
VHF 광대역 수신 증폭기 시스템 설계

김갑기*

Design of Wide Band Receiving Amplifier System for VHF

Kab-ki Kim*

요 약

본 논문에서는 VHF 송수신기 셋트에 쉽게 장착할 수 있는 해상용 광대역 수신증폭기를 소형 경량, 저비용으로 제작하여 전반적인 수신기의 수신성능을 개선하고자 한다. 제작된 수신 증폭기는 140MHz ~ 170MHz 주파수 대역에서 3dBm 정도의 수신감도를 개선하는 특성을 나타내었다. 따라서 VHF대역을 이용하는 통신장비를 더욱 효율적으로 사용가능하며, 양질의 원거리통신이 가능하기 때문에 활용도가 매우 높을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

In this paper, wish to improve reception performance of general receiver manufacturing maritime broadband reception amplifier that can thread easily in VHF transmit-receive equipment into downsize, light weight, low-cost. Manufactured reception amplifier expressed Characteristic that improve reception sensitive 3dBm in 140MHz ~ 170MHz frequency band. Therefore, may use communications equipment that utilize VHF wide-band more efficiently. Also, practical use degree is considered to be very high because telecommunication of good quality is available.

키워드

SINAD(Signal to noise and distortion ration), PTT(Push To Talk)

I. 서 론

VHF 통신은 공간파를 이용하는 방식으로 전파전달 경로상의 장애점 유무로서 전달손실에 가장 큰 영향을 미치는 회절손실의 크기가 중요 변수이다. 회절손실을 줄이기 위한 방법으로서 전파경로 상의 장애물이 적은 기지국을 치국하는 것이 가장 중요하지만, 오늘날 건물의 고층화 때문에 현실적으로 많은 제약을 가지고 있다. 따라서 수신기의 감도를 개선하는 방안이 필요하다. 또한 현재 육상 및 해상이동 통신용으로 사용되는 VHF 송수신기뿐만 아니라 기타 통신 장비가 외국

에서 전부 수입에 의존하고 있기 때문에 장비의 국산화가 필요하다.

수신 증폭기를 소형의 모듈형태로 구성하여 장착이 용이하고, 광대역화 및 수신감도를 개선하며, 안테나를 통해 수신된 수신신호는 증폭시키고, PTT를 통해 입력된 송신신호는 증폭되지 않고 송신되어 원활한 이동통신이 이루어질 수 있도록 개발할 경우, VHF 대역을 사용하는 항공교통관제, 해상 이동통신, 행정관리 통신 등 안전 및 구조시스템 구축이 가능하여 증소도시 및 도서지역에 있어서 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

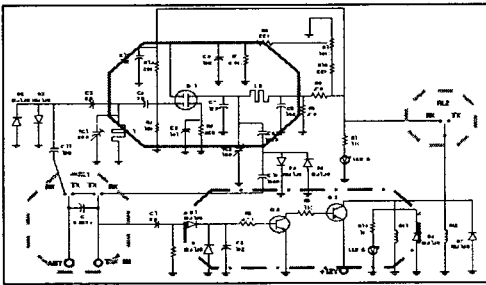
따라서 본 논문에서는 수신단에 연결되는 해상용 광대역 수신 전용증폭기를 소형, 경량, 저비용의 모듈 형태로 제작하여, 수신성능을 개선하고, 기존 통신장비와 연계가 용이하도록하여 장비의 효율적 사용이 가능하도록 하고자 한다.

II. 수신증폭기의 설계 및 제작

2.1 수신증폭기의 설계 및 제작

광대역 수신증폭기는 크게 수신증폭부와 전원부 그리고 송수절환부로 구성된다.

그림 1은 광대역 수신증폭기의 회로도를 보여주고 있다



구분 : — 증폭부, — 전원부, - - 송수절환부

그림 1. 광대역 수신증폭기 회로도
Fig 1. Broadband reception amplifier circuit

증폭단에 사용된 능동소자는 TOSHIBA사의 FET중에서 TV 튜너 및 VHF대역의 RF 증폭단에 주로 사용되는 실리콘 N 채널 듀얼 게이트 FET인 3SK121을 사용하였다. 이 능동소자는 $V_{GS}=4\text{ V}$, $V_{DS}=6\text{ V}$ 일 때 VHF 대역에서 2 dB 이하의 잡음치수를 가지고 있으며, 동작 주파수에서 19 dB 이상의 이득을 얻을 수 있다. 전원부에 사용된 능동소자는 바이폴라 트랜지스터 2SC 1815와 2SA 1200을 사용하여 전원안정화를 하였으며, 송수절환부는 OMRON사의 릴레이로서 스위칭 속도가 매우 빠른 G5V-2 소자를 사용하였다.[1]~[3].

설계되어진 회로도를 PCB 기판의 양면을 이용하여 크기를 최소화하기 위해서 적절히 소자를 배치하였다.

그림 2는 설계된 증폭기의 PCB 기판상의 윗면 레이아웃을 보여주고 있다.

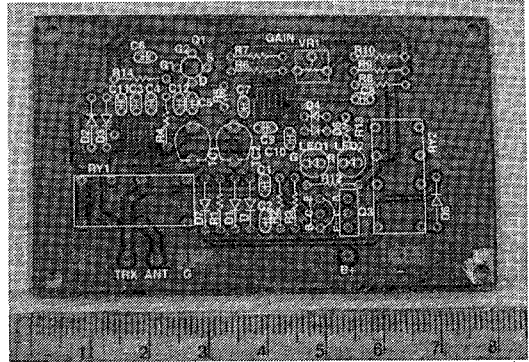


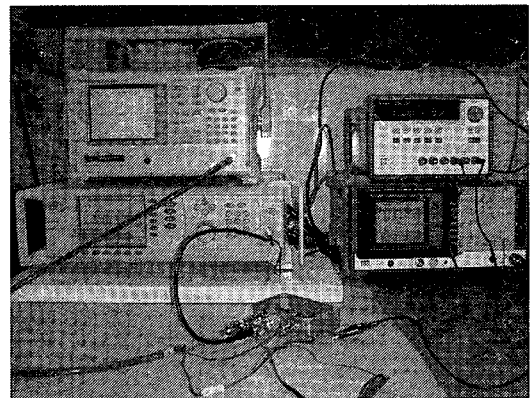
그림 2. 기판상의 레이아웃
Fig 2. Layout of board

III. 수신증폭기의 측정

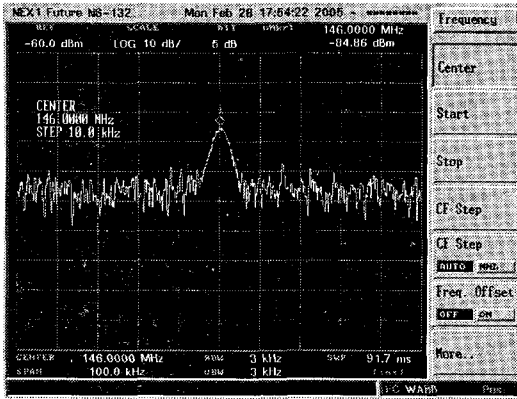
3.1 스펙트럼분석기에 의한 측정

제작된 광대역 수신 증폭기의 측정은 NEX1 FUTURE사의 스펙트럼 분석기 NS-132와 신호발생기는 Anritsu사의 3694A, 그리고 전원 공급기를 이용하여 출력 특성을 측정하였다.

아래의 그림 3(a)에서는 광대역 수신 증폭기의 특성을 측정하기 위한 실험장비 구성과, (b)에서 측정 결과를 보여주고 있다.



(a) 실험장치
(a) Experiment device



(b) 스펙트럼 분석기 출력
(b) Spectrum analyzer output

그림 3. 스펙트럼분석기법
Fig 3. Spectrum analysis techniques

실험절차는 먼저 RF 신호발생기로부터 RF 신호 146 MHz에 -85 dBm의 신호를 개발된 광대역 수신 증폭기의 안테나 단자에 연결하고, 광대역 수신 증폭기의 TR/RX 단자에 스펙트럼 분석기의 입력 단자에 연결시키고 전원 공급기를 통하여 외부로부터 DC 13V의 전압을 광대역 수신 증폭기에 공급하여 성능을 측정한다.

초기에 신호발생기로부터 0 dBm의 신호를 증폭기의 안테나 단자에 연결하고, 증폭기를 동작 시키지 않았을 때 -3 dBm의 손실이 발생하였으며, 증폭기를 동작시켰을 때 0 dBm의 특성을 나타내었다. 이로써 알 수 있는 것은 측정상 다단의 커넥터에 의한 연결 및 케이블에 의한 손실이 약 -3 dBm임을 알 수 있었다.

위의 그림 3은 신호 발생기에 의한 RF 신호 -85 dBm을 인가시켰을 때의 스펙트럼 분석기에 의한 출력 특성을 보여주고 있다.

스펙트럼 분석기에 의한 출력은 -85dBm으로 증폭기를 동작시켰을 때 측정상 다단의 커넥터의 연결 및 케이블에 의한 손실 요인을 감안한다면 3 dBm 정도의 수신감도를 개선하는 특성을 나타냄을 알 수 있었으며 동작 주파수 범위는 140 MHz ~ 170 MHz 임을 확인하였다.

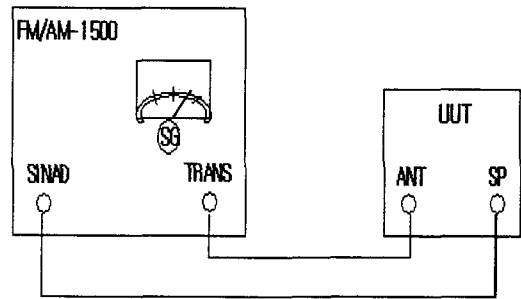
3.2 SINAD 측정

증폭기의 수신감도를 측정하기 위하여 무선관리단

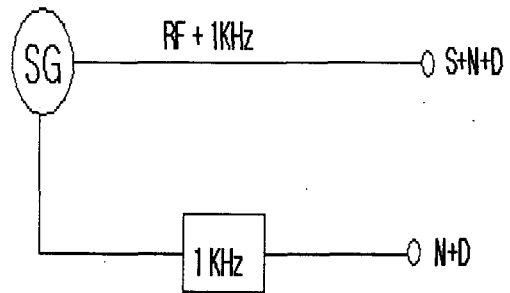
에서 수신기의 감도를 측정할 때 사용하는 측정방법인 SINAD 측정법에 의하여 개발된 광대역 수신 증폭기의 정확한 수신감도를 측정하였다.

SINAD는 감도를 측정하는 한 방법으로, 변조를 거친 신호를 가한 경우의 수신기 출력[S(신호)+N(잡음)+D(일그러짐)]과 변조를 끊은 신호를(반송파만을) 가한 경우의 수신기 출력(N)의 비가 일정값이 되는 입력 전압을 측정하는 경우가 있다. FM 변조에서는 D 및 변조에 의한 N의 변화를 무시할 수 없으므로, 변조된 신호 입력에 의하여 생긴 수신기 출력과 필터에 의해 변조 신호를 떼어 낸 것(N+D)을 사용하여 수신기의 감도를 측정하는 방법을 말한다.[3]

그림 4에서는 SINAD 측정법의 원리를 나타내었다.



(a) SINAD 측정기 연결도
(a) SINAD measuring instrument connection



(b) SINAD 측정 원리
(b) SINAD measurement principle

그림 4 SINAD 측정 방법
Fig 4. SINAD measurement method

SINAD 측정 방법에 사용된 VHF 송수신기는 현재 육상에서 많이 사용되고 있는 KENWOOD사의 모델

TK-780 송수신기를 사용하여 수신감도를 측정하였으며, 이 제품의 특성은 다음의 표와 같다.

표 1. TK-780의 특성
Table 1. Characteristic of TK-780

주파수 범위	146 ~ 174 [MHz]
채널 수	250 [ch]
채널 간격	12.5 [kHz]
입력 전압	13.6 [V] DC (-접지)
사용온도범위	-30 [°C] ~ +60 [°C]
RF 입력임피던스	50 [Ω]
수신 감도	0.25 [μV] (E1A 12 dB SINAD)
주파수 안정도	± 2.5 [ppm]
RF 출력	10 [W] / 20 [W]
변조	8K5PF3E
FM 잡음	-45 [dB] 이하
마이크 임피던스	600 [Ω]
음성 왜율	5 % 이하

SINAD 측정방법에 따른 측정 결과 TK-780 송수신기만을 사용했을 때 수신감도가 0.29 [μV]로 전력으로 환산하면 -119 dBm을 나타내었으며, 광대역 수신 증폭기를 사용하였을 때에는 0.18 [μV]로 -122 dBm을 나타내었다. 따라서 전체적으로 약 3 dBm 정도 수신감도가 개선됨을 알 수 있었다.

다음 그림 5는 개발된 VHF 광대역 수신 증폭기의 실물크기 비교사진이다

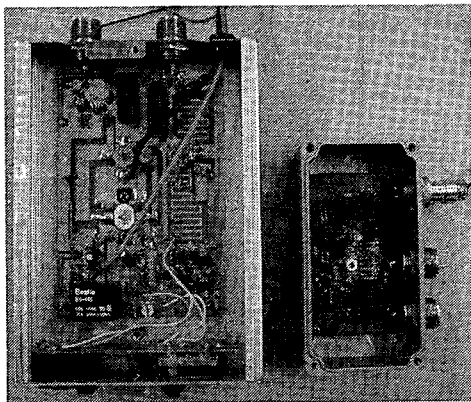


그림 5. 실물크기 비교
Fig 5. Actual size comparison

그림 5에서 왼편으로 광대역 수신 증폭기는 현재 차량용으로 사용되고 있는 제품인 TOPTEK사의 PA5060A이고, 오른편은 본 연구에 의해서 개발된 VHF 광대역 수신 증폭기이다.

위의 그림에서도 알 수 있듯이 개발된 VHF 광대역 수신 증폭기의 크기를 기존의 제품보다 1/2이상으로 줄였고, 앞서 특성을 분석한 결과들로부터 수신감도가 개선됨을 확인하였기 때문에 앞으로 그 활용도가 높을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 VHF대역 광대역 수신증폭기를 수신 증폭부, 전원부, 그리고 송수절환부로 구성하여 설계 제작하였으며, 제작된 광대역 수신 증폭기의 동작 주파수 범위는 140 MHz ~ 170 MHz이며, 3dBm정도의 수신감도를 개선하는 특성을 나타내었다. 설계 제작된 수신증폭기는 수신전용 증폭기를 광대역화 함으로써 장비의 효율적 사용과 VHF 수신감도 개선으로 양질의 원거리 통신이 가능하다. 또한 소형, 경량, 저비용의 모듈형태로 개발하여 기존 VHF 통신장비의 효율적 사용이 가능 할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer "Analysis And Design Of Analog Integrated Circuits Fourth Edition"
- [2] http://www.europe.omron.com/Images/en/165_18886.pdf
- [3] Guillermo Gonzalez "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design" Second Edition
- [4] SINAD measurement method <http://www.encyber.com/infocomic/>

저자소개



김갑기 (Kab-Ki Kim)

- 1980년 광운대학교
통신공학과 (공학사)
- 1984년 건국대학교 대학원
전자공학과 (공학석사)
- 1998년 건국대학교 대학원
전자공학과 (공학박사)

2001~2002년 뉴욕시립대학 전자공학과 연구교수

현재 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수

※관심분야 : 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계,
해상무선통신, 이동통신, 위성통신