및 결과

내부 20Mhz 클럭을 256 체배하여 12.8us의 기본 시간을 설정하였으며, 이를 다시 타이머를 이용하여 217.6us(약 0.2ms)의 PWM 듀티 및 속도 제어 주기를 발생하도록 하였다. 결국 PWM 주파수는 약 5kHz 이며, 듀티는 1/500의 분해능을 갖도록 설정하였다.

그림7은 PIC 내부 PWM 발생 모듈의 세팅에 대한 소개 이며, 서로 상보적으로 동작하는 PWM1, 2, 3를 이용하는 MOSFET 인버터 구동 신호 발생 모습을 보인다. 인버터 구동 시 많이 활용하는 데드타임은 고려되지 않고 있다. 그 이유는 나중에 소개한다.

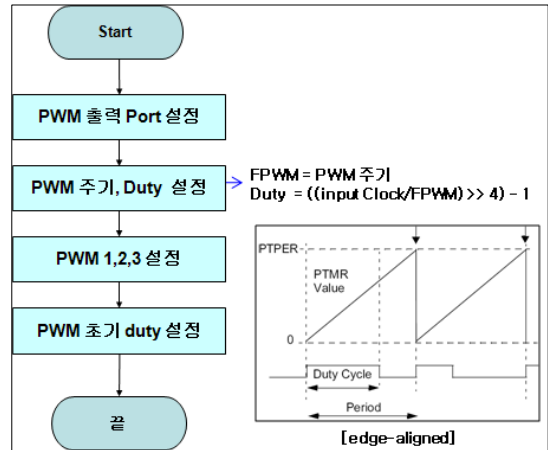


그림7. PIC 내부 PWM 모듈의 사용

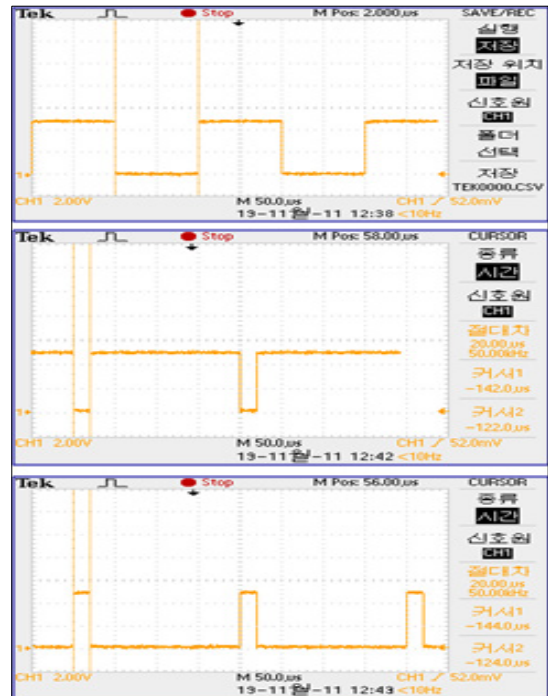


그림8. PWM 듀티 발생 모습(50%, 90%, 10%)

실제 인버터의 스위칭 신호는 BLDC 모터를 2상여자 6스텝으로 구동하기 위해 하위 스위치에 시퀀스 스텝 구동 신호가 인가되며, 상위 스위치는 스텝 구동 신호에 듀티 가변 신호가 더해져 인가된다. 즉 상위 스위치의 개폐 정도를 통해 세부 속도를 제어하게 된다. 아래 그림9, 10에 이러한 스위칭 신호들이 인가되는 모양과 듀티 가변 신호가 스텝 신호와 혼합되는 모양을 보인다.

2상여자 6스텝 구동은 다극(56극) 모터인 휠인 모터의 구동에는 적절할 것으로 생각되며, 데드타임 인가의 필요성이 없는 소프트웨어적으로 간단

히 구현될 수 있는 방법이다.

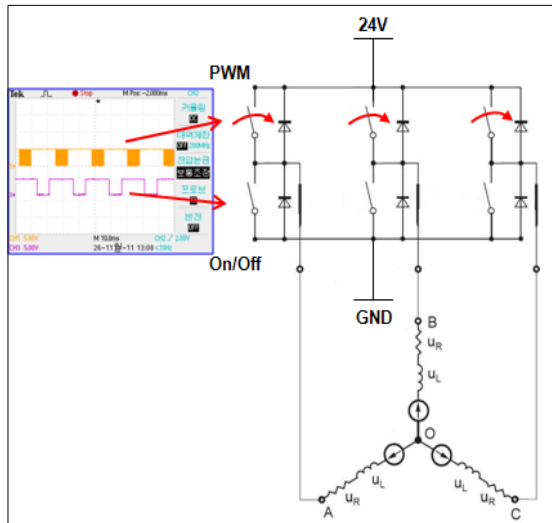


그림9. 인버터 스위칭 신호의 모양과 역할

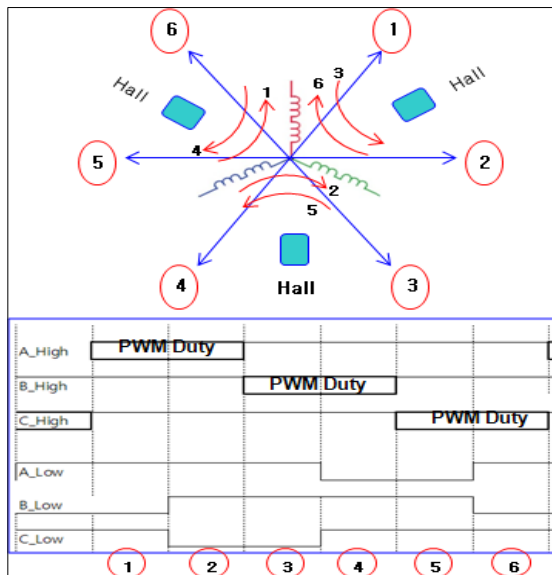


그림10. 인버터 6스텝 구동 및 속도 제어를 위한 PWM 듀티 발생 전략

#### IV. 속도제어 실험 결과

다음 그림들은 설계된 제어기 및 인버터를 사용하여 속도제어를 수행한 결과들을 보여준다. 모터의 정격 속도는 200RPM이며, 6스텝 2상여자의 방법으로 구동되었으며, PI 속도 제어기를 구성하여 PWM 전압제어를 수행하였다. 속도 오차를 근거로 PI 제어기를 설계하고 제어기의 출력이 바로 PWM 듀티가 되도록 간편한 제어기를 구현

하였다.

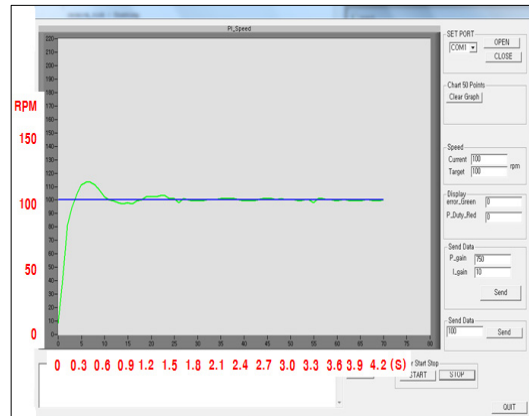


그림11. 100rpm 속도 지령에 대한 응답 특성

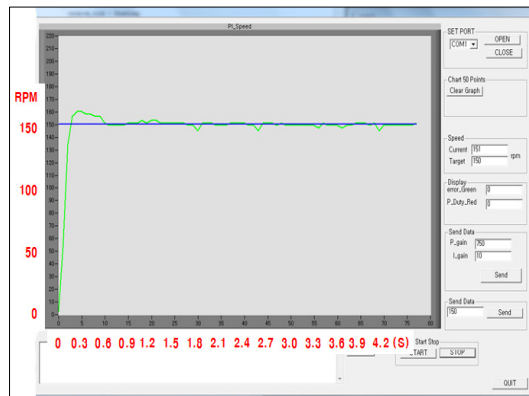


그림12. 150rpm 속도 지령에 대한 응답 특성

#### V. 결 론

모터 구동을 위한 마이크로제어기의 최소 기능만을 이용하여 모션제어기를 구현하였다. 이를 위해 dsPIC30F2010의 기본적인 구조를 이해하고 내부에서 제공되는 기능들(PLL, Clock, interrupt, timer, PWM, UART, ICD)을 파악하여 설정 후 각각의 동작을 확인하였다. 그리고 이를 이용하여 모터제어에 필요한 인터럽트, 타이머 및 PWM을 프로그램 하여 모터 제어에 적용하였다. 또한 모터 구동 명령, PI gain 실시간 보정 및 모터 데이터 그래프 전시를 위한 PC판넬 프로그램을 구현하였다.

#### 참고문헌

[1] Microchip, "dsPIC30F2010 Data Sheet, High-Performance, 16-bit Digital Signal Controllers", Microchip Technology Inc. , 2011.