(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H04B 14/02

(45) 공고일자 1996년10월15일
(11) 공고번호 특1996-0014411
(24) 등록일자 1996년10월15일

(21) 출원번호 특1993-0702426
(22) 출원일자 1993년08월13일
(65) 공개번호 특1994-0700798
(43) 공개일자 1994년02월23일

(30) 우선권주장 806,515 1991년12월13일 미국(US)

(73) 특허권자 모토로라 인코포레이티드 안쏘니 제이. 살리 2세
미합중국 일리노이 60196 샤움버그 이스트 앨공퀸 로드 1301
(72) 발명자 크리스토퍼 피. 라로사
미합중국 일리노이 60047 레이크 쥬리히 쏜테일 코트835
마이클 제어. 카네이
미합중국 일리노이 60074 팔라틴 31 캐리지 레인 812
(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 정종일 (책자공보 제4692호)

(54) 직접 위상 계수화 장치 및 방법

요약

내용없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

직접 위상 계수화 장치 및 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명이 적용된 무선전화기 시스템의 블럭도.

제2도는 본 발명에 따른 위상 복조기의 블럭도.

제3도는 본 발명에 따른 직접 위상 디지타이저의 블럭도.

제4도는 본 발명에 따른 4비트 위상 섹터 맵핑을 도시하는 도면.

제5도는 제한된 IF 입력 신호의 그래프.

제6도는 영(제로) 교차 표시(zero crossing marking)를 포함하는 위상 섹터 카운트 출력 도시도.

제7도는 본 발명에 따른 직접 위상 디지탈화 재생 도시도.

[발명의 상세한 설명]

[발명의 분야]

본 발명은 무선 수신기에 관한 것으로서, 특히 제한(리미트)된 무선 주파수 신호의 위상을 계수화(디지탈화) 하기 위한(for digitizing)장치에 관한 것이다.

[발명의 배경]

무선 수신기내에는, 수신된 시호로부터 위상 정보를 재생시키기 위해 쉬상 컴출기가 사용된다. 디지탈 위상 변조 방법을 이용하는 시스템에서, 심볼 슬라이서(symbol slicer)는, 재생된 위상 정보를 표시하는 심볼을 결정한다. 수신된 신호의 위상을 검출하는 두 방법은 기저대(baseband) I 및 Q 처리와 제한된 중간 주파수(IF)신호의 직접 위상(direct phase) 양자화이다.

위상 검출기는 I 및 Q 디지탈 시스템에서 동작한다. 이 시스템에서, 무선 수신기에서의 상기 IF 신호는 상기 신호의 동위상(inphase)(I)부분과 구적(quadrature)(Q)부분을 재생하는 I/Q 트랜스레이터(변환기)(translator)내로 입력된다. 상기 I 및 Q신호들은 한쌍의 아나로그-디지탈 변환기(a pair of analog-to-digital converters; ADC)로 입력된다. 계수화된 위상 신호를 발생하도록 상기 ADC들의 출력을 이용하여 I에 대한 Q의 아크 탄젠트(tangent inverse of Q over I)를 실행한다. 이 시스템은, 다수의 개개의 성분을 사용한다. 두개의 고 전류 ADC, ROM 룩업 테이블(ROM look-up table) 및 디지탈 신호 처리기

(digital signal processor; DSP)가 이 시스템을 구현하는데 필요하다.

제한된 IF 파형의 위항을 직접 양지화하는데 제2형태의 위상 검출기가 완전한 디지탈 구현이다. 여기서, 변조된 IF 입력 신호는 소정의 전압 범위로 제한된다. 그 후에 상기 제한된 입력 신호는 중간 주파수에서 2^{N-1} 위상 시프트 기준 신호와 비교된다. 제한된 입력 신호와 가장 닮은 형태의 위상을 가진 재생된 기준 신호가 선택된다. 위상 처리 회로는 상기 선택된 기준 신호를 이용하여 IF 입력 신호의 위상을 나타내는 N-비트 디지탈 워드를 발생한다. 상기 구현이, 2^{N-1} 기준 신호들의 발생을 필요로 하기 때문에, 상기 구현은 비교적 복잡하다.

무선 수신기가 휴대용 무선 전화와 같이 소형의 간단한 장치들로 구현되도록 하기 위해서는, 소형이며, 저소비 전력의 저가인 디지탈 위상 검출기가 필요하다.

[발명의 개요]

본 발명은 무선 수신기에 사용하기 위한 직접 위상 계수화 장치에 관한 것이다. 상기 직접 위상 계수화 장치는 위상, 전압 범위 및 제1주파수를 가진 제1아날로그 신호를 수신한다. 첫째, 상기 직접 위상 계수기는 제2주파수 및 N-비트의 분해능을 갖는 것으로 추정 위상 맵(phase map)을 발생시킨다. 둘째, 상기 직접 위상 계수기는 제1아날로그 신호의 소정의 전압 교차(voltage crossind)를 검출한다. 셋째, 상기 전압 교차를 이용하여, 상기 직접 위상 계수기가 상기 추정 위상 맵을 샘플화한다. 넷째, 디지탈 위상 신호는 상기 추정 위상 맵의 샘플을 사용하여 생성한다.

[양호한 실시예의 설명]

양호한 실시예는 무선전화 수신기에 사용하기 위한 직접 위상 디지타이저(direct phase digitizer)에 관한 것이다. 직접 위상 계수기에 의해서 상기 수신기는 ADC(A/D 변환기)를 사용하지 않고 수신된 신호의 위상을 표시하는 워드의 추출이 가능하다. 상기 직접 위상 계수기는 모듈로 2π 위상 램프 발진기(modulo 2πphase ramp generator), 제로-전압 교차 검출기 및 기준 발진기를 포함한다. 상기 모듈로 2π위상 램프 함수는 기준 발진기에 의해 발생되는 소정 주파수에서 수신된 신호의 가능한 위상들을 거친다. 상기 위상 램프 함수는 영-전압 교차가 입력 신호에서 검출될 때마다 샘플화된다. 이 샘플들은 D-플립플롭에 저장된다. 즉, 상기 D-플립플롭의 출력들은 상기 위상 처리 회로가 이용하는 디지탈 위상 워드를 형성한다.

제1도는 본 발명이 적용된 무선 전화 시스템의 블럭도이다. 무선 전화 시스템에서, 고정사이트의 트랜시버(103)는 고정사이트의 트랜시버(103)로 서비스되는 고정된 지형의 에어리어내에 포함되는 이동 및 휴대용 무선 전화기를 오가는 무선주파수(RF) 신호를 송수신한다. 상기 무선전화(101)는 고정된 사이트의 트랜시버(103)에 의해 서비스되는 하나의 무선전화이다.

고정 사이트의 트랜시버(103)로부터 신호를 수신하는 동안, 상기 무선전화(101)는 상기 안테나(105)를 사용하여 상기 RF 신호와 결합하고 상기 RF 신호를 전기적인 RF 신호로 변환시킨다. 상기 전기적인 RF 신호는 상기 무선 전화(101)에 사용하기 위해 무선수신기(111)에 의해서 수신된다. 상기 수신기(111)는 중간 주파수(IF) 신호(115)를 발생한다. 상기 신호는 위상복조기(119)로 입력된다. 위상 복조기(119)는 처리장치(121)가 이용할 심볼 신호(123)를 출력한다. 상기 처리 장치(121)는 심볼 신호(123)를 유저 인터페이스(125)의 음성이나 데이타 형태로 포맷(Format)한다. 상기 유저 인터페이스(125)는 마이크로폰, 스피커 및 캐패드를 포함한다.

휴대용 무선전화(101)에서 사이트의 트랜시버(103)로의 RF 신호의 전송시, 상기 처리장치(121)는 유저 인터페이스로부터 상기 음성 및/또는 데이타 신호를 포맷한다. 상기 포맷된 신호는 전송기(109)로 입력된다. 상기 전송기(109)는 데이타를 전기적 RF 신호로 변환한다. 전기적 RF 신호는 RF 신호로 변환되고 안테나(105)에 의해서 출력된다. 상기 RF 신호는 고정된 사이트의 트랜시버(103)에 의해 수신된다.

제2도는 제1도에 도시한 위상 복조기(119)의 블럭도이다. 상기 위상 복조기(119)는 리미터(301), 직접 위상 디지타이저(303), 위상 처리 회로(305) 및 심볼 슬라이서(319)를 포함한다. 리미터(301)는 IF 신호(115)를 수신하고 IF 신호(115)의 전압을 논리 레벨 0과 1에 해당하는 두 전압 레벨로 제한한다. 상기 리미터(301)는 제한된 수신 신호(309)를 출력한다. 직접 위상 디지타이저(303)는 제한된 수신 신호(309)의 부극성 및 정극성 영-교차 모두를 사용하여 모듈로 2π 위상 램프 함수를 샘플한다. 상기 샘플들은 계수된 위상 신호[(307), (θ(t)+ø)]를 발생하기 위해 사용된다. θ(t)는 소망의 계수화된 위상 신호이고 ø는 일정한 위상 오프셋이다. 상기 계수화된 위상 신호(307)는 위상 처리 장치(305)로 입력된다. 상기 위상 처리 장치(305)는 일정한 위상 오프셋(ø)을 제거한다. 위상 처리 장치(305)는 코히어런트 위상 처리 장치 또는 차동코히어런트 위상처리장치중 하나를 포함해도 된다. 양호한 실시예에서 자동코히어런트 위상처리장치는 일정한 위상 오프셋(ø)을 제거하는 데에 사용된다. 최종의 디지탈 위상 신호(θ(t))(303)는 심볼 슬라이서(319)에 입력된다. 상기 심볼 슬라이서(319)는 검출된 위상 신호(313)에 해당하는 심볼 결정치(123)를 출력한다.

제3도는 제2도에 도시한 직접 위상 디지타이저(303)의 상세한 블럭도이다. 양호한 실시예에서 수신된 제한 IF 입력 신호(309)는 456KHz와 동일한 주파수(f_1)를 갖는다. 직접 위상 계수기는 5비트 위상 워드(307)를 발생한다. 기준 발진기(403)는 2^Nfi와 동일한 주파수를 발생하며, 여기서 N은 상기 위상 워드에서 소망의 비트의 수를 나타낸다. 양호한 실시예에서 N은 5와 같다. 따라서 상기 기준 발진기(403)는 (456KHz)2^5=14.592MHz와 동일한 주파수를 갖는다. 상기 기준 발진기(403)는 D 플립-플롭(401, 407)의 클럭 입력을 조정하고 N-비트 다운 카운터(405)를 감소시킨다. 상기 N-비트 다운 카운터(405)의 출력은 제4도에 도시한 바와 같이 모듈로 2π위상을 나타내는 N-비트 워드이다. 상기 카운터(405)는 제로(0) 값에서와 기준 발진기(403)의 각각의 클럭에서 시작하며, 상기 카운터(405)는 1씩 감소된다. 유사한 실시예에서, 상기 N-비트 다운 카운터(405)는 업 카운터 등으로 대체 가능하다. 이러한 대체는 연속한 위상 처리 회로에서 약간의 수정을 필요로 할 것이다.

제4도에 있어서, 상기 카운터는 제로에서 시작하는 위상 섹터 맵을 시계 방향으로 이동한다. 제4도는 4비

트 위상 섹터 맵핑을 나타낸다. 본 실시예에서, 다위상 섹터로서 2회 주어진 5비트 섹터 맵핑이 사용된다. 4비트 위상 섹터 맵이 설명의 간결성을 위한 예로써 사용된다. 상기 4비트 위상 맵에는 π/8 분해능이 주어진다. 양호한 실시예에서 상기 5비트 위상 맵은 π/16 분해능을 제공한한다. 따라서, 향상된 분해능이 다운 카운터(405)에서 비트 수(N)를 증가시키므로써 얻어진다. 상기 비트 수(N)는 응용의 필요성에 따라 조정가능하다.

두 플립-플롭(401, 407) 및 배타적 OR 게이트(409)는 제한된 IF 입력 신호의 각각이 제로 교차에서 펄스(419)를 발생한다. 위상 섹터 운터(405)는 펄스(419)를 이용하여 제한된 IF 입력 신호(309)의 각각의 제로-교차에서 출력을 래치(latch)한다. D 플립-플롭(413, 415, 417)은 연속한 제로-교차가 검출될 때까지 N-비트 위상 워드를 저장하기 위해 사용된다. 상기 배타적 OR 게이트(411)는 제한된 입력 신호(309)에서 정극성 제로-교차가 검출될 때마다 N-비트 위상 워드중 최상위 비트를 반전하는데 사용된다. 반전에 의해 효과적으로 다운카운터로부터의 상기 위상 워드 출력을 180° 씩 이동된다.

상기 D 플립-플롭(413, 415, 417)의 출력이 N-비트 위상 신호(307)가 된다. 상기 N-비트 위상 신호(307)는 제한된 수신 입력 신호(309)의 위상을 정확하게 나타낸다. 상기 N-비트 위상 신호(307)는 상기 IF 입력 신호(115)를 계수화 함이 없이 만들어진다. 이로써 발명의 배경에서 논의된 다른 실시예에서 필요로 하는 상대적으로 고가이며 전력소비가 심한 ADC가 배제된다. 또한, 이러한 구현은 당업자라면 계산상 간단하고 디지탈 신호 처리장치(DSP) 또는 디지탈 논리 하드웨어중 하나로 구현 가능하다.

상기 정극성 및 부극성 제로-교차 모두는 정확한 디지탈 위상을 재생하기 위해 검출되도록 할 필요는 없다. 상기 정극성 제로-교차만이 트래킹되면 기준 발진기(403)에 의해 발생되는 주파수와 수신기의 중간 주파수는 동일한 성능을 얻도록 배가 될 필요가 있다. 또한, 반전 배타적 OR 게이트(411)는 배제될 수 있다.

제5, 6및 7도는 직접 위상 디지타이저(303)의 신호들을 도시한다. 제5도는 통상의 제한된 IF 입력 신호(309, 601)를 도시한다. 상기 부극성 제로-교차는 원(603)으로 도시된다. 상기 정극성 제로 교차는 네모(605)로 도시된다. 제6도는 상기 위상 섹터 카운터(405)의 출력 신호(611)는 한정된 IF 입력 신호(309, 601)의 각각의 제로-교차에서 샘플된다. 상기 정극성 제로-교차는 180° 로 시프트된다. 위상 섹터 카운터(405)의 샘플들은 N개의 D-플립플롭(413, 415, 417)으로 유지된다. N개의 D-플립플롭의 상기 출력 신호(307, 623)는 제7도에 도시된다. 실제 위상 신호(621)는 비교 목적을 위해서 출력 신호(623)의 위상 신호와 겹친다. 양호한 실시예에서 디지탈 위상 신호(623)는 매우 정확하게 적용된다. 보다 정확성이 요구된다면 위상 워드와 기준 발진기의 주파수에서의 비트수(N)를 조정해도 된다.

무선전화 시스템에서 사용하기 위해 저소비전력을 가진 용이하게 구현된 직접 위상 디지타이저가 여기서 설명되었다. 여기에 기술된 간단한 논리를 이용한 위상의 계수화는 전체 IF 신호를 계수화할 필요성을 배제한다. 따라서, 고가의 전력소모적인 ADC가 회로에서 제거된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

무선 수신기에 사용되며, 위상, 및 제1의 소정 주파수를 갖는 제1아나로그 신호를 수신하는 직접 위상 계수화(디지탈화) 장치(direct phase digitizing apparatus)에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 수단과 소정의 분해능을 가지며 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 수단과 정극성 및 부극성 전압 교차에 제한되는 제1아나로그 신호의 소정 전압 교차를 검출하는 검출 수단과 상기 검출 수단의각 발생에 응답하여, 상기 추정 위상 맵을 저장하며 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상계수화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 디지탈 위상 신호 발생 수단은 상기 정극성의 소정 전압 교차의 검출에 응답하여, 상기 저장된 추정 위상 맵을 180°만큼 시프트시키는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상계수화 장치.

청구항 3

무선 주파수(RF) 신호를 수신하고 상기 수신된 무선 주파수(RF) 신호를 중간 주파수(IF) 신호로 변환시키는 무선 수신기에 사용되며, 위상 및 제1의 소정 주파수를 갖는 상기 IF 신호를 수신하는 위상 복조 장치에 있어서, 제1의 소정 주파수와 연관관 제2의 소정 주파수를 지수 배수의 인수로 발생하는 수단과 소정의 분해능을 가지며, 상기 제2소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 수단과, 상기 IF 신호의 소정의 전압 교차를 검출하며, 정극성 및 부극성의 소정 전압 교차를 포함하는 전압 검출 수단고; 상기 추정 위상 맵을 검출, 기억하며, 제1디지탈 위상 신호를 발생하는 수단과, 상기 제1디지탈 위상 신호에서 비소망의 위상 상수를 감소시켜 제2디지탈 위상 신호를 만드는 수단을 포함하는 위상 복조 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1디지탈 위상 신호 발생 수단은 상기 정극성의 소정 전압 교차의 검출에 응답하여 상기 저장된 추정 위상 맵을 180°만큼 시프트시키는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상 복조 장치.

청구항 5

제1의 소정 주파수 및 위상을 가진 아나로그 입력 신호의 위상을 직접 계수화하는 방법에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 단계와, 소정의 분해능을 가지며, 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 단계와 정극성의 전압 레벨 교차에 제한되는 제1아나로그-신호

의 소정의 전압 교차를 검출하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 소정 전압 레벨 교차를 검출하는 상기 단계에만 응답하여 상기 추정 위상 맵을 저장하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 제1위상을 나타내는 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 계수화 방법.

청구항 6

무선 수신기에 사용되며, 위상 및 제1의 소정 주파수를 갖는 제1아나로그 신호를 수신하는 직접 위상 계수화(디지탈화)장치(direct phase digitizing apparatus)에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 기준 발진기와; 소정의 분해능을 가지며 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 카운트 장치와 정극성의 소정 전압 교차에 제한되는 제1아나로그 신호의 소정 전압 교차를 검출하는 검출기와; 상기 검출의 각 발생에 응답하여 상기 추정 위상 맵을 저장하며, 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상 계수와 장치.

청구항 7

무선 수신기에 사용되며, 위상 및 제1의 소정 주파수를 갖는 제1아나로그 신호를 수신하는 직접 위상 계수화(디지탈화)장치(direct phase digitizing apparatus)에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 수단과; 소정의 분해능을 가지며 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 수단과; 부극성의 소정 전압 교차에 제한되는 제1아나로그 신호의 소정 전압 교차를 검출하는 검출 수단과 상기 검출 수단의 각 발생에 응답하여, 상기 추정 위상 맵을 저장하며, 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상 계수화 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 디지탈 위상신호 발생 수단은 상기 부극성의 소정 전압 교차의 검출에 응답하여, 상기 저장된 추정 위상 맵을 180°만큼 시프트시키는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상 계수화 장치.

청구항 9

제1의 소정 주파수 및 위상을 가진 아나로그 입력 신호의 위상을 직접 계수화하는 방법에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 단계와; 소정의 분해능을 가지며, 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 단계와 부극성의 전압 교차 레벨에 제한되는 제1아나로그-신호의 소정의 전압 교차 레벨을 검출하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 소정 전압 레벨 교차를 검출하는 상기 단계에만 응답하여 상기 추정 위상 맵을 저장하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 제1위상을 나타내는 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 계수화 방법.

청구항 10

제1의 소정 주파수 및 위상을 가진 아나로그 입력 신호의 위상을 직접 계수화하는 방법에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 단계와 소정의 분해능을 가지며 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 단계와 정극성 및 부극성의 소정 전압 레벨 교차에 제한되는 제1아나로그 신호의 소정의 전압 교차를 검출하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 소정 전압 레벨 교차를 검출하는 상기 단계에만 응답하여 상기 추정 위상 맵을 저장하는 단계와; 상기 제1아나로그 신호의 제1위상을 나타내는 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상신호를 발생하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 계수화 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 디지탈 위상 신호 발생 단계를 상기 정극성의 소정 전압 교차를 검출하는 단계에 응답하여, 상기 저장된 추정 위상 맵을 180°만큼 시프트시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상 계수화 방법.

청구항 12

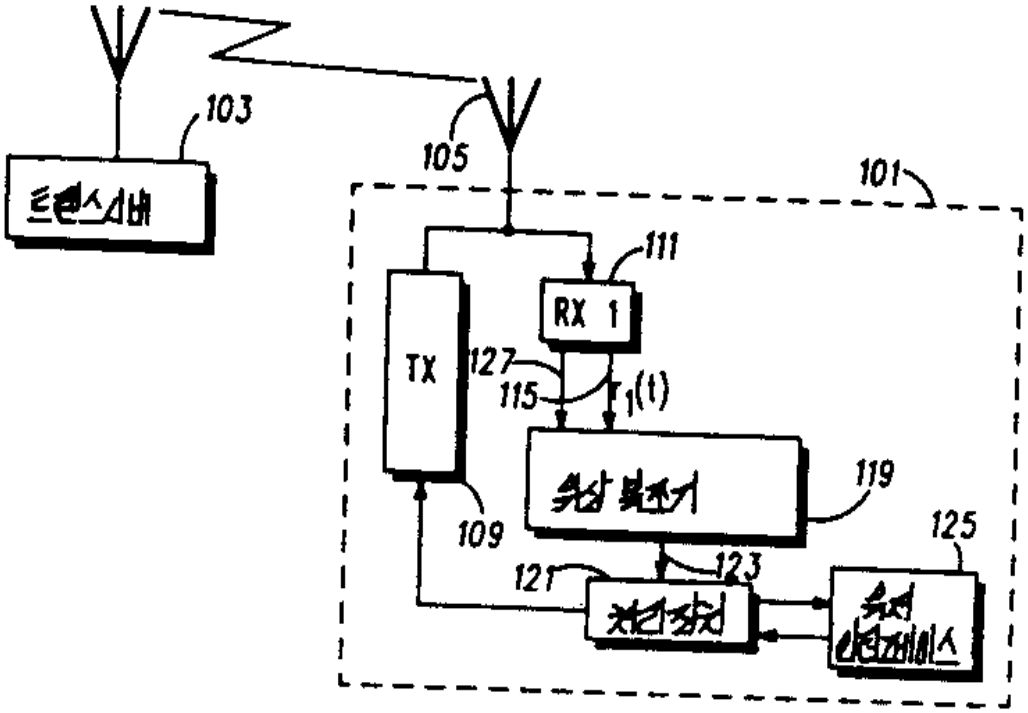
제10항에 있어서, 상기 디지탈 위상 신호 발생 단계를 상기 부극성의 소정 전압 교차의 검출하는 단계에 응답하여 상기 저장된 추정 위상 맵을 180°만큼 시프트시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상 계수화 방법.

청구항 13

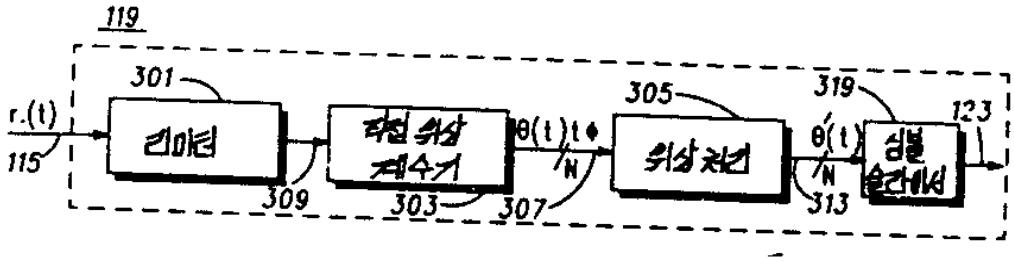
무선 수신기에 사용되며, 위상 및 제1의 소정 주파수를 갖는 제1아나로그 신호를 수신하는 직접 위상 계수화(디지탈화)장치(direct phase digitizing apparatus)에 있어서, 제2의 소정 주파수를 가진 기준 발진기 신호를 발생하는 제1수단과 소정의 분해능을 가지며 상기 제2의 소정 주파수에 종속하는 추정 위상 맵을 발생하는 제2수단과; 제1아나로그 신호의 정극성 및 부극성의 소정 전압 레벨 교차를 검출하는 검출 수단과; 상기 검출 수단에 응답하여, 상기 추정 위상 맵을 저장하며, 상기 저장된 추정 위상 맵으로부터 디지탈 위상 신호를 발생하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 직접 위상계수화 장치.

도면

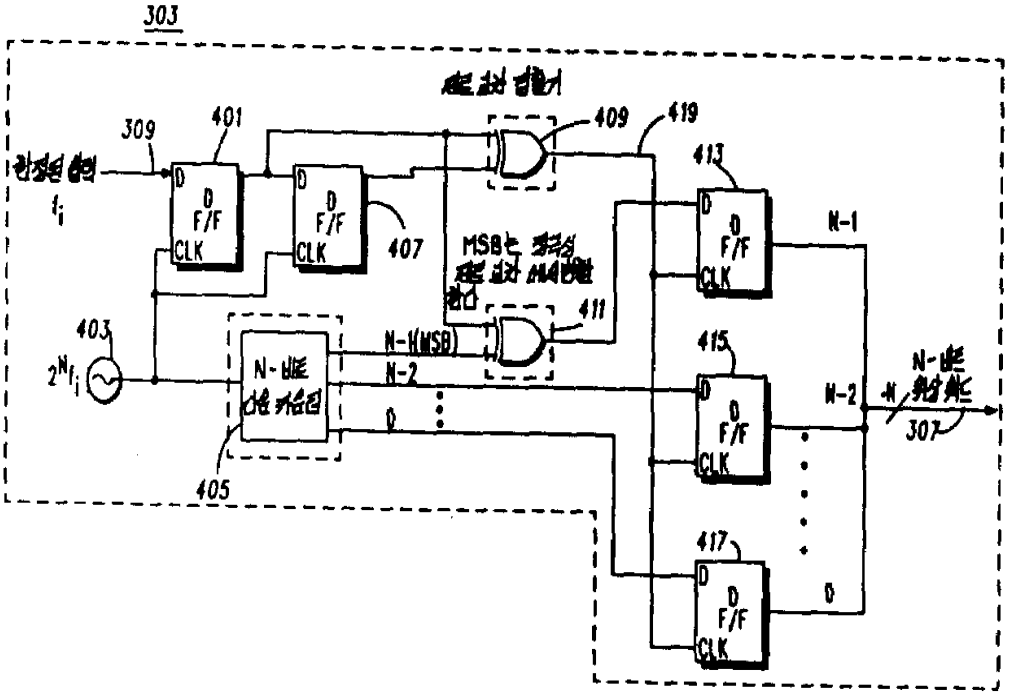
도면1


103
105
101
111
RX 1
TX
127
115
$r_1(t)$
119
109
125
121
123

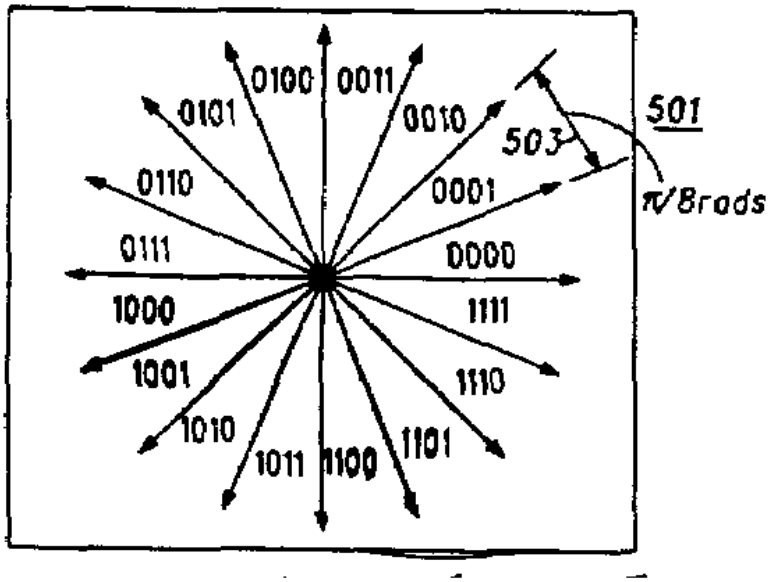
도면2


119
301
$r_1(t)$
115
309
303
$\theta(t)$
N
307
305
319
$\theta'(t)$
N
313
123

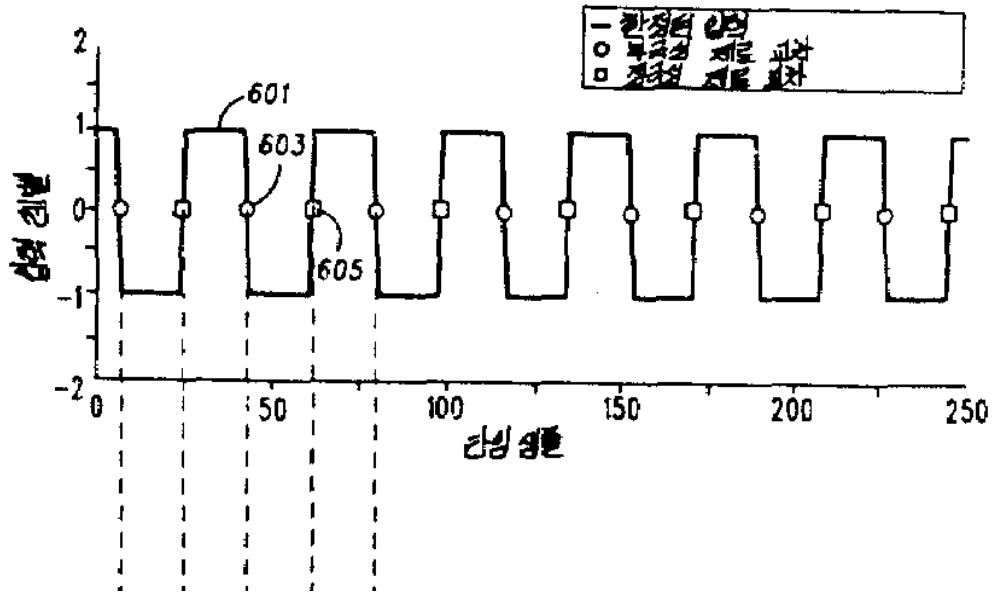
도면3


303
309
401
409
419
413
407
411
403
405
415
417
N-1
N-2
N-1(MSB)
307
D
F/F
CLK

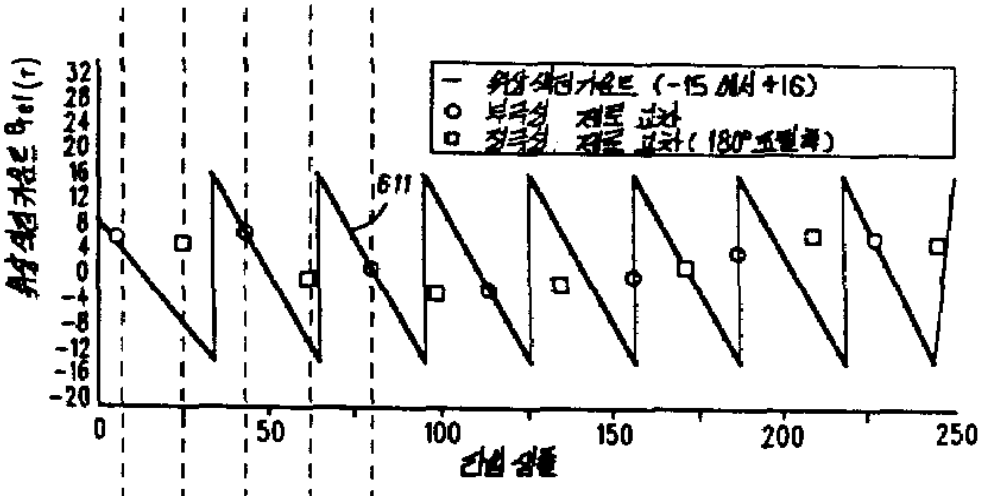
도면4


0100
0011
0101
0010
0110
0001
0111
0000
1000
1111
1001
1110
1010
1101
1011
1100
501
503
π/8rads

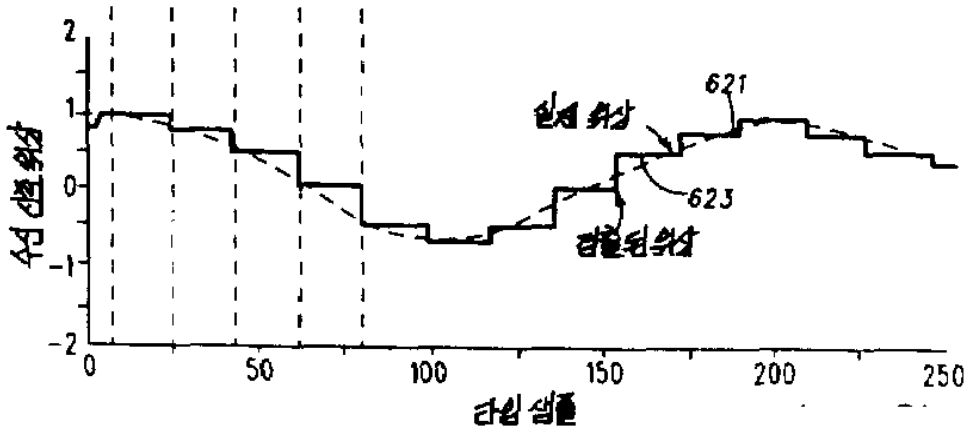
도면5


601
603
605
2
1
0
-1
-2
0
50
100
150
200
250

도면6


611
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
0
50
100
150
200
250

도면7


621
623
2
1
0
-1
-2
0
50
100
150
200
250