

## 저궤도 위성의 전력조절기 모듈화에 대한 연구

\*박성우, 박희성, 장진백, 장성수, 이종인, 김학정  
한국항공우주연구원 위성기술실

e-mail : *swpark@kari.re.kr, hspark74@kari.re.kr, jjb@kari.re.kr,*  
*ssjang@kari.re.kr, jilee@kari.re.kr, hjkim@kari.re.kr*

### Study on the Modularization of Power Bus Regulator for LEO Satellites

\*Sung-Woo Park, Hee-Sung Park, Jin-Baek Jang,  
Sung-Soo Jang, Jong-In Lee, Hak-Jung Kim  
Satellite Technology Division,  
Korea Aerospace Research Institute

#### Abstract

This paper proposes a new power-stage circuit that can be available for modularization of the power regulator which is used at the software-controlled unregulated bus system. And we analyze the proposed power-stage operation according to its operating modes and verify it by performing software simulation and hardware experiment using prototype. By constructing a parallel-module converter which is composed of proposed power-stages, we verify the operations and usefulness of the proposed power-stage.

#### I. 서론

기존의 일부 소형 저궤도 위성은 메인 버스전압이 배터리 전압에 연동되며, 전력조절기(Power regulator)의 스위칭 듀티 값(Duty ratio)이 위성의 탑재소프트웨어에 의해서 제어되는 소프트웨어 제어방식의 비조절형 전력버스 시스템(Software-controlled unregulated power bus system)을 채택하고 있다.

본 논문에서는 위와 같은 비조절형 전력버스 시스템에서 일반적으로 사용되고 있는 전력조절기의 모듈화 설계에 적용 가능한 새로운 전원단 회로를 제안하며, 제안된 전원단의 모드별 동작 특성을 해석한다. 다음으로 전력조절기의 병렬운전에서 발생할 수 있는 모듈간 전류 불균형(Unbalance)에 대해 제안된 전원단의 타당성을 검증하기 위해 본 논문의 해석결과를 바탕으로 병렬모듈 컨버터의 시제품을 설계, 제작하여 모듈별 전류 분배 특성을 시뮬레이션 결과와 비교 검토하였다.

#### II. 본론

새로운 위성의 개발 과정에서 시스템 요구 조건의 증가로 대용량 전력의 전원장치를 새롭게 개발할 경우, 기존의 소용량 전원장치의 모듈화로 구현하여 적용할 수 있다면, 개별 소자에 대한 특성검토, 노이즈, 방열 문제 등을 쉽게 해결 할 수 있으며, 고 신뢰도의 대용량 전원장치를 짧은 기간 내에 적은 개발비용으로 구현 할 수 있다. 뿐만 아니라 위성 전력시스템 설계의 중요한 개념인 중복성(Redundancy)과 상속성(Heritage)을 쉽게 적용할 수 있다. 또한, 소용량 컨버터 전원단의 병렬모듈로 대용량의 전력조절기를 구현하는 것은 대용량의 단일 전원단을 적용하여 전력조절

기를 구현하는 방법보다 높은 효율특성과 우수한 동특성을 얻을 수 있다[1]. 이와 같은 이유로 비조절형 전력버스를 채택하는 기존 저궤도 소형위성의 전력조절기에 일반적으로 응용되고 있는 벡 컨버터 전원단의 모듈화 구현을 위하여 그림 1과 같이 변형된 벡 전원단이 본 논문에서 제안되었다[2].

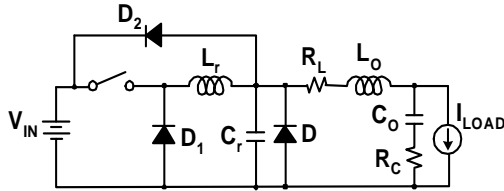


그림 1. 제안된 전원단 회로

제안된 전원단 회로는 스위칭 온(On) 초기 구간동안 공진형 컨버터로 동작한다. 하지만 일반 공진 컨버터와는 다르게 Cr 값이 매우 작으므로 전체 스위칭 구간 Ts에 비해 공진 구간이 매우 짧고, 다이오드의 영향으로 커패시터 양단의 전압은 입력전압 이상 상승하지 않는다[3]. 스위칭 주기는 스위치 모드에 따라 모드0에서 모드4의 5가지 모드로 나뉘며 각 모드별 동작이 설명될 수 있다. 그림 2는 병렬운전 가능한 전력조절기 구현을 위하여 본 논문에서 제안된 전원단의 모드별 동작특성을 해석결과를 나타낸다.

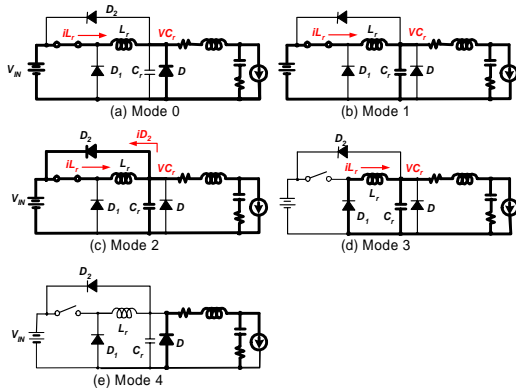


그림 2. 제안된 전원단의 모드별 동작특성

### III. 실험결과

그림 3과 4는 각각 기존의 전원단을 단순 병렬 연결하여 전력조절기의 모듈화를 구현한 경우와 제안된 전원단의 병렬 구성으로 구현한 전력조절기의 모듈별 전류 분배 특성을 나타낸다. 제안된 전원단을 적용한 경우, 모듈1과 모듈2의 전류는 각각 0.95A와 1.05A로 기존의 전원단을 적용한 경우 각 모듈에 흐르는 0.5A, 1.5A에 비해 모듈 간 전류 불균형량이 1/10 수준으로

감소한 것을 확인할 수 있다.

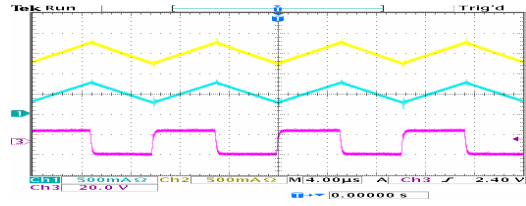


그림 3. 기존 전원단을 적용하여 구성한 병렬운전 전력조절기 모듈별 전류분배 특성

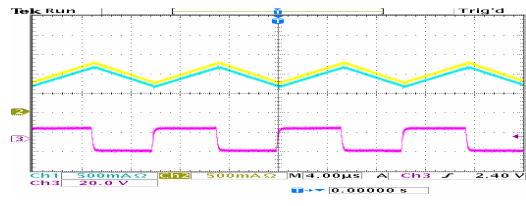


그림 4. 제안된 전원단을 적용하여 구성한 병렬운전 전력조절기 모듈별 전류분배 특성

### IV. 결론

본 논문에서는 전력조절기 모듈화 구현에 적합한 새로운 컨버터 전원단을 제안하고, 제안한 전원단의 모드별 동작 특성을 해석하였으며, 기존 소형저궤도위성 시리즈에 사용된 전원단과 제안된 전원단을 이용한 병렬모듈 컨버터를 각각 구성하여 모듈 간 전류 분배 특성을 검증함으로써 제안된 전원단으로 구성된 병렬모듈 전력조절기의 우수한 전류분배 특성을 확인하였다.

향후 개발하는 저궤도 소형위성 시스템 전력용량의 증가로 병렬모듈의 확장성을 고려하여 단일 모듈을 설계할 경우, 본 논문에서 제안된 전원단을 적용한 단일모듈 컨버터를 구현하면 외부 추가회로 없이 단일모듈의 단순 병렬연결만으로 원하는 출력 전력용량을 가지며 모듈 간 전류분배 특성이 우수한 컨버터를 쉽게 구현할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] Shiguo Luo, Zhihong Ye, Ray-Lee Lin and C.Lee, "A Classification and Evaluation of Paralleling Methods for Power Supply Modules," PESC '99.
- [2] 정규범외, 위성 SAR 모듈화 설계 및 분석, 위탁 연구과제 제3차년도 보고서, 2002.
- [3] 김희준, "스위치모드 파워 서플라이," 성안당, 1994.