위성수신용 LNB에 관한 연구

[0]김현진, 김용환*, 양성욱*, 김현국*, 민준기*, 이용덕*, 하성재*, 홍의석*
광운대학교 전파공학과*,

Design of LNB for Direct Broadcast Satellite Reception

[0]Hyun-Jin Kim, Yong-Hwan Kim*, Sung-Wook Yang*, Hyun-Kuk Kim*,
Jun-Gi Min*, Yong-Deuk Lee*, Sung-Jae Ha*, Ui-Seok Hong*

Dept. of Radio Science & Eng. of Kwangwoon Univ.*

ABSTRACT

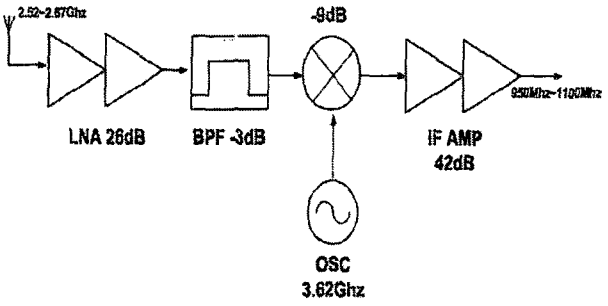
위성방송 수신을 위한 S-band용 LNB를 유전율3.48, 기판두께 0.762mm의 기판을 사용하여 NF=0.9 dB, 변환이득 56dB, Gain Flatness +0.7dB/27MHz을 만족하도록 설계하였으며 대역통과필터는 원하는 대역내에서 삽입손실 -2dB, 반사계수 -12dB 이하의 결과를 얻었다. 발진기는 3.62 GHz에서 6.17 dBm의 출력을 나타내었으며 위상잡음은 중심주파수 3.62 GHz의 100 kHz offset 지점에서 -98 dBc/Hz의 특성을 얻었다.

Ⅰ. 서 론

위성을 이용한 방송은 광범위한 영역과 고품질의 서비스를 제공하므로 정보화 사회에서 매우 유용한 매체로 활용되고 있으며, 이동체에서도 위성방송을 수신할 수 있는 기술을 필요로 하고있다. 또한 위성방송의 경우 산간벽지나 도심 빌딩지역의 TV 난시청을 해소할 수 있으며 차세대 개인통신 서비스의 매력적인 수단으로 위성통신이 주목받고 있으며 그 중에서도 저궤도 및 중궤도를 이용한 통신방식이 활발히 추진되고 연구되어지고 있다. 위성방송 청취를 위한 LNB는 위성에서 받은 미약한 신호를 변환하여야 하므로 잡음, 안정성에 중점을 두어야하며 또한 LNB 전체크기도 중요하므로 본 논문에서는 위의 요소를 만족하려고 설계 및 제작하였다.

Ⅱ. 위성수신용 LNB

2-1. LNB 구성요소

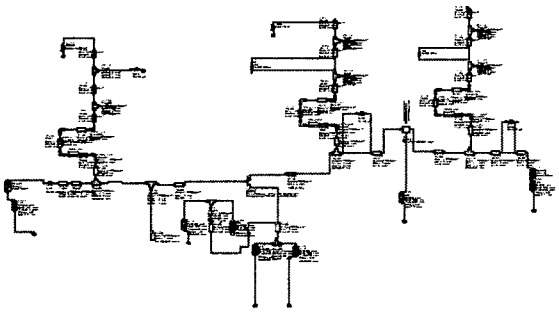


<그림 1> 전체 구성도

LNB (low noise down converter block diagram)는 <그림1> 처럼 Noise를 줄이기 위해 첫 단에 LNA 그리고 이미지 신호를 줄이기 위한 대역통과필터와 주파수를 변환시키기 위해 믹서와 발진기 그리고 마지막으로 신호를 증폭하기 위한 중간주파수 증폭기로 구성되어진다.

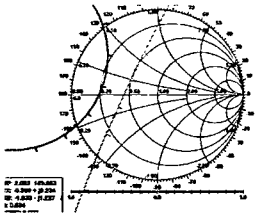
2-2. LNA (저잡음 증폭기)

LNA는 LNB의 Noise를 좌우하는 가장 중요한 요소이다. 또한 위성을 통해 들어온 아주 미약한 신호를 변환시키기 위해 적당한 Gain을 갖도록 설계를 해야한다. 그래서 본 설계에서는 LNA의 NF=0.7dB, Gain=26dB를 얻도록 설계하였다.

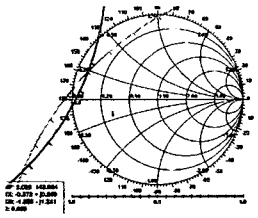


<그림 2> LNA 전체 Schematic

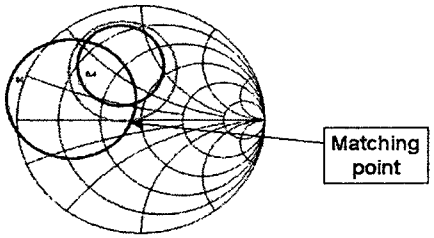
<그림2>의 Schematic에서 보듯이 첫 단 소자의 Source단에 스트립라인을 삽입 함으로써 위의 <그림3>과 <그림4> 에서 보듯이 안정화 영역이 늘어나 LNA의 stability를 향상시키는 역할을 하였고 더 나아가 잡음특성도 향상시키는 역할을 하였다.



<그림 3> 라인 삽입 전

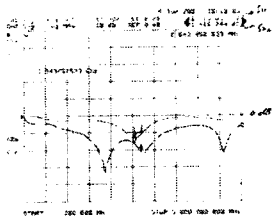


<그림 4> 라인 삽입 후

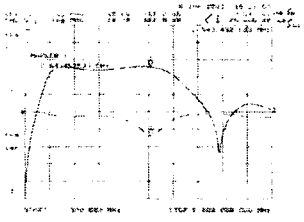


<그림 5> Input matching point

LNA의 첫단은 <그림5>에서 보듯이 Noise figure=0.5dB, Gain=14dB 되는 점으로 입력단의 matching회로를 구성하였다.



<그림 6> LNA S11,S22 특성

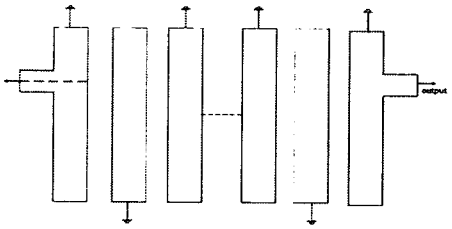


<그림 7> LNA S11,S21 특성

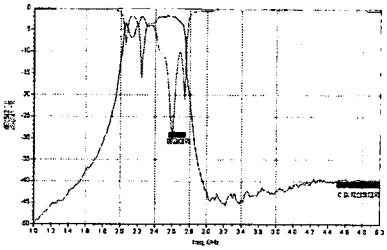
LNA 측정결과 S11=-13dB, S22=-16dB , S21=26dB의 결과와 Noise figure 는 약 0.85dB 를 얻었다.

2-3. BPF (대역 통과 필터)

BPF는 주파수 변환부에서 주파수가 믹싱될 때 생기는 이미지 신호를 줄이기 위해 LNA 뒷단에 설계하였으며 이미지 신호제거가 25dB 이하가 되도록 설계하였고 크기를 줄이기 위해 <그림8>가 같은 구조로 설계하였으며 <그림9>에서 보듯이 설계 결과가 우리가 원하는 통과 대역에서 Return loss = -13dB, Insertion loss=-2dB, Ripple=0.6dB 가 측정되었고 이미지 신호도 25dB 미만으로 억제 되었다.



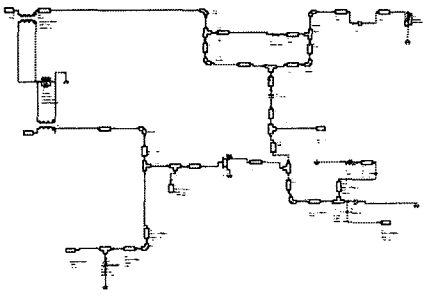
<그림 8> 대역통과 필터



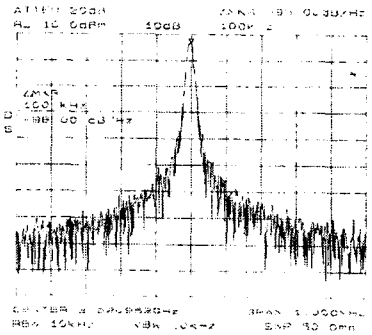
<그림 9> 대역통과필터 측정결과

2-4. 주파수 변환부 및 증폭부

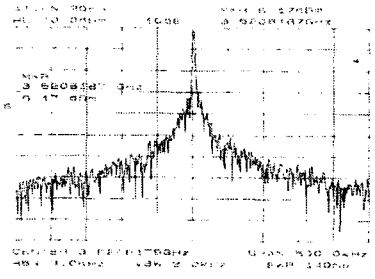
주파수 변환부는 발진기와 믹서로 구성되어있고 증폭부는 Standford 사의 SLN-286이라는 소자 2개를 사용하여 45dB의 Gain을 얻었으며 믹서는 Minicircuit사의 MMIC 제품을 사용하였다. 발진기는 주파수의 Stability를 위해 DR가 마이크로스트립라인을 병렬로 공진 시키는 병렬공진 발진기로 설계하였다.



<그림 10> 발진기 Schematic



<그림 11> 발진기 측정결과

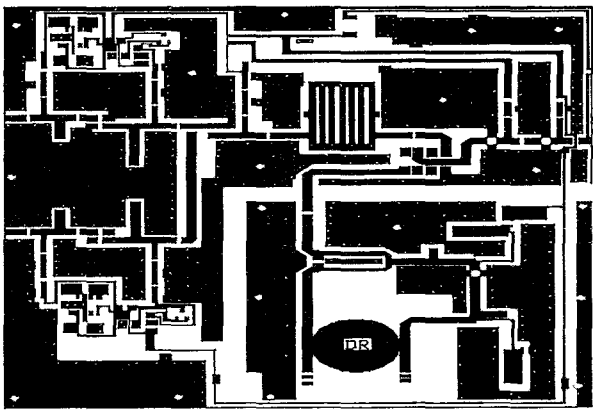


<그림 13> 발진기 측정결과

발진기 측정결과 Phase Noise= 98dBc/Hz @100kHz 를 얻었으며 주파수 Stability=+1.5 MHz 의 결과를 얻었다.

2-5. 전체 Component 집적화

LNB를 구성하는 각 요소를 Rogers사의 유전율3.48, 유전체 기판 두께 0.762mm를 갖는 기판으로 설계하였으며 발진기 주위에 Wall을 세워 주파수의 안정화를 시켰다. <그림13>은 전체 LNB의 layout이며 크기는12.11mm ×9mm 이며 전압안정화와 부성전압을 만들기 위해 부성전압발생 회로와 전압안정화 회로를 설계하였다.



<그림 10> 전체 LNB Layout

Ⅲ. 결 론

Rogers사의 유전율3.48인 기판을 사용하여 LNB를 설계하였고 LNA 2단의 Noise Figure=0.8dB, Gain=25.66dB, 발진기는 3.62 GHz에서 6.17 dBm의 출력을 얻었으며 위상잡음특성은 Carrier에서 100 kHz offset된 지점에서 -98 dBc/Hz를 얻었다. 그러나 각 단의 설계사양은 만족하였는데 각 단을 집적화 시켰을 때 변환주파수가 원래의 변환주파수(950MHz-1100MHz)보다 10%이동되었으며 그리고 잡음특성도 설계사양보다 0.2dB 정도 더 나쁘게 측정되었다.

지금 현재 전압을 안정화시키기 위해 사용된 전압안정화 회로를 잡음특성이 최적일때의 소자의 바이어스조건에 맞게 다시 설계하여 측정하고 있으며, 또한 Matching을 위해 사용한 인덕터의 값을 바꾸어가며 noise를 향상시키기 위해 실험을 계속하고 있다.

참 고 문 헌

[1] J. Y. Lee and U. S. Hong, "Voltage controlleddielectric resonator oscillator using 3-terminal MESFET varactor", *Electron Lett.*, vol. 30, no. 16, Aug. 1994.

[2]Arthur C. Clark, "Extra-terrestrial relays " , *Wireless Word. Oct.* 1945

[3] B. Bhartia, *Microwave Solid-state Circuit Design*, JOHN WILEY & SONS, 1988.

[4] I Bahl and P. Bhartla, *Microwave solid state circuit design*, A Wiley-Inter Science Pub, chap. 9, 1992.

[5] E. Holtzman, *Solid-state microwave power oscillator design*, Artech House, Boston. London, chap. 3, 1992.

[6]H.C Okean, "Low Noise Receiver Design Trends Using State-of-yhe-Art Building Books", *IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech., Vol.MTT-25, pp.254-267,* No. 4, April 1977.

[7] 김산흡, *광대역 Interdigital Line Microstrip Filter 에 관한 연구*, 서강대학교 석사학위논문, pp4-16, 1984.