

# 과학기술위성 2호 전력계 서브시스템

이승헌, 박종오, 심은섭, 이승우  
한국항공우주연구원

## STSAT-2 Electrical Power Subsystem

Seung-Hun Lee, Jong-Oh Park, Eun-Sup Sim, Seung-Woo Rhee  
Korea Aerospace Research Institute

### ABSTRACT

위성체의 전력계 서브시스템은 임무기간 중 탑재체 및 위성체 버스의 각 서브시스템으로 전력을 제어하고 분배한다. 과학기술위성 2호의 전력계 서브시스템은 태양에너지를 전기에너지로 변환하는 태양전지판, 에너지 저장을 위하여 재충전이 가능한 배터리, 그리고 태양전지판으로부터 배터리를 통해 다른 장치에 전력을 전달하는 전력조절 및 제어시스템으로 구성된다. 본 논문은 과학기술위성 2호의 전력계 서브시스템의 구성과 상세설계사양에 관하여 설명한다.

### 1. 서론

과학기술위성 2호는 국내에서 최초로 개발되는 국내 소형 발사체(KSLV-1)에 의하여 국내 발사장(나로 우주센터, 전남 고흥)에서 2008년 10월에 발사될 순수 국내 기술로 개발되는 100kg급 저궤도 소형위성이다. 과학기술위성 2호의 주요 임무는 주탑재체인 마이크로웨이브파 라디오미터를 이용하여 지구의 밝기 온도를 측정하며 부탑재체인 레이저 반사경을 이용하여 위성의 정밀궤도를 예측한다. 또한 위성기술 시험을 위하여 Frame-type 위성구조체, 복합소재 태양전지판, Dual-head 별추적기, CCD 태양센서, 펄스형 플라즈마 추력기, 소형 탑재 컴퓨터 및 고속 X-band 송신기를 탑재하여 운영한다.

일반적인 위성 전력계는 임무기간 중 위성에서 요구하는 전력을 생성, 변환, 저장 및 분배하는 기능을 담당하며 이를 세분화하면 다음과 같다.

- 임무기간 중에 위성체 각 부분에 연속적인 전력을 공급
  - 위성체의 설계전압 범위를 넘는 버스 전압에 대해 조절기를 사용
  - 위성체에 전력을 제어하고 분배
  - 평균전력 부하 및 최대전력 부하 요구에 맞추어 전력을 제어
  - 필요시 교류와 정전압 전력버스를 위한 변환기 사용
  - 지상국에 의한 수동제어 또는 자동 시스템에 의한 제어를 하고, 전력계의 상태를 알기 위해 원격계측 및 명령을 제공
  - 전력계의 실패에 대비해 위성체 버스 및 탑재체 보호
  - 과도 상태의 버스 전압을 억제하고, 버스 오류에 대해 보호
- 전력계 크기에 대한 요구조건은 평균전력, 최대전력, 임무수행, 위성체 구조 및 궤도 요소 등이 있다. 일반적으로 위성수명 말기에는 태양전지판의 성능이 저하되기 때문에 이때의 평균전

력 요구량이 전력원의 크기를 결정한다. 2장에서는 과학기술위성 2호 전력계 서브시스템의 상세설계내용을 설명한다.

### 2. 전력계 서브시스템

그림 1은 과학기술위성 2호의 전력계 서브시스템 구성을 나타낸다. 태양전력조절기(Solar Power Regulator, SPR)은 배터리를 충전하며, 생성된 +28V의 비조절형 일차 전원은 배터리 모니터링 회로(Battery Monitor, BM)를 거쳐 전력공급장치(Power Supply Unit, PSU)에 공급된다. 이때 BM은 배터리의 전압과 전류를 측정하는 역할을 한다. PSU는 SPR로부터 생성된 +28V 비조절형 전원을 다양한 값의 정전압으로 변환하여 전력분배장치(Power Distribution Unit, PDU)에 공급한다. PDU는 전력을 각 서브시스템 및 유닛에 분배하는 역할을 수행한다.

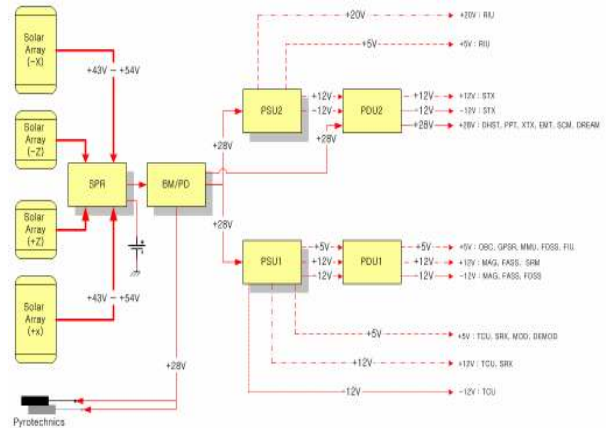


그림 1 과학기술위성 2호 전력계 서브시스템 구성

#### 2.1 태양 전지판

과학기술위성 2호는 낮(Sun)기간 동안 태양 전지판을 이용하여 위성 운용에 필요한 에너지를 생성한다. 본 위성에서는 25% 정도의 변환 효율을 갖는 GaAs계열의 태양전지 셀을 이용하여 임무초기에 평균전력 190.6W, 임무말기에 평균전력 157.1W 이상을 생성 가능하도록 태양전지판을 설계하였다. 설계된 태양전지판은 두 개의 워 패널과 두 개의 위성본체에 분산 배치되는 구조로 제작되었다. 태양전지판의 상세사양은 표 1에 나타내었다.

표 1 태양전지판 사양

항목	사양
Cell Type	GaInP2/GaAs/Ge(TJC)
Cell Size	30.6 × 40.3 × 0.175(mm)
Cell Efficiency	25% (Average)
Array Voltage	+43.89V ~ +54V
Array Power	157.1W (@80°C EOL) ~ 190.6W (@25°C BOL)

## 2.2 배터리

과학기술위성 2호는 대부분의 임무기간동안 낮과 식(eclipse) 구간을 반복하는 궤도 특성을 갖는다. 따라서 식 구간 동안 위성체 전력공급을 위하여 배터리가 필요하다. 위성의 임무기간과 궤도특성 분석결과 표2와 같은 전기적 특성을 갖는 NiCd 배터리를 선택하였다.

표 2 배터리 사양

항목	사양
Cell Type	NiCd
Capacity	7Ahr
DOD	50% / 10,000 cycles
# of Cell	24
Output Voltage	+28.8V (Normal) +34.8V (Full Charge)
Dimensions (Battery Box)	195 × 224 × 105(mm)
Weight	7,300g
Temp. Range	-21°C ~ +60°C

## 2.3 태양전력조절기 (SPR)

SPR은 태양전지판에서 발생하는 에너지를 위성체에서 사용하기에 적절한 형태로 변환하며 배터리의 충전기능을 담당한다. 과학기술위성 2호에서는 최소 91% 이상의 변환효율을 가지며 최소 216W 이상의 출력 전력공급 사양을 갖는 SPR이 요구되며 상세설계 사양은 표3과 같다.

표 3 태양전력조절기 사양

항목	사양
Power Rating	216W ~ 315W
Efficiency	91% ~ 97%
Phase Margin	> 40 deg
Frequency	> 100KHz
Battery Charge Control	Voltage Control (H/W) Current Control (S/W_OBC)
Mass	1,421g (PCB+Box)
Size	248 × 215 × 50 (mm)
Power	1.08 W

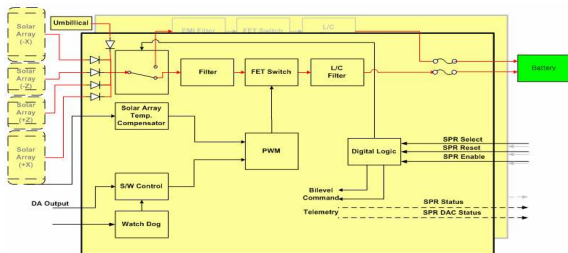


그림 2 태양전력조절기 구조

## 2.4 전력공급장치(PSU)

PSU는 SPR에 의해 생성된 비조절형 +28V 메인버스에서 위성체에서 필요한 저전압으로 변환하는 기능을 수행한다. 본 위성의 PSU에서 생성되는 저전압은 표4와 같이 65W 출력 정격을 갖는 +5V, 30W 출력 정격을 갖는 ±12V이다. PSU에서 생성된 +5V 전원은 TCU, SRX, MOD, DEMOD로 공급되며 +12V 전원은 TCU, SRX로, -12V 전원은 TCU로 직접 공급되며 PDU를 통해서 다른 부하로 공급된다. 표4는 PSU의 상세 설계 사양을 나타내며 그림3은 구성도를 나타낸다.

표 4 전력공급장치 사양

항목	사양
Power Rating	65W(+5V), 30W(±12V)
Efficiency	75% ~ 85%
Frequency	600KHz
Load Regulation	0.9% ~ 1.6%
Line Regulation	0.9% ~ 1.6%
Output Ripple	0%
Mass	1,496g (PCB+Box)
Size	248 × 215 × 40 (mm)
Power	4.06W

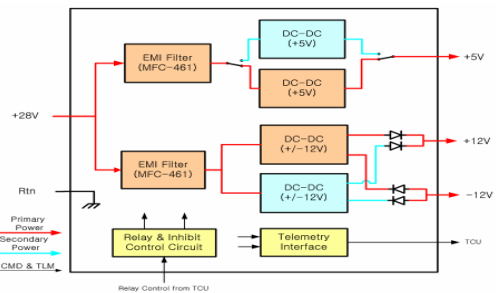


그림 3 전력공급장치 구성

## 2.5 Battery Monitor(BM)/Pyro Driver(PD)

배터리 모니터 모듈은 배터리의 충전전 전력 및 배터리 동작상태와 관련된 텔레메트리를 검출하여 TCU에 전달하는 기능을 담당한다. PD는 배터리 전원으로로부터 파이로 구동을 위해 필요한 펄스 신호를 생성하는 역할을 한다. 표5는 BM/PD의 세부 사양을 나타내며 그림4는 이들의 구성을 설명한다.

표 5 BM/PD 사양

항목	사양
Fire Current	> 4.5A @ 10ms
Redundancy	Dual redundant type
Mass	1,082g (PCB+Box)
Size	248 × 215 × 20 (mm)
Power	0.56W

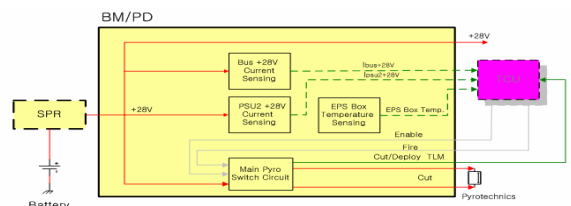


그림 4 BM/PD 구성

## 2.6 전력분배장치 (PDU)

PDU는 PSU로부터 생성된 저전압을 세부 부하로 전달하는 역할을 한다. 이때 BJT나 FET 스위치를 사용하여 세부 부하의 전력 공급을 제어한다. 전력분배장치의 사양은 표6에 나타내었으며, 구성은 그림5와 같다.

표 6 전력분배장치 사양

항목	사양
Switch Type	BJT, FET
Switching Power	+5V, +12V, -12V, +28V
Mass	1,659g (PCB+Box)
Size	PDU1 : 160 × 205 × 30 (mm) PDU2 : 180 × 270 × 30 (mm)
Power	1.68W

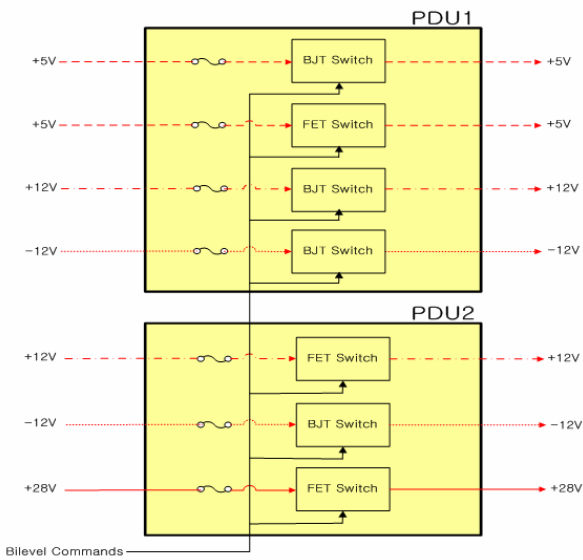


그림 5 전력분배장치 구성

## 3. 결론

본 논문에서는 과학기술위성 2호 전력계 서브시스템에 관하여 설명하였다. 과학기술위성 2호의 주어진 임무궤도 및 임무 수행에 필요한 평균 및 최대 전력을 만족하는 전력계 서브시스템이 설계되었다.

## 참고 문헌

- [1] STSAT-2 Critical Design Review Data Package, 한국항공우주연구원, 2006.