

초고주파용 광대역 저잡음 증폭기에 관한 연구

이상원*, 천창을
서울시립대학교 전자공학과

A Study on the Broadband Microwave LNA(Low Noise Amplifier)

S.W. Lee*, C.Y. Cheon
Seoul City Univ.

Abstract

Broadband Microwave Low Noise Amplifier(LNA) is designed. The matching method using the broadband BPF(BandPass Filter) is introduced in this paper. This method is that the filter having the same reflection coefficient of Microwave GaAs FET in the desired bandwidth is located on the input stage of FET. The Simulated results is obtained that the S_{21} and noise figure in 2.5GHz~9GHz band are 8.5dB \pm 1.5dB, 2.5dB \pm 0.3dB respectively.

1. 서론

저잡음 증폭기는 각종 수신기의 맨 앞에 설치되어 전체적인 수신감도를 높이는 역할을 한다. 그러나 특정 주파수에서 협대역으로 설계하기 때문에 범용으로 사용하기 까다로운 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 협대역 정합방법이 아닌 광대역 필터를 이용한 정합방법을 사용하였다[1]. 이 기법은 최소 잡음지수를 얻을 수 있는 최적반사계수와 같은 특성을 갖도록 필터를 제작하여 광대역에서의 잡음 특성을 평탄화하는 기법이다. 모의 실험에 사용된 소자는 HP의 ATF-26350 GaAs FET를 사용하였으며 이 소자는 2GHz~10GHz 에서 8.5dB \pm 1.5dB의 특성을 갖는 25mil인 알루미늄 기판을 사용한 것으로 가정하고 모의 실험을 하였다. 필터의 설계와 최적화에는 SUPERCOMPACT를 사용하였다.

2. 광대역 저잡음 정합

수신기의 앞에 위치하는 전치 증폭기가 이상적이 라면, 신호와 신호에 존재하는 잡음을 같이 증폭하기 때문에 SNR은 변화가 없으나 실제의 경우 전치 증폭기에서 발생하는 열잡음으로 인해 입력단의 SNR 출력단에서 감소한다. 이러한 SNR의 악화를 dB로 나타낸 것이 잡음지수이다[2].

일반적인 초고주파용 FET 증폭기의 설계는 입력단과 출력단 정합으로 이루어진다. 저잡음설계의 경우 입력단 반사계수에 좌우되기 때문에 입력단 정합이 중요하다. 초고주파용 FET는 각 주파수에서 고유한 최소잡음지수 ($F_{min}(\omega)$)가 존재하며 이것은 고유의 최적반사계수 ($\Gamma_{opt}(\omega)$)에서 나타난다.

$$F = F_{min} + \frac{4r_n |\Gamma_s - \Gamma_{opt}|^2}{(1 - |\Gamma_s|^2) |1 + \Gamma_{opt}|^2}$$

$\Gamma_{opt}(\omega)$ 는 FET의 최대이득이 일어나는 반사계수에 위치하지는 않는다. 대부분의 경우 저잡음 증폭기의 입력단 반사계수를 사용하려는 중심 주파수의 $\Gamma_{opt}(\omega)$ 에 위치시켜 협대역 정합을 한다. 따라서 잡음 특성이 협대역 저잡음 특성을 갖는다[3].

본 논문에서는 그림 1과 같이 초고주파용 FET를 광대역에서 저잡음 특성을 갖도록 하기위해서 입력단에 $\Gamma_{opt}(\omega)$ 와 동일한 반사계수특성을 갖는 광대역 필터를 위치시켰다.

그리고 입력단 반사계수에 따른 출력단의 반사계수를 각 주파수에 대해서 시뮬레이션으로 구한뒤에 출력단 정합을 하였다. 출력단정합에 있어서도 입력단과 마찬가지로 그림 2와 같이 출력단에 주어진 주파수에서의 출력단 반사계수와 동일한 반사계수특성을 갖는 필터를 설계하여 정합시켰다. 필터는 다단 스

터브 구조를 사용하였으며, 이것을 단일 스테스정합에 의한 일반적인 협대역 저잡음 증폭기의 특성과 비교하였다.

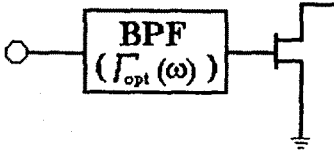


그림 1. $\Gamma_{opt}(\omega)$ 와 같은 특성을 갖는 필터를 사용한 저잡음 정합

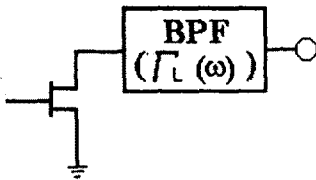


그림 2. $\Gamma_L(\omega)$ 와 같은 특성을 갖는 필터를 사용한 출력단 정합

3. 모의실험결과

모의 실험에 사용한 FET는 HP의 ATF-26350 GaAs FET를 이며, 이 소자는 2GHz~10GHz 에서 투과계수가 8.5dB ~ 5.1dB, 잡음지수 1.7dB ~ 2.4dB의 특성을 갖는다[4]. SUPERCOMPACT를 이용하여 설계한 1단 초고주파용 저잡음 증폭기의 잡음특성과 투과계수에 대해서 모의실험을 하였다. 주어진 주파수(6.5GHz)에 대한 $\Gamma_{opt}(\omega)$ 에 협대역 정합을 한 경우의 증폭기 특성이 그림 3이며, 다단 스텝필터를 이용한 광대역 저잡음 증폭기의 잡음과 투과계수 특성이 그림 4에 나타나 있다.

4. 결론

본 논문에서는 범용으로 사용할 수 있는 1단(one stage) 초고주파용 광대역 저잡음 증폭기 설계로서 모의 실험 결과 2.5GHz~9GHz에서 투과계수가 8.5dB \pm 1.5dB, 잡음지수 1.7dB ~ 2.4dB의 특성을 얻었다. 잡음지수를 최소화하는데 중점을 두어 설계를 하였기 때문에 이득특성이 고르지 못한 단점이 있었다. 필터 설계시 스테브의 수를 늘리면 보다 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

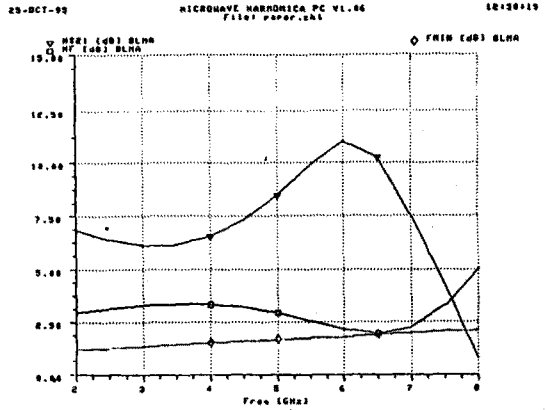


그림 3. 협대역 저잡음 정합

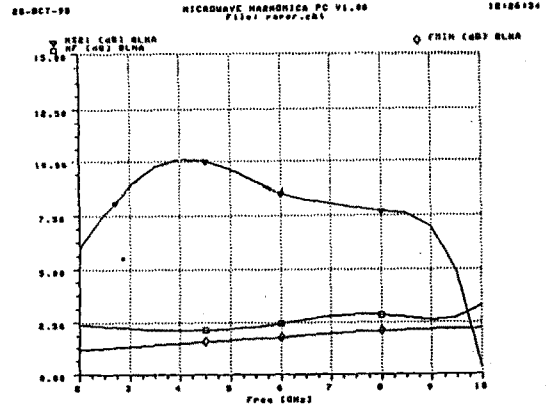


그림 4. $\Gamma_{opt}(\omega)$ 특성을 갖는 필터에 의한 정합

참고문헌

- [1]David M.Pozar, Microwave Engineering, Addison-Wesley, 1990
- [2]Guillermo Gonzalez, Microwave Transistor Amplifier Analysis and Design, Prentice-Hall, 1984
- [3]HP application note 967
- [4] HP Communication Components Designer's Catalog, 1991