

MOS FET 를 이용한 스위칭 레귤레이터 설계  
SWITCHING REGULATOR DESIGN USING MOS FET

위 상 봉

한국전기통신연구소  
전력연구부

1. 서론

일반업무용 Computer 산업용 전자장치 및 통신기기의 전원으로 Switching Regulator 의 사용이 급속히 증가되고 있다.

전반적으로 전원의 증량 및 크기에 있어서 소형으로 하고자 하면 필터와 변압기의 용량이 주파수에 반비례하므로 스위칭 주파수를 높여야 한다. 본 연구에서는 Power Mos 를 사용하여 Switching 주파수를 높이고 주변압기 및 필터의 설계와 고주파에 따른 Noise 제거등에 주안점을 두었다.

고속 Switching 에 따른 부품에의 Stress 문제는 전원의 신뢰도의 측면에서 중요한 문제로써 수치적인 설계에 아울러 실험적인 설계가 요구된다.

2. 주요특성

구 분	내 용
입 력 정 격	DC 42 - 56 V
출 력 정 격	DC 5V, 12 A
변 환 주 파 수	200 KHZ, Switching
제 어 방 식	트랜지스터식 펄스폭 제어
출 력 및 입 력 잡음 전압	CCITT 기준에 의함
효 율	최소 70 % 이상
시 간 정 격	연 속
냉 각 방 식	자연 대류 냉각
변 환 방 식	Push - Pull 방식
사 용 온 도	- 25°C ~ + 70°C
사 용 습 도	10 ~ 95 %
평 균 고 장 율 (MTBF)	150.000 시간 이상

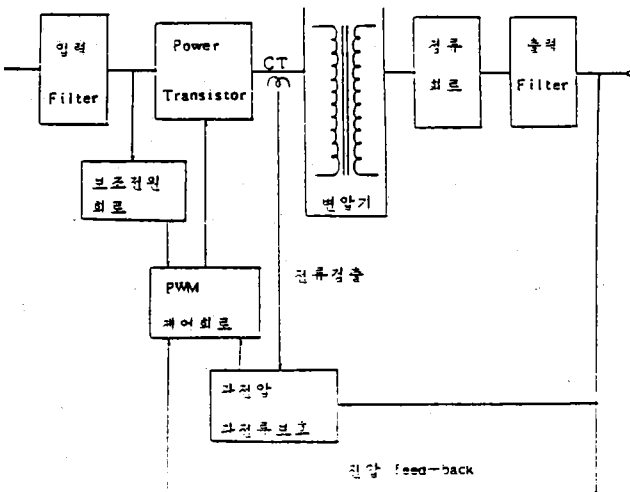


그림 1. 요약도

3. 제어 회로용 보조전원

PWM 제어용 콘트롤 IC 는 SG 3524 를 채택하여 Power 의 입력과 출력을 분리 하기 위해서 제어회로에 공급되는 보조전원은 자력형 RCC 방식을 사용한다.

보조전원의 Ground 가 출력과 공통이므로 보조전원 변압기의 누설 인덕턴스에 의한 Surge 를 제거하는 회로 설계가 중요하다.

4. Power 회로

용량이 큰 것은 Push - pul 방식과 Half - bridge 방식을 많이 사용하며 본 설계에는 push - pul 방식을 사용하였다.

FET 의 보호방식은 (a) R-C Snubber

(b) Free-Wheeling diode clipper

(c) Zener diode 를 사용 하며

(b) 의 경우는 Schottkey 를 주로 사용 하며 FRD 는 사용하지 않는다.

변압기 제작은 가능하면 누설인덕턴스를 줄이기 위해 여러가닥의 가는 티즈선을 사용 하여야 좋다. 변압기 Core 는 에폭시 또는 바니시 합침에 의해 저주파의 진동을 방지해야 하며 주파수가 200-KHZ 정도면 복사 Noise 영향도 상당히 크므로 변압기 실드를 하여야 한다.

5. 제어회로

제어회로는 PWM IC 를 사용하면 되며 SG 3524, TL 494, PWM 125, upc 1042 등 여러종류가 있다.

Power Mos 는 게이트 소스간 전압  $V_{th}$  이상이면 ON 되므로 전하축적효과가 없으므로 바이폴라 트에 비하면 지연시간이 거의 없다고 볼수 있지만 PCB Pattern 의 배선용량 배선 인덕턴스 및 게이트 소스간 기생용량 C 에 의한 지연시간이 있으므로 초고속동작이 필요한 경우는 tr 과 tf 를 최소로 하기 위해 기생용량의 증방전을 급속히 하기 위한 Speed - up 회로를 부가한다.

driver 단에 컵스프렌스를 사용하는 경우는 1차측에 충분한 전류가 공급될수 있도록 전류증폭회로를 넣는다.

실제 실험에서는 Speed - up 회로를 넣어서 ton , toff time 이 150 ns

에서, 45 ns 로 감소되었고 Power Mos 의 온도상승도 감소되었으며 효율도 상승하였다.

6. 정류 diode

정류 diode 는 출력 5V , 12V 에는 SBD 를 그 이상의 전압에는 UFRD 를 사용한다. FRD 는 대개 역회복 시간 trr 이 300 ns 이상이므로 200KHZ 정도 의 스위칭에서는 노이즈가 발생하는 원인이 되며 효율도 떨어진다.

고속의 diode 도 역방향 전류가 흐르면 효율 스위칭노이즈등이 나쁘므로 복구시간이 가능하면 짧은 diode 를 쓰는 동시에 recovery 시의  $dI/dt$  를 부드럽게 하는 R - C Snubber 를 정류다이오드에 병렬로 사용한다.

7. 복사 Noise 의 대책

복사 Noise 는 스위칭 Tr 정류 Diode 의 Noise 가 방열판으로 하여 외함으로 복사한다.

이 복사량은 Tr Diode 등과 Storage capacitor 를 통해 전달되어 외함과 방열판에서 안테나 작용으로 외부에 방출되므로 Storage Capacitor를 최소로 하기 위해 방열판이 Print 기판에 닿는 면적을 줄이고 가능하면 소자의 방열판 사이의 접연시트를 두껍게 하는것이 좋으며 방열판이 많은 경우 절연된 동판을 삽입하여 (-) 단자에 연결한다.

8. 결론

바이폴라 트랜지스터의 사용 ( 20-30 KHZ 보다 변압기 및 필터의 크기가 1/3로 감소했다.

출력 전압을 Ripple 허용치로 하기 위해서 는 변압기 및 정류 diode 에 부가적인

snubber 가 필요하며 driver 단에 전류증폭회로 및 Speed-up 회로를 넣으면 안정도 및 신뢰도의 증가가 가능하다. 또한 보조전원의 Surge 제거는 보조전원이 출력과 공통일 경우 반드시 필요하다. 또한 복사 Noise 의 차폐를 위한 Shield 는 매우 기술적인 배려가 필요하다.

참고 문헌

1. 白庄司, 戸川; 스위칭·레귤러의設計法と 파워·데바이스의使いかた, 誠文堂新光社, 1981
2. 清水和男; 安定化 電源回路の設計, CQ出版社

3. 鈴木 正太郎; SW 레귤러의 노이즈解決の鍵, 트랜지스터技術 1982. 3
4. 파워-MOS FET의 응용 (東芝半導体技術資料) 1983. 2
5. 東芝, 高速高効率整流素子(カタログ) 1982. 6
6. TDK 스위칭·레귤러 코어, H<sub>7</sub>C 材設計資料.
7. Motorola power Data Book, 1983 년도
8. Silcomix Power FET Data Book 1983 년도