

직교 변조 및 압신 방식을 이용한 확장형 FM 스테레오 방식의 구현

An Implementation of FM-extended Stereo System via Application of Quadrature Modulation and Companding Method

허 동 규*, 김 기 근*, 김 주 광*, 유 흥 균*

(Dong-Kyu Heo, Kee-Keun Kim, Ju-Koang Kim, Heunggyoon Ryu)

요 약

본 연구에서는 기존의 FM 스테레오 방송 방식과 비교하여 완전한 호환성을 유지하며, 표준 부반송파에 90도 위상차를 갖는 변조 부반송파를 사용하여 직교 변조된 스테레오 신호를 압축하여 추가시키고, 수신단에서는 직교 복조 및 신장함으로써 스테레오 신호의 신호대 잡음비를 향상시킨 확장형 FM 방송에 대하여 연구하였다.

직교 변조, 복조 및 압축신장의 하드웨어 송신 및 수신 시스템을 구현하여 제안방식의 타당성을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we have studied the FM-extended broadcasting system which makes the enhancement of stereo signal-to-noise ratio by utilizing the compression technique and quadrature modulation method of standard subcarrier signal in transmitter station, and corresponding demodulation method and expansion technique in receiver system.

The proposed system is completely compatible with the conventional FM stereo system. We have confirmed the validity of the proposed method by implementation of transmitter / receiver system including quadrature modulation / demodulation and companding system.

I. 서 론

기존의 FM 스테레오 방송에서 잡음의 특성은 변조파 주파수가 높아질수록 증가되는 경향이 있다. FM 모노(monaural) 방송시보다 FM 스테레오

방송시 잡음이 급격히 증가하여 스테레오용 신호인 (L-R)이 잡음의 영향을 많이 받아서 원거리 수신 의 신호 전파 강도가 약해지면 스테레오 청취가 어렵게 되어 서비스 영역이 감소되는 단점이 있다^{1,2)}.

이로 인하여 기존의 FM 스테레오 방식은 (L+R), (L-R) 신호의 스테레오 분리 효과를 증대시킬 수 있으나 모노 방식과 비교해 볼 때, 높은 변조

*충북대학교 공과대학 전자공학과

주파수에서 약한 전계강도(field strength)를 가지며 신호의 신호대 잡음비의 차가 20[dB] 이상일 수 있다^[10]. 그 결과 스테레오 방송의 가능한 서비스 영역은 모노 방송의 영역에 비하여 1/4 정도이다. 이러한 단점을 보완할 수 있는 확장형 FM(FM-extended) 송수신 시스템은 스테레오 부채널에 압축된 적외 신호를 추가하여 FM 변조시킨 후, 수신부에서 복조 및 신장되는 시스템을 사용하여 신호대 잡음비가 개선되고 장거리 수신력을 향상시키는 장점이 있다^[9].

또한 기존의 FM 스테레오 스펙트럼 점유폭을 변동시키지 않음으로써 기존의 FM 스테레오 방송과 완전한 호환성을 유지하였으며, 표준 부반송파에 90° 위상차를 갖는 부반송파를 이용하여 새로운 스테레오 신호를 추가함으로써 그 성능을 개선하였다.

본 연구에서는 적외 변, 부조 방식과 압축, 신장 기법을 이용하여 확장형 FM 방송방식을 실험적으로 구현하였으며, 그의 신호 복원을 확인하여 확장형 FM 방송 방식의 타당성을 입증하였다.

II. 확장형 FM 스테레오 신호 및 시스템

기저 대역에서 기존의 FM 복합 스테레오 신호는 다음 식(1)과 같다.

$$s(t) = S_{L-R}(t) + S_{L+R}(t) \cdot \cos 2\pi 38\text{kHz}t + A \cos 2\pi 19\text{kHz}t \quad (1)$$

여기서 $S_{L-R}(t)$ 은 스테레오용 L-채널과 R-채널의 휘상차호로서 FM 모노 신호이며, 15kHz 이하의 주파수 대역을 점유한다.

$S_{L+R}(t)$ 은 스테레오 신호로서 L, R 채널의 차분 신호로서 DSR-SC 변조이다

A는 FM 편입부드 신호의 진폭이다. 그리고 FM 변조 신호는 식(2)와 같다.

$$\lambda_{fm}(t) = B \cos[2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int s(t) dt] \quad (2)$$

여기서 B는 변조 신호의 진폭이며, f_c 는 FM 방송

주파수이고, Δf 는 최대 주파수 편이이다.

한편, 확장형 FM 기저대역 신호는 다음 식(3)으로 표현된다.

$$f(t) = S_{L-R}(t) + S_{L+R}(t) \cos 2\pi 38\text{kHz}t + D \cos 2\pi 10\text{kHz}t + C[S_{L-R}(t)] \sin \pi 38\text{kHz}t + A \cos 2\pi 19\text{kHz}t \quad (3)$$

여기서 $C[\cdot]$ 는 압축 신호 형태를 의미하며, $D \cos 2\pi 10\text{kHz}t$ 는 확장형 FM 방식 신호 인식용 신호이다.

그림 1에 확장형 FM 기저대역 신호의 스펙트럼을 도시하였다.

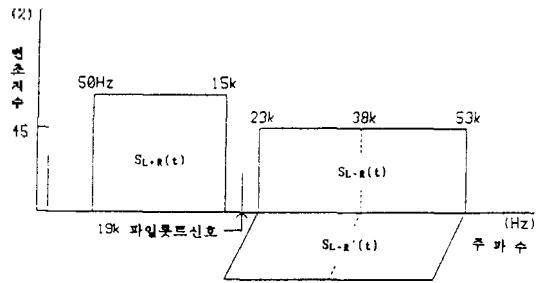


그림 1. 확장형 FM 스테레오 신호 스펙트럼

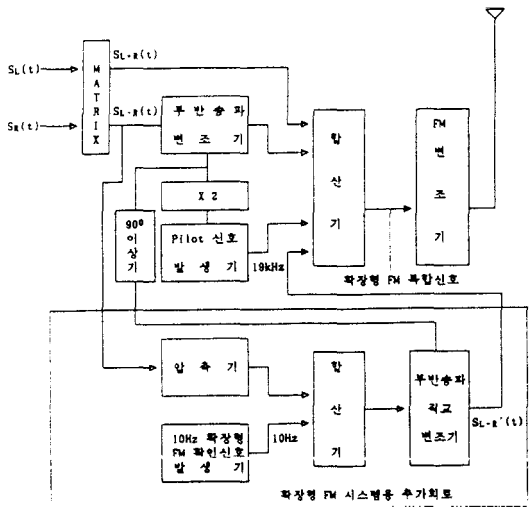


그림 2. 확장형 FM 스테레오 송신 시스템 구성도

그림 2에는 확장형 FM 스테레오 송신 시스템의 구성도를 도시하였으며, 그림 3에는 확장형 FM

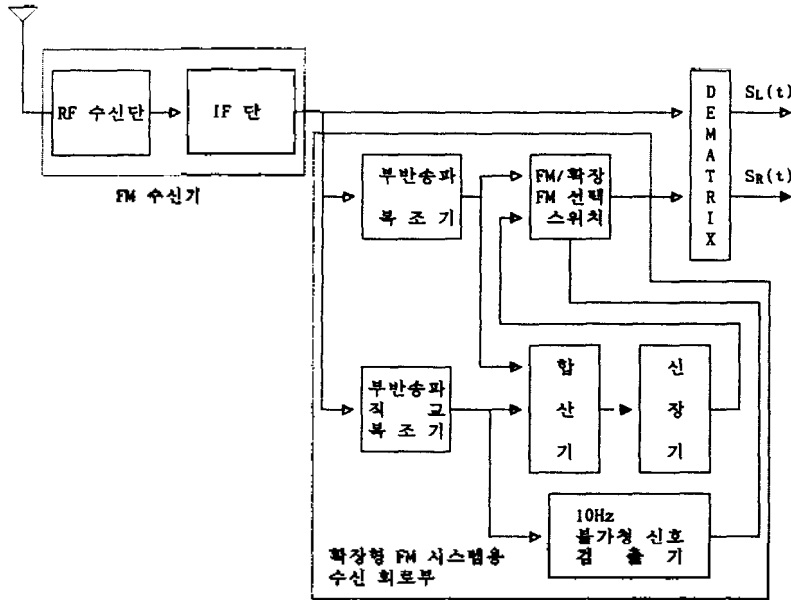


그림 3. 확장형 FM 스테레오 수신 시스템 구성도

스테레오 수신시스템의 구성도를 도사하였다.

그리고 실제 구현된 확장형 FM 스테레오 송수신 회로 및 시스템의 회로 구성도를 각각 그림 5와 그림 6에 도사하였다.

Ⅲ. 실현된 확장형 FM 스테레오 시스템

그림 4에 압축 및 신장을 위한 시스템의 압신 특성곡선을 예시하였는데 실제 실험에서도 이 특성을 이용하였다.

Ⅳ. 실험 및 논의

하드웨어 실험을 통한 확장형 FM 송신 및 수신 회로를 구성하여 각 측정위치에서 확인된 실험 결과를 사진 1에서 사진 9까지 예시하였으며 사진 10은 하드웨어 실험 환경을 예시한 것이다.

사진 1은 19kHz 파일럿 신호(위 신호)와 그의 체배된 38kHz 신호(아래 신호)를 측정 한 것으로서 V:0.5mV/div, H:20μs/div의 결과이다.

사진 2는 38kHz 파일럿 체배신호의 동상성분과 직교성분의 리서어쥬 패턴(위 신호)와 그의 배이저 합(아래)을 측정 한 것이다. 케아서 합의 결과가 동일 크기 동상 및 직교 성분의 합이므로 수평축에서 45° 위상도를 갖고 있음을 확인하였다.

사진 3은 시간축에서 정현성분(cosine 항: 위 신호)과 이현성분(sine 항: 아래 신호)을 측정 한 결과이다.

이하 사진 4는 확장형 FM 스테레오 복원신호의

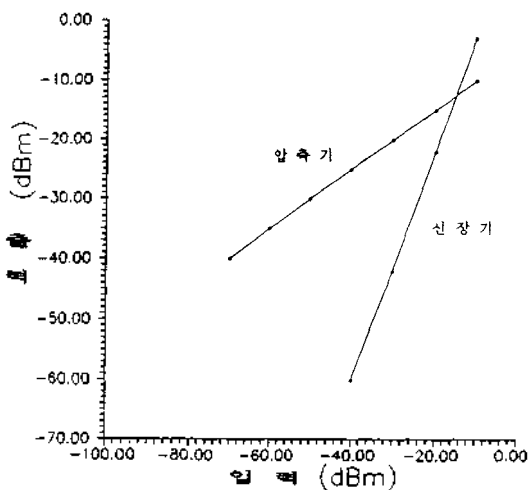
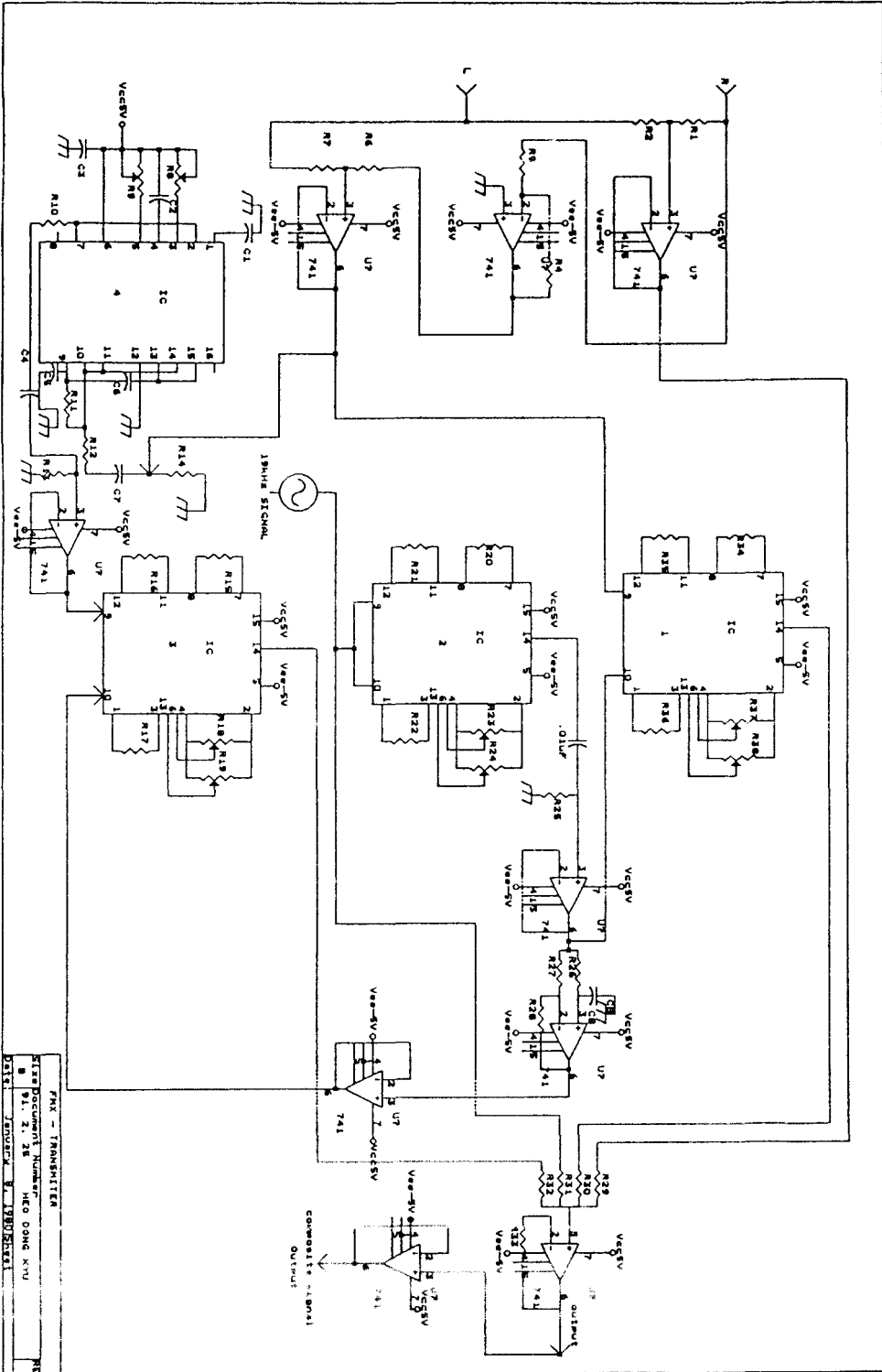


그림 4. 압신특성 곡선



FMX - TRANSMITTER
 SERS Document Number: MEG-DONG-KVU
 91. 2. 28
 0213 JANGHEW B. 1990.09.01

그림 5. 최정밀 FM 송신 회로도

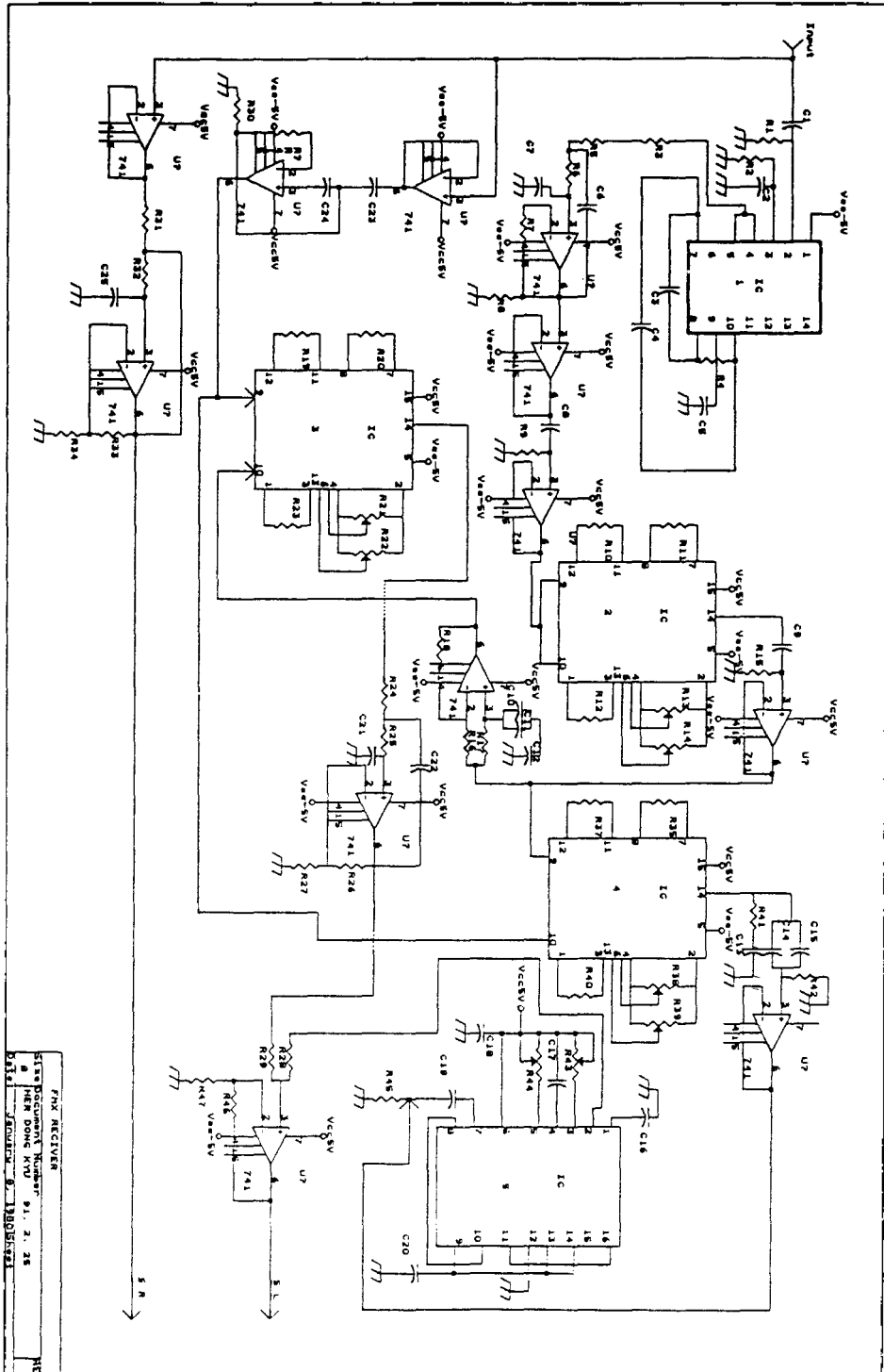


Figure 6. Schematic diagram of FM receiver circuit.

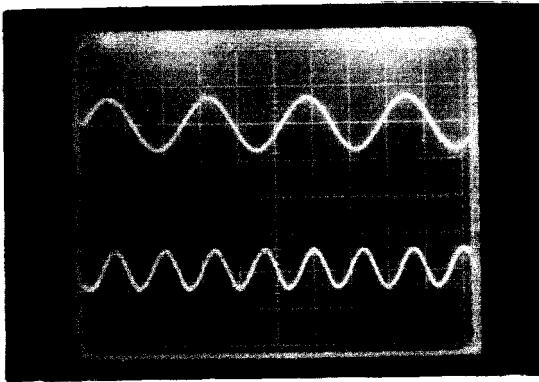


사진 1. 파일럿 신호와 스테레오 신호

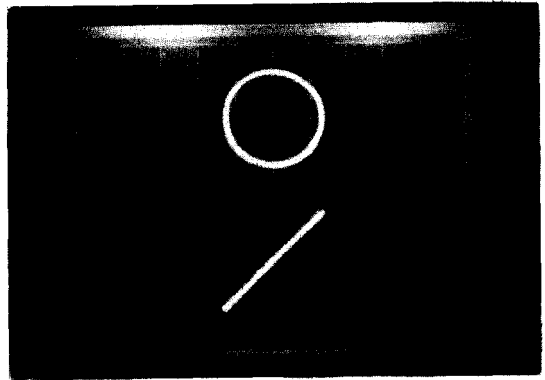


사진 2. 90° 이상 신호의 리저어쥬 패턴 및 벡터도

시간영역 파형(위 신호 : V:0.5V/div, H:10 μ s/div)과 그의 스펙트럼(아래 신호)를 측정할 결과이다.

스펙트럼상에서 (L+R)은 400Hz 정현파로 설정하였으며 (L-R) 및 (L-R)'는 1kHz로 설정하였다. 스펙트럼의 위치를 보이기 위하여 19kHz 파일럿 신호의 위치는 원형 마커로 표시하였으며 38kHz를 측정하여 (송신시에는 없음) 37kHz와 39kHz 양측에 위치함을 보이고 있다.

사진 5는 1kHz(L-R) 신호(위 신호)와 압축기 등과한 신호(아래 신호) 즉, (L-R)'를 측정할 결과이다. X, Y축은 H:0.5ms/div, V:0.5V/div이다.

사진 6은 FM 변조 신호의 스펙트럼으로서 본 실험에서 방송 주파수인 79.7MHz로 설정하였으며 변조 레벨은 75dB μ 이다. 사진 중앙이 왼쪽 스펙트럼이 실험에서 얻은 확장 FM 송신 스펙트럼이고, 가운데 스펙트럼은 94.1MHz의 KBS 청주 FM 수신 스펙트럼이며, 오른쪽 스펙트럼은 99.7MHz의 MBC 청주 수신 스펙트럼이다. 위 3개의 FM 스펙트럼을 측정할 결과 왼쪽의 실험된 확장 FM 스테레오 방식과는 완전히 일치된 내역폭을 갖는다는 사실을 확인할 수 있다.

사진 7은 확장형 FM 수신 시스템에서 신호 복수를 위한 파일럿 주파수 신호(위 신호)와 그의 제배위 98kHz 주파수의 신호(아래 신호)를 나타내며, 이 신호를 주파수 분할 PLL의 VCO 출력에 동기시켜서, 위 신호와 이것을 38kHz 중점을 갖는 내역 이득이 보편화되어 설계된 아래 신호이다.

사진 8과 사진 9는 구현된 확장형 FM 시스템에서



사진 3. 38kHz 부반송파 신호와 90° 이상된 부반송파 신호



사진 4. 기저 대역 확장형 FM 스테레오 부함신호와 스펙트럼

신호를 수신하는 측정할 결과에서 사진 8은 400Hz (L+R) 신호 (V:0.5V/div, H:0.5ms/div)에 1kHz (L-R) 신호의 혼합도를 나타낸 측정된 신호(위)를 사용하여 측정된 결과이다.

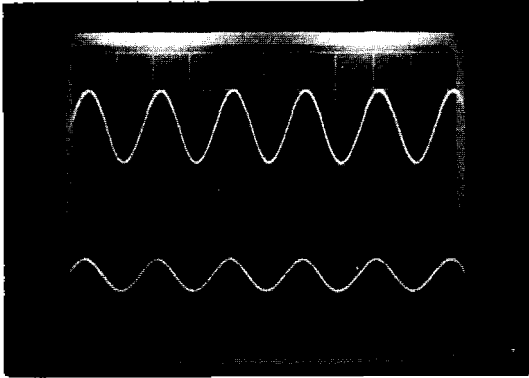


사진 5. 1kHz(L-R) 신호와 그의 압축된 신호

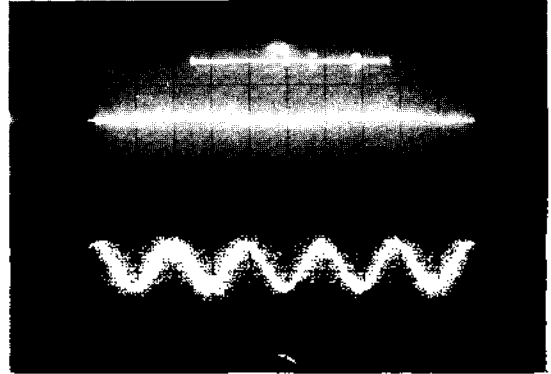


사진 8. (L-R) 채널로의 (L+R) 신호의 혼입도

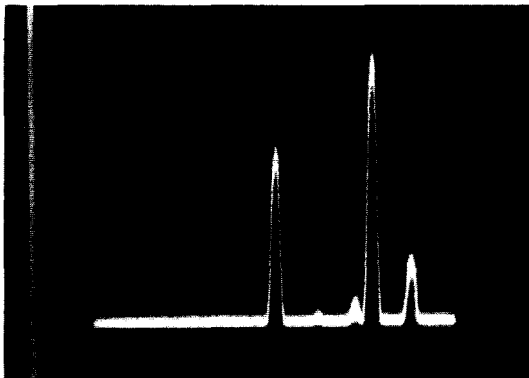


사진 6. FM 변조 신호의 스펙트럼

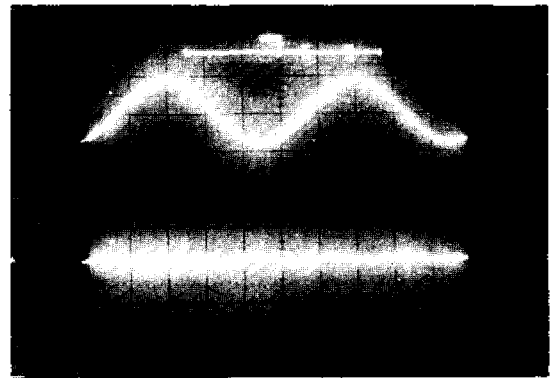


사진 9. (L+R) 채널로의 (L-R) 신호의 혼입도

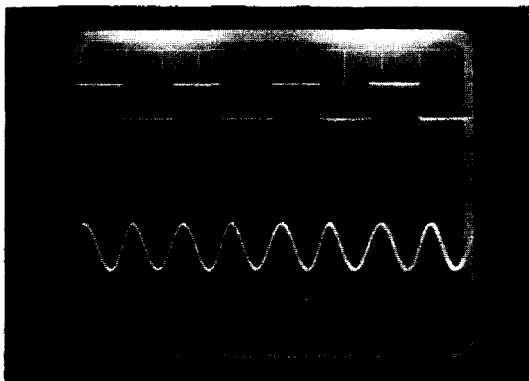


사진 7. PLL 추출 19kHz 구형파 신호와 2차배 신호

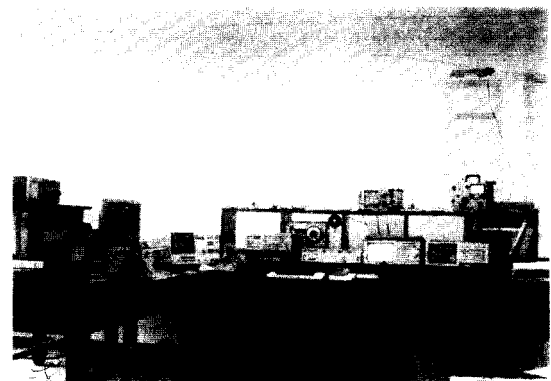


사진 10. 실험 환경

사진 9는 사진 8의 X, Y 성분후 400Hz(의 신호)와 1kHz(의 신호)에 미치는 영향을 측정해 보았다.

V. 결 론

이 논문에서는 위음의 영향을 크게 받는 것은 FM 신호의 (L+R) 신호(L-R)의 오차 성분은 아니다. 그러나 위음의 영향을 받는 것은 변조 편차 성분이다. 위음의 영향을 크게 받는 것은 변조 편차 성분이다. 그러나 위음의 영향을 크게 받는 것은 변조 편차 성분이다. 그러나 위음의 영향을 크게 받는 것은 변조 편차 성분이다.

을 통하여 그의 실험 타당성을 확인하였다.

앞으로 제안된 방식의 현장 실험을 수행하여 상용화를 위한 집적회로 설계에 관련된 연구를 추진하고자 한다.

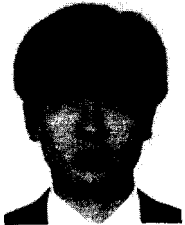
參 考 文 獻

1. J.R. Wait, "Review of mixed path theories in radio propagation", International Symposium on Radio propagation, pp. 35~38, Beijing, April, 1988.
2. E.K. Smith, W.L. Flock, "Some current problems in earth-space propagation", International Symposium

on Radio propagation, pp. 123~126, Beijing, April, 1988.

3. Li Taizhen, "Mathematical Analysis of Switching Stereo Demodulator", International Symposium on Broadcasting Technology, pp. 208~216, Beijing, September, 1987.
4. R.S. Orngel, Audio Control Handbook, Focal Press Boston, 1989.
5. K. Feher, Advanced Digital Communications, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
6. 유흥균, 안수길, "단일 주파수를 통한 이중 방송 방법 연구", 서울공대 연구보고, 1983.

▲ 허 동 규(Dong-Kyu Hoo) 1962년 9월 19일생



1982년 3-1989.2 : 호서대학교
이공대학
정보통신공
학과 (공학사)

1990.3- 현재 : 충북대학교 대학
원
전자공학과 석사
과정

1989.3-1990.2 : 에어로 시스템(주)
통신연구소 연구원

1991.3- 현재 : 서울대학교 강사

*주관심분야 : 디지털통신시스템, 무선계통신회계리,
이동통신

▲ 김 기 균(Kee-Keun Kim) 1967년 1월 3일생

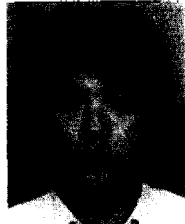


1986.3-1990.2 : 충북대학교
공과대학
전자공학과
(공학사)

1990.3- 현재 : 충북대학교 대학
원
전자공학과 석사
과정

*주관심분야 : 통신이론, 컴퓨터통신

▲ 김 주 광(Ju-Koang Kim) 1967년 11월 17일생



1987.3-1991.2 : 대전공업대학
전자공학과
(공학사)

1990.3- 현재 : 충북대학교 대학
원
전자공학과 석사
과정

*주관심분야 : 통신시스템, 회선통신방식

▲ 유 흥 균(Heung-gyoun Ryu) 재 9권 2호 참조



충북대학교 전자공학과 조교
수