

차량용 TV Glass 안테나의 전치증폭기 설계

한상일*, 김지호, 김상진, 소준호, 천창을
 서울시립대학교 전자전기공학부

Design of Preamplifier for the Vehicle Glass Antenna

Sang-il Han*, Ji-Hyo Kim, Sang-Jin Kim, June-Hoo Soo, Changyul Cheon
 Department of Electronics Engineering, the University of Seoul

Abstract - In the design of vehicle glass antenna system, it is essential to use preamplifier between the glass antenna and the TV set, since glass antenna has low gain. In this paper, the preamplifier has been designed in the frequency range from 50MHz to 900MHz with the gain of 10dB.

A negative feedback technique has been employed for the wideband characteristics of the amplifier. A DC block capacitor is also used to obtain flat gain response in the wide frequency range.

The experimental result shows 1dB ripple in 9dB gain, and 0.5dB ripple in 3dB noise figure. The test results were compared with those of the performed by the EEs of touchstone.

1. 서 론

최근 많은 차종들이 Glass 안테나 TV를 장착하고 있다. Glass 안테나란 차량의 뒷 유리창에 마이크로 스트립을 깔아서 안테나로 사용하는 것을 말한다. Glass 안테나의 이득이 일반적으로 TV 장치에서 요구하는 이득에 이치지 못하므로 이득을 보상해주기 위해서 Glass 안테나 뒷단에 전치증폭기를 붙여준다. 전치증폭기의 이득은 Glass 안테나의 성능에 크게 좌우된다. 보통 전치증폭기의 이득은 5dB~15dB 사이이다. 이득을 이렇게 택한 이유는 glass 안테나를 만들어서 실험하고 거기에서 얻어진 경험치이다. Glass 안테나 TV 시스템을 사용하는 가장 큰 이유는 Glass 안테나가 TV 대역을 포함하는 넓은 대역폭을 가질 수 있기 때문이다. TV의 대역폭은 54MHz~890MHz 까지 광대역이다.

이득이 일정한 광대역 증폭기를 설계하기 위해서 부귀환 기법을 이용하였다. 이득을 줄이고 주파수를 넓히기 위해서 많이 사용한다. 또 입출력 정합회로를 고주파쪽에 설계하여 저주파에서의 이득을 줄이고 고주파에서 이득을 키웠다. 또한 입출력 DC 차단 커패시터(capacitor)를 적절히 사용하여 이득특성을 균일하게 만드는 방법을 소개해 놓고 있다.

전치증폭기의 Vcc는 차량의 축전지 전압을 그대로 사용한다. 축전지 전압은 차량의 시동 걸기 전이 12V 이고 시동을 건 후가 13.5V 이다. 따라서 Vcc가 12V~13.5V 이므로 전압의 변화에 민감하지 않은 DC 바이어스 회로를 설계하여야 한다. 부귀환 병렬회로를 사용하여 이러한 전압의 문제를 해결하였다.

2. 본 론

2.1 DC 회로 설계

바이어스 회로의 안정성을 높이기 위해서 그림 1과 같은 부귀환 병렬회로를 설계하였다. 또한 사용된 트랜지스터는 HP AT41485이다. 이 트랜지스터 β 값은 50~200 이며 평균 β 값은 150이다. 따라서 β 값에도 민감하지 않은 바이어스 회로를 선택하는 것이 중요하다. 그림1은 I_c 와 β 값에 민감하지 않은 회로이다.

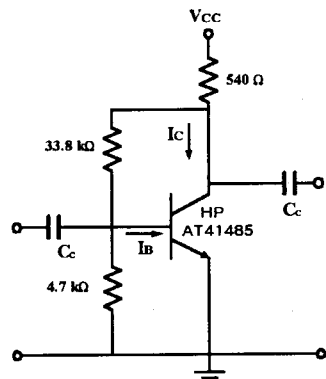


그림 1. 부귀환 병렬 회로

I_c 증가 → V_c 감소 → V_{CB} 감소 → I_B 감소 → I_c 감소
 I_c 감소 → V_c 증가 → V_{CB} 증가 → I_B 증가 → I_c 증가
 위와 같이 I_c 의 변화에 대해서 안정된 특성을 나타낸다.

2.2 부귀환 기법

그림 2에서 보듯이 증폭기는 입력 정합회로, 증폭기 회로, 출력 정합회로 이렇게 3단으로 구성된다. 이 중에서 증폭기 회로를 부귀환 기법으로 설계하면 광대역에서 일정한 이득을 얻을 수 있다.

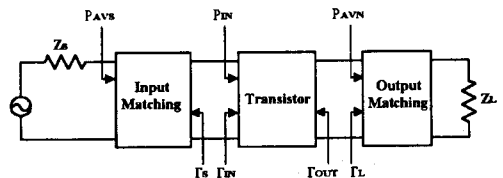


그림 2. 일반적인 증폭기 설계도

일반적인 트랜지스터는 저주파에서의 이득이 높고 고주파에서의 이득이 낮다. 부귀환 기법을 이용하면 전체적으로 이득은 줄이고 대역폭을 늘릴 수 있다.

그림 4, 그림 5는 부귀환 회로에서 R_F 와 L_{F1} 값들의 변화에 따른 이득곡선의 변화를 나타낸 것이다. L_{F2} 에 따른 이득곡선도 그림 4, 5와 비슷한 양상을 보인다. 그림 4, 5에서 보듯이 전체이득이 R_F , L_{F1} , L_{F2} 의 변화에 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 위의 3가지 소자값들을 조절함으로써 광대역에서 일정한 이득을 가진 증폭기를 설계할 수 있다.

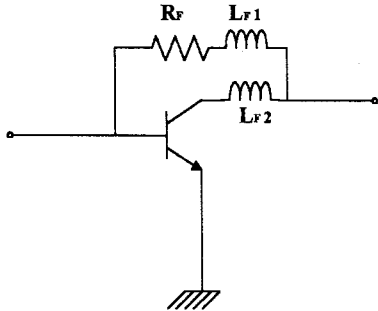


그림 3. 부귀환 병렬 회로

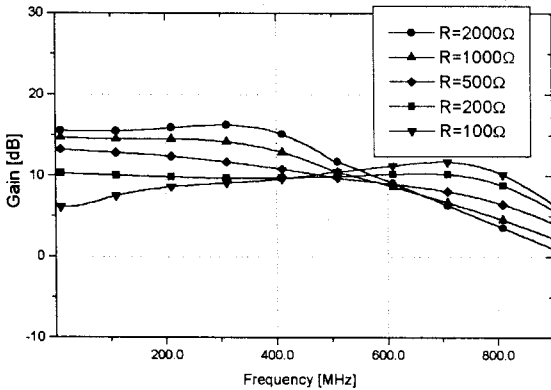


그림 4. R_F 값의 변화에 따른 이득 곡선

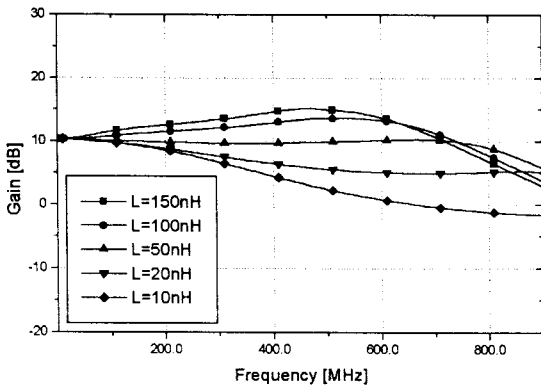


그림 5. L_{F1} 값의 변화에 따른 이득 곡선

2.3 커패시터의 영향

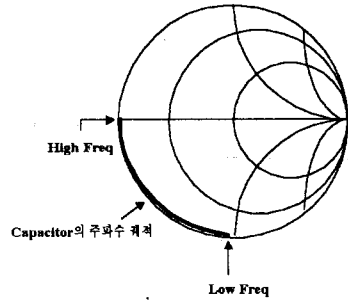


그림 6. DC 차단 커패시터의 주파수 특성

앞에서 언급한 귀환 기법과 입·출력 정합회로를 설계하고 그와 함께 DC 차단 커패시터를 주파수 특성이 저주파(50MHz)에서는 단락점(short point)에서 떨어지고 고주파(900MHz)에서는 단락점에 가까워지는 소자를 사용하면 저주파의 이득은 줄이고 고주파의 이득은 키우는 효과가 있다.

본 논문에서의 인덕터 소자는 RF-choke를 제외하고 모두 공심(air wound coils) 인덕터를 사용하였고 저항은 칩 저항을 사용하였다. 아래 수식은 공심 인덕터의 계산식이다.

$$L \approx \frac{B^2 n^2}{0.45B + A} \quad (\text{for } A \geq 0.4B)$$

- L = coil inductance (nH)
- B = average coil diameter (mm)
- n = number of turns
- A = coil length (mm)

2.4 회로도 및 실험결과

HP AT41485 트랜지스터를 사용한 이유는 원하는 주파수 대역에서 이득이 충분히 크고 잡음지수 또한 좋기 때문이다. 유전율이 3.2인 기판을 사용해서 제작하였으며 입력 신호의 크기는 -50dBm을 기준으로 하였다. 실제로 방송국에서 보낸 전파를 받을 때를 기준으로 한 것이다. 그러나 남산이나 강전계 지역이면 입력 신호레벨이 -20dBm까지 상승한다. 약전계 지역은 -70dBm 정도이고 일반적인 보통이 -50dBm이므로 -50dBm을 잡았다. 입력 신호가 -15dBm 이하에서는 포화 없이 동작함을 실험적으로 확인하였다.

측정 장비는 HP 8753D Network Analyzer와 HP 8970B Noise Figure meter를 사용하였다.

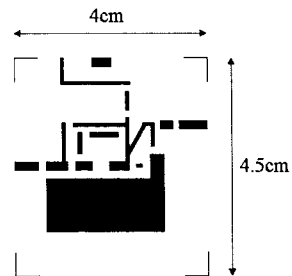


그림 7. 설계된 회로도 기판

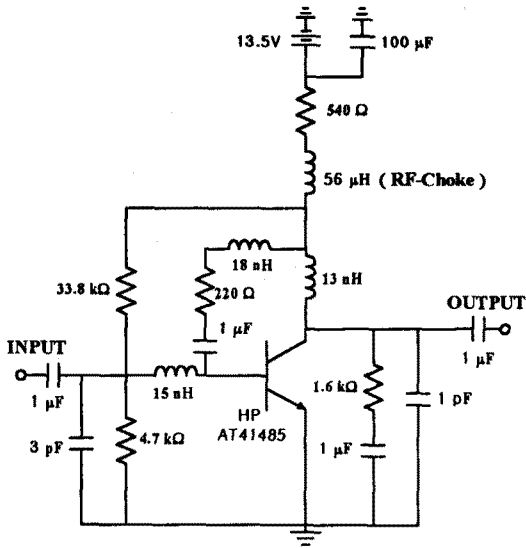


그림 8. 설계된 회로도

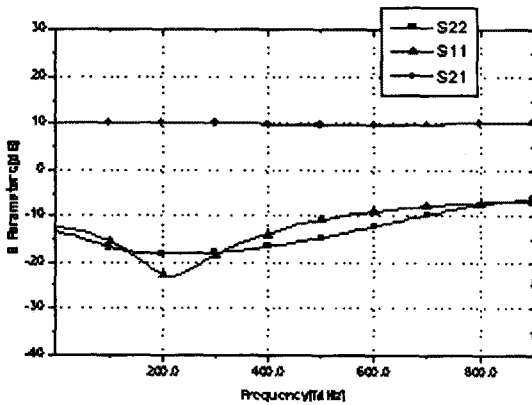


그림 9. 시뮬레이션에 의한 증폭기 특성

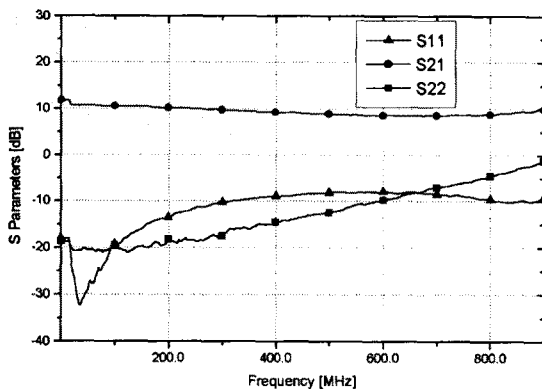


그림 10. 제작된 증폭기 특성

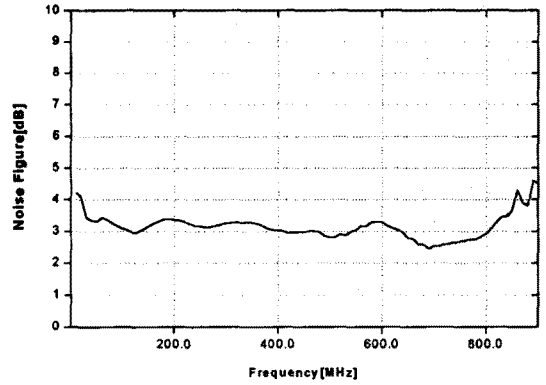


그림 11. 제작된 잡음지수 특성

3. 결 론

본 논문에서는 TV glass 안테나의 광대역 증폭기를 설계하였다. 설계된 광대역 증폭기는 50~900MHz 대역에서 10dB 이득과 3.2dB의 잡음지수를 갖는다. 설계 기법은 부귀환 기법과, 입·출력 정합회로, DC 차단 커패시터의 활용으로 이루어 졌다. 전체 회로도의 크기는 4cm x 4.5cm 이다. 설계가 간단하고 주파수의 범위가 넓으므로 다른 용도의 증폭기에 활용할 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] Guillermo Gonzalez, "Microwave Trasistor Amplifiers", Prentice Hall, 1997.
- [2] Brian C.Wadell, "Transmission Line Design Handbook", pp388-390, Artech House, 1991.
- [3] H.Fukui, "Available power gain, noise figure, and noise measure of two-ports and their graphical representations," IEEE Trans. on Circuit Theory, vol. CT-13, pp137-142, June 1966.
- [4] S.J.Mason, "Power gain in feedback amplifiers," IRE Trans. Circuit Theory, vol. CT-1, pp.20-25, June 1954.