

2.4GHz 무선랜용 I/Q 복조기 설계

박현우, 김철준, 구경현
인천대학교 공과대학 전자공학과
전화:(032)772-8015, 팩스:(032)761-9961

I/Q Demodulator for WLAN Application

Hyun Woo Park, Zhejun Jin and Kyung Heon Koo
Dept. of Electronics Eng, University of Incheon, Incheon 402-749, Korea
E-mail : harooman@incheon.ac.kr

Abstract

I/Q demodulator is designed using RC-CR quadrature divider with two balanced mixer for WLAN applications. The I/Q demodulator has low power dissipation, good I/Q mismatch, a good isolation and conversion loss. The measured results shows close agreement with the predicted performance.

I. 서 론

최근의 무선통신 시스템은 영상, 음성 및 데이터를 포함하는 멀티미디어 정보서비스의 요구가 급증하고 있으며, 이동통신 시장규모가 늘어나면서 무선통신 기술의 발전과 함께 이를 뒷받침할 통신 시스템 및 부품 개발도 빠르게 발전하고 있다. 특히 무선 랜(Wireless Local Area Network)은 기존의 유선 랜의 장점을 포함하면서 무선통신의 장점인 이동성을 제공하여 고속으로 데이터를 주고받는 기능이 가능하다. 단거리 무선통신망에서 무선 랜은 이동성, 휴대성, 구축의 유연성 등의 장점을 제공하며 별도의 허가없이 사용가능한 ISM(Industrial, Scientific and Medical) 대역을 이용하고 있으며, 고속의 데이터를 무선 환경에서 전송하기 위한 무선 랜의 응용분야 및 시장이 계속 확대되어감에 따라 무선 랜의 설계 및 구현에 대한 기술 확보는 중요한 이슈가 되었으며, 더 향상된 특성의 무선 랜 수신부 복조기에 대한 연구들이 진행되어 왔다.

본 논문에서는 하이브리드 형태로 2.4GHz 무선랜 대역에서 동작하는 I/Q 복조기를 설계하였다. 낮은 IF 주파수를 갖는 평형 구조의 믹서회로를 사용함으로써 높은

은 격리도 특성을 얻도록 하고, 이에 수동소자를 이용하여 구현된 믹서회로는 전력소모가 작다. 또한 기존의 I/Q복조기 연구보다 개선된 I/Q 부정합 특성을 가져 고속 동작 특성과 높은 SNR 특성을 가진다.

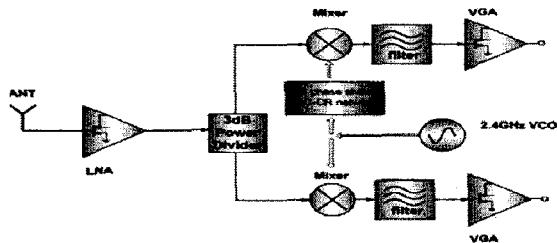


그림 1. I/Q 복조기 블록도

Fig. 1 block diagram of I/Q modulator

II. I/Q 변조기 설계

2.1 90° 전력분배기 설계

본 논문에서 설계 된 90° 전력분배기는 RC-CR 네트워크를 이용하여 신호를 $\pm 45^\circ$ 로 위상 변환시키는 것이다.[1] 입력주파수 ω 는 위상천이 되어 $V_{out1}(t)$ 와 $V_{out2}(t)$ 는 $\pi/2 - \tan^{-1}(RC\omega)$ 와 $-\tan^{-1}(RC\omega)$ 가 된다. 따라서 $V_{out1}(t)$ 와 $V_{out2}(t)$ 는 90°의 위상 차이를 가지며 입력주파수에 관계없이 출력되는 신호의 위상은 항상 90°의 차이를 가지고 출력신호의 크기는 입력주파수 $\omega = 1/RC$ 에 대해서 같은 출력을 낸다.[2,3]

2.2 믹서 설계

본 논문에서 이용된 믹서는 Mini-circuits 사의 MCA1-60+ 믹서로 이 믹서의 특성을 ADS에서 모델링하여 I/Q 복조기의 시뮬레이션을 수행하였다. 믹서는 평형 구조로 설계되었으며 수동소자를 사용하여 전력

소모가 거의 없다는 특징을 가지고 있다. 또한 약 -6dB의 변환손실을 갖는다.

2.4 I/Q 복조기 설계

I/Q 복조기는 2.4GHz 대역에서 circuit level QAM 시뮬레이션을 통해 이상적인 I/Q 변조기를 구현하여 변조된 RF 신호를 설계된 I/Q 복조기에 보내어 복조하는 방식을 사용하였고 그림 2는 복조된 I/Q 신호의 성상도를 나타낸다. [4-5]

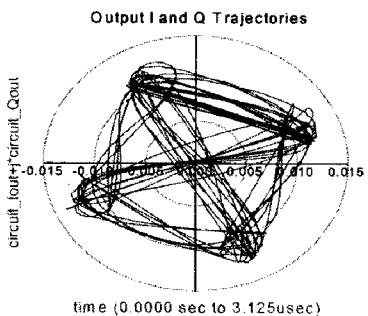


그림 2. 복조된 출력 I/Q 성상도

Fig 2. Demodulated output I/Q constellation

III.I/Q 복조기 제작 및 측정

RC-CR 네트워크를 이용하여 구현한 I/Q 복조기는 평형믹서를 대칭구조로 연결하여 설계 하였으며, 유전율이 3.48이고 두께가 1.016mm인 텤플론 기판위에 실장하였다. 측정된 I/Q 복조기의 I 신호 변환 손실은 약 8.9dB를 나타내고 있다. Q신호 변환 손실 또한 약 9dB로서 이는 3dB 전력분배기의 손실을 감안한다면 MCA1-60+ 믹서의 변환손실 6dB와 같은 값을 갖는 것을 확인 할 수 있다.

그림 3은 2.4GHz에서 I/Q 복조기를 측정하여 얻은 I신호와 Q신호 출력을 시간 도메인에서 나타낸 것이다.

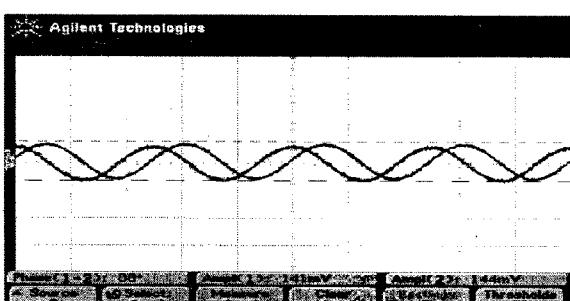


그림 3. 시간도메인에서의 I/Q 출력 신호 측정결과

Fig 3. Measured I/Q output signal in time domain

I신호와 Q신호의 주기가 50nsec 인 것을 확인 할 수

있으며 이는 1/f 로서 I신호와 Q신호가 IF 출력주파수인 20MHz인 것을 알 수 있다. 측정결과 2.4GHz에서 이득 크기 예리는 약 1dB 이하를 얻었으며, 위상에러는 3°이하의 값이 나오는 것을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 2.4GHz 무선랜 대역에서 동작하는 I/Q 복조기를 두 개의 믹서 회로와 RC-CR 네트워크 및 3dB 전력 분배 회로를 통하여 설계하였다. 낮은 IF 주파수를 갖는 평형 구조의 믹서회로를 사용하여 높은 격리도 특성을 얻도록 하고, 이에 수동소자를 이용하여 구현된 믹서회로는 전력소모가 작다. 기존의 일반적인 I/Q복조기 연구보다 개선된 I/Q 부정합 특성을 갖는다. 향후 RC-CR 네트워크의 C를 바렉터로 대체하여 적은 소자수로 이중대역 동작을 가능하게 할 연구를 진행 중이다.

참 고 문 헌

- [1] F. Maloberti and M. Signorelli, "Quadrature waveform generator with enhanced performances," in IEEE Symp. VLSI Circuits Dig. Tech. Papers, pp. 222 - 226, 1998
- [2] S. Hwang, G. Moon, and S. Song, "A GHz I-Q quadrature signal generator using cellular oscillator network", AP-ASIC '99, pp. 91-94, 1999
- [3] S. Fleisher, Q. Shouxing, "Quadrature frequency/phase modulation communications", IEEE Transactions on Volume 43, Issue 234, pp.1513 - 1524, 1995
- [4] R. Xue, Q. Xu, K. Chang, K. Tam, "A new method of an IF I/Q demodulator for narrowband signals", Circuits and Systems, 2005. ISCAS 2005. IEEE International Symposium on 23-26 pp. 3817 - 3820 Vol. 4 May 2005
- [5] C. Hong-Yeh, H. Tian-Wei, W. Huei, W. Yu-Chi, C. Pane-Chane, C. Chung-Hsu , "A broadband HBT MMIC IQ modulator and millimeter-wave vector signal characterization", Microwave Symposium Digest, 2003 IEEE MTT-S International Volume 1, pp. 99 - 102 vol.1 8-13 June 2003