



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04N 7/015 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년11월28일 10-0651050 2006년11월22일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0060288 2000년10월13일 2005년10월13일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0040076 2001년05월15일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장      09/427,316      1999년10월26일      미국(US)

(73) 특허권자      톰슨 라이센싱  
프랑스 세데 불로뉴 께아 르 갈로 46

(72) 발명자      스튜어트존시드니  
미국,인디애나46268,인디애나폴리스71번스트리트웨스트3655

(74) 대리인      문경진  
조현석

심사관 : 김기천

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 잔류 측파대 변조된 신호를 처리하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

지상파 방송 고선명 텔레비전 정보와 파일럿 성분을 포함하는 VSB 변조된 신호를 처리하기 위한 수신기는 복조된 베이스 밴드 신호를 생성하는 반송파 복구 네트워크(22; 도3)를 포함한다. 반송파 복구 네트워크는 예를 들어 다중 경로 왜곡으로 인한 파일럿 신호의 원치 않는 위상 오프셋을 나타내는 국지적으로 발생된 제어 신호(위상 오프셋; 360)에 추가로 반응한다. 제어신호는 복조된 신호가 등화(equalized)되기 전에 파일럿 위상 오프셋을 보상하기 위해 사용된다. 제어 신호는 수신 동기신호 값을 기준 동기신호 값(362) 및 기준 동기신호 값의 힐버트 변환 값(363) 쌍방에 상관시킴으로써 생성된다. 반송파 복구 네트워크 신호의 출력은 두 번 위상 보상된다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

잔류 측파대(Vestigial Sideband: VSB) 심볼 콘스텔레이션(constellation)에 의해 표시되는 파일럿 반송파 성분 및 비디오 데이터를 포함하는 수신 VSB 변조된 신호를 처리하기 위한 수신기로서, 상기 데이터는 연속되는 데이터 프레임으로 구성된 데이터 프레임 포맷을 구비하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법에 있어서,

상기 파일럿 성분의 위상 오프셋 에러에 기인하는 위상 오프셋 에러를 포함하는 복조된 신호를 생성하기 위해서 상기 파일럿 성분에 응답하여 상기 수신 신호를 복조하는 단계와;

상기 복조된 신호를 등화시키는 단계와;

상기 등화시키는 단계에 앞서서, 상기 복조 신호에 있는 상기 파일럿 성분에 기인하는 상기 위상 오프셋 에러를 감소시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법.

## 청구항 2.

잔류 측파대(Vestigial Sideband: VSB) 심볼 콘스텔레이션(constellation)에 의해 표시되는 파일럿 반송파 성분 및 비디오 데이터를 포함하는 수신 VSB 변조된 신호를 처리하기 위한 수신기로서, 상기 데이터는 연속되는 데이터 프레임으로 구성된 데이터 프레임 포맷을 구비하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법에 있어서,

상기 파일럿 성분의 위상 오프셋 에러를 표시하는 제어 신호를 발생하는 단계; 및

복조된 출력 신호를 생성하기 위해 상기 파일럿 성분과 상기 제어 신호에 응답하여 상기 수신 신호를 복조하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법.

## 청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 복조된 출력 신호를 등화시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법.

## 청구항 4.

잔류 측파대(Vestigial Sideband: VSB) 심볼 콘스텔레이션(constellation)에 의해 표시되는 파일럿 반송파 성분 및 비디오 데이터를 포함하는 수신 VSB 변조된 신호를 처리하기 위한 수신기로서, 상기 데이터는 연속되는 데이터 프레임으로 구성된 데이터 프레임 포맷을 구비하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법에 있어서,

상기 파일럿 성분의 위상 오프셋에 기인하는 위상 오프셋 에러를 나타내는 경향이 있는 출력 신호를 생성하기 위해서 상기 파일럿 성분에 응답하여 수신된 신호를 복조하는 단계; 및

최종 출력 신호를 생성하기 위해서, 상기 위상 오프셋 에러를 나타내는 제어신호와 상기 출력 신호를 결합시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 방법.

## 청구항 5.

잔류 측파대(Vestigial Sideband: VSB) 심볼 콘스텔레이션(constellation)에 의해 표시되는 파일럿 반송파 성분 및 비디오 데이터를 포함하는 수신 VSB 변조된 신호를 처리하기 위한 수신기로서, 상기데이터는 연속되는 데이터 프레임으로 구성된 데이터 프레임 포맷을 구비하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 장치에 있어서,

상기 파일럿 성분의 위상 오프셋에서 기인할 수 있는 위상 오프셋 에러를 나타내는 경향이 있는 상기 변조된 신호를 수신하기 위한 입력단과, 제1 신호를 제공하기 위한 출력단을 구비하는 제 1 위상 제어 네트워크(320);

상기 파일럿 성분의 상기 위상 오프셋 에러를 나타내는 제어 신호를 발생시키는 제어 네트워크(360); 및

출력단에서 위상 정정된 복조된 신호를 제공하기 위해서 상기 수신 변조된 신호, 상기 제 1 신호 그리고 상기 제어 신호에 응답하는 제 2 위상 제어 네트워크(350)

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 장치.

## 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 위상 제어 네트워크(320)는 위상 동기 루프에 있는 위상 검출기(340)와 제 1 승산기(349)를 포함하고; 그리고

상기 제 2 위상 제어 네트워크는

(a) 상기 위상 동기 루프로부터 나온 신호와 상기 제어 신호를 결합시키기 위한 결합기 네트워크(352), 및

(b) 상기 결합기 네트워크로부터 나온 결합 신호와 상기 변조 신호에 응답하는 제 2 승산기(356)

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수신기 내에서 신호를 처리하기 위한 장치.

## 명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 예를 들어 미국에서 채용된 잔류 측파대(VSB: Vestigial Sideband) 변조된 형태의 고선명 텔레비전(HDTV; High Definition TV) 신호를 복조하기 위한 반송파 복구 네트워크에 관한 것이다.

심볼 형태로 디지털 정보를 전달하는 변조 신호로부터 데이터를 복구하는 데는 일반적으로 수신기에서 3가지 기능 즉: 심볼 동기화를 위한 타이밍 복구, 반송파 복구(베이스밴드로의 주파수 복조) 및 채널 등화(equalization)를 필요로 한다. 타이밍 복구는 수신기 클럭(시간 베이스)이 전송기 클럭에 동기화 되는 과정이다. 이것은 하나의 수신 신호가 수신 심볼 값들의 결정 지향적 처리와 연관된 슬라이싱 에러를 줄이기 위해 적기에 최적의 시점에서 샘플링되는 것이 가능하게 한다. 반송파 복구는, 수신 RF신호가 더 낮은 중간 주파수 패스밴드(passband)(예를 들어 베이스밴드 가까이)로 주파수다운 변환된 후, 변조하는 베이스밴드 정보의 복구가 가능해지도록 베이스밴드로 주파수 천이되는 과정이다. 적응형 채널 등화는, 신호 전송 채널내의 상태변화 및 교란의 효과가 보상되어지는 과정이다. 이 과정은 보통 전송 채널의 주파수의존 시변(time variant) 특성으로부터 기인한 진폭 및 위상 왜곡을 제거하는 필터들을 채용한다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 원리에 따라, 하나의 반송파 복귀 네트워크는 수신신호의 파일럿 반송파 성분 및 주 데이터신호와 함께 전송되는 파일럿 신호의 원치 않는 위상 오프셋을 표시하는 국지적으로 발생한 위상 정정 제어신호에 반응하여 하나의 복조된 신호를 생성한다.

바람직한 실시예에 있어서, 반송파 복귀 처리에서 이용되는 파일럿 신호의 위상 오프셋에 의해 야기되는 복조 신호에 있는 위상 오프셋은 복조 신호를 등화(equalizing)하기 전에 제거된다. 반송파 복귀 네트워크는 복조될 수신 신호 I, Q에 응답하는 로테이터(승산기) 2개를 사용한다. 하나의 로테이터는 파일럿 성분에 응답하는 위상 제어 루프와 결합되어 있다. 다른 로테이터 역시 위상 제어 루프로부터 나온 신호를 파일럿 신호에 있는 다중경로{"고스트(ghost)"} 왜곡 같은 원치 않는 위상 왜곡의 추정치를 나타내는 오프셋 신호와 결합시킴으로써 생산되는 결합 신호에 응답한다.

## 발명의 구성

도 1에서, 지상파 방송 아날로그 입력 HDTV 신호는, RF 튜닝 회로를 포함하는 입력 네트워크(14) 및 중간주파수(IF) 패스 밴드 출력신호를 생성하기 위한 튜너 한 개와 적당한 자동 이득 제어(AGC) 회로들을 포함하는 IF 처리기(16)에 의해서 처리된다. 수신 신호는 그랜드 얼라이언스(Grand Alliance)에 의해 제안되고 미국에서 사용하기 위해서 ATSC 지상파 방송 고선명TV 표준으로 채택된 반송파 억압 8-VSB 변조신호이다. 그런 VSB 신호는 1차원 데이터 심볼 콘스텔레이션(constellation)에 의해서 표시되는데, 여기서는 단지 한 축만이 수신기에 의해 복조될 양자화된 데이터를 포함한다. 도면을 단순화하기 위해서, 도시되는 기능 블록들을 클록킹 하기 위한 신호들은 도시되어있지 않다.

1994년 4월 14일자 그랜드 얼라이언스 HDTV 시스템 명세서에서 기술된 것처럼, VSB 전송 시스템은 도 2에서 보이는 것처럼 소정 데이터 프레임 포맷으로 데이터를 전달한다. 반송파 억압 주파수의 작은 파일럿 반송파 성분(파일럿 톤)이 복조기가 VSB수신기에서 반송파 잠금(carrier lock)을 얻도록 하기 위해서 전송 신호에 추가된다. 도 2를 참조하면, 각 데이터 프레임은 832개의 다중레벨 심볼 중 313개의 세그먼트를 각각 포함하는 2개의 필드를 포함한다. 각 필드의 제 1 세그먼트는 필드 동기신호 세그먼트라고 하고, 나머지 312개의 세그먼트는 데이터 세그먼트라고 한다. 그 데이터 세그먼트는 보통 MPEG과 호환되는 데이터 패킷을 포함한다. 각 데이터 세그먼트는 828개의 데이터 심볼이 따라오는 4개의 심볼 세그먼트 동기신호 성분을 포함한다. 각 필드 세그먼트는 소정의 511개의 심볼 의사 난수(PN: Pseudorandom Number) 시퀀스 한 개와 소정의 63개의 심볼 PN 시퀀스 3개를 포함하는 필드 동기신호 성분이 따라오는 심볼 세그먼트 동기신호 문자 4개를 포함하는데, 그것들 중에서中间的 한 개는 연속적인 필드로 반전된다. (VSB 심볼 콘스텔레이션 크기를 규정하는) VSB 모드 제어 신호는 마지막 63개 PN 시퀀스를 따라가는 데, 그것의 뒤를 96개 예비 심볼 및 이전의 필드로부터 복사된 12개 심볼이 따라간다. ATSC 시스템에서, 작은 디지털 레벨(1.25)은 디지털 베이스밴드 데이터와 동기신호의 모든 심볼(데이터와 동기신호)에 추가된다. 이것은 작은 동일 위상(in-phase) 파일럿 반송파 성분을 데이터 신호에 추가하는 효과를 갖는다. 베이스밴드에서 파일럿의 디지털적 추가는 대단히 안정적이고 정확한 파일럿을 제공한다. 파일럿의 주파수는 반송파 억압 주파수와 같다.

도 1을 계속 보면, 유닛(16)으로부터 나온 패스밴드 IF 출력신호는 아날로그/디지털 변환기(ADC)(19)에 의해서 디지털 심볼 비트스트림으로 변환된다. ADC (19)으로부터 나온 출력 디지털 데이터스트림은 디지털 복조기/반송파 복귀 네트워크(22)에 의해 베이스밴드로 복조된다. 이것은 수신된 VSB 데이터스트림내의 파일럿 성분에 응답하여 위상 동기 루프(phase locked loop)에 의해 성취된다. 유닛(22)은 도 3에 관해 더 자세히 기술된 것처럼 출력 I-위상 복조 심볼 데이터스트림을 생성한다.

ADC(19)은 샘플링 클럭 CLK에 응답하여 VSB 심볼 데이터스트림 입력을 샘플링 한다. 세그먼트 동기신호 및 심볼 클럭 복귀 네트워크(24)는 ADC(19)와 복조기(22)와 연관이 있다. 네트워크(24)는 랜덤 데이터로부터 나온 각 데이터 프레임의 반복적인 데이터 세그먼트 동기신호 성분을 복귀한다. 세그먼트 동기신호 성분은 적당히 위상 처리된 샘플링 클럭을 재생시키기 위해 사용된다.

유닛(28)은 모든 수신 데이터 세그먼트를 수신기의 메모리에 저장된 이상적인 필드기준 신호와 비교함으로써 데이터 필드 동기신호 성분을 검출한다. 필드 동기화에 추가하여, 필드 동기신호는 채널 등화기(34)를 위해 훈련신호(training signal)를 제공한다. 동일 채널 NTSC 간섭 검출과 제거는 유닛(30)에 의해 수행된다. 그 후에, 신호는 수신무효부호(blind), 훈련신호, 그리고 결정지향(decision-directed) 모드가 조합되어 동작할 수 있는 채널 등화기(34)에 의해 적응하여 등화 된다. 등화기(34)는 그랜드 얼라이언스 HDTV 시스템 명세서와 1995년 8월 민수 전자(Consumer Electronics)에 관한 미국 전기전자학회(IEEE)의 논문으로 브레틀(W. Bretl) 등이 쓴 논문, "그랜드 얼라이언스 디지털 텔레비전 수신기를 위한 VSB 모뎀 서브시스템 설계"에서 기술된 형태로 될 수 있다. 또한 등화기(34)는 1998년 6월 23일 출원되고 공동계류중인 쉬우(Shiue) 등의 미국 특허 출원 일련번호 102,885에서 기술된 형태로도 될 수 있다.

등화기(34)는 채널 왜곡에 대해 보상을 하나, 그러나 위상 잡음은 심볼 콘스텔레이션을 무작위적으로 로테이트(rotate)시킬 수 있다. 위상 추적 네트워크(36)는 등화기(34)로부터 나온 출력 신호에 존재하는 어떤 잔여 위상 및 이득 잡음도 제거한다. 그렇다면 위상 정정된 신호는 유닛(40)에 의해 트렐리스(trellis) 디코딩되고, 유닛(42)에 의해 역 인터리빙되고, 유닛(44)에 의해 리드-솔로몬 에러 정정되고, 그리고 유닛(46)에 의해 역스크램블링(역난수화)된다. 그 후에, 디코딩된 데이터스트림은 유닛(50)에 의해 오디오, 비디오, 그리고 디스플레이 처리된다.

유닛(22)에서 복조는 반송파 복구를 하기 위해서 디지털 자동 위상 제어(APC)루프에 의해 수행된다. 위상 동기 루프는 초기 획득을 위한 기준으로 파일럿 성분을 사용하고, 그리고 위상 획득을 위해 종래의 위상 검출기를 사용한다. 파일럿 신호는 수신된 데이터스트림에 내장되어 있고, 그 데이터스트림은 랜덤하고 노이즈 같은 패턴을 나타내는 데이터를 포함한다. 그 랜덤 데이터는 복조기 APC 루프의 필터링 작용에 의해 본질적으로 무시된다. ADC(19)에 들어가는 입력 신호는 VSB 주파수 스펙트럼의 중앙이 5.38Mhz이고 파일럿 성분은 2.69Mhz에 놓여지는 근접 베이스밴드 신호이다. 유닛(22)으로부터 온 복조된 데이터스트림에서 파일럿 성분은 DC에 이르기까지 주파수 다운 천이되어있다.

도 3은 디지털 복조기(22)의 상세도를 보여준다. 복조기(22)는 제 1 위상 제어 네트워크(320), 제 2 위상 제어 네트워크(350), 그리고 위상 정정 신호발생기(360)를 포함한다. 네트워크(320)의 동작이 먼저 기술될 것이다.

ADC(19)에서 온 8-VSB 변조된 디지털 심볼 데이터스트림은 초 저주파(Very Low Frequency: VLF) 파일럿 성분을 포함하고 있으며, 들어오는 IF 샘플링된 데이터스트림을 서로 90°위상 차를 가지는 위상 성분 "I"(동위상)와 "Q"(90°위상)로 분리하는 힐버트 필터(315)에 가해진다. I와 Q 성분은 자동 위상 제어(APC)루프에 있는 복합 승산기(324)를 이용하여 베이스밴드로 로테이트 된다. 일단 루프가 동기화되면, 승산기(324)의 출력은, 논의될 바와 같이, 유닛(350)에서 출력될 최종 위상 정정되고 복조된 출력을 만들기 위해서, 네트워크(350)에 의해 더욱 위상이 조정되는 복합 베이스밴드 신호가 된다. 승산기(324)에서 나온 출력 I 데이터스트림은 수신된 데이터스트림에서 파일럿 성분을 추출하기 위해서 사용된다. 승산기(324)에서 나온 출력 Q 데이터스트림은 수신 신호에서 위상을 추출하기 위해서 사용된다.

위상 제어 루프에서, Q 신호는 자동 주파수 제어(AFC) 필터(336)에 의해 필터링 된다. (잡음과 간섭 뿐만 아니라) 고주파 데이터는 AFC필터에 의해 대부분 제거되고 다만 파일럿 주파수만 남는다. 필터링 후, Q 신호는 위상 검출기(340)의 동작 범위 요구를 줄이기 위해서 유닛(338)에 의해 진폭이 제한된다. 위상 검출기(340)는 자신의 입력단에 가해지는 I 및 Q 신호 사이의 위상차를 검출하고 정정하며 그리고 APC 필터(344) 예를 들어 제 2차 로 패스 필터에 의해 필터링되는 출력 위상 에러 신호를 출력시킨다. 유닛(340)에 의해 검출되는 위상 에러는 DC 가까운 예상 파일럿 신호 주파수와 수신된 파일럿 성분 주파수 사이의 주파수 차이를 나타낸다.

만약 수신된 파일럿 성분이 DC 가까운 예상 주파수를 보여주면, AFC 유닛(336)은 위상천이를 만들지 않을 것이다. 위상 검출기(340)에 들어가는 I 및 Q 채널 파일럿 성분 입력은 서로 90°위상차를 가지는 위상 관계로부터의 편차를 보이지 않을 것이고, 그것에 의해 위상 검출기(340)는 0 혹은 0 값에 가까운 위상 에러 출력 신호를 생성한다. 그러나, 만약 수신 파일럿 성분이 부정확한 주파수를 보여주면, AFC 유닛(336)은 위상 천이를 만들 것이다. 이것은 위상 검출기(340)의 입력단에 인가되는 I와 Q 채널 파일럿 성분들 사이의 추가적인 위상 차이가 될 것이다. 검출기(340)는 이 위상 차이에 응답하여 출력 에러 값을 만든다.

필터(344)에서 나온 필터링된 위상 에러 신호는 수치 제어되는 발진기(NCO) (348)에 제공되고, 그 발진기는 수신된 데이터스트림을 복조하기 위해서 파일럿 성분을 국지적으로 재생한다. 유닛(340, 344)으로부터 온 위상 제어 신호에 응답하여 파일럿 톤을 나타내기 위해 사인 및 코사인 록업 표(349)는 NCO(348)와 연관된다. 유닛(349)의 출력은 승산기(324)의 I 및 Q 신호 출력이 검출기(340)에 의해 생성된 위상 에러 신호가 실질적으로 0 이 될 때까지 제어되고, 그것에 의하여 복조된 베이스밴드 I 신호가 승산기(324)의 출력에 존재한다는 것을 나타낸다.

위에서 언급한 바와 같이, 수신된 VSB 변조 신호에 있는 파일럿 성분은 주파수 및 위상 동기 루프(FPLL)에 의해 추적되고, 그리고 복구된 파일럿은 수신된 스펙트럼을 베이스밴드로 헤테로다잉 다운하기 위해서 사용된다. 다중경로, 즉 "고스트", 성분이 수신된 스펙트럼에 존재할 때, 위상 동기 루프에 의해 추적된 반송파는 주 경로 반송파 성분과 다중경로 성분의 추가에 의해 생성되는 합성(resultant) 톤이다. 이것은 도 4에 도시되어 있다. 도 4에서 보이는 것처럼, 다중경로 왜곡은, 파일럿이 데이터에 대해서는 정확한 복조 위상을 보여주지 않도록 하기 위해서, 파일럿에서, 위상 오프셋, 즉 위상 추적 에러를 생산한다. 그래서 헤테로다잉을 위해 사용되는 기준 파일럿은 주경로에 있는 반송파에 대해서 위상 오프셋을 갖고, 그것에 의하여 베이스밴드 주 경로 신호는 헤테로다잉 처리를 통하여 위상 로테이션을 수신한다. 도 1의 유닛(34)

과 같은 후속 채널 등화기는 파일럿 위상 오프셋의 효과를 보상할 수 있다. 그러나, 이 오프셋은 등화기가 파일럿 위상 오프셋을 정정하기 위해서 엄청나게 큰 양의 자신의 동적 범위를 사용하도록 하거나, 또는 등화기가 불안정하게 되는 원인이 될 수 있다. 파일럿 위상 오프셋에 의해 만들어지는 추가 부담은 본 발명의 특징에 따른 방법과 장치에 의해 제거된다.

도 3에서 네트워크(350, 360)는 파일럿 위상 에러의 문제를 처리한다. 특히, 2차 위상 제어 네트워크(350)는, 파일럿 위상에 독립적인 복구된 신호를 로테이트 할 수 있는 추가적인 위상 로테이션 네트워크(승산기)를 포함한다. 이것은 데이터가 등화기(34)에 의해 처리되기 전에 복구된 데이터로부터 파일럿 위상 오프셋이 제거되도록 한다. 따라서 등화기는 파일럿 위상 오프셋을 보상할 필요가 없고, 이것은 그렇지 않으면 필요하게 될 것 보다 덜 복잡한 등화기의 사용을 허용한다. 위상 정정 신호 발생기(360)는 파일럿 위상 오프셋을 보상하기 위해서 위상 제어 네트워크(350)에 의해 사용되는 위상 오프셋 제어 신호를 생성한다.

도시되는 상기의 바람직한 실시예에서, 반송과 복구 네트워크는 수신된 I, Q 신호에 반응하는 2개의 로테이터(승산기)(324, 356) 모두를 사용한다. 로테이터(324)는 파일럿 성분에 반응하는 네트워크(320)내의 위상 제어 루프와 연관되어 있다. 다른 로테이터 유닛(356)은, 파일럿 신호에서 다중경로("고스트") 왜곡과 같은 원치 않는 위상 왜곡에 대한 추정을 나타내는 위상 오프셋 제어 신호와 네트워크(320)의 위상제어 루프로부터 도출된 신호를 합성하여 생성되는 합성신호에 추가적으로 반응하는 제어 네트워크(350)와 연관되어 있다. 네트워크(360)는 수신된 세그먼트 동기신호 값을 기준 세그먼트 동기신호 값 및 기준 세그먼트 동기신호 값의 힐버트 변환 둘 다와 상관시킴으로써 위상 오프셋 제어 신호를 생산한다.

더욱 상세하게, 네트워크(350)의 승산기(356)는 서로 90°위상차 관계에 있는 I 및 Q 신호를 필터(315)로부터 수신한다. 네트워크(350) 역시 네트워크(320)의 위상 동기 루프에 있는 발진기(348)의 출력 단으로부터 나온 입력 신호를 수신한다. 이 신호는 파일럿 반송파에 있는 위상 오프셋을 보상하기 위해 네트워크(360)에 의해 생성된 위상 오프셋 제어 신호와 가산기(352)에서 결합된다. 가산기(352)의 출력 신호는 서로 90°위상차 관계에 있는 출력 신호를 복합 승산기(356)(2차 로테이터)에 제공하기 위해서 룩업 표(354)에 인가되는 위상 보상된 신호이다. 룩업 표(354)와 승산기(356)는 네트워크(320)에 있는 룩업 표(349)와 복합 승산기(로테이터)(324)와 동일한 방식으로 동작한다. 승산기(356)는 I 및 Q 위상처리된 출력 신호를 제공한다. 수신된 파일럿 반송파에 있는 위상 오프셋을 보상한 "I" 위상처리된 출력 신호는 도 1에서 보이는 것처럼 유닛(24, 28)에 인가되고 그리고 결국 등화기(34)에 인가된다. 파일럿 반송파에서 위상 오프셋을 유도하는 어떤 다중경로도 네트워크(320, 350 및 360)의 공동작업에 의해 두드러지게 감소되거나 제거되기 때문에, 등화기는 그런 오프셋을 보상할 필요가 없다는 장점이 있다. "Q" 위상처리된 신호가 나타나는 복합 승산기(356)의 제2 출력은 이 예에서는 사용하지 않는다.

ATSC 디지털 텔레비전 변조 구조는 도 2와 연결되어 설명되어 있듯이 데이터 필드/프레임 포맷을 사용한다. 각 데이터 프레임은 필드 동기신호 성분에 의해 분리되는 2개의 데이터 필드로 구성되어 있다. 각 구성 데이터 필드는 각각 세그먼트 동기 성분에 의해 시작되는 복수의 데이터 세그먼트를 포함한다. 이 동기신호 성분은, 데이터스트림에서 알려져있는 고정된 위치를 차지하고, 그리고 다음의 논의에서 동기신호 또는 동기신호 성분이라고 불릴 것이다. 수신된 VSB 변조된 데이터스트림이 베이스밴드로 복조되고 동기신호 성분들이 복구된 후(성분들의 위치가 확인되고), 네트워크(360)는 복구된 세그먼트 동기신호 성분과 알려진 세그먼트 동기신호 진폭 값과 알려진 세그먼트 동기신호 진폭 값의 힐버트 변환 양자 모두 사이의 상관시키는 동작을 수행한다. 알려진 바와 같이, 힐버트 변환은 인가된 입력 신호의 90°위상차 나는 버전을 생산한다. 상관된 값들은 다음과 같이 위상 오프셋 제어 신호를 얻기 위해서 처리된다. 필드 동기 신호 성분과 그것의 변환도 역시 상관 함수에 의해 사용될 수 있다.

네트워크(360)는 제1 및 제2 입력 상관기(362, 363)를 포함하고 두 상관기는 수신된 베이스밴드 세그먼트 동기신호 샘플들을 입력으로 수신한다. 상관기(362)는 추가로 로컬 메모리로부터 일정한 세그먼트 동기신호 값 "S"를 수신하고, 상관기(363)는 추가로 힐버트 변환된 일정한 세그먼트 동기신호 값 "H(S)"를 로컬 메모리로부터 수신한다. 유닛(362)에 의해 생산된 상관은 다음의 수식에 의해 정의되는 출력 값  $I_c$ 을 생성한다.

$$I_c = G_c |S|^2 \cos \Phi$$

여기서  $|S|^2$ 는 알려진 동기신호 성분을 자기 상관시킨 결과이고, 그리고  $G_c$ 는 임의의 이득인자이다. 유닛(363)에 의해 생산된 상관은 다음의 수식에 의해 정의되는 출력 값  $I_s$ 을 생성한다.

$$I_s = G_s |H(S)|^2 \sin \Phi$$

여기서  $|H(S)|^2$ 는 알려진 동기신호 성분의 힐버트 변환을 자기 상관시킨 결과이고,  $G_s = G_c$ 이다. 파일럿 위상 추적 에러는 심볼  $\Phi$ 에 의해 표시된다.

상관기(362, 363)의 출력  $I_s$ 와  $I_c$ 는 네트워크(365)에 의해서 처리되고, 그 네트워크는 다음의 수학 값  $I_s/I_c$ 를 생성한다.

$$I_s/I_c = |H(S)|^2 / |S|^2 \times (\sin \Phi) / (\cos \Phi)$$

수식  $|H(S)|^2$  및  $|S|^2$ 의 값들은 이들이 알려진 동기신호 성분 값의 함수이기 때문에 알려져 있다. 위의 수식에서 항  $|H(S)|^2 / |S|^2$ 은 승산기(366)에서 이 항과 그 항의 역(저장된 상수)을 곱셈함에 의해 제거되고, 승산기(366)의 출력에서 다음 수식을 만들어낸다.

$$I_s/I_c = \sin \Phi / \cos \Phi = \tan \Phi, \text{ 그래서}$$

$$\Phi = \tan^{-1}(I_s/I_c) \text{이다.}$$

항  $I_s/I_c$ 는 오프셋 위상 천이의 값  $\Phi$ 을 결정하기 위해서  $\tan^{-1}$  룩업 표(367)에 사용된 숫자 값이다. 룩업 표(367)에서 나온 출력 값은 래치(368)의 입력단 "D", 예를 들어 D-형 플립플롭에 인가된다. 래치(368)의 인에이블 입력 EN은 세그먼트 동기신호가 타이밍 복구 유닛(24)(도 1)에 의해 복구되었을 때 국지적으로 발생된 동기신호 위치 검출된 신호를 수신한다. 비록 세그먼트 동기신호 타이밍 복구 네트워크(24)의 동작들을 모니터링 하는 국부적인 마이크로프로세스가 역시 이 신호를 제공할 수 있다고 할지라도, 동기 위치 검출된 신호는 유닛(24)에 의해 이 예에서 제공된다. 동기신호 위치 검출 신호는 래치(368)가 위에서 논의한 것처럼 사용하기 위해 위상 오프셋 제어 신호로서 네트워크(350)로 자신의 D 입력단에 수신된 위상 오프셋 신호를 출력하도록 한다.

네트워크(350)로부터 온 복조된 I 채널 데이터스트림은 도 1에서 보이는 것처럼 세그먼트 동기신호 및 심볼 클락 복구 유닛(24)과 필드 동기신호 검출기(28)에 인가된다. 반복적인 데이터 세그먼트 동기신호 펄스가 그 수신 데이터스트림의 랜덤 데이터 패턴으로부터 복구될 때, 세그먼트 동기신호는 적당히 위상처리된 심볼 샘플링 클락을 재생하는 것에 의해 적당한 심볼 타이밍을 얻기 위해서 사용된다.

다음은 파일럿 위상 오프셋 추정회로 네트워크(360)의 동작을 더욱 자세히 기술한 것이다. 상관기(362, 363)에 인가되는 입력 신호는 수식이  $I(n) = x(n) \cos \Phi - x'(n) \sin \Phi$ 의 형태이고, 여기서  $x'$ 은  $x(n)$ 의 힐버트 변환이고, 정정될 파일럿 반송파 위상 오프셋 에러는  $\Phi$ 이다. ATSC 시스템을 위한 다중 심볼 세그먼트 동기신호 패턴은 S로 표시되고, 그리고 그것의 힐버트 변환은 위에서 논의한 것처럼  $H'$ (혹은  $H(S)$ )로 표시된다. S와  $S'$ 를 상관시키면 결과는  $I_c = |S|^2 \cos \Phi$ 와  $I_s = -|S|^2 \sin \Phi$ 이다. S와  $S'$ 는 상수이기 때문에,  $I_s/I_c$ 는  $-C \tan \Phi$ 에 비례한다고 볼 수 있고, 여기서 C는 상수이다. 예를 들어  $-90^\circ$ 과  $+90^\circ$  사이  $\Phi$ 의 값에 대해서는,  $\tan \Phi$ 는  $\Phi$ 가  $-(I_s/I_c) \times (1/C)$ 에 거의 동일하도록  $\Phi$ 에 접근한다.  $\Phi$ 의 작은 값을 위해서  $I_c$ 는 0보다 크고 그래서 인자  $I_c \times C$ 를 무시하면,  $\Phi$ 는 거의  $-I_s$ 의 어떤 양수 스케일링과 동일한 결과가 된다.

4개의 심볼 세그먼트 동기신호 패턴은 보통 심볼 값  $+160 -160 -160 +160$ 을 갖기 때문에,  $S'$ 을  $+1$ 과  $-1$ 으로 정규화하면, 정규(normal) 세그먼트 동기신호 패턴에 상응하는  $S' = +1 -1 -1 +1$ 을 만든다. 이 정규화는  $I_s, I_c$  상관 처리를 단순화하여 추가로 처리 되게 하고, 이것에 의하여 위상 오프셋 에러  $\Phi_e$ 는  $\Phi_e = -S_0 -S_1 +S_2 +S_3$ 과 근사적으로 동일하다, 여기서  $S_0, S_1, S_2$  그리고  $S_3$ 은 세그먼트 동기신호 패턴을 구성하는 4개의 심볼을 나타낸다.  $\Phi_e$ 의 계산시 잡음과 다중경로의 영향을 줄이기 위해서, 개별적인 동기신호 심볼  $S_0, S_1, S_2, S_3$ 은 예를 들어 64개가 연속적인 세그먼트 동기신호 패턴들을 포함하는 소정 간격 T에 대해 각각 평균치가 계산된다. 그 후에, 상관 값  $e'$ 는 다음 수식에 따라 생성된다.

$$e' = (-S_0' -S_1' +S_2' +S_3')/T$$

이 값은 시간(예를 들어 64 세그먼트 동기신호 간격들)에 대해 더해지고 최종 추정 값 "e"을 만들기 위해서 소정 스케일 인자 G에 따라 스케일 된다. 스케일 인자 G는 경험적으로 결정되며 추적 대역폭을 설정한다.



위에서 기술한 처리는 도 5에 보이는 배치에 의해 도시된다. 도 5에서 입력 가산기 네트워크는 보이는 것처럼 배치된 유닛(512, 513, 514, 515, 525, 그리고 528)에 의해 구성된다. 지연 요소들(518, 519, 520 그리고 521)은 가산기 네트워크와 연결되어있다. 각각의 지연 요소들은 하나의 심볼 지연을 나타낸다. 유닛(530)내에서 가산기(525)의 출력은 가산기(528)의 출력과 감산적으로 결합된다. 결합기(530)의 출력은 위의 수식을 따라 값  $e'$ 을 생성하기 위하여 유닛(532)에 의하여 처리된다. 유닛(532)은 이전의 처리동안 더해지던 세그먼트 동기신호 성분의 수(64)로 나누고, 그것에 의해 예상된 동기신호 진폭을 생성한다. 그 후에 값  $e'$ 는 최종 에러 추정치  $e$ 를 생성하기 위해 가산기(534)에 의해 처리되고 심볼 지연요소(535)에 의해 결합되고 유닛(538)에 의해 스케일 된다. 입력 가산기 네트워크는 각 간격(T)의 끝에 리셋 된다.

## 발명의 효과

본 발명은 예시되어 있는 바람직한 실시예에 대하여 구체적으로 기술되었지만, 당업자에 의해 전술한 형태 및 상세한 설명 및 다른 변경이 본 발명의 사상과 범주를 벗어남이 없이 본 명세서에서부터 이루어질 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이므로, 본 발명은 첨부되는 청구 범위의 범주만으로 제한되어야 한다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 원리에 따른 장치를 포함하는 HDTV 수신기의 일부에 대한 블록도.

도 2는 미국의 ATSC 고선명 시스템을 채용하는 VSB 변조신호를 위한 데이터 프레임 포맷을 도시하는 개략도.

도 3은 본 발명에 따른 도 1의 반송파 복조기 네트워크의 상세도.

도 4는 도 1의 복조기의 동작을 이해하는 데 도움을 주는 개략도.

도 5는 도 1의 복조기 네트워크의 한 부분을 추가적으로 도시하는 상세도.

<도면 주요 부분에 대한 부호의 설명>

22 : 디지털 복조기 및 반송파 복조 회로

24 : 세그먼트 동기 신호 및 심볼 클락 복조 회로

28 : 필드 동기 신호검출기 30 : NTSC 동일 채널 간섭 검출기

34 : 적응 채널 등화기 36 : 위상 추적 루프

315 : 힐버트 필터 324 : 복합 승산기

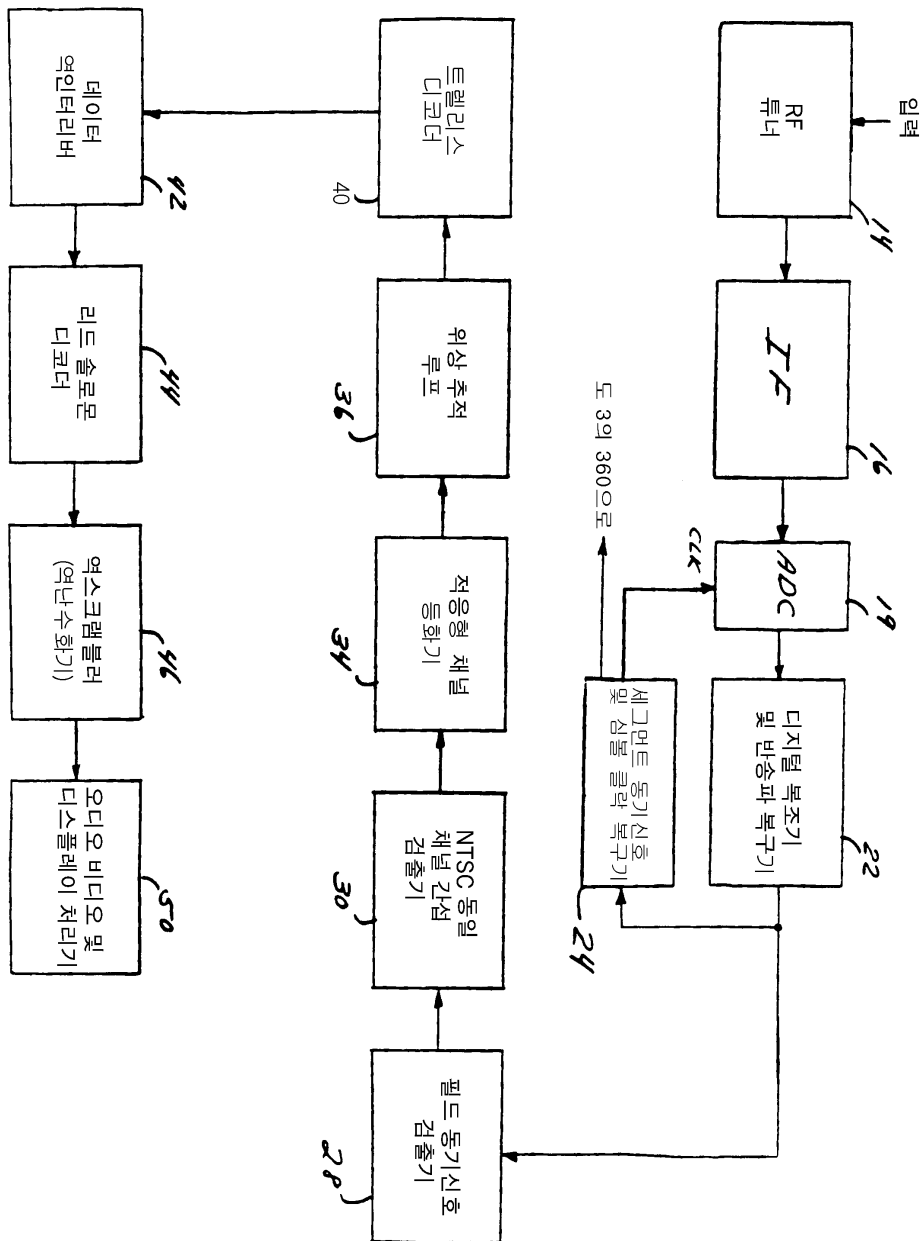
344 : APC 루프 필터 340 : 위상 검출기

368 : 래치 회로 362, 363 : 상관계

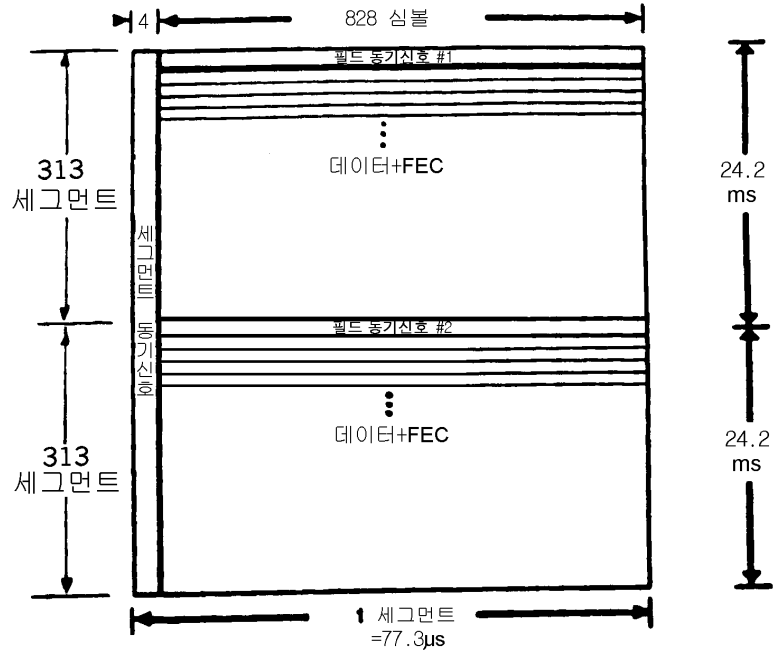
## 도면



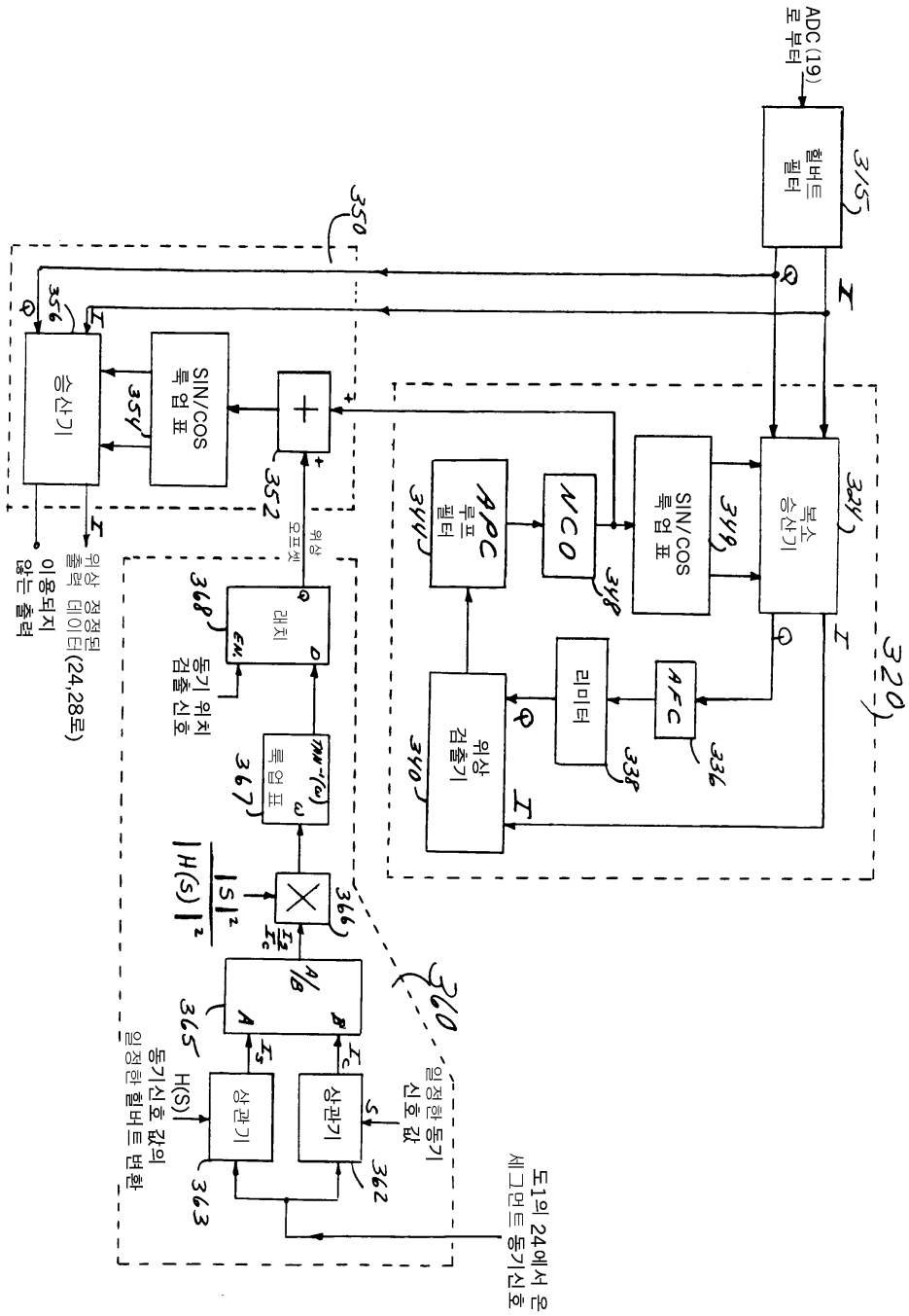
도면1



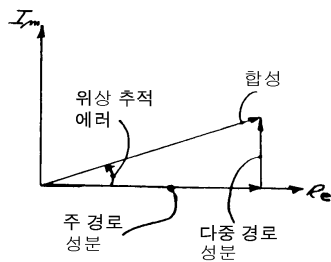
도면2



도면3



도면4



도면5

