

개선된 L-Band 대역의 DMB용 Down-Converter 설계

임기식, 이상철, 김상복, 한성호, 진현준, 박노경
호서대학교 정보통신공학과 Multimedia System architecture & Asic Design Lab
전화 : 041-549-5085 / 팩스 : 041-540-5693

Improved of the design L-Band Down-convert for the DMB

Ki-Sik Lim, Sang-Chol Lee, Sang-Bok Kim, Sung-Ho Han,
Hyun-Joon Jin, Nho-Kyung Park
Dept. of Information & Communication Engineering, Hoseo University
E-mail: nkpark@office.hoseo.ac.kr

Abstract

In this paper, a down-converter that can work for L-band RF front-end of DMB receiver is designed. Since DRK-02, a reference for our work, had been designed for a stationary receiver, not for mobile one, the supply voltage is set relatively high of 8.5V. We improve it with 3.3V and save design space and cost by employing only one Mixer and IF_Amp comparing to the reference one in which two Mixers and two IF_Amps are used.

I. 서론

최근 세계적으로 방송·통신 및 컴퓨터를 결합하는 멀티미디어 방송 개발 경쟁이 가속화 되고 있다. 이에 고품질의 다양한 콘텐츠를 즐기고자 하는 소비자의 욕구가 증대됨에 따라 이동 통신용 부품에 대한 관심과 연구 개발이 높아지고 있다. RFIC(Radio Frequency Integrated Circuit) 분야의 기술 발달은 저비용, 저전력화, 고집적화의 경향에 맞추어 RF단과 IF단이 하나의 칩으로 집적되는 추세이다. 화합물 반도체 공정인 MESFET, PHEMT, HBT 보다 가격적인 면과 고주파 동작 특성이 뛰어난 Si를 이용한 반도체 설계 및 제조 공정인 CMOS, Bipolar, BiCMOS, Si-Ge HBT 등이 많이 사용되고 있다.

DMB에 할당된 주파수 대역은 서비스 방식에 따라 지상파 DMB와 위성 DMB으로 나뉜다. 지상파 방송

은 기존의 아날로그 라디오 방송 대역과는 별도로 새로운 주파수 대역인 Band-III(174MHz~239MHz)를 채택하였으며, 위성 DMB는 L-Band(1452Mhz~1492Mhz)와 S-Band(2535

Mhz~2655Mhz)를 사용한다[1]. DMB 개발키트인 DRK-026의 Down-convert는 2개의 Mixer와 2개의 IF_Amplifier로 구성되어 있다.

따라서 본 논문에서는 1개의 Mixer와 1개의 IF_Amp를 이용하여 L-Band 대역의 Down-Convert를 설계함으로써 칩 면적과 소비전력 등을 줄임으로써 down-convert의 성능을 향상시켰다[2].

II. 본론

1. L-Band용 Down-convert 개요

RF 수신구조는 IF가 없는 Zero-IF 방식과 IF를 사용

하는 헤테로다인 방식으로 나뉜다. 안테나를 통해 들어온 고주파 캐리어를 베이스밴드로 바로 변환하지 않고 중간주파수로 변환 한 후 베이스밴드 대역으로 변환하는 하는 Heterodyne 방식이 아직까지는 널리 사용되고 있다. 이 Heterodyne 방식에서 가장 핵심적인 역할을 하는 Mixer, IF-Amp 블록으로 되어있으며, 그림 1은 본 논문에서 설계하고자 하는 Down-convert의 블록도이다.[3].

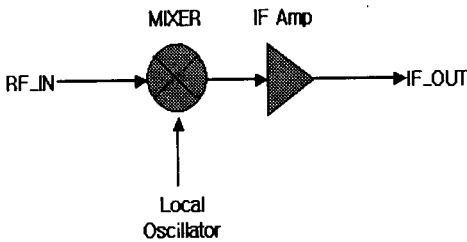


그림 1. L-Band 대역의 DMB용 Down-converter 구조도

본 논문에서 설계할 L-Band 주파수는 대역이 협소해 근접 주파수 대역들과 많은 간섭들이 있기 때문에 Mixer는 높은 선형성과 낮은 잡음 지수를 가지고 있어야 한다. 또한 IF-Amp는 Local Oscillator와 Mixer에서 변환되어 나온 신호를 선형성을 유지 한 채 증폭시켜 주어야 한다.

2. L-Band용 Down-convert 설계

설계한 L-Band Down-convert는 Local Oscillator, Mixer, IF AMP 로 구성되어 있다.

2.1 L-Band용 Down-Mixer 설계

Mixer는 두개의 주파수를 섞어 신호가 담고 있는 정보는 유지한 채 필요한 주파수 대역으로 변환해 주는 역할을 한다. 이 과정에서 이미지 주파수 성분과 하모닉 성분이 발생하기 때문에 선형성 유지가 중요하다.

본 논문에서는 RF 동작 주파수 범위를 1452MHz~1492MHz 로 하였으며, Local Oscillator의 동작 주파수는 1414MHz~1454MHz 로, 전원 전압은 3.3V로 설계하였다. 따라서 설계한 L-Band DMB용 Singled-ended Down Mixer 설계 블록도 그림 2와 같다[4].

그림 2. L-Band 대역의 DMB용 Mixer 회로도

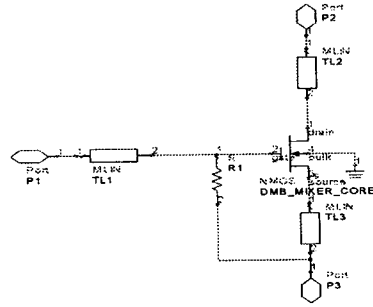


그림 2에서 RF/LO의 입력이 Gate단에 들어가고, 일반 Lumped 소자 대신에 마이크로스트립라인을 사용하여 임피던스 매칭을 하였다.

2.2 IF-Amp 설계

설계한 IF-Amp단(그림 3)은 Mixer를 통해 고주파에서 중간 주파수로 변환된 신호를 디코딩하기 전에 다시 한번 증폭 시켜주는 역할을 한다. IF 주파수 결정은 추후 Band-III(174MHz) 대역을 포함하는 듀얼모드로 구현 하였을 때 이미지 주파수 제거를 위해 38MHz로 정했다.

$$f_{image} = 174 + 2 \times f_{IF} = 250\text{MHz.}$$

수신기 초단의 저잡음 증폭기에서 한번 증폭되었던 신호를 다시 증폭하는 것이기 때문에 1-Stage 구조로 설계 하였다. 5.9mA의 전류가 소모되며, 소스단의 인덕터는 약간의 이득 감소가 있지만 안정도와 선형성의 증가를 위해 사용 하였다.

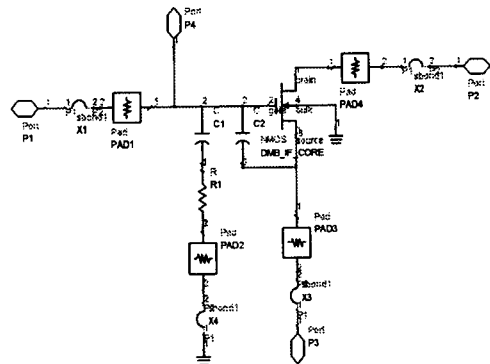


그림 3. L-Band 대역의 DMB용 IF-Amp

3. L-Band용 Down-Convert 시뮬레이션

3.1 L-Band용 Down-Mixer

본 실험은 ADS를 사용 하였으며 L-Band 대역에서 모의 실험한 결과 들이다. 그림 4는 Mixer의 변환 이득을 나타낸 그래프이다.

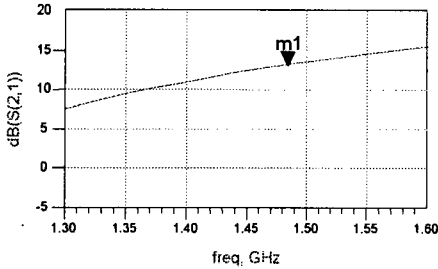


그림 4. Mixer의 변환 이득

L-Band 대역의 중심주파수에서 13.2dB의 변환 이득이 측정 되었다. 그림 5는 Mixer의 변환 이득과 입력 전력의 관계를 나타낸 것이다.

그림 5의 특성 그래프는 입력전력이 -25dBm 일때 변환 이득은 13.2dB값을 가지고, 입력 전력이 -5dBm 일때 11dB의 변환 이득을 갖는 특성을 나타낸다.

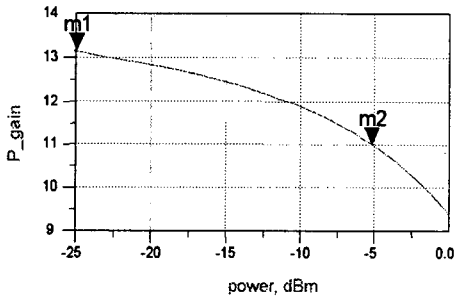


그림 5. 변환 이득과 입력전력

3.2 L-Band용 IF-Amp

50Ω에서 임피던스 매칭을 하였으며, 잡음지수, 입력 반사 손실, 출력 반사 손실, 이득, 선형성 등 여러 가지 요소들의 Trade off 관계 등을 고려하여 설정 하였다. 그림 6은 입·출력 반사 특성을 나타낸 것이다[5][6].

Mixer를 통해 하향 변환된 중간주파수 38MHz 대역에서 입력 반사 손실은 -22.5dB가 나왔으며, 동일한 주파수에서 출력 반사 손실은 -12.7dB가 나오는 것으

로 측정 되었다.

그림 7은 선형성 지표인 OIP3를 나타낸 것이다. IP3(3rd Intercept Point)는 원천신호의 출력 전력과 IM3성분이 포화되지 않고 증가해서 두 전력점이 같아 지는 점을 말하는 것으로 시스템의 선형성을 나타낸다.

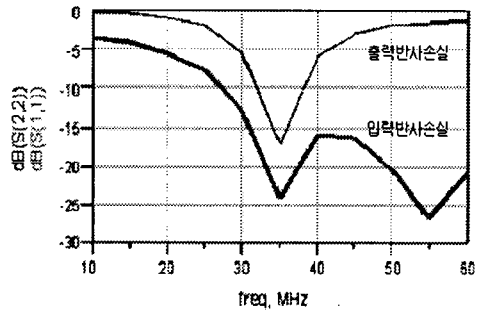


그림 6. IF-Amp의 입·출력 반사특성

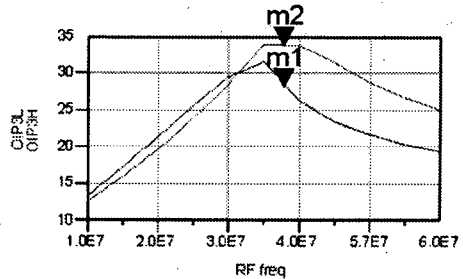


그림 7. IF_Amp의 OIP3 특성

입력단의 특성이 민감한 저잡음 증폭기가 아니라 출력단의 특성이 중요한 IF-Amp 이기 때문에 OIP3를 측정 하였으며, L-Band 대역의 주파수에서 OIP3L은 31.5dBm, OIPH는 33.6dBm이 나왔다.

다음 그림 8은 임피던스 매칭 후 이득을 나타낸 것이다.

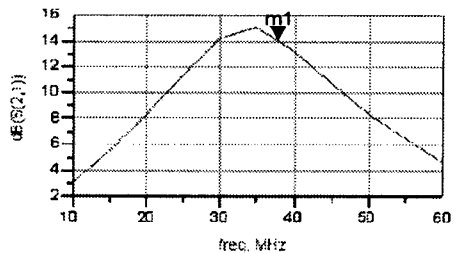


그림 8. IF_Amp의 이득

수신기 초단의 저잡음 증폭기와 이득을 분산하여 증폭하기기 때문에 IF_Amp에서는 고이득의 특성을 갖지 않아도 됨으로 IF 중심주파수에서 이득이 14.2 dB가 측정 되었다.

III. 결론

DRK-026은 휴대용이 아닌 고정 수신용으로 설계되었기 때문에 공급 전압이 8.5V로 상대적으로 높게 되었다. 때문에 모바일용으로서 사용 가능하도록 공급 전압을 3.3V로 낮게 설정하여 설계 하여 5.2V의 전력 이득을 얻었다. 또한 2개의 Mixer와 2개의 IF_Amp를 사용하여 주파수 변조를 하는 방식에서 하나의 Mixer와 하나의 IF_Amp를 사용함으로써 설계 면적의 감소와 설계비용의 절감 효과를 얻게 되었다. 현재 Band-III와 L-Band 대역을 커버하는 듀얼 Down-Converter 4x4 Package 시스템을 설계하고 있다.

감사의 글

본 연구는 정보통신진흥원이 주관하는 기초기술연구 지원사업인 “디지털 오디오 방송 수신기의 PC 기반기술 개발”의 연구비 지원에 의해 이루어진 것이며 IDEC에서 제공되는 TOOL을 사용하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김경미, “위성 DMB 기술 표준화 동향”, 전파연구소, pp.25-32, 2004.3.18
- [2] “DAB Front-end serial number:61”, ATMEL wireless & μ C Ulm, 21.Nov.2000.
- [3] Alireza Zolfaghari, “LOW-POWER CMOS Design for Wireless Transceivers”, Kluwer Academic Publishers, 2003
- [4] Wolfgang Hoeg, Thomas Lauterbach, “Digital Audio Broadcasting”, Principles and Applications.
- [5] David M.Pozar, “Microwave and RF Wireless Systems”, WILEY.
- [6] Guillermo. Gonzalez, “Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design” , Prentice Hall.