

13.56MHz RF시스템에서의 필터 설계 및 시뮬레이션

류형선*, 진인수, 양경록, 송성호, 김양모.
충남대학교 전기공학과

Design and Simulation for the Filter of RFID System Operated at 13.56MHz

Hyoung-Sun Ryu*, In-Su Jin, Gyung-Rock Yang, Seung-Ho Song, Yang-Mo Kim
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National Univ.

Abstract - A passive RFID system consists of reader and tag. Reader is required the filter to modulate the data from backscattering signal which is transmitted by tag. The filter in the reader consists of envelope detector, amplifier, filter, and pulse shaping circuit.

In this paper, design and analysis of filter in the RFID system which is operated at 13.56MHz carrier and 70KHz backscattering signal frequency is presented and is confirmed by simulation using Pspice.

2. RFID 시스템의 리더

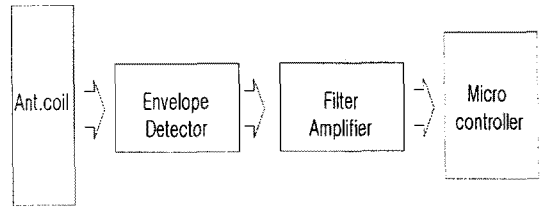


그림1. 리더의 수신부 블록도

그림1은 리더의 수신부 블록선도로써, 리더의 수신부는 포락선 검파기, 증폭기 및 필터, pulse shaping 회로로 구성된다. 안테나로부터 들어온 backscattering 신호는 포락선 검파기에 의해 포락선이 검출되고, 검출된 신호는 100mV 정도의 소신호이기 때문에 증폭기에 의해 충분히 증폭시킨다. 증폭된 신호는 외부 노이즈를 차단시키는 필터를 거쳐 최종적으로 데이터가 복조된다.

1. 서 론

최근 RF 시스템의 수요가 널리 증가하고 있으며 그 응용분야가 확대되어지고 있다. 그 중 비접촉식 ID 카드를 이용한 시스템이 널리 이용되어지고 그에 따른 연구도 활발히 진행되어지고 있다[1-2]. 비접촉 ID 시스템은 크게 tag와 reader로 구성되어지는데 tag와 reader 간에 RF를 이용한 신호의 전달이 이루어지고 있다. RFID의 종류에 따라서는 신호와 더불어 전력의 전달까지도 함께 이루어지고 이로 인해 무전원 RFID tag 시스템을 가능하게 하여 tag의 내구성과 편리함을 증진시키고 있다[3-4]. 전반적인 RFID 시스템의 흐름은 시스템의 소형화 경향화, 저전력화를 통한 RF 시스템의 전체적 효율 향상을 꾀하고 있는데 이를 위해 RF 시스템에 사용되어지는 주파수를 높임으로써 무게와 부피를 많이 차지하는 안테나의 크기를 줄이고 통신 거리를 증대시키는 물론 데이터의 전송속도를 높힐 수가 있다. RF 시스템의 동작은 리더에서 일정 주파수(13.56MHz)의 신호로 영역을 형성하고 이 영역으로 태그가 진입하면 태그는 리더로부터 신호와 전력을 받아 구동 에너지를 얻어 일정 신호를 reader로 보내주고 reader는 필요한 data를 처리하여 다시 tag로 data를 보내 주는 방식으로 작동을 한다. tag로부터 reader가 data를 받을 때는 tag로부터의 신호(Back Scattering Carrier)를 안테나로 받아들여 포락선 검출을 한다. 포락선 검출 상태의 신호는 미미하므로 이를 증폭을 하고 필요한 주파수 영역의 필터링과 함께 pulse shaping하여 필요한 data를 얻어낸다.

본 논문에서는 13.56MHz 비접촉 RFID 시스템에 사용되어지는 리더의 수신 과정 중 안테나와 포락선 검출 회로를 간단히 살펴보고 필터링 부분과 pulse shaping 부분의 회로를 설계하고 Pspice를 이용하여 모의 실험하여 보고자 한다.

2.1 안테나

태그로부터 backscattering된 신호를 수신하는 안테나 태그의 안테나와 리더의 안테나는 그림2와 같은 관계를 가지고 있다.

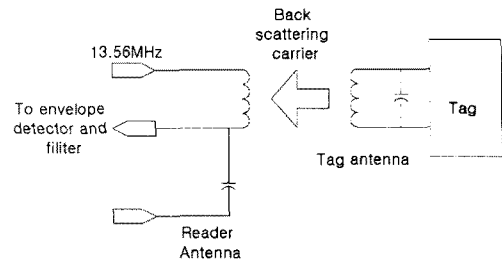


그림2. 리더와 태그간의 안테나

그림2에서 보듯이 태그로부터의 back scattering 신호는 리더안테나에 의해 수신되어 포락선 검출 회로로 전달하게 된다. 안테나에서 수신된 신호에는 13.56MHz의 carrier 신호에 실려있는 70KHz의 backscattering 신호가 존재하는데 이는 태그가 보내려 하는 신호에 따라 스위칭을 하는데서 기인한다.

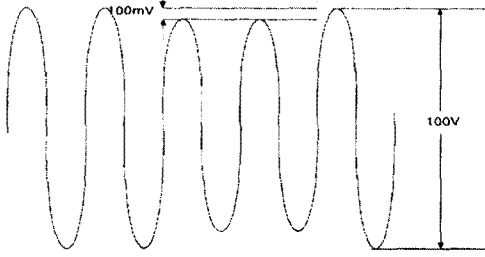


그림3. backscattering 신호

backscattering된 신호는 그림3에서 보듯이 약 100mV의 진폭의 차이를 가지게 된다.

2.2 포락선 검파기

태그로부터 오는 backscattering 신호는 포락선 검출 회로를 통하여 신호의 첨두 부분만 검출된다. 이는 태그로부터의 data를 간직하고 있는 신호가 되는데 여기서는 70KHz의 미약(100mVpp)한 정현파로 가정할 수 있다. 즉 위에 보인 그림3의 신호가 포락선 검출 회로를 거치면서 그림3의 첨두부분만 검출하여 원래 13.56MHz의 신호에 실려 있는 70KHz의 데이터 신호를 얻어내는 것이다.

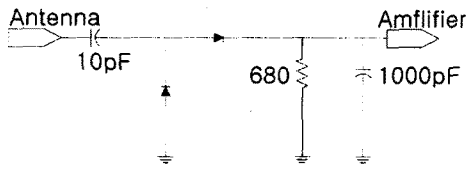


그림4. 포락선 검출회로

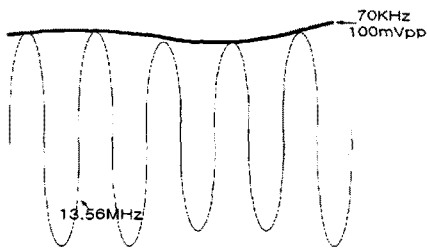


그림5. 포락선 검출신호

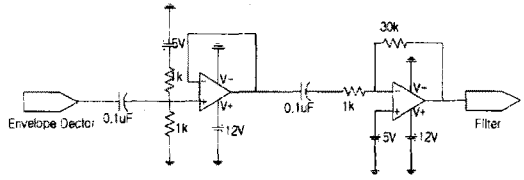
여기에 사용된 포락선 검파 회로는 그림4에 보이고 이를 통과한 신호는 그림6에 보인다. 그림4의 검파 회로를 13.56MHz의 backscattering 신호가 거치게 되면 그림5과 같은 70KHz의 data 신호가 100mVpp의 정현파의 형태로 검출된다. 그림5의 신호를 증폭하고 필터링과 pulse shaping을 함으로써 태그로부터의 데이터를 리더가 수신하게 되는 것이다.

3. 필터 및 pulse shaping 회로의 설계와 모의실험

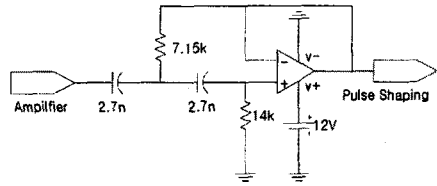
3.1 회로의 설계 및 모의실험

태그의 backscattering된 신호는 포락선 검출 회로를 통해 포락선만 검출되기 때문에 그 크기는 매우 작고 잡음에 의한 영향을 많이 받는다. 데이터를 검출하기 위

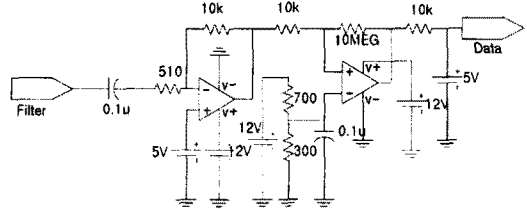
해서는 충분히 증폭하고 필터링을 해야만 한다.



(a) 증폭기



(b) Hi-pass 필터



(c) Pulse shaping 회로

그림6. 증폭기 및 Pulse shaping 회로

그림6에 증폭기와 필터 그리고 pulse shaping 회로를 보인다. 필터 회로의 설계에 있어서는 C값을 2.7nF과 R값을 14kΩ과 7.15kΩ을 정하여 주면 필터의 차단 주파수 식이 $f = \frac{1}{2\pi RC}$ 가 됨으로 그림6의 (b)의 차단 주파수는 58.8KHz가 된다. 이는 70KHz의 3dB 이상이 된다. 그림7의 회로를 통하여 모의실험 하여 출력을 얻어 보았다. 이번 모의실험은 증폭기 회로에서부터 시작을 하였는데 이는 backscattering된 신호를 가공하는데 어려움 때문이다. 하지만 태그에서 보낸 신호가 매 반주기마다 0과 1을 반복하는 data를 보낸다는 가정을 하면 100mVpp, 70KHz의 sine wave로써 포락선 검파기를 통과한 신호를 대신 할 수 있다. 이번 실험에서는 이 신호를 증폭, 필터링하고 모양을 다듬는 pulse shaping을 하여 보았다.

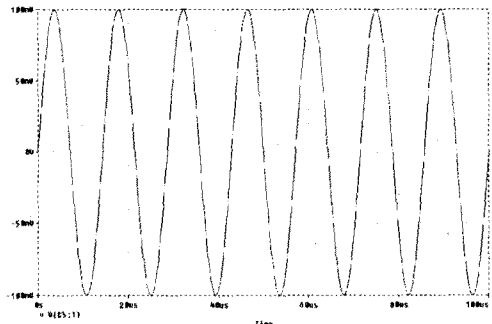


그림7. 포락선 검출기를 통과한 70KHz, 100mVpp신호

그림7은 포락선 검출기를 통하여 13.56MHz에 실려 있는 backscattering 신호를 포락선 검출한 70KHz의 100mVpp의 가상 신호이다.

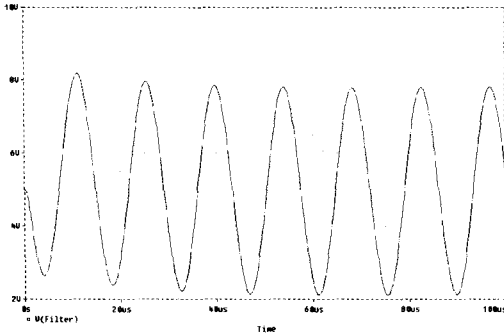


그림8. 반전 증폭기를 통과한 70KHz, 5.7Vpp신호

그림8은 증폭기의 첫 번째 op앰프의 voltage follower를 거치고 두 번째 op앰프의 반전 증폭기를 거친 신호가 된다. 여기서 voltage follower에 의해 offset 전압을 높히는 이유는 신호를 data로 변환 할 때 0V의 레벨이 디지털 데이터 0이 되도록하기 위해서이다.

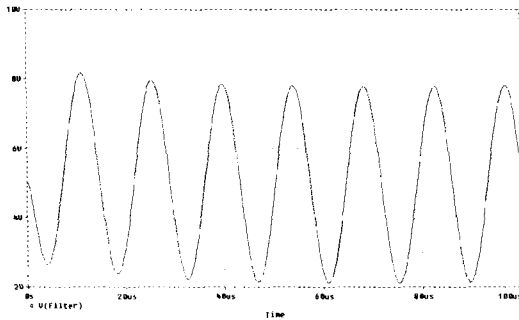


그림9. Hi-pass filter를 통과한 70KHz 5.7Vpp신호

그림9은 70KHz이하의 잡음을 제거하기 위한 Hi-pass filter를 통과한 모습의 신호이다.

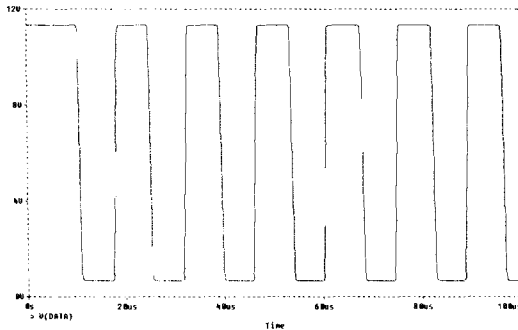


그림10. Pulse shaping을 거친 data

그림10은 amplifier회로를 거치면서 반전되었던 신호가 pulse shaping 회로를 통해 다시 반전되어 원래의 backscattering 되었을 당시의 위상으로 변화되었고 pulse shaping을 함으로써 디지털 데이터의 모양으로 잘 가공이 된 상태의 모습이 된다. 이 신호는 70KHz의

매 반주기마다 1과 0의 data를 반복해서 나타내는 것을 볼 수 있다.

3.2 실험 결과 및 고찰

모의실험의 결과를 그림7에서 그림10에 걸쳐 보이고 있는데 먼저 그림7은 포락선 검출 회로를 통과한 가상의 신호를 보이고 있으며 이어서 반전증폭기를 통과한 신호, 필터링된 신호 pulse shaping된 신호를 이어서 보이고 있다. 태그로부터 backscattering 방식으로 전달된 신호를 그림11에서 보이는 매 반주기 당 하나의 digital 신호로 변환하여 마이크로 프로세서에 의해 제어되는 제어기로 데이터신호를 공급하여 주는 과정을 보였다. Pspice를 이용한 모의실험에서는 마지막 data 신호가 무척 깨끗한 모양을 보이고 있어 긍정적인 결과를 얻었다고 할 수 있다.

4. 결 론

지금까지 RFID 시스템에서의 리더부분에 필요한 필터 부분을 중심으로 설계하고 simulation을 하여 보았다. RF 시스템의 수요가 증가하고 보다 진보된 RF 시스템의 필요성이 제기되고 있는 작금의 현실에 비추어 볼 때 RF 시스템의 모듈별 성능 개선에 따른 전체적인 RF 시스템의 성능개선은 불가피 하게 제기되어 지고 있다. 소형화, 경량화, 편리성, 저전력화, 빠른 data의 송수신, 통신거리의 증대 등 모든 것이 RF 시스템에 있어서의 개선 목적이 되어지고 있다. 이런 상황에서 이번 실험은 보다 높은 주파수로의 이행을 하고 있는 RFID 시스템 리더부분의 고주파 영역에서 동작을 위한 필터부분을 설계한다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

본 연구는 KOSEF 지원하에 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] M.M.Ollivier, " A new solution technology for security problems", Conf.of security and detection, ECOS, IEE, pp 234~238, 1995.
- [2] Ulric Kaiser, Wolfgang, Steinhagen, "Low-Power Transponder IC for High-Performance Identification Systems", IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUIT, VOL 80, NO. 3 MARCH 1995
- [3] 김광수, 김종범, 이준근, 진인수, 양경록, 김양모, "저전력 패시브 트랜스폰더의 설계 및 분석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 G권, pp 3259~3261, 1999.7
- [4] Baker, Li, Boyce, "CMOS circuit design, layout, and simulation", IEEE PRESS, pp. 313~326..