

UHF 대역의 RFID 태그 설계 및 구현

황보현*, 윤진석*, 조태경**, 박병수***, 최명렬*

*한양대학교 전자전기제어계측공학과

**상명대학교 정보통신과

***상명대학교 컴퓨터시스템공학과

*e-mail:{jokersir, h94039, choimy}@asic.hanyang.ac.kr

**e-mail:tkcho@smu.ac.kr

***e-mail:bpark@smu.ac.kr

RFID Tag Design and Implementation for UHF Bandwidth

Bo-Hyun Hwang*, Jin-Suk Yun*, Tae-Kyung Cho**,

Byung-Soo Park***, Myung-Ryul Choi*

*Dept. of EECI, Hanyang University

**Dept. of Information & Telecommunications, Sangmyung University

***Dept. of Computer System Engineering, Sangmyung University

요 약

RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 최근 다양한 분야로의 적용이 기대되면서, 개발이 급증하고 있다. RFID 시스템은 물류관리, 보안, 유비쿼터스 등 많은 분야에서 시스템의 중추적인 기술로 사용된다. RFID 시스템을 구성하는 인터로게이터(Interrogator)와 태그(Tag)의 개발이 빠르게 진행 중에 있다. 본 논고에서는 ISO/IEC 18000-6 Type B를 만족하는 UHF 대역의 RFID 태그를 VHDL를 사용하여 설계하고 구현하였다.

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장 및 물품의 흐름이 있는 곳이면 적용이 가능하며, RFID 시스템의 유용성을 바탕으로 사회 여러 분야의 적용이 급속도로 확산되고 있다.

RFID 시스템의 핵심 기술인 RFID 태그(tag)는 실장(housing) 기술과 사용 용도에 따라 다양한 모양과 크기로 구성된다. 동물을 추적하기 위해 동물 피부아래에 이식되는 태그의 크기는 12×2.1mm이다. RFID 태그의 주요기능은 데이터의 저장으로 메모리 크기(25비트~512KB 이상), 메모리 형태(읽기 전용, 읽고 쓰기 가능, 한번만 쓰며 여러 번 읽기 가능), 메모리 종류(EEPROM, FRAM), 전원 유무에 따라 가격이 다르다.

RFID 태그는 무선 접속 방식에 따라 상호유도(Inductively coupled) 방식과 전자기파(Electromagnetic wave) 방식으로 나눌 수 있다. 상호유도 방식은 근거리(1m 이내)에서 사용하며 코일 안테나를 이용한다. 전자기파 방식은 중장거리용 RFID 시스템에 사용되며 고주파 안테나를 이용해서 서로 무선접속을 한다.

인터로게이터(interrogator)와 태그는 여러 가지 디지털 방식의 코딩과 디코딩을 이용, 기저대역의 데이터를 처리한다. 무선신호는 주로 기본적인 세 개의 디지털 변조방식인 ASK(Amplitude shift keying), FSK(Frequency shift keying), PSK(Phase shift keying)를 이용하여 기저신호를 고주파 신호로 변환하여 전송된다.

데이터 정보의 신뢰성을 높이기 위한 여러 신호 처리가 수행된다. 이 중에서 CRC(Cyclic Redundancy Check) 방식을 사용하는 에러 검출방법, 여러 개의 태그를 구별하기 위하여 사용되는 Aloha, CSMA(Carrier Sense Multiple Access), 이진트리(Binary

Tree Searching) 방식과 같은 충돌방지(anti-collision) 알고리즘, 데이터의 보호를 위하여 대칭 또는 비대칭 키를 사용한 압·복호화 알고리즘을 사용하여 데이터 신뢰성을 향상시킨다.

최근 정보통신부는 국내 RFID 태그 주파수 사용 대역을 910~914MHz로 확정하였으며 2004년 6월까지 주파수를 재분배하기로 결정하였다.

본 논문에서는 910~914MHz 대역이 속한 UHF대역에서 사용할 수 있는 RFID 태그를 설계 및 구현하였다.

2. 기존 기술

RFID 시스템에서 데이터를 송·수신할 때 사용하는 ASK 방식은 진폭 변조 방식으로 데이터 신호를 '0'과 '1'에 대응하여 각각 반송 신호의 진폭을 변화시키는 방식이다. 즉, 데이터 신호가 '0'이면 반송 신호의 진폭을 작게 하고 '1'이면 반송 신호의 진폭을 크게 하여 데이터를 전송한다. 진폭만 변하고 주파수와 위상이 변하지 않는 구조이지만, 전압으로 조정하는 방식이기 때문에 상대적으로 잡음의 영향을 많이 받는다. 그림 1은 ASK 변조 방식을 나타낸다.

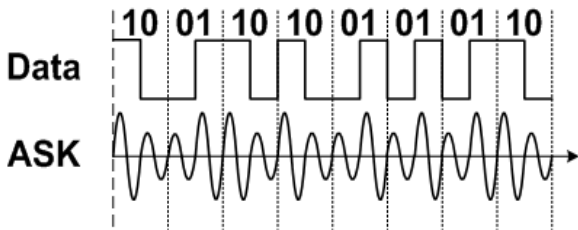


그림 1. ASK 변조 방식

데이터 코딩 방식에는 맨체스터(Manchester) 코딩과 FM0 코딩을 사용한다. 맨체스터 코딩은 데이터의 모든 비트 주기가 반주기에서 천이가 발생하도록 만든 것으로 데이터 송신시 별도의 데이터 동기 신호없이 하나의 신호에 데이터와 동기 신호를 송신하여 수신기와 송신기의 동기화 작업을 쉽게 해준다. 인코딩의 경우 1비트의 NRZ(Non Return Zero) 데이터를 2비트의 맨체스터 데이터로 변환하는 것으로 '0'인 데이터는 반주기에서 상승엣지(rising edge)가 발생하여 "01"이 된다. '1'인 데이터는 반주기에서 하강엣지(falling edge)가 발생하여 "10"이 된다. 디코딩의 경우 역순으로 변환된다. 그림 2는 맨체스터 코딩 방식을 나타낸다.

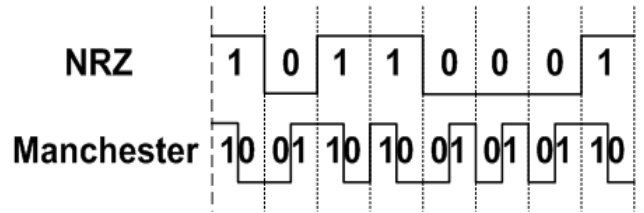


그림 2. 맨체스터 코딩 방식

FM0 코딩은 데이터의 모든 비트 주기 시작 지점에서 천이가 발생하도록 하고 데이터가 '0'인 경우 반주기에서도 천이가 발생하도록 만드는 것이다. 인코딩의 경우 1비트의 NRZ 데이터를 2비트의 FM0 데이터로 변환한다. FM0 코딩은 신호가 입력되기 전의 출력 신호의 상태에 따라 두 가지 코딩 방식을 나타낸다. 데이터가 '0'인 경우 주기의 시작 지점과 반주기에서 천이가 발생한다. 데이터가 '1'인 경우 데이터는 주기 시작 지점에서 천이가 발생하며 출력 데이터는 입력 데이터와 같은 주기를 유지한다. 그림 3은 FM0 코딩 방식을 나타낸다.

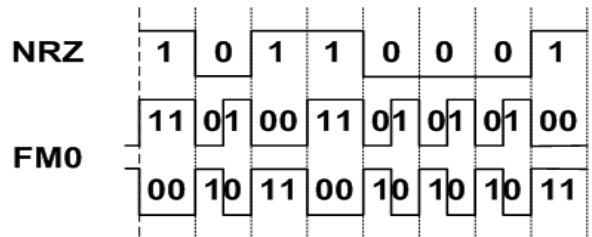


그림 3. FM0 코딩 방식

3. RFID 태그 설계

본 논문에서 설계한 RFID 태그는 표 1과 같이 국제 표준화 기구 ISO에서 제정한 ISO/IEC 18000-6 Type B에 대한 요구조건을 만족한다.

	Forward link [†]	Return link ^{††}
데이터 코딩방식	맨체스터 코딩	FM0 코딩
주파수 변조방식	ASK	
데이터 충돌방지	이진트리 방식	
데이터 에러체크	CRC-16 방식	

† : 인터로게이터에서 태그로 명령어를 전송할 때

†† : 태그에서 인터로게이터로 응답을 전송할 때

표 1. ISO/IEC 18000-6 Type B 요구조건

그림 4는 RFID 태그의 블록 다이어그램이다. 인터로게이터에서 RFID 태그로 맨체스터 데이터 명령을 ASK 방식으로 전송하면 RFID 태그의 수신부는

ASK 복조 블록을 거친 명령을 맨체스터 디코딩 블록으로 전송한다. 맨체스터 디코딩 블록에 의해서 NRZ 데이터로 변환된 명령은 코어 블록인 데이터 프로세싱 블록으로 전송된다. 데이터 프로세싱 블록에서는 입력된 명령에 따른 RFID 태그의 응답을 FM0 인코딩 블록으로 전송한다. 데이터 프로세싱 블록에서 전송된 RFID 태그의 응답은 FM0 인코딩 블록에서 FM0 데이터로 변환하여 송신부의 ASK 변조 블록으로 전송된다. FM0 데이터로 변환된 RFID 태그의 응답은 ASK 변조 블록에 의해서 ASK 방식으로 인터로게이터로 전송된다.

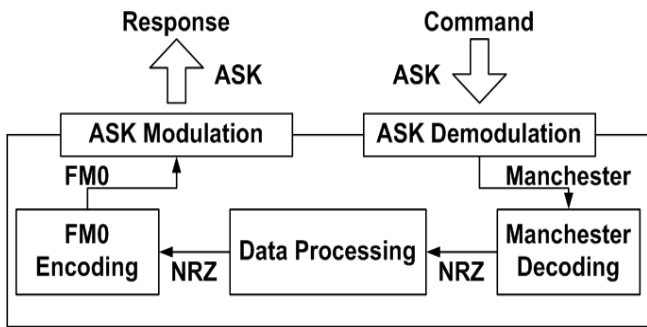


그림 4. RFID 태그 블록 다이어그램

그림 5는 UID(Unique Identifier) 호출 명령을 처리하는 데이터 프로세싱 블록의 순서도이다. 프로세싱 블록에서는 입력된 UID 호출 명령이 RFID 태그의 UID보다 크거나 같으면 RFID 태그의 UID를 응답으로 선택하여 인터로게이터에 전송하고 호출 UID가 RFID 태그의 UID보다 작으면 RFID 태그는 호출 명령에 응답하지 않는다.

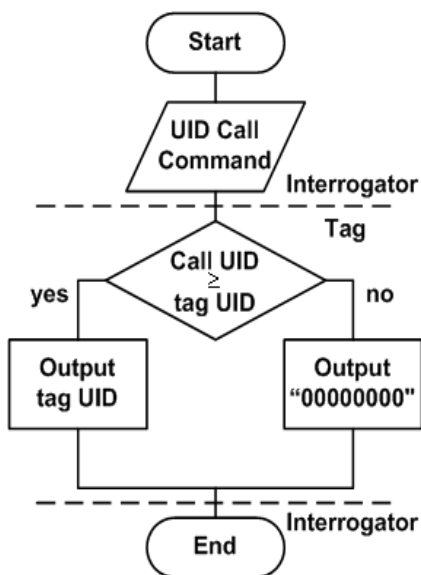


그림 5. 데이터 프로세싱 순서도

4. 구현 및 검증

인터로게이터의 UID 호출 명령과 그에 따른 RFID 태그의 응답을 가정하여 구현하였으며 데이터의 크기는 8비트로 가정하였다. 또한 인터로게이터와 RFID 태그 간 전송 데이터 코딩을 구현하였다. RFID 태그의 UID는 “10110001”로 가정하였다.

그림 6은 맨체스터 디코딩 시뮬레이션 결과이다. 그림 6(a)은 맨체스터 입력 데이터가 “1010101010101010”으로 NRZ 데이터로 변환하면 8비트 데이터 “11111111”이 된다. 그림 6(b)는 맨체스터 입력 데이터가 “1001011010101010”으로 NRZ 데이터로 변환되면 “10011111”이 된다.

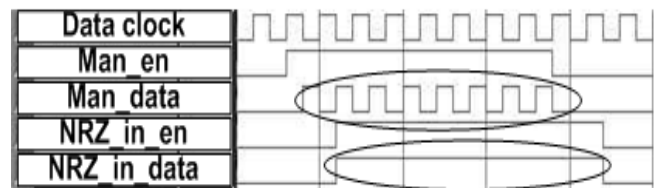


그림 6(a) “1010101010101010” 맨체스터 디코딩

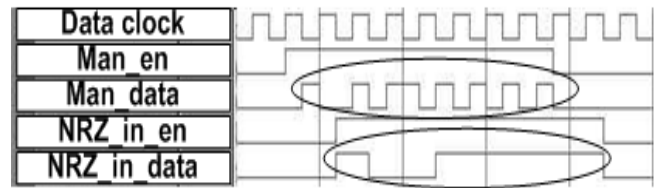


그림 6(b) “1001011010101010” 맨체스터 디코딩

그림 7은 데이터 프로세싱 시뮬레이션 결과이다. 그림 7(a)는 UID 호출 명령 “11111111”이 RFID 태그의 UID “10110001”보다 크기 때문에 응답으로 RFID 태그의 UID “10110001”을 출력한다. 그림 7(b)는 UID 호출 명령 “10011111”이 RFID 태그의 UID “10110001”보다 작기 때문에 응답하지 않으며 응답 인가 신호 역시 ‘0’이 된다.

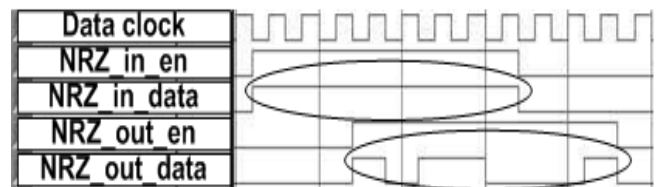


그림 7(a) UID 호출 명령 “11111111”인 경우

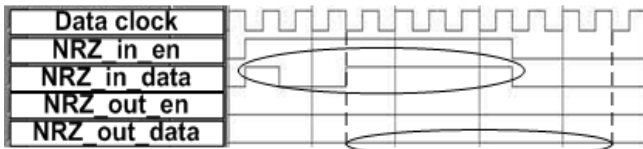


그림 7(b) UID 호출 명령 “10011111”인 경우

그림 8은 응답의 FM0 인코딩 시뮬레이션 결과이다. 그림 8(a)는 응답 데이터인 RFID 태그 UID “10110001”이 FM0 데이터 “1101001101010100”로 변환된다. 그림 8(b)는 응답 신호와 응답 인가 신호 모두 ‘0’이기 때문에 FM0 인코딩이 일어나지 않는다.

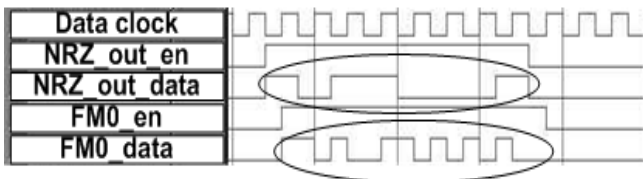


그림 8(a) “10110001” FM0 인코딩

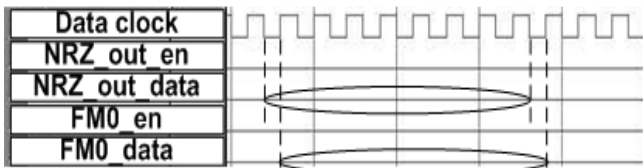


그림 8(b) 입력이 없는 경우 FM0 인코딩

그림 9는 맨체스터 디코딩 블록과 데이터 프로세싱 블록, FM0 인코딩 블록을 통합한 전체적인 RFID 태그의 시뮬레이션 결과이다. 그림 9(a)는 UID 호출 명령 “11111111”에 대한 응답으로 RFID 태그 UID “10110001”을 FM0 데이터 신호 “1101001101010100”로 변환한다. 변환된 FM0 데이터는 인터로게이터로 전송된다. 그림 9(b)는 UID 호출 명령 “10011111”이 태그의 UID “10110001”보다 작기 때문에 응답 신호가 없다.

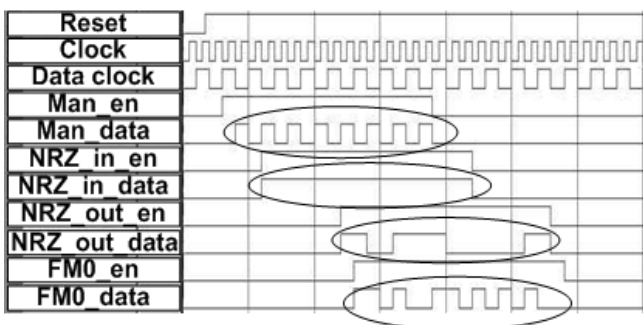


그림 9(a) UID 호출 명령 “11111111”인 경우

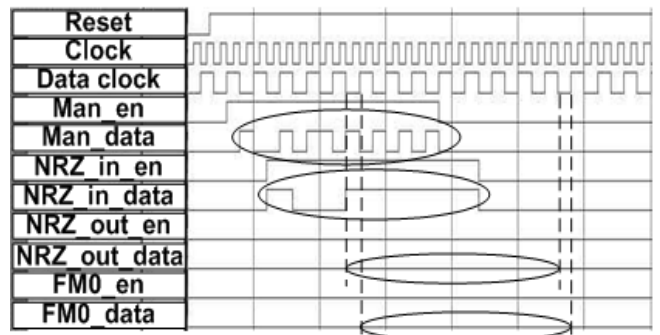


그림 9(b) UID 호출 명령 “10011111”인 경우

5. 결론

본 논문에서는 910~914MHz 대역이 속한 UHF 대역에서 사용할 수 있는 RFID 태그를 VHDL로 설계 및 구현하였다. ISO/IEC 18000-6 Type B 요구조건에 따라 RFID 시스템의 데이터 송·수신 방식으로 ASK 방식을 구현하였다. 데이터 코딩 방식은 인터로게이터에서 RFID 태그로 데이터를 전송할 때는 맨체스터 코딩 방식을 사용하였고, RFID 태그에서 인터로게이터로 데이터를 전송할 때는 FM0 코딩 방식을 적용하여 구현하였다.

RFID 태그 설계 및 구현에 사용한 FPGA 디바이스는 Xilinx VertexE 1000e로 하였고 시뮬레이션 결과 최대 동작 주파수는 80.730MHz이고, 총 게이트 수는 4,193 게이트이다. 본 논문에서 구현한 RFID 태그는 구현 방법이 간단하면서도 태그 내부에서 데이터 코딩과 디코딩이 가능하며 전송 데이터의 변조 및 복조가 가능하기 때문에 저렴한 태그의 제조 단가는 RFID 시스템 초기 시장 형성에 중요한 사항으로 적용된다. 본 논문의 RFID 태그는 간단한 구조로 인하여 태그의 제조 단가를 낮추는데 매우 유용하게 활용될 수 있으며 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장과 유통과 같은 사회 여러 분야에서 경제적인 적용이 가능하다.

참고문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, RFID Handbook, 1999
- [2] Harold P. E. Stern, COMMUNICATION SYSTEMS Analysis and Design, 2004
- [3] Weng Fook Lee, VHDL Coding and Logic Synthesis with Synopsys, 2000