27.095MHz 대역의 무선인식 시스템을 이용한 열차인식 모듈의 설계

Design of the Train Identification Module Using a RFID System in 27.095MHz Bandwidth

윤상문* , 백선기* , 박면규* , 이기서**

Yun, Shang-Moon Baek, Sun-Ki Park, Myeon-Gyu Lee, Kye-Seo

Abstract

This paper designs a Korea train identification module using a RFID system. Frequency bandwidth transmits and receives messages using the 27.095Mhz and 4.234Mhz in the ISM bandwidth. The mode of the modulation uses a transmission ASK and a receiving FSK. And it uses a reader and transponder using an active transponder. We use the loop antenna which the antenna has the directional.

1. 서론

과학의 발전으로 인해 자동 인식 분야는 급속도로 성장해 왔다. 초기의 바코드나 마그네틱 스트립을 이용한 접촉식 인식 체계는 주위 환경이나 인식 여건을 고려하지 않을 수 없었다. 그렇기 때문에 이러한 단점이 보안된 비접촉 근거리 통신인 무선 인식(RFID : Radio Frequency Identification)방식이 산업 전반에 걸쳐 널리 확산되어 자리 잡는 추세이다.

유럽 철도는 열차 인식을 무선 인식 시스템을 이용하여 선행열차의 유무와 열차의 속력, 속도 및 열차 운행에 있어 필요한 대량의 데이터를 지상과 차상 간에 송수신 함으로써 열차 운행의 효율을 극대화하고 있으며 무선인식에 대한 연구가 활성화 되어 있다. 이에 우리나라에서도 적게나마 무선인식 시스템을 철도 신호 제어에 적용하고 있지만 한국 환경에 맞는 무선 인식 시스템 개발이 시급한 과제이다.

본 논문은 27MHz대역의 무선인식 시스템을 설계하여 한국철도에 적용하는 것이 목적이다. 사용 주파수 대역은 기존의 무선인식 시스템들은 유럽의 표준안에 적합하지 않으며 데이터 송신양도 적기 때문에 ISM(Industrial Scientific Medical)밴드대역 내의 주파수인 27MHz대역을 사용하

* 광운대학교 제어계측공학과, 석사과정

** 광운대학교 제어계측공학과, 정교수

였다. 안테나는 지향성 있는 루프 안테나로 제한하였으며 트랜스폰더는 능동형을 설계하였다.

2. 무선인식 시스템

2.1 무선인식 시스템의 구성

무선인식 시스템은 크게 리더와 안테나, 트랜스폰더로 구분할 수 있다. 수동형 트랜스폰더의 경우, 리더 안테나의 인식 영역에 트랜스폰더가 진입하게 되면 안테나 주위의 자계로 인해 트랜스폰더에 전원이 공급되며 트랜스폰더는 그 전원을 이용하여 자신의 데이터를 리더에게 송신하게 된다. 리더는 이 데이터를 판독함으로써 무선인식이 가능한 것이다. 그림 1.은 무선인식 시스템의 전체 블록도를 나타낸 것이다.

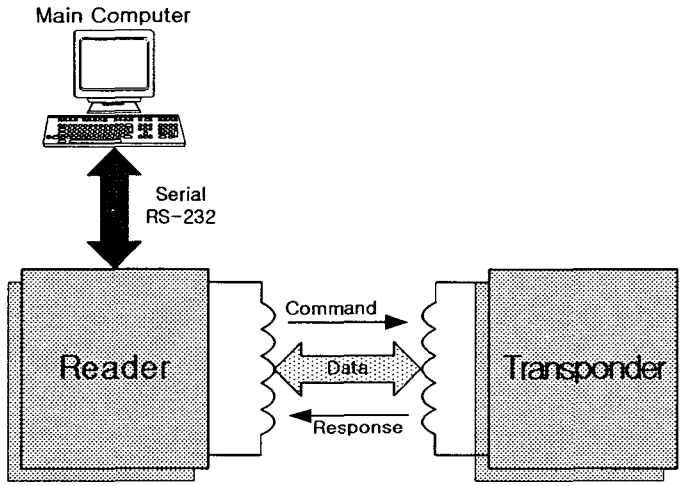


그림 1. 무선인식 시스템의 전체 블록도

2.1.1 리더

리더는 크게 송신부와 수신부로 나누어진다. 리더 안테나를 통해 에너지 신호와 명령 신호를 트랜스폰더에 보내게 되고 안테나를 통해 필요로 하는 데이터를 송신 받게 된다. 그림 2.는 무선열차 인식 모듈로 설계된 리더의 내부 블록도를 나타내었다.

송신부는 컨트롤러에서 보내어지는 데이터를 변조하여 27MHz의 반송파에 실어 증폭한 후 안테나를 통해 송신하게 된다. 수신부는 트랜스폰더로부터 송신되어지는 데이터 신호를 안테나를 통하여 수신한 후 밴드 패스 필터를 거치고 다시 증폭하여 컨트롤러가 데이터 신호를 수신하도록 해준다. 안테나와 송신부, 수신부 사이에는 임피던스 매칭을 위한 튜닝 회로가 들어가는데 이는 송

수신 효율 면에서 매우 중요하다.

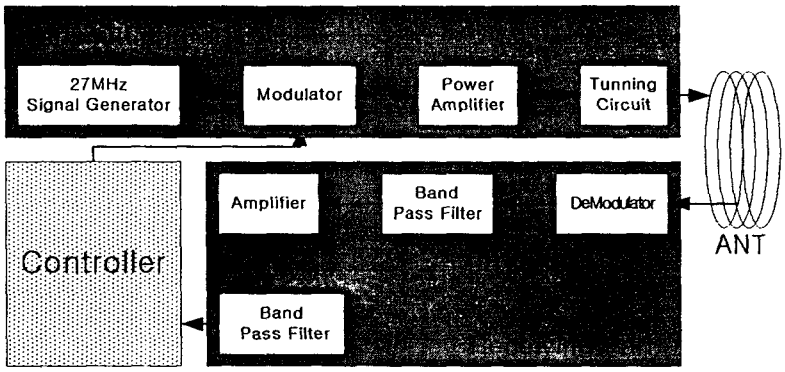


그림 2. 리더 내부 블록도

2.1.2 트랜스폰더

트랜스폰더는 크게 전원을 내장하는 능동형(Active Type)과 리더로부터 전원을 공급 받는 수동형(Passive Type)으로 나눌 수 있다. 능동형은 자체 전원을 가지고 있으므로 통신거리는 길 수 있으나 부피가 커지고 전원을 쉽게 얻을 수 없는 지역에서는 그 운용에 있어서 취약점이 있다. 반면 수동형 트랜스폰더는 리더로부터 발생되는 에너지를 받아 시스템이 동작되므로 송수신 거리가 능동형보다 짧으나 소형화가 가능하고 전원에 대한 취약점이 없다. 그림 3.은 무선 열차 인식 모듈로 설계된 트랜스폰더의 블록도이다.

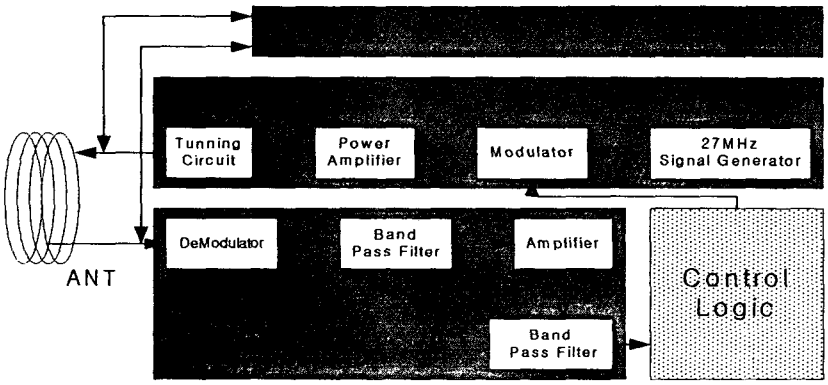


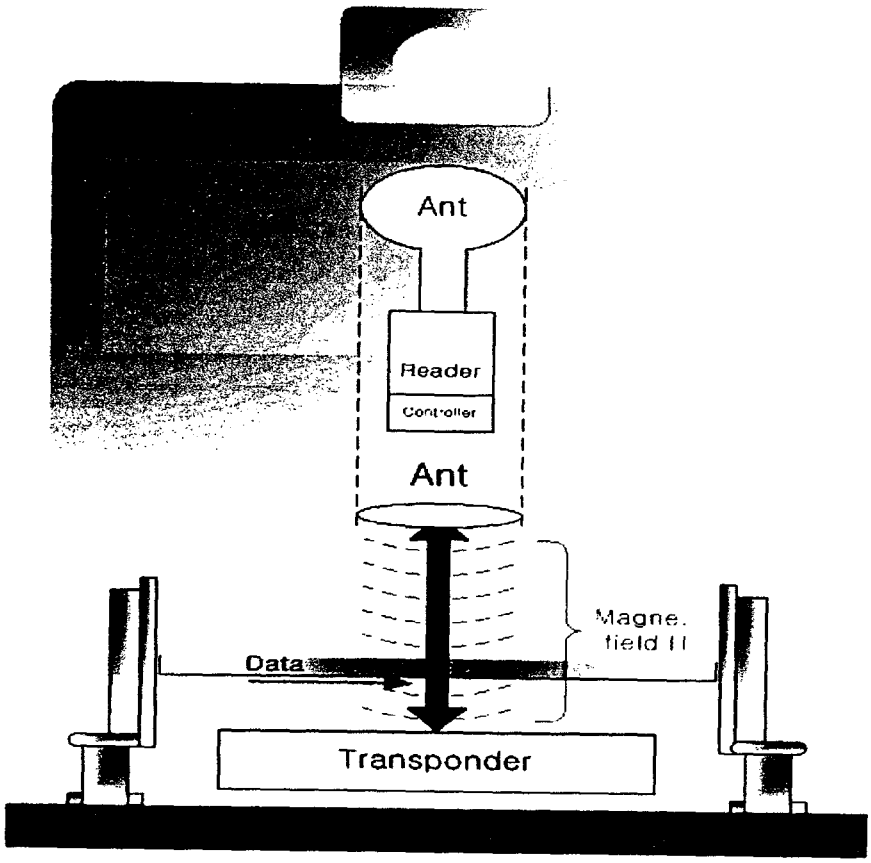
그림 3. 트랜스폰더 내부 블럭도

2.1.3 안테나

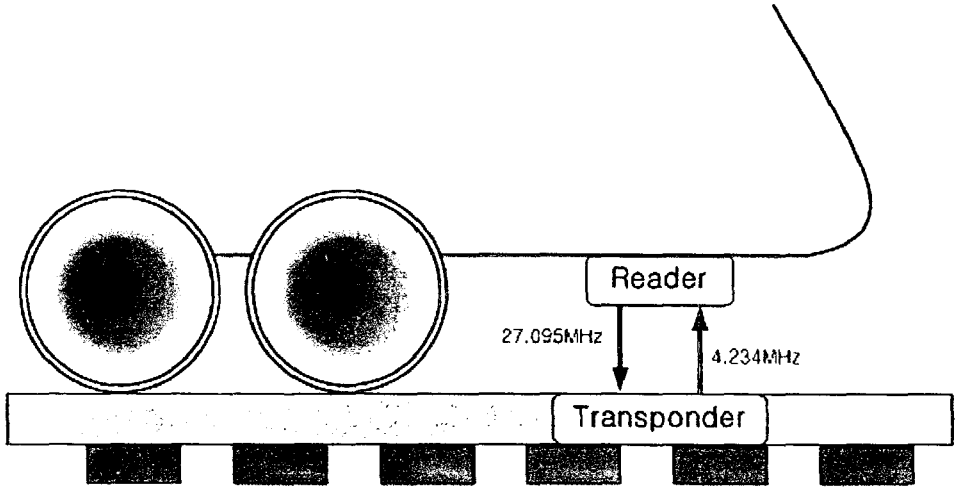
무선인식 시스템에 있어서 리더와 트랜스폰더 간에 원활한 송수신을 위해 안테나의 설계는 매우 중요하다. 무선인식 시스템은 전계가 아닌 자계로 감응하기 때문에 루프안테나의 사용이 용이하다. 루프안테나는 도선을 정사각형, 직사각형, 삼각형 및 원형 등으로 감은 지향성 안테나로써 루프면을 전파의 진행 방향으로 놓을 때 유기 전압이 가장 강하다. 또한 안테나 이득을 계산으로 구할 수 있으므로 전계 강도 측정이 용이하다.

3. 연구 및 설계

본 연구는 27MHz 대역의 무선인식 시스템을 이용한 열차 인식 모듈을 개발함에 있어서 유럽형 열차 인식 시스템(Euro Balise)의 규격에 맞는 한국형 열차 인식 모듈을 개발하는 것이 목적이다.



(a) 정면 블록도



(b) 측면 블록도

그림 4. 무선 열차 인식 모듈의 운용에 관한 블록도

그림 4.의 (a)와 (b)는 무선 열차 인식 모듈의 운용 방법을 나타낸 블록도이다. 그림 4.와 같이 열차가 레일 위를 주행하면서 리더는 지속적으로 에너지를 발산한다. 그러다 리더의 인식 영역에 트랜스폰더가 진입하게 되면 다시 말해 열차가 트랜스폰더 위를 주행하게 되면, 리더로부터 에너지를 얻은 트랜스폰더는 열차 운행에 필요한 데이터를 리더와 송수신 하게 된다.

표 1. 열차 인식 모듈의 데이터 형식을 나타낸 설계 명세서

항 목	송 신	수 신
주파수	27.095MHz ±5KHz	4.234MHz ±200kHz
변조 방식	ASK (Amplitude Shift Keying)	FSK (Frequency Shift Keying)
전송 속도	564.48 Kbps	
데이터 길이	1024 bit	
인식 거리	230 ~ 450 mm	
인식 시간	7.2ms	

표 1.은 열차 인식 모듈의 데이터 형식을 나타낸 설계 명세서이다. 전송 주파수는 송신은 27.095MHz 대역을 사용하고 수신은 4.234MHz 대역을 사용하며 이들 모두 ISM밴드 대역의 주파

수이며 송수신 주파수와 변조방식을 달리하여 송신과 수신시 서로 데이터 충돌이나 간섭을 주지 않도록 설계하였다. 데이터 전송속도나 인식 시간은 컨트롤러의 처리 속도를 고려해서 설계하되 표 1.에 명시되어 있는 수치에 준하여 설계하였다. 인식거리를 결정하는 것은 여러 가지 방법이 있겠지만 그 중에서도 증폭기의 출력을 높게 하여 평균 34cm이상의 인식거리를 갖도록 설계하였다. 인식거리는 열차 인식에 있어서 매우 중요하다. 그 이유는 만약, 인식 거리가 너무 길면 열차 위치 인식면에서 오차가 발생할 수 있으며 반면에 인식거리가 너무 짧으면 열차의 리더가 인식 시간 내에 미쳐 트랜스폰더와 송수신을 마치지 못하고 지나칠 수 있기 때문이다. 그렇기 때문에 열차에 대한 리더 부착 위치에 따라 다르겠지만 설계시 인식 거리와 인식 시간을 고려하여야 한다.

4. 결론

본 연구 제안은 무선 인식 시스템을 이용한 열차 무선 인식 모듈의 설계 개발을 제한하였다. 리더와 트래스폰더의 송수신에 사용하는 주파수를 유럽의 표준에 맞춰 시스템을 설계하였고, 변조방식이나 인식거리, 인식시간 등도 유럽표준을 고려하였다. 현재 리더의 송신부 모듈을 설계 제작하여 27MHz대역에서 실험중이고 트랜스폰더는 저전력 소자를 사용하여 능동형이 아닌 수동형으로 설계해 나가는 중이다.

참고문헌

1. microID 13.56MHz RFID System Design Guide(2001), Microchip Technology Inc, 미국
2. RFID Handbook1(1999), John wiley & son, 미국
3. 전자통신기기의 RF 회로설계 기술 및 활용(2003), 세미나자료, 과학기술정보연구소
4. RF 이론 및 설계(2002), 세미나자료, 전자부품 재료설계인력교육센터(EMDEC)
5. S21 Eurobalise for Track-to-Train Communications(2002), Siemens
6. Institution of Railwa Signal Engineers Australian Section Inc(2001), ERTMS