

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록실용신안공보(Y1)

(51) Int. Cl. ⁶ H03D 7/18	(45) 공고일자 2001년05월15일	(11) 등록번호 20-0223073
(21) 출원번호 20-2000-0033572(이중출원)	(65) 공개번호	(24) 등록일자 2001년02월26일
(22) 출원일자 2000년11월30일	(43) 공개일자	
(62) 원출원 특허 특2000-0071623 원출원일자 : 2000년11월29일	심사청구일자 2000년11월29일	
(73) 실용신안권자 세원텔레텍주식회사	경기도 안양시 동안구 관양동 1023	
(72) 고안자 김철동	경기도과천시중앙동67주공아파트1007-402	
	정용채	
	전라북도전주시덕진구덕진1가664-14전북대학교	
(74) 대리인 김봉희		

심사관 : 목승균

(54) 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치

요약

본 고안은 통신시스템에서 사용되는 주파수 혼합기에 관한 것으로, 특히, 통신시스템으로 사용되는 주파수 혼합기의 비선형성을 보상하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치에 관한 것이다. 이러한 본 고안은, 주파수 혼합기로 입력되는 반송파 신호들을 순수 성분의 신호와 혼변조 왜곡 성분의 신호로 분리하고, 상기 분리된 신호들에 있어 순수 성분의 신호를 군속도 지연하며, 상기 분리된 신호들에 있어 혼변조 왜곡 성분의 신호를 일정 레벨로 변환하여 출력하며, 반송파 신호 출력단으로 입력된 혼변조 신호들의 주파수 변환 성분들과 같은 주파수 성분의 혼변조 신호를 발생하고, 왜곡이 상쇄된 상태의 혼변조 왜곡 신호 출력에 따라, 상기 레벨 변환된 혼변조 왜곡 성분의 신호와 상기 발생된 혼변조 신호의 진폭과 위상을 적절히 조절하며, 상기 군속도 지연된 신호와 상기 왜곡이 상쇄된 형태의 혼변조 왜곡 신호를 합성하여 상기 주파수 혼합기로 출력함을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치를 특징으로 한다.

대표도

도2a

색인어

주파수혼합기, 비선형성 보상 장치, 혼변조 왜곡 신호

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 통상 사용되는 주파수 혼합기의 개략적 구성과 그의 동작을 신호 입출력 상태로써 보여주는 도면.
- 도 2a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기의 구성도.
- 도 2b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기의 동작을 신호 입출력 상태로써 보여주는 도면.
- 도 3a는 도 2에 있어 도시된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치로 적용되는 ALC의 회로 구성도.
- 도 3b는 도 3a에 있어 도시된 ALC로 사용되는 비교 및 적분기의 회로 구성도.
- 도 4는 도 2에 있어 도시된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치로 적용되는 혼변조 신호 발생기의 회로 구성도.
- 도 5는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안되는 혼변조 신호발생기의 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프.
- 도 6은 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 주파수혼합기로 인가되는 전치왜곡신호 특성의 실 예를 보여주는 그래프.
- 도 7a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치가 사용되지 않은

제1경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프.

도 7b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 제1경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프.

도 8a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치가 사용되지 않은 제2경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프.

도 8b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 제2경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프.

도 9는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 경우와 그렇지 않은 경우의 비교를 통한 혼변조 왜곡 개선 특성의 실 예를 보여주는 그래프.

고안의 상세한 설명

고안의 목적

고안이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 고안은 주파수 혼합기에 관한 것으로, 특히, 혼변조 왜곡 신호 제거를 위해 비선형성을 보상하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치에 관한 것이다.

요근래 통신시스템의 대부분은 헤테로다인(Heterodyne) 방식 송수신기를 사용하고 있다. 헤테로다인 방식 외에 또 다른 방식으로 구조적인 측면에서 이점을 가진 호모다인(Homodyne) 방식이 있으나 이는 널리 사용되지 못하고 있다. 그 이유는 호모다인 방식의 경우 국부 발진 신호와 RF 신호가 같은 주파수 성분을 갖는 것에 따른 충분한 격리도(Isolation)를 확보하지 못하는 경우 전송품질에 심각한 문제가 발생하기 때문이다.

한편, 헤테로다인(Heterodyne) 방식 송수신기를 사용하는 통신시스템의 경우, 최근 영상주파수 신호에 대한 시스템 잡음의 최소화가 요구되고 있다.

통상의 헤테로다인 방식 송수신기는 안테나, 증폭기, 여파기, 국부발진기, 주파수 혼합기 등으로 구성된다.

상기 구성들에 있어 특히 주파수 혼합기의 경우 상향 또는 하향 주파수 변환 기능을 수행하며, 이는 발생하는 국부 발진 신호에 의한 혼합기의 비선형성을 통해 주파수 변환이 발생하도록 한다.

상기 주파수 혼합기는 통상 GaAs MESFET 이나 다이오드로서 구현되고 있다.

FET를 이용한 주파수 혼합기는 비선형을 이용하는 방식에 따라 크게 세 종류로 구분될 수 있다. 첫 번째는 핀치오프(pinch-off) 영역에서의 전달 콘덕턴스 비선형성을 이용한 게이트 주파수 혼합기이며, 두 번째는, 드레인 전류가 포화되는 지점에서 포화 영역과 비포화 영역의 드레인 소스 저항의 비선형성과 전달 콘덕턴스의 비선형성을 이용하는 드레인 주파수 혼합기, 그리고 세 번째로는 비포화 영역에서 드레인-소스 저항의 비선형성을 이용하는 저항성 주파수 혼합기이다.

그리고, 다이오드 혼합기의 경우 쇼트키(Schottky) 다이오드를 이용하는데, LO(Low Oscillation) 신호와 상향 또는 하향 변환시키고자 하는 신호들을 상호 격리된 상태에서 다이오드로 인가하는 방식 차이로서 단일 다이오드 혼합기, 평형 다이오드 혼합기로 구분된다.

앞서 언급된 바와 같은 여러 종류의 주파수 혼합기는 설계에 있어 다음과 같은 사항이 실제로 고려되어야 한다. 변환 손실(혹은 변환 이득), 노이즈피거(Noise Figure), LO 신호의 AM 잡음, 위상 잡음(phase noise), 스푸리어스(Spurious) 신호, 혼변조 왜곡(Intermodulation Distortion), 단자간의 격리, IF 단의 VSWR 및 반사 잡음 등이 바로 그러한 사항이 된다.

기본적으로 주파수 혼합기는 다이오드나 MESFET의 비선형특성을 이용하므로 LO 신호와 RF 신호(또는 IF 신호)들을 인가하였을 때 다수의 원하지 않는 고조파와 혼변조 왜곡 신호들을 발생시키게 되는데, 이것들은 주파수 혼합기에서 고려되는 상기 변환 손실을 증가(또는 변환 이득의 감소) 시키는 문제를 야기한다. 그리고 야기된 변환 손실 증가 문제로 변환 신호의 왜곡 또한 가져오게 된다.

그리고, 상기 발생된 혼변조 왜곡 신호들은 인접채널에 혼신 또는 잡음으로 존재함으로써 전체 통신 시스템의 통화품질을 제한하는 원인이 되기도 한다.

도 1은 통상 사용되는 주파수 혼합기의 개략적 구성과 그의 동작을 신호 입출력 상태로서 보여주는 도면으로서, 이를 통해 통상의 주파수 혼합기에서 발생하는 혼변조 왜곡 신호들의 상태를 알 수 있다.

도 1을 참조하면, RF 신호 주파수 f_1 , f_2 와 오실레이터 110에서 발진된 LO 신호 주파수 f_L 은 혼합기 100으로 인가된다. 이때 상기 LO 신호 주파수 f_L 이 상기 RF 신호주파수보다 더 클 경우 상기 혼합기의 출력 단으로 혼변조 왜곡 신호들이 IF신호와 동시에 발생하게 된다.

이의 결과로서, 상기 발생된 혼변조 왜곡 신호들에 있어 대역내에 위치하는 3차 혼변조 왜곡 신호 성분 $f_L-2f_2+f_1$, $f_L-2f_1+f_2$ 이 출력된 IF 신호에 있어 가장 큰 영향을 가져다 줌을 알 수 있다.

신호들의 왜곡 정도는 바로 기본 주파수 신호와 가장 큰 영향을 주는 상기 3차 혼변조 신호 레벨의 비로써 판단하게 되며, 이를 $(C/I)_{3rd}$ 비 (Carrier to 3rd order Intermodulation ratio)라 칭한다.

종래의 경우 상기 $(C/I)_{3rd}$ 를 개선시키기 위해, 수동 혼합기는 입력 신호를 백오프(Back-off) 하거나 하

모닉 밸런스 방식(Harmonic Balanced Method)을 이용하여 최적의 동작 조건을 구하였고, 능동 혼합기의 경우 GaAs MESFET의 최적 동작 전압을 구하는 방식을 사용하였다.

그러나 상기 두 방식의 경우, 주파수 혼합기를 설계함에 그리고 그에 따른 성능 발현 측면에 있어 문제점을 야기하게 된다.

이를 해소하고자 간혹 동작 국부 발진 신호 레벨이 큰 주파수 혼합기를 사용하거나, 또는 RF 신호 레벨의 백오프(Back-off) 등을 사용함으로써 주파수 혼합기의 혼변조 왜곡 특성을 어느 정도 작게 하는 방법이 제안되기도 하였다.

그러나, 이 경우, RF 송수신 시스템을 실제 제작할 경우 국부 발진 신호가 인접 회로에 누설되는 현상이 발생하며, 이에 따라 전체 RF 송수신 시스템의 특성에 문제가 발생된다. 국부 발진 신호 레벨을 키우는 것은 시스템을 실제 구현함에 여러 문제를 일으킬 가능성이 보다 더 커질 수 있기 때문이다.

그 외, 통신 시스템의 기저국 RF 모듈은 혼변조 신호의 왜곡에 대한 조건 및 규격이 엄격하게 제한되는 데, 앞서 언급된 기존의 방법들로서는 그러한 혼변조 왜곡 조건 및 규격을 만족함에 적합하지 않았다.

그 외, 단순한 방식이지만, RF 신호의 백-오프(Back-off) 방식만으로 특성을 구현하고자 하는 경우가 있을 수 있는데, 이 경우 비록 LO-RF, LO-IF 간의 격리도는 확보될 지라도, RF 신호 레벨의 백-오프(Back-off) 정도가 심하게 된다. 그러한 경우 RF 또는 IF 단에서 나타나는 LO 주파수 신호 레벨이 상향 또는 하향된 주파수 신호레벨보다 크게 됨을 알 수 있다. 이는 주파수 변환시 RF 또는 IF 단에서 나타나는 주파수 스펙트럼을 봄으로서 알 수 있다.

이는 LO 신호를 제거하는 것에 또 다른 문제를 야기하는 것이다.

결국, 통상의 주파수 혼합기는 앞서 설명한 바와 같은 혼변조 왜곡 신호 발생에 따른 여러 문제점들을 적절히 해소하지 못하고 있었다.

고안이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 본 고안의 목적은, 통상의 주파수 혼합기로 사용되는 입력 전력의 백오프(Back-Off) 방식 외에, 비선형 특성 보상을 위한 또 다른 형태로서 주파수 혼합기의 비선형성을 보상하는 비선형성 보상 장치를 제공함에 있다.

또한 본 고안에서는, 국부 발진 신호 레벨이 큰 주파수 혼합기를 필요로 하지 않도록 하면서도 통신시스템의 주파수 혼합기에서 발생하는 신호의 왜곡을 제거할 수 있도록 주파수 혼합기의 비선형성을 보상하는 비선형성 보상 장치를 제공함에 있다.

그리고, 본 고안은, 통신시스템의 주파수 혼합기로부터 발생하는 다수의 원하지 않는 고조파와 혼변조 왜곡 신호들을 발생 문제를 해소할 수 있도록 하며, 특히, 변환 손실이 증가되어 발생하는 변환 신호의 왜곡 문제를 해소할 수 있도록 하는 주파수 혼합기의 비선형성을 보상하는 비선형성 보상 장치를 제공함에 있다.

아울러, 본 고안에서는, 통신시스템의 $(C/I)_{3rd}$ 비 (Carrier to 3rd order Intermodulation ratio)를 개선할 수 있는 주파수 혼합기의 비선형성을 보상하는 비선형성 보상 장치를 제공함에 있다.

이러한 목적들을 달성하기 위하여, 본 고안에서는 통상의 주파수 혼합기로 사용되는 입력 전력의 백오프(Back-Off) 방식 외에, 비선형 특성 보상을 위해 입력 단으로 역 비선형 특성을 갖는 전치왜곡 회로를 더 구비함으로써 주파수 혼합기의 비선형성을 보상함을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치를 제안한다.

보다 구체적으로 본 고안에서는, 주파수 혼합기로 입력되는 반송파 신호들을 순수 성분의 신호와 혼변조 왜곡 성분의 신호로 분리하고, 상기 분리된 신호들에 있어 순수 성분의 신호를 군속도 지연하며, 상기 분리된 신호들에 있어 혼변조 왜곡 성분의 신호를 일정 레벨로 변환하여 출력하며, 반송파 신호 출력단으로 입력된 혼변조 신호들의 주파수 변환 성분들과 같은 주파수 성분의 혼변조 신호를 발생하고, 왜곡이 상쇄된 상태의 혼변조 왜곡 신호 출력에 따라, 상기 레벨 변환된 혼변조 왜곡 성분의 신호와 상기 발생된 혼변조 신호의 진폭과 위상을 적절히 조절하며, 상기 군속도 지연된 신호와 상기 왜곡이 상쇄된 형태의 혼변조 왜곡 신호를 합성하여 상기 주파수 혼합기로 출력함을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치를 특징으로 한다.

고안의 구성 및 작용

이하 본 고안의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 부가된 참조 부호를 통해 본 고안을 설명함에 있어, 비록 다른 도면상에 표시된 참조 부호일 지라도 동일한 구성 요소를 나타내는 경우에는 동일한 참조부호를 사용하고 있음에 유의해야 한다.

또한 하기 설명에서는 구체적인 회로의 구성 소자 등과 같은 많은 특정(特定) 사항들이 나타나고 있는데, 이는 본 고안의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들 없이도 본 고안이 실시될 수 있음은 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다. 그리고 본 고안을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 고안의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

도 2a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기의 구성도이며, 도 2b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기의 동작을 신호 입출력 상태로서 보여주는 도면이다.

상기 두 도면을 참조하면, 주파수가 f_1 , f_2 인 반송파 신호들을 하향 주파수 변환시키는 혼합기를 구현함

에 입력 반송파 신호들을 양분하는 분배기 215를 더 구비한다. 상기 분배기 215를 통해 출력되는 반송파 신호들은 혼변조 왜곡 신호 성분들이 없는 순수한 성분의 신호가 되며, 순수한 성분의 신호는 보조 경로상의 군속도 지연을 위한 지연선로 260으로 인가된다.

상기 분배기 215에 의하여 분배된 반송파 신호들 중 또 다른 일부, 즉, 주 경로상으로 인가되는 신호들은 혼변조 왜곡 신호 성분이 포함된 신호로서, 이는 본 고안의 실시예에 있어 제안되는 자동레벨조절기(Automatic Level Controller ; ALC) 210에 인가된다. 상기 자동레벨조절기(ALC) 210은 상기 인가되어 분배된 반송파 신호의 레벨을 일정정도로 변환한 후 출력한다. 상기 레벨은 실제 적용 상태에 따라 적절한 실험치로서 정해질 수 있다.

그리고, 상기 자동레벨조절기(ALC) 210은 본 고안의 실시예에 따라 제안되는 혼변조 신호 발생기(Intermodulation Signal Generator : ISG) 220으로 일정한 레벨의 신호가 인입 되도록 하기 위한 구성이 된다.

한편, 주파수 혼합기 240으로 인가되는 RF 반송파 신호들의 레벨이 일정 한 경우로 되어 있다면 상기 자동레벨조절기(ALC) 210은 필요 없게 된다.

그리고, 자동레벨조절기(ALC) 210을 통해 변환된 상기 반송파 신호들은 상기 혼변조 신호 발생기(ISG) 220으로부터 발생된 혼변조 신호들과 함께 주파수 변환기 230으로 입력된다.

상기 분배기 215를 통해 분배된 후, 상기 자동레벨조절기 210, 상기 혼변조신호 발생기, 상기 주파수 변환기 230을 통한 신호와, 분배되어 지연선로 260을 통한 두 신호들은 주파수 합성기 235를 통해 합성된 후 모두 국부 발진기 250에서 발진된 신호와 상기 주파수 혼합기 240을 통해 혼합되며, 이로서 본 고안의 실시예에 따른 주파수 변환이 이루어지게 된다.

즉, 상기 혼변조 신호들은 최초 분배기에 의해 분배된 주 경로의 반송파 신호들과 주파수 합성기 235를 통해 합성되며, 순수 반송파 신호의 경우 혼변조 신호들을 생성하는 보조 경로에서의 시간 지연을 보상하기 위한 군속도 지연용 지연회선(Delay Line)을 통과한 후 상기 보조 경로사의 신호와 상기 합성기 235를 통해 합성된다.

이의 동작 상태는 첨부된 도 2b에 도시된 신호 상태를 참조함으로써 알 수 있다.

도 2b는 바로 본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기의 동작을 신호 입출력 상태로서 보여주는 도면으로, 상기 도 2a에 있어 도시된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기 각 부분에서의 신호 상태를 보여주는 도면이다.

한편, 상기 본 고안에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치의 동작 원리를 살펴본다.

먼저, 상기 자동레벨조절기(ALC) 210을 통해 변환된 반송파 신호들이 주파수 변환될 시, 그와 동시에 상기 혼변조 신호 발생기 220으로부터 발생하는 혼변조 왜곡 신호들은, RF단에서 입력된 혼변조 신호들의 주파수 변환 성분들과 같은 주파수 성분을 갖게 된다. 이에, 상기 RF단으로 입력되는 혼변조 신호들의 진폭과 위상을 적절히 조작할 경우, 상기 반송파 신호들의 주파수 변환시 동반되는 혼변조 왜곡 신호들이 상쇄될 수 있게 되는 것이다.

본 고안의 이해를 돕고자 상기 ALC 회로의 구성 및 동작을 첨부된 도 3a 및 3b를 통해 살펴본다.

첨부된 도 3a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 자동레벨조절기(ALC) 210의 구성을 보여주는 도면으로, 상기 도 2a에 있어 도시된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치에 적용되는 자동레벨조절기(ALC) 210 회로의 구성도이다. 그리고 첨부된 도 3b는 상기 도 3a에 있어 도시된 자동레벨조절기(ALC) 210으로 사용되는 비교 및 적분기의 회로 구성도를 보여준다.

상기 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 상기 자동레벨조절기(ALC) 210에 입력된 RF 신호들은 감쇠기와 증폭기를 거쳐 출력되는데, 상기 출력된 신호의 일부가 분기되어 신호 검출기에 인가됨으로써 DC 전압으로 변환된다.

도면상에 있어 검출 전압 V_d 는 상기 ALC 회로 210의 출력단에서 출력시키고자 하는 RF 신호 레벨에 대응하는 검출 전압 V_{ref} 와 비교함으로써 현재 출력 신호 레벨이 목표 신호 레벨보다 작으면 감쇠기의 감쇠량을 줄이므로 출력 신호 레벨을 키우게 된다.

반면, 검출 전압 V_d 가 비교 전압 V_{ref} 보다 클 경우는 감쇠기의 감쇠량을 키우게 되므로 출력 신호 레벨을 줄여서 출력 전력이 일정하게 되도록 한다.

이와 같은 동작 과정을 통하여 검출 전압 V_d 와 비교 전압 V_{ref} 는 같게 된다.

본 고안의 실시예에 따른 상기 자동레벨조절기(ALC) 210 회로의 동작 원리는 하기 수학적 식 1을 통해 설명될

수 있다.

$$V_1 = \left(-\frac{R}{R}\right)V_{ref} = -V_{ref}$$

$$V_2 = \left(-\frac{R}{R}\right)(V_d - V_{ref}) = V_{ref} - V_d$$

$$I = \frac{V_2}{R} = -C \frac{dV_A}{dt}$$

$$V_A = -\frac{1}{RC} \int V_2 dt = -\frac{1}{RC} \int (V_{ref} - V_d) dt$$

상기 자동레벨조절기(ALC) 210 회로에서 상기 수학적 식 1의 원리를 통해 변환된 출력 신호들은 혼변조 신호들을 발생시키는 혼변조 신호 발생기 220으로 인가된다.

상기 혼변조 신호 발생기의 구체적인 회로 구성도는 첨부된 도 4에 도시된 바와 같다.

상기 도 4는 상기 도 2에 있어 도시된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치로 적용되는 혼변조 신호 발생기의 회로 구성도가 된다.

상기 도 4를 참조하면, 상기 혼변조 신호 발생기 220은 혼변조 신호를 발생시키는 MMIC 증폭기 410과 가변 감쇠기 420, 가변 위상변환기 430으로 구성됨을 알 수 있다.

상기 혼변조 발생기 220의 동작을 살펴보면, 상기 혼변조 신호 발생기 220으로 입력된 신호들은 분배기 400에 의해 양분된다. 그리고 상기 양분된 신호들 중 일부는 상기 MMIC 증폭기 410에 인가된다.

상기 MMIC 증폭기 420은 제조자가 제시하는 바이어스 전류와 전압을 인가하면 신호의 증폭 특성을 얻을 수 있게 된다. 따라서, 상기 바이어스 조건을 변화시켜 의도적으로 MMIC의 비선형 특성을 변화시킬 수 있게 된다.

본 고안의 바람직한 실시 예에 따라 제안된 신호 발생기의 경우, 3차 혼변조 신호는 많이 발생시키면서 5차 혼변조 신호는 적게 발생시키는 동작 전압 및 동작 전력을 변화시키도록 한다.

상기 MMIC 증폭기 420을 통해 증폭된 신호들은 가변 감쇠기 420을 거쳐 신호레벨이 변환된다. 변환된 신호들은 신호 합성기 440으로 인가된다.

상기 분배기 400에서 양분된 신호들 중 또 다른 일부는 가변 위상 변환기 430으로 인가되면, 상기 가변 위상 변환기 430을 통해 신호의 위상이 변환된다. 상기 위상 변환된 신호 또한 상기 신호 합성기 440으로 인가된다.

그리고, 상기 가변 감쇠기 420과 가변 위상 변환기 430은 서로 다른 경로의 신호들과 신호 레벨은 같고 역위상이 되도록 조정된다. 그러면 상기 신호 합성기 440의 출력단에서는 혼변조 신호들만 출력되게 된다.

상기 출력된 혼변조 신호들은 상기 가변 감쇠기 420과 가변 위상 변환기 430을 통과하게 되며, 그러한 경우 혼변조 신호들의 진폭과 위상에 변화가 발생된다.

앞서 설명된 바와 같이, 상기 발생된 혼변조 신호들은 최초 분배기 215에 의해 분기된 주 경로의 반송파 신호들과 주파수 합성기 235를 통해 합성될 것이며, 순수 반송파 신호의 경우 혼변조 신호들을 생성하는 보조 경로에서의 시간 지연을 보상하기 위한 군속도 지연용 지연선(Delay Line)을 통과하게 된다.

상기 주파수 합성기 235의 순수 반송파 신호들과 혼변조 신호들이 혼합기 240으로 인가되고, 이는 상기 국부 발진기 250으로부터 발진되어 인가되는 신호들과 합성되어 주파수 하향변환이 일어난다.

상기 국부 발진기 250으로부터 발진된 신호와 상기 반송파 신호들의 합성에 의해 생긴 신호의 혼변조 왜곡 주파수 성분들은 상기 혼변조 신호와 상기 국부 발진기 250으로부터 발진된 신호의 합성에 의해 생긴 신호의 주파수 성분들과 같은 주파수 성분을 갖게 된다. 따라서, 상기 혼변조 신호들의 진폭과 위상을 적절히 조정하여 IF단에서 나타나는 혼변조 왜곡 신호들을 최소화할 수 있게 된다.

결국, 본 고안의 실시를 통해 주파수 혼합기를 구현할 시, 인가되는 국부발진기의 신호 레벨이 큰 혼합기를 사용하면서 주파수 변환하고자 하는 RF 또는 IF 단의 신호레벨을 백-오프(back-off) 하여 설계하는 것이 아니라, 약간의 백-오프(back-off)와 전치왜곡 회로를 더 구비함으로써 3차 혼변조 왜곡 신호들을 제거하도록 한다. 그 결과로서 주파수 혼합기 출력단에서의 C/I비를 개선할 수 있게 된다.

참고로, 본 고안의 실시에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치를 구비한 주파수 혼합기는 이동통신 기지국 등 이동통신 시스템으로 적용가능하며, 그 외 동작 국부 발진 신호 레벨이 큰 주파수 혼합기를 사용하지 않아도 되는 특성이 있다.

이는 국부 발진 신호가 인접 회로에 누설되어 전체 RF 송수신 시스템의 특성에 문제를 일으킬 가능성을 감소시키게 된다.

그리고 RF 신호 레벨을 과도하게 백-오프(Back-off) 하지 않아도 됨으로써 상향 또는 하향된 주파수 신호레벨이 RF 또는 IF 단에서 나타나는 LO 주파수 신호 레벨보다 크게 됨으로써 영상신호제거용 여파기 설계에 부담이 적게 된다.

한편, 앞서 설명된 본 고안의 실시에 따라 제안된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상 장치는 수동 혼합기로 적용되는 상태를 나타내었지만, 통상의 능동 혼합기로도 적용이 가능하게 된다.

특히, 기지국 상하향 주파수 변환 회로에 적용될 시 통신 시스템 성능의 개선이 이루어진다.

첨부된 도 5 및 도 6은, 그리고 도 7a, 도 7b, 도 8a, 도 8b, 도 9는 앞서 설명된 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 주파수 혼합기의 성능을 나타내는 그래프들이 된다. 이들을 참조함으로써 본 고안의 실시예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 주파수 혼합기의 성능을 이하 설명한다.

우선, 본 고안의 실시예에 따라 구현된 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 주파수 혼합기로 2-tone 신호를 일반 주파수 혼합기와 전치 왜곡 혼합기에 각각 인가하고 그 출력 신호들의 혼변조 왜곡 신호성분들을 비교한다.

상기 2-tone 반송파 신호들의 주파수는 각각 1852.5, 1857.5MHz 이고 국부발진기의 주파수는 2015MHz로 하였다. 사용된 혼합기와 국부 발진기는 각각 미합중국 법인 'Mini-circuits'사에서 제공하는 'LRMS-30J'와 'JT0S-2200P'이다.

그리고, 전치 왜곡 회로의 ALC의 출력 레벨은 -4.3dBm/tone이 되도록 하였고, 이 출력 레벨에 의해서 혼변조 신호 발생기에서 발생된 3차 혼변조 신호 레벨은 -37.53dB m/tone이 된다. 이때 5차 혼변조 신호 레벨은 -63.6dBm/tone으로서 3차 혼변조 신호와 5차 혼변조 신호의 레벨 차이를 26dB가 되도록 만들었다.

사용된 상기 MMIC는 미합중국법인 'HP'사의 'MSA-0386'이며, 상기 혼변조 신호 발생기의 출력 특성은 첨부된 도 5에 도시된 바와 같다.

그리고, 위상과 진폭의 변화를 위해 사용된 가변 위상 변환기, 가변 감쇄기의 다이오드는 일본국법인 'Sony'사의 '1T362'와 미합중국법인 'HP'사의 'HSMP-4810'이다.

상기 가변 위상 변환기와 가변 감쇄기 모두 반사 특성을 좋게 하기 위해 반사형 구조를 이용하였으며, 사용된 3dB 하이브리드는 'Anaren'사의 '1A1305-3'이다.

상기 주파수 혼합기로 인가되는 전치왜곡 신호의 특성은 도 6에 도시하였다. 이때 사용된 혼합기의 측정 변환 손실은 8.5dB이며 1dB 출력 압축점은 -7.2dBm이다.

도 7a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치가 사용되지 않은 제1경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프이며, 도 7b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 제1경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프이다.

도 7a 및 도 7b의 IF 출력은 $-20\text{dBm/}\text{tone} (@P_0=-20\text{dBm/}\text{tone})$ 이 된다. 상기 도 7a 및 도 7b를 통해 비교함으로써, 전치 왜곡 방식을 적용하지 않은 혼합기와 전치 왜곡 방식을 적용한 혼합기의 출력 특성을 각각 알 수 있다. 결과로서 $(C/I)_{3rd}$ 가 각각 38.66dB와 60.62dB가 되며, 본 고안에 따른 전치 왜곡 방식이 적용됨으로서 22dB의 개선 효과가 나타남을 알 수 있다.

도 8a는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치가 사용되지 않은 제2경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프이며, 도 8b는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 제2경우의 혼합기 출력 특성의 실 예를 보여주는 그래프이다.

도 8a 및 도 8b의 IF 출력은 $-17\text{dBm/}\text{tone} (@P_0=-17\text{dBm/}\text{tone})$ 이 된다. 이 경우 $(C/I)_{3rd}$ 가 각각 32.72dB와 54.38dB가 되며, 전치 왜곡 방식이 적용됨으로서 21.7dB의 개선 효과가 나타남을 알 수 있다.

첨부된 도 9는 본 고안의 바람직한 실시 예에 따른 전치왜곡 방식을 통한 비선형성 보상장치를 구비한 경우와 그렇지 않은 경우의 비교를 통한 혼변조 왜곡 개선 특성의 실 예를 보여주는 그래프이다.

상기 도 9는 IF단의 출력 레벨이 $-14\text{dBm/}\text{tone} \sim -20\text{dBm/}\text{tone}$ 일 때 전치 왜곡 방식을 적용하지 않은 혼합기와 전치 왜곡 방식을 적용한 혼합기의 혼변조 왜곡 특성을 비교하고, 그에 따른 결과로서의 혼변조 왜곡 개선 정도를 그래프 형태로 나타낸 것이다.

이를 보면, 본 고안에 따른 전치 왜곡 방식이 적용될 경우, 17.15 ~ 21.96dB 정도의 혼변조 왜곡이 개선됨을 알 수 있다.

상기 도 9를 참조하면, 주파수 혼합기의 출력 레벨이 커짐에 따라 개선 효과가 점점 작아짐을 알 수 있다. 이는 주파수 혼합기에 인가되는 RF 전력이 커짐에 따라 3차 혼변조 신호들간의 레벨이 다른 불균일성이 두드러진 반면 혼변조 신호 발생기에서 만들어진 3차 혼변조 신호들은 레벨이 거의 같으므로 RF 입력 전력이 커짐에 따라 혼변조 왜곡 개선 특성이 작아짐에 따른 것이다.

결국, 도 9에 도시된 그래프 형태를 통해, 다이오드의 출력 레벨을 $-20\text{dBm/}\text{tone}$ 이하로 하면서, 본 고안의 실시예에 따른 전치왜곡 방식의 주파수 혼합기를 동작시킨다면 (C/I) 를 60dBc 이하로 만들 수 있게 된다. 이는 통상 이동통신 시스템으로 사용되는 기지국의 주파수 혼합기로 적용될 수 있는 결과가 된다.

한편 본 고안의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 고안의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 고안의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 실용신안등록청구의 범위뿐 만 아니라 이 실용신안등록청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

고안의 효과

따라서, 상술한 바와 같은 본 고안의 실시를 통해, 국부 발진 신호 레벨이 큰 주파수 혼합기를 필요로 하지 않도록 하면서도 통신시스템의 주파수 혼합기에서 발생하는 신호의 왜곡을 제거할 수 있는 효과를

달성한다.

특히, 본 고안의 실시를 통해 국부발진 신호 레벨을 키움에 발생하는 인접 회로로의 신호 누설 문제를 해소할 수 있다.

그리고, 본 고안의 실시를 통해 통신시스템의 주파수 혼합기로부터 발생하는 다수의 원하지 않는 고조파와 혼변조 왜곡 신호들을 발생 문제를 해소할 수 있으며, 특히, 변환 손실이 증가되어 발생하는 변환 신호의 왜곡 문제를 해소할 수 있는 이점이 있다.

또한, 본 고안의 실시를 통해 통신시스템의 $(C/I)_{3rd}$ 비 (Carrier to 3rd order Intermodulation ratio)가 개선되는 효과가 달성된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치에 있어서,
 입력 반송파 신호들을 순수 성분의 신호와 혼변조 왜곡 성분의 신호로 분리하는 분배기와,
 상기 분리된 순수 성분의 신호를 군속도 지연하는 지연선로와,
 상기 분리된 혼변조 왜곡 성분의 신호를 일정 레벨로 변환하여 출력하는 자동레벨조절기(ALC)와,
 반송파 신호 출력단으로 입력된 혼변조 신호들의 주파수 변환 성분들과 같은 주파수 성분의 혼변조 신호를 발생하는 혼변조 신호 발생기와,
 왜곡이 상쇄된 상태의 혼변조 왜곡 신호를 출력에 따라, 상기 레벨 변환된 혼변조 왜곡 성분의 신호와 상기 혼변조 신호 발생기로부터 발생된 혼변조 신호의 진폭과 위상을 적절히 조절하는 주파수변환기와,
 상기 군속도 지연된 신호와 상기 왜곡이 상쇄된 형태의 혼변조 왜곡 신호를 합성하여 상기 주파수 혼합기로 출력하는 합성기로 구성되는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 자동레벨 조절기는,
 입력된 반송파 신호들을 일정 정도 감쇠 및 증폭하여 출력하는 감쇠 및 증폭기와,
 상기 감쇠 및 증폭된 신호 중 분기된 일부의 신호를 DC 전압으로 변환하는 신호검출기와,
 일정한 레벨의 출력 신호 발생을 위해, 상기 변환된 DC 전압과 출력 요구되는 목표 신호간의 레벨 비교 및 그 비교 결과에 따른 상기 감쇠 및 증폭기의 감쇠량 조절을 제어하는 비교 및 적분기로 이루어짐을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 비교 및 적분기는,
 상기 변환된 DC 전압의 레벨이 상기 목표 신호의 레벨보다 더 적은 경우 출력 신호 레벨의 증가에 따른 상기 감쇠기의 감쇠량 감소와, 상기 변환된 DC 전압의 레벨이 상기 목표 신호의 레벨보다 더 큰 경우 출력 신호 레벨의 감소에 따른 상기 감쇠기의 감쇠량 증가를 제어함을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치.

청구항 4

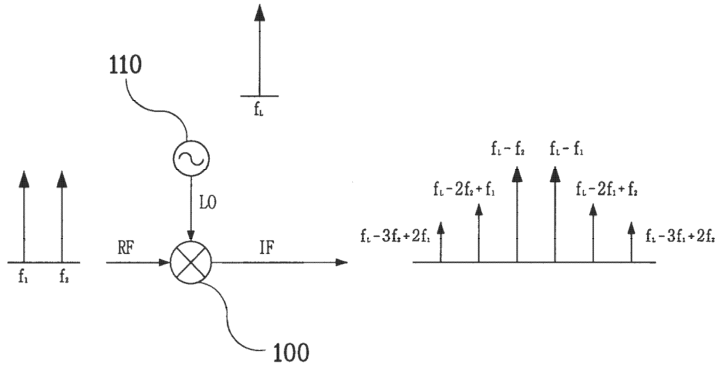
제1항에 있어서, 상기 혼변조신호 발생기는,
 상기 반송파 신호 출력단으로 입력된 혼변조 신호들을 분리하는 분배기와,
 상기 분리된 혼변조 신호에 있어 일부를 증폭하는 증폭기와,
 상기 증폭된 혼변조 신호의 레벨을 적절히 변환하여 출력하는 가변 감쇠기와,
 상기 분리된 혼변조 신호에 있어 또 다른 일부를 적절히 위상 변환하여 출력하는 가변 위상변환기와,
 상기 레벨 변환 및 위상 변환된 혼변조 신호를 합성하여 출력하는 주파수합성기로 이루어짐을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치.

청구항 5

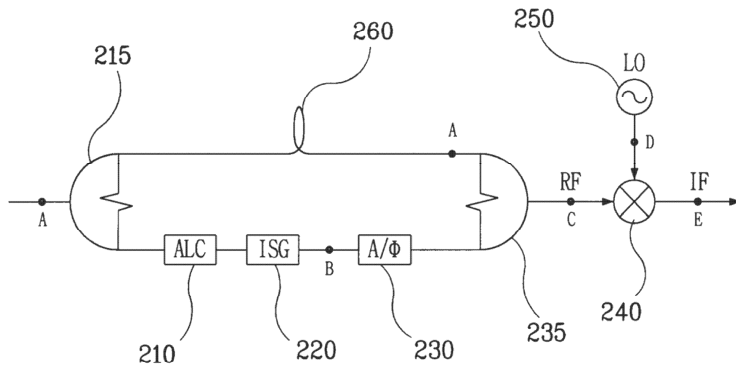
제4항에 있어서, 상기 가변 감쇠기 및 가변 위상 변환기는,
 상기 분리된 혼변조 신호 각각이 신호 레벨은 같으며, 그 위상은 상호 역이 되도록 신호 레벨 및 위상 변환 정도가 적절히 조절됨을 특징으로 하는 주파수 혼합기의 비선형성 보상 장치.

도면

도면1

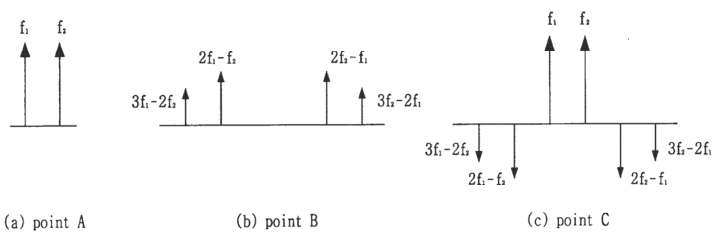


도면2a



ALC : 자동 레벨 조절기
 ISG : 혼변조 신호 발생기
 A/φ : 감쇠기 및 위상 변환기

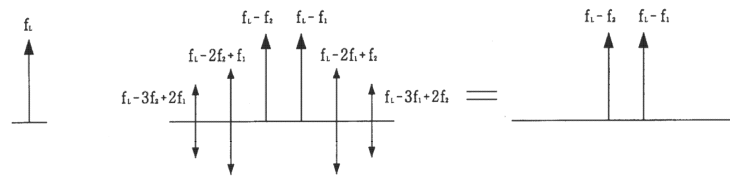
도면2b



(a) point A

(b) point B

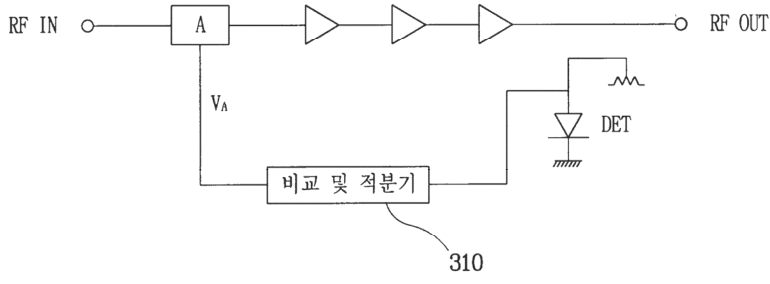
(c) point C



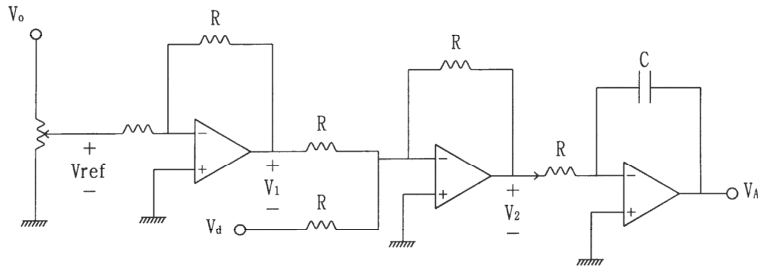
(d) point D

(e) point E

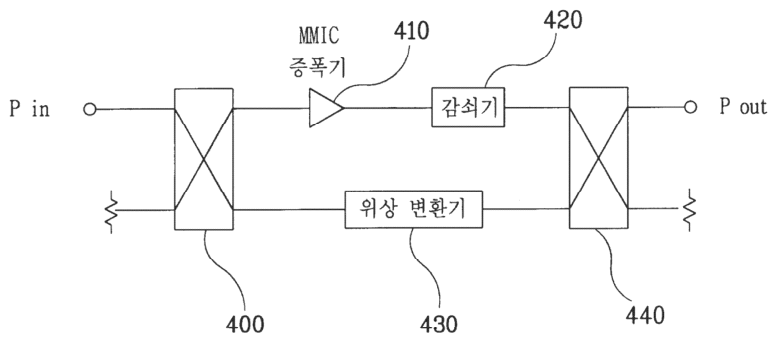
도면3a



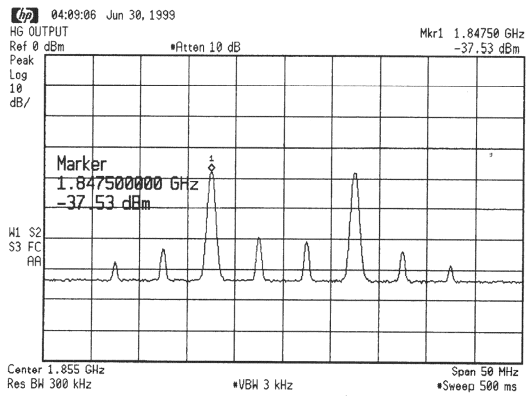
도면3b



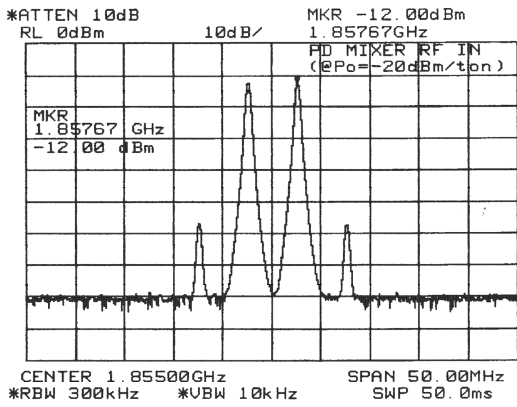
도면4



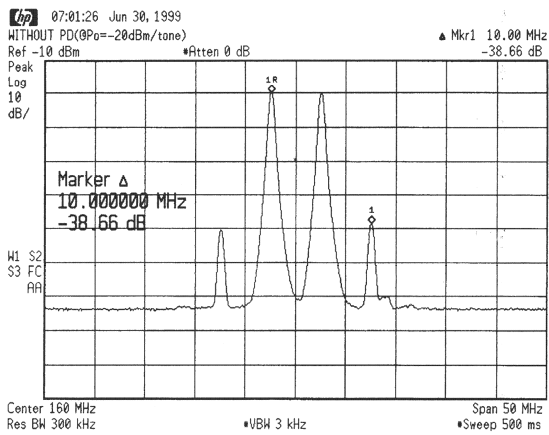
도면5



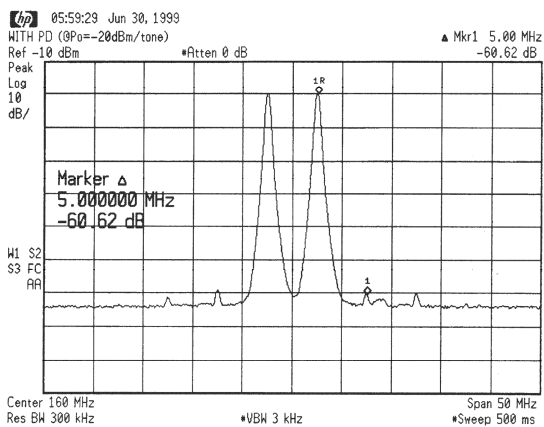
도면6



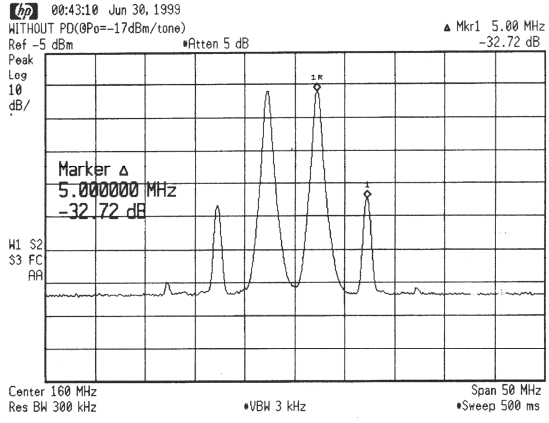
도면7a



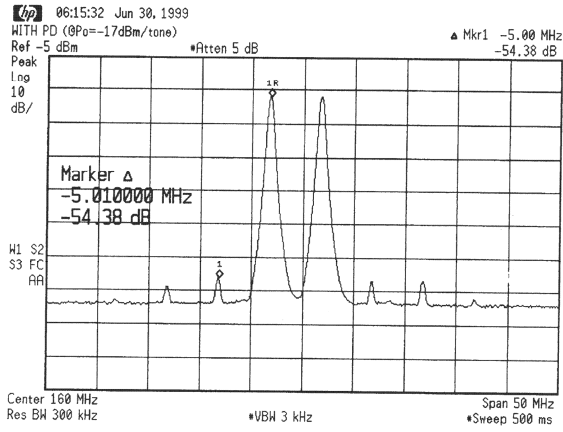
도면7b



도면8a



도면8b



도면9

