

Induction Coupling을 이용한 근거리 비접촉 전력전송기기의 개발

김진성^{1*}, 박관수¹

¹부산대학교

1. 서론

전력기기 사용 증가로 기존 전력공급 방식인 전선을 대체 할 수 있는 무선전력전송이 대두 되고 있다. 하나의 기기에 하나의 전선을 사용하여 전력을 공급던 기존 방식은 많은 수의 전력기기를 사용할 경우 그와 비례한 전선사용 증가로 공간이 협소하거나 전원 콘센트가 부족한 경우 불편함이 따른다. 무선전력전송은 공간적 제약을 대체하여 사용 할 수 있다.

무선전력전송 방식은 전자파방식, 자기공명방식, 전자기유도방식으로 나눌 수 있다. 전자파 방식은 수km 거리 까지 전력전송이 가능하나 효율이 제일 떨어진다. 자기공명방식은 수m 거리까지 전력전송이 가능하나 정확한 공명주파수에 맞춰 전력을 전송해야 하기 때문에 응용에 여러 가지 제약이 따른다. 전자기유도방식은 수mm 근거리 사용에 적합하고 대용량의 전력을 전송 할 수 있기 때문에 대형기기에 적합한 방식이다.

본 연구에서는 산업용기기의 구동에 필요한 전력 공급 배터리를 충전하기 위한 기기를 개발하였다. 열악한 구동환경으로 인하여 기존 전력전송방식을 사용할 수 없는 경우를 대체하기 위해 수mm 거리를 가지는 자기유도방식 비접촉전력전송기기를 개발하였다. 기기의 설계는 장하분배법을 이용하였으며 설계된 기기를 2차원, 3차원 유한요소법으로 해석하여 그 적합성을 판단하고 설계치를 보정하였다.

2. 실험방법

용량에 비례한 전기장하로 코일의 권선 수 및 굵기를 설계하고 자기장하를 이용하여 코어의 크기 및 재질을 설계하였다. 기기의 크기는 제한된 공간 안에 장착되기 때문에 전체 크기를 제한 조건으로 설정하여 설계를 진행하였다. 설계된 기기의 2차 측에 발생하는 유기전력을 계산하기 위해 2차원 및 3차원 유한요소 해석 프로그램을 사용하여 계산하였다. 해석 프로그램을 통해 2차측에 전달되는 자속의 크기를 계산하고 자속의 크기를 통해 권선수와 주파수 비례식을 사용하여 2차 코어에 유기되는 전압을 계산하였다.

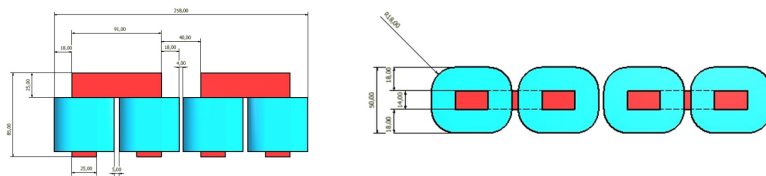


Fig 1. Schematic of non-contact power transfer machine

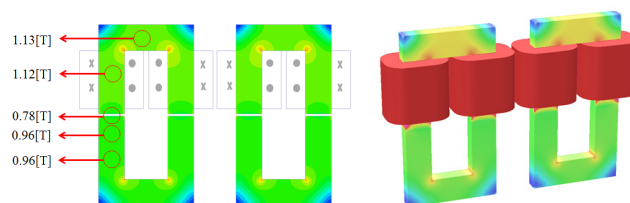


Fig 2. Magnetic flux density using the FEM 2D, 3D analysis

유한요소해석을 통해 설계된 기기의 시제품은 220V 60Hz 전원에 연결하여 출력 전압과 전류 그리고 등가 회로 작성을 위한 저항, 인덕턴스를 측정하고 계산하였다.

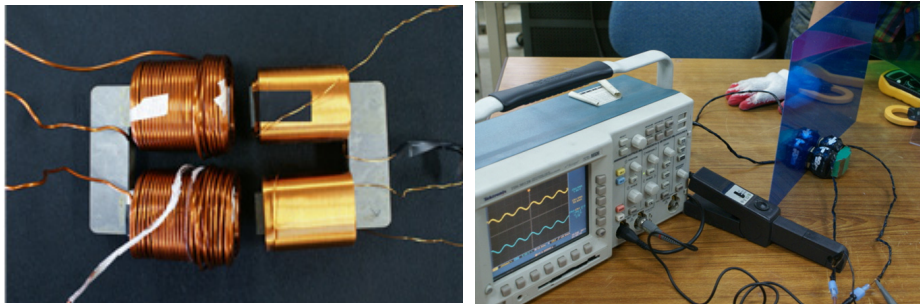


Fig 3. Measurement system of non-contact electric power transfer machine.

3. 실험결과

유한요소 해석으로 설계시 고려했던 코일의 권선 수를 증대 시켜야 한다는 결과를 얻었으며 시제품 실험과 거의 유사하게 2차측에 유기전압이 발생됨을 확인하였다.

Table 1. Comparison of the design variable.

	N_1 (turns)	N_2 (turns)	ϕ ($\times 10^{-4} \text{Wb/m}^2$)	E_2 (Vrms)	Core cross-sectional area (mm^2)
gap flux	692	88	12.02	28.18	38×22
1.1 T	2484	350	3.354	28.71	25×14

4. 고찰

자기누설 등 손실에 의한 추가 코일 권선 수를 유한요소해석을 통해 알 수 있었다. 시제품 부하시험 시 발생하는 전압변동률의 원인의 분석과 보정 방법을 연구할 필요성이 있다. 공극에 길이에 따라 2차 코어에 발생하는 전압이 달라지기 때문에 일정공극을 유지시키는 기계적 요소도 중요하다.

5. 결론

본 논문을 통해 근거리에 사용되는 비접촉 전력전송기기를 개발하였다. 기존 전선으로 공급하는 방식이 적합하지 않은 환경에 사용될 수 있도록 개발하였다. 장하분배법으로 설계를 하고 유한요소해석과 시제품 실험을 통해 적합성을 보였다.

6. 참고문헌

- [1] William C. Brown, IEEE Trnas. Micro. 30, 1230 (1984).
- [2] Gyu-Tak Kim, Gyu-Hong Kang, Tae-Hee Choi, Trans. Kiee. , 42, 1 (1993)
- [3] Charles I. Hubert, Electric Machines, Prentice Hall, , (2003), 46-48.
- [4] P.Morin, R.H.Nochetto, K.G.Siebert, SIAM, 44 631~658, (2002).
- [5] Kausumi Yamazaki, IEEE Trans. Energy Conversion, 14, 698-703 (1999)
- [6] Grigore Alexandru Cividijian, IEEE Trans. Magn, 45, 694-700 (2009)
- [7] Massimo Barcaro, Nicola Bianchi, IEEE Trans. Magn, 46, 121-126 (2010)