

철도에서의 정보전송을 위한 시스템구현

박 정수*, 박 석하, 김 양모
충남대학교 전기공학과

A Realization of System for Information Transmission in Railway

Jeong-soo Park*, Seok-ha Park, Yang-mo Kim
Department of Electrical Engineering, Chungnam National University

Abstract - In modern train systems, the high-speed and the high-density of train operation have been required. Effective train control systems need various information interchanged between the ground-site and on-board devices. So the systems are essential to the digital systems to admit lots of information and to raise the accuracy of transmission.

In this paper, it is dealt with a transmission of digital information between on-board and ground. Especially, this paper shows the experiment of data transmission and realize the system for information transmission in railway system.

1. 서 론

최근 열차의 고속화와 더불어 여객과 화물의 운송량이 나날이 증가하고 있다. 아울러 열차운행의 인텔리전트화가 빠른 속도로 개발되고 있으며, 실제로 철도 선진국에서는 여러 인텔리전트 시스템이 적용되고 있다. 열차운행의 인텔리전트화와 여객에 대한 서비스의 질을 향상시키기 위해서는, 선로에 있는 많은 차량과 중앙제어장치, 또는 차량과 차량 간의 통신을 이용하여 선로운행조건이 파악된 열차제어가 필수적이다. 특히 효과적인 열차제어를 위해서는, 차상과 지상장치 사이에 많은 양의 정보가 서로 교환되어야 한다. 이와 같은 조건을 만족시키기 위해 차상과 지상장치 상호간에 양방향전송이 가능한 전2중 통신방식을 채용하고, 정보의 생성과 처리를 디지털시스템화 하느 것이 바람직하다.

본 논문은 위와 같은 조건을 고려하여, FSK 변조방식을 적용하였다. 그리고, 지상과 차상사이의 정보전송은 한국기계연구원에 한국형 자기부상열차의 실용화를 목적으로 건설된, 1.1km의 패턴벨트를 이용하였으며, 이에 흐르는 변조신호는 양방향 통신을 고려하여, 반송주파수를 각각 70kHz와 90kHz, 주파수 편위를 각각 2kHz가 되도록 설계하였다.^[1]

본 논문에서는, 실제의 디지털정보를 FSK 변조하여, 차상으로부터 송신한 후, 데이터 송·수신 라인을 포함하는 패턴벨트를 통해 지상에서 이를 검출하는 방식의 시스템을 구성하여, 디지털정보가 전달된 결과를 확인하여 제시하였다.

2. 정보전송 시스템

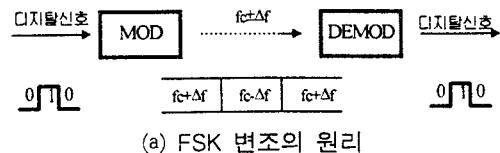
2. 1. FSK(Frequency Shift-Keying)

열차제어 시스템에서 차상자와 지상자 사이에 교환되는 정보량을 증가시키기 위해서는, 반송파의 주파수를 높일 필요가 있는데, 높은 주파수에 있어서는 변주식 또는 진폭변조식에 의한 정보전송이 곤란하므로, 필연적으로 디지털방식으로 전환되어야 한다.^[2] 디지털방식을 실현시킬 수 있는 효과적인 방법으로, FSK 변조방식을 들 수 있다. 이것은 보내고자 하는 정보의 입력신호를 코드화하여, 변형된 2진신호의 1과 0에 각각 반송주파수 f_1 , f_2 의 펄스를 대응시켜 다음과 같이 전송한다.

$$S_{FSK}(t) = A \cos 2\pi f_1 t \quad \text{부호 1일 때}$$

$$S_{FSK}(t) = A \cos 2\pi f_2 t \quad \text{부호 0일 때}$$

FSK방식은 신호를 비교적 용이하게 발생시킬 수 있으며, 비동기 복조가 가능하다는 이점을 가지고 있다. 또한 신호진폭이 일정하고, 주파수 엇갈림이나 전송로의 비선형성에 대해서도 매우 강하다는 특징을 가지고 있다. 그럼 1은 FSK의 원리와 변조된 디지털 신호의 모습을 보이고 있다. 그림 1(a)에서 보듯이 주파수신호로 변조된 디지털 신호는 복조기를 거쳐 원래의 디지털 신호로 재생된다. 그림 1(b)의 파형은 두개의 발진주파수로 변조된 디지털 신호의 모습을 보여주고 있다.



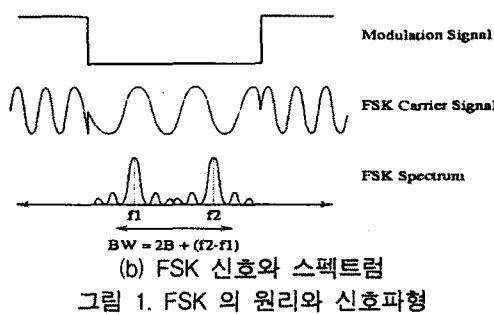


그림 1. FSK 의 원리와 신호파형

2. 2. 시험선로

한국기계연구원에 건설된 1.1km 시험선로를 개략적으로 그림 2에 보였다. 시험선로는 곡선과 경사 구간을 포함하고 있으며, 중앙의 제어센터에서 스위치 장치에 의해 절환할 수 있도록 하였고, 지선을 포함한 전 구간에 데이터의 송·수신을 위한 패턴벨트를 설치하였다. 스위칭 구간에서의 패턴벨트는 직결되었으며, 열차가 어느 구간을 지나더라도 데이터를 송수신할 수 있도록 하였다.

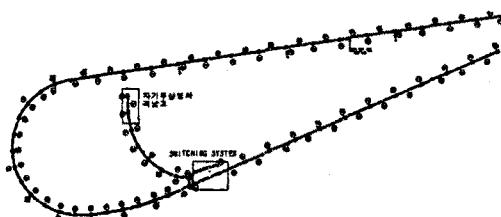


그림 2. 시험선로

2. 3. 패턴벨트

그림 3은 패턴벨트의 내부배선을 보여 준 것으로 ① - ④의 직선과 점선의 교차배선은 위치검출을 위한 유도선을 나타내고, ⑤ - ⑥의 과선은 지상의 제어센터와 차상의 음성통신을 위한 배선이며, ⑦ - ⑧의 직선은 테이터 송수신을 위한 것이다.

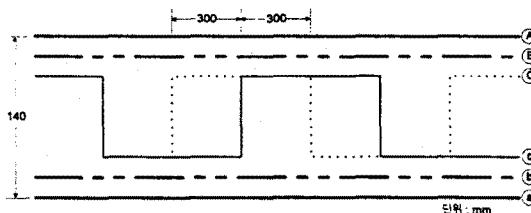


그림 3. 패턴벨트의 내부배선

2. 4. 안테나

차량에 부착된 안테나는 송신과 수신의 목적에 맞게 권선하여 몰딩하였다. 하나는, 지상으로 송신하고자 할 때 사용되는 것으로, 소비전력은 20watt로 하였다. 또한 반송주파수 90kHz에서 최대전력을 송신할 수 있도록 캐퍼시터를 병렬로 연결하여 공진시켰다.

다른 하나는, 지상에서 송신한 신호를 수신할 때

사용되는 것으로서, 유기되는 신호가 공진되도록 회로정수를 70kHz에 맞추었다.

3. 회로 구성

표 2에 지상과 차상사이의 정보송수신을 위한 전송제원을 나타내었다.

표 2. 전송제원

지상↔차상	전문길이	80bit(정보 32bit)
	변조주파수	70kHz±2kHz(지상→차상) 90kHz±2kHz(차상→지상)
	변조방식	FSK
	통신방식	HDLC
	전송속도	2400bps

그림 4에는 차상에 설치되는 FSK Tx, Rx 유닛을 나타내었다. 차상에서는 송신안테나와 수신안테나가 각각 설치되어, Tx部와 Rx部를 따로 구성하였다. Tx部에서는, 디지털형식의 정보를 FSK변조시켜 차상의 Tx 안테나를 통해 전송한다. 2진신호 1과 0에 해당하는 주파수 f_1 , f_2 는,

$$f_1 = 1/R_1 C_0, \quad f_2 = 1/R_2 C_0$$

로 주어지며, 표 2에서 제시한 주파수가 되도록, 회로정수를 맞추었다.

한편, Rx部는 지상으로부터 전송되어온 FSK신호를 검파하여, 디지털신호로 복조한다. 이 때, 반송주파수 70kHz는

$$f_c = 1/R_3 C_1$$

로 맞추어 준다.

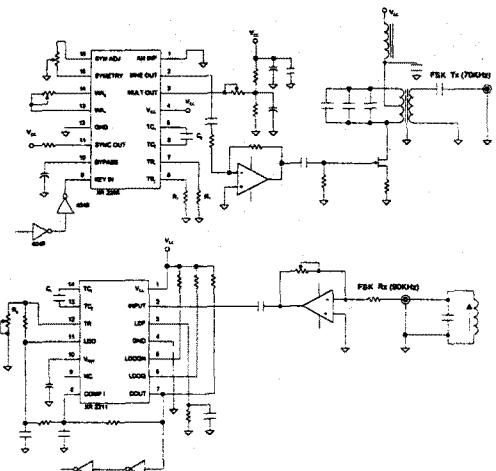


그림 4. FSK Tx, Rx Unit (차상측)

그림 5에는 지상에 설치되는 FSK Tx, Rx 유닛을 나타내었다. 지상유닛은 차상유닛과 달리, 안테나를 따로 설치하지 않았으므로, 각각의 반송주파수(70kHz, 90kHz)에 동조하는 회로를 구성하였다.

5. 결 론

종래에 사용되어 오던 열차제어에서 요구되는 정보는, 몇 개의 코드로 지정되어 속도만을 나타내는 단순한 형태에 불과했지만, 열차의 고속, 고밀도화와 더불어 열차제어의 인텔리전트화가 진행되어감에 따라 차상 및 지상통제장치에 제공되는 정보도 고속화, 다정보화할 필요성이 부각되고 있으며, 이에 따라 디지털방식의 데이터 송수신장치의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 FSK 변조방식을 채용한 시스템을 구성하여, 한국기계연구원의 1.1km 자기부상열차 시험선로를 통해, 지상장치와 차상장치 상호간에 다량의 디지털 정보수수가 가능함을 확인하였다. 이 실험을 바탕으로 실제 열차제어시스템에 적용하기 위한 신호통신시스템의 개발을 진행시킬 예정으로 있으며, 종래의 열차제어 시스템보다 효율적인 시스템으로 도입될 수 있으리라 본다.

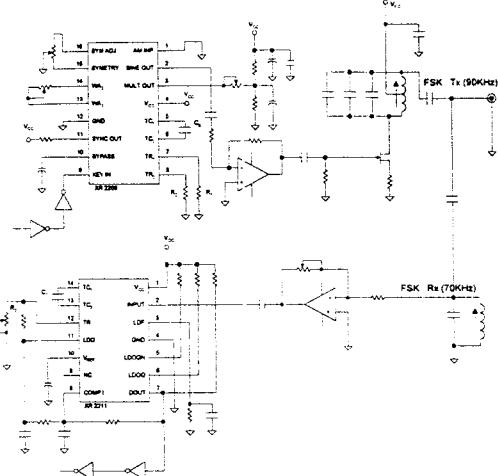


그림 5. FSK Tx, Rx Unit (지상측)

4. 실험결과

1.1km 시험선로에서, 차량에 부착된 Tx부에서 얻은 FSK 변조신호는 그림 5와 같고, 이로부터 지상의 Rx안테나를 통해 얻은 디지털파형은 그림 6과 같다. 그림 6에서 알 수 있듯이, 차상유닛에서 전송된 디지털신호가 충실히 지상유닛에서 복조됨을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박 정수외 3名, “트랜스폰더를 이용한 디지털정보의 양방향전송”, 전기학회 전기철도 연구회, pp.62-65, 1996
- [2] 日本鐵道電氣技術協會, “信號入門”, pp.193-194, 1992

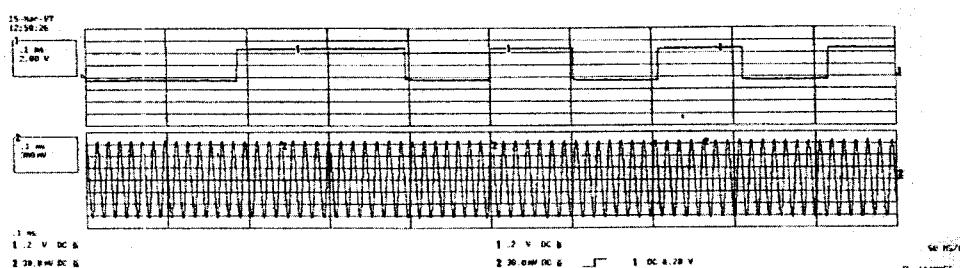


그림 5. 디지털정보에 따른 FSK변조

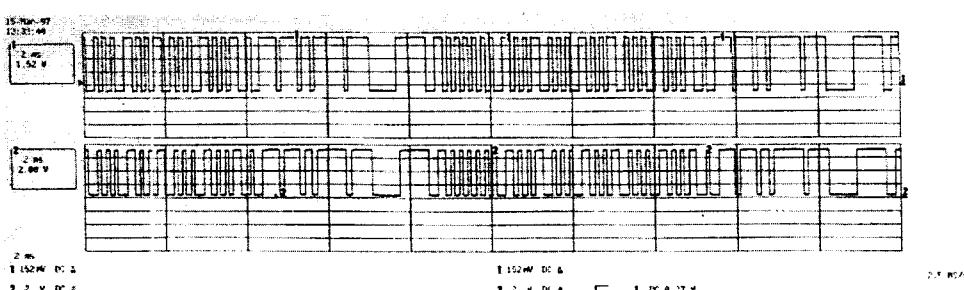


그림 6. FSK Tx(차상)와 Rx(지상)에서 검출한 디지털정보