

GIS 외함의 유도전류를 이용한 배터리 충전기

정범교¹, 김병우¹, 최세완¹, 김민국², 오성진²
서울과학기술대학교¹, 데스틴파워²

Battery Charger with Induction Current of the GIS Enclosure

Bumkyo Jung¹, Byeongwoo Kim¹, Sewan Choi¹
Minkook Kim², Seongjin Oh²

Seoul National University of Science and Technology¹, Destin Power Co., Ltd²

ABSTRACT

본 논문에서는 운전중인 GIS 외함에 전자기 유도 원리에 의해 만들어진 유도전류를 이용한 배터리 충전기를 제안한다. 기존에 이 외함으로 흐르는 전류는 감전위험 등을 없애기 위해 접지를 통하여 대지로 버려지고 있었으나, 제안하는 시스템을 통해 유효에너지로 변환한다. GIS 외함에 흐르는 유도전류를 CT를 통해 강압형 컨버터의 전류원 입력으로 사용하여 원하는 범위의 배터리를 충전한다. 제안하는 배터리 충전기의 동작 및 제어방법의 제시하고 시작품을 통해 본 논문의 타당성을 검증하였다.

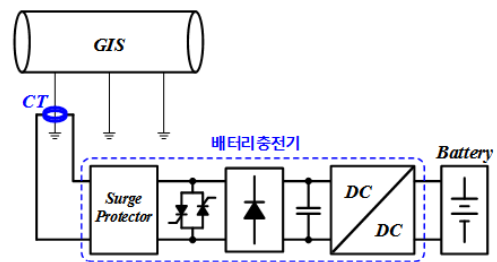


그림 1. 유도전류를 이용한 배터리 충전기 구성도

1. 서론

발전소 또는 변전소 등에서 정상개폐는 물론 고장 발생시에도 과도한 전류를 신속하게 차단시켜 전력계통을 보호하는 전력 설비의 주요보호장치로 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear, GIS)가 사용된다[1]. 그런데 가스절연개폐장치 외함에는 전자기 유도 원리에 의해 만들어진 400A에서 1,000A의 유도전류가 흐르며 이 유도전류는 감전위험 등을 없애기 위해 접지를 통해 대지로 버려진다. 기존에 이를 활용하기 위해 변류기(Current Transformer, CT)를 연결하여 저항을 통해 열을 공급하는 방식이나 다이오드 정류기를 이용하여 배터리 충전하는 방식으로 사용되었다. 하지만 이와 같은 방식은 휴대성 및 효율 측면으로 볼 때 활용이 제한적인 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 본 논문의 제안하는 시스템을 이용하여 휴대가 용이한 Portable ESS 충전 및 인버터 구동에 의한 소내전력을 공급 등 더욱 넓은 방면으로 활용 분야를 넓히고 있다[2].

본 논문에서는 버려지는 유도전류를 Portable ESS 충전에 사용하기 위한 시스템의 동작 및 제어방법을 제안한다. 제안하는 시스템은 기존 다이오드 정류기만 사용하는 것과 비교해 높은 충전 효율을 가질 수 있다.

2. 제안하는 시스템

제안하는 배터리 충전기의 구성도는 그림 1과 같다. GIS 외함에 흐르는 유도전류를 버리기 위해 대지와 접지 부분에 CT를 설치하여 60Hz인 교류 형태의 전류원 전원으로 받아오는데 이 전류는 배터리 충전기의 입력이 된다. 입력 전류는

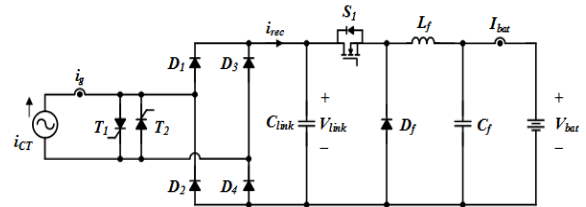


그림 2. 제안하는 배터리 충전기 회로도

CT비를 조절함에 따라 넓은 입력 범위를 가질 수 있다. 그림 2는 CT에서 받아오는 전류원 전원이 포함된 상세 회로도이다. 제안하는 배터리 충전기 회로도는 입력 측에 싸이리스터 T_1, T_2 와 다이오드 정류기 그리고 비절연형 컨버터로 이루어져 있다. 전류원 입력이기 때문에 충전기 내부의 개방회로 방지를 위해 싸이리스터를 통해 단락회로를 구성해 준다. 제안하는 충전기는 듀티를 조절하여 링크 전압 및 배터리 전류를 제어한다.

제안하는 배터리 충전기의 동작 순서도는 그림 3과 같다. 전원을 연결한 상태에서 파워 스위치를 온, 동작 스위치를 온 하게 되면 고정듀티로 동작하는 구간동안 V_{link} 가 일정한 전압으로 동작하고, 일정 시간 뒤 Closed loop 동작으로 전환하게 된다. 배터리가 충전완료 상황이 되면 싸이리스터가 온 동작을 하여 충전기로 전류가 흘러 들어가지 못하도록 단락회로를 구성한다. 또한 직류링크 과전압 또는 과전류 등으로 인한 상황에서 충전완료 상황과 같이 싸이리스터를 온 하여 단락 회로를 구성함으로써 프로텍션의 역할도 하게 된다. 충전완료 또는 직류링크 과전압 또는 과전류 상황에서는 동작 스위치를 오프, 직류링크 전압을 방전 후 다시 처음 상태에서 구동시킬 수 있

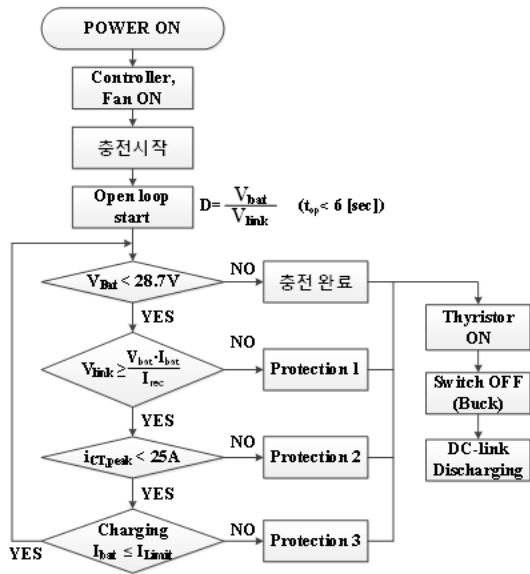


그림 3. 동작 순서도

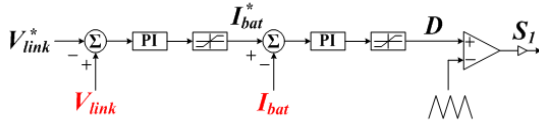


그림 4. 제어블록도

다. 그림 4는 제안하는 컨버터의 제어 블록도이며 직류링크 전압을 제어하게 된다.

3. 실험 결과

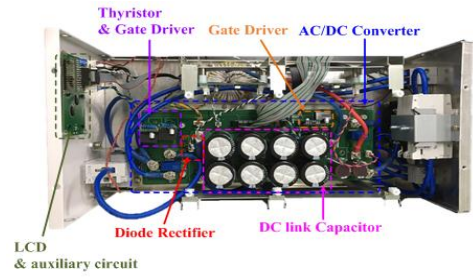
제안하는 시스템의 타당성을 입증하기 위해 다음의 설계 사양에 따라 실험을 하였다.

- $P_o = 500W$ • $V_{bat} = 23.8\sim 28.7V$ • $i_{CT} = 7\sim 17A_{rms}$
- $I_{bat} = 20A$ • $C_{link} = 8mF$ • $L_f = 350\mu H$ • $C_f = 470\mu F$

그림 5는 제안하는 배터리 충전기의 시작품 사진으로 크게 다이오드 정류기, 직류링크 커패시터 그리고 DC/DC 컨버터로 구성된다. 그림 6(a)는 충전 초기 동작으로 Open loop 상황을 지나 Closed loop로 링크 전압과 배터리 충전 전류가 일정하게 제어가 되는 것을 볼 수 있다. 그림 5(b)와 5(c)는 각각 900:10, 900:20의 CT 비를 사용하여 진행한 실험의 충전 동작파형이다. 각각의 입력 7.4Arms, 17.2Arms로부터 안정적으로 배터리를 충전하는 것을 볼 수 있다.

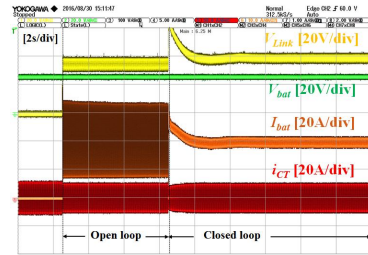
4. 결론

본 논문에서는 GIS 외함의 유도전류를 이용한 배터리 충전 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 배터리 충전기는 CT에 의해 넓은 입력 전류 범위를 만족시킬 수 있고, 또한 직류링크 전압 제어를 통해 넓은 출력 전압 범위를 만족시킬 수 있다. 제안

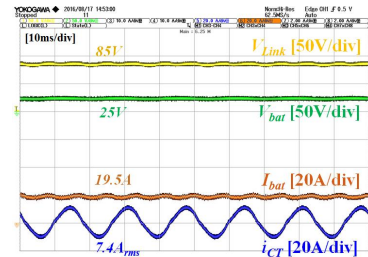


LCD & auxiliary circuit

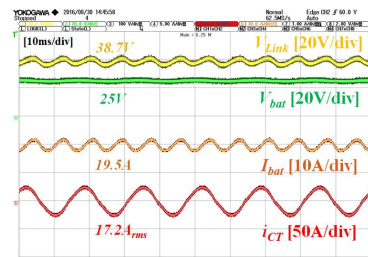
그림 5. 제안하는 배터리 충전기 시작품



(a) Start up



(c) Charging (CT=900:10)



(b) Charging (CT=900:20)

그림 6. 실험파형

하는 시스템의 동작 및 제어방법은 2kW급 시작품 실험을 통해 타당성이 검증되었다.

참고 문헌

- [1] Yamagata Y., et al. "Field tests on current carrying performances of 1000kV GIS." *Transmission and Distribution conference, 1999 IEEE*. Vol. 2. IEEE, 1999.
- [2] 박민영, 송광석, 강성현, 위한별, 박성준. "벽 컨버터를 이용한 배터리 충전 시스템 간소화" 전력전자학술대회 논문집, 115-116. 2012