

NFC 아날로그 프론트엔드 변복조기 및 디지털 블록의 연구

장준범, 김진호, 문 용
 숭실대학교 전자공학부

e-mail : tonisbb@ssu.ac.kr, jh4747h2@ssu.ac.kr, moony@ssu.ac.kr

A Study of Passive Mode NFC Analog Front-End Modem and Digital Block

Jun-Beom Jang, Jin-Ho Kim, Yong Moon
 School of Electronic Engineering
 Soongsil University

프론트엔드의 블록도이다.

Abstract

본 논문은 HF대역(13.56MHz)을 인식하는 NFC 아날로그 프론트엔드의 변복조기 설계와 설계된 NFC 아날로그 프론트엔드 태그를 아두이노를 이용하여 디지털 블록의 칩 동작을 검증하였다. 디지털 블록은 ISO/IEC14443A의 NFC 프로토콜을 만족하도록 구현되었으며, 이를 통해 NFC 아날로그 프론트엔드의 송수신 데이터 검증을 진행하였다.

표 1. NFC 아날로그 프론트엔드 사양

Standard	ISO/IEC-14443A
Mode	Passive
Carrier Freq.	13.56MHz \pm 7KHz
Modulation	ASK 100%
Transmission Rate	106Kbps
VDD(전원전압)	1V

I. 서론

NFC(Near Field communication)는 근거리 통신규약으로 13.56MHz의 주파수 대역을 사용하여 10cm 이내의 이동통신기기, 가전제품, pc간 상호 통신을 지원하고, 교통카드, 출입통제, 전자화폐 사용되고 응용된다.

NFC의 국제 표준은 ISO/IEC-18092이고 비접촉식 근접형 IC 카드 표준 ISO/IEC-14443은 변조 방식에 따라 ISO/IEC-14443A와 ISO/IEC-14443B로 나누며, 리더와 리더 통신을 위한 능동 모드와 리더와 태그 통신을 위한 수동 모드를 지원한다.

본 논문에서 사용하는 NFC 아날로그 프론트엔드의 주요 사양은 표1와 같으며, 그림 1은 NFC 아날로그

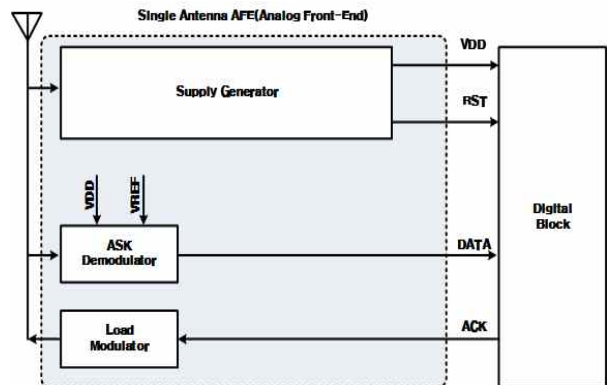


그림 1 NFC 블록도

ISO/IEC-14443A의 통신 프로토콜은 106Kbps 전송 속도를 가지며, 능동 모드와 수동 모드는 다른 데이터 코딩 방식을 가진다. 본 논문에서 사용한 수동모드 방

식은 100% ASK 변조를 이용한 수정된 밀러 코딩을 사용하며, 변조의 경우 100% ASK의 맨체스터 코딩을 사용한다.

본 논문에서는 ISO/IEC-14443A 표준을 만족하는 수동 모드 NFC 아날로그 프론트엔드의 ASK 복조기와 부하 변조기를 설계하여, 칩을 측정하였으며, 디지털 블록의 경우 아두이노를 이용하여 입출력 신호를 검증하였다.

II. 본론

2.1 NFC 아날로그 프론트엔드 변복조기의 설계

NFC 아날로그 프론트엔드의 데이터의 송수신을 위한 블록으로 ASK 복조기와 부하 변조기가 있다.

그림 2는 ASK 복조기 블록도이다. ASK 복조기는 리더로부터 유입된 ASK 100% 신호를 받으면 포락선 검출기에서 ASK신호의 윗부분을 검출한다. 검출된 신호는 비교기를 통과해 미분 및 밴드갭 전압원의 출력 VREF와의 비교를 통해 VREF보다 크고 작은 신호를 증폭하게 되며 슈미트 트리거를 통과하여 데이터를 복조할 수 있게 된다. 복조된 신호는 디지털 블록으로 전달된다.

그림3은 부하 변조기의 블록도이다. 부하 변조기는 NMOS와 MOS캐패시터로 구성되어 있으며 디지털 블록으로부터 받은 848Kbps의 응답신호를 NMOS의 게이트로 인가받게 되면 NMOS의 드레인과 연결되어 있는 안테나가 MOS캐패시터와 도통하게 되어 리더로부터 유입된 신호의 진폭이 848Kbps 기준으로 움직이게 된다. 이 신호를 다시 리더가 받아 응답을 하게 된다.

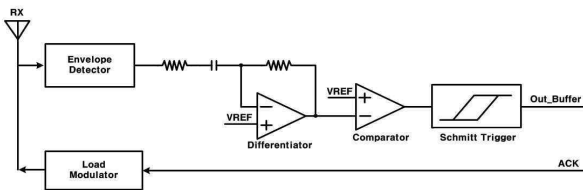


그림 2 ASK 복조기 블록도

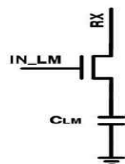


그림 3 부하 변조기 블록도

2.2 아두이노를 이용한 디지털 블록의 검증

수동 모드 NFC 아날로그 프론트엔드는 리더로부터 100% ASK로 변조된 신호를 전달 받아 ASK 복조기를 통해 복조한 신호를 디지털 블록으로 전달한다. 디지털 블록에서는 복조된 신호를 수정된 밀러 코딩을 데이터로 변환한다. 수정된 밀러 코드는 그림 4의 형태로 코딩 된다. 106Kbps 신호는 9.44us의 주기를 가지며, 1 bit 주기 동안 발생한 펄스의 위치와 유무에 따라 데이터를 구분한다.

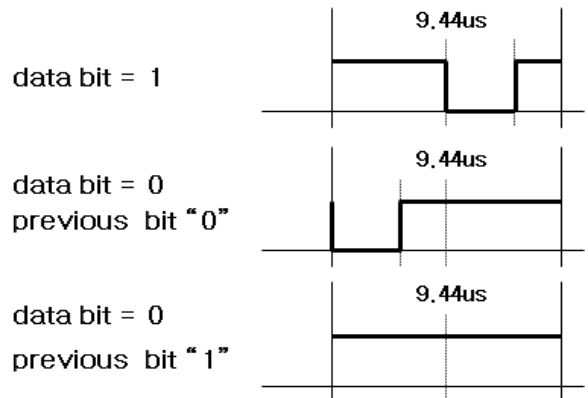


그림 4 ASK 수정된 밀러 코드 변조 신호

디지털 블록은 수정된 밀러 코드를 데이터로 변환하고 변환된 데이터를 통해 응답 데이터를 결정한다. 결정된 응답 데이터는 맨체스터 코딩으로 변환되며 디지털 블록에서 생성한 847.5KHz 부반송파 주파수의 OOK(On&Off keying) 변조를 통해 NFC 아날로그 프론트엔드의 부하 변조기로 전달 되게 된다. 그림 5는 부하 변조기에 전달되는 신호를 나타낸다.

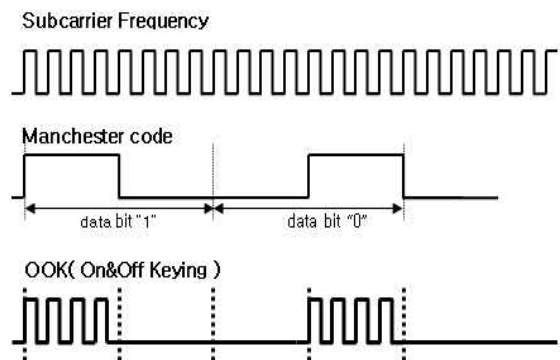


그림 5 부하 변조 신호

본 연구에서는 아두이노를 이용하여 서브캐리어 주파수를 생성하고 응답 데이터를 맨체스터 코딩에 맞게 부반송파 주파수의 OOK 변조 출력을 NFC 아날로그 프론트엔드의 부하 변조기에 전송하도록 하였다.

III. 설계 및 검증

그림 6은 설계한 ASK 복조기의 시뮬레이션 결과이다.

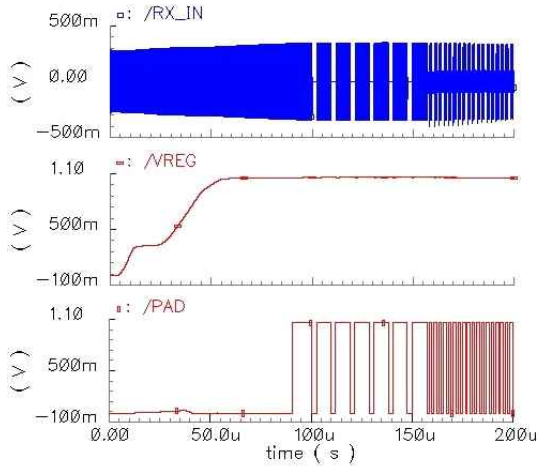


그림 6 복조신호 시뮬레이션 결과

RX_IN은 안테나로 유기되는 전압으로 100% ASK 신호를 유기 받는 것을 확인할 수 있다. VREG는 NFC 아날로그 프런트엔드의 전원전압(VDD)로 전압 공급기, 밴드갭 전압원, 레귤레이터를 통해 외부 환경이 변하더라도 변동이 적은 전원 전압이다. PAD는 ASK 변조기를 통해 변조된 신호를 디지털 블록에 올바른 데이터를 보내기 위해 버퍼를 통과시킨 최종 시뮬레이션 결과 값이다.

그림 7은 ASK 복조기를 통해 아두이노 디지털 블록으로 전달되는 신호 측정 결과이다.

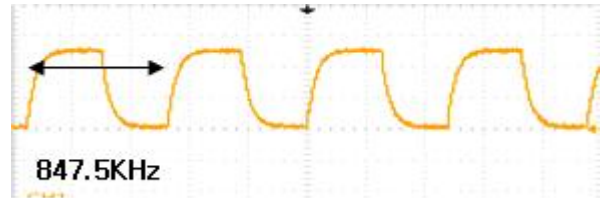


그림 7 복조신호 측정결과

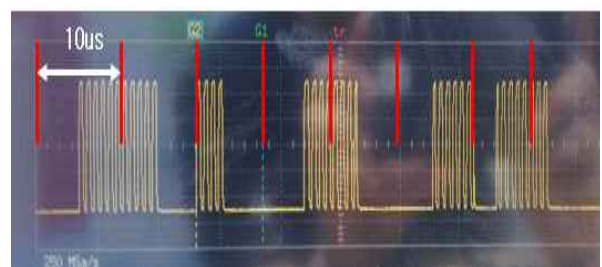
리더기를 통해 NFC 아날로그 프런트엔드 안테나에 신호를 인가하고 이후 ASK 복조기의 신호를 확인하며, 아두이노 디지털 블록의 출력 신호를 확인했다. 복조된 신호는 그림4와 같이 수정된 밀러 코딩 형태를 띄는 것을 확인했다.

그림 8은 아두이노에서 발생하는 신호이고, (a)는 아두이노 디지털 블록에서 생성한 847.5KHz 부반송파 주파수이고, (b)은 부하 변조기에 전달되는 디지털 블

록의 출력 신호이다. 디지털 블록은 847.5KHz 부반송파 주파수를 생성하고 입력된 데이터에 상응하는 응답 데이터를 NFC 아날로그 프런트엔드의 부하 변조기에 부하 변조 방식과 OOK를 통해 신호를 전달한다.



(a)



(b)

그림 8 (a) 847.5KHz 부반송파 주파수 (b) 아두이노 디지털 블록 출력 신호

IV. 결론

본 논문에서는 13.56MHz 주파수 대역을 사용하는 ISO/IEC-14443A 표준을 따르는 NFC 아날로그 프런트엔드의 변조기를 설계 하였다. 설계한 NFC 아날로그 프런트엔드의 ASK 복조기는 리더로부터 13.56MHz의 수정된 밀러 코딩된 ASK 100% 신호를 받게 되면 복조 동작을 통해 106Kbps의 복조 신호를 디지털 블록으로 송신하게 되고, 측정을 통해 복조기의 동작을 검증하였다. 아두이노를 이용한 디지털 블록은 응답 데이터를 맨체스터 코딩을 따르는 부반송파 주파수의 OOK을 통해 NFC 아날로그 프런트엔드의 부하 변조기로 보내 변조기 동작을 측정을 통해 검증하였다.

감사의 글

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2016-H8501-16-1010)

참고문헌

- [1] International Standard ISO/IEC 18092, ISO, 2013,3
- [2] International Standard ISO/IEC 14443, ISO, 2001,07
- [2] NFC Analog Specification, NFC Forum, 2014.11
- [3] Hyun-Chul Shim, Chung-Hyun Cha, Jong-Tae Park, and Chong-Gun Yu, "Design of a Low-Power CMOS Analog Front-End Circuit for UHF Band RFID Tag Chips", Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea(IEEK), Vol.45, No.6, pp.28-36, Jun. 2008
- [4] 김진호, 문용, "NFC 아날로그 프론트엔드의 설계", 추계종합학술대회, 2015년