

RF-ID에서 전력전송을 위한 전력증폭기와 송수신 Antenna 설계

임상욱*, 김용상, 김양모
충남대학교 전기공학과

Design of Power Amplifier and Antenna for Power Transmission at RF-ID

Yim Sang-Wook*, Kim Yong-Sang, Kim Yang-Mo
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National University

Abstract - RF-ID system is one of the very interesting field not only in a technical and economical point of view but also that people are still trying to realize lossless power transmission.

This paper has a purpose on the efficient power transmission at the passive type IDcard by using wireless power transmission system.

The most difficult but important part of the passive type RF-ID system is building the system that supplies power from Reader-antenna to IDcard-antenna. To check what is the most efficient way to deliver power depending on what kind of specifications of the power-amp in reader, antenna and antenna in IDcard is for operating IDcard circuit efficiently receiving the power from reader-antenna. For this, we used 125kHz sinewave for RF signal as a basic specification, OP-amp for amplifying signal and power-amp for amplifying power, loop type antenna.

1. 서 론

무선전력전송 시스템은 과거나 지금이나, 학술적으로 경제적으로 매우 관심이 높은 분야로서 저손실의 전력전송 시스템을 실현하려고 힘쓰고 있는 분야이다.

전기적 에너지는 진폭과 주파수를 가지고 있는데 주파수가 높을수록 자유공간 사이에 에너지를 방사할 수 있는 전파(Radio Frequency)의 성질을 갖는다. 주파수가 높으면 전기적 에너지의 진동 길이 즉 파장이 짧기 때문에 빛과 같이 전파가 직진성을 가지게 되어 한 곳으로 전기적 에너지를 모아 보낼 수가 있다. 이러한 원리를 이용하면 전선 없이도 원하는 곳에 전력을 보낼 수 있는 Wireless Power Transmission System을 구성할 수 있다.

RF-ID(Radio frequency - Identification) system의 장점은 정보 인식을 위해 직접 접촉할 필요가 없을 뿐만 아니라 무선(Radio Frequency)이기 때문에 사람이 직접 작업하기 어려운 곳이나 지하철 요급 징수와 같은 편의성이 요구되는 곳에서 효과적으로 이용할 수 있다. 특히 이 system은 원격진단시스템, 거리 측정, 속도 센서, 스마트카드 등 여러 분야에서 광범위하게 적용되고 있으며, 그에 따른 연구도 지속적으로 이루어지고 있다.

Reader에서 보내는 전력을 IDcard가 받아서 회로를 효과적으로 작동시키기 위해서 Reader의 전력증폭기와 Antenna, 그리고 IDcard의 Antenna가 어떠한 형태와 환경하에서 가장 효과적으로 전력을 전달하는가를 알아야 한다.

본 논문에서는 전력전송을 위해서 reader와 IDcard의 loop antenna를 이용했고, data 송수신을 위해서는

bluetooth를 이용하였다.

2. 본 론

2.1 RF-ID system의 전체적 개념

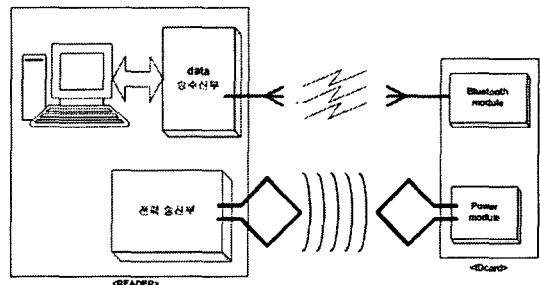


그림 1. RF-ID system의 전체적 개념도

그림 1에서 보여주듯이 RF-ID system은 크게 reader와 IDcard의 두 부분으로 나눌 수 있다. 우선 reader의 역할은 card가 RF field에 진입 했을 때 inquiry 과정을 거쳐 card의 존재 여부를 확인하고 card에 충분한 전력을 공급해 주어서 card가 동작하게 하고, 필요한 data를 교환하는 역할을 하며, 이때 data 교환의 역할은 bluetooth가 하게 된다. card의 역할은 reader에서 전력을 받은 후 이를 이용해서 card를 구동시키고 메모리에 저장되어 있는 정보를 bluetooth를 이용해서 reader쪽으로 보내게 된다.

2.2 Reader

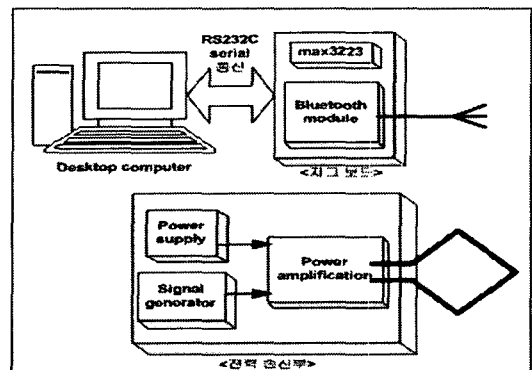


그림 2. Reader 구성의 상세도

Reader는 bluetooth가 송수신하는 data를 처리하여 사용자에게 가시적으로 보여주는 computer, bluetooth와 computer간에 data를 교환할 수 있도록 해주는 지그보드 그리고 전력 송신부가 있다. bluetooth는 지그보드와 결합시켜 RS232C serial 통

신으로 computer와 data를 교환한다. 전력 송신부는 그림 2에서 보여주듯이 DC power supply와 signal generator 그리고 power amplifier의 3부분으로 나뉘어진다. power amp의 기능은 power supply로부터 공급해주는 전력을 공간으로 전송할 수 있는 wave 형태로 변환시키기 위해 generator에서 보내주는 sine 신호에다 실어 loop antenna를 이용해서 wave 형태로 전력을 공간으로 쏘아주는 것이다.

2.2.1 Power amplifier

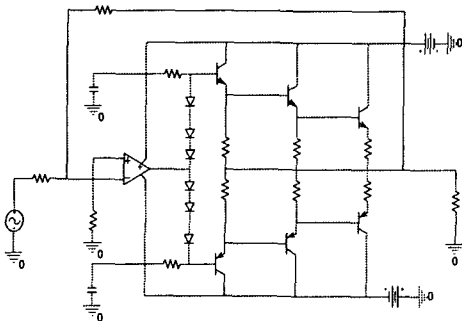


그림 3. 전력 증폭기 회로

효율적인 무선전력전송을 위해서는 loop antenna에 높은 전압보다는 많은 전류를 흘려주어야 한다. 그림 3의 회로도에서 OP-Amp는 입력신호의 진폭을 증폭시키기 위한 목적으로 사용된 것이며, 3쌍의 transistor는 complementary 방식의 전류 버퍼로서 전류를 증폭하기 위한 목적으로 사용된다. 다이오드는 각 Tr의 바이어스용으로 사용됐다. 출력 Tr의 최대 정격 전류가 큰 것을 사용하면 수십 ampere 이상의 대출력 전류도 얻을 수 있다.

2.3 IDcard

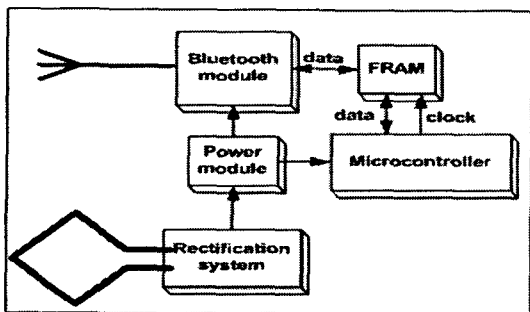


그림 4. IDcard 구성의 상세도

Card는 그림 4에서 보듯이 크게 5가지 블록으로 나뉘어진다. 우선 reader antenna로부터 오는 전력을 정류기에 연결되어 있는 loop antenna를 이용해서 받은 후 이를 정류해서 IDcard의 전원으로 사용하게 된다. 그리고 FRAM에 저장되어 있는 정보는 microcontroller의 제어에 의해 bluetooth로 보내지고 이 data를 reader의 bluetooth로 보내게 된다. 메모리의 경우는 card가 RF field를 벗어나면 전원이 없어지기 때문에 FRAM을 사용한다. FRAM은 일반 RAM과는 달리 전력 공급이 없어도 자신이 가지고 있는 데이터를 유지하는 특성이 있고, 소비전력이 낮아서 passive type의 회로에 쓰이기에 적합한 소자이다.

2.4 Bluetooth

bluetooth란 핸드폰, PDA, 노트북과 같은 이동가능한 장치들간의 양방향 근거리 통신을 복잡한 전선 없이

도 저가격으로 구현하기 위한 근거리 무선통신 기술, 표준 및 제품들을 총칭하여 일컫는 말이다.

표 1. bluetooth의 주요 사항

사용 주파수	2.4GHz(2.4~2.4845GHz)
스펙트럼 확산방식	주파수 호핑(FHSS)
호핑 채널	1MHz 간격으로 79개의 채널 (2402~2480MHz)
호핑 속도	1600 호프/초(625us hops)
정보 변조방식	GFSK
데이터 전송속도	1Mbps
데이터 전송거리	약10m(최대 100m 전력소모가 많다)
출력 전력	1mW(0dBm), 단 100mW(20dBm)의 경우는 파워 컨트롤 회로가 필요.

2.5 실험내용 및 결과

2.5.1 Reader의 power amp 구현



그림 5. Power amplifier의 실제

그림 5는 그림 3에서 설계했던 회로를 직접 구현한 것으로써 Tr 3개를 한쌍으로 하여 각각의 metal tap을 공통 전원단자로 하여 하나의 방열판에 결합시켰다. 그리고, 회로에서 큰 부분을 차지하는 방열구조는 power transistor에서 발생하는 엄청난 열을 식혀주는 역할을 하기 위하여 방열판과 방열팬으로 구성된다.

이렇게 만들어진 amp를 이용해서 출력을 측정해본 결과 40V_{p-p}의 sine wave를 출력하는 것을 볼 수 있다.

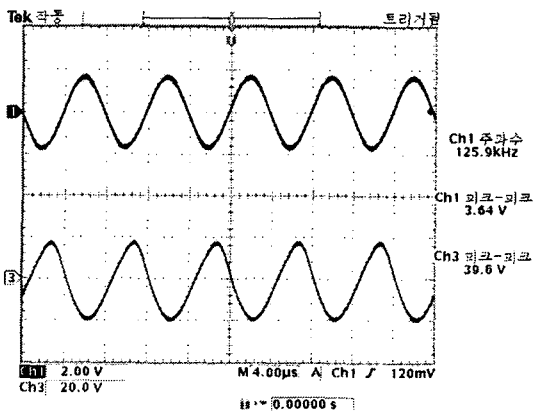


그림 6. 증폭된 출력파형 측정

2.5.3 IDcard 구현

그림 7에서 보이는 것과 같이 회로의 밑에 있는 것이 IDcard의 loop antenna로서 reader에서 오는 전력을 받는 역할을 한다. 이 IDcard 회로와 reader 회로를

그림과 같이 배치하고 IDcard의 회로에서의 data처리를 측정해 본다.

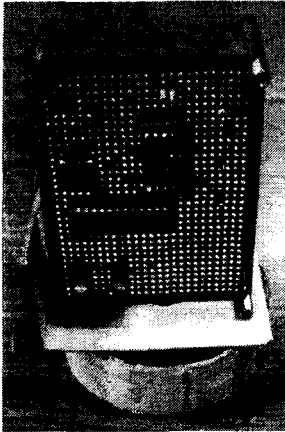


그림 7. IDcard의 실제

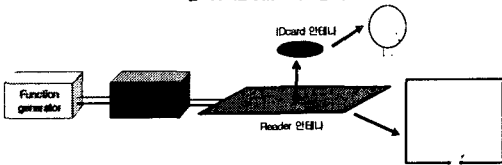


그림 8. Reader antenna와 IDcard antenna의 배치

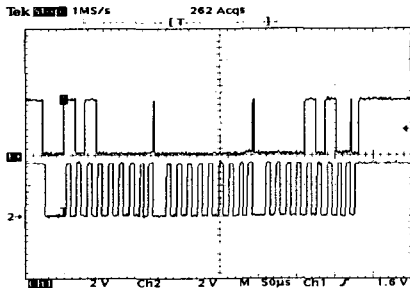


그림 9. FRAM의 동작 파형 측정

그림 10은 슬레이브 호스트로부터 받은 정보를 FRAM에서 읽는 과정을 보여준다. 3V구동전압에 16Kbit의 메모리를 가지는 FM24C16의 FRAM이 사용되었고 슬레이브 호스트로는 PIC16F87가 사용되었다. PIC는 블루투스 슬레이브로부터 정보를 받고 정보저장 과정이 끝나면 슬레이브는 Hold mode상태로 들어가게 된다.

2.5.2 지그보드와 bluetooth module

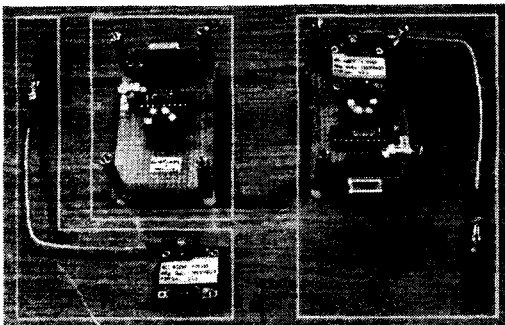


그림 10. 지그보드와 bluetooth module의 실제

그림 11은 지그보드와 bluetooth module을 보여준

다. 왼쪽 위에 있는 지그보드는 컴퓨터와 직렬 통신을 위해서 필요한 것이고 컴퓨터로 setting을 완료한 bluetooth module은 사진 왼쪽 아래쪽에 있는 작은 unit으로 data 송수신을 할 수 있다. 오른쪽은 setting을 위해서 bluetooth와 지그보드가 결합된 상태이다.

그림 12는 bluetooth간의 통신 모습을 보여주는 것이다. 그림의 왼쪽편 2화면은 bluetooth를 이용해서 chatting하는 화면이고 오른쪽 2화면은 bluetooth를 이용해서 master에서 slave로 data를 전송하는 모습이다.

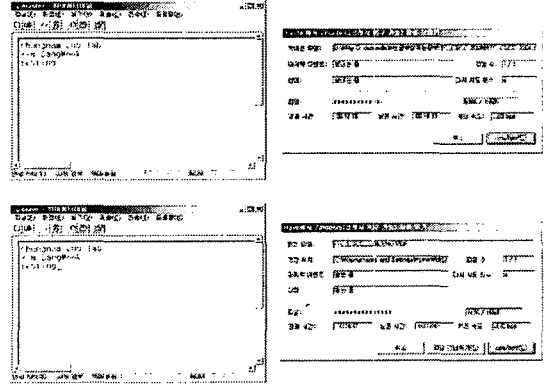


그림 11. bluetooth간 통신 화면

3. 결 론

본 논문에서는 시간이 지날수록 인식률이 떨어지는 기존의 IDcard의 단점을 보완하는 RF-ID 시스템을 도입하기 위해서 크게 reader와 IDcard 그리고 bluetooth로 구분하여 실험을 해보았다. 실험 결과를 토대로 reader의 기능 중 더욱 향상시켜야 하는 것은 IDcard 구동을 위한 충분한 전력을 전송해주는 것이었고, IDcard는 보다 적은 전력으로 회로를 구동 시킬 수 있는 system의 개발에 있겠다. 그러기 위해서는 전력증폭기의 성능 향상과 전력 전송수신 손실을 최소화 하는 antenna의 형태와 크기를 연구해야 하겠다.

[참 고 문 헌]

- [1] Guillermo Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design", Prentice Hall
- [2] Keith Henry, "Radio Engineering Handbook", McGraw Hill, 1963
- [3] "MicroID 125kHz RFID System Design Guide", MicroChip Technology Inc, 1998.
- [4] Hyoung-sun Ryu, Kyeong-Rok Yang, Hyeon Kim, Yang mo Kim, "Design of RF-ID System for the Gateless Fare Collection System", ITC-CSCC 2001, Proceedings Vol.1, pp. 514-517
- [5] Fredrick W. Grover, "Inductance Calculations", Dover publication, New York, 1946
- [6] J.C. Haartsen, "the Bluetooth Radio System," IEEE personal Communication Mag, pp.28-36, vol. 7, February 2000

본 연구는 미세 정보 시스템 연구센터 (MICROS)의 연구지원으로 수행되었음.