

하프브릿지 직렬공진형 컨버터를 이용한 비접촉 방식의 무선충전 시스템에 관한 연구

김영춘*, 조문택**, 이충식**, 김갑수***, 송호빈****

*공주대학교 기계자동차학부

**대원대학교 전기전자과

***아세아시멘트

****목원대학교 전기전자과

e-mail:mtcho@daewon.ac.kr

A study on contactless wireless charging system using half-bridge type series resonant converter

Young-Choon Kim*, Moon-Taek Cho**, Chung-Sik Lee**, Kab-Soo Kim***, Ho-Bin Song****

*Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

**Dept. of Electrical & Electronics Engineering, Daewon University College

***Asia Cement Co.

****Dept. of Electrical & Electronics Engineering, Mokwon University

요 약

본 논문은 무선전력전송에서 두 코일 사이에 다양한 방식의 이물질 감지 방식을 통해 전력 전달의 매개체인 두 코일 사이에 정상 부하이나 또는 비정상 부하가 발견시 전력 전송의 영향과 무선전력전송 기술을 이용한 전력변환기를 포함한 배터리의 충전과 방전기 회로를 제안하였다.

1. 서론

태양광 에너지 발전은 현재 가장 많이 사용되고 있는 친환경적인 발전에너지로서 가장 많이 사용되고 있는 기술이다. 태양광 발전은 무한 에너지인 태양광을 이용하기 때문에 설치 후 적은 유지비용으로 지속적으로 전기를 공급받을 수 있는 장점을 가지고 있다.

배터리를 사용하는 대부분의 휴대용 기기는 신호 처리를 무선 통신기기로 구현하고 있는 추세이지만, 전력공급에 있어서만 접촉단자를 통한 유선 방식을 사용할 수밖에 없는 실정이다. 이는 휴대용 기기의 디자인, 방수처리, 내구성 등에 치명적인 제한 요소로 작용하므로 이로 인하여 무접점 전원 공급에 의한 배터리 충전을 필요로 하는 시장의 요구가 존재하고 있다.

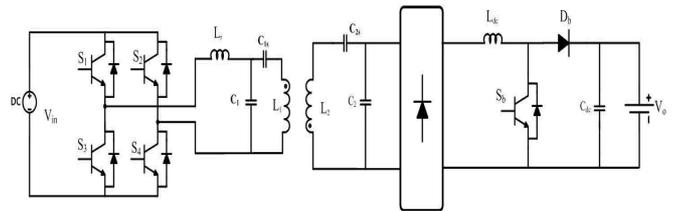
비 접촉식 무선 전력 전송은 상호 결선 와이어가 없이 전기 에너지를 전송하는 기술로 와이어로 연결하기에는 위험하고 불가능한 지역에 매우 유용하게 적용되는 기술이다.

본 논문에서 LLC 공진형 컨버터를 이용하여 무선전력전송으로 에너지 전달이 가능한지 실험으로 검증했으며, 문제점을 분석한 후 새로운 방식의 HQ_PWM방식을 도출하였다. 또한, 제안된 무선전력전송방식은 송신단과 수신단이 완전히

분리 되므로 무선통신을 이용하여 배터리 전압 상태를 무선으로 피드백을 받아 송신단에서 배터리 충전전류를 제어할 수 있었다.

2. 무선전력전송용 충전 및 방전기 회로

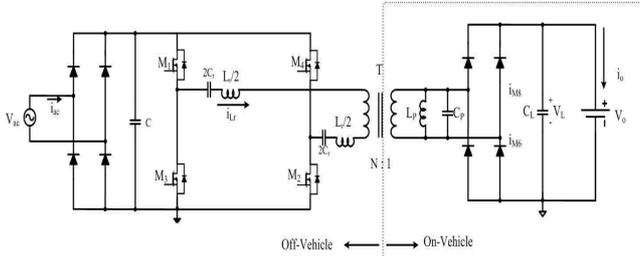
2.1 직렬 및 병렬 공진형 승압용 컨버터



[그림 1] 직렬 및 병렬 공진형 승압형 컨버터 회로도

그림 1은 직렬 및 병렬형 승압용 컨버터를 이용한 5[kW]급 충전기를 나타냈다. 전자기 유도 방식을 이용한 충전기는 기본적으로 풀 브리지 형태의 공진회로이며, 두개의 전력단으로 구성하였다. 스위치의 전류 스트레스가 매우 크므로 반도체 스위치는 FET를 사용하지 않고 IGBT를 사용하였으며 IGBT는 스위칭 손실이 커서 고속 스위칭을 할 수 없기 때문에 스위칭 주파수는 20[kHz]의 고정주파수를 이용하였다.

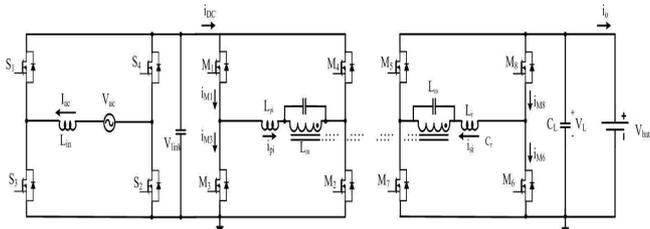
2.2 Single-stage AC-DC 유도성 충전기



[그림 2] single-stage 자기유도 충전기 블럭도

기존의 2-stage 구조는 기본적으로 부스트 토폴로지를 이용하여 PFC를 구현하고 공진형 혹은 PWM을 이용한 DC/DC 컨버터를 이용하여 전류 혹은 전압제어를 수행한다. 이 방식은 토폴로지가 늘어남에 따라 부품수가 증가하게 된다. 이로 인해 부품 수에 비례하여 가격이 증가하는 단점이 존재한다. 위에서 제안한 Single-stage 구조의 장점은 구조가 간단하여 사이즈, 무게, 가격부분에 있어 절감이 가능하고 반도체 스위치의 최소 사용으로 비교적 높은 효율의 구현이 가능하며 높은 신뢰성의 특징을 갖는다.

2.3 전자유도방식형 양방향 무선 충·방전기 회로

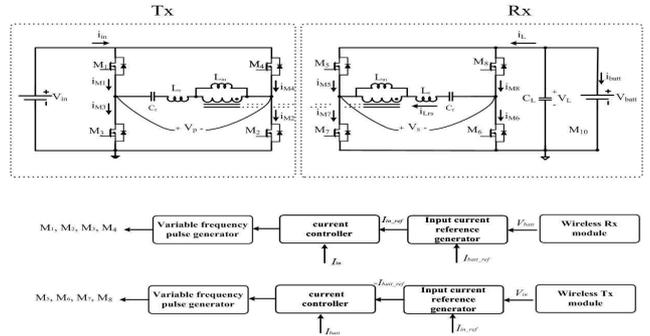


[그림 3] 전자유도방식을 이용한 양방향 배터리 충,방전기 블럭도

병렬공진회로를 적용한 자기 유도방식으로 양방향 무선 충, 방전회로이다. 또한 계통연계 인버터를 적용하여 계통과 배터리, 배터리와 계통으로 전력을 양방향으로 보낼 수 있다. 우선 병렬공진회로는 DC 특성에서 직렬 공진회로에 비해 경부하에서 좁은 주파수 변동으로 출력전압을 제어 할 수 있지만 변압기의 1차측에 공진 커패시터 병렬로 위치하기 때문에 임피던스 매칭을 위하여 2차측에 인덕터가 추가해야 하는 단점이 있고 높은 순환 전류를 갖는 문제점이 있는데 이는 곧 경부하에서 전도손실과 전부하에서 도통손실이 비슷한 특성을 갖게 된다.

3. 제안한 1단구조의 무선전력전송 회로도

그림 4는 본 논문에서 제안한 3[kW]급 회로의 회로도이다. 주파수 가변제어를 통해 동작하는 LLC 공진형 컨버터는 \$M1 \sim M8\$의 반도체 스위치와 전기적 절연과 양방향무선 전력 전송을 위해 같은 변압비를 갖는 변압기로 구성되며, 고주파 스위칭 동작을 한다.



[그림 4] 직렬 및 병렬 공진형 승압형 컨버터 회로도

4. 결론

본 논문에서 제안한 전송거리 향상을 위한 무선전력전송 양방향 배터리 충, 방전기 회로는 기존의 진도형 충, 방전 방식에서 무선전력전송 기술을 이용하여 대용량의 전력을 무선으로 전달하는 새로운 방식이다. LLC 공진형 컨버터를 이용하여 8cm전송거리에서 3kW 무선전력전송을 구현하였으며 전송거리 향상 시 발생하는 문제점을 도출한 후 새로운 방식의 HQ_PWM방식으로 20cm의 전송거리를 전달할 수 있는 6.6KW급 충, 방전기를 제안하였다. 그 결과 전송거리 향상을 위한 HQ_PWM방식의 설계 가이드를 제시하고 동작분석을 통해 대용량의 무선전력전송을 구현하였다.

참고문헌

[1] Yoichi Hori, Novel EV Society based on Motor/ Capacitor/ Wireless -Application of Electric Motor, Supercapacitors, and Wireless Power Transfer to Enhance Operation of Future Vehicles-, GCOE International Symposium on Secure-Life Electronics, Tokyo, 2012.

[2] Thuc Phi Duong; Jong-Wook Lee; , "Experimental Results of High-Efficiency Resonant Coupling Wireless Power Transfer Using a Variable Coupling Method," Microwave and Wireless Components Letters, IEEE , vol.21, no.8, pp.442-444, Aug. 2011