

단일 안테나를 사용하는 RFID에서의 Phase Shifter를 이용한 TX Leakage 제거 방식

Tx-Leakage Signal Blocking System in RFID System

전부원 · 배재현 · 노형환 · 정명섭 · 박준석

Jeon_bu_won · Bae_jae_hyun · Hyoung-Hwan Roh · Myoung-Sub Joung · Jun-Seok Park

요 약

RFID 시스템에서는 현재 같은 주파수 대역에서 송신 단과 수신 단이 사용되며, 이에 따라 듀플렉서를 사용할 수 없게 되며 커플러를 사용하게 된다. 커플러를 사용함으로써 송신 누설 신호는 수신 단으로 직접적으로 영향을 주며, 이에 따라 태그의 인식 거리가 제한되는 부정적인 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 Rx 단으로 직접적으로 영향을 주는 Tx 누설 신호를 감쇄시키는 방법을 소개하고 ADS2006 시뮬레이션으로 이를 검증하였다.

Abstract

Rx and Tx signal use same band in RFID. Then RFID system is not used duplexer and used coupler. RFID system have problem about Rx part to Tx leakage signal because that Rx signal port is Tx signal port's isolation port. We proposal using phase shifter Tx leakage signal decrease than other RFID system. It is same signal Tx signal port's coupling port and isolation port signal except amplitude and phase. So if make coupling signal and isolation signal is in all same signal. We cancel Tx leakage signal used coupling port. And verification about ADS2006.

Key words : RFID Phase Shifter TX Leakage

I. 서 론

전 세계적으로 RFID 기술에 대한 관심이 높아지고 RFID 시스템이 폭넓게 사용됨에 따라 기술 및 서비스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 모바일 RFID 분야는 세계적인 이동 통신 인프라를 갖추고 있는 우리나라가 기술을 선도할 수 있을 것이다. 모바일 RFID의 특징은 리더의 소형화, 집적화가 필수적이다. 소형화를 위해 단일 안테나를 사용하는 RFID의 시스템은 다른 송수신기와 설계할 때 고려해야 할 중요한 요소 중의 하나는 TX의 누설 신호가 RX단으로의 격리도이다. 특히 송신단과 수신단의 동일 주파수를 사용하는 RFID 시스템은 다른

시스템과 달리 TX의 누설 신호가 RX단으로 직접적으로 영향을 미치게 되어 수동 태그를 사용하는 경우 리더의 송신 전력이 리더의 수신기와 결합되어 수신기가 포화되어 수신부의 수신 감도를 저하시키는 요인으로 작용한다. 송신 전력이 수신부로의 결합의 경로는 방향성 결합기의 이상적이지 못한 격리 특성과 안테나의 부정합이 요인이다. 태그의 인식 거리를 제한하는 요인으로 LNA의 포화(saturation)가 주된 요인으로 많은 RFID 시스템에서는 커플러, 서큘러 등을 사용하여 송/수신 부를 격리를 하고 있다. 그러나 위의 소자의 격리도는 20~30 dB에 그쳐 35~40 dB 이상의 높은 격리도를 원하는 RFID 시스템에는 한계가 있다. 따라서 본 논문에 상기와 같은 문

「이 연구는 2006년도 정보통신부의 대학 ITRC 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2006-(C1090-0602-0011)).」

국민대학교 전자공학과(Department of Electronic Engineering, Kookmin University)

· 논문 번호 : 20070518-03S

· 수정완료일자 : 2007년 8월 6일

제를 해결하고 효과적으로 누설 신호를 제거하는 방식을 제안하고자 한다.

II. 본 론

2.1 송신 누설 신호 감쇄기 설계

본 논문에서는 커플러 단에서 송신 단으로부터 커플링 되는 포트를 이용하여 수신부로 누설되는 송신 신호를 제거하는 방법을 제시하기로 한다. 송신된 신호는 수신 단에서 커플러의 격리도에 의해 결정되지만 송신 신호가 결합 포트와 격리 포트 모두 전달되기 때문에 두 신호를 결합시켜서 상쇄시킨다면 커플러의 격리도와 상관없이 수신 단에 전달되는 송신 누설 신호를 제거할 수 있다. 격리 포트와 결합 포트는 위상과 진폭이 모두 다르므로 두 신호를 같게 만들기 위해서는 위상차이기와 감쇄기가 필요한데, 리더기에서 쉽게 위상을 변화시킬 수 있게 3 dB 하이브리드 커플러와 varactor diode를 사용하여 위상 천이기를 설계하였다^[1]. 위상 천이기를 varactor diode를 이용함으로써 바이어스 전압을 조절하는 것만으로 페이저를 쉽게 변화시키며, 위상의 변화를 이론적으로는 0도에서 180도까지 변화하게 하였다. 또한, 감쇄기의 경우에 커플러에서 결합 포트와 격리 포트의 감쇄량이 정해져 있기 때문에 사용되는 커플러 소자에 따라서 일정한 크기의 전압을 감쇄시킬 수 있는 감쇄기를 사용하면 된다.

2.2 위상 천이기의 수학적 해석

3 dB 쿼드러춰 하이브리드 커플러의 입력 포트 포트 1이라고 하고 아이솔레이션 포트를 포트 4, 통과 포트를 포트 2 결합 포트를 포트 3으로 정했을 때 S-parameter는

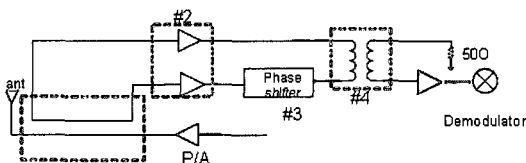


그림 1. RFID 송신 누설 감쇄기
Fig. 1. RFID using phase shifter Tx leakage signal deceiver.

$$[S] = \frac{-j}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & j & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & j \\ 0 & 1 & j & 0 \end{bmatrix}$$

으로 나타나며, 출력 단을 isolation port로 설정하였다. 이때 전압은 커플링 포트와 스루 포트 각각 반씩 나누어진다.

각 출력 단은 varactor diode와 저항으로 연결되어 페이저를 변화시킨 후 반사되어 포트 4로 전달된다.

이때 반사 계수는 $r_1 = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0}$ 로 나타나게 되며, 감쇄가 없이 전반사되어서 출력 단으로 다시 전송되는 구조이다.

위상 천이기는 3 dB 쿼드러춰 하이브리드 커플러 단이 50 옴으로 정합되었다면

$$\tan^{-1} \left(\frac{2wCR^2Z_0}{\epsilon_1^2 C^2 R^2 Z_0^2 + Z_0^2 - R^2} \right)$$

으로 반사된 값과 커플링 포트와 스루 포트를 거치기 때문에 -270도의 위상 변화가 더해진 만큼 위상 변화가 생성된다^[2].

2.3 시뮬레이션 결과

본 논문의 이론을 확인하고 실제 구현 시 가능 여부를 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 ADS-2006을 사용하여 검증하였다. 그림 2는 ADS 시뮬레이션 모형으로 3 dB 쿼드러춰 하이브리드 커플러는 실제 상용중인 칩 중 하나를 S2P 파일로 import 시켜

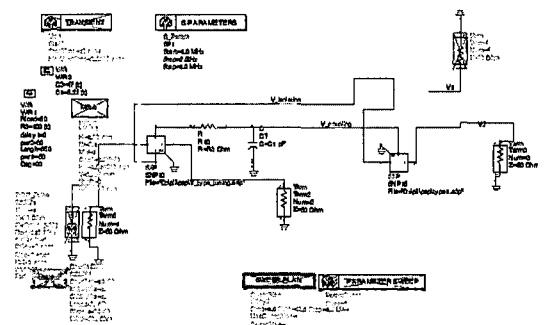
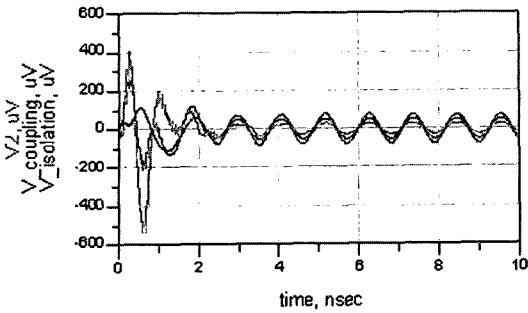
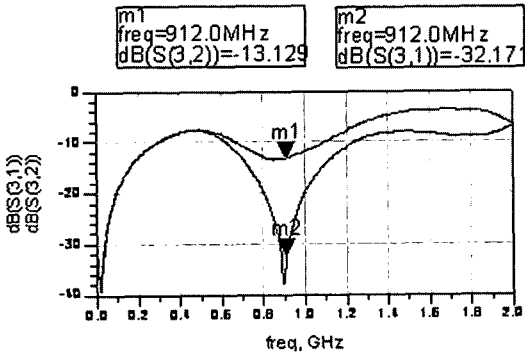


그림 2. ADS 시뮬레이션 모형
Fig. 2. ADS simulation.



(a) 격리 포트의 송신 누설 신호와 결합 포트를 지난 송신 신호
 (a) Isolation port signal and coupling port signal(time domain)



(b) Tx단 누설 신호 감쇄 결과값(m2)와 일반적인 경우 결과값(m1)
 (b) Tx leakage signal decrease result and don't used Tx leakage signal decrease system result(frequency domain)

그림 3. ADS 시뮬레이션의 결과 값
 Fig. 3. ADS simulation result.

서 사용하였으며, 나머지 소자들 역시 기생 성분을 고려하여서 설계하였다.

그림 3(a)는 ADS 시뮬레이션 후 결과 파형으로서 바이어스 전압을 이용하여 격리 포트의 송신 누설 신호와 결합 포트를 지난 송신 신호의 위상을 같게 한 파형이다. 그림 3(b)는 Tx단 누설 신호에 대해서 송신 누설 신호를 감쇄시킨 것과 일반적인 경우를 비교한 것으로 송신 단 누설 신호 제거 회로의 유용성에 대해서 알 수 있다.

III. 결 론

현재 RFID 시스템에서는 태그의 인식률 및 인식 거리가 큰 이슈가 되고 있다. 본 논문의 결과를 이용한다면 송신 신호의 누설 문제로 인한 LNA의 포화(saturation)의 문제를 해결할 수 있다. 다시 말하면 태그의 인식 거리를 보다 높일 수 있는 효과를 얻을 수 있을 것이다. 향후 연구해야 할 점은 실제 회로상의 구현으로 본 논문을 검증해야 하며, 위상천이시계환 회로를 이용해서 바이어스 전압을 자동으로 조정할 수 있는 방안을 연구하도록 해야 한다.

참 고 문 헌

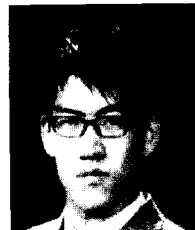
[1] *Microwave Engineering*. David M. Pozar.
 [2] "Varactor SPICE models for RF VCO applications", APN1004, Alpha Industries, 1997.

전 부 원



2007년: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
 2007년~현재: 국민대학교 전자공학과 석사과정
 [주 관심분야] Soc, Analog IC Digital IC

배 재 현



2006년: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
 2006년~현재: 국민대학교 전자공학과 석사과정
 [주 관심분야] UHF RFID 시스템 설계, USN 네트워크 설치

노 형 환



2005년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
2007년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학석사)
2007년 3월~현재: 국민대학교 전자전파공학과 박사과정
[주 관심분야] RF, RF Power Amplifier, EMC 등

plifier, EMC 등

박 준 석



1987년: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
1993년: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
1996년: 국민대학교 전자공학과 (공학박사)
1997년~1998년: Dept. of EE, UCLA (PostDoctoralFellow)

2000년~2003년: 순천향대학교 정보기술공학부 조교수
2000년~현재: (주)아모텍 기술고문
2001년~현재: (주)Wavics 기술고문
2003년~현재: 국민대학교 전자정보통신대학 부교수
2004년 9월~현재: 정보통신부 RFID/USN 기획위원
2005년 3월~현재: mRF 단말분과 위원
2005년 4월~현재: TTA RFID/USN 프로젝트 그룹 특별위원
[주 관심분야] Mobile RFIC, RFID Active Tag, Wireless LAN

정 명 섭



1996년 2월: 홍익대학교 전자공학과 (공학사)
1999년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학석사)
2004년 2월: 국민대학교 전자전파공학과 (공학박사)
[주 관심분야] UHF RFID 시스템

설계, USN 네트워크 설치 등