



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년03월10일  
 (11) 등록번호 10-1715422  
 (24) 등록일자 2017년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H03F 1/32 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-7029208  
 (22) 출원일자(국제) 2010년05월07일  
 심사청구일자 2014년07월15일  
 (85) 번역문제출일자 2011년12월06일  
 (65) 공개번호 10-2012-0026527  
 (43) 공개일자 2012년03월19일  
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/056300  
 (87) 국제공개번호 WO 2010/128160  
 국제공개일자 2010년11월11일  
 (30) 우선권주장  
 12/436,966 2009년05월07일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20060232332 A1\*  
 KR1020050108024 A  
 KR1020060026480 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**블랙베리 리미티드**  
 캐나다, 온타리오 엔2케이 0에이7, 워털루, 유니  
 버시티 애비뉴 이스트 2200  
 (72) 발명자  
**데이비스, 도리안**  
 영국 씨엠23 1다이 허트포드셔 비숍스 스토포드  
 매누덴 더 스트리트 그로브 카티지 4  
 (74) 대리인  
**김태홍, 김진희**

전체 청구항 수 : 총 13 항

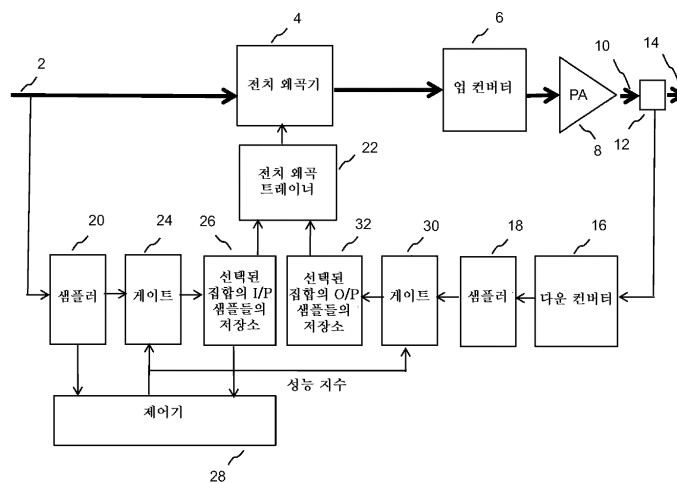
심사관 : 오성환

**(54) 발명의 명칭 무선 주파수 전력 증폭기에 대한 전치 왜곡**

**(57) 요약**

전치 왜곡기로의 입력에서 신호를 샘플링해서 복수의 입력 샘플들을 생성하고, 증폭기의 출력에서 신호를 샘플링 해서 복수의 출력 샘플들을 생성하며 - 상기 복수의 출력 샘플들 각각은 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나에 대응함 -, 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상에 기반하여, 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상에 대한 성능 지수(a figure of merit)를 계산하고, 상기 계산된 성능 지수에 기반하여, 상기 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플들로 선택적으로 갱신하여, 갱신된 선택된 세트를 생성하며, 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들 및 대응 출력 샘플들에 기반하여, 전치 왜곡기의 계수들을 결정함으로써, 무선 주파수 증폭기에 의해 증폭된 신호의 왜곡을 정정하기 위해 전치 왜곡기의 계수들이 결정된다.

**대표도**



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

신호의 왜곡의 정정을 위해 전치 왜곡기(pre-distorter)의 계수들을 결정하는 방법으로서, 상기 왜곡은 시스템의 무선 주파수 증폭기에 의해 도입되고, 상기 시스템은 상기 전치 왜곡기, 상기 증폭기, 상기 증폭기에 입력된 상기 신호를 샘플링하기 위한 제1 샘플러, 및 상기 증폭기로부터 출력될 때 상기 신호를 샘플링하기 위한 제2 샘플러를 포함하는 것인, 상기 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법에 있어서,

상기 제1 샘플러를 사용해서 상기 신호를 샘플링함으로써, 복수의 입력 샘플들을 생성하는 단계;

상기 제2 샘플러를 사용해서 복수의 출력 샘플들을 샘플링하는 단계 - 상기 복수의 출력 샘플들 각각은 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나의 입력 샘플에 대응함 -;

상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상의 입력 샘플 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 포함하는 일 세트의 입력 샘플들의 주파수 스펙트럼인 제 1 주파수 스펙트럼과 제 2 주파수 스펙트럼의 비교에 기반하여, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수(figure of merit)를 계산하는 단계;

상기 계산된 성능 지수에 기반하여, 상기 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플로 선택적으로 갱신하여, 갱신된 선택된 세트를 생성하는 단계; 및

상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들 및 대응 출력 샘플들 중 적어도 일부에 기반하여, 상기 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 단계

를 포함하는, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수를 계산하는 단계는, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플의 진폭에 추가적으로 기반하는 것인, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수를 계산하는 단계는, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플의 샘플링 시간에 추가적으로 기반하는 것인, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제 2 주파수 스펙트럼은 상기 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들의 주파수 스펙트럼인, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 비교는 상기 제 1 주파수 스펙트럼의 평탄도(flatness)와 상기 제 2 주파수 스펙트럼의 평탄도의 비교를 포함하는, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 제1 샘플러는 상기 전치 왜곡기에 입력된 신호를 샘플링하기 위한 제1 샘플링 부, 및 상기 전치 왜곡기로부터 출력될 때 신호를 샘플링하기 위한 제2 샘플링 부를 포함하고, 상기 복수의 입력 샘플들은 복수의 제 1 입력 샘플들 및 복수의 추가 입력 샘플들을 포함하고, 상기 방법은,

상기 제1 샘플링 부를 사용해서 상기 신호를 샘플링함으로써, 상기 복수의 제1 입력 샘플들을 생성하는 단계; 및

상기 제2 샘플링 부를 사용해서 상기 신호를 샘플링함으로써, 상기 복수의 추가 입력 샘플들을 생성하는 단계  
 - 상기 복수의 추가 입력 샘플들 각각은 상기 복수의 제1 입력 샘플들 중 하나의 입력 샘플에 대응함 -;

상기 제 1 주파수 스펙트럼을 가지는 상기 일 세트의 입력 샘플들은 이전에 선택된 세트의 제 1 입력 샘플들 및 상기 복수의 제 1 입력 샘플들 중 하나 이상을 포함하는 세트이고,

상기 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 단계는 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 출력 샘플들 및 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 복수의 추가 입력 샘플들 중 하나 이상에 기반하는, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법.

**청구항 7**

제어기로 하여금 제1항의 방법을 실행하게 하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 코드로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 8**

결정된 계수들을 사용해서 신호의 왜곡을 정정하기 위한 전치 왜곡기를 포함하는 송신 체인(transmit chain)으로서, 상기 왜곡은 무선 주파수 증폭기로 인한 것인, 상기 송신 체인에 있어서,

상기 증폭기에 입력된 신호를 샘플링함으로써, 복수의 입력 샘플들을 생성하도록 구성된 제1 샘플러;

상기 증폭기로부터 출력될 때 신호를 샘플링함으로써, 복수의 출력 샘플들을 생성하도록 구성된 제2 샘플러 - 상기 복수의 출력 샘플들 각각은 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나의 입력 샘플에 대응함 -; 및

상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상의 입력 샘플 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 포함하는 일 세트의 입력 샘플들의 주파수 스펙트럼인 제 1 주파수 스펙트럼과 제 2 주파수 스펙트럼의 비교에 기반하여, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수를 계산하도록 구성된 제어기를 더 포함하고,

상기 제어기는 또한, 상기 계산된 성능 지수에 기반하여, 상기 이전에 선택된 세트를 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플로 선택적으로 갱신하여, 갱신된 선택된 세트를 생성하도록 구성되고,

상기 제어기는 또한, 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들 및 대응 출력 샘플들 중 적어도 일부에 기반하여, 상기 전치 왜곡기의 계수들을 결정하도록 구성되는 것인, 송신 체인.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 제어기는 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플의 진폭에 추가적으로 기반하여, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수를 계산하도록 구성되는 것인, 송신 체인.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 제어기는 상기 하나 이상의 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나의 입력 샘플의 샘플링 시간에 추가적으로 기반하여, 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플에 대한 성능 지수를 계산하도록 구성되는 것인, 송신 체인.

**청구항 11**

제8항에 있어서,

상기 제 2 주파수 스펙트럼은 상기 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들의 주파수 스펙트럼인, 송신 체인.

**청구항 12**

제8항에 있어서,

상기 비교는 상기 제 1 주파수 스펙트럼의 평탄도(flatness)와 상기 제 2 주파수 스펙트럼의 평탄도의 비교를 포함하는, 송신 체인.

**청구항 13**

제8항에 있어서,

상기 복수의 입력 샘플들은 복수의 제 1 입력 샘플들 및 복수의 추가 입력 샘플들을 포함하고,

상기 제1 샘플러는:

상기 전치 왜곡기로의 입력에서 신호를 샘플링함으로써 복수의 제1 입력 샘플들을 생성하기 위한 제1 샘플링 부; 및

상기 전치 왜곡기의 출력에서 신호를 샘플링함으로써 상기 복수의 추가 입력 샘플들을 생성하기 위한 제2 샘플링 부를 포함하고, 상기 복수의 추가 입력 샘플들 각각은 상기 복수의 제1 입력 샘플들 중 하나의 입력 샘플에 대응하며,

상기 제 1 주파수 스펙트럼을 가지는 상기 일 세트의 입력 샘플들은 이전에 선택된 세트의 제 1 입력 샘플들 및 상기 복수의 제 1 입력 샘플들 중 하나 이상을 포함하는 세트이고,

상기 제어기는,

상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 출력 샘플들 및 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 복수의 추가 입력 샘플들 중 하나 이상에 기반하여, 상기 전치 왜곡기의 계수들을 결정하도록 구성되는 것인, 송신 체인.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 주파수 증폭기에 의해 신호에 도입된 왜곡의 정정을 위한 전치 왜곡에 관한 것으로, 특히, 다중-채널 무선 송신기에서의 사용을 위한 송신 체인에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 전력 증폭기는 무선 송신기의 주요 컴포넌트이다; 그것은 일반적으로 송신 전 신호의 증폭의 최종 단계이며, 따라서, 예를 들어, 셀룰러 무선 송신기에서, 잠재적으로 높은 전력들, 통상 수 와트들을 처리할 필요가 있다. 크기 및 비용의 감소를 수반하는 통합이 무선 송신 체인의 다른 전자 컴포넌트들에 가해지는 동안, 전력 증폭기는, 대체로 전력 소실 및 냉각 필요성으로 인해, 일반적으로 부피가 크고 비교적 비싼 컴포넌트인 채로 남겨졌으며; 그것은 또한 크고 잠재적으로 비용이 많이 드는 전력 공급을 요구하며, 이는 배터리 백업 시스템들에 아주 많은 요구를 한다. 그 결과, 더 효율적인 전력 증폭기 설계들의 개발을 지향하며, 전력 소실 및 연관된 비용 및 환경적 영향을 감소시키는 것을 목적으로 하는 많은 노력이 있었다. 일반적으로, 전력 증폭기의 효율성은 내재적인 비선형 신호 전송 특성의 페널티로 달성되며, 더욱이, 비선형성은 선행 신호 특성들의 메모리 및 온도 종속성을 수반하는 복잡적 함수일 수 있다.

[0003] 전력 증폭기의 비선형 특성들은 전치 왜곡기에 의해 정정될 수 있는데, 상기 전치 왜곡기는, 증폭기에 신호가 들어가기 전에, 왜곡들을 신호에 도입하는 방식으로 제어되는 회로이며, 상기 왜곡들은 전력 증폭기의 비선형 전송 특성들의 영향을 중화시키도록 설계되어, 그 결과로서 전치 왜곡기로의 입력으로부터 전력 증폭기의 출력까지의 송신 체인에 대한 전체 선형 응답이 이상적으로 된다. 전력 증폭기 후에 신호에 정정들을 도입할 수도 있지만, 일반적으로 증폭 전에 정정들을 도입하는 것이 선호되는데, 그 이유는 더 낮은 전력에서 그리고 통상 디지털 도메인에서 실행될 수 있기 때문이다.

- [0004] 도 1은 에러 신호 아키텍처라고 하는 전치 왜곡기를 가진 전형적인 송신 체인을 도시한다. 입력 신호(2)는, 통상 기저대에서, 전치 왜곡기의 전송 특성으로 인해, 신호에 왜곡들을 도입하는 전치 왜곡기(4)를 통과한다. 통상, 전송 특성은 지연 항들(delay terms)을 포함할 수 있는 다항식으로 정의될 수 있으며, 예를 들어, 볼테라 시리즈(Volterra series)일 수 있다. 전치 왜곡기는 유한 임펄스 응답 디지털 필터로서 구현될 수 있으며, 또는 대안으로 무한 임펄스 응답 디지털 필터로서 구현될 수 있다. 통상 및 직각 위상 컴포넌트들에서 기저대에서 디지털 도메인에서 전치 왜곡기를 구현하는 것이 편리하지만, 대안으로, 전치 왜곡기는 아날로그 또는 디지털 도메인들에서 중간 주파수 또는 무선 주파수에서 구현될 수 있다. 도 1의 일례에서, 전력 증폭기의 증폭 전에 주파수에 신호를 혼합하는 업컨버터(6)가 도시되어 있지만, 이 단계에서, 주파수 계획에 따라, 대응하는 다운컨버터(16)가 선택적이라는 것을 알 것이다.
- [0005] 전치 왜곡기 및 업컨버터에 이어, 신호는 통상 무선 주파수에서 동작하는 전력 증폭기(8)에 의해 증폭된다. 전력 증폭기로부터의 출력 신호(10)는 대부분의 신호를 송신 체인(14)의 출력에 전달하고 관찰 수신기에서 사용되도록 신호의 일부를 커플 오프하는 커플러(12)를 통과한다. 관찰 수신기는 통상 기저대에서 동작하는 다운컨버터(16) 및 샘플러(18)를 포함한다. 샘플들은 또한 다른 샘플러(20)에 의해 입력 신호에서 취해진다. 전치 왜곡 트레이너(22)는, 전치 왜곡기의 계수들을 제어하기 위해, 입력 샘플들을 획득하고, 출력 샘플들이라고 할 수 있는 대응 샘플들을 관찰 수신기(다운컨버터(16) 및 샘플러(18))로부터 획득한다.
- [0006] 도 2는 도 1의 전치 왜곡 트레이너(22)의 동작을 도시한다. 입력 샘플들 및 대응 출력 샘플들은 회로 컴포넌트들의 위상 특성들을 보상하도록 얼라이너 및 비교기 기능 블록(34)에 의해 위상으로 정렬되고, 비교되어, 에러 신호를 생성한다. 에러 신호는 샘플들로 표현된, 출력 신호 및 입력 신호 간의 차이이며, 정렬된 입력 신호는 입력 샘플들로 표현된 기준 신호로 사용된다. 다항식의 계수들은, 통상 다항식에 의해 연산되는 기준이 에러 신호를 취소하는 출력을 생성하도록 계수 트레이너(36)에 의해 트레이닝된다. 이 프로세스에 의해 생성된 계수들은 전치 왜곡기를 위한 갱신 계수들, 즉, 전치 왜곡기에 의해 적용된 계수들의 증분 갱신들을 구성한다. 전치 왜곡기 갱신 계수들은 저장소(38)에서 유지되며, 전치 왜곡기에 의해 적용되는 계수들을 갱신할 때 사용된다. 이러한 방법의 변형에서, 에러 신호는 관찰 수신기에 의한 샘플링 전에 아날로그 도메인에서 생성될 수 있다.
- [0007] 도 3은 폴 신호 아키텍처라고 하는, 전치 왜곡기를 포함하는 송신 체인의 대안 아키텍처를 도시한다. 샘플들이, 전치 왜곡 트레이너에서 사용하기 위해, 입력 신호보다는, 전치 왜곡기의 출력에서 취해진다는 점에서, 도 3의 시스템은 도 1의 에러 신호 아키텍처와 상이하다. 전치 왜곡기 계수들의 트레이닝은 다항식에 의해 동작되는, 전치 왜곡기의 샘플링된 출력 신호가 증폭기의 출력 신호를 재생하는 결과를 야기하도록 통상 실행된다. 따라서, 다항식의 계수들은 비선형성을 중화시키기 위한 전치 왜곡기의 요구된 특성의 역이다. 전치 왜곡기에 의해 적용된 계수들은 그 후 트레이닝된 계수들에 적용된 적합한 변환에 의해 유도될 수 있다. 도 3의 아키텍처는 에러 신호를 계산하지 않으며, 다항식의 계수들의 증분 갱신보다는 전체 다항식의 계수들을 트레이닝함을 알 수 있다.
- [0008] 도 1 및 도 3의 아키텍처들은, 예를 들어, 입력 신호가 싱글 무선 채널을 나타낼 때 예상되는 바와 같이, 신호 조건들이 비교적 안정적인 상황들에 대해 의도된 것이다. 증폭기에 의해 증폭된 주파수 대역은 완전히 점유되는 것으로 예상되거나, 또는 적어도 일관된 스펙트럼에 의해 점유되는 것으로 예상되며, 송신될 신호의 진폭은 시간이 지남에 따라 비교적 안정적인 것으로 예상된다. 특히, 비교적 안정적인 정적 신호가 예상되며, 주파수 호핑 또는 진폭의 변화가 없다.
- [0009] 그러나, 다중 채널들이 증폭기에 의해 송신되면, 예를 들어, 채널들이 상이한 무선 표준들을 구현하는 경우, 결집 신호들의 주파수 및 진폭 구성의 안정성의 추정은 유효하지 않을 수 있다. 이러한 상황들에서, 계수들의 트레이닝은 안정적이지 않을 수 있으며, 다중 채널들의 신호들의 결집 신호 특성들이 변경되면 트레이닝된 계수들은 최적이지 아닐 수 있다.
- [0010] 본 발명은 이러한 단점들을 다룬다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 제1 양상에 따라, 신호의 왜곡을 정정하기 위해 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 방법이 제공되는데, 상기 왜곡은 시스템의 무선 주파수 증폭기에 의해 도입되고, 상기 시스템은 전치 왜곡기, 증폭기,

증폭기에 입력된 신호를 샘플링하기 위한 제1 샘플러, 및 증폭기로부터 출력될 때 신호를 샘플링하기 위한 제2 샘플러를 포함하며, 본 방법은,

- [0012] 제1 샘플러를 사용해서 신호를 샘플링함으로써, 복수의 입력 샘플들을 생성하는 단계;
- [0013] 제2 샘플러를 사용해서 복수의 출력 샘플들을 샘플링하는 단계 - 복수의 출력 샘플들 각각은 복수의 입력 샘플들 중 하나에 대응함 -;
- [0014] 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 포함하는 세트의 주파수 스펙트럼에 기반하여 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상에 대한 성능 지수(figure of merit)를 계산하는 단계;
- [0015] 상기 계산된 성능 지수에 기반하여 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 상기 복수의 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 입력 샘플들로 선택적으로 갱신하여 갱신된 선택된 세트를 생성하는 단계; 및
- [0016] 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들 및 대응 출력 샘플들 중 적어도 일부에 기반하여 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0017] 를 포함한다.
- [0018] 장점은, 세트가 증폭기의 주파수 대역의 양호한 커버리지 등의 희망 스펙트럼 속성들을 갖는 방식으로, 입력 샘플들이 상기 세트에 포함되기 위해 선택될 수 있다는 점이다. 이러한 방식으로 선택된 입력 샘플들의 세트에 기반하여 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 것은, 전치 왜곡기의 계수들이 전체 점유된 주파수 스펙트럼에 대한 증폭기 특성들을 고려해서 결정된다는 이점을 가진다. 예를 들어, 신호가 대역에 걸쳐 주파수 호핑이면, 신호가 홉 시퀀스에서 각각의 주파수에 있을 때, 일부 입력 샘플들이 취해짐을 보장할 수 있다. 이는, 전치 왜곡기 계수들이, 주파수 스펙트럼의 일부 부분들이 점유되지 않은, 그러나 잠재적으로 점유될 수 있는, 입력 샘플들의 세트에 기반하여 결정되지 않음을 보장한다.
- [0019] 바람직하게는, 하나 이상의 입력 샘플들의 진폭에 기반하여 계산된 성능 지수에 기반하여 입력 샘플들의 세트가 선택적으로 갱신된다. 이는, 하나 이상의 샘플들의 진폭이 소정의 임계값 이하인 경우, 입력 신호가 정상 동작 전력들의 전형적인 증폭기의 비선형 효과를 야기하기에는 충분하지 않을 수도 있다는 결론이 날 수 있다는 점이 장점이다. 따라서, 전치 왜곡기의 계수들을 갱신하는데 사용된 세트로부터 하나 이상의 입력 샘플들을 배제해서, 신호가 더 높은 전력인 경우 희망하지 않은 효과들을 가질 수 있는 비전형적인 특성들을 정정하기 위한 갱신을 방지한다. 즉, 예를 들어, 증폭기의 비선형 특성에 따라 무선 주파수 증폭기에 의해 증폭될 것으로 예상되는 샘플들이 선택될 수 있도록, 결정에 적합한 특성들을 갖도록 선택된 입력 샘플들에 기반하여 전치 왜곡기의 계수들이 결정될 수 있다.
- [0020] 편리하게도, 입력 샘플들의 세트는 하나 이상의 입력 샘플들의 샘플링 시간에 기반하여 계산된 성능 지수에 기반하여 선택적으로 갱신된다. 장점은, 스펙트럼의 점유가 불완전한 것으로 알려질 때, 예를 들어, 하나의 신호 채널이 임시적으로 비활동 상태이거나 저 전력에서 동작할 때, 계수들의 갱신이 방지될 수 있다는 점이다. 샘플링 시간은 주파수 스펙트럼 또는 진폭의 함수로서 성능 지수의 계산을 변화시키는데 사용될 수 있다.
- [0021] 유리하게, 성능 지수는 상기 복수의 입력 샘플들 중 하나 이상 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 포함하는 샘플들의 세트의 주파수 스펙트럼과, 이전에 선택된 세트의 샘플들의 주파수 스펙트럼의 비교에 기반하여 계산된다. 장점은, 샘플들의 세트가 주파수 스펙트럼의 더 큰 커버리지를 제공하는 샘플들로 선택적으로 갱신될 수 있어서, 전치 왜곡기의 계수들이 전체 점유된 주파수 스펙트럼에 대한 증폭기 특성들을 고려해서 갱신될 수 있다는 점이다.
- [0022] 상술된 기능은 상술된 방식으로 전치 왜곡기를 제어하는데 사용되는 소프트웨어, 또는 컴퓨터 판독가능 매체에서 인코딩된 컴퓨터 판독가능 코드로서 구현될 수 있다.
- [0023] 양호하게, 제1 샘플러는 전치 왜곡기에 입력된 신호를 샘플링하기 위한 제1 샘플링 부, 및 전치 왜곡기로부터 출력될 때 신호를 샘플링하기 위한 제2 샘플링 부를 포함하며, 본 방법은,
- [0024] 제1 샘플링 부를 사용해서 신호를 샘플링함으로써, 복수의 제1 입력 샘플들을 생성하는 단계;
- [0025] 제2 샘플링 부를 사용해서 신호를 샘플링함으로써, 복수의 다른 입력 샘플들을 생성하는 단계 - 복수의 다른 입력 샘플들 각각은 복수의 제1 입력 샘플들 중 하나에 대응함 -;
- [0026] 상기 복수의 제1 입력 샘플들 중 하나 이상 및 이전에 선택된 세트의 제1 입력 샘플들을 포함하는 세트의 주파수

수 스펙트럼에 기반하여 상기 복수의 제1 입력 샘플들 중 하나 이상에 대한 성능 지수를 계산하는 단계;

- [0027] 상기 계산된 성능 지수에 기반하여 이전에 선택된 세트의 제1 입력 샘플들을 상기 복수의 제1 입력 샘플들 중 상기 하나 이상의 제1 입력 샘플로 선택적으로 갱신하여 갱신된 선택된 세트를 생성하는 단계; 및
- [0028] 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 다른 입력 샘플들 및 상기 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들에 대응하는 상기 출력 샘플들에 기반하여 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는 단계
- [0029] 를 포함한다.
- [0030] 이러한 방식으로, 증폭기에 입력된 신호의 샘플링은 2 부분들에서 수행된다. 제1 샘플링 부는, 성능 지수를 계산하는데 사용되도록, 전치 왜곡기로의 입력에서 신호를 샘플링한다. 신호가 전치 왜곡기에 의해 왜곡되기 전에 샘플링하는 것은, 신호의 진폭 및 주파수 특성들이 전치 왜곡기에 의해 변경되기 전에 성능 지수가 계산될 수 있어서, 성능 지수의 계산이 신뢰할만하게 된다는 장점을 가진다. 제2 샘플링 부는 전치 왜곡기의 계수들을 결정하는데 사용되도록 전치 왜곡기의 출력에서 신호를 샘플링한다. 이러한 방법의 장점은, 상이한 계수들의 세트가 이전 트레이닝 프로세스 중에 전치 왜곡기에 의해 적용되었더라도, 이전 트레이닝 프로세스 중에 획득된 샘플들이 다음 계수들의 세트를 트레이닝하는데 재사용될 수 있다는 점이다. 이는, 각각의 다항식 계수의 증가 갱신 부분이 아닌 각각의 다항식 계수 전부가 트레이닝되기 때문이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0031] 도 1은 종래의 여러 신호 아키텍처의 전치 왜곡기를 포함하는 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 2는 도 1의 아키텍처의 종래의 전치 왜곡 트레이너를 도시한 개략도이다.
- 도 3은 종래의 풀 신호 아키텍처의 전치 왜곡기를 포함하는 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예의 동작의 실례로서 다중 채널들에 의한 증폭기의 주파수 대역의 사용을 도시한 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 스펙트럼 분석을 포함하는 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 한 샘플들의 세트를 샘플들의 블록들로 선택적으로 갱신하는 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 아날로그 감산(analogue subtraction)에 의해 여러 신호를 생성하기 위한 아키텍처를 가진 송신 체인을 도시한 개략도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 풀-신호 아키텍처를 가진 송신 체인을 도시한 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0032] 일반적으로, 본 발명은 신호의 왜곡을 정정하기 위해 전치 왜곡기의 계수들을 결정하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것으로서, 상기 왜곡은 무선 주파수 증폭기에 의해 도입된다.
- [0033] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예가 이제부터 셀룰러 무선 시스템의 기지국의 다중-채널 송신 체인의 문맥에서 기술될 것이다.
- [0034] GSM 등의 제2 세대 셀룰러 무선 시스템을 위해 특별히 의도된 전력 증폭기들은, 통상, 전치 왜곡을 사용하지 않는데, 그 이유는 사용된 변조 포맷이 비교적 왜곡에 강하기 때문이다. 전치 왜곡은 이전에 싱글 또는 다중 채널 CDMA 또는 UMTS 시스템들에 사용되었고, WiMAX 및 LTE 등의 직교 주파수 분할 변조를 사용하는 광대역 시스템들에 사용되었다. 용량에 대한 요구가 증가함에 따라, 또한 전력 증폭기들로부터 유효한 대역폭들이 증가함에 따라, 전력 증폭기 당 다수의 WiMAX 또는 LTE 채널들을 사용하는 것이 바람직하게 되고 있다. 또한, 레거시 시스템들과 함께 차세대 시스템들을 동작하도록 설계된 기지국의 경우, 상이한 표준들에서 동작하는 시스템들 간에 전력 증폭기를 공유하는 것이 경제적으로 매력적이다. 예를 들어, 증폭기는 LTE, WiMAX, CDMA, GSM, EDGE 및 UMTS 표준들 중 하나 이상을 처리하는데 필요할 수 있다.
- [0035] 이미 상술된 바와 같이, 기존 전치 왜곡 시스템들은, 신호 조건들이 비교적 안정적인 상황들에 대해 의도된 것이며, 주파수 및 진폭 안정성에 대한 요구 사항들이 만족되지 않으면, 계수들의 트레이닝이 안정적이지 않을 수

있으며, 트레이닝된 계수들은 최적이지 않을 수 있다.

- [0036] GSM 신호가 전력 프로파일링 및 주파수 호핑을 사용하는 상황에서, 결합된 LTE 및 GSM 신호들을 증폭기가 반송하는 경우에 특히 골칫거리인 상황이 발생한다. 임의의 시간에, 호핑 신호는 점유되지 않은 잠재적인 홉 위치들의 나머지로 스펙트럼의 작은 부분을 점유할 것이다.
- [0037] 도 4는 증폭기 통과 대역(40)이 LTE 채널(42) 및 주파수 호핑 GSM 신호(44a, 44b, 44c, 44d)(비율에 맞게 그려지지 않음)를 반송하는 스펙트럼 점유를 개략적인 형태로 도시한다. 실선(44a)은 주파수의 현재 홉 위치를 도시하고, 점선들(44b, 44c, 44d)은 GSM 신호가 홉할 수도 있는 다른 잠재적인 주파수들을 도시한다.
- [0038] 도 5는, 도 4에 도시된 상황과 같이, 신호 안정성이 필요 없을 수도 있는 상황들에서 사용되는 본 발명의 일 실시예를 도시한다. 도 5의 아키텍처는 도 1의 아키텍처와 유사한 여러 신호 아키텍처이다. 도 5의 아키텍처의 동작은 다음과 같이 기술될 수 있다. 다중-채널 및/또는 다-표준 신호일 수 있는 신호(2)는 전치 왜곡기(4)의 입력에서 송신 체인의 입력에 인가된다. 입력 신호(2)는, 통상 통상 및 직각 위상 포맷으로 기저대에서 아날로그 또는 디지털 형태일 수 있다. 입력 신호의 일부는 샘플러(20)에 의해 샘플링되어, 하나 이상의 입력 샘플들이 형성된다. 신호가 아날로그 형태로 입력되면, 샘플러는 신호의 샘플들을 디지털 형태로 변환하지만, 신호가 디지털 형태로 입력되면, 샘플러는 기존 하나 이상의 샘플들을 단순히 선택하거나, 또는 샘플들을 보간할 수 있다.
- [0039] 전치 왜곡기에 인가된 신호(2)는 전치 왜곡기(4)를 통과하고, 다항식의 계수들에 따라 통상 정의된 전치 왜곡기의 전송 특성에 의해 변경된다. 대안으로, 전치 왜곡기는 룩업 테이블에 의해 구현될 수 있다; 계수들로도 공지된 룩업 테이블 값들은 다항식의 계수들과 유사하게 전치 왜곡 트레이너(22)에 의해 제어된다. 다항식 또는 룩업 테이블이 본 출원서에 기술된 본 발명의 실시예들 중 임의의 실시예의 전치 왜곡기에서 구현될 수 있다.
- [0040] 전치 왜곡기(4)에 이어, 왜곡된 신호는 전력 증폭기(8)에서의 증폭을 위해, 통상 무선 주파수로, 업컨버터(6)에서 선택적으로 업컨버팅된다. 통상, 대부분의 신호 전력은 전력 증폭기의 출력(10)으로부터 전달되어, 커플러(12)를 통과해서, 출력(14)되며, 통상 신호의 더 낮은 전력부는 커플러에 의해 커플링된다. 그 후, 이는 선택적인 다운컨버터(16)로 전달되고, 샘플러(18)에 의해 샘플링되어, 하나 이상의 출력 샘플들이 생성된다.
- [0041] 하나 이상의 입력 샘플들은 하나 이상의 입력 샘플들 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 포함하는 입력 샘플들의 세트를 형성하는데 사용된다. 성능 지수가 제어기(28)에 의해 세트에 기반하여 계산된다. 즉, 하나의 입력 샘플, 또는 예를 들어, 한 블록의 입력 샘플들이 시드로서 임의로 선택될 수 있는 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들에 추가되고, 성능 지수가 계산된다. 성능 지수가 이전에 선택된 세트의 샘플들에 대한 성능 지수보다 양호하면, 새로운 샘플 또는 샘플 블록이 제어기(28)에 의해 게이트(24)를 통해 세트에 추가된다. 선택된 입력 샘플들의 세트는 저장소(26)에 유지된다.
- [0042] 성능 지수는 전치 왜곡기의 계수들을 결정하기 위한 샘플 세트의 적합성을 나타내도록 계산될 수 있다. 예를 들어, 성능 지수는 세트의 주파수 스펙트럼에 기반하여 계산될 수 있다. 대안으로, 또는 부가적으로, 성능 지수는 선택된 세트에 포함되기 위한 하나 이상의 입력 샘플들의 적합성의 표시로서 사용되도록, 피크 또는 평균 진폭 등의, 하나 이상의 입력 샘플들의 진폭 특성에 기반하여 계산될 수 있다. 제어기는 세트의 주파수 스펙트럼을 계산하기 위한 샘플 세트의 고속 푸리에 변환을 계산하는 프로세서를 포함할 수 있으며, 하나 이상의 샘플들의 진폭 검출 또는 피크 검출을 위한 또는 하나 이상의 샘플들의 평균 진폭의 계산을 위한 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0043] 하나 이상의 입력 샘플들을 선택된 입력 샘플들의 세트에 포함시키는 것은 게이트(24)에 의해 제어된다. 유사하게, 하나 이상의 출력 샘플들을 선택된 출력 샘플들의 세트에 포함시키는 것은 게이트(30)에 의해 제어된다. 게이트들(24, 30)은 성능 지수에 기반하여 제어된다.
- [0044] 갱신된 선택된 세트의 입력 샘플들이 선택되면, 전치 왜곡기(4)의 계수들을 트레이닝하기 위해 대응하는 출력 샘플들의 세트와 함께 사용된다. 도 2를 참조해서 이미 기술된 바와 같이, 전치 왜곡기 트레이너(22)는 전치 왜곡기 갱신 계수들의 세트를 트레이닝하도록 동작한다. 전치 왜곡기 갱신 계수들은, 예를 들어, 기존 계수들의 세트와 선형 조합해서, 전치 왜곡기의 계수들을 갱신하는데 사용된다.
- [0045] 이러한 방식으로, 전치 왜곡기는 송신 체인의 출력(14)으로부터 출력될 때 송신 체인에 입력(2)에서 입력되는 신호의 왜곡을 최소화하도록 제어된다.
- [0046] 도 6은 성능 지수를 생성하기 위해 하나 이상의 입력 샘플들 및 이전에 선택된 세트의 입력 샘플들을 모두 포함

하는 입력 샘플들의 세트에서 작용하는 스펙트럼 분석 기능을 명백하게 도시한다.

- [0047] 성능 지수는 증폭기 통과 대역의 주파수 점유를 나타낼 수 있어, 더 높은 퍼센트의 대역이 점유되는 경우에, 성능 지수는 더 높아지게 된다. 성능 지수는 스펙트럼 컴포넌트들의 진폭의 변화인 이득 평탄도(gain flatness)의 측정치일 수 있다. 예를 들어, 스펙트럼 컴포넌트들은 이산 푸리에 변환 또는 고속 푸리에 변환(FFT) 등의 변환의 주파수 빈들(bins)로 표현될 수 있다. 더 평탄한 스펙트럼은 더 높은 성능 지수를 야기하는데, 그 이유는 그것이 더 완전히 점유된 주파수 대역을 나타내기 때문이다.
- [0048] 스펙트럼 분석의 해상도는 양호하게는 대역을 임의로 점유하는 것으로 예상된 스펙트럼 컴포넌트들의 예상 대역폭과 적어도 일관되어야만 한다. 예를 들어, 80 MHz 입력 신호 대역폭의 경우, 즉, 예상 증폭기 점유 대역폭이 80 MHz인 경우, 대략 160 kHz의 해상도를 가진 512 포인트 FFT를 사용해서 스펙트럼의 주파수 구성을 분석하는 것이 적합할 수 있다. 상기 해상도는 GSM 신호 대역폭 및 채널 스페이싱 보다 약간 적다.
- [0049] 도 7은 일련의 입력 샘플들의 블록들에 기반하여 한 성능 지수의 계산의 구현을 도시한다. 제어기(28)는 한 블록의 샘플들 및 이전에 선택된 블록들의 샘플들에 기반하여 성능 지수를 계산한다. 한 블록의 샘플들은 통상 연속 시간 기간 동안 획득된 한 샘플들의 세트이다. 편리하게도, 한 샘플 블록은 4k(4096) 샘플들을 포함할 수 있다. 또한, 편리하게도, 한 샘플 블록은 32k 샘플들을 포함할 수 있다. 그러나, 한 블록은 특정 시스템의 설계에 적합하도록 더 많거나 더 적은 수의 샘플들을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 한 블록의 샘플들은 진폭, 즉, 크기, 콘텐츠에 따라 진폭 분석기(50)에 의해 분석된다. 분석은, 샘플 블록이 상당한 비선형 컴포넌트들을 생성하기 위해 전력 진폭의 동적 범위를 충분히 하기 위해 적합한지 여부를 결정하기 위해, 피크 또는 평균 진폭에 기반하여 할 수 있다.
- [0050] 진폭 콘텐츠가 적합하다고 생각되면, 입력 샘플 블록은 스펙트럼 콘텐츠라는 점에서 스펙트럼 분석기(52)에 의해 분석된다. 분석은 입력 샘플 블록의 FFT에 의한 것일 수 있다. 추정은, 예를 들어, 조합된 스펙트럼을 나타내는 각각의 FFT 주파수 빈의 레벨의 값을 이전에 선택된 블록들의 데이터에 대한 FFT들 중 임의의 FFT의 대응 빈들 중 임의의 빈의 가장 높은 값으로 설정함으로써, 각각의 선택된 블록의 입력 데이터에 대해 계산된 FFT를 사용함으로써, 이전에 선택된 블록들의 데이터의 조합된 스펙트럼의 추정기(54)에 의해 이루어진다. 이전에 선택된 블록들의 데이터와, 조합된 스펙트럼의 블록의 데이터의 스펙트럼은 유사한 기술로 계산되어, 해당 값이 더 높은 경우, 조합된 스펙트럼을 나타내는 FFT 빈의 레벨의 값을 데이터 블록의 스펙트럼을 나타내는 대응 빈의 값으로 대체하는 것이다. 블록을 이전에 선택된 블록들의 데이터의 세트에 추가할 지의 여부를 결정하는데 사용되는, 데이터 블록에 대한 성능 지수는, 데이터 블록으로부터 FFT 주파수 빈 값들의 추가가 대역의 이득 평탄도 또는 대역의 주파수 커버리지를 향상시켰는 지의 여부에 좌우된다. 주파수 커버리지는 소정의 임계값 보다 더 큰 대역의 퍼센트에 따라 계산될 수 있다. 이 임계값은 피크 또는 평균 주파수 컴포넌트에 관해서 표현될 수 있다.
- [0051] 성능 지수는, 도 6의 시스템에서와 같이, 전치 왜곡기의 계수들을 갱신하는데 사용된 선택된 입력 샘플들의 세트에 입력 샘플들의 블록의 엔트리를 게이팅(gate)하는데 사용되고, 또한 유사하게 저장소(48)에 유지된 대응 블록의 출력 샘플들의 엔트리를 선택된 출력 샘플들의 세트(32)로 게이팅하는데 사용된다. 선택된 입력 샘플들의 세트는 저장소(26)에 유지되고, 대응 선택된 출력 샘플들의 세트는 저장소(32)에 유지된다.
- [0052] 샘플 블록들의 세트들을 선택하는 상기 방법의 변형에서, 선택된 블록들의 수는, 예를 들어, 8 블록들로 제한된다. 세트에 포함될 후보인 각각의 블록은 이전에 선택된 블록들 각각에 차례로 대체되고, 각각의 결과 조합의 스펙트럼이 추정된다. 선택된 블록들의 세트는 소정의 레벨보다 큰 스펙트럼의 비율 또는 이득 평탄도 등의 주파수 스펙트럼의 속성들이라는 점에서 최상의 조합으로 갱신된다. 이것의 장점은, 전치 왜곡기의 계수들을 결정하기 위한 블록들의 세트의 적합성이 덜 적합한 블록들의 샘플들을 폐기함으로써 최대화된다는 점이다.
- [0053] 도 8의 아키텍처는 도 7의 아키텍처의 변형이다. 도 8은 입력, 즉, 기준, 신호 및 증폭기의 출력으로부터 커플링되고 다운컨버팅된 신호 간의 차이를 나타내는 에러 신호를 생성하기 위해, 통상 아날로그인, 감산기(56)에 의한 감산을 도시한다. 이러한 변형 동작은 도 7에 도시된 바와 같은 다른 에러 신호 아키텍처들과 유사함을 알 것이다. 저장소(32)에 유지된 선택된 출력 샘플들의 세트는 에러 신호의 샘플들을 나타낸다. 따라서, 전치 왜곡 트레이너(22)에서 에러 신호를 생성할 필요가 없다.
- [0054] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 폴 신호 아키텍처를 도시한다. 도 3의 아키텍처의 경우, 전치 왜곡기 계수들은 전치 왜곡기(4)의 출력에서 취해진 증폭기에 입력되는 신호의 샘플들 및 증폭기(8)의 출력 후에 취해진 샘플들에 기반하여 결정된다. 그러나, 성능 지수는 전치 왜곡기(4)로의 입력에서 취해진 입력 신호(2)에서 취

해진 샘플들에 기반하여 계산된다. 이는 전치 왜곡기(4)의 출력의 신호의 진폭 및 주파수 콘텐츠가 왜곡되기 때문이며, 따라서, 입력에서의 신호와 같이 전치 왜곡기 계수들의 계산에 사용되기 위한 샘플들의 적합성의 표시를 신뢰할만하게 제공하지 않는다. 이러한 방식으로, 증폭기(8)에 입력되는 신호의 샘플링은 2 부분들에서 수행된다. 제1 샘플링 부는 전치 왜곡기(4)로의 입력에서 송신 체인에 의해 송신되는 신호를 샘플링하고, 제2 샘플링 부는 증폭기(8) 전에 전치 왜곡기(4)의 출력에서 신호를 샘플링한다.

[0055] 변형으로서, 성능 지수는 전치 왜곡기(4)의 출력의 신호에서 취해진 샘플들에 기반하여 계산될 수 있는데, 이는, 왜곡에도 불구하고, 상기 기반으로 계산된 성능 지수가 샘플들을 선택하기에 충분히 신뢰할만하기 때문이다. 다른 변형으로서, 성능 지수는 증폭기(8)의 출력의 신호에서 취해진 샘플들에 기반하여 계산될 수 있는데, 이는, 마찬가지로, 상기 기반으로 계산된 성능 지수가 샘플들을 선택하기에 충분히 신뢰할만하기 때문이다. 이러한 경우에, 입력 샘플들의 세트의 주파수 스펙트럼은 대응 출력 샘플들의 세트의 주파수 스펙트럼으로부터 추정된다. 이는, 성능 지수의 계산을 위한 입력 이외의 포인트들에서 취해진 샘플들을 사용하는 것이 더 편리하거나 더 경제적인 때 적합할 수 있다.

[0056] 실시예들 중 임의의 실시예에서, 선택된 샘플들의 세트의 모든 샘플들이 성능 지수를 계산하는데 사용될 필요는 없음을 주지해야만 한다. 예를 들어, 한 샘플 세트가 32k 샘플들을 포함할 수 있으나, 512 샘플들의 서브세트만이 성능 지수의 계산을 위한 변환으로의 입력으로서 사용될 수 있다. 또한, 한 샘플 세트는, 송신 체인의 각종 포인트들, 예를 들어, 전치 왜곡기 후의 입력, 또는 증폭기의 출력의 신호에서 취해진 샘플들을 포함할 수 있으며, 상기 모든 포인트들 또는 서브세트의 포인트들에서 취해진 샘플들이 성능 지수의 계산에 사용될 수 있다.

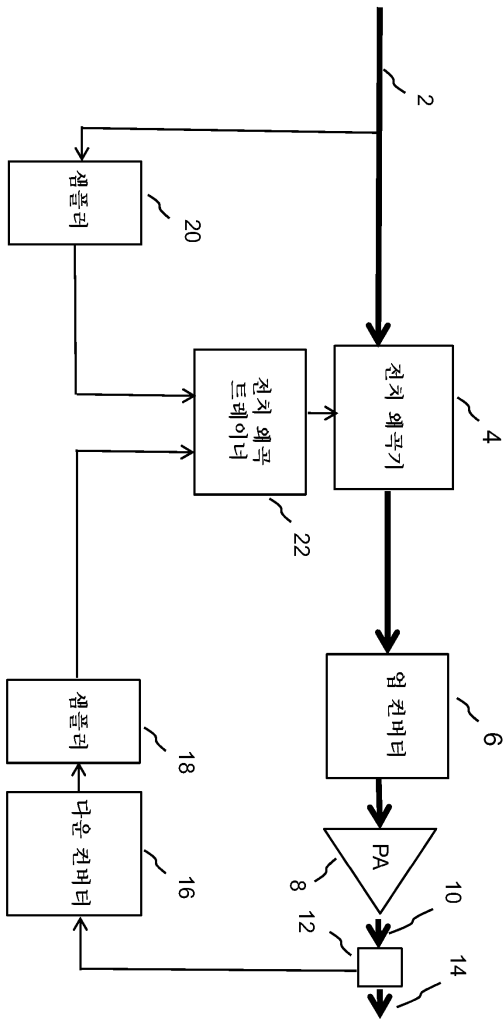
[0057] 도 9의 아키텍처는 에러 신호의 계산을 수반하지 않으며, 각각의 다항식 계수의 증분 갱신 부분보다는 각각의 다항식 계수 전부가 트레이닝된다. 본 아키텍처의 장점은, 계수들의 이전 결정들에서 취해진 샘플들의 세트들이 샘플들의 현재 집합들에 포함될 수 있다는 점이다. 특히 적합한 집합들의 샘플들, 예를 들어, 입력 및 출력 샘플들의 세트들이 차후 사용을 위해 저장될 수 있다.

[0058] 도 7, 특히 참조 부호(28)로 언급된 점선 내의 섹션에 도시된 바와 같이 성능 지수를 계산하는 방법이 도 9의 아키텍처에도 적용될 수 있음을 주지해야만 한다.

[0059] 상기 실시예들은 본 발명의 예시적인 일례들로서 이해될 것이다. 임의의 일 실시예와 관련하여 기술된 임의의 특징은 단독으로, 또는 기술된 다른 특징들과 조합해서 사용될 수 있으며, 실시예들의 임의의 다른 실시예의 하나 이상의 특징들과 조합해서, 또는 임의의 다른 실시예들의 임의의 조합으로 사용될 수 있음을 알 것이다. 또한, 상술되지 않은 동등물들 및 수정물들이 첨부 청구항들에서 정의된 본 발명의 범위 내에서 사용될 수 있다.

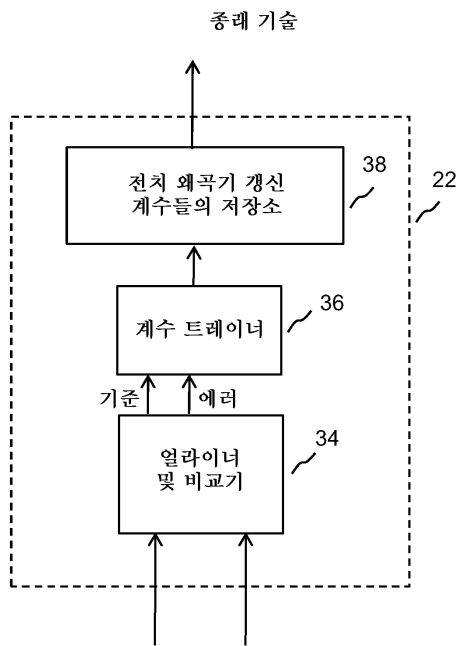
도면

도면1

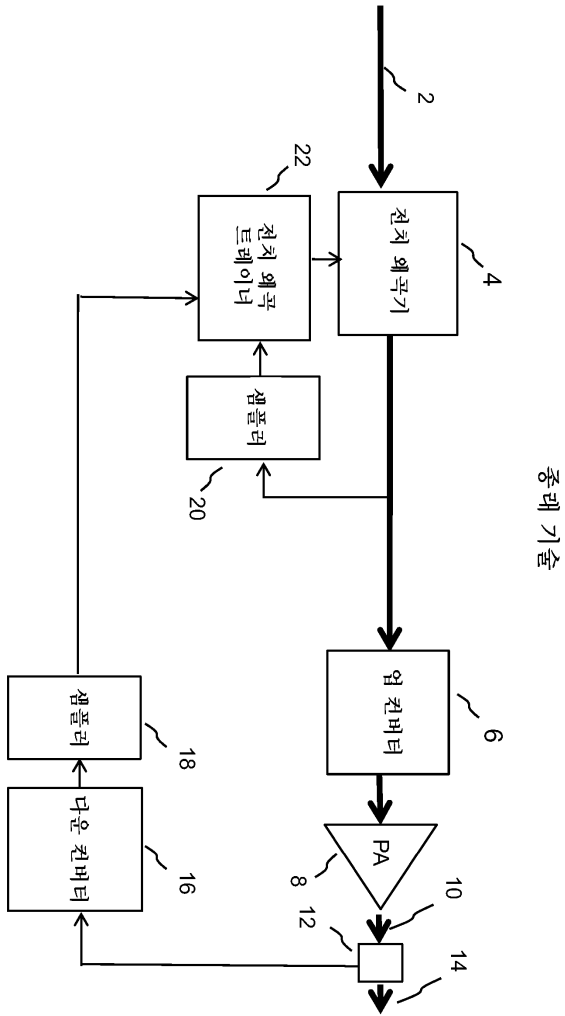


종래 기술

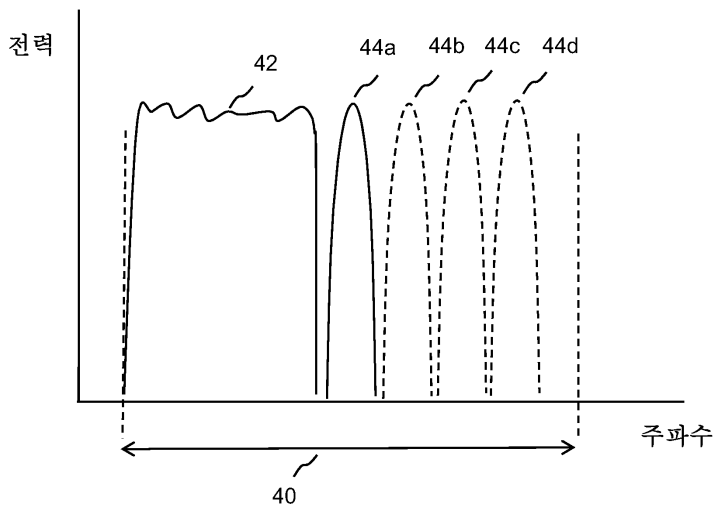
도면2



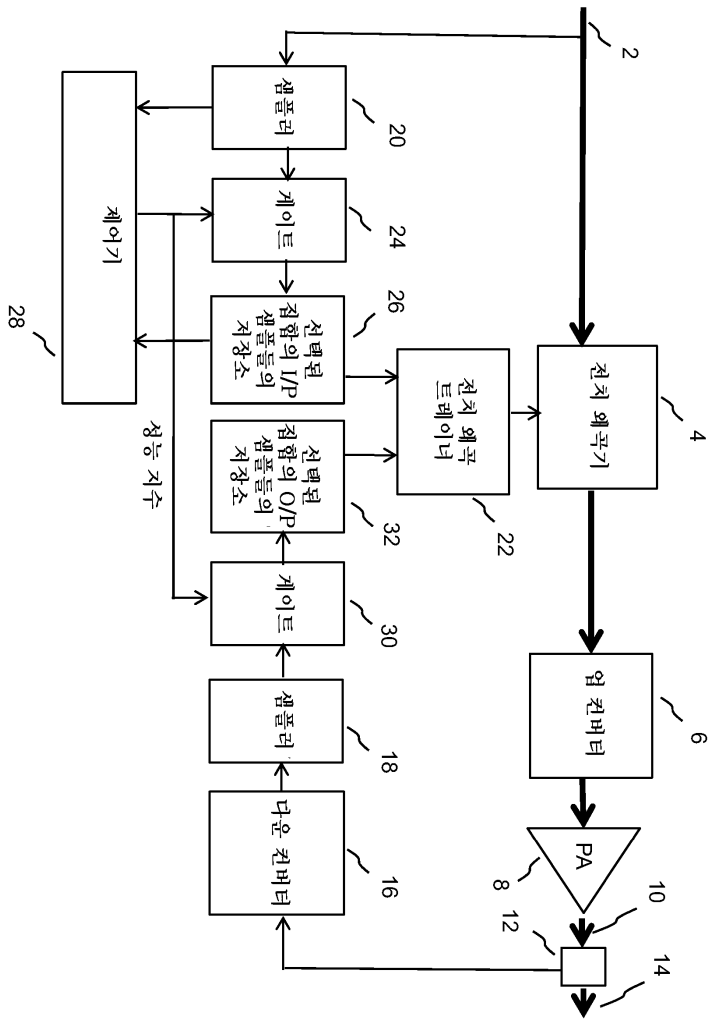
도면3



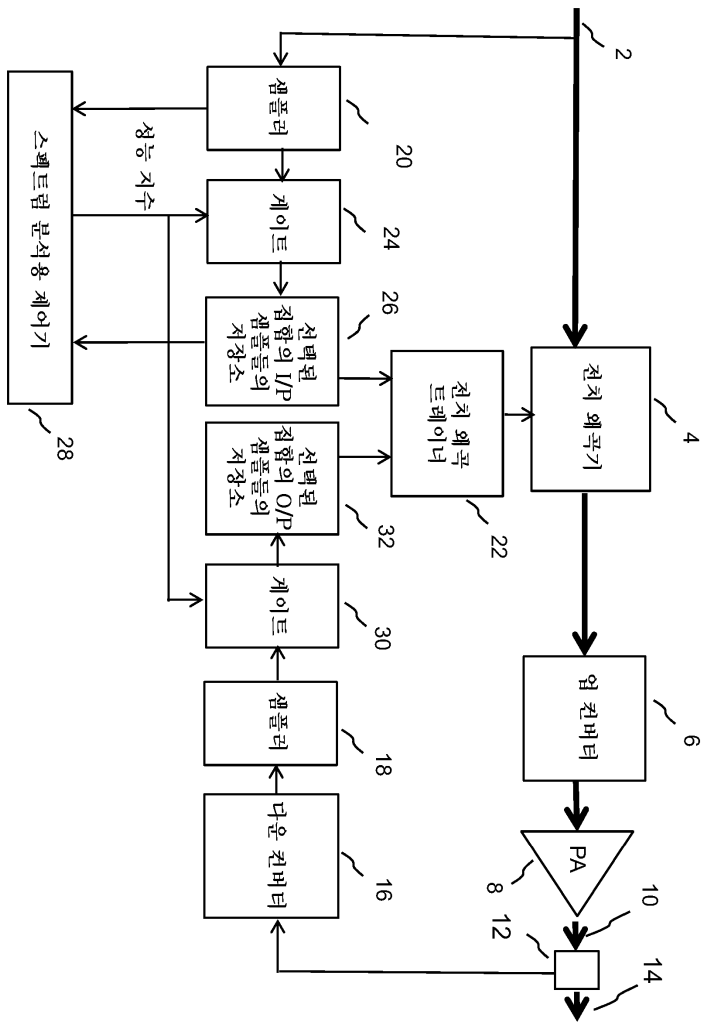
도면4



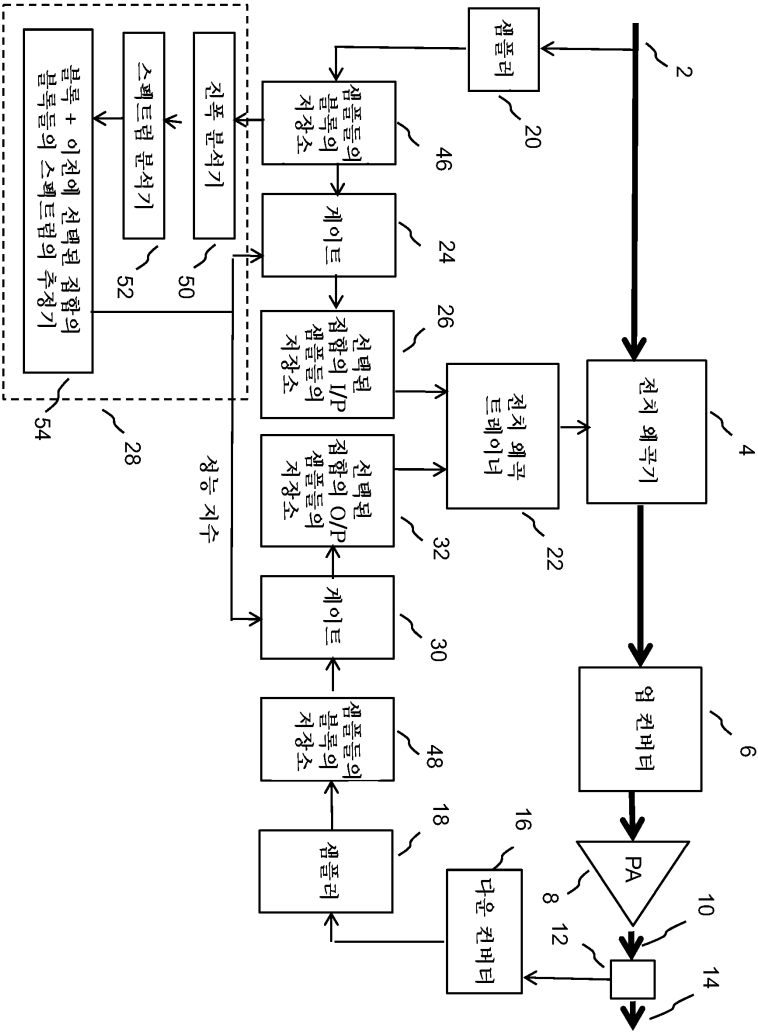
도면5



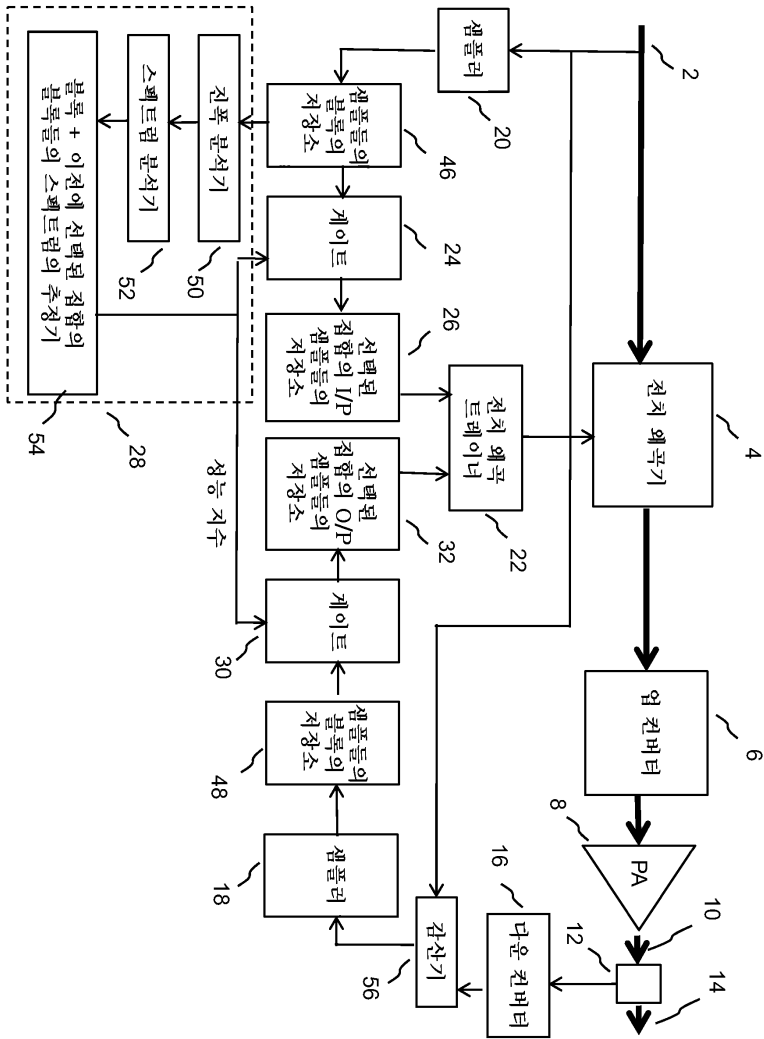
도면6



도면7



도면8



도면9

