

屋內用兩方向 CATV 增幅器의 設計 및 特性에 관한 研究

김기정*, 박종연**, 장목순**, 손태호**

* 대한주택공사, ** 강원대학교 전기공학과

A study on Designing Methods and Characteristics of an Indoor Two-way CATV Amplifier.

Gee-Jung Kim*, Chong-Yeon Park**, Mok-Soon Jang**, Tea-Ho Son**

* Korea National Housing Corporation

** Dep. of Electrical Eng. Kangwon National University

Abstract

This paper has researched designing methods and characteristics of the indoor two-way CATV amplifier to amplify the weak signals and to separate the signals in the forward and the reverse channels in the cable system.

It consists of diplex filters, equalizers, attenuators and amplifier modules. With the experimental results for frequency response, gain and slope controls, noise figures, return losses, distortion characteristics, we concluded that the operating capabilities of the amplifier developed in this research satisfy the design conditions.

I. 서 론

CATV는 1949년 미국에서 시작되어 현재는 동축케이블과 광섬유 케이블의 광대역 전송로를 이용하여 여러 방송국의 프로그램을 동시에 다중 방송하는 종합 유선 방송 시스템으로 발전하여 가입자와 방송센타간의 의사전달이 자유로운 양방향 통신이 가능한 양방향 CATV(Two Way Cable Television)에까지 이르게 되었다.[1][2][3]

본 연구에서는 종합유선방송 시스템의 기능향상을 위하여 공동주택 등 건물옥내에 설치되는 증폭기 회로를 상, 하방향 송수신이 가능토록 저역통과필터(LPF)와 고역통과필터(HPF)로 구분된 양방향필터(Diplex Filter), 증폭기의 입력신호를 평탄케 하기 위하여 PIN 다이오드의 특성을 이용한 등화기(Equalizer), 증폭기에 강한 RF신호가 입력될 때 발생되는 일그러짐(Distortion)현상을 방지하기 위하여 적절한 신호로 감쇠시키는 감쇠기(Attenuator), 신호레벨 이득을 위하여 하향대역에 필립스(Philips)제품인 하이브리드 IC(BGY88), 상향대역에는 트랜지스터(TR) 등으로 설계하여 양방향 특성이 양호한 옥내용 CATV 증폭기를 개발하였다.

II. CATV 시스템의 구성

일반적으로 CATV 시스템은 Fig.1과 같이 시스템 전체를 제어할 수 있는 센터계와 케이블 및 중계 전송기를 포함한 전송계 그리고 정보를 수신하는 단말계의 3요소로 이루어 진다.

(1) 센터계

Fig. 1에서 센터계는 종합유선방송국 시스템으로서 수신점 서비스와 스튜디오 서비스 그리고 주전송장치 서비스로 구성된다.

(2) 전송계

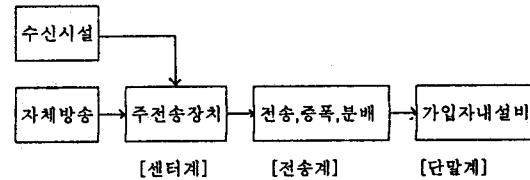


Fig. 1 Block diagram of CATV systems

주전송장치에서 송출된 신호를 각 가입자의 단말기까지 전송하기 위한 선로에 해당되는 것으로서 CATV 시스템의 일반적인 전송로 구성은 Fig. 2와 같다.

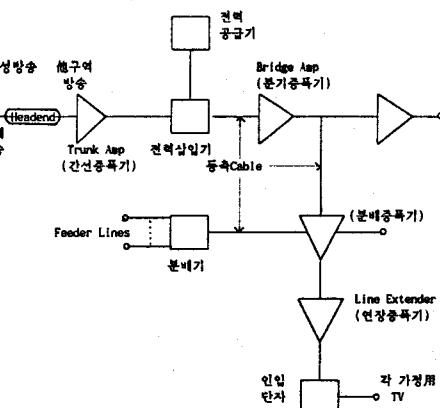


Fig. 2 CATV distribution system

(3) 단말계

Fig. 1에서 가입자의 주요 단말 설비로서는 TV수상기, TV카메라, 키보드(Keyborad), 도청방지 일환으로 주파수 대역을 스크램블(scramble)하여 보낸 신호를 원 상태로 복구하는데 이용하는 변환기, 개인용 컴퓨터 등이다.

III. 증폭기 설계

1. 양방향 증폭기 회로의 개략도

옥내용 양방향 증폭기는 하향증폭부와 상향증폭부로 크게 분류되며, 이들을 각각 필터부, 등화부, 이득 조정부, 증폭부, 전원부로 구성하고 그 결과 Fig. 3와 같다.

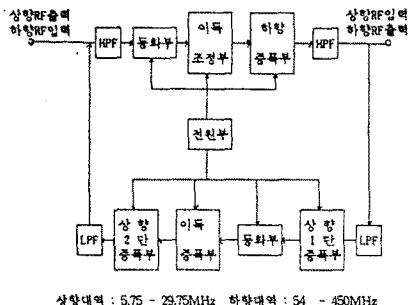


Fig. 3 Block diagram of an indoor two-way amplifier

2. 증폭기 설계

(1). 다이플렉스 필터(Diplex Filter)

증폭소자는 단방향 특성을 가지고 있으므로 유선방송국에서 세대가입자로 보내는 하향 대역에는 고역통과필터(HPF : High Pass Filter)를 두고 세대가입자에서 유선방송국으로 보내는 상향대역에는 저역통과필터(LPF : Low Pass Filter)를 두어 유선방송국과 세대가입자간 양방향 통신이 가능하도록 하였다. 또한 L, C 필터의 특성상 차단주파수에서 이상적인 차단이 어려우므로 필터의 Pole수를 3단으로하여 다이플렉스필터를 구성하였다.

(2) 등화기(Equalizer)

동축케이블의 신호감쇠량은 주파수가 높으면 증가한다. 따라서 CATV 전송대역에서 그 감쇠량이 주파수의 제곱에 거의 비례하여 감쇠하는 주파수 특성을 가지고 케이블 신호의 감쇠를 감안하여 주파수 대역을 평탄하게 해야 하며 본 연구에서는 PIN 다이오드에 의해 등화기를 설계하였다.

(3) 감쇠기(Attenuator)

감쇠기의 기능은 증폭기의 입력신호가 너무 크며 일그러짐(Distortion)이 일어나므로 특성임피던스가 75Ω인 동축케이블 선로의 임피던스 레벨을 일정하게 유지하면서 증폭기의 이득을 조정한다. 감쇠기의 구성을 Fig. 4와 같이 T형 회로를 사용하였으며 원하는 감쇠량은 저항값 변화로 구한다.

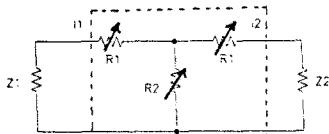


Fig. 4 T-type attenuator

(4) 하이브리드 IC 증폭기

CATV 시스템을 위한 하이브리드 IC 증폭기는 필립스(Philips)사 생산제품으로 모델명 BGY88이며, 고주파 사용 가능 대역은 40 ~ 450MHz이다. 또한 직선성(linearity)이 우수하며, RF 입력 크기는 최대 55dBmV까지 가능하다. 증폭기의 이득은 주파수 50MHz에서 33.5 ~ 35.5dB μ V이며 450MHz에서 35 ~ 37dB μ V이다. 전원은 DC24V를 필요로 한다.

(5) 상향 TR 증폭기

컬렉터와 베이스 간에 저항 소자를 넣어 바이어스 전류를 얻는 자기 바이어스(Self-bias)회로를 구성하였고, 이득은 감소하지만 일그러짐을 경감시키고 이득변동을 억제하여 안정된 동작을 시키도록하는 발전방지용인 부재환(Negative feedback)에 의한 중화(Neutralization) 회로를 이용하여 상향 증폭기를 구성하였다.

(6) 증폭기 종합회로

옥내용 양방향 증폭기는 HPF와 LPF로 구성된 다이플렉스 필터회로, 등화부, 이득 조정부모듈(Module)과 하향증폭부에 하이브리드 IC 증폭회로 그리고 상향증폭부에는 TR증폭회로로 하여 완성된 종합회로도는 Fig. 5과 같다.

IV. 양방향 증폭기의 특성시험

1. 측정장치

CATV 측정은 회로분석보다는 신호의 품질 측정이기 때문에 신호분석측정이 권장되고 있다.[5] 신호분석기는 주파수(정확도와 안정성), 레벨(전압, 전력, dB) 또는 이 두가지를 측정하며 계측기로는 오실로스코프, 스펙트럼 분석기, 잡음지수계 등이 있다. 오실로스코프는 신호의 진폭대 시간을 디스플레이하고, 스펙트럼 분석기는 연속 스펙트럼을 디스플레이하며 잡음지수계는 잡음레벨이 아닌 잡음지수를 정하는데 사용된다.[6][7]

2. 특성시험

(1) 대역내 이득편차

측정결과는 Table 1과같이 비교되며 대역내 이득편차는 하향은 $\pm 0.665\text{dB}\mu\text{V}$, 상향은 $\pm 0.095\text{dB}\mu\text{V}$ 가 된다.

Table 1 Comparision of the experimental results

구분	기준치(dB)	측정치(dB)	측정대역(MHZ)
하향	± 0.75 이내	± 0.665	40~460
상향	± 0.75 이내	± 0.095	5~30

(2) 최대이득

측정결과는 Table 2와같이 비교되며 최대이득은 메모리 시킨 입력레벨과 이득을 최대로 조정한 후의 레벨차는 하향 31dB μ V, 상향 18.38dB μ V가 된다.

Table 2 Comparision of the experimental result

구분	기준치(dB)	측정치(dB)	측정대역(MHZ)
하향	30 이상	31	50~450
상향	18 이상	18.38	5~30

(3) 잡음지수

측정결과는 Table 3과같이 비교되며 상향, 하향 모두 10dB μ V이하로서 하향 9dB μ V, 상향 7dB μ V가 된다.

Table 3 Comparision of the experimental results

구분	기준치(dB)	측정치(dB)	측정대역(MHZ)
하향	10 이하	9	50~450
상향	10 이하	7	10~30

(4) 반사손실

측정치는 Table 4와같이 비교되며 측정치는 가장 높은 지점과 기준선과의 차이로 하향 17.613dB μ V, 상향 19.255dB μ V가 된다.

Table 4 Comparision of the experimental results

구분	기준값(dB)	측정치(dB)	측정대역(MHZ)
하향	-15 이하	입력 -17.257	54~450
		출력 -17.613	
상향	-15 이하	입력 -17.460	5~30
		출력 -19.255	

(5) 혼변조

측정결과는 Table 5와같이 비교되며 무변조의 피측정채널의 기본파 레벨과 전채널 변조시 발생하는 $\pm 15.75\text{kHz}$ 대역의 변조파 중 더 높은 레벨과의 차이는 하향에서 $65.7\text{dB}\mu\text{V}$ 이고 상향에서 $79.17\text{dB}\mu\text{V}$ 가 된다.

Table. 5 Comparision of the experimental results

구분	기준값(dB)	측정치(dB)	측정대역(MHZ)
하향	-60 이하	-77.83	55.25
		-69.17	223.25
		-67.50	445.25
상향	-63 이하	-77.33	7
		-79.17	25

V. 결론

이상의 옥내용 CATV 증폭기의 특성 및 설계에 관한 연구를 통하여 다음과 같은 네 종류의 결론을 얻었다.

첫째 : 인덕턴스(L) 및 커패시턴스(C)의 특성을 이용하여 고역통과 필터(HPF)와 저역통과 필터(LPF)로 분리된 디아플렉스 필터(Diplex Filter)로 구성하여 동축케이블과 연결 사용한 결과 양방향 통신이 양호하였다.

둘째 : RF신호의 주파수 특성에 따른 경사(Slope) 조정을 위해 PIN 다이오드 및 고주파 통과용 커패시턴스로 구성된 회로를 설계하여 저항 변화에 따른 직류 등가회로 해석 및 컴퓨터 시뮬레이션 결과 경사조정 범위가 기준값 이상이 되었다.

셋째 : 증폭기의 입력 신호 감쇠와 전체적인 이득조정을 위하여 T형 감쇠기($0 \sim -10\text{dB}\mu\text{V}$)를 이용하였으며 하향 증폭기는 고주파대역 ($40 \sim 450\text{MHz}$)용인 하이브리드 IC증폭기(BGY88)를 사용하여 이득을 $30\text{dB}\mu\text{V}$ 이상 얻었고, 상향 증폭기는 원가 상승 해소로 TR 증폭기를 2단으로 구성한 결과 최대 이득이 $18\text{dB}\mu\text{V}$ 이상 되었다.

네째 : 증폭기의 특성 실험 및 검토한 결과 대역내 이득편차, 최대이득, 잡음지수, 반사손실, 혼변조 등이 기준값을 만족하였다.

이상 본 연구에서 제작된 옥내용 양방향 증폭기는 공동주택에서 종합유선방송(CATV) 시청을 위한 연장 증폭기로 사용 가능하다고 판단된다.

VI. 참고문헌

- [1] 종합유선방송 시스템구축 및 전망, 한국전기통신공사협회, 1992. 9
- [2] CATV 를 중심으로 한 영상정보제공 전담조직 구성방안에 관한연구, 한국전자통신연구소, 1989. 7
- [3] 종합유선방송 (CATV) 전송설로 시설공사, 한국통신기업통신 지원단, 1994. 9
- [4] Kenneth T. Deschler, "Cable Television Technology" McGraw-Hill, Inc.
- [5] CATV 전송망 측정방법, 한국통신기업통신 지원단, 1994. 7
- [6] CATV TRUNK AMP 제조기술 개발에 관한연구 (1), 상공부, 1989. 5
- [7] CATV TRUNK AMP 제조기술 개발에 관한연구 (2), 상공부, 1990. 6

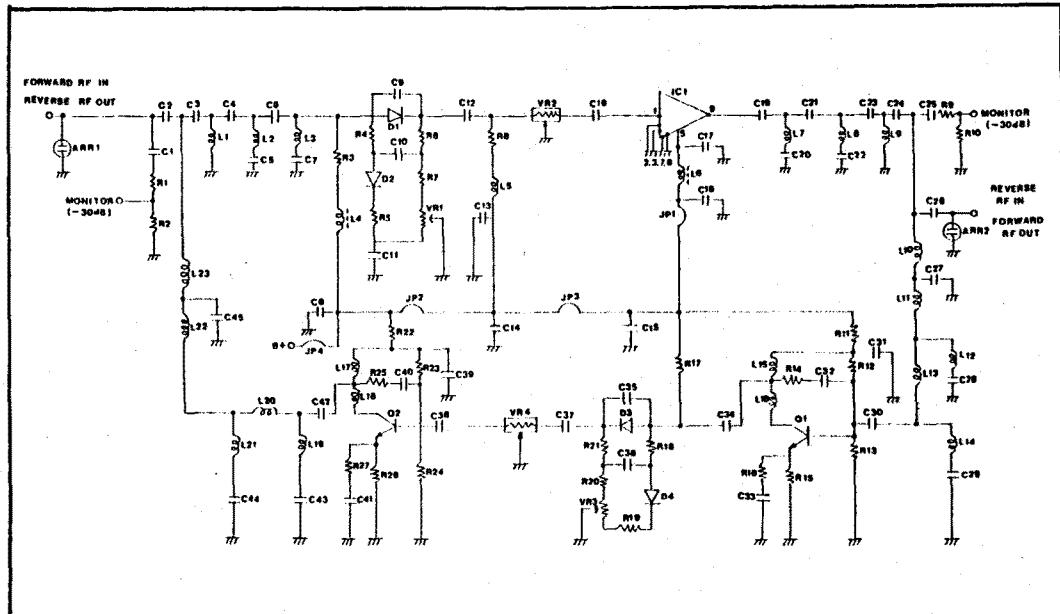


Fig. 5 Circuit diagram of an indoor two-way amplifier