



실내 응용을 위한 저전류 전력선의 자기장을 이용한 에너지 하베스터 및 센서 인터페이스 회로 개발

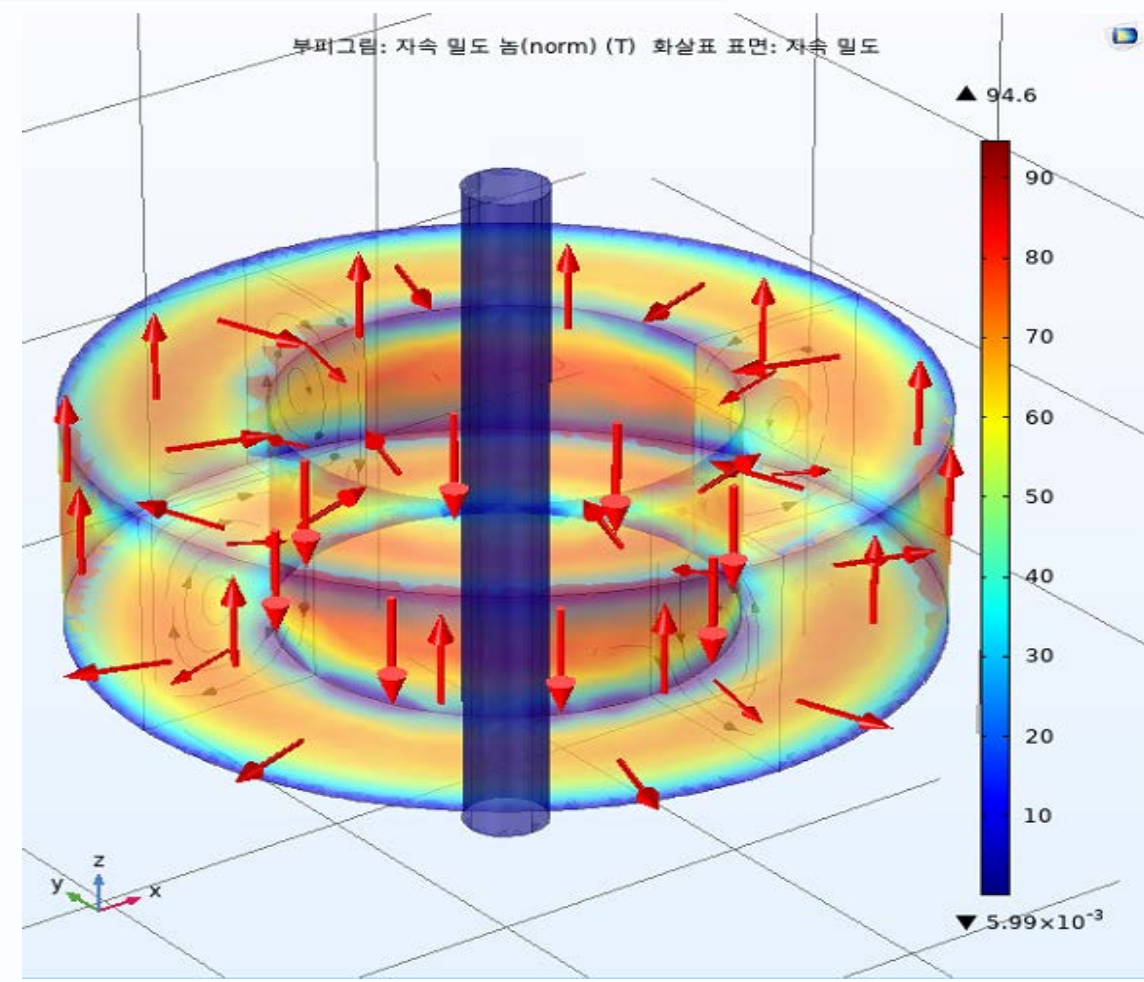
「전자기학」과 「전자회로 실험」과 「반도체 실험」 강의페어링
신호재교수님 지도

목적

4차 산업혁명의 7대 주요 과제 중 하나인 IoT는 통신 프로토콜을 기반으로 정보를 처리하는 정보 시스템으로 시장과 인프라는 빠른 속도로 발전 및 다양화가 진행 중이다. 스마트 시티에서 사용되는 수 많은 무선 센서는 태양전지와 같은 재생에너지를 동력원으로 이용한다. **에너지 하베스팅**은 버려지는 **에너지**를 수집해 전기로 바꿔 쓰는 기술로, 현재 화석연료의 고갈로 인한 **에너지 불균등화 문제**, 화석연료사용으로 발생하는 환경문제 해결에 큰 도움이 되어 우리나라의 실정에서 특히 유용한 분야이다.

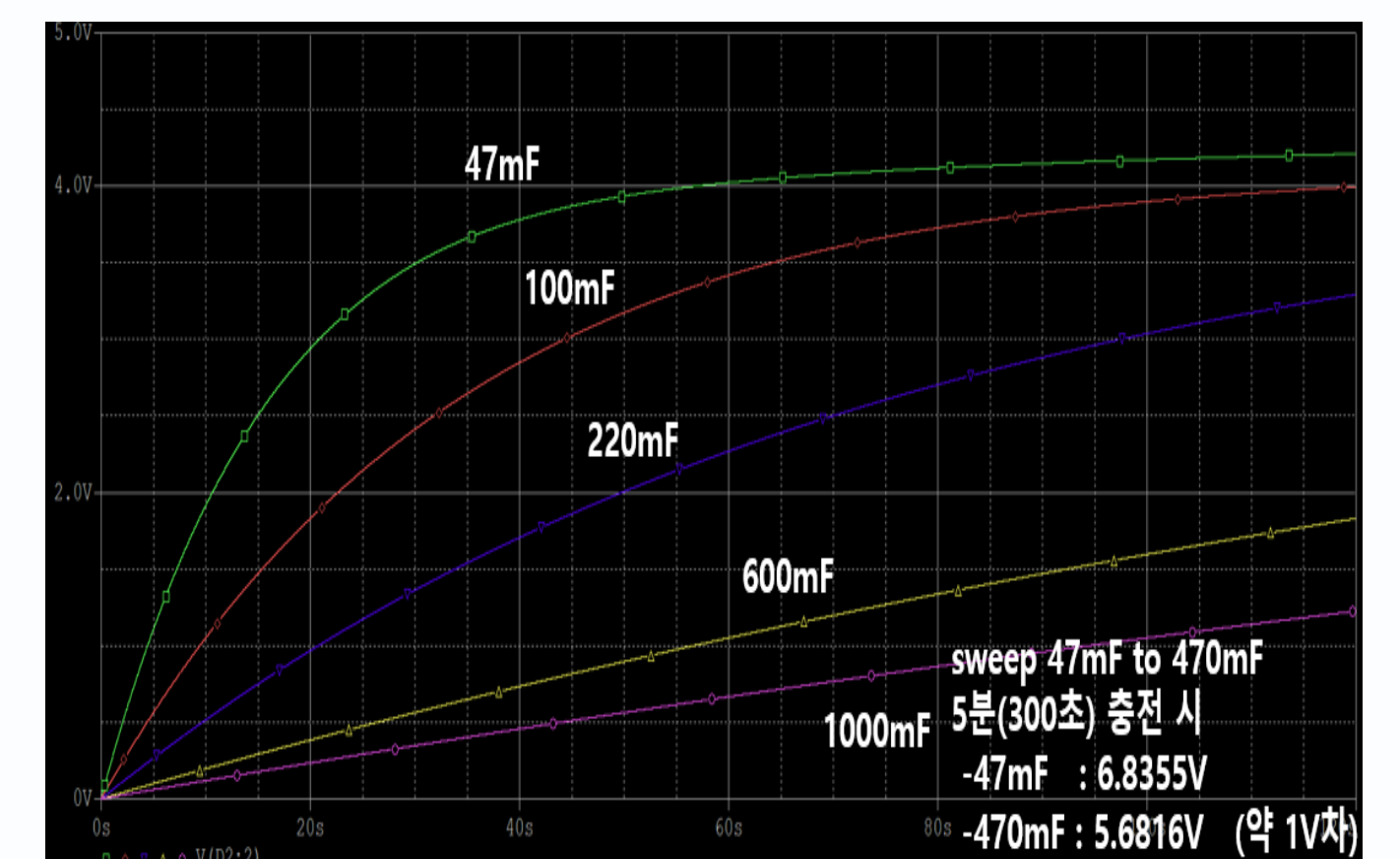
‘전자기학’에서의 강의페어링

모든 전자기기와 연결된 전력선 주변에는 자기장이 존재하는데, 전자기유도방식을 활용하여 자기장의 에너지를 수확합니다.



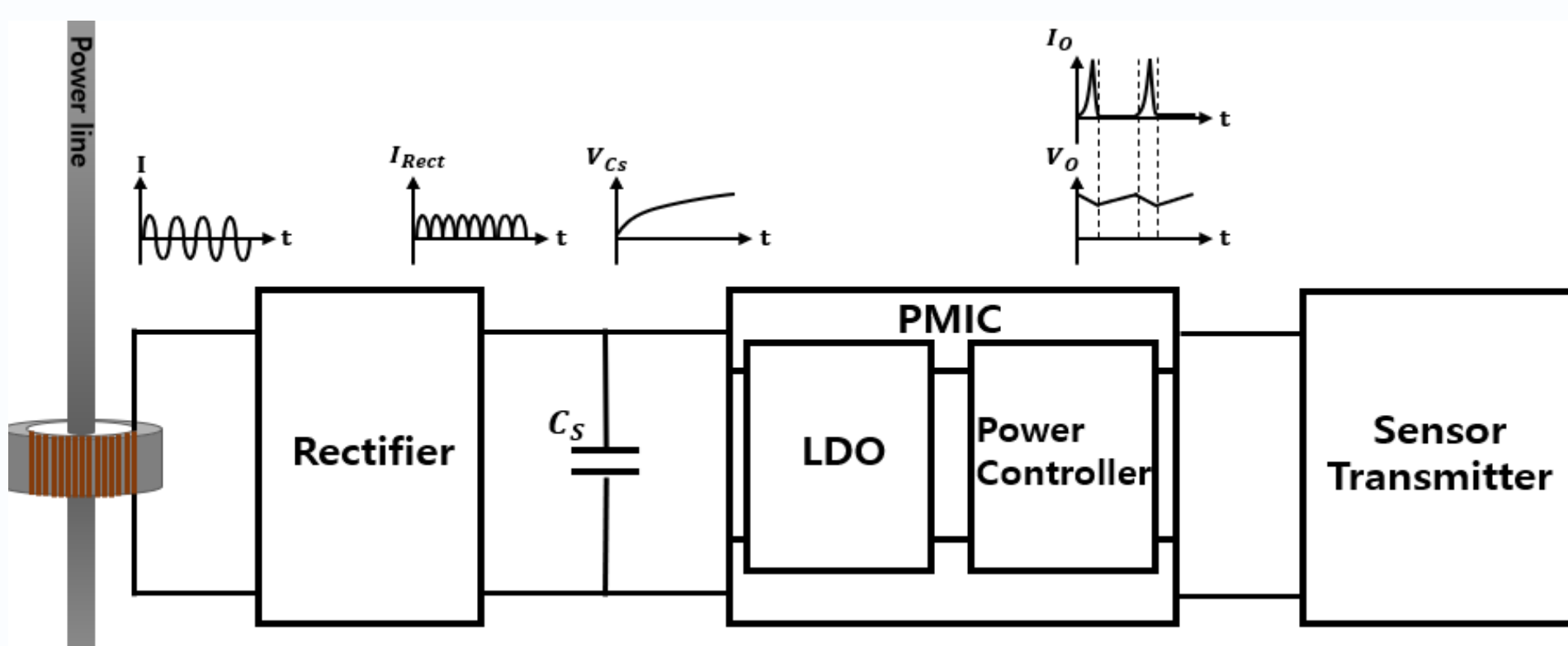
‘전자회로 및 반도체 실험’에서의 강의페어링

전자기 유도방식을 통해 수확된 에너지는 정류기를 통해 저장되고, 전력관리회로 (PMIC)을 통해 충분한 에너지가 모이면 센서로 전달한다.

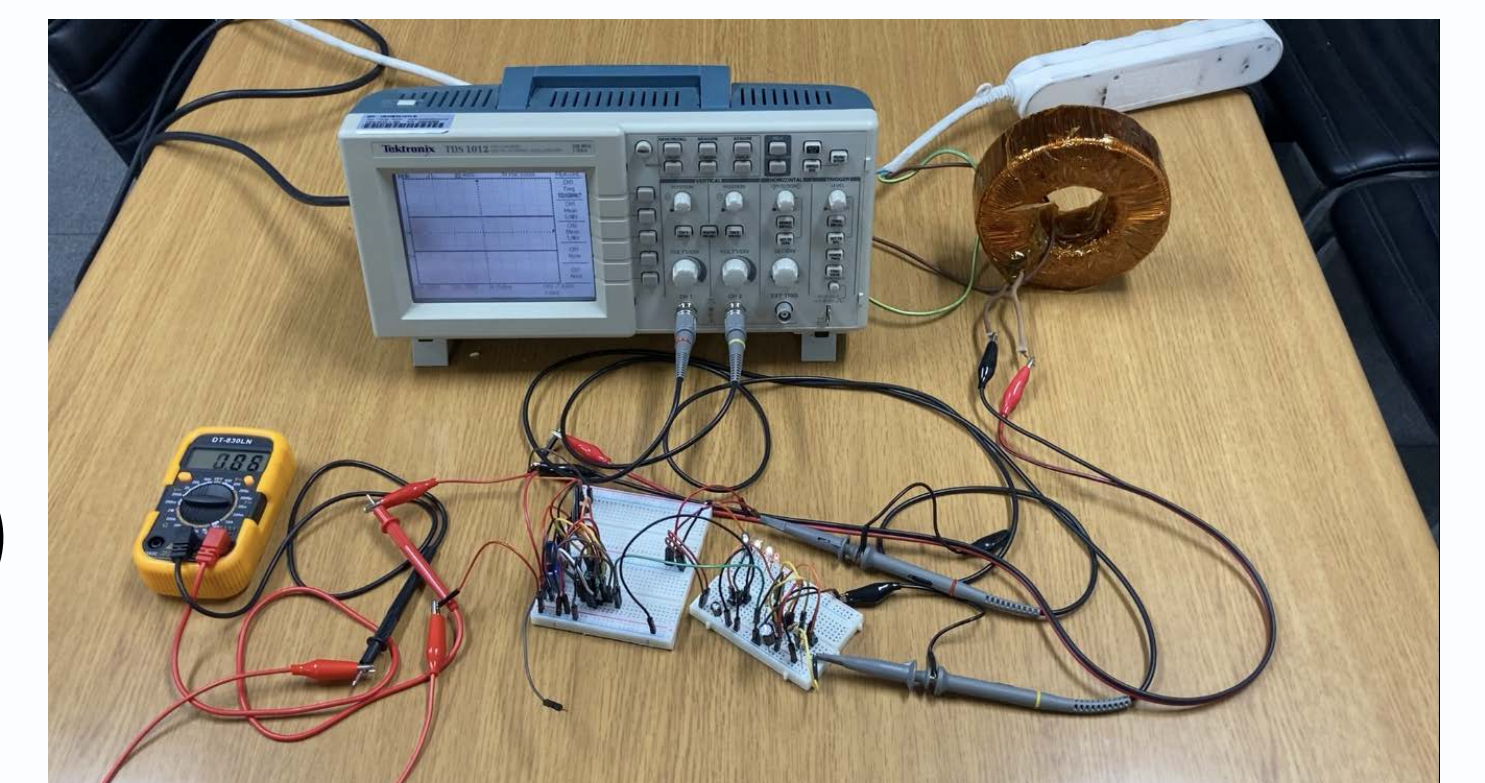


강의페어링 융합 사례

(내용) 전력선을 이용한 다양한 에너지 수확 방식이 보고되고 있다. 주요 유형으로는 전자기 유도, 압전 에너지, RF 에너지 그리고 thermoelectric energy 수확 방식 등이 있다. 다양한 연구개발 노력에도 불구하고 에너지 하베스팅 기술에서 여러 문제점이 존재한다. 기존의 보고된 자기장 에너지 수확 시스템의 경우 10A 이상이 흐르는 전력선을 에너지원으로 사용하고 있다. 10A를 초과하는 대전류는 실외 송전선 및 배전반을 제외하면 실내 환경에서 주로 사용되는 파워선에 적용하기 적합하지 않다.



(<- 시스템 개략도)
(에너지 하베스팅 시스템 LED를 통한 검증->)



본 연구의 주요한 novelties는 실내에서 사용되는 수준의 220V, 3A의 전력선을 통해 충분한 에너지(12V 도달 for 5 min)를 확보하였다. 고효율의 전력 관리 시스템을 신규 개발함으로써 실내 전자기기에 연결된 전력선을 통해 에너지를 수확하고 이를 활용할 수 있다.

강의페어링 적용 가능 사례

실내 전자기기에 연결된 전력선을 통한 에너지 수확과 사용을 LED점등을 통해 반영구적인 무전원 시스템 제작을 제작하였습니다. 이를 통해 전력소모가 많은 전자기기의 전력선, 문어발식 멀티탭 선 주변에 온도센서와 결합하여 사용할 경우 발열로 인한 화재를 선제적으로 예방이 가능하다.

결론

전력선에서 방사되는 자기장을 이용한 자기 에너지 수확기를 개발한 뒤 이를 이용하여 센서를 구동하고 안테나를 사용해 원 거리에 위치한 리더기에 센서의 출력을 전달하는 무선센서시스템을 개발하였다.

개발된 시스템은 전력선이 통과하는 에너지 수확기, 수확기를 통해 유도된 유도전류를 정류하고 저장한 후 저장된 에너지에 따라 부하(센서)로 전류를 공급하는 전력관리회로와 센서(LED)로 구성되며 오실로스코프를 통해 실험적으로 확인하였다. LED의 점등은 약 75초 동안 지속되며 스위칭현상이 반복됨을 확인할 수 있었고, 전력선에서의 에너지 수확 결과에 기반하여 여러 분야의 무선 통신이 가능한 무전원 센서로 응용에 적합함을 확인하였다.

참고자료

- [1] Wang, Q.; Kim, K.-B.; Woo, S.-B.; Song, Y.; Sung, T.-H. A Magneto-Mechanical Piezoelectric Energy Harvester Designed to Scavenge AC Magnetic Field from Thermal Power Plant with Power-Line Cables. *Energies* 2021, 14, 2387. <https://doi.org/10.3390/en14092387>
- [2] X. Liu, X. Wei, L. Guo, Y. Liu, Q. Song and A. Jamalipour, "Turning the Signal Interference Into Benefits: Towards Indoor Self-Powered Visible Light Communication for IoT Devices in Industrial Radio-Hostile Environments," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 24978-24989, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2900696.