

이중모우드 가변 변환이득 믹서의 전력 효율 특성

박 현 우, 구 경 현
인천대학교 공과대학 전자공학과
전화 : 032-772-8015 / 팩스 : 032-772-2374

DC Power Dissipation Characteristics for Dual-mode Variable Conversion Gain Mixer

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

Abstract

In this paper, dual-gate mixer has been designed and optimized to have variable conversion gain for WiBro and WLAN applications and to save power. With the LO power of 0dBm and RF power of -50dBm, the mixer shows 15dB conversion gain. When RF power increases from -50dBm to -20dBm, the conversion gain decreases to -2dB with bias change. The variable conversion gain can reduce the high dynamic range requirement of AGC burden at IF stage. Also, it can save the dc power dissipation of mixer up to 90%.

I. 서론

다중대역 무선통신 시스템에서 하향 주파수 변환기의 다기능 동작을 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 WiBro 와 WLAN 즉, 2.3GHz~2.48GHz 대역에서 채널 대역폭 각 10MHz 와 20MHz 로 이중모드 동작을 하는 하향변환 믹서를 설계하고자 한다. 일반적으로 일정한 이득을 갖는 믹서는 IF 단의 AGC (automatic gain control)에서 이득을 조절함으로써 넓은 동작영역이 필요하고 이러한 믹서의 일정한 이득은 수신기의 높은 전력 소모를 가지고 온다. 그러나 본 믹서는 이득을 변환함으로써 즉, 높은 RF 입력에서 낮은 변환이득을 가짐으로써 낮은 DC 전력만이 필요하게 된다. 따라서 가변적인 변환이득은 IF AGC 에게 요구되는 동영역을 줄여줄 수 있는 이점을 가지게 된다. 또한, 본 믹서는 active 믹서뿐만 아니라 passive 믹서로서도 동작

이 가능하다. passive 믹서는 물론 변환 손실을 갖게 되지만 DC 전력을 소모하지 않는다. 이러한 믹서의 이득과 DC 전력간의 trade-off 관계를 제안 함으로서 수신기의 특성에 따라 다양하게 활용이 가능하다.

II. 이중 게이트 FET 변환이득 믹서 설계

FET 믹서는 소자의 비선형특성을 이용하는 방식에 따라 게이트 믹서, 드레인 믹서, 소스 믹서, 그리고 저항믹서로 구분된다. 드레인 믹서는 LO/RF 분리도 및 잡음특성이 우수하지만 동작이 불안정하고 큰 LO 전력이 필요하며, 소스 믹서는 변환손실이 크며, 저항믹서는 높은 IP3 를 얻지만 변환손실이 크다는 단점이 있다.[1][2] 본 논문에서 사용한 구조는 높은 분리도를 갖고 큰 변환이득을 얻을 수 있는 이중게이트 FET 믹서 구조를 두개의 pHEMT 를 캐스코드(cascode)로 구현할 수 있는 하향 주파수 변환기를 설계하였다. 캐스코드 구조를 이용한 이중게이트 FET 믹서는 FET1 은 포화영역, FET2 는 선형 영역에서 동작하게 된다. 이중게이트 FET 는 게이트의 추가로 인한 영향으로 트랜지스터의 전달컨덕턴스를 제어하게 되고, 첫 번째 게이트와 드레인 사이를 차단시키는 역할을 하며 캐환 캐패시턴스(Cgd)를 낮게 감소시킨다. 본 연구는 이중게이트 FET 의 장점을 이용하여 하향변환 믹서를 설계하기 위해 등가적으로 해석 가능한 두개의 pHEMT 를 캐스코드로 구현하였다. 두개의 pHEMT 로 구현한 이중게이트 구조는 각 FET 의 Vds1, Vds2 에 걸리는 전압의 합은 전체에 걸리는 전압(Vds)과 같고 FET1 과 FET2 의 드레인 전류는 같다.[3]

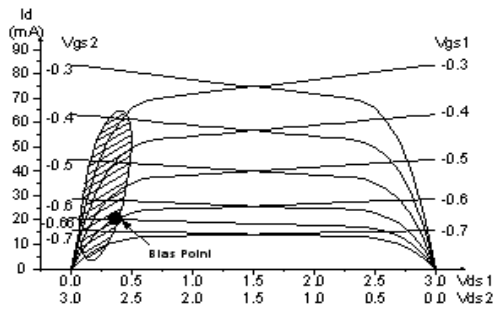


그림 1 이중게이트 FET 의 I-V 특성곡선

FET1 과 FET2 가 동일한 드레인 전류를 제공하기 위해서 V_{gs1} 은 특정한 고정 값을 갖도록 하여, V_{gs2} 는 0~ V_{ds} 사이에서 변화하게 된다. 이러한 전류특성을 이용하여 그림 1 에서는 이중게이트 FET 의 DC I-V 곡선을 나타내었고 믹서로 동작하기 위한 바이어스 영역과 본 설계에 사용된 바이어스 점을 표시하였다. 동작점에서 $V_{gs1} = -0.6$ V, $V_{gs2} = -0.3$ V $V_{ds} = 3$ V 에서 15dB 의 변환이득을 얻도록 믹서를 설계하였다. 변환이득을 갖도록 동작시키기 위해 RF 와 LO 입력단에 매칭회로를 삽입하였고, 각 게이트 입력 DC 바이어스 라인은 $\lambda/4$ 스트립 라인을 사용하였다. LO-to-IF, RF-to-IF 의 신호간의 격리도를 개선하고 고조파 성분들을 제거하기 위해 출력단에 저역 통과 여파기를 집중소자를 이용하여 구현하여 50dBc 이상의 RF 와 LO 신호의 억압 특성을 얻도록 설계하였다.[4][5]

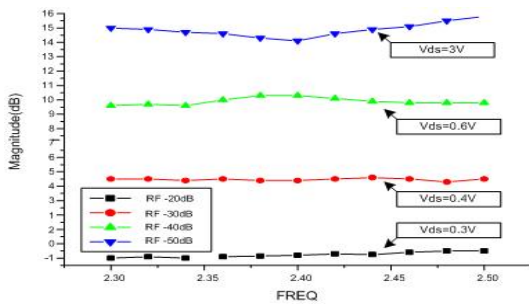


그림 2 이중게이트 FET 믹서의 가변 변환이득

그림 2 는 RF 입력 신호 레벨에 따른 이중 게이트 FET 믹서의 RF 수신 전력 -50dB~-20dB 에서의 WiBro, WLAN 대역에서의 가변적인 변환이득을 나타낸다.

III. 구현

제작된 믹서는 8720C 벡터 네트워크 분석기를 사용하여 소신호 특성을 측정하였고, E4438C 신호발생기와

SA-970 스택트럼 분석기를 사용하여 대신호 특성을 측정하였다. 그림 3 은 제작된 믹서의 가변 변환이득 측정치이다.

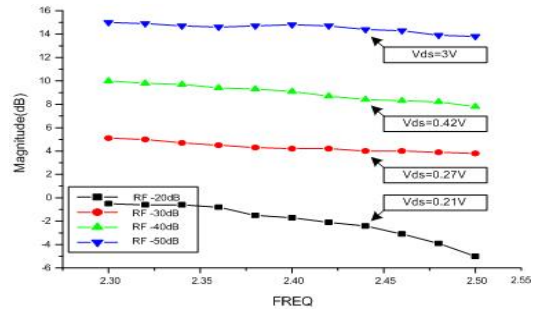


그림 3 이중게이트 FET 믹서의 가변 변환이득

IV. 결론

본 논문은 두 개의 pHEMTs 를 캐스코드 구조로 연결하여 구현한 이중 게이트 믹서이다. 이중게이트 구조의 분리된 입력은 높은 격리도 특성과 높은 변환이득을 가진다. IF 출력 단에는 RF 와 LO 신호에 대한 억압특성을 개선하기 위해 저역 통과 여파기를 집중소자를 이용하여 설계하였다. 설계된 믹서는 와이브로와 무선랜 두 가지 대역에서 이중모드로 동작하고 약 15dB 의 가변적인 변환이득을 얻을 수 있다. 이러한 가변적인 변환이득은 넓은 동작영역이 요구되는 IF stage 의 AGC 의 부담을 줄여줄 수 있고 또한, 소모전력을 약 90% 절약하여 효율적으로 사용할 수 있다. 현재 대두되는 서비스인 와이브로와 무선랜에서 다중모드로 사용 가능하므로 다기능 믹서로서 그 활용도가 클 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 박주환, 5GHz 무선 LAN 용 Dual-gate MESFET 믹서 설계, 서강대학교 대학원, 2002.
- [2] Stephen A. Mass, Microwave Mixer, Artech House. 1993
- [3] Stephen A. Mass, The RF and Microwave Circuit Design Cookbook, Artech House. 1998.
- [4] Chang-Ho Lee; Sangwoo Han; Laskar, J.; "GaAs MESFET dual-gate mixer with active filter design for Ku-band applications" IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, 1999.
- [5] K. S. Ang and I.D. Robertson, "Multiple-FET Mixer Analysis with Applications to the Cascode Distributed Mixer," in 1999 High Frequency Postgraduate Student Colloquium, Sept. 1999, pp. 22-27.