

# A LNA for CDMA application

유정근\*\* · 김윤호\* · 김정태\* · 허창우\*

목원대학교

## A LNA for CDMA application

Jeong-gun Yoo\*\* · Yoon-ho Kim\* · Jeong-tea Kim\* · Chang-wu Hur\*

Mokwon University

E-mail : voice666@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 Noise Figure, IP3, Gain, power dissipation들을 최대한 고려하여 간단하면서도 훌륭한 성능을 보이는 PCS용 1.9 GHz CDMA Low Noise Amplifier를 설계하였다. 비록 본 논문에서는 특정한 트랜지스터를 이용하여 설계하였지만, 다른 트랜지스터를 사용하여 이러한 방법으로 설계하여도 무관할 것이다.

### 키워드

LNA, BJT, CDMA

### 1. 서 론

최근 통신기술의 급속한 발전과 사회의 다변화로 무선이동통신의 수요가 급격히 증가되고 있으며, 현대 사회가 고도의 정보화 사회로 발전함에 따라 정보통신의 수요는 날로 증가하여 시간과 공간의 제약을 받지 않고 사용할 수 있는 통신방식의 욕구가 크게 증가하고 있다. 이동통신, 위성통신 등 무선통신을 이용한 개인 휴대 통신의 수요가 점점 늘어나고 있고, 가입자들의 무선통신 서비스 요구도 다양해지고 있어 가입자들의 요구를 만족시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이런 상황에서 무선 통신 부품 기술은 핵심 기술로 부각되고 있으며, 특히 이동통신 단말기용 고주파 부품은 단말기의 성능을 좌우하는 핵심부품으로 소형화, 경량화, 저가격화 측면에서 더 나은 고주파 부품의 개발을 위한 다 방면의 연구가 진행되고 있다.

휴대폰 단말기의 수신부 구조는 공기 중의 신호를 전기적 신호로 받는 안테나부, 불필요한 신호들을 걸러내는 필터부, 미약한 신호를 잡음을 제어하며 증폭하는 저 잡음 증폭부, 고주파에서 IF/기저대역으로 주파수를 내려주는 주파수 하향변환 믹서부, 믹서에 LO주파수를 공급하는 발진부(공진회로), LO주파수를 고정시키고 정확히 조절하는 PLL 부로 이루어져 있다.

여기서 미약한 신호를 잡음을 제어하며 증폭하

는 저 잡음 증폭부는 LNA(Low Noise Amplifier)가 담당하게 된다.

본 논문에서는 이러한 LNA를 PCS용 CDMA의 수신부 주파수인 1855MHz를 기준으로 설계하였다.

### II. 증폭기의 바이어스 회로

저 잡음 증폭기는 수신단의 가장 앞단에 위치하며 안테나로부터 입력되는 미약한 신호를 저 잡음 증폭하여 다음 단계에서 처리할 수 있는 레벨로 증폭하는 기능을 한다.

설계된 저 잡음 증폭기는 전압 분배기 바이어스 구조의 2stage로 설계하였다. 바이어스 회로의 구조는 1stage와 2stage를 연결한 구조로 <그림 1>에서는 1stage의 바이어스 구조를 나타내었다.

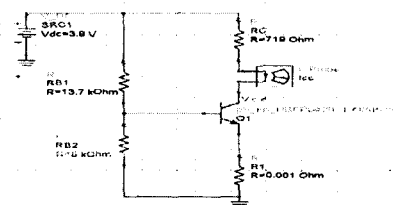


그림 1. 바이어스 회로

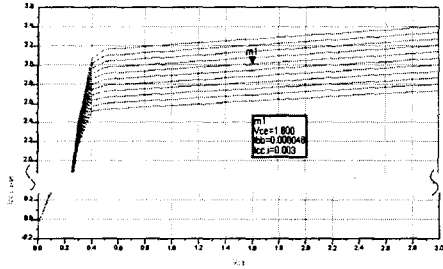


그림 2. Bias Point

바이어스는 power consumption을 고려하여 컬렉터-이미터 전압은 1.6V, 컬렉터 전류는 3mA의 특성을 갖도록 설계하였다.

III. 2stage 저 잡음 증폭기 회로 설계

설계된 LNA는 <그림 3>과 같이 2stage로 설계되었다.

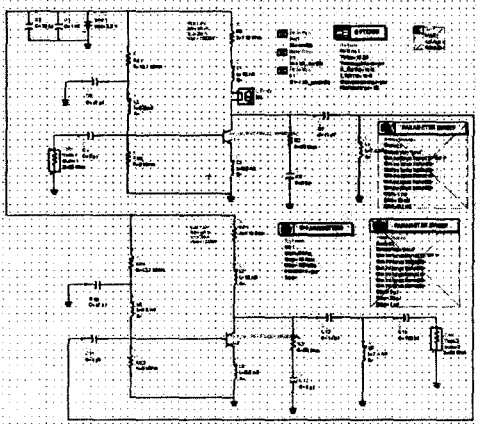


그림 3. Schematic of designed LNA

DC 입력단의 인덕터는 RF Choke용으로 달아주었고, AC Bypass용으로 캐패시터를 달아주어 원하지 않는 주파수에서 발진이 일어나지 않도록 했다.

이미터 쪽에는 Degeneration L을 달아 Stability와 Linearity를 보정해 주었다. 그리고 입력 Impedance matching단 또한 Degeneration L에 의해서 비교적 간단히 Impedance matching이 이루어졌다.

$$F(\text{noise factor}) = \frac{\text{input SNR}}{\text{output SNR}} \quad (1)$$

$$NF(\text{noise figure}) = 10 \log(F) \text{ [dB]} \quad (2)$$

LNA는 잡음특성이 매우 중요하다. 제안된 LNA

에서는 NF를 2.0[dB]이하가 되도록 설계하였다. Gain과 잡음지수를 좋게 하기 위해서는 Matching이 중요하게 되는데, 잡음지수의 경우에는 출력 Impedance Matching보다는 입력 Impedance Matching시 회로의 잡음특성에 많은 영향을 끼치게 된다.

Smith Chart상에서 회로의 NF Circuit과 Gain Circuit은 다른 곳에 존재하게 된다. 그래서 입력 Impedance Matching 시에는 Gain보다는 NF를 우선으로 Optimization한다.

<그림 4>, <그림 5>에 회로의 특성을 보였다. NF는 1.883[dB]로 양호한 값을 보였다. 그리고 회로의 안정도 수식(3)과 같은 수식을 가지며 무조건 안정의 조건을 위해서는 모든 주파수 대역에서 K값은 1이상이 되어야 한다.

설계된 회로는 모든 주파수 대역에서 K의 값이 1 이상을 보였다.

$$K = \frac{2(g_i + G_s)(g_o + G_L)}{|y_{12}y_{21}| + \text{Re}(y_{12}y_{21})} \quad (3)$$

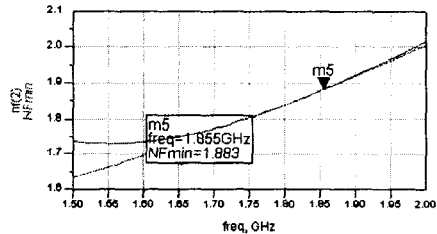


그림 4. NF & NFmin

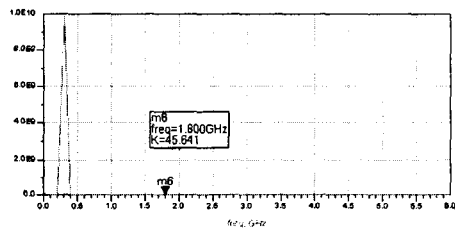


그림 5. 회로의 안정도

<그림 6>은 회로의 S-parameter값을 보였다.

입력 반사특성을 나타내는 S11은 -15.349[dB], Isolation특성을 나타내는 S12는 -56.392[dB], 회로의 증폭도를 나타내는 S21은 16.604[dB], 출력 반사특성을 나타내는 S22는 -39.410[dB]로 모두 양호한 결과가 나왔다.

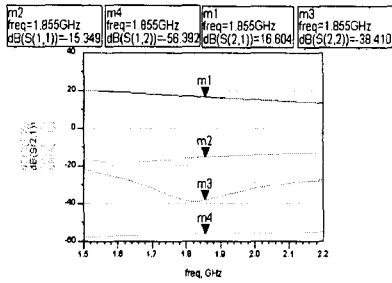
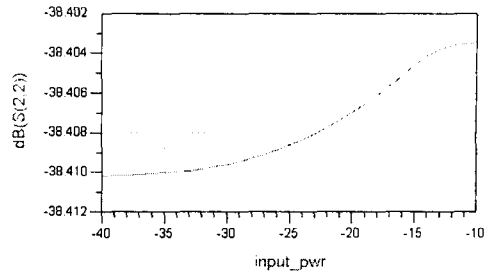
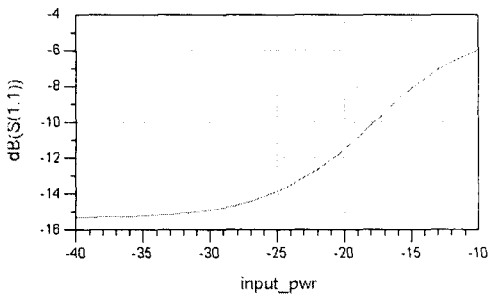


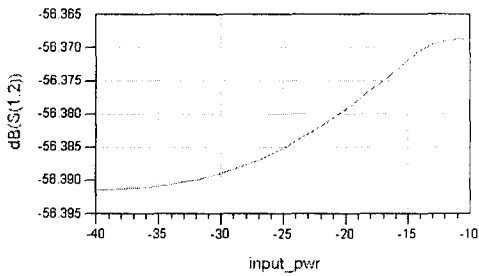
그림 6. Simulation results of S-parameter



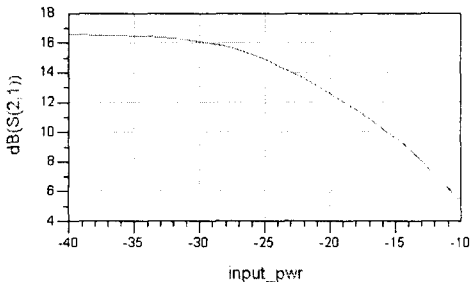
(d)  
그림 7. (a), (b), (c), (d)  
Curves of S-parameter vs. input power



(a)



(b)



(c)

<그림 7>은 입력되는 Power의 변화에 따른 S-parameter들의 변화를 나타낸 그래프이다. 안테나를 통해서 LNA에 입력되는 Power가 아주 미세한 것을 감안한다면 양호한 값을 보였다.

RF회로에서는 Intermodulation이라는 현상이 나타난다. Intermodulation이란, 비선형 소자를 통한 RF신호처리 과정에서, 두 개의 다른 입력 주파수 신호의 harmonic 주파수들끼리의 합과 차로 조합된 출력주파수 성분이 나오는 현상을 말한다. LNA에 두 개의 주파수들이 Tr에서는 하나의 주파수가 들어오더라도 Harmonic들을 생성한다. Tr은 비선형 소자이기 때문에 회로를 선형적으로 동작시키려면 회로의 Linearity가 중요하게 된다.

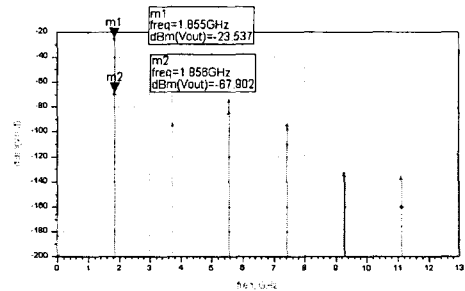


그림 8. Harmonic 특성

<그림 8>에 Harmonic특성을 나타내었다. Fundamental 주파수에서의 신호와 Intermodulation성분과의 레벨차이가 양호한 값을 나타내었다.

<그림 9>에는 Output Voltage Swing을 나타내었다.

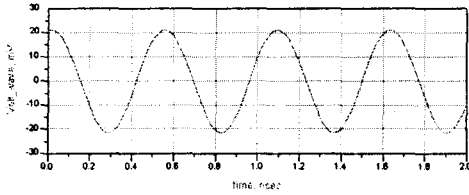


그림 9. Output Voltage swing

### 참고 문헌

- [1] 유창완, "Performance of an Orthogonal Multicarrier CDMA System over Rayleigh/Rician Fading Channels", 한국전자과학회논문지, vol.10, No.7, pp.1044-1043
- [2] Guillermo. Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design, Prentice Hall, Inc. 1996.
- [3] Reinhold Ludwig, RF Circuit Design, Prentice Hall, Inc. 2000.
- [4] David M. Pozar, Microwave Engineering, John Wiley & Sons, Inc. 1998.