

변류기를 이용한 자가발전 장치의 설계와 특성

변우봉, 김현식*, 김종령*, 이해연*, 이준희*, 지민권*, 이진*, 오영우**

한국전기연구원, *(주)매트론 기술연구소, **경남대학교

Design and Properties of a Self Generation Equipment using Current Transformer

W. B. Byun, H. S. Kim*, J. R. Kim*, H. Y. Lee*, J. H. Lee*, M. K. Ji*, J. Lee*, Y. W. Oh**

KERI, *MATTRON R&D center, **Kyungnam Univ.

Abstract : We have studied design and application about an self generation equipment for underground power transmission cable. The split CT(Current Transformer), which has the applicable underground power transmission cable, was manufactured through electromagnetic simulation of magnetic core. And manufactured the AC-DC converter that supplied stable DC power for PLC modem when current of power line has more than 150A. An self generation equipment using the CT and AC-DC converter get into operation the PLC modem consistently. As a result, the underground power transmission cable was showed the application possibility through the stable communication and network characteristics.

Key Words : Current Transformer, Self generation equipment, PLC, HV Power Cable

1. 서론

최근에는 전력 IT 사업을 통해 모든 전력 설비의 상태를 센서로 감시하고 그 정보를 통합하여 관리자에게 제공하는 전력선통신(PLC) 기반 종합 솔루션을 개발하고 있다. 그러나 지상 송/배전선의 전력선 통신 시스템에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 지하 직매 고압선에서는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 직매 고압선에서의 PLC 통신 시스템에 대한 연구가 진행되지 않는 것은, 주위에 저전압 전원이 전혀 가설되어 있지 않아 통신 기기에 전원을 공급할 수 없기 때문이다. 그러므로 자가 발전형 전원 장치의 개발이 필요하다. 고압 전력선에 적용 가능한 자가 발전 에너지는 변류기(Current Transformer)가 가장 적합하다고 볼 수 있는데, 포설된 전력선에 설치해야하므로 분할형의 변류기를 사용해야 한다. 하지만, 현재 고압 전력선에 채용 가능한 대형 변류기는 개발되어 있지 않으며, 특히 이미 포설되어 있는 전력선에 채용 가능한 분할형은 설계 및 제작된 사례가 없으며, 이 변류기의 출력 전원을 이용한 전원장치의 구성에 대한 연구도 진행된 사례가 없다.

따라서 본 연구에서는 통신장비 구동전원 공급용 자가 발전형 전원장치를 개발하고자 대용량 CT와 전원장치를 제조하였으며, 이를 이용한 전력선 통신실험을 통해 직매 고압선에서의 적용 가능성을 파악하고자 하였다.

2. 실험

대형 및 대용량 변류기 설계와 제조에서, 직매 154 kV 급의 고압선에는 수십 ~ 수 백 A의 고전류가 흐르고 최대 140 mm의 직경을 가지므로, 전자장 모의해석(Flux 2D)을 통해 고전류에서 자기포화 되지 않고 안정적인 특성을 발휘하는 자기코어를 설계하였으며, 이를 통해 내경이 150 mm인 변류기를 제작하였다. 이 변류기는 800 A : 5

A의 전류비와 1 % 이내의 오차율을 가지며, 5 W 이상의 부하를 가지도록 설정되었다.

한편, 전원장치의 설계와 제작에서, 전원장치의 입력전원이 변류기의 출력 전원인데, 직매 고압선의 실제 전류 범위를 최대한 포함하도록, 즉 전원장치의 입력 전류가 가능한 넓은 범위를 가지도록 설계하고자 하였다. 변류기의 출력 교류전류를 저항 또는 승압 변압기를 이용하여 전압원으로 변환하고 다이오드 및 레귤레이터 등을 이용하여 직류의 전압원으로 변환시켰다. 이때의 직류 전압은 200 Mbps급 전력선 모뎀의 구동 전압(12 V, 3.3 V)이었다. 설계 및 제작된 대용량 분할형 변류기와 전원장치를 통합하여 자가 발전형 전원 공급장치를 구성하여 전력선 통신 실험을 실시하였으며, 통신 속도와 전력선의 전류크기 변화에 대한 통신 안정성 등에 대해 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 전자장 모의해석을 통해 제작된 자기 코어를 이용하여 제작된 대용량 변류기의 출력 특성을 나타낸 것으로서, 800 A의 전력선 전류에 대해 5 A의 전류가 출력되며, 그 이하에서는 직선적인 거동을 나타내었다.

변류기가 직선적으로 동작하는 전력선의 최대전류는 설계 기준인 800 A를 기준으로 약 25 % 상승된 1,000 A정도이며, 그 이상의 전류에 대해서는 자기코어의 형성연구를 통해 설계 가능하다.

그림 2는 변류기의 출력 전류를 입력전원으로 사용하여, 200 Mbps급 전력선 모뎀의 구동 전원용 직류 전압이 출력전원인 AC-DC 컨버터의 출력 특성을 나타낸 것이다. 전력선 모뎀(Intellon chip, 200 Mbps)의 구동 전압은 DC 3.3 V와 DC 12 V인데, 본 연구에서 제작된 AC-DC 컨버터는 전력선의 전류가 150 A 이상일 때부터 모뎀 구동 전압이 안정적으로 출력됨을 확인할 수 있다.

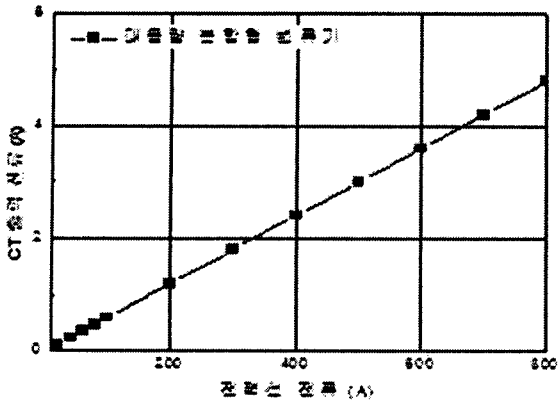


그림 1. 전력선 전류에 따른 변류기의 출력전류(AC).

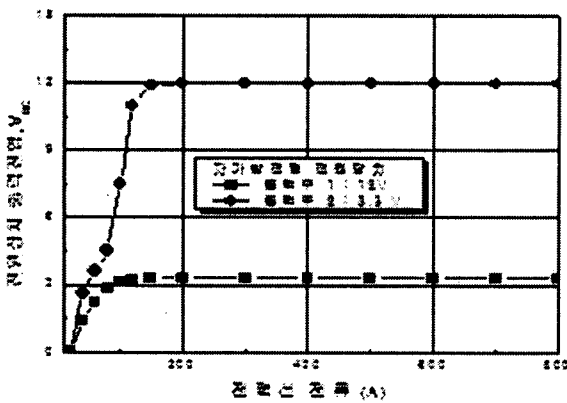


그림 2. 자가발전 전원용 AC-DC 컨버터의 출력특성.

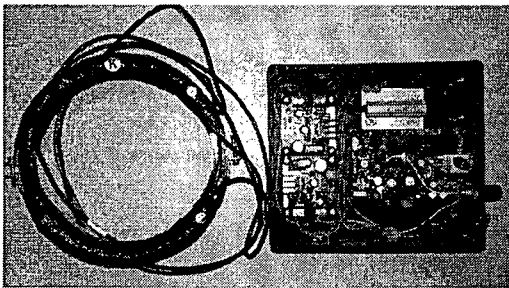


그림 3. 제작된 자가발전형 전원 장치

실제 직매 고압선에서는 수십 A 정도의 낮은 전류가 유입되는 경우가 있는데, 이 경우에는 전력선 모뎀이 구동되지 않아 통신시스템이 가동되지 않는다. 따라서 전력선의 유입전류가 수십 A 정도로 낮은 경우에도 구동 가능한 전원장치 회로 또는 변류기의 성능향상 연구가 필요하다.

그림 3은 본 연구에서 제작된 자가발전 전원 장치의 사진을 나타낸 것이다.

그림 4는 제작된 변류기와 대용량 비접촉식 커플러를 전력선에 설치하고 AC-DC 컨버터와 전력선 모뎀을 연결하여, 자가발전형 전원장치 및 전력선 통신 시스템을 구성한 시험 모식도이고, 표 1은 통신시험 결과를 나타낸 것이다. 모뎀은 그림 2의 결과와 같이 150 A 이상에서부터 구동이 가능하였고, 800 A까지 안정적으로 통신 이루어

어졌으며, 전력선의 전류량 변화에 의한 통신 속도의 변화는 없었다. 전력선 모뎀의 소비전력은 4 W이며 저항을 포함한 전원장치의 자체 소비전력이 약 1 W 정도되므로 변류기는 최소 5 W의 전력을 공급할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이것은 본 연구에서 설계 및 제조된 자가발전형 전원장치가 직매 고압선에 설치되어 통신시스템의 구동전원으로 채용될 수 있음을 나타내는 것이며, 구동 가능한 전력선 전류의 범위의 확대와 전원장치에서 발생하는 발열현상에 대한 추가연구가 진행된다면, 직매 고압선에서의 통신시스템용 자가발전장치로의 상용화가 가능할 것으로 판단된다.

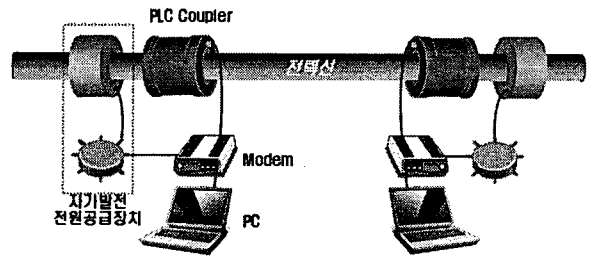


그림 4. 자가발전 장치를 이용한 통신시험 모식도.

표 1. 통신시험 결과.

조 건	전력선 전류				
	100A	150A	400A	600A	800A
통신모뎀 동작 여부 및 응용성	×	○	○	○	○

4. 결 론

변류기를 이용한 자가발전장치의 개발과 응용 가능성에 대한 본 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 154 kV급 직매 고압선에 체결 가능한 분할형 대용량 변류기를 제작하였고, 전력선 전류에 대해 직선적인 출력특성을 나타내었다.
- 전력선의 전류가 150 A 이상부터 전력선 모뎀 구동용 직류 전압을 안정적으로 나타내는 AC-DC 컨버터를 제작할 수 있었다.
- 변류기와 AC-DC 컨버터를 이용하여 구성된 자가발전 전원장치를 이용하여 전력선 모뎀을 구동시킬 수 있었고, 안정적인 통신특성을 나타내어 직매 고압선으로의 응용 가능성을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] 김종령, 김현식 외, “나노결정립 재료를 이용한 비접촉식 커플러의 설계 및 특성”, 한국자기학회지, Vol. 16, No. 6, p. 300~304, 2006
- [2] (주)매트론, “신자심재료 개발을 통한 광대역용 비접촉식 커플러의 핵심기술 개발”, 연구보고서, p. 44~110, 2008