

# 군 항공용 레이더 프로세서 유닛용 다중 출력 스위칭 전원공급기 개발

김대관, 이영수  
LIG 넥스원(주)

## Development of Multi-Output Switching Power Supply for Military Aeronautical Radar Processor Unit

Dae Kwan Kim, Young Soo Lee  
LIG Nex1 Co., Ltd

### ABSTRACT

본 연구에서는 군 항공용 레이더의 프로세서 유닛에 적용하기 위하여 115/200VAC±10%, 3상, 400Hz 및 +28VDC 입력, 최대 출력전력 488.5W, 효율 82%이상(@70%부하), 출력 전원 8개의 다중 출력 스위칭 전원공급기를 개발하였다.

개발 목표 효율인 82% 이상을 달성하기 위해 전력이 큰 3개의 출력에(+3.3V/55A, +5V/32A, +12V/10A) 대해 동기정류 하프브릿지 방식을, 나머지 소전력 출력은 다중 출력 플라이백 방식을 적용하여 설계 및 제작하였고, 시험 결과 70% 부하에서 83.3%의 우수한 효율 특성을 확인하였다.

또한, 군용 장비로서의 전자기 간섭 및 환경조건 만족 여부 확인을 위해 군사규격에 따라 신뢰성 시험을 수행하여 개발된 전원공급기의 신뢰성을 확인하였다.

### 1. 개요

레이더 프로세서 유닛은 레이더 시스템의 전반적인 제어와 수신신호처리를 담당하며, 이를 위해 다수의 디지털 보드로 구성되어 있어 저전압/대전류의 전원이 요구된다. 표 1에 전원공급기의 주요 사양을 나타내었으며, 그림 1은 전원공급기의 블록도를 나타낸다. 전원 입력단에 외부에서 혹은 전원공급기 내부에서 발생하는 노이즈 저감을 위한 입력 EMI 필터가 위치하고 있다. EMI 필터를 거친 항공기의 115/200VAC 3상 400Hz 전원이 인가되면, 3상 전파정류/평활 회로를 거쳐 약 270VDC의 Bus 전원이 생성된다. 이 Bus 전원을 전력변환하여 +3.3V, +5V, ±12V, ±15V의 6개의 출력전원과 전원공급기 내부에서 사용되는 보조전원을 생성한다. 28VDC 입력은 Bypass 되는 +28VDC와 +5V\_AUX 전원을 생성하는데 사용된다. 전원공급기는 레이더 시스템으로부터 인가되는 제어신호에 의해 출력전원을 On/Off 하며, 외부입력 주파수 신호에 동기되어 스위칭 주파수가 가변된다. 만약 외부입력 신호가 없다면 전원공급기는 내부적으로 고정된 주파수로 동작한다. 제어 회로에서는 입력 저전압 및 결상보호, 각 출력 전원에 대한 과전압, 저전압, 과전류보호 그리고 과열보호 기능을 수행한다.

### 2. 설계 및 제작

효율 82% (@70% 부하)를 달성하기 위해 출력 전력이 큰 +3.3V, +5V, +12V 전원에 대해 동기정류 하프브릿지 방식을

적용하였다. 추가적으로 2차측 동기정류 스위치로 다수의 FET를 병렬로 구성하여 FET의  $R_{ds(ON)}$ 에 의한 손실을 최소화하였으며, 최대 55A의 출력 전류에 따른 PCB 패턴 손실을 줄이기 위해 각 출력라인에 동부스바를 적용하였다.

표 1 전원공급기 주요 사양

Table 1 Major Specification of Power Supply

항목	개발 사양	비고
입력	115/200VAC ± 10%, 3상, 400Hz /+28VDC(25V ~ 30V)	
출력	+3.3V/55A, +5V/32A, +12V/10A, 12V/1A, ±15V/0.5A, +28V_bypass/1.5A, +5V_AUX/0.5A	
전압 안정도	±2% 이내	
효율	82% (@70% 부하)	
크기	234.0(W) x 37.0(H) x 164.7(D) mm	
무게	2.2kg 이하	

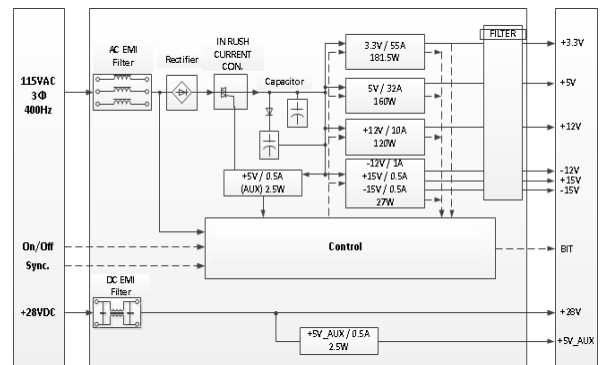


그림 1 전원공급기 블록도

Fig. 1 Power Supply Block Diagram

소용량 출력인 12V, ±15V에 대해서는 공간상의 제약으로 인하여 다중 출력 플라이백 방식을 채택하였고, 2차적으로 레귤레이터를 적용하여 전압 안정도 특성을 만족할 수 있도록 설계하였다.

내부 레이아웃은 주어진 제한된 크기에서 공간 활용도를 높이기 위해 2장의 PCB 조립체 결합 구조로 설계하였다. 입력부 조립체에는 입력 필터, 정류평활회로, 소용량 출력회로(12V,

±15V) 그리고 제어회로로 구성되며, 전력변환조립체는 대전력 출력인 +3.3V, +5V, +12V 출력회로로 구성되어 있다. 또한, 효과적인 방열을 위해 변압기, FET 등 주요 발열소자를 하우징 외곽에 분산 배치하였다. 그림 2 에 제작이 완료된 전원공급기와 내부 PCB 조립체 2장의 형상을 나타내었다. 제작결과 무게 1.95 kg 으로 사양 2.2 kg 대비 0.25 kg 의 마진을 확보하였다.

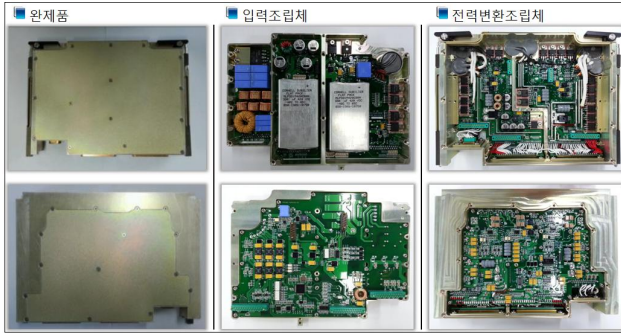


그림 2 전원공급기 형상  
Fig 2 Photo of Power Supply

### 3. 성능 평가

제작된 전원공급기의 개발 사양 만족 여부를 확인하기 위해 전기적 성능시험을 실시하였다. 그 결과 효율 83.3% (@70% 부하), 전압 안정도 ±0.5% 이내의 우수한 성능 특성을 확인하였다. 그림 3 에 전기적 성능시험 구성을 나타내었다.

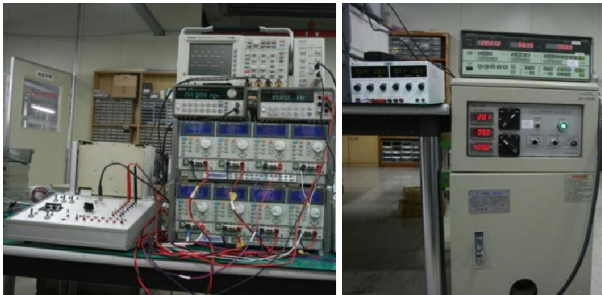


그림 3 전기적 성능시험 구성  
Fig 3 Electrical Performance Test Set-up

### 4. 신뢰성 검증

개발된 전원공급기에 대해 군용 장비로써의 신뢰성 검증을 위해 표 2 에 나타낸 바와 같이 전자기 간섭 및 환경시험을 실시하였으며, 모두 만족하는 결과를 얻었다.

표 2 신뢰성 시험항목 및 적용 규격  
Table 2 Reliability Test and Applied Specification

구분	시험항목	적용 규격	결과
전자기 간섭	CE102	MIL STD 461E, Aircraft Air Force	PASS
환경 시험	온/고도 복합	MIL STD 810C	PASS
	진동/충격	MIL STD 810E	PASS
	습도	MIL STD 810E	PASS

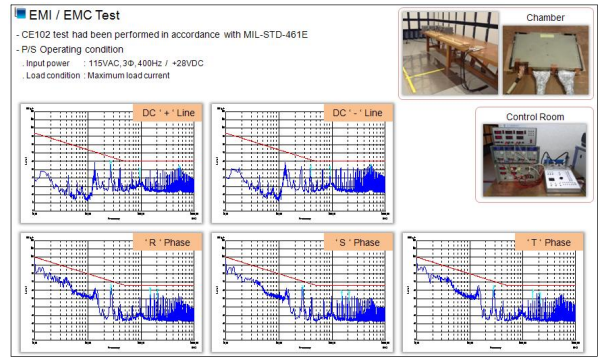


그림 4 EMI/EMC 시험구성 및 결과 - CE102  
Fig 4 EMI/EMC Test Set-up and Result - CE102

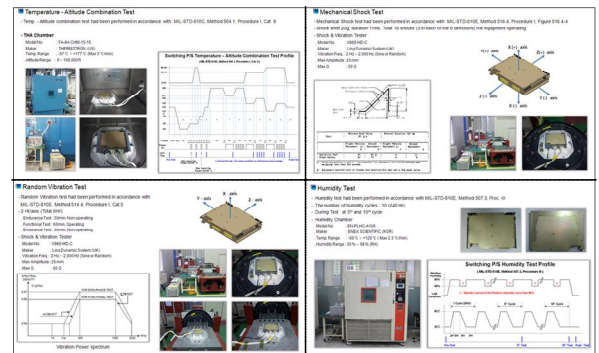


그림 5 환경시험 구성 및 시험 프로파일  
Fig 5 Environmental Tests Set-up and Profiles

### 5. 결론

본 연구에서는 군 항공용 레이더 프로세서 유닛에 적용하기 위한 8개의 다중 출력 스위칭 전원공급기를 개발하였다. 개발 목표 효율인 82%(@70% 부하)를 달성하기 위해 100W급 이상의 대전력 출력에 대해 동기정류 하프브릿지 방식을 적용하여 저전압/대전류 출력전원에서 2차측 정류 손실을 최소화 하였다. 또한, 주어진 제한된 크기에서 공간 활용도를 높이기 위한 구조설계와 방열을 고려한 발열소자 배치 설계를 하였다.

제작/시험 결과 효율 83.3%(@70%부하)의 우수한 특성을 확인하였다. 군용 장비로써의 전자기 간섭 및 환경조건 만족여부를 확인하기위해 군사규격에 따라 신뢰성 시험을 실시하여 개발된 전원공급기의 신뢰성을 입증하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] Robert Selders Jr., "Synchronous Rectification in High Performance Power Converter Design", www.ti.com
- [2] 황선민, "동기정류기를 이용한 저전압/대전류용 DC DC 컨버터", 전력전자학술대회 논문집, pp 85 88, 2003
- [3] Keith Billings, Taylor Morey, "Switchmode Power Supply Handbook, 3rd edition", McGraw Hill
- [4] MIL STD 461E, "Requirements for The Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystem and Equipment."
- [5] MIL STD 810, "Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests."