

RF통신과 에너지 변환 기술을 이용한 RF-ID시스템

임상욱*, 김용상, 이교성, 이용재, 김양모
 충남대학교 전기공학과

RF-ID System using RF Communication and Energy Transformation Technic

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

Abstract - RF-ID technic will get over not only damage which can be caused by contact ID technic but also worse awareness with the lapse of time.

In advance, for subway the fares of mass transportation at rush hours of the days, it's important to find a way to collect fares without unnecessarily delaying passengers.

In this paper, we are proposing RF-ID system using the RF Communication Technic and Energy Transformation Technic.

1. 서 론

자기가드나 bar-code와 같이 훼손이나 파손 등으로 시간이 지날수록 인식률이 떨어지는 점과는 다르게 RF-ID 시스템은 이와 같은 단점을 극복할 수 있다.

지하철에서 개찰을 위해 일일이 카드를 넣어주는 것은 불편한 점이 많다. 하지만 개찰 시스템에 무개찰 RF-ID 시스템을 이용하면 매우 유용하다. 이 시스템으로 승객들은 개찰구를 통과할 때 어떠한 동작도 필요치 않으며, 또한 지하철 개찰 시스템에서 출퇴근 시간대에 물리는 승객들의 지연 없이 개찰을 할 수도 있다.

RF-ID시스템은 reader와 tag 그리고 host-computer로 구성되며 tag는 reader로부터 수신된 에너지를 이용하여 작동한다. Tag는 비금속 물체 뒤에 붙이거나, 얇은 카드 모양으로 만들 수도 있다. Tag의 정보는 별도의 안테나를 통해서 reader-module과 결합된 PC로 해독한다.

본 논문에서는 지하철 무개찰 시스템을 위한 read & write RF-ID 시스템에 대해 논하고자 한다. Tag는 복조부, 전원공급부, 변조부, 메모리부의 네 구역으로 나뉜다. Reader의 FSK가 변조한 sine 반송파로부터 디지털 신호의 복조에 활용된 FSK 복조 구역은 또 다른 주파수 검출 회로의 결합없이 디지털 신호의 검출을 위한 무선 장비를 직접회로로 구현 가능하다. 발표된 RF-ID 시스템은 통신 방법에 125KHz 반송 주파수와 back-scattering 그리고 PSK가 응용된다. 또한, tag에는 passive RF smart card를 이용했다.

2. 본 론

2.1 Passive RF-ID 시스템의 전반적인 구성

Passive RF-ID system의 구조를 보면 그림 1과 같이 reader와 tag 그리고 host-computer로 구성된다. Active RF-ID system과는 달리 reader에서 에너지와 data를 보내주어야 한다.

그림 1에서 tag의 전단을 reader라고 하고, 이는 tag에 에너지와 데이터를 전달하기 위해 RF 필드를 만들어주며 read & write 명령을 보내는 transmitter 블록과 tag로부터의 응답 시그널을 읽는 기능을 하는

receiver 블록으로 나눌 수 있다. 그리고 controller를 사용하여 전송과 수신을 제어한다. 또한 host computer와 데이터 통신을 하여 user에게 진행 상황을 알려거나 데이터를 저장 할 수 있게 한다.

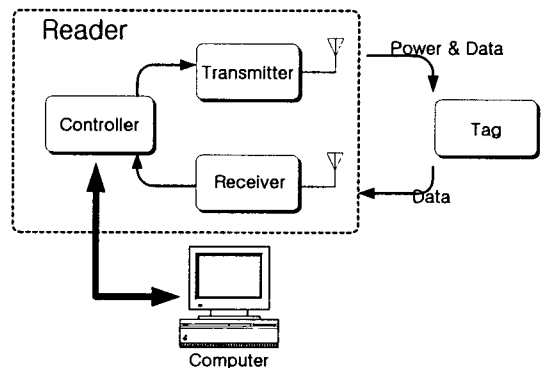


그림 1 RF-ID 시스템의 기본 구성도

Tag는 크게 안테나와 전력모듈, 변복조모듈, 메모리의 네 구역으로 구성된다. 안테나는 reader와 tag사이의 interface 역할을 하며 전력모듈은 RF 신호를 받아 tag의 에너지를 만들어 주는 블록이다. 변복조 블록은 수신되는 데이터 시그널을 변복조하여 데이터를 얻고 tag에 저장되어 있는 데이터를 복조하여 reader에 전송하는 블록이며 메모리 블록은 tag에 데이터를 저장할 때 필요한 블록이다.

2.1.1 Tag의 종류

표 1 주요 비접촉 ID Card System의 비교 ○:우수◎:매우우수

항목	접촉식	비접촉식			
		밀착형	근접형	근방형	마이크로파형
ISO표준	ISO 7816	ISO 10536	ISO/IEC 14443	ISO/IED 15693	미심의
접근거리	판독기 삽입	~2 mm	~10 cm	~70 cm	~수 m
주파수대	3.57 MHz	4.91 MHz	13.56 MHz	13.56 MHz	2.45 GHz
보안	◎	◎	○		
고속처리		◎	◎	◎	
전지	불필요	불필요	불필요	불필요	필요
메모리 용량	◎	◎	◎	○	○

표 1은 현재 사용하고 있는 주요 ID card system의 특성을 비교한 것으로 각각의 통신 거리와 통신 속도를 나타낸다. 전자유도 방식과 마이크로파 방식이 비교적 장거리 통신에 적합하므로 이 두 방식을 적용하였다.

2.1.2 Tag의 구조와 구성도

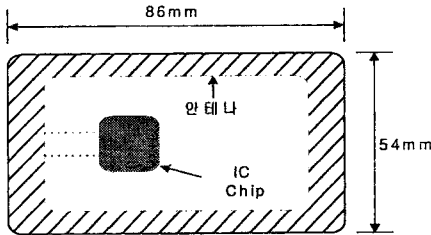


그림 2 카드 형태 Tag의 구조

그림 2는 tag의 일반적인 카드 형태의 구조를 도시한 것이다. 이것은 경로가 추적되어지는 물체에 부착하여 그 물체에 관련된 자료를 가지고 다니는 역할을 한다. Tag는 에너지원 유무에 따라 능동(active)형과 수동(passive)형으로 분류하는데 수동형 tag는 IC-chip에 내장되어 있는 자료를 reader측에 전송하기 위해 필요한 에너지를 reader에서 보내 주는 라디오 신호에서 취득하고, 능동형 tag는 자체 내에 내장되어 있는 에너지원에서 power를 얻는다. 또한, 자료 메모리 형식에 따라 읽기만 가능한 형식과 읽고 쓰기가 가능한 두 종류의 형식이 있다. 이런 RF용 카드의 장점은 보안성, 높은 신뢰성, 다기능성 그리고 사용 편리성 등과 같은 기능을 보유하고 있어서 카드 사용자에게 편리함을 제공하게 된다.

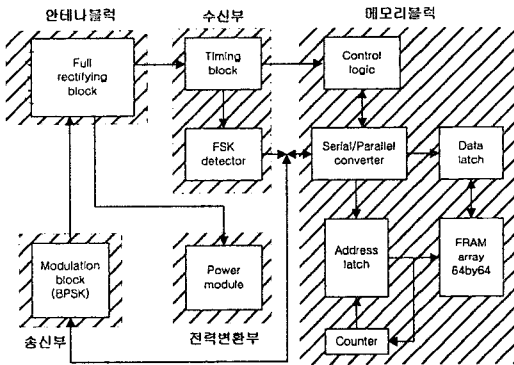


그림 3 Tag의 내부 구성도

그림 3은 tag의 내부 구성도를 나타낸다. 안테나 블록에서는 안테나를 통해 reader로부터 내부 회로의 구동시키기 위한 power를 받아드리고 FSK 복조를 통해서 데이터 취득을 위한 캐리어 신호를 공급받는 것과 BPSK로 변조된 신호를 reader로 전송하는 역할을 한다. 전력 변환부에서는 전파 정류를 통해 DC 전원을 생성하고 이것을 supply-capacitor에 충전한다. 수신부에서는 reader에서 FSK방식으로 송신한 data를 검출하여 신호를 복조하는 역할을 하게 되고 복조된 데이터는 메모리 블록의 data입력으로 들어가게 된다. 송신부에서는 FSK데이터에 의해서 동작한 메모리의 데이터를 BPSK 방식으로 reader로 보내주게 된다. 메모리 블록에서는 검색된 데이터(FSK)를 저장하거나 또는 저장되어 있는 데이터를 출력하는 기능을 수행하게 된다.

2.1.3 Reader의 구성도

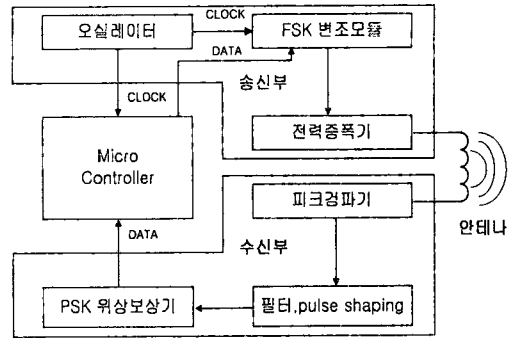


그림 4 Passive RF ID Reader의 구성도

리더의 역할은 tag에 에너지와 데이터를 전달하기 위해 RF-field를 만들어 주며 read & write 명령을 보내고 tag로부터의 응답 시그널을 읽는 기능을 한다. 또한 controller를 사용하여 데이터의 전송과 수신을 제어한다. 또한 host-computer와 데이터 통신을 하여 user에게 진행 상황을 알 수 있게 하거나 데이터를 저장할 수 있게 하는 역할을 한다. 그림 4에서 보듯이 reader는 송신부, 수신부, 안테나, 마이크로 컨트롤러로 구분할 수 있다.

만약 필드 영역 안에 tag가 없을 때는 RF 캐리어 신호를 안테나를 통해서 전송하고 필드 영역 안에 tag가 존재할 때에는 data를 FSK방식으로 송신하게 된다. 수신부에서는 검파기에 의해서 검출된 신호를 filter와 pulse-shaping을 거치면서 캐리어 신호의 1/2주파수의 구형파로 복조하여 데이터를 읽어 들이게 된다.

2.1.4 안테나 설계

보통 저주파(low frequency)를 사용하는 응용에서 reader의 안테나는 수백에서 수천 마이크로 헨리(μH)의 inductance를 가진다. 이러한 안테나는 두 가지로 나눌 수 있는데 일반적으로 사용하고 있는 하나의 직렬 공진회로를 가지고 있는 single loop coil과 위의 직렬 공진회로와 병렬 공진회로 두 가지를 다 가지고 있는 두 개의 double loop(transformer) coil로 나눌 수 있다. 전자의 경우는 근거리(10cm내외) 응용에서 사용되는 model이고 후자의 경우는 전자에 비해 비교적 긴 통신 거리(1m 내외)에서 사용하는 model이다.

double loop antenna는 직렬 공진회로 하나와 병렬 공진회로 하나로 구성되어 있다. 각각의 공진회로는 공진 주파수(125KHz)에 matching을 시킨다. 각각의 공진회로에 대해 알아보면 직렬 공진회로는 결과적으로 공진 주파수(125KHz)에서 작은 임피던스를 가진다. 그러므로 이것은 공진 주파수에서 최대 전류가 흐를 수 있다. 반면에 병렬공진회로는 공진 주파수에서 최대 임피던스를 가지기 때문에 공진 주파수에서 최소의 전류가 흐르게 된다. double loop coil에는 높은 전압이 형성된다. 이러한 병렬 공진회로는 높은 전압이 필요한 곳에 사용된다.

그림 5은 Transformer loop antenna의 예를 보여 주고 있다. Main loop는 공진 주파수(125KHz)에서 튜닝(tuning)을 할 수 있는 커패시터의 용량이 허락하는 한에서 가장 큰 프레임으로 많은 턴 수로 만든다. 다른 하나는 coupling-loop로 메인 루프보다 두세 턴 정도 적게 감는다. 이 안테나는 메인 루프에 가능한 가깝게 위치시킨다.

Coupling-loop는 입출력 임피던스 matching을 제공한다. 이 코일은 reader의 입출력 드라이버 회로에 연결된다. 메인 루프는 공진주파수에 맞추어야 하고 물리적으로 회로에 연결되지는 않는다.

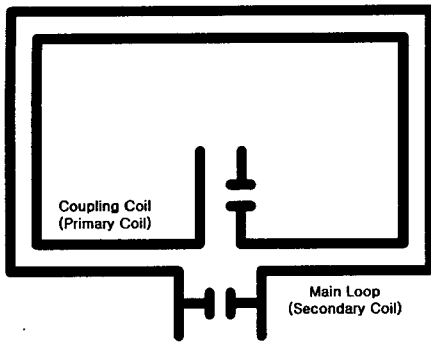


그림 5 이중 루프 구조의 Reader antenna 설계

2.2 실험결과 및 시뮬레이션

2.2.1 Reader의 데이터 및 RF 에너지 전송

Reader의 주요 기능은 tag에 에너지와 write & read 명령을 전달하기 위한 RF-field를 만드는 일이다. FSK modulation을 통한 데이터를 송신하는 것을 보기 위해 FSK enable 신호를 high일 때 micro-controller에서 출력되는 data와 그에 따른 129KHz와 121KHz로 FSK 변조된 clock을 FSK out 단자를 통해 알아보았다.

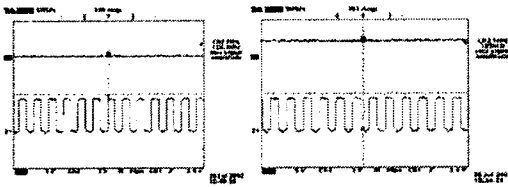


그림 6 송신 데이터에 따른 FSK CPFSK 출력 파형

그림 6은 data의 입력에 대한 CPFSK 출력 파형이다. 채널 1번은 마이크로 컨트롤러의 data 출력을 보여주고 있고 채널 2번은 그에 따른 CPFSK 출력 파형이다. 왼편의 그림을 보면 data 출력이 low일 때 129KHz를 내보내고 있는 것을 볼 수 있다. 반면에 오른편에 있는 그림을 보면 데이터 핀이 high일 때 FSK 변조 clock은 121KHz를 나타내는 것을 알 수 있다.

2.2.1 Reader의 데이터 및 RF 에너지 전송

그림 7은 tag에서 전력을 받아 메모리 구동을 하기 위해 만들어 낸 구형파를 본 것이다. Reader에서 온 RF 신호를 정류하여 구동 전압을 만들고 또한 125KHz를 분주하여 다음과 같은 32.5KHz와 1KHz의 구형파를 만들고 있는 것을 볼 수가 있다. 이렇게 만들어진 구형파는 메모리를 구동하기 위한 clock으로 사용된다. 이 구형파가 중요한 이유는 이것이 바로 tag와 reader의 통신 속도와 밀접한 관련이 있기 때문이다.

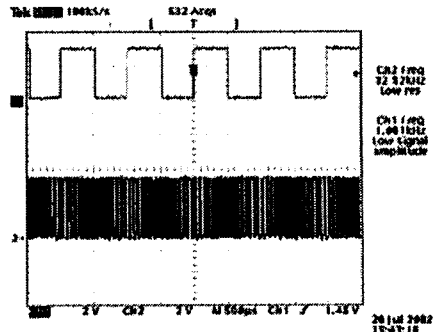


그림 7 125KHz를 분주한 메모리 구동용 Clock

3. 결 론

본 논문에서는 시간이 지날수록 인식률이 떨어지는 기존의 ID카드의 단점을 보완하는 무개찰 시스템을 도입하고자 RF통신과 에너지 변환 기술을 이용하여 RF-ID 시스템을 구현해 보았다. 이러한 시스템을 응용하여 여러 분야에도 사용할 수 있다. 그러기 위해서는 reader와 tag의 통신거리를 증가시키고 tag측의 구동 전력을 낮추고 회로의 집적화 작업이 이루어진다면 더욱 실용성 있는 기술이 될 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Baker, Li, Boyce, "CMOS circuit design, layout and simulation," IEEE PRESS, pp.313-326
- [2] "MicroID 125KHz RFID System Design Guide", MicroChip Technology Inc, 1998.
- [3] J.C.Haartsen, "the Bluetooth Radio System," IEEE personal Communication Mag, pp.28-36, vol. 7, February 2000
- [4] Keith Henry, "Radio Engineering Handbook," McGraw-Hill, 1963
- [5] 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
- [6] Peter H.Cole, David M.Hall, Michael Y.Loukine and Clayton D.Werner, "Fundamental Constraints On RF-ID Tagging System", Proceedings of The Annual Wireless Symp, pp.294-303, 1995
- [7] 김현, 양경록, 오세호, 김양모, "지하철 무개찰 시스템에 관한 연구", 2001년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환 시스템학회 춘계 학술대회 논문집, pp.423-425, 2001.4.
- [8] Masahiko Naito, Ryo Takagi, Satoru Sone, "Possibility of Gateless Utility System for Railway Using Contactless IC Cards", 交通システム工学(JR東海) 寄付講座 年報, pp.263-272, 1997.4

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