

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
H03F 1/32

(45) 공고일자 2005년12월22일
(11) 등록번호 10-0538267
(24) 등록일자 2005년12월15일

(21) 출원번호 10-2004-0002914
(22) 출원일자 2004년01월15일

(65) 공개번호 10-2005-0075118
(43) 공개일자 2005년07월20일

(73) 특허권자 세원텔레텍 주식회사
경기 안양시 동안구 관양2동 881번지

(72) 발명자 김철동
경기도과천시중양동67주공아파트1007-402

정용채
전라북도전주시덕진구덕진1가664-14전북대학교

(74) 대리인 김희소
김봉희

심사관 : 김민수

(54) 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기 및 그 선형화 방법

요약

본 발명은 새로운 적응형 피드포워드 선형화 방식 및 이를 적용한 전력증폭기에 관한 것으로서, 주신호 상쇄루프에서는 각 경로신호가 진폭 및 위상 밸런스를 유지하도록 제어됨으로써 두 개의 주신호 제거기 입력경로신호에 대하여 동일레벨 및 역위상을 얻을 수 있으므로 주신호 제거기 출력포트에서 주신호가 상쇄될 수 있도록 하고, 왜곡신호 상쇄루프에서는 각 경로신호가 고정 이득 및 역위상을 갖도록 제어됨으로써 두 개의 경로왜곡신호에 대하여 동일레벨 및 역위상을 얻을 수 있으므로 왜곡신호가 최종포트에서 상쇄될 수 있도록 하여, 종래의 적응형 선형화 방식과 대비하여 의도적인 신호의 왜곡이나 임의의 파일럿신호가 필요하지 않으며 가변 작동 조건들에 대하여 우수한 전력효율 및 선형성을 갖는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기 및 그 선형화 방법을 제공한다.

대표도

도 1

색인어

아날로그 제어기, 적응형 피드포워드 선형전력증폭기, 선형화 방법

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 블록구성도,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 적용되는 IQ 복조기의 블록구성도,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 적용되는 위상제어기의 구성과 벡터합성특성을 도시한 도면,

도 4는 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 평균출력전력레벨 18.3dBm 에서 주신호의 상쇄결과를 나타낸 도면,

도 5는 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 출력전력레벨 및 운용주파수에 따른 주신호의 상쇄결과를 나타낸 도면,

도 6은 본 발명에 따른 적응형 선형화를 수행한 경우와 수행하지 않은 경우, 평균출력전력레벨 23.38dBm 에서 인접채널 전력비의 개선결과를 비교한 도면,

도 7은 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 증폭기의 출력전력레벨 및 운용주파수에 따른 최종 포트에서의 인접채널전력비의 개선결과를 도시한 도면,

도 8은 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 증폭기에 IS-95 CDMA 3FA를 적용한 경우, 평균출력전력레벨 24.5dBm 에서 인접채널전력비의 개선결과를 나타낸 도면,

도 9는 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 증폭기에 IS-95 CDMA 3FA를 적용한 경우, 출력전력레벨에 따른 최종포트에서의 인접채널전력비의 개선결과를 도시한 도면.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

100: 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 증폭기

105: 입력신호 분배기 110: 제1 가변 감쇄기

115: 제1 가변 위상변환기 120: 메인증폭기

125: 제1 결합기

130: 주신호 제거기 입력경로 시간지연라인

135: 주신호 제거기 140: 제3 가변 위상변환기

145: 온도센서 150: 제2 경로신호 분배기

155: 제2 가변 감쇄기 160: 제2 가변 위상변환기

165: 에러증폭기 170: 주신호 시간지연라인

175: 제2 결합기

205: 주신호 제거기 제1 입력경로신호 분배기

210: 주신호 제거기 제2 입력경로신호 분배기

215: 제1 RF스위치 220: 제1 경로신호 분배기

225, 250, 255, 320: 스위치 230: 제1 전압검출기
 235, 330, 360: 진폭비교기 240: IQ 복조기
 245: 국부발전신호 분배기 260: 위상비교기
 305: 경로왜곡신호 분배기 310: 제4 경로신호 분배기
 315: 제2 RF스위치 325: 제2 전압검출기
 335: 제3 경로신호 분배기 340: 자동레벨제어기
 345: 전력합성기 350: 제3 전압검출기
 355: 위상제어기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 피드포워드 선형전력증폭기에 관한 것으로서, 특히 아날로그 제어기를 이용한 새로운 적응형 피드포워드 선형화 방식 및 이를 적용한 선형전력증폭기에 관한 것이다.

본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방식은 종래의 적응형 선형화 방식과 대비하여 의도적 신호왜곡이나 임의의 파일럿신호를 필요로 하지 않으며, 주신호 상쇄루프에서는 각 경로신호가 진폭 및 위상 밸런스를 유지하도록 제어됨으로써 두 개의 주신호 제거기 입력경로신호에 대하여 동일레벨 및 역위상을 얻을 수 있으므로 주신호 제거기 출력포트에서 주신호가 상쇄될 수 있도록 하고, 왜곡신호 상쇄루프에서는 각 경로신호가 고정 이득 및 역위상을 갖도록 제어됨으로써 두 개의 경로왜곡신호에 대하여 동일레벨 및 역위상을 얻을 수 있으므로 왜곡신호가 최종포트에서 상쇄될 수 있도록 하여, 종래의 적응형 선형화 방식과 대비하여 의도적인 신호의 왜곡이나 임의의 파일럿신호가 필요하지 않으며 가변 작동 조건들에 대하여 우수한 전력효율 및 선형성을 갖는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 제공할 수 있다.

이동 신호 표준의 제3세대(3G; 3Generation, IS-95C 또는 IS-2000)에서는 높은 파고치(Crest Factor)신호를 지원할 수 있는 대단히 높은 선형 송신기가 요구되므로, 전력증폭기 설계에 있어서, 높은 선형성과 높은 전력효율은 대단히 중요하다.

일반적으로, 전력증폭기는 높은 효율 및 높은 출력전력의 방출이 이루어지는 포화영역에 인접한 곳에서 작동하기 때문에 선형성 열화가 매우 중요하다.

따라서, 전력효율 및 선형성 사이에서의 조화가 고려되어야 하는데, 선형화 기술이 전력증폭기의 비선형성을 개선시키는데 있어 유일한 방법이다.

현재, 피드포워드(Feedforward), 부채환(Negative-Feedback), 전치왜곡(Predistortion), LINC(Linear amplification with Nonlinear Components, 비선형 구성요소를 이용한 선형증폭), CALLUM(Combined Analog Locked Loop Universal Modulator, 복합 아날로그 동기루프 범용변조기), EER(Envelope Elimination and Restoration, 포락선 제거 및 복구) 등의 다양한 선형화 방법들이 고안되고 있다.

상기의 다양한 증폭기 선형화기술에 있어서, 피드포워드 선형화 방식은 광 주파수 대역에서 높은 선형성을 제공하는 잠재적인 장점과 이동국 송신기보다 기지국 송신기에서 더 엄격한 비선형 사양으로 인하여 기지국 송신기에 많이 사용되고 있다.

특히, 전력증폭기의 전력효율 및 선형성과 같은 선형화 매개변수들은 온도, 입력전력레벨 및 공급전압 등과 같은 가변적인 작동조건으로 인하여 극적으로 변화하기 때문에, 적응형 제어회로(Adaptive Control Circuitry)는 피드포워드 선형화 방식에 있어서 필수적이다.

이에 따라, 최근에 고정 파일럿 톤 방법(Fixed pilot tone method), 파일럿 톤 호핑 방법(Pilot tone hopping method), 경사법(The gradient method), 고의적 신호섭동법(Intentional signal perturbation method) 등의 적응형 제어방법이 제안되고 있다.

그러나, 이러한 파일럿 톤들을 사용하는 선형전력증폭기들은 파일럿 톤들을 주신호와 함께 인가하기 때문에 메인증폭기에 부담을 주고, 파일럿 톤들의 신호처리 회로가 매우 복잡하게될 뿐만 아니라, 신호처리 시간이 길어져 실시간 제어가 쉽지 않은 문제점이 있다.

따라서, 전력효율 및 선형성 사이의 조화를 고려하여 왜곡신호를 감소시킴으로써 전력증폭기의 비선형성을 개선시키기 위한 새로운 적응형 피드포워드 선형화 방법과 이를 적용한 선형전력증폭기가 요망된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 전력증폭기의 가변적인 작동조건들에 대하여 안정적인 전력효율 및 선형성을 유지할 수 있는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법을 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 전력증폭기의 가변적인 작동조건들에 대하여 안정적인 전력효율 및 선형성을 유지할 수 있도록 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법을 적용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하고, 상기 주경로 및 보조경로 상에 상기 입력신호에 대하여 주신호 상쇄루프 및 왜곡신호 상쇄루프로 이루어지는 두 개의 신호상쇄루프를 구성하여, 전력증폭기에서 증폭된 증폭신호 중, 주신호인 증폭된 입력신호는 상기 주신호 상쇄루프에서 상쇄되도록 하고, 증폭시 생성된 왜곡신호는 상기 왜곡신호 상쇄루프에서 증폭되고, 상쇄되어, 최종출력신호로써 상기 증폭된 입력신호만 남도록 하는 피드포워드 전력증폭기의 비선형성을 온도, 입력전력레벨 및 공급전압의 가변 작동조건에 대응하여 개선한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 있어서,

상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 동일한 레벨로 유지될 수 있도록 상기 주신호 상쇄루프에 제어전압을 인가하며, 상기 두 신호의 위상을 상기 입력신호와 각각 비교한 상대위상데이터를 직류전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 역위상으로 유지될 수 있도록 상기 주신호 상쇄루프에 제어전압을 생성하여 인가하는 주신호 상쇄 아날로그 제어기와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어기로부터 인가되는 제어전압에 따라 상기 주신호 상쇄루프의 입력신호의 레벨 및 위상을 제어하는 가변 감쇄기 및 가변 위상변환기와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어기의 제어에 따라 상기 주신호를 상쇄시키는 주신호 제거기와;

상기 주신호가 제거된 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하고, 상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 에러증폭기로 증폭된 증폭왜곡신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환 및 상호 비교하여, 상기 증폭 왜곡신호의 이득이 고정적으로 유지될 수 있도록 상기 왜곡신호 상쇄루프에 제어전압을 인가하며, 상기 두 신호의 위상을 벡터합성한 결합신호를 신호전압으로 변환하고 이를 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 왜곡신호와 상기 증폭 왜곡신호 간의 위상차이가 일정하게 유지될 수 있도록 상기 왜곡신호 상쇄루프에 제어전압을 생성하여 인가하는 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기로부터 인가되는 제어전압에 따라 상기 왜곡신호 상쇄루프의 왜곡신호의 이득 및 위상을 제어하는 가변 감쇄기 및 가변 위상변환기와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기의 제어에 따라 상기 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여 상기 왜곡신호를 상쇄시키는 결합기로 이루어짐을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 제공한다.

또한, 본 발명에 따른 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 있어서, 상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 제어하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적할 수 있도록, 온도센서에 의해 제어되는 온도보상 위상 추적 아날로그 제어기를 더 구비함을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 제공한다.

또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하고, 상기 주경로 및 보조경로 상에 상기 입력신호에 대하여 주신호 상쇄루프 및 왜곡신호 상쇄루프로 이루어지는 두 개의 신호상쇄루프를 구성하여, 전력증폭기에서 증폭된 증폭신호 중, 주신호인 증폭된 입력신호는 상기 주신호 상쇄루프에서 상쇄되도록 하고, 증폭시 생성된 왜곡신호는 상기 왜곡신호 상쇄루프에서 증폭되고, 상쇄되어, 최종출력신호로써 상기 증폭된 입력신호만 남도록 하는 피드포워드 전력증폭기를 온도, 입력전력레벨 및 공급전압의 가변 작동조건에 대응하여 비선형성을 개선하는 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 선형화 방법에 있어서,

주신호 상쇄 아날로그 제어기를 이용하여 상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 동일한 레벨을 유지하도록 두 신호의 레벨을 제어하며, 상기 두 신호의 위상을 상기 입력신호와 각각 비교한 상대위상데이터를 직류전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 역위상을 유지하도록 두 신호의 위상을 제어하는 주신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어에 따라 상기 주신호를 상쇄시키는 주신호 상쇄단계와;

왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기를 이용하여 상기 주신호가 제거된 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하고, 상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 에러증폭기로 증폭된 증폭왜곡신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환 및 상호 비교하여, 상기 증폭 왜곡신호가 고정이득을 유지하도록 상기 왜곡신호의 레벨을 제어하며, 상기 두 신호의 위상을 백터합성한 결합신호를 신호전압으로 변환하고 이를 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 왜곡신호와 상기 증폭 왜곡신호 간의 위상차이를 일정하게 유지하도록 상기 왜곡신호의 위상을 제어하는 제어전압을 각각 생성하는 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계에 따라 상기 왜곡신호를 상쇄시키는 왜곡신호 상쇄단계로 이루어짐을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법을 제공한다.

또한, 본 발명에 따른 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 선형화 방법에 있어서, 상기 주신호 상쇄단계 수행 후, 상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 온도센서에 의해 제어되는 온도보상 위상추적 아날로그 제어기를 이용하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적토록 하는 온도보상 위상추적단계를 더 구비함을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법을 제공한다.

이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 블록구성도로서, 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기(100)를 상세히 설명한다.

본 발명은 작동조건들을 적응적으로 가변시키기 위하여 회로의 매개변수를 조정함으로써 왜곡신호를 저감시키는 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형화 방법을 제공한다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기(100)는 크게 주신호 상쇄루프(Main signal cancellation Loop, ML)와 왜곡신호 상쇄루프(Distortion signal cancellation Loop, DL)로 구성된다. 주신호 상쇄루프(ML)에 있어서, 전력증폭기의 신호를 입력하기 위하여 두 개의 주신호 제거기 입력경로(SP1, SP2)신호들의 진폭 및 상대 위상이 상호 비교되어, 주신호가 주신호 제거기(135)의 출력포트에서 상쇄될 수 있도록 제어된다.

왜곡신호 상쇄루프(DL)에서, 상기 주신호 제거기(135) 출력포트의 왜곡신호들은 왜곡신호가 최종포트에서 상쇄될 수 있도록 고정 이득 및 위상을 가질 수 있도록 계속하여 제어된다.

일반적으로 피드포워드 선형전력증폭기의 기본적인 구조는 두 개의 신호상쇄루프(ML, DL)로 구성된다. 증폭기 출력 신호들이 증폭된 입력신호 및 왜곡신호의 합이라는 가정 하에, 증폭된 입력신호는 주신호 상쇄루프(ML)에서 상쇄되며, 왜곡신호만을 남기게 된다.

왜곡신호 상쇄루프(DL)에서 왜곡신호는 증폭되고, 피드포워드 선형전력증폭기의 출력포트에서 상쇄되어, 최종 출력신호로써 증폭된 입력신호만을 남기게 된다.

이론적으로는 피드포워드 구조가 완전하게 왜곡 없는 출력신호를 제공할 수 있다 할지라도, 실제적으로 구현 가능한 출력신호는 진폭의 불균형, 루프들을 구성하는 각 경로신호의 위상 및 지연시간에 의존한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 입력신호는 입력신호 분배기(105), 제1 가변 감쇄기(120), 제1 가변 위상변환기(115) 및 메인증폭기(120)를 통과한다. 상기 메인증폭기(140)의 출력포트에서 증폭된 입력신호 및 왜곡신호가 추출되며, 출력신호의 일부는 주신호 제거기(135)와 연결된다.

한편, 상기 입력신호 분배기(105)에서 분배된 입력신호는 주신호 제거기 입력경로 시간지연라인(130)을 경유하여, 상기 주신호 제거기(135)로 연결된다. 상기 주신호 제거기(135)에서 두 개의 지연경로(SP1, SP2)신호들 중 하나는 주신호 제거기 제1 입력경로신호 분배기(205)에 의하여 분배되어 제1 RF스위치(215)를 경유한다. 그리고, 다른 하나의 신호는 주신호 제거기 제2 입력경로신호 분배기(210)에 의해 상기 제1 RF스위치(215)를 경유한다.

상기 제1 RF스위치(215)는 클록신호를 제어하여 상기 두 개의 경로(SP1, SP2) 중 한 개의 경로를 연결할 수 있다. 상기 제1 RF스위치(215)의 출력신호는 제1 경로신호 분배기(220)에 의하여 분배되고, 그 중 하나의 신호는 제1 전압검출기(230)에 의하여 신호전압으로 변환된다.

상기 제1 전압검출기(230)에서 변환된 신호전압은 제1 진폭비교기(235)의 입력포트 중 하나와 연결된다. 만약 상기 제1 RF스위치(215)가 클록신호를 제어하여 다른 경로로 변경하면, 다른 경로의 신호가 신호전압으로 변환된다. 따라서, 이로부터 상기 제1 진폭비교기(235)에서 상기 주신호 제거기(135)에서의 두 개의 경로신호에 대한 진폭 데이터가 얻어진다.

상기 제1 진폭비교기(235)는 상기 주신호 제거기(135)에서 상기 두 개의 경로(SP1, SP1)의 신호전압이 일치될 수 있도록 제1 가변 감쇄기(110)의 제어전압 V_{A1} 을 만든다. 상기 제1 진폭비교기(235)는 반전 증폭기(Inverting Amplifier) 및 연산 증폭기(Operational Amplifier)로 구현되는 적분기(Integrator)로 구성된다.

상기 제1 경로신호 분배기(220)의 다른 출력신호는 IQ(In-phase/Quadrature-phase)복조기(Demodulator)(240)의 RF 포트에 인가되며, 상기 입력신호 분배기(245)로부터 분배된 입력신호의 일부는 상기 IQ복조기(240)의 LO포트에 연결된다.

상기 IQ복조기(240)에서는 LO 및 RF포트의 주파수들이 동일하기 때문에, 상기 IQ복조기(240)의 출력들은 LO 및 RF포트 신호 사이의 상대 위상 데이터를 의미하는 동상(In-phase) 및 직각위상(Quadrature-phase) 직류전압이 된다.

따라서, 제1 RF스위치(215)의 연결경로에 따라 상기 주신호 제거기(135)에서의 두 개의 경로신호의 위상 데이터가 위상 비교기(Phase Comparator)(260)에서 얻어 질 수 있다. 상기 위상비교기(260)는 두 개의 진폭비교기로 구성되며, 상기 주신호 제거기(135)에서 두 개의 경로신호의 위상이 상반될 수 있도록 제1 가변 위상변환기(115)의 제어전압 $V_{\phi 1}$ 을 생성한다.

도 2는 본 발명에 따른 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 적용되는 IQ복조기 및 위상비교기의 블록구성도이다.

도시된 바와 같이, 입력단으로부터 입력되는 입력신호는 상기 IQ복조기(240)의 LO단에, 제1 RF스위치(215)으로부터 입력되는 신호는 RF단에 각각 입력되며, IF단에서 상기 두 입력신호들 간의 상대 위상정보로서 V_I 와 V_Q 가 출력된다.

상기 두 입력신호들 간의 상대 위상정보는 스위치(250) 및 스위치(255)를 거쳐 각각 커패시터 C3 및 C5에 충전된다. 또한, 클럭발생기의 신호값에 따라 주경로 신호의 위상정보가 상기 커패시터 C4 및 C6에 저장된다.

일반적으로, 가변 감쇄기의 위상은 감쇄레벨이 변화될 때 변하지만, 본 발명에서 사용된 감쇄기의 위상변화는 감쇄에 대하여 최소화된다.

본 발명에 따른 상기 제1 가변 감쇄기(110)에는 감쇄기용 PIN 다이오드가 사용되며, 외부개방 스테브 전송라인은 위상 변화를 일으키는 PIN 다이오드의 내부 기생요소들을 보상한다. 특히, 본 발명에 따른 가변 감쇄기는 우수한 반사계수를 위하여 반사형이 사용된다.

한편, 상기 주신호 상쇄루프(ML)의 두 개의 경로신호가 유사한 주파수 스펙트럼을 가지기 때문에 상기 주신호 상쇄루프(ML)에서의 직접 주파수 스펙트럼 비교는 가능하지만, 상기 왜곡신호 상쇄루프(DL)에서는 두 개 경로의 주파수 스펙트럼이 유사하지 않기 때문에 상기 왜곡신호 상쇄루프(DL)에서의 주파수 스펙트럼 비교는 매우 어렵다.

주신호 시간지연라인(170)의 출력포트에서의 신호들은 증폭된 입력신호 및 왜곡신호의 합이지만, 상기 주신호 제거기(135)를 통과하는 신호는 단지 왜곡신호이다. 따라서, 상기 왜곡신호 상쇄루프(DL)에서의 두 개의 경로 신호의 직접 비교는 왜곡신호를 상쇄시키기엔 불가능하다.

그러나, 만약 두 개의 경로왜곡신호의 동일레벨 및 역위상을 얻기 위하여 가변적인 작동 조건에도 불구하고 두 개의 경로신호가 고정 이득 및 위상을 유지할 수 있다면, 왜곡신호는 상쇄될 수 있다.

일반적으로, 지연라인의 삽입손실특징은 거의 상수이지만, 위상특징은 작동온도로 인하여 변한다. 따라서, 온도센서(145)에 의해 제어되는 제3 가변 위상변환기(140)를 이용하여 왜곡신호의 위상은 주경로의 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적한다.

상기 주신호 제거기(135)의 출력포트에서의 신호는 제2 경로신호 분배기(150), 제2 가변 감쇄기(155), 제2 가변 위상변환기(160) 및 에러증폭기(165)를 경유한다. 대개의 증폭 왜곡신호는 제2 결합기(175)와 연결되며, 그 중 일부는 경로왜곡신호 분배기(305)를 거쳐 제4 경로신호 분배기(310)와 연결되고, 자동레벨제어기(ALC; Automatic Level Controller)(340) 및 제2 RF스위치(315)를 경유한다.

상기 제2 결합기(175)는 10dB 커플러(Coupler)로서, 상기 메인증폭기(120) 및 상기 에러증폭기(165)의 출력포트에서의 출력신호를 결합한다.

상기 주신호 제거기(135) 신호 역시 다른 자동레벨제어기(340) 및 상기 제2 RF스위치(315)와 연결된다. 제2 RF스위치(315)의 출력신호는 신호전압으로 변화되며, 상기 신호전압들은 제2 진폭비교기(330)에서 비교된다.

이에 따라, 상기 에러증폭기(165)의 이득이 작동조건에 따라 변하면, 상기 제2 진폭비교기(330)는 고정 이득이 유지될 수 있도록 제2 이득 감쇄기(155)의 감쇄전압 V_{A2} 를 제어한다.

상기 주신호 제거기(135) 및 상기 에러증폭기(165)의 출력신호의 일부는 자동레벨제어기(340)를 통과하며, 전력합성기(345)에서 벡터합성되어, 제3 전압검출기(350)에서 검출전압으로 변환된다. 상기 자동레벨제어기(340)가 저 위상변환 감쇄기 및 검출기로 구성되기 때문에, 자동레벨제어 프로세스에서는 위상변화가 거의 없다.

상기 전력합성기(345)에서의 결합신호의 레벨은 입력신호 사이의 위상차이 만큼 다르다. 따라서, 결합신호의 검출전압 역시 다르다. 즉, 검출전압은 입력 및 출력신호 사이에서의 위상차이를 나타낸다. 만약, 제3 진폭비교기(360)가 검출전압과 고정전압을 비교하고, 제2 가변 위상변환기(160)의 전압 $V_{\Phi 2}$ 를 제어한다면, 증폭 왜곡경로의 위상은 일정하게 유지된다.

도 3에 본 발명의 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 적용되는 위상제어기(355)의 제어기법을 도시하였다.

도시된 바와 같이, 같은 주파수 성분을 갖는 RF신호들이 동위상 전력합성기(345)에서 벡터적으로 합성되며, 벡터합성에 의하여 출력되는 결합신호는 제3 전압검출기(350)에서 DC값으로 변환 출력된다.

즉, 상기 전력합성기(345)의 입력단에 인가되는 동일 진폭의 RF신호들의 상대 위상차가 0이면 한 입력단에서 인가된 신호 진폭의 2배로 출력되며, RF신호들의 상대적 위상차가 180이면 출력되는 신호가 없게 된다. 따라서, 입력되는 동일진폭의 RF신호들의 상대 위상차가 이면 상기 전력합성기(345)는 입력되는 RF신호들이 벡터적으로 합성된 신호를 출력하게 된다.

본 발명의 선형화 방법의 정당성을 확인하기 위하여, IMT-1350 기지국 전송대역에서 작동하는 프로토타입 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 제조하였다. 상기 메인증폭기(140)의 라인-업은 Mini-Circuits의 ERA-5SM과 Motorola의 MHL-21336이고, 상기 메인증폭기(140)의 이득 및 P_{1dB} 는 $47 \pm 0.1dB$ 및 $34.7dBm$ 이다.

상기 에리증폭기(350)의 라인-업은 두 개의 ERA-5SM 및 Motorola의 MHL-21336이고, 이득은 $53 \pm 0.1dB$ 이다. 저 위상변환 가변 감쇄기는 20dB의 동작 입력 레벨 변화에 대하여 $\pm 0.15^\circ$ 미만의 위상 변화를 일으킨다.

사용된 PIN 다이오드는 HP의 HSMP-4810이고, 가변 위상변환기는 우수한 반사특성을 위하여 반사형으로 구현되며, 12V의 동작 전압 변화에 의해 55° 의 위상 변화를 얻는다. 사용된 벡터 다이오드(Varactor Diode)는 Sony의 1T362이다.

또한, 중심주파수가 2140MHz인 IS-95 CDMA 3FA 기지국 전송신호가 입력신호로써 사용되는데, 도 4에 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 평균 출력전력레벨 18.3dBm에서 주신호의 상쇄결과를 나타내었다.

또한, 도 5는 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 출력전력레벨 및 운용주파수에 따른 주신호의 상쇄결과를 나타낸 도면으로서, 평균 출력전력범위 15.2~25.6dBm에 대하여 19.4~34.1dB의 주신호 상쇄가 얻어진다. 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기를 이용하여 20.8dB의 인접채널전력비가 개선되었다.

또한, 도 6은 본 발명에 따른 적응형 선형화를 수행한 경우와 수행하지 않은 경우, 평균 출력전력레벨 23.38dBm에서 인접채널전력비의 개선결과를 비교한 도면이고, 도 7은 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 출력전력레벨 및 운용주파수에 따른 최종포트에서의 인접채널전력비의 개선결과를 도시한 도면으로서, 도시된 바와 같이 인접채널전력비가 6~20.8dB 개선되었으며, 작동주파수가 2130MHz 및 2150MHz로 변할 때, 유사한 주신호 상쇄 및 인접채널전력비의 개선특징이 얻어진다.

역시, 1.25MHz 스페이싱을 갖는 IS-95 CDMA 3FA는 중앙 주파수가 2140MHz인 곳에서 피드포워드 선형전력증폭기로 테스트한 결과, 인접채널전력비 개선은 평균 출력전력 24.6dBm에서 21dB이고, 출력전력범위에 대하여 인접채널전력비 개선은 5.6~21.4dB이며, 이를 도 8 및 도 9에 도시하였다.

도 8은 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 IS-95 CDMA 3FA를 적용한 경우, 평균 출력전력레벨 24.5dBm에서 인접채널전력비의 개선결과를 나타낸 도면이고, 도 9는 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 IS-95 CDMA 3FA를 적용한 경우, 출력전력레벨에 따른 최종포트에서의 인접채널전력비의 개선결과를 도시한 도면이다.

상술한 바와 같이, 본 발명은 주신호 상쇄루프의 주신호 제거기에서 두 개의 경로신호의 진폭 및 위상이 비교되고, 주신호를 상쇄시키기 위하여 상기 두 개의 경로신호가 상호 제어된다. 왜곡신호 상쇄루프에서는 각 경로의 이득 및 위상이 일정하게 유지되도록 제어되며, 이에 따라 두 개의 경로왜곡신호의 동일레벨 및 역위상이 얻어진다.

따라서, 본 발명은 전력증폭기의 가변적인 작동조건들에 대하여 안정적인 전력효율 및 선형성을 유지할 수 있는 새로운 아날로그 제어 적응형 피드포워드 증폭 선형화기 및 이를 적용한 전력증폭기를 제공한다.

또한, 본 발명에서는 전력증폭기 출력단 분배기를 10dB로 실험하였지만, 본 발명의 다른 실시 예에서 루즈-커플링(Loose-Coupling) 분배기가 적용된다면, 본 발명에 따른 아날로그 제어 적응형 피드포워드 증폭 선형화 방법은 고전력 증폭기에 적용될 수 있다.

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

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 전력효율 및 선형성 사이의 조화를 고려하여 왜곡신호를 감소시킴으로써 전력증폭기의 비선형성을 개선시킬 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 전력증폭기의 가변적인 작동조건들에 대하여 안정적인 전력효율 및 선형성을 유지할 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하고, 상기 주경로 및 보조경로 상에 상기 입력신호에 대하여 주신호 상쇄루프 및 왜곡신호 상쇄루프로 이루어지는 두 개의 신호상쇄루프를 구성하여, 전력증폭기에서 증폭된 증폭신호 중, 주신호인 증폭된 입력신호는 상기 주신호 상쇄루프에서 상쇄되도록 하고, 증폭시 생성된 왜곡신호는 상기 왜곡신호 상쇄루프에서 증폭되고, 상쇄되어, 최종출력신호로써 상기 증폭된 입력신호만 남도록 하는 피드포워드 전력증폭기의 비선형성을 온도, 입력 전력레벨 및 공급전압의 가변 작동조건에 대응하여 개선한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 있어서,

상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 동일한 레벨로 유지될 수 있도록 상기 주신호 상쇄루프에 제어전압을 인가하며, 상기 두 신호의 위상을 상기 입력신호와 각각 비교한 상대위상데이터를 직류전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 역위상으로 유지될 수 있도록 상기 주신호 상쇄루프에 제어전압을 생성하여 인가하는 주신호 상쇄 아날로그 제어기와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어기로부터 인가되는 제어전압에 따라 상기 주신호 상쇄루프의 입력신호의 레벨 및 위상을 제어하는 가변 감쇄기 및 가변 위상변환기와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어기의 제어에 따라 상기 주신호를 상쇄시키는 주신호 제거기와;

상기 주신호가 제거된 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하고, 상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 에러증폭기로 증폭된 증폭왜곡신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환 및 상호 비교하여, 상기 증폭 왜곡신호의 이득이 고정적으로 유지될 수 있도록 상기 왜곡신호 상쇄루프에 제어전압을 인가하며, 상기 두 신호의 위상을 벡터합성한 결합신호를 신호전압으로 변환하고 이를 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 왜곡신호와 상기 증폭 왜곡신호 간의 위상차이가 일정하게 유지될 수 있도록 상기 왜곡신호 상쇄루프에 제어전압을 생성하여 인가하는 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기로부터 인가되는 제어전압에 따라 상기 왜곡신호 상쇄루프의 왜곡신호의 이득 및 위상을 제어하는 가변 감쇄기 및 가변 위상변환기와;

상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 제어하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적할 수 있도록, 온도센서에 의해 제어되는 온도보상 위상추적 아날로그 제어기와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기의 제어에 따라 상기 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여 상기 왜곡신호를 상쇄시키는 결합기로 이루어짐을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하는 입력신호 분배기와, 상기 주경로로 분배된 입력신호의 레벨을 조정하는 제1 가변 감쇄기, 상기 주경로로 분배된 입력신호의 위상을 조정하는 제1 가변 위상변환기, 상기 주경로로 분배된 입력신호를 원하는 출력레벨까지 증폭하는 메인증폭기, 상기 보조경로로 분배된 입력신호를 소정 지연하는 보조경로 시간지연라인, 상기 메인증폭기에서 출력된 증폭신호의 일부를 제1 주신호 제거기 입력경로를 통하여 입력받고, 상기 보조경로로 분배된 입력신호를 제2 주신호 제거기 입력경로를 통하여 입력받아서 상기 증폭신호에서 주신호인 증폭된 입력신호만을 상쇄시키는 주신호 제거기를 구비하여 상기 증폭신호에서 왜곡신호만을 출력하는 주신호 상쇄루프와, 상기 주신호 제거기에서 출력되는 상기 왜곡신호의 레벨을 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호의 레벨과 동일하게 조정하는 제2 가변 감쇄기, 상기 왜곡신호의 위상을 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호의 역위상으로 조정하는 제2 가변 위상변환기, 상기 레벨 및 위상이 조정된 왜곡신호를 상기 메인증폭기의 증폭레벨까지 증폭하는 에러증폭기, 상기 주경로의 증폭신호를 소정 지연하는 주경로 시간지연라인을 구비하고, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호와 동일레벨 및 역위상을 갖도록 레벨 및 위상이 조정된 상기 보조경로의 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호를 상쇄시키고, 증폭된 입력신호만을 최종 출력하는 왜곡신호 상쇄루프를 구비하는 적응형 피드포워드 선형전력증폭기에 있어서,

상기 제1 및 제2 주신호 제거기 입력경로로 입력되는 상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호를 각각 분배하는 주신호 제거기 제1 및 제2 입력경로신호 분배기와;

상기 두 신호를 검출하고 각각 신호전압으로 변환하는 제1 전압검출기와;

상기 두 신호의 진폭을 비교하여, 상기 두 신호의 신호전압이 일치되도록 상기 제1 가변 감쇄기를 제어하는 제어전압을 생성하는 제1 진폭비교기와;

상기 입력신호 분배기에서 분배된 입력신호를 국부발전신호로 입력받고, 상기 주신호 제거기 제1 및 제2 입력경로신호 분배기로부터 인가되는 신호를 무선신호로 입력받아 상기 두 신호 간의 상대 위상 데이터를 직류전압으로 변환하는 IQ복조기와;

상기 두 신호의 위상을 비교하여, 상기 두 신호의 위상이 서로 역위상이 되도록 상기 제1 가변 위상변환기를 제어하는 제어전압을 생성하는 제1 위상비교기와;

상기 제1 진폭비교기 및 상기 제1 위상비교기의 제어에 따라 레벨 및 위상이 조정된 상기 주신호를 상쇄시켜, 상기 증폭신호에서 왜곡신호만을 출력하는 주신호 제거기와;

상기 보조경로 상에 구비되어, 상기 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하는 경로신호 분배기와;

상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 상기 에러증폭기에 의해 증폭된 증폭왜곡신호의 일부를 추출하고, 이를 각각 신호전압으로 변환하는 제2 전압검출기와;

상기 두 신호의 진폭을 비교하여, 상기 에러증폭기의 이득이 작동조건에 따라 변동할 시에도 상기 증폭왜곡경로로 분배된 왜곡신호의 이득이 일정하게 유지될 수 있도록 상기 제2 가변 감쇄기를 제어하는 제어전압을 생성하는 제2 진폭비교기와;

상기 두 신호를 상기 두 신호간의 상대 위상차에 따라 벡터합성하여 신호전압으로 변환하는 위상제어기와;

상기 위상제어기에서 변환된 신호전압을 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 증폭왜곡경로로 분배된 왜곡신호의 위상이 일정하게 유지될 수 있도록 상기 제2 가변 위상변환기를 제어하는 제어전압을 생성하는 제3 진폭비교기와;

상기 제2 진폭비교기 및 상기 제3 진폭비교기의 제어에 따라 레벨 및 위상이 조정된 상기 보조경로의 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호를 상쇄시키고, 증폭된 입력신호만을 최종 출력하도록 하는 결합기와;

상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 제어하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적할 수 있도록, 온도센서에 의해 제어되는 제3 가변 위상변환기로 구성됨을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형전력증폭기.

청구항 4.

삭제

청구항 5.

입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하고, 상기 주경로 및 보조경로 상에 상기 입력신호에 대하여 주신호 상쇄루프 및 왜곡신호 상쇄루프로 이루어지는 두 개의 신호상쇄루프를 구성하여, 전력증폭기에서 증폭된 증폭신호 중, 주신호인 증폭된 입력신호는 상기 주신호 상쇄루프에서 상쇄되도록 하고, 증폭시 생성된 왜곡신호는 상기 왜곡신호 상쇄루프에서 증폭되고, 상쇄되어, 최종출력신호로써 상기 증폭된 입력신호만 남도록 하는 피드포워드 전력증폭기를 온도, 입력전력레벨 및 공급전압의 가변 작동조건에 대응하여 비선형성을 개선하는 적응형 피드포워드 선형전력증폭기의 선형화 방법에 있어서,

주신호 상쇄 아날로그 제어기를 이용하여 상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 동일한 레벨을 유지하도록 두 신호의 레벨을 제어하며, 상기 두 신호의 위상을 상기 입력신호와 각각 비교한 상대위상데이터를 직류전압으로 변환하고 상호 비교하여, 상기 두 신호가 역위상을 유지하도록 두 신호의 위상을 제어하는 주신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 주신호 상쇄 아날로그 제어에 따라 상기 주신호를 상쇄시키는 주신호 상쇄단계와;

왜곡신호 상쇄 아날로그 제어기를 이용하여 상기 주신호가 제거된 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하고, 상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 에러증폭기로 증폭된 증폭왜곡신호의 진폭을 각각 신호전압으로 변환 및 상호 비교하여, 상기 증폭 왜곡신호가 고정이득을 유지하도록 상기 왜곡신호의 레벨을 제어하며, 상기 두 신호의 위상을 벡터합성한 결합신호를 신호전압으로 변환하고 이를 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 왜곡신호와 상기 증폭 왜곡신호 간의 위상차이를 일정하게 유지하도록 상기 왜곡신호의 위상을 제어하는 제어전압을 각각 생성하는 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계에 따라 상기 왜곡신호를 상쇄시키는 왜곡신호 상쇄단계로 이루어짐을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 주신호 상쇄단계 수행 후,

상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 온도센서에 의해 제어되는 온도보상 위상추적 아날로그 제어기를 이용하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적토록 하는 온도보상 위상추적단계를 더 구비함을 특징으로 하는 아날로그 제어기를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법.

청구항 7.

입력신호를 주경로 및 보조경로로 분배하는 입력신호 분배기와, 상기 주경로로 분배된 입력신호의 레벨을 조정하는 제1 가변 감쇄기, 상기 주경로로 분배된 입력신호의 위상을 조정하는 제1 가변 위상변환기, 상기 주경로로 분배된 입력신호를 원하는 출력레벨까지 증폭하는 메인증폭기, 상기 보조경로로 분배된 입력신호를 소정 지연하는 보조경로 시간지연라인, 상기 메인증폭기에서 출력된 증폭신호의 일부를 제1 주신호 제거기 입력경로를 통하여 입력받고, 상기 보조경로로 분배된 입력신호를 제2 주신호 제거기 입력경로를 통하여 입력받아서 상기 증폭신호에서 주신호인 증폭된 입력신호만을 상쇄시키는 주신호 제거기를 구비하여 상기 증폭신호에서 왜곡신호만을 출력하는 주신호 상쇄루프와, 상기 주신호 제거기에서 출력되는 상기 왜곡신호의 레벨을 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호의 레벨과 동일하게 조정하는 제2 가변 감쇄

기, 상기 왜곡신호의 위상을 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호의 역위상으로 조정하는 제2 가변 위상변환기, 상기 레벨 및 위상이 조정된 왜곡신호를 상기 메인증폭기의 증폭레벨까지 증폭하는 에러증폭기, 상기 주경로의 증폭신호를 소정 지연하는 주경로 시간지연라인을 구비하고, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호와 동일레벨 및 역위상을 갖도록 레벨 및 위상이 조정된 상기 보조경로의 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호를 상쇄시키고, 증폭된 입력신호만을 최종 출력하는 왜곡신호 상쇄루프를 구비하여 전력증폭기를 선형화시키는 적응형 피드포워드 선형화 방법에 있어서,

상기 제1 및 제2 주신호 제거기 입력경로로 입력되는 상기 주경로의 증폭신호와 상기 보조경로의 입력신호를 각각 분배하고,

제1 전압검출기를 이용하여 상기 두 신호를 각각 신호전압으로 변환하고, 상기 두 신호의 진폭을 비교하여, 상기 두 신호의 신호전압이 일치되도록 상기 제1 가변 감쇄기를 제어하는 제어전압을 생성하며,

상기 입력신호 분배기에서 분배된 입력신호를 IQ복조기의 국부발진신호로 입력받아서, 상기 두 신호 간의 상대 위상 데이터를 직류전압으로 변환하고, 상기 두 신호의 위상을 비교하여, 상기 두 신호의 위상이 서로 역위상이 되도록 상기 제1 가변 위상변환기를 제어하는 제어전압을 생성하는 주신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 주신호 제거기에서 상기 주신호 상쇄 아날로그 제어에 따라 레벨 및 위상이 조정된 상기 주신호를 상쇄시켜, 상기 증폭신호에서 왜곡신호만을 출력하는 주신호 상쇄단계와;

상기 보조경로상에 경로신호 분배기를 구비하여 상기 왜곡신호를 증폭왜곡신호 보상경로와 증폭왜곡경로로 분배하고,

제2 전압검출기를 이용하여 상기 증폭왜곡신호 보상경로로 분배된 왜곡신호와 상기 증폭왜곡경로에서 상기 에러증폭기에 의해 증폭된 증폭왜곡신호의 일부를 추출하여 이를 각각 신호전압으로 변환하고, 상기 두 신호의 진폭을 비교하여, 상기 에러증폭기의 이득이 작동조건에 따라 변동할 시에도 상기 증폭왜곡경로로 분배된 왜곡신호의 이득이 일정하게 유지될 수 있도록 상기 제2 가변 감쇄기를 제어하는 제어전압을 생성하며,

위상제어기 및 제3 전압검출기를 이용하여 상기 두 신호를 상기 두 신호간의 상대 위상차에 따라 벡터합성하여 신호전압으로 변환하고, 이를 고정전압과 진폭 비교하여, 상기 증폭왜곡경로로 분배된 왜곡신호의 위상이 일정하게 유지될 수 있도록 상기 제2 가변 위상변환기를 제어하는 제어전압을 생성하는 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계와;

상기 왜곡신호 상쇄 아날로그 제어단계에 따라 레벨 및 위상이 조정된 상기 보조경로의 왜곡신호를 상기 주경로에 결합하여, 상기 주경로의 증폭신호에 포함된 왜곡신호를 상쇄시키고, 증폭된 입력신호만을 최종 출력하는 왜곡신호 상쇄단계로 이루어짐을 특징으로 하는 아날로그 제어를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법.

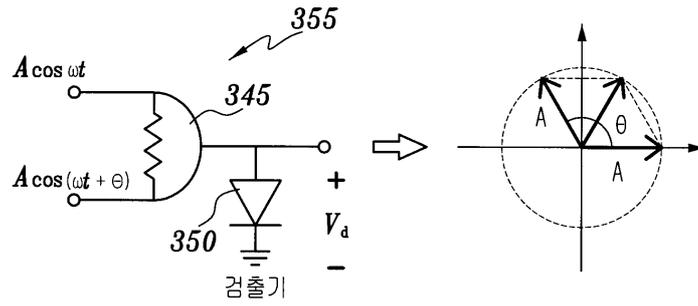
청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 주신호 상쇄 아날로그 제어단계 수행 후,

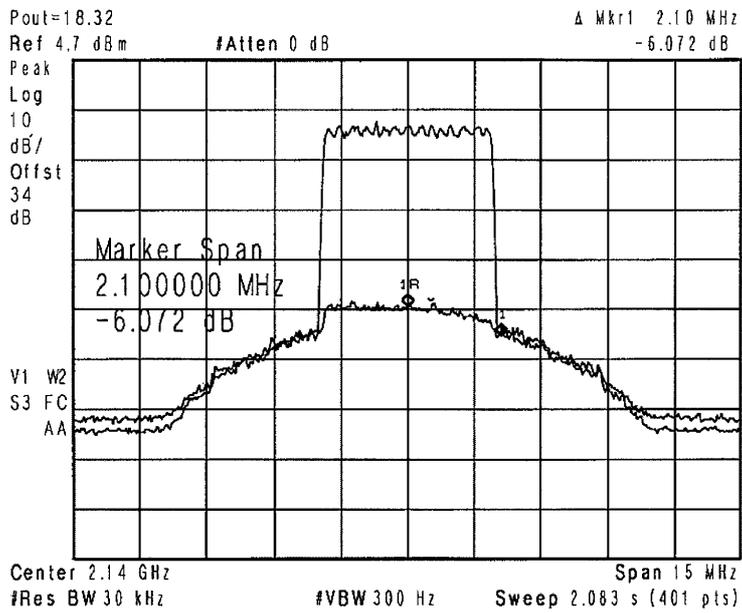
상기 주신호가 제거된 상기 왜곡신호의 위상을 온도센서에 의해 제어되는 온도보상 위상추적 아날로그 제어를 이용하여, 상기 주경로의 증폭신호 중 왜곡신호가 가지는 역위상을 추적토록 하는 온도보상 위상추적단계를 더 구비함을 특징으로 하는 아날로그 제어를 이용한 적응형 피드포워드 선형화 방법.

도면

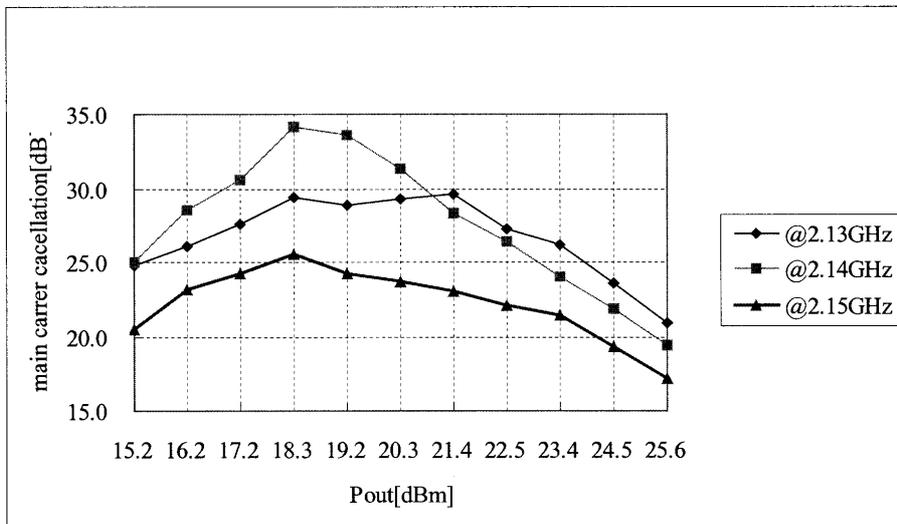
도면3



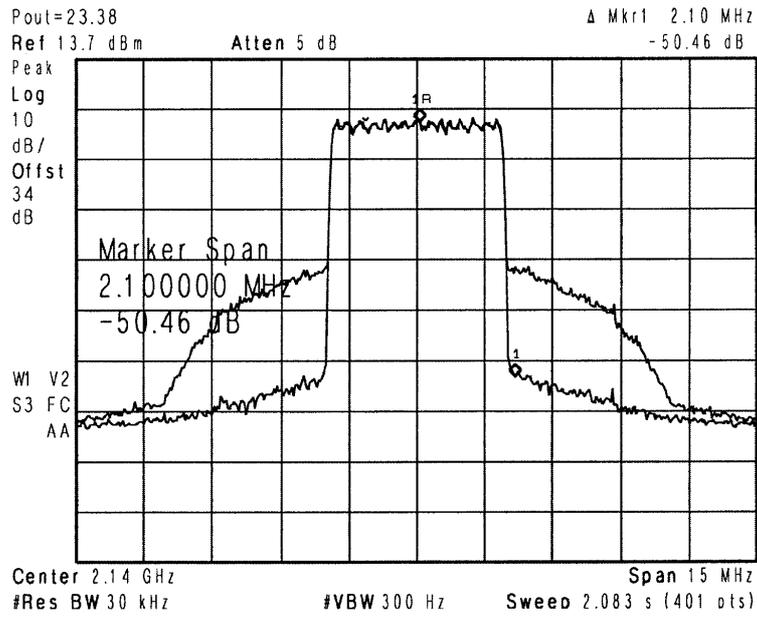
도면4



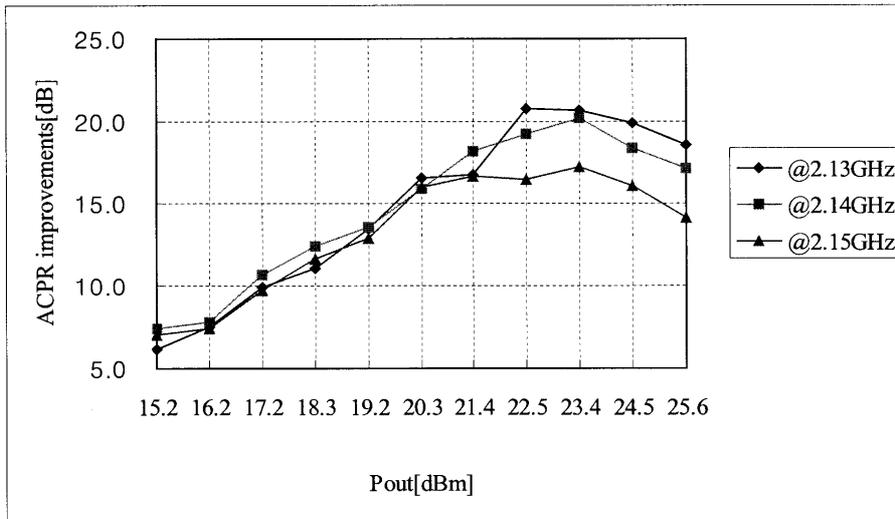
도면5



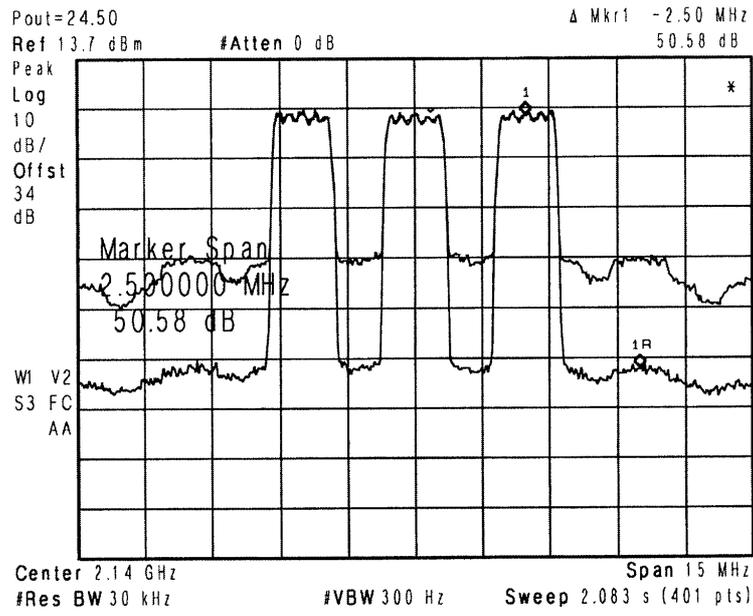
도면6



도면7



도면8



도면9

