

병렬운전 제어기법을 적용한 배터리 충전 장치

윤주혁, 이종헌, 김홍민, 안진우, 이동희
경성대학교 메카트로닉스 공학과

Battery charging system Using Parallel Operation Control Technique.

Ju-Houc Yoon, Jong-Hun Lee, Hong-Min Kim, Jin-Woo Ahn, Dong-Hee Lee
Dept. of Mechatronics Engineering, Kyungsung University, Busan, Korea

ABSTRACT

본 논문은 큰 용량의 배터리 충전을 위해 PWM 인버터 방식을 적용한 개별 전원장치를 병렬로 구성하여 제어하는 방식을 제안한다.

대용량의 단일 전원장치는 전력소자의 정격으로 인해 사이리스터를 사용하게 되고, 이와같은 방법은 급격한 부하 변동에 대해 응답성이 낮고 대용량의 파워필터를 사용해야 하는 단점이 발생한다.

PWM 인버터 기술을 적용한 개별 전원장치를 병렬로 구성하여 제어하게 되면, 위 단점을 해소할 수 있게 되고, 전부하 영역에서 고효율의 안정적인 제어 운전이 가능하다.

제안된 방식은 PWM 인버터와 변압기 및 전력 필터로 구성하였고, 별도의 병렬 제어가 없이 부하 전류의 분담이 가능하도록 설계 하였다.

1. 서 론

대용량 배터리 충전장치는 전력소자의 정격으로 인하여 사이리스터 정류회로를 많이 사용하였으나 이와같은 사이리스터는 급격한 부하 변동에 대해 낮은 응답성과 높은 전압리플을 가지고 대용량의 파워필터를 사용해야 하는 단점을 가진다.^[1]

최근의 배터리 충전 장치의 전원 공급하는 시스템은 공급전력의 품질적인측면으로 인하여 고주파 스위칭이 가능한 IGBT 또는 FET 소자를 이용한 컨버터 시스템으로 변화하고 있는 추세이다.

PWM 인버터 방식의 배터리 충전장치는 소용량일 경우 매우 작은 크기의 충전장치로 효과적인 회로를 구성할 수 있으며, 고주파 스위칭을 하여 전원 공급 장치를 구성할 시 부하의 변화에 대해 빠른 응답을 가지는 안정적인 전원 공급 장치를 구성할 수있는 장점이 있다.

하지만 대용량 고주파 변압기의 제작 등으로 인한 대용량의 전원장치를 설계하기가 매우 어려우므로 병렬형인버터에 의한 전원장치가 많이 적용되고 있다. 병렬형 인버터에 의한 전원장치의 경우 작은 크기로 대용량 전력을 공급할 수 있고, 전부하 영역에서 매우 고효율의 운전이 가능한 장점이 있다.

본 논문에서는 큰 용량의 배터리 충전을 위하여 PWM 인버터 기술을 적용하여 개별 전원 장치를 병렬로 구성하여 제어하는 방식을 제안한다.

제안된 방식의 개별전원 장치는 PWM 인버터와 고주파 변압

기 및 전력 필터로 구성하였고, 별도의 병렬 제어 없이 부하 전류의 분담이 가능하도록 설계하였으며 실험으로 부하 분담의 가능성을 검증하였다.

2. 병렬 제어형 전원장치

그림 1은 제안하는 병렬 제어형 전원장치의 구성도를 나타내고 있다.

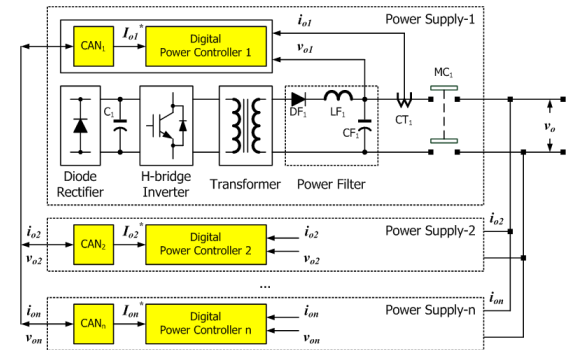


그림 1 제안된 병렬 제어형 배터리 충전장치

제안된 병렬 제어형 전원장치는 기존의 방식에 비해 별도의 병렬제어기와 전체 부하의 전류와 전압을 측정하는 센서를 포함하지 않는다. 각 개별 전원장치의 출력은 부하다이오드 없이 직접 부하차단기를 통하여 부하에 연결된다. 다수개의 전원장치를 제어하기 위해서 각각의 전원장치로부터 CAN통신을 사용한 각 개별의 부하전류와 검출 전압으로부터 부하전류를 역으로 연산하는 별도의 알고리즘을 포함하고 있고, 또한 동일한 구조의 전원장치는 선택스위치에 의해 병렬제어기 및 전원장치로 동작하는 모드와 지령전류를 받아서 전원장치로 동작하는 모드는 제어기의 프로그램에서 직접 처리하게 되는 구성을 가지도록 하였다.

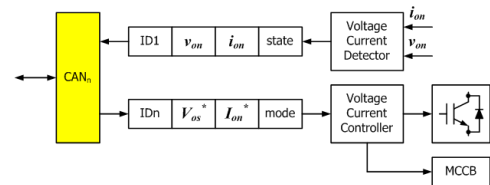


그림 2 각 개별 전원장치의 내부 제어 블록도

그림 2는 각 개별 전원장치의 내부 제어 블록도를 나타내며 개별 전원장치는 주전원장치로 검출전류, 전압, 부하차단기의 상태를 송신

하며, 분담전류, 부하지령전압을 수신하도록 되어 있다. 수신된 데이터는 주전원장치와 동일한 전압 전류 제어를 통해 분담전류와 전압을 제어하도록 구성되었다.

그림 3은 제안된 전원장치의 전압 및 전류 제어 블록도를 나타낸다.

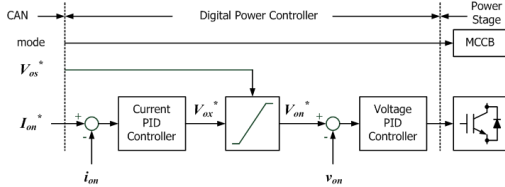


그림 3 전원장치의 전압 및 전류 제어 블록도

전류제어의 지령전압 V_{ox}^* 가 사용자가 결정한 전압의 대역 V_{BD} 와 전원 장치의 지령전압 V_{os}^* 를 통하여 결정된 $(V_{os}^* + V_{BD})$ 및 $(V_{os}^* - V_{BD})$ 내에 존재하는 경우, 각 개별전원장치의 지령전압의 크기는 V_{ox}^* 가 되며, 이 범위를 넘어가는 경우에는 최대값 $(V_{os}^* + V_{BD})$ 및 최소값 $(V_{os}^* - V_{BD})$ 이내로 제한되도록 한다.

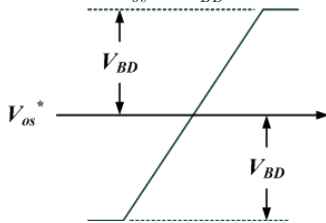


그림 4 지령전압의 결정 블록도

3. 실험 결과

그림 5는 실험된 배터리 충전 충전장치를 보여주고 있다. 전체 시스템구성은 대략적으로 인버터부와 제어부로 구성되어 있으며 제어부에는 TMS320F2811을 사용하여 설계되었다.

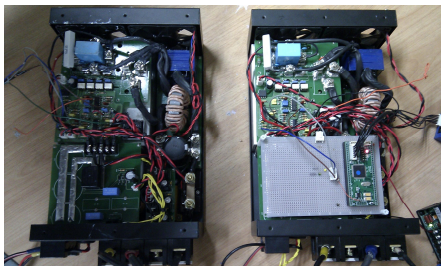
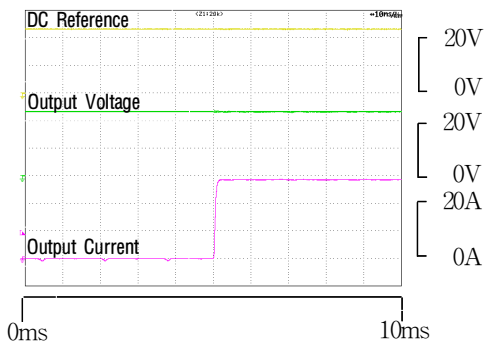
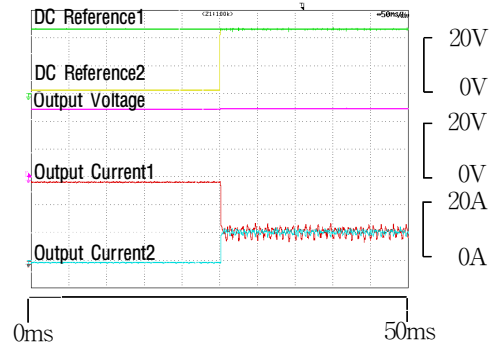


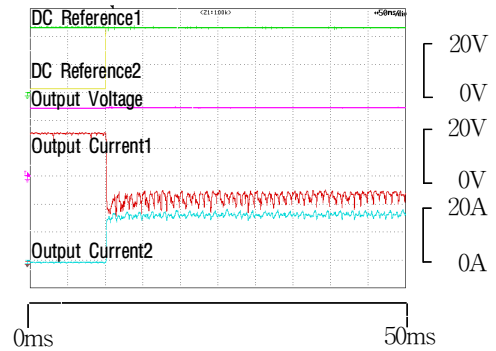
그림 5 실험에 사용된 전원 충전장치



(a) 단일 제어 전원장치 동작시 부하 전류(30A)



(b) 병렬 제어 전원장치 동작시 부하전류(30A)



(c) 병렬 제어 전원장치 동작시 부하전류(50A)

그림 6 제안된 병렬 제어형 충전장치의 실험결과

그림 6은 연결된 병렬 제어 전원 장치의 부하 전류의 분배를 보여주고 있다. 그림 (a)에서는 주 전원 장치의 단일 동작시 검출되는 부하전류를 나타내고 있으며 그림 (b)에서는 병렬 제어시 개별 전원 장치에서 부하전류를 분담하여 제어함을 보여주고 있다.

부하 전압의 크기는 24V로 유지되고 있으며 기존의 배터리 충전 장치에 비하여 부하 전압의 리플이 개선되었으며 일정한 정전압 유지가 가능하고 연속적으로 제어된 개별 전원장치 각각의 부하 전류가 일정하게 분배되어 제어됨을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 큰 용량의 배터리 충전을 위한 PWM 인버터 기술을 적용한 개별 전원 장치를 병렬로 구성하여 제어하는 방식을 제안하였다.

제안된 기법에서는 다수개의 전원 장치를 제어하기 위해 각각의 전원장치로부터 CAN통신을 이용하여 개별 부하전류와 검출전압으로부터 부하전류를 역으로 연산하는 알고리즘과 프로그램에서 직접 병렬제어 및 전원장치로 동작하는 모드와 지령전류로 전원장치를 동작하는 모드를 제어 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

제안된 방식은 기존의 방식과는 달리 별도의 병렬 제어기와 전체 부하를 검출하는 전류와 전압센서를 가지지 않아 시스템의 결선을 간략화 시키고 PWM 인버터 기술을 적용하여 기존의 사이리스터 제어 방식에 비해 리플이 적고 부하 변동에 대해 빠른 응답성을 가지며 개별 전원장치의 모드에 따라 출력전류가 일정히 나누어져 제어가 가능함을 증명하였다.

이 논문은 경성대학교 밀착형 교육지원 사업에 의해 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 추영배, "데이터 병렬루프를 가지는 사이리스터 컨버터의 PID 점호각 제어", 전력전자학회 논문지, Vol.14, no.4, pp.278-284, 2009
- [2] 류명호, "20kV 10kW급 고전압 캐패시터 충전용 전원장치 개발", 전력전자학회 논문집(2), pp.819-821, 2004