

논문 2006-43TC-10-4

3Cm 이내의 잡음 공간 속 기계 ID 인식을 보장하는 초소형 13.56[MHz] RFID Reader의 구현

(Implementation of a very small 13.56[MHz] RFID Reader ensuring
machine ID recognition in a noise space within 3Cm)

박 승 창*, 김 대 진*

(Seung Chang Park and Dae Jin Kim)

요 약

본 논문은 3[Cm] 이내의 Tag-to-Reader 잡음 공간에서도 기계 ID 인식을 정확하게 보장하는 초소형(1.4x2.8[Cm²]) 13.56[MHz] RFID Reader를 구현하였다. 그 RFID 시스템의 작동을 위하여, 먼저, 본 논문은 13.56[MHz] RFID Air Interface ISO/IEC 규격을 따르는 전파 전파에서 후방 산란의 페이딩 모델과 Loop Antenna를 설계하였고, 다음으로 초소형 RFID RF 이슈들을 측정하고 분석하여 자동으로 경로 선택된 RF 스위칭 회로와 펌웨어의 작동 관계를 제안하였으며, 끝으로, 초소형 Reader의 본체로서 국제표준규격 ISO/IEC 18000-3이 정의한 13.56[MHz] RFID 신호의 반송과 동시에 1~2개 기계 ID 정보의 추출과 오류 예방을 위하여 제작된 DSP(Digital Signal Processor) 보드와 소프트웨어 기능을 제시하였다.

Abstract

This paper has implemented a very small(1.5x2.8[Cm²]) 13.56[MHz] RFID reader ensuring machine ID recognition correctly in a noise space of Tag-to-Reader within 3Cm. For operation of the RFID system, at first, this paper has designed the loop antenna of a reader and the fading model of back-scattering on microwave propagation following to 13.56[MHz] RFID Air Interface ISO/IEC specification. Secondly, this paper has proposed the automatically path selected RF switching circuit and the firmware operation relationship by measuring and analyzing the very small RFID RF issues. Finally, as a very small reader main body, this paper has shown the DSP board and software functions made for extraction of 1~2 machine ID information and error prevention simultaneously with carrying of 13.56[MHz] RFID signals that the international standard specification ISO/IEC 18000-3 defined.

Keywords: 13.56[MHz] RFID, Tag, Reader, Fading Model, Machine ID, Recognition, DSP, Software

I. 서 론

ISO/IEC 18000-3은 비접촉형 IC카드와 같은 13.56 [MHz] 주파수 대역을 사용하고 있다. 전원이 없는 무 전원 급전을 전제로 하는 전자유도 방식으로 통신하고 2가지의 Mode들이 권고되어 있다. Mode1은 IC카드의 규격인 ISO/IEC 15963의 내용이 기본이며, Tagsis사의

충돌방지 알고리즘을 Option으로 채택하고 있는 반면, Mode2는 Reader/Writer로부터 RFID Tag로 전파되는 데이터 전송속도가 423.75[Kbps]이고, 그 반대 방향의 데이터 전송속도는 105.9[Kbps]이다. 후자인 Mode2는 인식거리를 70[Cm] 정도로 상정하고 있고, 전파발신에 대한 면허가 필요 없기 때문에 13.56[MHz] RFID Tag는 신분증이나 승차권 등에 많이 이용되고 있다^[1].

또한, 전파를 Reader로부터 수신하고 후방 산란 현상을 야기하는 13.56[MHz] RFID Tag측 Antenna 설계의 측면에서, Cushcraft 회사의 J. R. Sanford는 RFID Tag에서 Antenna의 비용과 크기가 반도체 칩에 대한

* 정회원, 전남대학교 전자정보통신공학과
(Dept. of Electronics Engineering, Chonnam University)

접수일자: 2006년6월15일, 수정완료일: 2006년10월2일

Moore's Law를 따르지 않고 있음을 지적하면서 Conveyer Belt 시스템, Warehouse 추적시스템, Fork Lift 시스템, Smart Shelves에 이르기까지 다양한 응용에 수반되는 전파 환경에서 전자파의 전파를 위하여 Blockage효과, 습기에 의한 감쇄, 그리고 도체 마운팅(Mounting)에 대한 전파 대역폭과 초소형 저비용의 Tag들을 제안하고 있다^[2].

RF의 원리로 보아, 전파의 주파수가 높으면 높을수록 Antenna 길이가 짧아지므로 13.56[MHz]의 Antenna는 ISO/IEC JTC1 SC31 표준안 18000-2의 135[KHz]이하의 Antenna보다 훨씬 짧고, 대부분 Loop 형태를 가지고 Reader PCB(Printed Circuit Board)와 Tag에 내장되어 있다. 그렇지만, 정부가 2006년 1월에 공정한 13.56[MHz] RFID 전파의 전계강도를 10[mV/m]에서 47.544[mV/m]로 상향조정하면서 최대인식거리 80[Cm]를 확보하게 됨에 따라 13.56[MHz] RFID 시스템이 신분증이나 승차권에서 벗어나 도서관리, 물류, 유통까지 적용 분야가 확대될 것으로 전망되고 있다^[3].

원리적으로, 13.56[MHz]의 RFID Tag는 수동형 Tag로서 모든 급전 에너지를 Reader가 Tag에게 제공한다. (그림 1)과 같이 Reader의 Antenna 코일은 전자장을 형성하는 전파를 방사하고 나면, 그 방사된 전자계 세기의 일부가 Tag의 Antenna 코일에 포착되며, 그 포착된 인덕턴스에 의하여 유도된 전압을 정류하여 Tag의 전원으로 사용한다. 단, 여기에서 C1이 Tag Antenna 코일과 공진회로를 형성한다.

그래서 대부분의 13.56[MHz] RFID Tag는 부반송파를 이용한 저항성 부하 변조 방식을 사용하고 있고, 그 RFID Tag는 Antenna의 반송파 신호를 정류하는 정류기, 내부의 클럭을 만드는 클럭 발생기, 그리고 논리의 Reset 신호를 만드는 회로, Reader 신호를 디지털 신호로 변환하는 복조 회로, 그 응답성 디지털 ID정보를 Reader로 전송하기 위한 변조 회로로 구성된다.

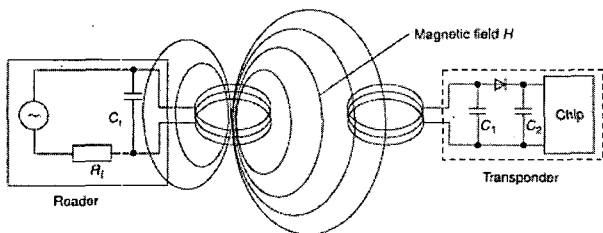


그림 1. 13.56[MHz] RFID tags의 기본 동작과 유도성 링크
Fig. 1. The inductive link and the basic operation of 13.56[MHz] RFID tag.

최근의 국제적 표준으로서 ISO14443, ISO15693, 그리고 ISO18092에 규정되어 있는 Reader-to-Tag의 데이터 변복조와 코딩방식은 <표 1>과 같은데, 보이는 바와 같이 변조방식은 3가지의 국제 표준들이 공통적으로 ASK(Amplitude Shift Keying)을 사용하고 있으나 비트 코딩 방식과 전송속도는 각각 다르다^{[3],[4]}.

그리고 Tag-to-Reader의 데이터 변복조와 코딩방식은 <표 2>와 같은데, 비트 코딩 방식에서 ISO15693의 표준에서 ASK의 반송파 주파수가 423[KHz]이거나 FSK의 반송파 주파수가 423/485[KHz]로서 서로 다르며 내부의 정보 전송속도 역시 원거리 방식에서는 6.62[Kbps]인데 비해 고속 방식에서는 26.48[Kbps]이다^[5].

그런데 교통카드, 짐질방 손목태그, 또는 스마트카드와 같은 응용들과 달리 물품의 단위 수준에서 ID를 인식하고 관리하기 위한 수단으로서 13.56[MHz]의 RFID Tag를 활용하는 시도가 늘어 가고 있고, 개체에 부착되

표 1. 13.56[MHz] RFID의 Reader-to-Tag 표준 규격
Table 1. Reader-to-Tag standard specification of 13.56[MHz].

	ISO14443		ISO15693	ISO18092
	Type A	Type B		
변조방식	100% ASK	10% ASK	10% ASK 100% ASK	100% ASK
비트코딩	Modified Miller Code	NRZ Code	Long Distance Mode 1 of 256 Fast Mode 1 of 4	Modified Miller Code
Baud Rate	106[KBd]	106[KBd]	Long Distance Mode 1.65[Kbps] Fast Mode 26.48[Kbps]	106~6.780 [Kbps]

표 2. 13.56[MHz] RFID의 Tag-to-Reader 표준 규격
Table 2. Tag-to-Reader standard specification of 13.56[MHz] RFID.

	ISO14443		ISO15693	ISO18092
	Type A	Type B		
변조방식	100% ASK	10% ASK	10% ASK 100% ASK	100% ASK
비트코딩	Manchester Code	NRZ Code	Manchester Subcarrier is modulated with ASK(423KHz, or FSK(423/485KHz)	Manchester Code
Baud Rate	106[KBd]	106[KBd]	Long Distance Mode 6.62[Kbps] Fast Mode 26.48[Kbps]	106[KBd]

는 Tag와 Reader 사이의 근접한 거리에 비해 전송속도가 수[Kbps]~수십[Kbps]여서 비접촉식으로 항상 기계의 ID를 인식해서 실시간으로 표시해야 하는 응용이라면, Tag와 Reader의 소형화가 요구되는 물리적 조건 외에도 금속과 플라스틱이 혼재하는 재질, 그리고 내부의 백색 잡음처럼 나쁜 조건에 놓이곤 한다.

비록, 기계와 기계가 근접한 3[Cm] 이내의 Tag-to-Reader 잡음 공간에서도 기계 ID 인식을 정확하게 보장하고 오류를 보고하는 초소형 13.56[MHz]의 RFID Reader로서 요구된 그 RFID Tagging 시스템 작동을 위하여, 본 논문은 먼저, 주파수 13.56[MHz] RFID Air Interface ISO/IEC 규격을 따르는 전파에서 후방 산란의 페이딩 모델과 Loop Antenna를 설계하고, 다음으로 초소형 RFID RF 이슈들을 측정 분석하여 자동으로 경로 선택된 RF 스위칭 회로와 펌웨어의 작동 관계를 설명하며, 끝으로, 초소형 Reader의 본체로서 국제 표준규격 ISO/IEC 18000-3이 정의한 13.56[MHz] RFID 신호의 반송과 동시에 기계 ID 정보의 추출과 오류 예방을 위하여 바로 제작된 DSP(Digital Signal Processor)보드와 소프트웨어 기능을 제시한다.

II. 본 론

1. RFID Air Interface 설계

가. 후방 산란과 Fading

일반적으로 수신되는 전파가 지나온 매질의 변화에 따라 그 수신전파의 강도가 급격하게 변동되는 현상인 페이딩(Fading)이 Tag-to-Reader 간의 공간에서 발생한다. 기계ID를 읽어내야 하는 협소 공간에서 발생하는 먼지 입자들과 소음의 상존은 출력이 수[mW]에 불과한 13.56[MHz] Reader 송신 전파의 후방 산란에 의한 수신 품질에 나쁜 영향을 미친다^[6].

여기에서, 아래 (그림 2)와 같이 3Cm 이내의 거리가 기계의 내부에서 2개 Tags와 1개 Reader 사이의 비좁은 정면과 후면의 공간을 하나로 만들기 때문에 아주 작은 PCB의 면적과 두께와 같은 물리적인 크기, 유전체와 금속이 분포된 전파의 후방 산란 구조, 기계적 잡음 바이패스(By-pass) 회로, 그리고 양면 방사를 유효하게 보장하는 전자 회로의 PCB Layout 설계가 중요하게 인식되었다.

특히, Tag의 경우 후방 물체에 부착되어 있는 경우에는 소형의 태그와 PCB의 면적에 의하여 지극히 제한

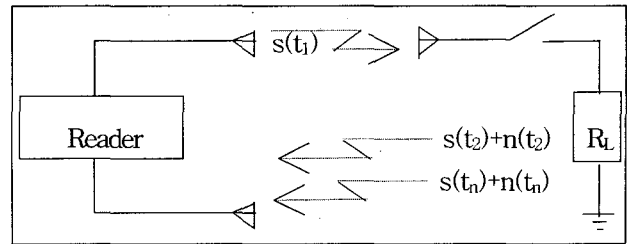


그림 2. 13.56[MHz] RFID Tags로 부착된 기계의 후방 산란 모델

Fig. 2. The back scattering model of a machine attached with 13.56[MHz] RFID tags.

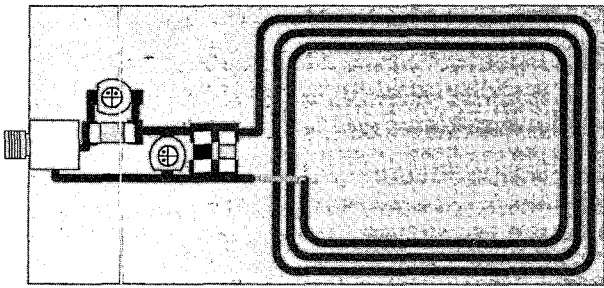
된 Antenna 방사 효율을 감안한다면, Reader의 Antenna가 방사하는 전력이 Reader-to-Tag의 공간을 넘어 반사된 다음, 다시 Reader의 Antenna에서 신호가 감지되기 위해서 적절한 에너지가 유지도록 설계한다. 일반적으로 Antenna에 인입된 RF신호는 Antenna에 흐르는 RF전류를 변화시켜 변조될 수가 있는데, 이 기법은 중단된 Antenna의 임피던스(Z)를 변화시킴에 따라 가능하나 요구되는 변조 패턴에 따라 Antenna단자의 저항 또는 리액턴스를 변화시켜 변조된 전파 반사가 발생되도록 다양한 기법이 사용될 수 있다^[7].

여기에서 특히, 유전체와 금속이 불균일하게 산포된 기계에 부착된 경우라서 산란구조가 기계의 모델과 제작품의 재질에 따라 다르고, 협소한 공간에서 기계의 구동과 마찰에 따라 발생하는 잡음의 영향 역시 발신된 시각 t_1 에 대한 $s(t_1)$ 신호가 Tag의 후방 면에 산란되어 수신 Antenna로 다시 입사되는 시각 t_2 에 대하여 $s(t_2)+n(t_2) \dots s(t_n)+n(t_n)$ 와 같은 다수의 잡음 신호 성분들이 추가되는 양상으로 나타난다.

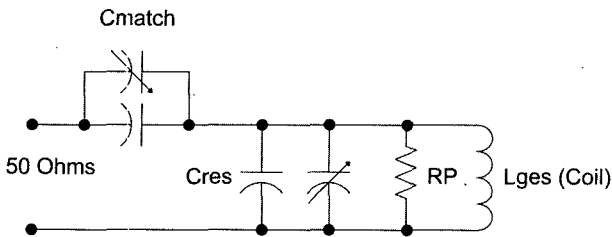
바로, 그러한 신호들 중에서 원하는 신호를 충분한 레벨로 수신하기 위하여 100%의 변조 또는 불요 방사가 낮은 10%의 변조 ASK(Amplitude Shift Keying)를 Down-link(Reader-to-Tag)에서 사용하고, 그 반대인 Up-link(tag-to-Reader)에 대해서 Manchester Code를 NRZ(Non-Return to Zero)방식으로 발생하면 자동으로 Tag는 Reader의 명령에 대해 기계 ID를 방출한다.

나. Reader의 Loop Antenna

아래의 (그림 3)과 같은 PCB와 등가회로에서 50[Ohm]에 대한 C_{res} 와 튜닝 캐패시터(Tuning Capacitor)인 C match의 값을 구하기 위해서 30~40[mm]의 길이를 3회 Loop를 감은 PCB의 패턴에 대하여 $L_{ges} = 1.27[H]$, $Q=20$, $R_s=50[Ohm]$, 반송주파수 13.56[MHz]의 정수들에 대하여 계산한 결과들은



(a) PCB Layout



(b) 등가회로

그림 3. 13.56[MHz] RFID reader의 loop antenna와 등가 모델

Fig. 3. The equivalent circuit and loop antenna of a 13.56[MHz] RFID reader.

$$R_p = (Q^2 + 1) \times R_s = (20^2 + 1) \times 50 = 20050[\text{Ohm}]$$

$$X_s = Q \times R_s = 20 \times 50 = 1000$$

$$C_{\text{match}} = 1/[2\pi f \times X_s] = [2 \times 3.14 \times 13.56 \times 10^6 \times 1000]^{-1} = 1.174 \times 10^{-11} [\text{F}]$$

$$X_p = R_p / Q = 20050 / 20 = 1.0025 \times 10^3$$

$$L_1 = X_p / 2\pi f = 1.0025 \times 10^3 / [2 \times 3.14 \times 13.56 \times 10^6] = 1.177 \times 10^{-5} [\text{H}]$$

$$L_2 = 1.424 \times 10^{-6} [\text{H}]$$

$$C_{\text{res}} = 1/[(2\pi f)^2 \times L_2] = 9.684 \times 10^{-11} [\text{F}] = 9,684[\text{pF}]$$

결국, C_{res} 와 C_{match} 에 대한 공간을 PCB 상에 확보한 상태에서 다양한 Capacitor를 작은 여유 범위 내에서 가변시키면서 최적 성능을 확인한 다음 고정한다.

2. 초소형 RFID의 RF Issues

가. 공간 Diversity형태

일반적으로 이동통신의 경우, 공간 Diversity에서 두 Antenna 간의 이격거리는 10λ로 알려져 있으나 여기에서 초소형 Tag에 대한 3[Cm] 이내의 근접 거리 협소 공간에서 발생하는 기계의 소음과 먼지 입자에 의한 미세한 전파 장애를 극복하는 상황은 완전히 다르다, 더군다나, 수[mW]~수백[mW]의 미약한 전력을 송출하는

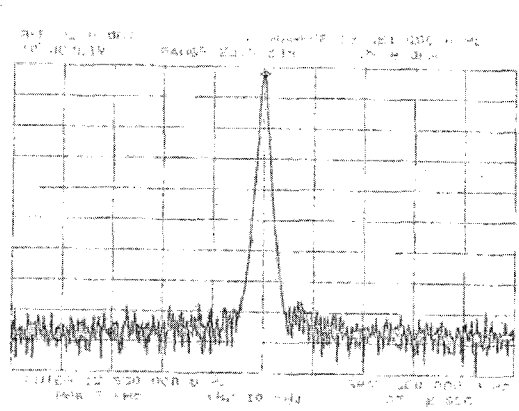


그림 4. 양면 PCB상에 2개의 Antenna들을 가진 13.56[MHz] RFID 스펙트럼

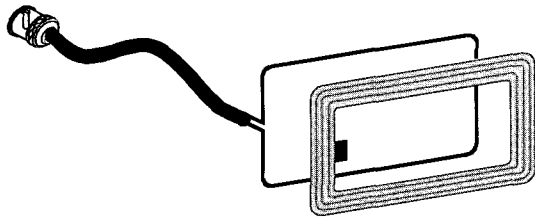
Fig. 4. The 13.56[MHz] RFID spectrum having two antennas on the 2-layers PCB.

적용을 다루는 실험에서 Tag-to-Reader에 존재하는 기계 잡음과 협소한 공간의 금속체, 유전체들의 산재에 의한 전파 전파의 다중 경로 페이딩을 제거하기 위하여 여기에서는 PCB의 앞/뒷면에 공간 Diversity Antenna를 각각 배치한다.

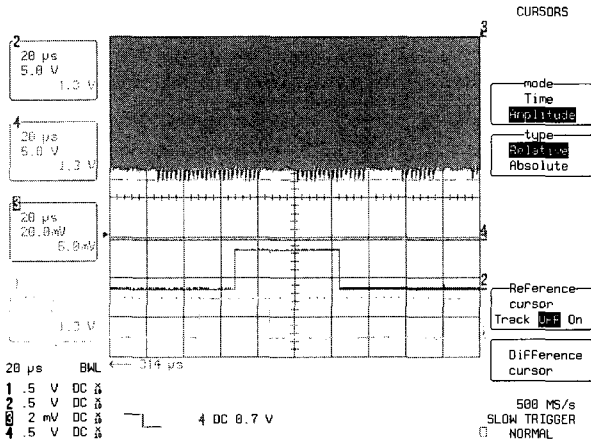
단, RF 송신회로에서 증폭기가 송출하는 미소 전력에 대하여 Antenna의 방사 패턴은 근접거리의 유효공간을 동일하게 형성하고, Loop Antenna의 물리적인 크기도 동일하며, Antenna의 급전 점의 위치까지 동일하지만, 양면 PCB의 특성과 구조를 활용하여 어떤 다른 2개의 기계 ID를 동시에 읽어야 하는 적용에는 (그림 4)와 같이 22.8[dBm]출력을 갖는 13.56[MHz]의 스펙트럼이 후방 산란에 의하여 동시에 두 개의 Tag에 방사된 다음 기계의 ID를 짧은 시간에 읽어들이어야 하기 때문에 하나의 Reader 스위칭 회로를 일반적인 RF 송신 회로에 추가하고, 디지털 회로와 접속되어 있는 기계 본체의 S/W가 하달하는 경로 선택의 A/B 제어 명령에 따라 내부에 스위칭 경로를 설치하여 응용에 적합한 신호 송신 경로와 수신 경로를 확보한다.

나. Reader의 양면 병렬 급전

대개의 경우, 최대 크기가 파장의 1/10 보다 작은 폐 Loop를 소형 Loop의 안테나라고 부르는데, Loop 둘레의 길이가 전기적으로 작다면 Loop를 따라 분포된 전류의 크기와 위상이 상수가 되기 때문에 소형 Loop의 방사는 Loop면 방향으로 최대가 된다. 이러한 소형 Loop 안테나에 의해 방사된 전자기장은 Loop의 형태와 무관하게 단지 전류와 안테나의 유효 면적에만 좌우된다^[8].



(a) 케이블과 13.56[MHz] RFID Tag의 A면 접속



(b) 변조된 파형의 측정 화면

그림 5. 13.56[MHz] RFID reader의 loop antenna와 측정 방법

Fig. 5. The measurement method and the loop antenna of a 13.56[MHz] RFID reader.

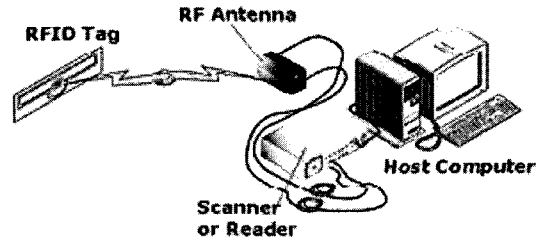
이 경우에, 양면 병렬 급전을 위하여 출력 전력은 동일한 전력을 1/2로 나누어 사용하지만, 증폭 소자의 출력이 곧 전류와 자기장으로 변환되어 3[Cm] 이내의 근접 거리에 있는 RFID Tag와 교신한다. 단일 Loop의 경우에 비하여 다중 Loop의 경우에 안테나에 야기되는 인덕턴스 값이 낮아질 수 있다. 여기에서 설계한 Reader 안테나는 직사각형이고, 아래의 (그림 5)와 같이 13.56[MHz]의 RFID Reader로부터 송신되어 Tag에 수신되는 신호를 측정하기 위하여 오실로스코프를 사용한다.

3. 초소형 Reader의 본체

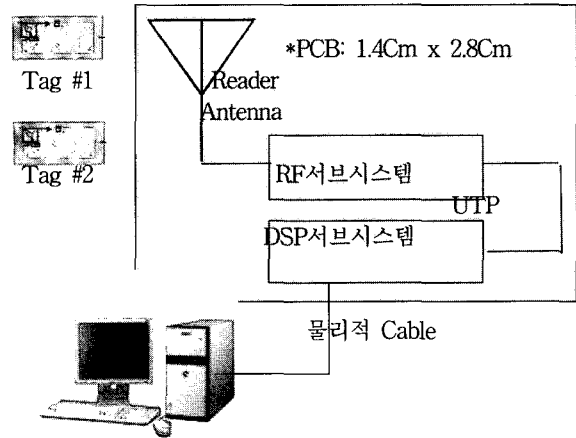
가. 시스템 구성

일반적으로, RFID Reader 시스템은 본체를 Antenna, RF 서브시스템, DSP 서브시스템, 인터페이스 케이블, 그리고 전원장치로 구성하고, 다수의 Tags에 대한 동시 가독과 물체의 ID 인식을 위하여 충돌방지알고리즘을 탑재한 소프트웨어가 DSP 또는 마이크로프로세서의 연산기능과 성능에 의하여 작동한다^[9].

그러므로 대형의 안테나를 비롯하여 대형의 Reader 본



(a) 일반적인 대형 RFID 시스템 구성



(b) 초소형 RFID 시스템과 PC

그림 6. 초소형 13.56[MHz] RFID Reader의 본체 구성

Fig. 6. The main body configuration of a very small 13.56[MHz] RFID reader.

표 3. 물리적 Cable의 종류

Table 3. Type of physical cables.

규격	길이	전송속도
UTP	< 30[Cm]	~1[Kbps]
RS-232C	< 15[m]	< 19.2[Kbps]
RS-422	> 15[m]	< 10.0[Mbps]
RS-449	> 15[m]	< 2.0[Mbps]
10Base-T	< 100[m]	< 10[Mbps]
USB2.0	< 60[Cm]	< 480[Mbps]
Coaxial Cable	< 100[m]	< 10[Mbps]
Optical Cable	< 0.5[Km]	> 1[Gbps]

체와 Host 급의 PC(Personal Computer)가 구성되는 경우가 많았으나, 여기에서는 아래 (그림 6)과 같이 초소형의 Reader의 안테나와 RF서브시스템이 기계의 내부에 있는 협소한 공간에 장착되기 때문에 DSP 서브시스템과 내부의 마이크로프로세서, 마이크로컴퓨터, 또는 마이크로컨트롤러의 회로가 구현된 보드는 그 기계의 본체 내

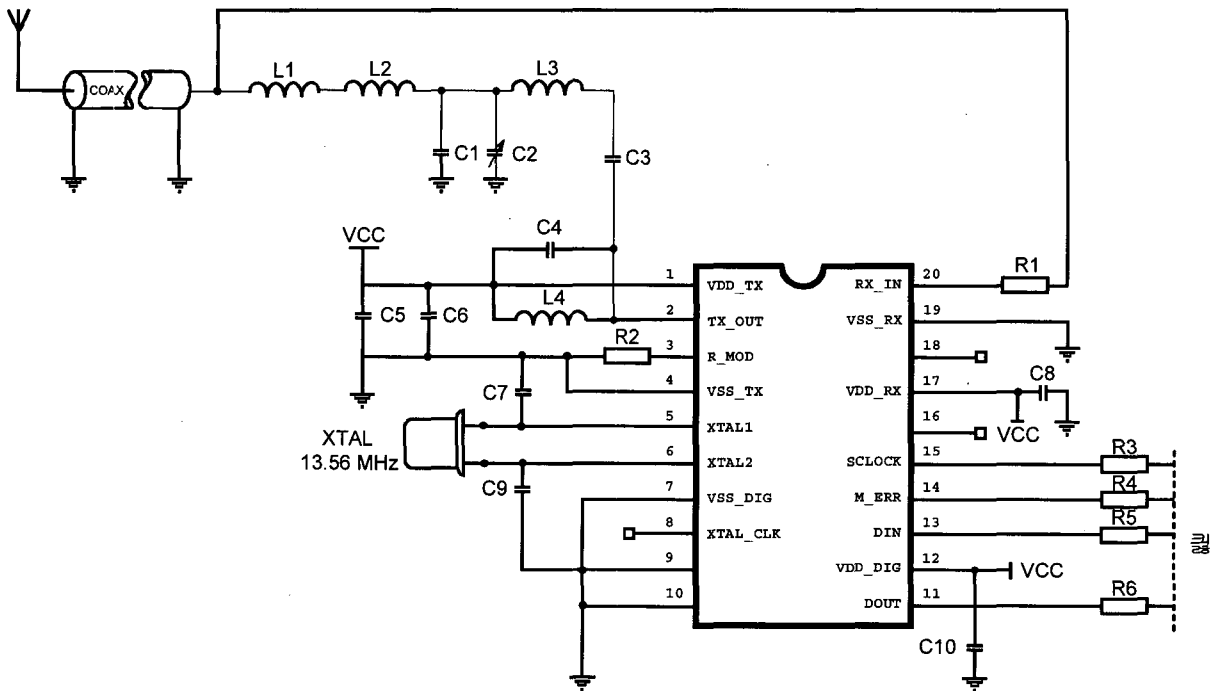


그림 7. 초소형 13.56[MHz] RFID Reader의 RF 변/복조 회로
 Fig. 7. The RF modem circuit of a very small 13.56[MHz] RFID reader.

부에 내장되어 있다.

이러한, 구조적이면서 공간적 제약을 극복하면서 동시에 #1~#2라는 총 2개의 Tag들을 동시에 읽음으로써 기계의 잡음에도 불구하고, 기계 ID의 정확한 인식하거나 오류를 메시지로써 보고해야 하는 기능을 위하여 필수적인 공정이 소프트웨어로 구현되어 있으므로 그 서브시스템과 서브시스템을 연결하는 Cable 역시 물리적인 Cable의 특성을 고려하여 UTP(Un-Twisted Pair) Cable을 포함하여 <표 3>에서 하나를 선택하여 사용한다.

나. RF 송수신 회로

대부분 RFID 서브시스템과 마찬가지로, 여기 초소형 RF서브시스템도 LNA(Low Noise Amplifier), Mixer, Coupler, Power Divider, Power Combiner, Oscillator와 ASK 변복조기로 구성된다. Circulator는 송신 반송파가 수신부에 주입되는 것을 방지하고, 적당한 Isolation을 유지하기 위하여 사용되기 때문에 송수신 안테나를 겸용하는 경우에는 필수적이거나 송/수신 안테나가 별도로 사용되는 경우에는 제외된다^[10].

Oscillator 또는 VCO(Voltage Controlled Oscillator)에 의해 발생한 국부 발진 신호는 Divider에 의하여 송신부와 수신부에 공급된다. 다만, 여기에서는 900MHz 대역의 물류/유통용 RFID 시스템의 Frequency Hopping 방식이나 LBT(listen Before Talk) 방식을 사용하지 않

기 때문에 간단한 회로와 소프트웨어가 구성된다. Mixer 출력부의 IF 신호는 매우 미약한 신호이므로 영상 신호와 잡음 신호를 대역통과여파기에서 제거한 다음 고이득 증폭기를 통해서 증폭된 신호가 디지털 신호 처리 보드로 입력된다. 다만, 아래 (그림 7)의 회로에서 송신부와 수신부의 아날로그와 디지털의 접지 면을 PCB 상에서 분리하여 시스템의 안정을 도모한다.

RF 송수신과 ASK 변/복조를 담당하는 핵심 기능의 보드를 1개의 단일 보드로 Layout하고, 부품들을 배치할 때에도 1개의 PCB에 있는 Loop Antenna의 배치 면적과 접치지 않도록 잘 분리하되, 전원 Ground와도 이들 신호접지 면이 분리되도록 PCB 상에 패턴들을 배치한다. 이와 같이, 실제 보드 상의 Via, Pad, 그리고 Wire의 패턴과 능동/수동 부품들의 배치에 이르는 섬세한 품질과정을 거치면 안정적으로 동작하는 13.56[MHz] RFID Reader가 구현된다.

다. DSP 보드

여기에서, 13.56[MHz]의 RFID Reader 시스템이 가지고 있는 ASK 변/복조 신호를 고속으로 처리하기 위하여 덧셈·뺄셈·곱셈 등의 반복 연산을 고속으로 처리하고, 시스템의 제어를 수행한다[11]. 초기의 DSP는 모뎀·팩시밀리, 단순한 음향의 조절, 반향 제거에 사용되는 장치, 음성인식, 의학 및 군사용의 영상처리, 산업용

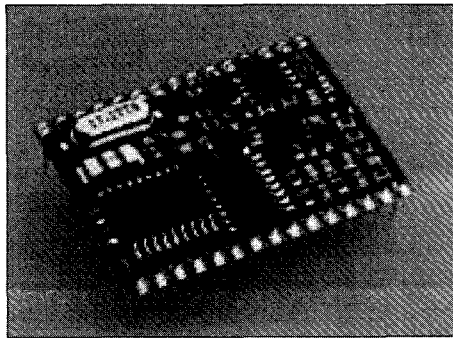


그림 8. 초소형 13.56[MHz] RFID reader의 DSP board
 Fig. 8. The DSP board of a very small 13.56[MHz] RFID reader.

로봇 제어를 위한 모터 제어 등에 사용되었는데, 최근에는 그 사용범위가 넓어져 아날로그 신호인 음성신호를 디지털화 하는 음성 코딩에 사용되어 디지털 이동통신, 자동 응답기 및 화상 전화기, 멀티미디어에 이용되고 있기 때문에 다양한 선택성을 보고 아래의 (그림 8)과 같은 RFID Reader를 구현하는 핵심 부품으로 채용한다.

여기에서, DSP는 미국 TI사의 TMS320F2812를 사용하는데 내부에는 Timer0,1,2의 3개가 있고, 16Channel의 12Bit ADC(Analog-to-Digital Converter) 입력 포트가 있으며, Watchdog 기능 및 시스템 제어 기능은 물론 128KB~64KB의 SRAM(Static random Access Memory)같은 메모리가 있어서 유용하다. 이러한 DSP의 외부 입출력 인터페이스를 위하여 RF 보드와 임피던스 50[Ω]의 Coaxial Cable을 사용하고 있다.

라. 소프트웨어

여기에서 구현한 초소형의 13.56[MHz] RFID 시스템의 기능은 단순히 기계의 ID를 추출하고, 그 추출된 정보를 본체에 연결된 CPU(Central processing Unit)에서 사용자의 Reading 명령에 따라 기계 본체에 내장된 부속품의 ID를 알려주는 기능뿐이고, 경우에 따라서 2개의 병렬 Tags를 동시에 읽어야 할 때에도 시스템은 원활하게 동작되어야 하므로 DSP의 보드에는 아래의 (그림 9)와 같은 1) 시스템 모드 제어 기능, 2) 시스템 제어 기능, 3) 본체의 명령을 독해하는 기능, 4) 본체의 명령을 내부의 이진수 제어명령에 1:1로 Mapping하는 기능, 5) 시스템 ID 판독 오류에 대한 정정 Message를 본체로 발신하는 기능, 6) 전원 부족에 대한 경고 Message를 발신하는 기능 등을 가지고 있다.

또한, DSP의 펌웨어(Firmware)에는 RF 서비스 시스

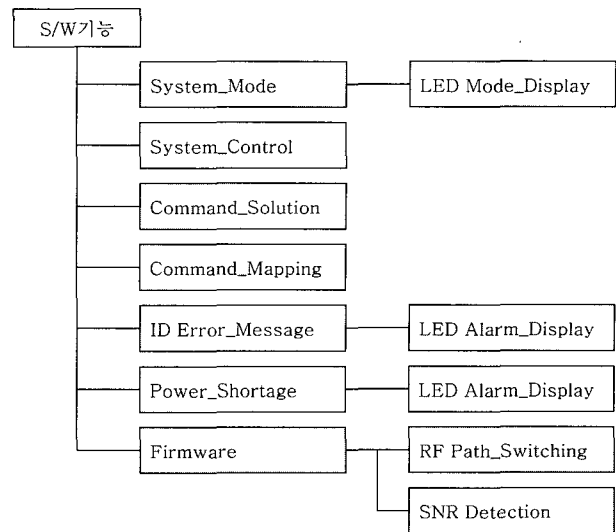


그림 9. 초소형 13.56[MHz] RFID reader의 소프트웨어 기능들
 Fig. 9. The software functions of a very small 13.56[MHz] RFID reader.

템의 양면 병렬 급전 Antenna를 위한 경로선택 알고리즘이 들어 있는데, 거기에는 비록 tag-to-Reader가 상호 자기유도 방식에 의거한 후방 산란에 의하여 작동하고 있으나, 기계 내부 신호의 잡음 레벨이 급상승하는 경우라 하여도 Tagging되어 있는 기계 ID의 판독이 보장되거나 아니면 최악에는 Cleaning Sign과 Alarm LED(Light Emittted Diode)를 발광하는 기능과 수동/자동의 모드 선택 기능과 표시 기능도 들어 있다. 그러므로 전체적으로 소프트웨어는 서비스 제공과 시스템의 ID 인식과정에 있어서 필수적인 오류 예방을 수행한다.

III. 결 론

본 논문은 그 동안 일반적으로 잘 알려진 바와 같이, 교통감시/도서관리/유통물류/보건복지 등에 사용되는 다양한 주파수 대역의 대형 RFID 시스템과 달리 그 적용처가 기계의 내부이자 그 용도 또한 단순히 기계의 ID 확인과 오류 예방에 국한되어 있으면서도 어떤 적용에 대해서는 최대 2개까지 동시에 Reading해야 하는 특별한 용도의 초소형 RFID를 13.56[MHz]의 전자기 상호유도 원리와 DSP 소프트웨어 원리를 기반으로 구현하였다.

기계와 기계가 근접한 3[Cm] 이내의 Tag-to-Reader 잡음 공간에서도 기계 ID 인식을 정확하게 보장하는 초소형 13.56[MHz] RFID Reader로서 그 RFID Tagging 시스템의 작동을 위하여, 본 논문은 먼저, 13.56[MHz] RFID Air Interface ISO/IEC를 준수하는 전파 전파의 후

방 산란과 페이딩 모델과 Loop Antenna를 설계하였고, 다음으로 초소형 RFID RF 이슈들을 측정하고 분석하여 자동으로 경로 선택된 RF 스위칭 회로와 펌웨어의 작동 관계를 제안하였으며, 끝으로, 초소형 Reader의 본체로서 국제표준규격 ISO/IEC 18000-3이 정의한 13.56[MHz] RFID 신호의 반송과 1~2개 기계 ID 정보의 동시 추출과 오류의 예방을 위하여 제작된 DSP(Digital Signal Processor) 보드와 소프트웨어 기능을 제시하였다.

이후에, 본 연구개발은 기계 내부의 잡음 공간에 누적되는 먼지와 갑자기 돌출하는 독극물 사고의 감지된 정보를 추출하여 기계의 ID와 함께 DSP 보드의 뒤에 위치하는 PC나 서버(Server)에서 더욱 지능적인 처리를 수행함으로써 어떤 공장이나 사무실에 설치되는 기계들은 물론 다양한 로봇들의 종류, ID, 상태, 수명, 그리고 수량의 자동 파악과 함께 그 공간에 위치한 기계들의 사용자를 비롯하여 관리자나 운영자가 원할 때마다 원하는 정보 단말기를 통해서 원격이든 현장이든 그 상황을 인지하도록 지원할 수 있는 유비쿼터스(Ubiquitous) 정보통신 시스템과 유/무선 동적 네트워킹(Networking)의 구현으로 나아간다.

참 고 문 헌

- [1] RFID system,
<http://www.rfid-handbook.com/rfid/index.html>
- [2] J. R. Sanford, Antenna Design Considerations for RFID applications, Cushcraft Corporation,
- [3] ISO/IEC 14443, 'Identification cards : Contactless integrated circuit(s)-Proximity cards', 2000.4
- [4] ISO/IEC 15693, 'Identification cards : Contactless integrated circuit(s) cards-Vicinity cards', 2003.
- [5] ISO/IEC 18092, 'Information Technology : Telecommunications and information exchange between systems-Near Field Communication-interface and protocol(NFCIP-1)', 2004.4
- [6] <http://100.naver.com/100.nhn?docid=181237>
- [7] 변상기, "RFID Tag 기술", 한국전자과학회지, 제 15권 제2호, pp.39, 2004.4
- [8] Warren L. Stutzman and Gary A. thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons, pp.68~76, 1998.
- [9] Hush Don R. and Wood Cliff, "Analysis of Tree Algorithm for RFID Arbitration", In IEEE International Symposium on Information Theory, pp.107~115, 1998.
- [10] 박경철, 윤태섭, "UHF 대역 RFID를 위한 안테나 및 리더 기술", 한국통신학회지, Vol. 21, No.6, pp.143~152, June 2004.
- [11] TI, TMS320F2812 User's Guide, 2004.

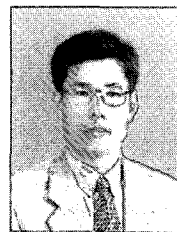
저 자 소 개



박 승 창(정회원)

1988년 2월 전남대학교 전기
공학과 전자전공 학사
1998년 8월 전남대학교
전자공학과 석사
2002년 12월 전남대학교 전자
공학과 박사과정 수료

1989년 2월~1996년4월 한국전자통신연구소
연구원
1996년 4월~2005년6월 (주)액티스 부설
제어통신연구소 책임연구원
2005년 6월~현재 (주)유오씨 부설 유비쿼터스
미디어 랩 수석연구원
<주관심분야 : RFID/USN/UOC, 유비쿼터스 모
바일 컴퓨팅, u-IT 융합기술/융합서비스>



김 대 진(정회원)

1984년 2월 서울대학교
전자공학과 학사
1986년 2월 한국과학기술원 전기
및 전자공학과 석사
1991년 8월 한국과학기술원 전기
및 전자공학과 박사

1991년~1996년 (주)LG전자 멀티미디어(연)
책임연구원
1997년~현재 전남대학교 전자공학과 조교수
<주관심분야 : 디지털 통신, 디지털방송 송수신>