

빌딩 에너지관리 시스템용 자기유도 방식을 이용한 전류센서에 관한 연구

김희민^{1*}, 이유기¹, 박관수¹

¹부산대학교 전기공학과

1. 서론

국내 산업의 여러 부문 가운데서 건물 부문 에너지 사용량은 우리나라 전체 에너지 소비량의 1/3 이상을 차지하고 있으며 주로 대규모 산업건물, 아파트 주거 밀집공간, 정부 및 기업사무용 공공 건물에서 대부분 발생한다. BEMS(Building Energy Management System) 기술은 배전반 및 전원아울렛 등에 전류센서를 설치하여 실시간 전력량을 측정하고, 측정된 정보를 무선 통신을 통해 서버로 전송하며, 이를 냉난방 공조시스템과 연동하여 에너지를 절감하는 것이다. 즉, 기기 별 전력 소비량을 실시간 파악하여 에너지 소비 패턴을 예측 및 분석하고, 에너지 절약조치를 강구하여 건물의 최상의 에너지 효율을 유지시키기 위한 기술이다. 그러나 기존의 BEMS용 전류센서는 크기가 크고 외부전원이 필요하며 전류 노드와 접촉식 형태로 설치되어 효율적인 무선 통신 시스템 구축이 어렵다. 효율적인 BEMS 구축을 위해서는 전류센서를 소형, 경량으로 제작하는 동시에 노드와 비접촉형 설치를 통하여 계통회로의 임피던스 변화를 최소화할 필요가 있다. 또한 전류센서는 자체 동작과 저전력 무선 통신을 위해 자가전원을 갖추고 노드 내부의 전원 상태 및 통신모듈의 상태와 관계없이 정밀한 전류 측정이 가능해야 한다. 본 논문에서는 자기유도형 자가전원을 이용하여 배터리 없이 동작하고 정밀한 전류측정이 가능한 BEMS용 전류센서의 구현 방법을 제안하였다.

2. 실험방법

본 논문에서 제안한 배전반 및 전원아울렛에 설치되는 전류센서 시스템의 구조를 그림 1에 나타내었다. 전류센서는 자기유도형 자가발전 전원으로부터 전력을 공급받는 동시에 정밀한 전류를 측정할 수 있는 구조로 구성된다. 자가 전원은 연자성체 재료인 링 타입의 페라이트 코어로 구성되며 코어에 코일을 권선한다. 페리데이 법칙과 암페어 주회법칙에 의하여 코어 중앙으로 시변 전류가 흐르면 코어 내부에는 균일한 시변 자기장이 발생하고, 시변 자기장으로부터 코일에는 권선수에 비례하는 유도기전력이 발생한다. 이때 코어 중앙을 통과하는 전류의 크기가 증가하면 코어 내부에 발생하는 자속밀도가 선형적으로 증가하는 연자성체 재료의 특성을 활용하고, 권선에 유기된 전압의 크기를 측정함으로써 이에 선형적으로 비례하는 전류값을 추정할 수 있다. 그림 2는 연자성체 코어의 B-H곡선과 이를 활용하는 방법을 나타낸다.

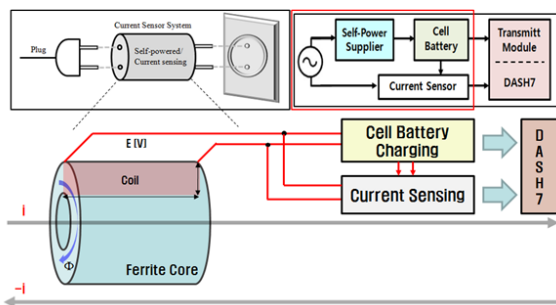


그림 1. BEMS용 전류센서의 구조

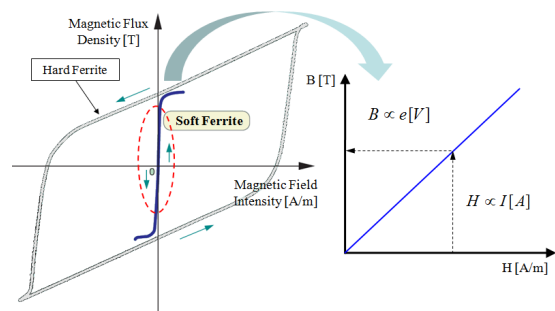


그림 2. 연자성체 코어의 BH 곡선

3. 실험결과

그림 4,5는 코어 중심을 통과하는 정현파 전류에 따른 코일 양단에 유도된 전압의 정현파 크기를 나타낸다. 전류의 크기가 증가할 때 코일에 유도되는 전압의 크기도 선형적으로 증가한다.



그림 3. 페라이트 코어 및 코일 권선

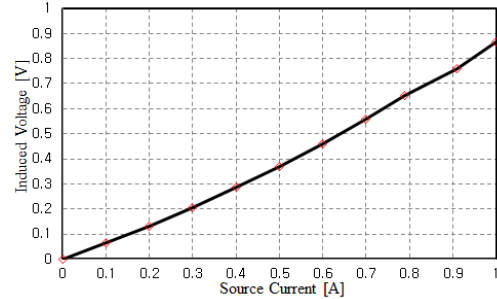
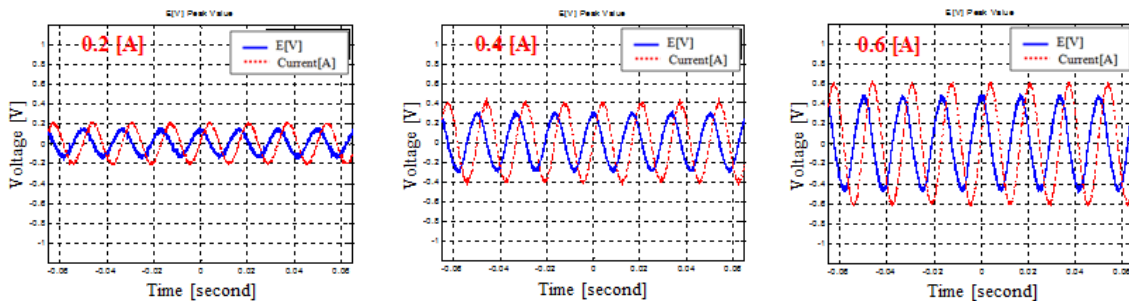


그림 4. 전류에 따른 유도기전력의 크기



(a) 0.2A

(b) 0.4A

(c) 0.6A

그림 5. 전류에 따른 코일 양단의 유도기전력의 크기 및 파형

4. 고찰

연자성체 재료의 페라이트 코어를 사용해 코일 양단에 유도되는 전압을 측정함으로써 소형, 경량, 자가발전 전원을 갖춘 전류센서의 구현이 가능하다.

5. 결론

본 논문은 효율적인 BEMS 구축을 위해 자기유도형 자가발전 전원을 갖춘 소형, 경량, 고정밀, 저가의 전류 센서의 개발 및 구현 방법에 관하여 제안하였다. 본문에서 제안한 자가발전 전원은 페라이트 코어로 구성하여 무선 통신을 위한 최소한의 전력을 공급함과 동시에 코일 양단에 전압을 발생시킨다. 따라서 코일 양단의 유도 전압을 측정하여 정밀한 전류값을 예측할 수 있다.

6. 참고문헌

- [1] Xiaohong Guan, Zhanbo Xu, and Qing-Shan, "Energy-Efficient Buildings Facilitated by Microgrid", IEEE Trans. Smart Grid, vol.1, no.3, pp.243-252, Dec. 2010.
- [2] Peng Zhao, Siddharth Suryanarayanan, and Marcelo Godoy Simoes, "An Energy Management System for Building Structures Using a Multi-Agent Decision-Making Control Methodology", IEEE Trans. Industry Applications, vol.49, no.1, pp.322-330, Feb. 2013.