

하프 브릿지 푸쉬 풀 DC/DC 컨버터를 이용한 전자석 전원 개발

김 성 철

포항공과대학교 가속기연구소 운전실

Development of Magnet Power Supply using Half Bridge Push Pull DC/DC Converter

S.C.Kim

Postech PLS/PAL operation Gr.

Abstract - It is always necessary to high performance power supplies for the magnet system in the accelerator, especially when the number of power supplies are large. When have developed the compact power supply using switching technology instead of SCR phase control. We adopt the pulse width modulation(PWM) method with a half bridge DC/DC converter. In this way, we can make a compact system with light weight and small volume. Actual system we developed is 1.2kW, 35V/35A bipolar DC power supply current precision of +/-0.02%. It is possible to mount 10 unit in a conventional 19 rack. The built in controller has an RS422 protocol to drive 10 unit by one serial port up to 1.2km distance. If we adopt RS485 protocol, one serial port can control 32 power supplies. In this paper, we will report the design and performance of the prototype power supply.

1/2이 부(-)로 인가되고 위와같은 원리로 L1과 Q2에는 부(-)의 전류가 흐르게 된다.

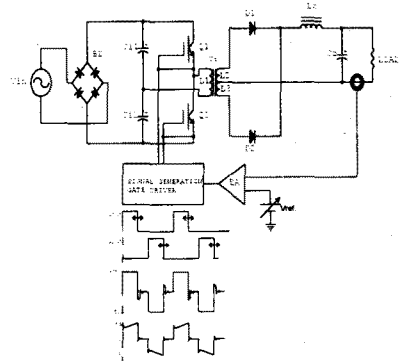


Fig 1. Main Circuit concept

2차 회로에서는 Q1이 온이면 L2, L3의 전압은 정(+)이 되어 D3는 도통 상태로 되고 Lo, 부하 및 Co에 전류가 흐른다. Q1이 오프 되고 Q2가 온되기 전에는 D4는 프라이빗 다이오드로서 동작한다. Q2가 온이면 2차 회로는 위와 반대로 동작한다. 손실을 무시하면 출력전압과 출력전류는 다음과 같다.

$$V_{out} = (V_{cc} \times D)/n \quad (1)$$

$$I_{out} = V_{out}/R_L \quad (2)$$

Vcc	primary voltage
n	turn ratio(Np/Ns)
Np	primary turns
Ns	secondary turns
ton	on time
toff	off time
D	duty ratio(ton / (ton + toff))
RL	load impedance

1. 서 론

최근 가전, 민생기기를 비롯하여 통신기기, 제어기기, 정보 관련기기 뿐만 아니라 기초과학 분야에서 요구되는 직류전원은 고정도, 고 효율화, 소형 경량화, 대전력화 및 다기능화가 요구되고 있다. 이들 중 기초과학 분야 특히 가속물리분야에서는 전자석용 전원으로 다양한 용량의 고정도 직류 전류원이 대량으로 사용되고 있다. 이 전원을 SCR 위상제어 방식으로 구성할 경우 입력 변압기, 인덕터 및 출력 필터가 대형으로 되어 전원이 크고 무겁게되어 사용상 많은 불편함을 야기한다. 이러한 것들을 개선하고 대형설비에 적용하여 통합제어가 쉬운 직류전원을 개발하였다. 전력변환 주회로는 half bridge push-pull DC/DC converter를 이용하여 직류 0 ~ 35A/0 ~ 35V(bipolar, ±0.02% 전류 안정도) 출력의 전원을 개발하였다. 그리고 원격제어를 위한 리모트 콘트롤러를 전원내부에 실장 시켜 및 다양한 시리얼 통신(RS232C, RS422, RS485)이 가능하게 하였다. 본 논문에서는 이 전원의 전기적인 특성, 리모트 콘트롤 그리고 관련 실험 결과에 대하여 설명하고자 한다.

2. 본 론

2.1 동작원리

그림 1.은 본 논문에서 사용한 전자석 전원의 전력 변환부의 주회로 개념이다. 기본 동작은 먼저 정상상태에서 정류된 입력 전압 Vdc가 캐패시터 Ci1, Ci2에 똑같이 충전된다. 이 상태에서 Q1이 턴-온(Q2 턴-오프)되면 변압기의 1차(L1)에 입력전압의 1/2이 정(+)으로 인가된다. 이때 L1과 Q1에는 반사된 부하전류와 자화 전류가 형성되어 1차 및 누설 인덕턴스의 영향으로 1차 권선으로 정(+)의 전류가 흐르기 시작한다. Q2가 턴-온(Q1 턴-오프)되면 변압기의 1차(L1)에 입력전압의

2.2 시제품의 주회로 및 게이트 드라이버 회로

그림 1의 원리를 이용하여 실제 설계, 제작한 전자석 전원의 주회로는 그림 2, 3과 같다. 이 회로의 DC 입력전압은 310V이고 스위칭 디바이스로 IGBT (2MBI50L)를 사용 하였다. 스위칭 트랜스는 litz 와이어 (type 5, 600 wire/5.766MIL SQ, 100kHz, DC 20A)와 Mn-Zn 코어(BM-2, μiac=2400, Bms=5100Gauss, Brms=1500Gauss, cms(A/m)=0.16, ten=0.16/μiac(x0.1), 500p(Ω-cm))를 사용하여 제작 하였다. 스위칭 트랜스의 1차 인덕턴스(L1, L2)는 2.91mH 이고 2차 인덕턴스(L3)는 0.36mH 이다. 2차회로의 정류 다이오드는

FRD100BA60S를 사용 하였다. 턴-온시 돌입전류는 RCC 회로를 이용하여 제한 하였다. 출력전류는 DCCT(LA-50-S)를 이용하여 검출 하였으며 출력의 극성은 출력부에서 SCR 브릿지를 이용하여 절환한다.

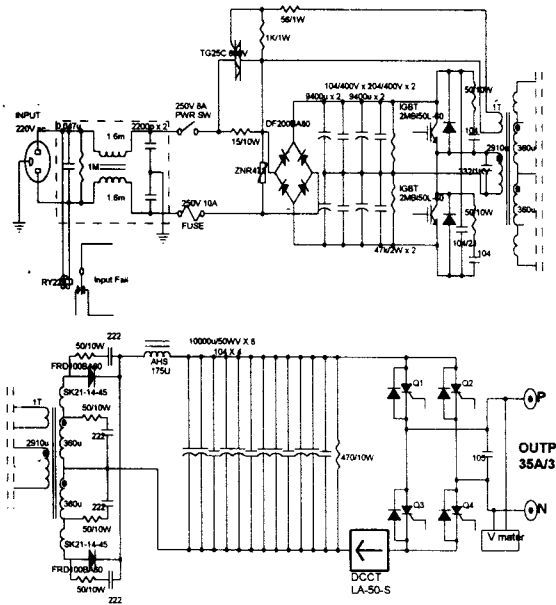


Fig. 2 Main Circuit of prototype MPS



Fig. 3 Gate driving & control circuit of prototype MPS

2.3 리모트 콘트롤

RS232C, RS422, RS485등 다양한 시리얼 통신이 가능한 리모트 콘트롤러를 전원 내부에 실장 시켜 대형설비에 대량적용 하기 쉽도록 하였다. 이 콘트롤러의 SCPU는 시리얼 I/O 링크만을 담당하고 MCU는 시리얼 I/O를 제외한 모든 기능을 담당하도록 하였다. 통신 데이터의 절연은 photo coupler를 이용하였다. 원격제어시 호스트 컴퓨터와 통신은 RS232의 경우 1 driver 방식으로 1:1로 접속하고 RS485는 half-duplex 방식으로 최대 1:32까지 접속이 가능하며 RS422는 full-duplex 방식으로 최대

1:10까지 접속하여 할 수 있다. RS485 혹은 RS422의 이용시 각 MPS의 어드레스 셋팅은 MPS 전면의 키와 LCD를 이용하여 MCPU에 입력하면 된다.

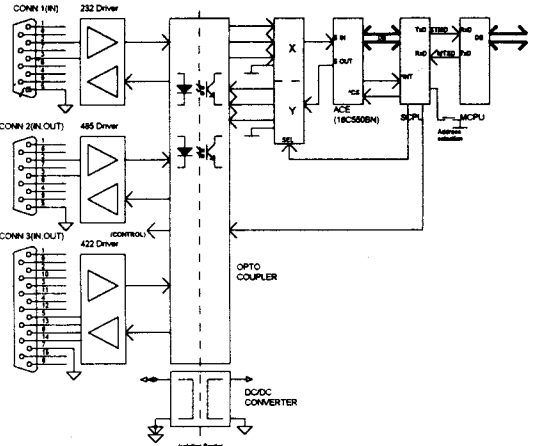


Fig. 4 Block Diagram of Remote Controller Serial Comm.

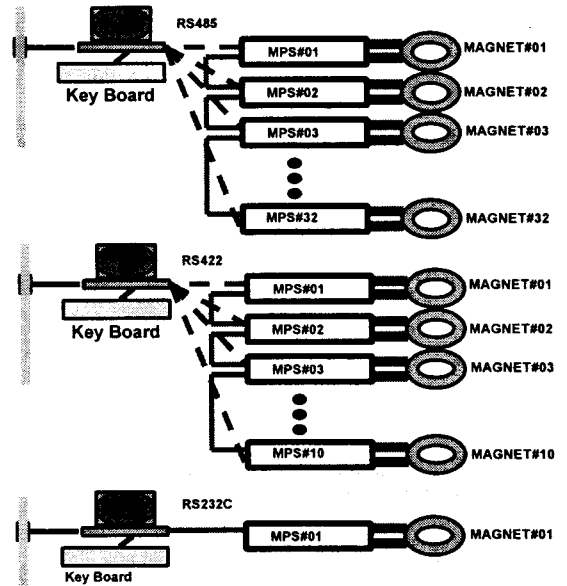


Fig. 5 Block Diagram of Remote Controller Serial Comm.

2.4 실험결과

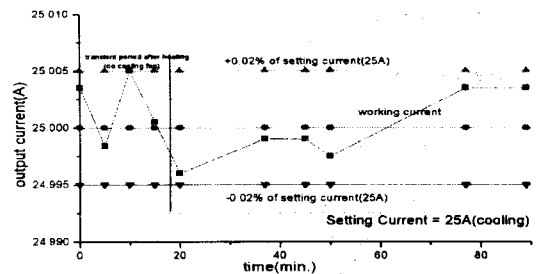


Fig. 6 Output Current Stability of Prototype MPS

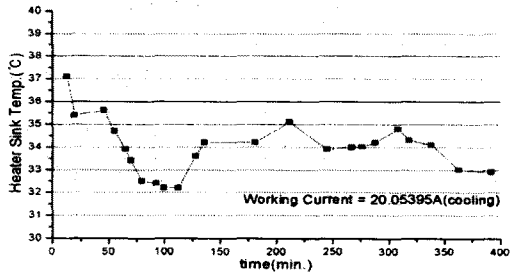


Fig. 7 Temp. variation of Prototype MPS

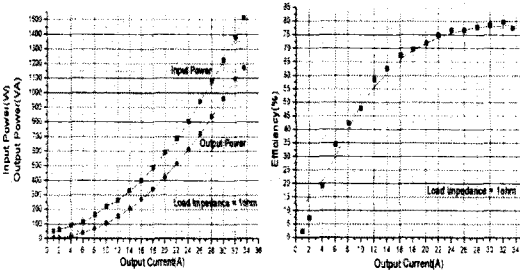


Fig. 8 Efficiency of Prototype MPS

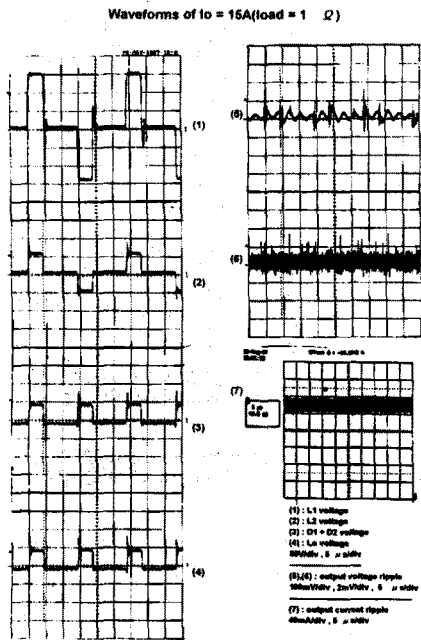


Fig. 9 Waveform of Prototype MPS

2.5 시제품의 사양

Input	AC220V, 60Hz Power: 1.2kVAmx. CC mode control (local manual/key, remote computer)
Output	Range: 0 ~ 35A(0 ~ 35V)/bipolar Long term stability: $\pm 0.02\%$ (of output current)

Load	Magnet($Z_L = 1\Omega$)
Protect	Over Voltage(>35V)
	Over Current(>35A)
	PS Over Temp.(>85°C)
	Load Over Temp.(selectable <100°C)
Efficiency	80%(at $R_L = 1\Omega$, $I_{out} = 35A$)
Size	Volume: 485(19")x133.4(3U)x450
	Weight: 14.9kg
Remote control	controller: built-in PS
	Serial: RS232C/RS422/RS485
	8data bit/1stop bit/no parity
	comm. speed: 1200 ~ 1M bps
	comm. method
	RS232S - 1:1 connection
	RS422 - 1:1 or 1:10 connection
	RS485 - 1:1 or 1:32 connection

Table 1. The specifications for prototype MPS

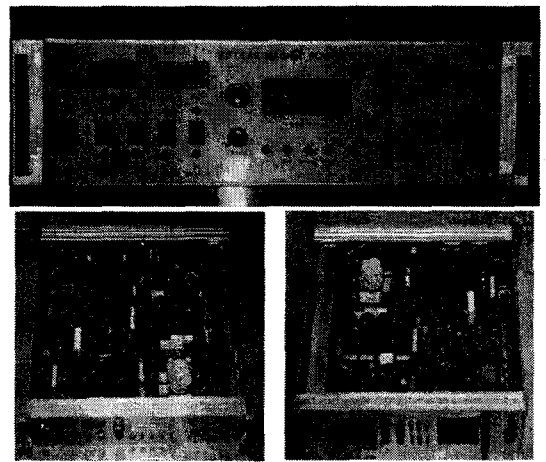


Photo 1. Prototype MPS

3. 결 론

half bridge push-pull duty control DC/DC converter 기술을 이용하여 1.2KVA 용량의 전자석 전원을 개발하였다. 이전원은 동급의 SCR 위상제어형 전원에 비하여 크기는 60%, 무게는 38%이다. 그리고 이전원에는 대형설비에 적용을 위한 원격 제어가 내장되어 가속기와같은 대형설비에 적용시 운용이 편리할 것으로 기대된다.

(참 고 문 헌)

- [1] T. G. Wilson, H. A. Owen, "Coupling of Magnetic Design Choice to DC-to-DC Converter Electrical Performance", Ninth Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition, 1994, pp. 340 - 347
- [2] Keith H. Bilings, C. Eng, M. I. E. E. , "Handbook of Switch-mode Power Supply", McGraw-Hill, 1989