

# RF를 이용한 다용도 데이터 통신 모듈 구현

## Development of RF Module for Data Communication

이 찬 주\*, 이 흥 호\*\*  
 Chan-ju Lee, Heung-ho Lee

**Abstract** - 본 논문에서는 RF를 이용한 다용도 디지털 데이터 통신 모듈의 설계와 제작에 관하여 논하였다. RF통신에 대한 기본적인 이론과 적용범위 등을 살펴보고, 신뢰성 있는 통신을 위해 나름의 프로토콜을 적용하였다. 통신거리 개선을 위해 전력증폭기 시뮬레이션, 안테나 임피던스 매칭에 관한 연구를 해 보았다.

**Key Words** : RF, communication

### 1. 서론

오늘날 여러 가지 용도의 데이터를 취득하고 가공하는 일들은 다양한 분야에서 일어나고 있다. 데이터를 취득함에 있어서 무선, 특히 RF를 이용한 통신의 방법은 널리 사용되고 있다. RF를 이용하여 Tag쪽에 전력을 송신하고 Tag에서 송신된 전력만으로 데이터를 송신하거나, 자체 전원을 기동하여 데이터를 취득, 송신하는 역할을 수행할 수 있다. 다른 무선 통신에 비하여 본 연구에서 이용한 RF 통신은 차후 Tag쪽을 무 전원으로 사용할 수 있다는 점과 이용분야에 따라서 그 구조를 간단히 구성할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 전력을 송신하면서 통신할 수 있는 거리의 한계가 단점이다.

무선으로 데이터를 송, 수신함에 있어, 그 대상에 따라 RF 통신을 적절히 적용할 수 있다. 특히, 열, 방사선, 오염 등의 이유로 대상에 접촉을 할 수 없거나, 극한적 상황에서 간단한 구성만으로 적절한 통신을 할 수가 있으며, 버스카드와 같이 무 전원으로 동작하는 Tag쪽에 데이터를 저장해 두고, Tag를 휴대하고 다니면서 필요시 Reader가 그 데이터를 읽을 수 있는 구성으로 많이 이용되고 있는 실정이다. 현재 RF통신에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 전력 효율과 통신 거리, 통신 속도 등의 향상에 그 초점을 두고 있다.

본 논문에서는 기존에 연구된 일반적인 RF 통신 모듈의 구성을 살펴보고, 그 구성에 필요한 여러 가지 기술적 문제들을 다루어 보고자 한다.

### 2. RF형 TAG 및 Reader

#### 2.1 RF형 도시메타의 전체적인 구성

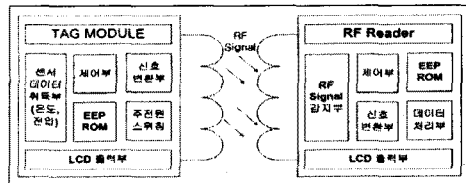


그림 1. RF형 통신 모듈 SET

RF형 통신모듈 Set은 <그림 1.>과 같이 크게 TAG부와 RF Reader부 이렇게 두 부분은 나누어지며, TAG부는 제어부, 센서데이터 취득부, EEPROM, 신호변환부, 주전원 스위칭부, LCD 출력부로 구분할 수 있으며, 제어부는 모든 시퀀스의 제어를 담당하는 역할을 하고, 일련의 처리를 통하여 방사선량의 정보를 초당 2Byte 정보로 가공하고 안테나를 통하여 RF 아날로그 신호의 형태로 내 보내게 된다. 이때 RF Signal 감지부, 제어부, 신호 변환부, EEPROM, 데이터 처리부, LCD 출력부로 구성되는 RF Reader가 통신 범위 내에 존재한다면 RF Signal 감지부가 이 RF 신호를 감지하고 이때 감지된 신호를 제어부에 전달하면 제어부에는 인터럽트가 걸리게 되고 계속적으로 들어오는 신호를 신호 변환부가 Digital 신호를 변환하여 제어부에 전달하게 되는데, 2byte의 정보 중 1byte는 12bit A/D 결과의 상위 6비트가 되며, 다른 1Byte는 하위 6비트 값을 의미한다. 또한 EEPROM에 저장된 정보는 차후 분석을 용이하게 하는 기능을 수행한다.

#### 2.2 RF형 TAG

기존에 개발된 증성사 선량계에 RF 통신 기능을 추가한 형태로 RF 통신기능 외에 주전원 절약을 위하여 RF Reader에서 발생하는 신호를 감지하여 주전원을 스위칭 할 수 있는 기능이 추가된 것이 특징이다. 온도 및 전압을 취득할 수 있

저자 소개

\* 準 會 員 : 忠南大學 電氣工學科 碩士課程  
 \*\* 正 會 員 : 忠南大學 電氣工學科 教授 · 工博

는 회로부와 주전원 스위칭 부, 안테나 스위칭부로 나눌 수 있다.

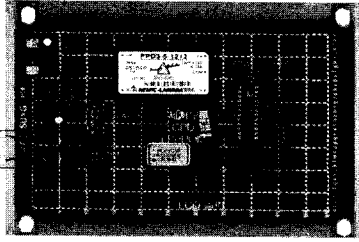


그림 2. RF형 TAG

주요한 동작을 살펴보면 우선 RF reader가 근접하게 되면 안테나 회로를 통하여 전력이 유기되고 RF 스위칭 신호 수신부에서는 4Vpp의 아날로그 전압값이 발생되며 이 전압은 스위칭 Tr의 Gate로 입력되면서 Tr을 ON 하게 되고, 동시에 Tr의 ON은 주전원의 ON을 의미한다. 주전원이 들어오면서 CPU가 최초 동작하면서 순차적인 동작을 수행하게 된다.

### 2.3 안테나 부

안테나 부는 RF 통신을 수행함에 있어서 가장 중요하면서도 기본적인 부분이다. 안테나 부는 <그림 3.>와 같이 구성할 수 있으며, 전체적으로 보면 L과 C의 병렬 회로로 구성되어 있고 추가된 스위치의 스위칭에 의해 회로내의  $C_T$ ,  $L_T$ 의 변화를 발생시킨다.

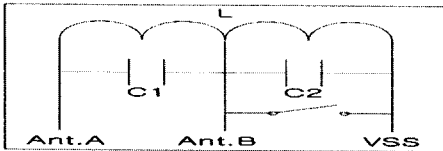


그림 3. 안테나의 구성

<그림 3.>는 아래와 같은 파라미터들이 정의 될 수 있다.

$$F_{SWOFF} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_T L}}, F_{SWOFF} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 L}}$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}, C_1 \geq C_2$$

안테나 부의 설계 및 제작에 있어서 중요한 사항은 안테나 회로에서의 L(안테나 코일) 제작방법, 전력 전송 주파수 13.56MHz에서 공진을 일으키기 위한 적절한 L과 C값의 선택, Ant.B와 Vss 단자 간에 스위칭 방법 이었다.

본 연구에서 구성된 안테나의 모양과 L, C의 값은 MicroChip사의 Application Note(Antenna Circuit Design For RFID Applications, RF ID Coil Design)[3]를 참조하였으며, 전력 전송 주파수 13.56 MHz에서 공진시키기 위해 아래에서 제시된 조건을 가지고 적절한 L과 C값을 산출하였다.

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}\right)}}, C_1 \geq C_2$$

L의 제작은 전용 제작기를 이용하지 않고 직접 손으로 감았기 때문에 넓은 주파수 영역에서 높은 신뢰성을 보증할 수 없었지만, 초기모델의 적용에는 문제가 없었다. 그리고 다양한 크기, 모양, 인덕턴스 값을 갖는 L의 제작이 어려운 이유 때문에 같은 모양, 크기를 갖고 조금씩 다른 인덕턴스 값을 가지는 L을 몇 가지 제작하여, 그 L을 바탕으로 C의 값을 조합하는 방법에 의해 안테나 회로를 Turning 하였다.

Ant.B와 VSS 사이에 사용된 스위치의 스위칭에 의해  $C_T$ ,  $L_T$ 의 변화가 생기고 이로 인해 공진주파수의 값이 변하게 된다. 이러한 스위치의 기능으로 사용한 것은 5V 동작이 가능한 릴레이이며, 릴레이를 사용한 이유는 안테나 회로 부분과 프로세스회로부분의 전기적인 절연을 고려한 이유이다. 릴레이에 입력되는 스위칭 신호는 CPU에서 받아 그 동작을 수행하게 된다. 이때 RF Reader에는 스위칭 된 신호가 감지되어 데이터의 전달이 가능케 됨을 알 수 있다. 설계과정에서 적절한 L과 C의 값은 수식적으로 초기에 계산한 값과는 차이를 보였으며, 이유는 사용한 Coil의 L 값이 높은 영역의 주파수에서 값의 변화를 보였으며, 전용 제작기를 이용하지 않고 직접 감아서 제작하여 높은 신뢰성을 보증할 수 없었던 점이다.

본 RF모델의 안테나 회로 제작 시 사용된 파라미터 값은 L은 2.6043uH, C1은 470pF 두개의 병렬의 형태로 940pF, C2의 값은 5pF를 사용하였다. 선정된 값으로 공진 주파수를 계산하면 13.9843 MHz 정도이며, C1과 C2의 값을 선정 시 중요한 사항은 최대전력 송, 수신을 위한  $C_T$ 를 우선 선정하고, 선정된  $C_T$ 를 만들기 위해 C1과 C2 값을 산출시 C1이 C2 보다 크게 선정해야 한다는 점이다.[3] 이유는 스위칭 시  $C_T$ 의 큰 변화를 만들어야 RF Reader에 확실한 신호를 보낼 수 있기 때문이다.

### 2.4 RF형 Reader

RF형 Reader는 어떤 주파수에서도 동작가능하게 설계 가능하나, 여기서는 사용가능하게 인가된 13.56MHz로 기본 발진하며, 크게 안테나를 통하여 전력을 전송하기 위한 부분과 안테나에 유기되는 RF 데이터 신호를 처리하기 위한 두 부분으로 나누어 질수 있다.

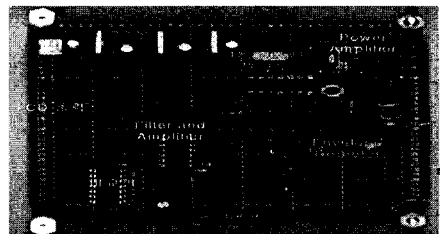


그림 4. RF형 READER

전력을 전송하기 위해 발진한 구형파는 우선 전력 증폭(전압보단 전류를 증폭한다.)하여 Turning Circuit를 거쳐 안테나에는 정현파의 형태로 실리게 되며, 코일에 유기된 RF 데이터는 Envelope Detector, Filt & Amplifier, Comparator를 거치면서 디지털 데이터로 가공되어 CPU에 입력이 된다.

## 2.5 Power Amplifier

전력증폭기 부분을 말하며, 안테나 코일에 큰 자기장을 일으키기 위하여 전압 보다는 전류의 크기가 발생하는 자기장의 크기에 비해하게 된다.

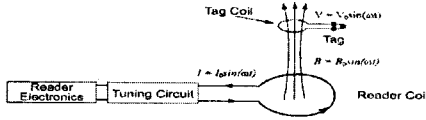


그림 5. RF 안테나 전압유도 원리

클럭 주파수의 신호에 따라 IRF510의 Gate가 스위칭 되면서 전력이 증폭된다. P-spice의 시뮬레이션 상에서는 400mA 이상의 전류가 안테나 코일에 흐르는 것을 볼 수 있었다.

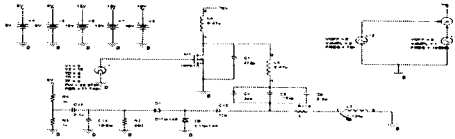


그림 6. 전력증폭 시뮬레이션을 위한 회로도

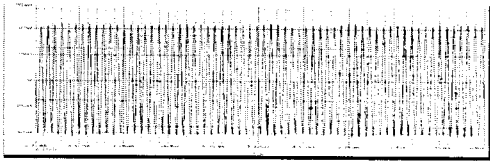


그림 7. 전력증폭 후 안테나에 흐르는 전류

## 2.6 Envelope Detector

다이오드, 저항, 커패시터로 구성된 간단한 회로로서 입력 파형의 피크값을 detector 하는 기능을 수행하며, 본 reader에서는 13.56MHz와 스위칭 신호성분을 중 스위칭 신호성분을 검출하는 결과적인 기능을 수행한다.

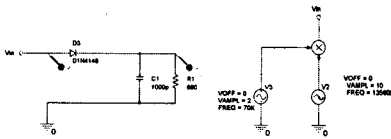


그림 8. Envelope Detector의 회로도

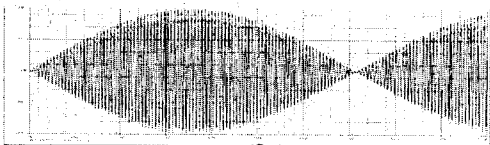


그림 9. Envelope Detector 시뮬레이션 결과

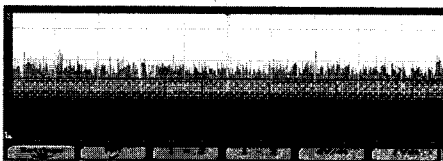


그림 10. 실제 회로의 Envelope Detector단에서 검출결과

<그림 10.>을 보면 음영 처리된 부분들은 Envelope Detector를 거쳐 매끄럽게 성형되어진 부분이며, 큰 음영속의 작은 음영들이 데이터가 High로 처리되어져야 하는 구간들이다.

## 2.7 데이터의 송, 수신

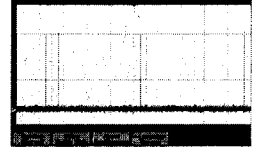
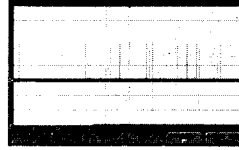


그림 11. 송신 신호

그림 12. 수신 신호

데이터들을 일련의 흐름으로 보기 위하여 스코프의 시간축을 2초 간격으로 늘린 상태의 파형이 <그림 11>에 나타나 있다. 0과 1로 식별 가능하다.

<그림 12>는 READER의 비교기를 거쳐 디지털화된 수신 데이터의 파형을 보여 주고 있다. <그림 11>의 송신 데이터와 유사한 모습을 나타내고 있으며, 이 수신 파형은 PIC16F876의 B7번 포트에 입력으로 되면서 비트반전 인터럽트를 발생 시키게 된다.

## 3. 결론

본 연구에서는 RF형 TAG와 RF READER를 제작에 있어 필요한 일련의 사항들에 대하여 부분별로 살펴보았으며, 두 장치 간 통신실험을 통하여 송신 데이터를 RF 형태로 수신하여 표시됨을 볼 수 있었다. 제작된 장치를 여러 가지 부분에 응용 가능하겠다. 하지만 실질적인 응용 이전에 몇 가지 사항에 대한 보완이 선행되어야 할 것이다.

보완 사항으로는 데이터 취득 거리의 향상을 들 수 있다. 현재 설계된 안테나 구조 및 Turning 기술로는 10cm 이내의 통신 거리를 가지지만, 적절한 L,C 값을 계산 및 제작을 통한 전력 전송 주파수에서 정확한 공진점을 찾는 것과, RF READER 안테나의 크기 증대 및 POWER AMP의 기능을 강화하여 1A 이상의 전류를 READER 안테나 코일에 흐르게 하면 상당한 통신 거리의 향상이 있을 것이다.

앞으로의 연구는 안테나 회로의 정확한 동작을 이해하고, 적절한 L,C의 제작을 위한 요소들을 찾아 적용하며, POWER AMP의 기능은 향상하는 것과 ADC, DAC, CPU등의 기능을 단순화 시켜 저 전력으로 동작할 수 있는 회로를 설계하는 방법을 모색하는 것이 중요하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] Floyd, R.E. "Radio Frequency identification", Electrical and Computer Engineering, Canadian Conference on, vol.1, p377-380, 1993
- [2] Riabtsev, A; Zakopailo, I. "The versatile RFID system", Science and Technology, 2000. vol.2, p709-711, 1999
- [3] MicroChip Technology Inc, "MicroID 13.56MHz Design Guide, 2001