

DSP(TMS320F240)를 이용한 BLDC서보 전동기 다축 이송시스템 제어기 설계

김민섭, *구효원, *최중경, *권현아, *신영호
삼성전자, *창원대학교
전화 : 055-281-9343 / 핸드폰 : 017-873-0090

Design of DSP(TMS320F240) Controller for Multi-axes Transportation System with BLDC Servo Motor

Min Seob Kim, Hyo Won Gu, Jung Keyng Choi, Hyun A Kwon, Young Ho Sin
Dept. of Electronics Engineering, Changwon University
E-mail : 96zest@hanmail.net

Abstract

This paper presents a study on DSP(TMS320F240) controller design for multi-axes transportation system using BLDC servo motor. This BLDC servo motor controller was realized with DSP(Digital Signal Processor) and IPM(Intelligent Power Module). The multi-axes transportation system needs torque, speed, position control of servo motor for variable action. This paper implements those servo control with vector control and space vector modulation technique. As CPU of controller DSP(TMS320F240) is adopted because, it has PWM(Pulse Width Modulation) waveform generator, A/D(Analog to Digital) converter, SPI(Serial Peripheral Interface) port and input/output port etc. The controller of multi-axes transportation system consists of 3-level hierarchy structure that main host PC manages three sub DSP system which transfer downword command and are monitoring the states of end servo controllers. Each sub DSP system operates eight BLDC servo controllers which control BLDC servo motor using DSP and IPM. Between host system and middle digital signal processor communicate with RS-422, between main processor and controller communicate with SPI port.

I. 서론

기계(Mechanical)와 전자(Electronics)의 합성어인 메카트로닉스(Mechatronics)라는 말이 보편화되고, 메카트로닉스의 응용 범위가 넓어짐에 따라 메카트로닉스의 핵심이라 할 수 있는 전동기의 정밀한 제어의 비중이 커지고 있다. 메카트로닉스는 일반적으로 여러 개의 기계적인 장치가 연결되어 각각 또는 동시에 동작하는 다축 시스템이라고도 할 수 있다. 기계장치를 움직이기 위해서 가장 널리 쓰이는 것이 직류 및 교류 전동기이다. 그중 BLDC(Brushless Direct Current) 전동기는 직류 전동기의 단점인 브러시(Brush)와 정류자(Commutator)에 의한 문제점을 전자적인 정류로 해결하였다.

본 논문은 BLDC용용 전문의 프로세서인 TMS320F240 DSP를 이용하여 BLDC 다축 서보 제어 시스템 제어기를 설계하였고, 어셈블리어로 프로그램을 작성하여 공간전압벡터 방식을 이용한 벡터제어를 주어진 시간 내에 처리하여 정현파형 BLDC 전동기의 전류, 속도, 위치제어를 실현하였다. 또한, RS-422 및 SPI 통신을 이용하여 상위 제어기로부터 지령을 받아 동작하는 다축 이송 시스템을 실현하였다.

3.2 다축 이송장치의 사양 및 기구부 구성

실험에 사용한 다축 이송장치의 사양과 기구부 구성은 각각 표3-1, 그림3-2과 같다.

표 3-1 다축 이송장치의 사양
Table 3-1 Spec. of multi axes system

	앞 진,후진	그 립	회 전	수 평	비 고
[모터사양]					
용량	0.45	0.45	0.95	1.15	kW
정격전류	1.6	1.6	3.2	3.4	Arms
정격토크	0.6	0.6	1.65	2.55	Nm
정격속도	8800	8800	6300	4800	RPM
Inertia	0.16	0.16	0.39	0.62	kgcm ²
토크상수	0.4	0.4	0.53	0.75	Nm/Arms
R	15.2	15.2	4.9	5.1	Ω
L	18.8	18.8	8.5	10.3	mH
최고속도	3000	3000	1000	1780	RPM
가,감속 시간	200/200	100/100	400/400	400/400	msec
제어방법	위치 제어	토크 제어	위치 제어	위치 제어	
감속비	30	20	160	3	
모터 1회전당 이송거리	5.756	14.9935	9.000°	10.6667	mm

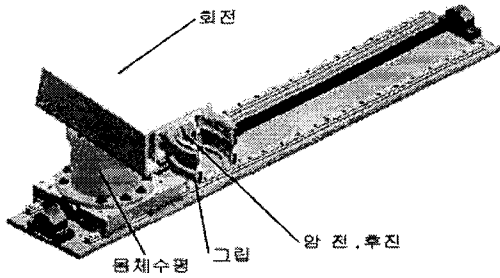


그림 3-2 다축 이송장치의 기구부 구성
Fig. 3-2 Mechanical construction of multi axes system

IV. 실험 결과

4.1 전류제어

그림 4-1과 4-2는 각각 1.6A의 전류 지령값을 주었을 때 토크제어에 의한 q-축 전류 파형과 U, V, W 상의 전류 파형이다.

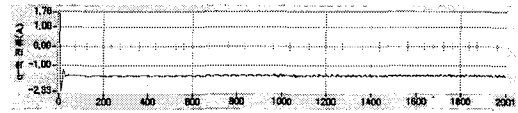


그림 4-1 q-축 전류
Fig. 4-1 Waveform of q-axis

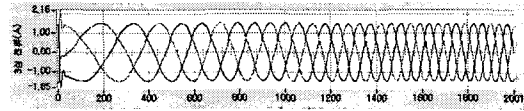


그림 4-2 기동시 3상 전류
Fig. 4-2 3-phase current on start

4.2 속도제어

그림 4-3, 그림 4-4는 가속시간 200msec, 정속시간 1000msec, 감속시간 200msec, 최고속도 2000RPM의 시계방향 속도지령을 주었을 때, 속도 추종 파형과 이때 계산된 q-축 전류지령과 검출된 q-축 전류 파형이다.

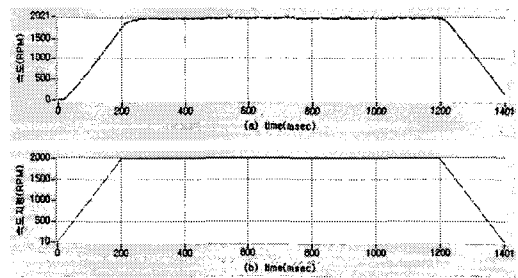


그림 4-3 속도 파형
Fig. 4-3 Waveforms of speed

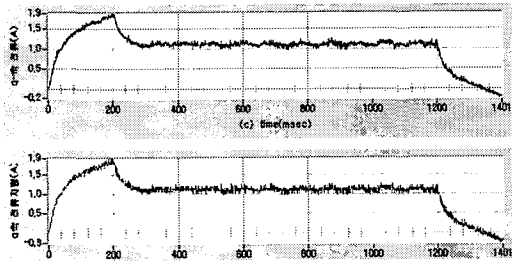


그림 4-4 q-축 전류(시계방향)

Fig. 4-4 Waveforms of q-axis current(CW)

4.3 위치제어

그림 4-5, 그림 4-6은 위치제어를 실행하면서 얻은 속도 지령값, 속도 추종, q-축 전류와 위치 오차를 나타낸다. 위치오차를 나타내는 과형의 y축은 모터의 1회전을 12비트(4096)로 환산한 오차이다.

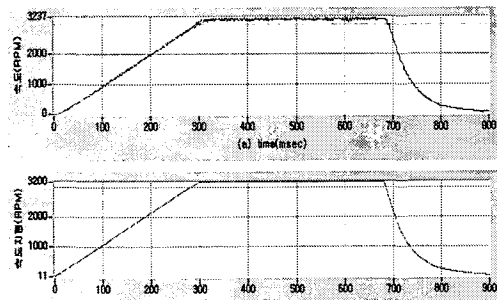


그림 4-5 위치제어를 할 때 속도 및 속도지령

Fig. 4-5 Waveforms of speed and speed reference

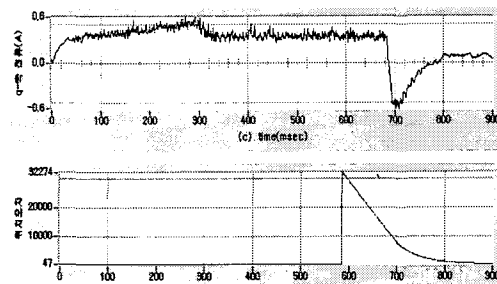


그림 4-6 위치제어를 할 때 q-축 전류 및 위치오차(시계방향)

Fig. 4-6 Waveforms of speed, q-axis current and position error(CW)

V. 결론

본 논문에서는 DSP(TMS320F240)를 이용하여 다축(8축) 서보 제어시스템의 주제어기 및 BLDC 전동기를 제어하는 서보제어기를 설계하였다. 본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, BLDC 전용 DSP인 TMS320F240에서 제공하는 PWM 기능을 사용함으로써 기존의 DSP를 사용한 제어기에 비해 주변 회로가 줄어들어 신뢰성이 향상되었으며, 주프로세서와 제어 프로세서 모두 TMS320F240을 사용하여 DSP에서 제공하는 SPI 통신을 통하여 다축 서보 제어시스템을 구현하였다. 둘째, 벡터제어 및 공간전압벡터 알고리즘을 실현하였으며, 3상 대칭 PWM 변조법을 소프트웨어로 구현하여 전류, 속도, 위치제어기를 실현하였다. 셋째, 부동 소수점 연산을 못하는 TMS320F240의 단점을 Q8, Q12 형태를 이용하여 보완하였으며, 어셈블리어로 제어 프로그램을 작성하여 주어진 시간 내에 전류, 속도 및 위치제어를 실현하였다. 넷째, IPM을 이용하여 회생제동이 가능한 BLDC 전동기의 구동 드라이브를 설계하였다. 마지막으로, 전체 시스템의 운용 및 모니터링을 담당하는 호스트 PC, RS-422를 통하여 호스트 시스템의 명령을 제어프로세서에 전달하고 제어프로세서의 상태를 주제어기로 전달하는 주프로세서, 주프로세서로부터 SPI 통신을 이용하여 명령을 전달받아 BLDC 전동기를 구동하는 제어프로세서 등 3단계 구조의 제어기를 이용하여 다축 서보 시스템을 구현하였다.

참고문헌

- [1] TMS320F/C24x DSP Controllers Reference Guide, Peripheral Library and Specific Devices, Texas Instruments, June 1999.
- [2] TMS320F/C24x DSP Controllers Reference Guide, CPU and Instruction Set, Texas Instruments, June 1999
- [3] 최중경, "서보기기 제어특론" 창원대학교, 1999.
- [4] 윤덕용, "공간전압벡터 PWM 기법을 이용한 영구 자석형 동기전동기의 속도제어", 단국대학교 대학원 전기공학과 공학박사 학위논문, 1995년 2월.
- [5] Erwan Simon, "Implementation of a Speed Field Oriented Control of 3-phase PMSM Motor using TMS320F240", Sep. 1999.(SPRA588)