

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H04L 25/03	(45) 공고일자 1999년05월 15일
	(11) 등록번호 10-0176981
	(24) 등록일자 1998년11월 16일
(21) 출원번호 10-1992-0013356	(65) 공개번호 특1993-0003752
(22) 출원일자 1992년07월25일	(43) 공개일자 1993년02월24일
(30) 우선권주장 7/733,790 1991년07월26일 미국(US)	
(73) 특허권자 제너럴 인스트루먼트 코퍼레이션	헤럴드 엠. 크리스버그
(72) 발명자 미합중국 19040 펜실베이니아 햇보로 바이베리 로드 2200 우 에이치. 파익	
	미합중국 92024 캘리포니아 엔시니타스 포투나 란치 로드 3470 스코트 에이. 레리
	미합중국 92024 캘리포니아 류카디아 하이메터스 애비뉴 1183 아담 에스. 톰
(74) 대리인 김윤배, 이범일	미합중국 92037 캘리포니아 라 졸라 #씨-23 토레이 파인스 로드 2610

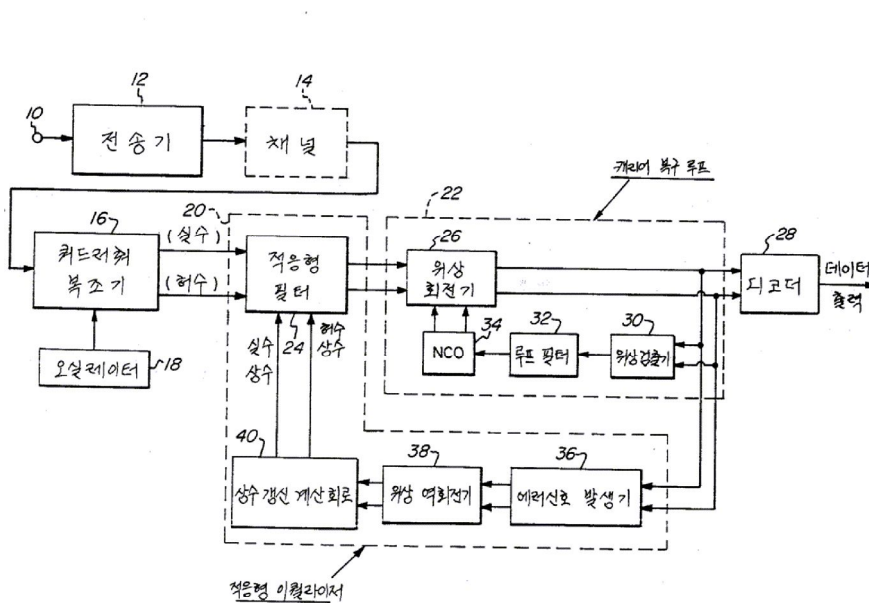
심사관 : 이두한

(54) 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법 및 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저

요약

본 발명은, 통신 수신기에서 데이터 신호를 적응적으로 이퀄라이즈하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 바, 비이퀄라이즈된 데이터 신호가 복조되고, 제1알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하는 적응형 필터 상수를 초기에 갱신하는 적응형 이퀄라이저에서 복조된 데이터신호가 필터링되며, 적응형 이퀄라이저로부터 출력된 필터링된 신호의 위상에러가 임계값에 도달할 때 캐리어 록 신호가 발생된다. 또, 캐리어 록 신호에 응답하는 제1알고리즘 대신 제2알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하여 적응형 필터 상수가 갱신되는데, 제1알고리즘은 일정 계수알고리즘과 같은 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘이고, 제2알고리즘은 결정방향 알고리즘이다. 또, 캐리어 복구 루프의 내부에 적응형 이퀄라이저를 설치함으로써 위상 회전기나 위상 역회전기 없이 캐리어 위상이 복구된다. 본 발명은 특히 QAM 데이터와 같은 멀티 레벨 진폭 변조데이터의 복구에 사용되기 위해 채택된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법 및 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저

[도면의 간단한 설명]

제1도는 위상 회전을 포함하는 캐리어 복구 루프에 따른 적응형 이퀄라이저를 설명하는 종래의 통신 수신기의 블록도.

제2도는 본 발명에 따른 적응형 이퀄라이저가 일체화된 통신 시스템을 설명하기 위한 블록도.

제3도는 본 발명에 따른 적응형 이퀄라이저를 더욱 상세히 설명하기 위한 블록도.

제4도는 본 발명에 따른 적응형 이퀄라이저의 출력을 다른 시간관점에서 설명하기 위해 제공된 3개의 분산플롯을 나타낸 도면.

제5도는 본 발명에 따른 적응형 이퀄라이저의 초과시간의 평균자승 에러를 설명하기 위한 그래프.

제6도는 본 발명에 따른 적응형 이퀄라이저에 제공된 캐리어 록 신호를 설명하기 위한 그래프.

제7도는 위상에러 임계에 직면할 때를 결정하기 위해 사용되는 고정 타원 영역을 설명하는 16비트 QAM 데이터용 콘스텔레이션 패턴의 그래프적 표현을 나타낸 것이다.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 10, 50 : 입력단       | 12, 52 : 전송기        |
| 14, 54 : 채널        | 16, 58 : 복조기        |
| 18 : 프리 러닝 오실레이터   | 20, 60 : 적응형 이퀄라이저  |
| 22, 56 : 캐리어 복구 루프 | 24, 70 : 적응형 필터     |
| 26 : 위상 회전기        | 28, 64 : 디코더        |
| 30, 76 : 위상검출기     | 32, 80 : 루프 필터      |
| 34 : NCO           | 36, 72 : 에러신호 발생기   |
| 38 : 위상 역회전기       | 40, 74 : 상수 갱신 계산회로 |
| 62 : 캐리어 복구회로      | 82 : VCO            |
| 90, 92, 94 : 분산플롯  | 120 : 콘스텔레이션 패턴     |

[발명의 상세한 설명]

[산업상의 이용분야]

본 발명은 디지털 통신에 관한 것으로, 특히 위상 회전이나 역회전을 사용하지 않고서 캐리어 위상을 복구할 수 있도록 된 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법 및 그 장치에 관한 것이다.

[종래기술의 기술 및 문제점]

디지털 데이터, 예컨대 방송용 고품위 텔레비전(HDTV)신호에 사용되는 디지털화된 영상은 최종 사용자에 게 통신하기 위해 VHF나 UHF 아날로그 채널에 의해 전송될 수 있는 바, 여기서 아날로그 채널은 입력파형의 변조 및 변환된 버전을 전달한다. 통계적으로 파형의 변조는 가능한 배경 열잡음과 임펄스잡음 및 페이드(fades)로 인해 적응적 또는 중복적으로 된다. 여기서, 채널에 의해 수행된 변환은 주파수 변환, 비선형또는 하모닉 왜곡, 시간분산이다.

아날로그 채널을 매개로 디지털 데이터를 통신하기 위해서는 데이터가 예컨대 PAM 형태로 변조되는데, 유용한 채널 밴드폭내에서 전송될 수 있는 데이터의 양을 증가시키는데에는 전형적으로 QAM(quadrature amplitude modulation)이 사용되고, 여기서 QAM은 PAM의 형태로서, 이는 정보의 다수의 비트가 16이나 32포인트를 포함할 수 있는 '콘스텔레이션(constellation)으로서 언급되는 패턴으로 함께 전송된다.

PAM에서 각 신호는 진폭레벨이 전송된 심볼에 의해 결정되는 펄스이고, 16-QAM에서는 각 상한 채널에서 -3, -1, 1, 3의 심볼 진폭이 전형적으로 사용된다. 대역폭 효과 디지털 통신 시스템(bandwidth efficient digital communication system)에서는 시간분산채널(time-dispersive channel)을 통해 전송된 각 심볼의 효과가 그 심볼을 나타내는데 사용되는 시간 간격 이상으로 연장되게 된다. 그리고, 수신된 심볼의 결과적인 중첩(overlap)에 기인한 왜곡은 내부 심볼 간섭(inter symbol interference ; ISI)으로 일컬어지는데, 이러한 왜곡은 한정된 대역폭의 낮은 배경잡음 채널을 거쳐 신뢰성 있는 고속 데이터전송에 대한 주요한 장애중의 하나로 되고, 이퀄라이저(equalizer)로 일컬어지는 장치가 상기한 내부심볼 간섭의 문제점을 처리하는데 사용된다.

통신 채널에 의해 도입되는 내부 심볼 간섭을 절감시키기 위해서는 정밀한 이퀄라이제이션(equalization)이 필요로 되는데, 채널특성은 알려져 있지 않다. 따라서, 통상 원하는 채널진폭의 범위 및 지연특성의 평균을 보상하는 간이(compromise)(또는 통계적) 이퀄라이저를 설계하여 사용한다.

여기서, 최소 평균자승(least mean square ; LMS) 에러 적응형 필터링방식이 20년 이상 동안 적응형 이퀄라이제이션 알고리즘으로서 공통적으로 사용되고 있는데, 이러한 알고리즘은 「B. Widrow and M. E. Hoff, Jr., Adaptive Switching Circuits in IRE Wescon Conv. Rec., Part 4, pp. 96-104, Aug. 1960」

에 개시되어 있다. 또, 내부 심볼 간섭을 절감시키기 위해 적응형 이퀄라이저에 LMS알고리즘을 사용하는 방법은 「S. U. H. Qureshi, Adaptive Equalization, Proc. IEEE, vol. 73, No. 9, pp. 1349-1387, September 1987」에 개시되어 있다.

LMS 이퀄라이저에서는 이퀄라이저 필터계수가 평균 제곱 에러(mean square error), 즉 모든 ISI항의 제곱과 이퀄라이저의 출력에서 잡음전력과의 합을 최소화하기 위해 선택되게 된다. 따라서, LMS 이퀄라이저는 이퀄라이저를 통한 이퀄라이저 시간범위 및 시간지연의 제한조건내의 출력에서 신호대 왜곡비율을 최대화시키게 된다. 그리고, 정규 데이터전송을 시작하기 전에 공지된 채널용 LMS이퀄라이저의 자동 합성은 트레이닝(training)주기 동안에 수행될 수 있는데, 이는 일반적으로 한 세트(set)의 연립방정식의 반복 해를 포함한다. 상기 트레이닝 주기 동안에는 공지된 신호가 전송되고, 신호의 동기 버전(synchronized version)이 채널특성에 대한 정보를 습득하는 수신기내에서 발생되게 된다. 여기서, 트레이닝신호는 잘알려진 최대 길이 시프트 레지스터나 의사-잡음(pseudo-noise) 시퀀스와 같은 넓은 대역에서 균일한 스펙트럼을 갖춘 주기적으로 격리된 펄스나 연속적인 시퀀스로 이루어질 수 있다. 이퀄라이저 실행이 중요한 측면은, 이상적으로 0인 최소 레벨에서 고정되는 이퀄라이저내의 에러 분산(error variance)에 대해 요구되는 심볼 주기내의 시간량에 의해 일반적으로 측정되는 수렴에 있는 바, 데이터 수신기에 대한 가장 효율적인 동작을 얻기 위해서는 이퀄라이저 수렴시간이 최소화되어야 한다.

소정의 초기 트레이닝 주기 다음에 적응형 이퀄라이저의 상수는 결정방향 방법(decision directed manner)에 의해 연속적으로 조정될 수 있는데, 이러한 모드에서는 에러신호가 전송된 시퀀스의 최종 수신기 평가(반드시 올바른 것이 아님)으로부터 추출되게 되고, 정상동작에서는 수신기 결정이 거의 올바른데, 에러평가는 적응형 이퀄라이저가 정확한 이퀄라이즈를 유지하기에 충분한 정도로 올바르다. 또, 결정방향 적응형 이퀄라이저는 샘플러 위상(sampler phase)에서의 느린 지터(jitter)와 같은 채널특성에서의 느린 변동이나 수신기 종단(front end)에서의 선형요동을 추적할 수 있다.

많은 전송 시스템들이 복소 신호세트로 구성되는 변조방식을 채용하고 있는 바, 즉 신호는 인페이즈(inphase; I)채널이라 일컬어지는 실수축(real axis)과 쿼드러춰(quadrature; Q)채널이라 일컬어지는 허수축(imaginary axis)을 갖춘 복소 평면내의 벡터로서 표시된다. 따라서, 이러한 신호가 채널 왜곡과 수신기 손상을 받게 되는 경우에는 I 채널과 Q채널간의 누화(cross-talk)가 발생되어 복소 적응형 이퀄라이저를 필요로 하게 되는 바, 이러한 경우에는 이퀄라이저의 상수가 복소수 값을 갖게 된다. 상기한 바와같이 채널 왜곡이 수신기에 의해 알려지지 않으면, 시스템이 채널 왜곡을 취소시키는 동작을 수행한 다음에 상수가 조정되어야 한다.

여기서, 복소 적응형 이퀄라이저의 적응형이라는 어휘는 상수의 도래하는 조정을 나타낸다.

대다수의 실질적 전송시스템에 있어서, 수신된 신호를 갖춘 위상 코히어런트 수신기의 복조기에서 기준 신호를 추출하기 위해 몇가지 방법이 제공되어야만 하는 바, 이러한 코어히런트 복조기는 그 위상에서의 정보를 포함한 신호를 복조하는데 사용된다. 예컨대, BPSK(binary phase shift keying)에서 디지털 1의 변조는 0도의 위상으로 표현되고 0의 변조는 변조된 신호에서 180도의 위상으로 표현된다. 그리고, QAM 기술을 사용한 데이터 변조는 더욱 복잡함에도 불구하고 유사한 위상관계를 기초로 복조되지만, 이러한 데이터용의 복조기는 데이터 캐리어와 함께 동기화되어야만 하는 기준신호에 의존하는 바, 이러한 처리는 캐리어위상 복구(CPR; carrier phase recovery)로 알려져 있다.

일반적으로 PLL(phase locked loop)로서 언급된다. 적응형 이퀄라이저가 채용될 경우, 통상적으로 수신기내의 이퀄라이저 다음에 CRL을 위치시키고, 프리 러닝 오실레이터(free running oscillator)가 베이스 밴드에서 입력신호 주파수를 변환시키도록 사용되며, 위상 회전기(phase rotator)가 캐리어 위상을 복구시키기 위해 요구된다.

더욱이, 위상 역회전기(phase de-rotator)가 필터 상수를 갱신하기 위해 정확한 위상에러신호를 제공하도록 적응형 이퀄라이저에서 요구되는데, 상기 위상 회전기와 비회전에 대한 요구는 수신기 설계를 복잡하게 함과 더불어 수신기회로가 고가로 된다.

**[발명이 목적]**

본 발명은 상기한 점을 감안하여 발명된 것으로, 적응형 이퀄라이제이션을 채용하는 시스템에서 위상 회전기와 비회전기 하드웨어를 필요로 하지 않고서 캐리어 위상을 복구하는 방법을 제공하고, 더욱이 캐리어 위상 복구가 존재하지 않고서 이퀄라이저 상수를 초기에 조정할 수 있게 됨으로써 시스템의 획득시간(acquisition time)을 감소시키는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저를 제공하며, 또한 트레이닝 시퀀스가 요구되지 않는 자기-복구(self-recovering) 이퀄라이제이션 알고리즘을 사용함으로써 시스템의 복잡성을 감소시켜 야기되는 캐리어 복구를 대기하지 않고서 이퀄라이제이션을 개시할 수 있도록 된 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법 및 그 장치를 제공함에 그 목적이 있다.

**[발명의 구성 및 작용]**

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 방법은, 비이퀄라이즈된 데이터신호를 복조하고, 제1알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하여 적응형 필터 상수를 초기에 갱신하는 적응형 이퀄라이저에서 상기 복조된 데이터신호를 필터링하며, 상기 적응형 이퀄라이저로부터 출력되는 필터링된 신호의 위상에러가 임계치에 도달할때 캐리어 록 신호를 발생시키고, 상기 캐리어 록 신호에 응답하는 상기 제1알고리즘 대신 제2알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하여 상기 적응형 이퀄라이저에서 상기 적응형 필터 상수를 갱신하여, 통신 수신기에서 데이터신호를 적응적으로 이퀄라이즈하게 된다.

상기 실시예에 있어서, 상기 적응형 이퀄라이저의 동작동안 상기 위상에러를 모니터하고, 상기 모니터하는 동안 상기 위상에러가 더 이상 상기 임계값에 직면하지 않게 되는 것이 결정되면, 상기 제1알고리즘으로 되돌아 간다.

여기서, 상기 제1알고리즘은 일정 계수 알고리즘(constant modulus algorithm) 등과 같은 자기-복구 이

퀵라이제이션 알고리즘이고, 제2알고리즘은 결정방향 알고리즘(decision directed algorithm)이다.

또한, 상기 필터링된 신호 샘플의 적어도 최소 퍼센트가 소정 영역내에 포함되는 과도시간을 받아 들일 경우 상기 위상 에러 임계에 도달되고, 상기 복조된 데이터신호가 복조된 N-비트 쿼드러춰 진폭 변조된 신호에 대해 N-포인트 콘스텔레이션 패턴을 표현하는 좌표로 구성되며, 상기 영역이 다수의 분리 고정영역으로 구성되면서 각 영역이 상기 콘스텔레이션 포인트중 하나를 에워싼다.

또한, 상기 각각의 분리 고정영역이 콘스텔레이션 포인트를 에워싸는 타원으로 구성되면서 각 타원이 상기 콘스텔레이션 패턴의 원점으로부터 타원으로 에워싸인 콘스텔레이션 포인트까지 연장되는 대응 반경에 따라 정렬된다.

본 발명에 따른 장치는, 비이퀄라이즈된 데이터 신호를 복조하는 수단과, 상기 복조수단으로부터 복조된 데이터를 수신하기 위해 결합된 필터와 이 필터로부터의 필터링된 데이터를 수신하기 위해 결합된 에러신호 발생기 및 상기 필터에 입력하기 위한 상수를 갱신하기 위해 상기 에러신호 발생기로부터의 에러신호에 응답하는 수단을 포함하는 이퀄라이저 루프, 상기 필터링된 데이터를 수신함과 더불어 상기 복조기를 제어하기 위한 제1위상에러를 제공하기 위해 결합된 위상검출기로 이루어진 캐리어 복구 루프 및, 상기 위상검출기로부터의 제2위상에러신호를 수신하기 위해 결합됨과 더불어 상기 제2위상에러신호가 임계에 직면할 경우 캐리어 록 신호를 발생시키기 위한 수단을 구비하여 구성되고, 상기 에러신호 발생기는 상기 제2위상 에러신호가 상기 임계에 직면하지 않을 경우 제1알고리즘으로부터 에러신호를 발생시킴과 더불어 상기 제2위상에러신호가 상기 임계에 직면할 경우 제2알고리즘으로부터 에러신호를 발생시키기 위한 캐리어 록 신호에 응답한다.

여기서, 상기 에러신호 발생기가 상기 제1알고리즘을 사용하여 계산된 에러신호의 제1세트와 상기 제2알고리즘을 사용하여 계산된 에러신호의 제2세트를 저장하기 위한 메모리로 구성되고, 상기 필터링된 데이터와 상기 캐리어 록 신호가 에러신호를 출력하도록 상기 메모리를 어드레스하는데 사용된다.

여기서, 상기 제1알고리즘이 일정 계수 알고리즘과 같은 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘인 것이 바람직하고, 상기 제2알고리즘이 결정방향 알고리즘으로 될 수 있다.

또한, 상기 필터링된 신호 샘플의 적어도 최소 퍼센트가 소정 영역내에 포함되는 과도시간을 받아 들일 경우 상기 위상에러 임계에 직면하게 된다.

또한, 상기 복조된 데이터신호가 복조된 N-비트 쿼드러춰 진폭 변조된 신호를 위한 N-포인트 콘스텔레이션 패턴을 표현하는 좌표로 구성되고, 상기 영역이 다수의 분리 고정영역으로 구성되면서 각 영역이 상기 콘스텔레이션 포인트중 하나를 에워싸도록 된다.

그리고, 상기 각각의 분리 고정영역이 콘스텔레이션 포인트를 에워싸는 타원으로 구성되면서 각 타원이 상기 콘스텔레이션 패턴의 원점으로부터 타원으로 에워싸인 콘스텔레이션 포인트까지 연장되는 대응 반경에 따라 정렬되게 된다.

또한 본 발명에 따른 통신 수신기용 이퀄라이저는, 콘스텔레이션 패턴에서 좌표로 표시되는 비이퀄라이즈된 데이터를 필터링하기 위한 적응형 필터와, 제1 또는 제2알고리즘을 기초로 에러신호에 대해 상기 필터로부터 필터링된 데이터를 변환시키기 위한 에러신호 발생기, 상기 적응형 필터를 위한 상수를 갱신하기 위해 상기 에러신호 발생기로부터 출력되는 에러신호를 수신하기 위해 연결된 수단, 위상에러신호에 대해 상기 필터로부터 필터링된 데이터를 변환시키기 위한 위상 검출기 및, 상기 위상에러신호에 의해 표현된 위상에러가 소정 임계 이상일때 상기 제1알고리즘에 따른 에러신호를 제공함과 더불어 상기 위상에러가 상기 소정 임계 보다 낮을 때 상기 제2알고리즘에 따른 에러신호를 제공하도록 상기 에러신호 발생기를 제어하기 위해 상기 위상에러신호에 응답하는 수단을 구비하여 구성된다.

그리고, 상기 에러신호 발생기가 상기 제1및 제2알고리즘하에서 계산됨과 더불어 상기 필터링된 데이터와 상기 에러신호를 출력하기 위한 상기 제어수단을 위해 어드레스되는 에러신호 데이터를 포함하는 록업 테이블로 이루어지고, 상기 위상검출기가 위상에러 데이터를 포함하는 록업 테이블로 이루어지면서 상기 위상에러신호를 출력하도록 상기 필터링된 데이터에 의해 어드레스 된다.

[실시예]

이하, 예시도면을 참조하여 본 발명에 따른 1실시예를 상세히 설명한다.

제1도는 종래의 데이터 전송/수신시스템을 나타낸 것으로, 통신 수신기는 위상 회전을 사용하는 캐리어 복구 루프에 따른 적응형 이퀄라이저를 포함한다.

먼저, 변조된 디지털 데이터가 종래 방법에 따라 입력단(10)을 매개로 전송기(12)에 입력되고, 전송기(12)는 진폭 또는 지연(위상)왜곡을 도입하는 채널(14)을 매개로 데이터를 방송하게 되는데, 변조된 데이터가 QAM데이터와 같이 다중레벨 펄스 진폭변조 데이터로 구성될 경우, 채널(14)에서 내부 심볼 방해가 야기된다. 따라서, 적응형 이퀄라이저(20)가 내부 심볼방해를 보상하도록 수신기에 제공되는데, 상기 이퀄라이저(20)는 근본적으로 채널 왜곡의 효과를 제거하기 위해 선택된 상수를 갖춘 필터이다.

다음에, 상기 채널(14)로부터 수신된 데이터는 프리 러닝 오실레이터(18)에 의해 제어되는 복조기(16)의 수신기에서 복조되는데, 본 실시예에서는 복소 QAM데이터를 수신하기 위해 쿼드러춰 복조기(quadrature demodulator)가 사용되었다. 여기서, 수신된 데이터는 실수성분과 영상 복소성분을 복구하기 위해 복조되는데, 이러한 성분은 적응형 이퀄라이저(20)의 적응형 필터(24)에 입력되고, 상기 필터(24)로부터 필터링된 출력은 독립적인 캐리어 복구 루프(22)에 입력되며, 캐리어 복구 루프(22)내의 위상 회전기(26)는 전송된 신호와 수신된 신호간의 위상에러의 추정에 의해 필터링된 신호의 위상을 시프트시킨다. 상기 위상 회전기(26)의 출력에 결합된 위상검출기(30)는 추정된 위상 시프트와 채널(14)에 의해 도입된 실질적 시프트간의 차를 표시하는 에러신호를 발생시키고, 이와 같이 발생된 에러신호는 루프 필터(32)에 의해 필터링되어 에러신호를 제로로 감소시키기 위해 위상 회전기(26)를 조정하도록 수직적 제어 오실레이

터(34 ; numerically controlled oscillator)의 입력으로서 사용된다.

또한, 상기 위상 회전기(26)의 출력은 적응형 이퀄라이저의 에러신호 발생기(36)에 연결되어 발생된 에러신호가 필터링됨과 더불어 복조된 입력신호에 포함된 내부 심볼 방해의 양을 표시한다. 다음에, 에러신호의 위상의 위상 역회전기(38)에서 역회전되어 적응형 필터 상수를 갱신하는 상수 갱신 계산회로(40)에 입력된다. 이와 같은 방법에 의해 내부심볼 방해가 초과시간을 감소시킴으로써 전송된 데이터가 종래의 디코더(28)에 의해 정확하게 디코딩될 수 있게 된다.

제1도에 도시된 종래 구조에 따른 문제점은, 특히 캐리어 복구 루프에서 위상 회전기를 필요로 함과 더불어 적응형 이퀄라이저에서 위상 역회전기를 필요로 하기 때문에 복잡하면서 고가로 된다. 전형적인 위상회전기는 원하는 위상 보정을 제공하기 위해 4개의 곱셈과 2개의 가산이 요구되고, 유사한 동작이 역회전기에서 요구됨에 따라 위상 회전기와 위상 역회전기를 제거함으로써 8개의 곱셈과 4개의 가산을 수행하는 하드웨어를 절감할 수 있게 된다.

본 발명은 캐리어 복구 루프의 내부에 이퀄라이저를 위치시킴으로써 위상 회전기와 위상 역회전기 성분을 제거한 적응형 이퀄라이저를 제공하는바, 이는 제2도에 도시되어 있다. 종래 기술과 마찬가지로 변조된 데이터는 입력단(50)을 매개로 전송기(52)에 입력되고, 입력된 데이터는 다중레벨변조 데이터에서 내부심볼 방해를 야기시키는 왜곡을 도입하는 채널(54)을 거쳐 방송되는데, 본 발명에 따른 통신 수신기는 복조기(58)와 적응형 이퀄라이저(68) 및 캐리어 복구회로(62)로 일체화된 캐리어 복구 루프(56)를 이용한다. 본 실시예에서 16-QAM 데이터가 수신되는데, 여기서 복조기(58)는 16-QAM 데이터로부터 실수와 영상 복소성분을 복구할 수 있도록 된 쿼드러춰 복조기를 사용하고 있다. 또한, 복소데이터가 제공되기 때문에 적응형 이퀄라이저(60)로는 복소 적응형 이퀄라이저를 사용하고 있다. 그리고, 캐리어 복구회로(62)는 복조기(58)에 위상에러신호를 제공하고, 또 적응형 이퀄라이저(60)에 캐리어록신호를 제공한다. 이후에 상세히 설명할 캐리어 록 신호는 일정 계수 알고리즘등과 같은 제1자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘으로부터 추출된 내부심볼 방해 에러신호와 이퀄라이저에 대해 필터 상수를 갱신하는 제2 결정방향 알고리즘을 선택하도록 사용된다.

그리고, 통상적인 디코더(64)가 적응형 이퀄라이저로부터 출력되는 이퀄라이즈된 채널 데이터로부터 개개의 데이터 비트를 복구하기 위해 제공된다.

제3도는 캐리어 복구 루프(56)를 더욱 상세히 나타낸 것으로, 위상검출기(76)와 루프(80) 및 VCO(82 ; voltage controlled oscillator)로 구성된 PLL은 적응형 이퀄라이저(60)에 에워싼다. 상기 적응형 이퀄라이저(60)는 적응형 필터(70)에 의해 사용되는 상수를 조정(예컨대, 갱신)하기 위해 2개의 LMS(least mean square) 알고리즘을 사용하는 바, 본 실시예에서 제1LMS 알고리즘은, 예컨대 D. N. Godard, Self-Recovering Equalization and Carrier Tracking in Two-Dimensional Data Communication Systems, IEEE Trans. on Commun., Vol. COM-28, PP. 1867-1875, November 1980에서 잘 알려진 일정 계수 알고리즘(CMA ; Constant Modulus Algorithm)이 사용된다. 그리고, 적응형 이퀄라이저(60)에 의해 사용되는 제2LMS 알고리즘은 결정방향 알고리즘(DDA ; decision directed algorithm)이다. 상기한 2가지의 상수 갱신 알고리즘은 상수를 갱신하는데 사용되는 에러신호가 발생하는 방법에 따라 다르다. 여기서, LMS 알고리즘은

$$C(k + 1) = C(k) + \Delta E(k)X^*(k)$$

로 주어진다. 여기서, C(k)는 상수의 복소 벡터, X(k)는 지연된 데이터의 복소 벡터, \*는 공액복소수를 의미하고, E(k)는 복소에러신호, Δ는 스케일 팩터이다. 또, CMA에 대한 에러신호는,  $E(k)_{cma} = \{y(k)^2 - R_2\}Y(k)$ 로 주어진다. 여기서, Y(k)는 적응형 이퀄라이저의 복소출력이고, R<sub>2</sub>는 일정하다. 그리고, DDA에 대한 에러신호는

$$E(k)_{dda} = Y'(k) - Y(k)$$

로 주어진다. 여기서, Y'(k)는 신호결정(signal decision)으로서, 신호결정은 수신된 좌표세트가 콘스텔레이션 포인트에 근접하는 결정을 기초로 하는바, 수신된 데이터 포인트에 가장 가까운 콘스텔레이션 포인트를 찾음으로써 결정은 가장 인접한 콘스텔레이션 포인트에 대응하는 수신된 데이터 포인트를 이룬다.

상기 적응형 이퀄라이저(60)는 에러신호 발생기(72)와 상수 갱신 계산회로(74) 및 적응형 필터(7)를 포함하는 내부루프로 구성되는 바, 상기 에러신호 발생기(72)는 적응형 필터(70)로부터 필터링된 채널 데이터를 수신하고, 필터링된 데이터에서 에러를 결정하여(예컨대, 필터링된 데이터와 이상적인 콘스텔레이션 패턴간의 차), 상수 갱신 계산회로(74)에 에러신호를 출력한다. 이어, 에러신호에 응답하여 갱신된 상수가 적응형 필터(70)에 제공됨으로써 시간 주기후 필터로부터 출력되는 이퀄라이즈된 채널 데이터는 전송된 데이터가 통상의 디코더에 의해 복구될 수 있는 조건으로 재저장된다.

본 발명에 따르면, 트레이닝 시퀀스를 갖춘 초기화가 요구되지 않는 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘(블라인드 이퀄라이제이션 알고리즘(blind equalization algorithm)으로 잘 알려져 있음)인 CMA 알고리즘이 먼저 채널데이터가 충분히 이퀄라이즈될 때까지 상수를 조정하는데 사용됨으로써 캐리어 위상 복구가 달성될 수 있다. 여기서, 본 발명의 목적을 위한 CMA알고리즘의 중요한 측면은 캐리어 위상 복구의 독립성인 바, CMA 알고리즘은 외부캐리어 복구 루프(위상검출기(76), 루프 필터(80), VC O(82)가 동작하는데 필요한 초기 이퀄라이제이션을 제공한다.

상기 에러신호발생기(72)와 마찬가지로 위상검출기(76) 또한 적응형 필터(70)로부터 필터링된 데이터를 모니터하는데, 이는 필터링된 데이터와 변조에 사용하기 위한 이상적 콘스텔레이션 패턴간의 위상에러를 결정한다.

그리고, 위상에러는 라인(77)상에 제1위상 에러신호를 제공하기 위해 잘 알려진 방법으로 양자화되는 바, 즉 복조기(58)를 사용하여 캐리어 위상의 복구를 처리한다. 이러한 양자화의 예는 A. Leclert and P.

Vandamme, Universal Carrier Recovery Loop for QASK and PSK Signal Sets, IEEE Trans. on Communications, Vol. COM-31, No. 1, Jan. 1983, PR. 130-136에서 제공된다. 이후, 위상검출기(76)의 동작을 상세히 설명한다.

현재, 검출된 위상에러를 기초로 쿼드러춰 복조기(58)를 제어하도록 위상검출기(76)의 하나의 출력이 통상적인 방법에 따라 루프 필터(80)와 VCO(82)에 연결되고, 캐리어 복구 루프의 동작은 루프에 의해 제공된 피드백의 관점에서 위상에러가 최소화된 포인트에서 복조기(58)를 구동시킨다.

또한, 위상검출기(76)는 본 발명에 따른 캐리어 록 발생기(78)에 입력되는 라인(75)상에 제2위상에러신호를 발생시키도록 제2양자화를 이용하여 위상에러를 양자화한다.

상기 제1 및 제2위상에러신호를 발생시키는데 사용되는 양자화 구성이 동일함에도 불구하고, 다른 구성을 사용하는 것이 바람직한데, 여기서 제1 위상에러신호를 발생시키는데 사용되는 구성은 용이하게 실행시키기 위해 선택되어 QAM에 대한 거짓 록 포인트의 가능성을 감소시킨다. 그리고, 제2양자화 구성은 CMA 알고리즘이 수렴될 경우 조기 표시를 제공하도록 선택되는데, 이러한 양자화 구성에 대해 제7도를 참조하여 상세히 설명한다.

캐리어 록 발생기(78)는 위상에러가 소정 임계 이하로 떨어질 때를 결정하기 위해 슬라이딩 평균기술클러스터링(sliding average technique)을 사용하는 바, 임계에 직면할 경우, 필터링된 데이터신호의 위상은 정확한 데이터복구가 개시될 수 있는 전송된 신호에 충분히 가까워지게 된다. 이때, CMA 알고리즘은 자기-복구의 기능을 제공하고, DDA 알고리즘은 더욱 효과적인 이퀄라이저동작을 제공하기 위해 대체될 수 있게 된다. 따라서, 록 발생기(78)는 임계에 직면할 경우 에러신호 발생기(72)에 캐리어 록 신호를 출력하고, 캐리어 록 신호에 응답하여 에러신호 발생기(72)는 에러신호를 계산하는 CMA방법으로부터 DDA 방법으로 스위치한다. 이 경우 임계는 이퀄라이저의 동작 동안에는 더 이상 직면하지 않게 되어 캐리어 록 신호가 턴오프되고, 에러신호 발생기는 CMA 알고리즘으로 스위치되어 돌아간다. 따라서, 필요할 경우 시스템은 CMA 모드로 자동적으로 동작하고, 위상에러가 소정 임계치 이하로 감소 되자마자 곧 DDA 모드로 스위치된다.

상기 실시예에 있어서, 에러신호 발생기(72)와 위상검출기(76)는 예컨대, 5MHz의 심볼 비로 이퀄라이저의 고속동작을 가능하게 하도록 PROM으로 구성되는 바, 에러신호 발생기에서 사용되는 PROM은 2가지 값의 세트를 포함한다. 그 하나의 세트로는 CMA 알고리즘을 사용하여 계산된 에러신호값으로 구성되고, 다른 하나의 세트는 DDA 방법을 사용하여 계산된 에러신호값으로 구성된다. 상기 적응형 필터(70)로부터 에러신호발생기의 PROM에 입력되는 필터링된 데이터는 메모리를 어드레스하는데 사용되고, 특정의 필터링된 데이터값에 대해 미리 계산된 에러신호를 출력한다. 또, 에러신호 발생기 PROM에 입력되는 캐리어 록 신호는 위상 에러 임계에 직면했는가에 의존하는 제1세트의 값(CMA)이나 제2세트의 값(DDA)값을 선택하도록 부가적 어드레스신호를 제공한다.

상기 위상검출기 PROM은 적응형 필터(70)로부터 출력되는 가능한 필터링된 데이터값에 대응하는 미리 계산된 2가지 세트의 위상에러값을 저장하는데, 위상에러값의 하나의 세트는 상기한 제1양자화 구성에 따른 양자화된 값으로 표시되고, 위상에러값의 다른 세트는 상기한 제2양자화 구성에 의해 제공된 양자화된 값에 대응한다. 이하, 제7도를 참조하여 이를 더욱 상세히 설명한다.

먼저, 필터링된 데이터값은 위상검출기 PROM을 어드레스하는데 사용되고, 특정의 필터링된 데이터값에 관련하여 제1 및 제2위상에러신호를 출력한다. 그리고, 록 발생기(78)는 비교적 큰 수의 샘플을 기초로 제2위상에러신호의 슬라이딩 평균을 계산하는 바, 예컨대 록 발생기(78)는 필터(70)로부터 출력되는 필터링된 데이터의 1000개의 샘플에 대해 위상검출기(76)로부터 출력되는 에러신호를 축적하는 누산기로 구성할 수 있다. 그리고 상기 적응형 필터(70)로부터 출력되는 특정데이터 좌표세트가 콘스텔레이션 패턴의 소정 영역내에 포함되는 포인트를 표현할 경우, 위상검출기(76)는 예컨대 +1인 제2위상에러신호를 출력할 수 있다. 반면, 데이터좌표가 콘스텔레이션 패턴의 소정 영역 외측에 포함되는 포인트를 나타낸다면, 제2 위상에러신호로서 -1이 출력될 수 있다. 또, 상기 록 발생기(78)에 입력되는 이전의 천개의 에러신호 샘플이 제로 또는 상기한 값의 평균값을 갖출다면, 록 발생기(78)는 CMA 모드에서 DDA 모드로 스위치되도록 정확히 에러신호 발생기에 캐리어 록 신호를 출력하게 된다.

제7도는 위상검출기(76)로부터 출력되는 제2위상에러신호를 발생시키기 위해 사용되는 위상에러 검출기 구성(예컨대, 제2양자화 구성)의 실시예를 나타낸 것으로, 상기 실시예에서 16-QAM 데이터 전송하는 데 사용됨에 따라 콘스텔레이션 패턴(120)은 16포인트를 포함한다. 여기서, 각 포인트는 영역(126, 132) 등과 같은 소정의 타원영역으로 에워싸이고, 상기 타원(126)은 콘스텔레이션 포인트(122)를 에워싸면서 콘스텔레이션 패턴의 원점으로부터 콘스텔레이션 포인트(122)까지 연장되는 대응반경에 따라 정렬된다. 마찬가지로, 정렬된 타원영역(도시되지 않았음)은 콘스텔레이션 패턴의 각 다른 포인트의 주위를 정의한다.

한편, 수신된 데이터 포인트가 타원중 하나에 포함될 경우, 위상검출기 PROM(76)은 진폭 1'을 갖춘 에러신호를 출력하고, 수신된 데이터포인트가 콘스텔레이션 포인트를 주위로 정의하는 타원중 어느 하나에 포함되지 않을 경우, -1의 에러신호가 위상검출기(77)로부터 출력되는바 -1에러신호의 몇 퍼센트가 수신되면 록 발생기(78)는 록을 선언하고, 에러신호 발생기(72)로 캐리어 록 신호를 출력한다.

예컨대, 16-QAM 시스템에 있어서, 타원영역이 제7도에 나타난 바와 같이 사용되고, 타원의 마이너 축에 대한 타원의 메이저 축의 비는 0~4의 신호 진폭에 대응하는 0~128을 구비하면서 -128에서 +128에 따른 축을 갖춘 그리드상에서 29 : 20으로 선택될 수 있으며, 전체 영역에 대한 타원내부 영역의 비는 약 40%로 될 수 있다. 그리고, 도입되는 데이터의 50%가 타원에 의해 정의된 전체 영역의 40%내에 포함될 경우 록이 선언된다. 여기서, 특정 영역과 퍼센트 선택은 다른 적용에 대해 변화되는 바, 영역이 너무 크게 선택되면 거짓 록이 야기되고, 반대로 영역이 너무 작게 선택되면 시스템은 곧바로 록으로 되지 않거나 전혀 록으로 되지 않는다. 더욱이, 콘스텔레이션 포인트를 에워싸는 영역의 형상은 타원으로 되지 않고, 원형이나 정방형등과 같은 다른 형상으로 정의될 수 있다.

본 발명의 컴퓨터 시뮬레이션은 복소 적응형 이퀄라이저의 수행을 개선하는데 효과적인 바, 시뮬레이션에 있어서 전송시스템은 부가적 백색 가우시안 잡음(AWGN ; additive white Gaussian noise)과 멀티패스 왜곡을 갖춘 5MHz 심볼비의 16-QAM 이고, 캐리어는 500MHz의 주파수와 45도의 위상에 의해 오프셋되며, 캐리어-노이즈 비(C/N)는 30dB이다. 또, 멀티패스는 10μs 지연된 반사광을 갖추면서 직광에서 -6dB 떨어지고, 256 복소탭(complex tap)분할 공간 이퀄라이저가 사용되고, PLL 잡음 대역폭은 댄핑팩터 2를 구비한 50MHz에서 세트된다(C/N=30dB에서). 이에 관한 시뮬레이션 결과가 제4도와 제5도 및 제6도에 도시되어 있다.

제4도는 여러가지 시간에서 적응형 이퀄라이저의 출력에 대해 시뮬레이션된 데이터의 분산플롯을 나타낸 것으로, 분산플롯(90)는 초기에 수신된 데이터를 나타내고, 분산플롯(92)는 CMA 모드의 동작 종료 직후이면서 DDA가 시작되는 데이터를 나타내며, 분산플롯(94)는 시뮬레이션의 끝에서의 이퀄라이저의 출력을 나타낸 것이다. 제4도의 분산플롯에 도시된 바와 같이, 초기 CMA 모드와 캐리어 복구 PLL의 조합은 분산플롯을 크리닝하도록 기능함으로써 DDA 모드 동작이 받아들여질 수 있게 된다.

제5도는 적응형 이퀄라이저 출력의 일반적인 지정(96)의 평균자승에러(MSE ; mean square error)를 나타낸 것이고, 제6도는 록 발생기에 의해 제공된 일반적인 지정(104)인 캐리어 록 신호를 나타낸 것이다. 여기서, 약 10,000개의 심볼이 수신된 후, 제로 크로스(110)에서 록이 야기되고, 참조부호 108로 나타낸 바와 같이, 록 신호는 한번 발생되면, 안정되게 된다.

제5도에서 참조부호 98로 나타낸 바와 같이 CMA 모드 동작에서의 콘버전스(convergence)가 받아들여지게 되고, 102에서 록이 야기된 후, 콘버전스는 DDA 모드 동작을 사용함으로써 개선된다.

[발명의 효과]

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 위상 회전기나 위상 역회전기를 사용하지 않고서 적응형 이퀄라이제이션을 채용한 시스템에서 캐리어 위상을 복구할 수 있도록 된 방법 및 장치를 제공할 수 있는 바, 이는 캐리어 복구 루프의 내부에 적응형 이퀄라이저를 위치시킴으로써 달성된다. 또, CMA와 같은 블라인드 이퀄라이제이션 알고리즘이 캐리어 위상 복구의 부재로부터 이퀄라이저 상수를 초기에 조정하여 시스템의 획득시간을 감소시키는데 이용된다. 그리고, 캐리어 록 신호는 적응형 이퀄라이저와 PLL의 콘버전스를 완성하도록 블라인드 이퀄라이제이션 알고리즘으로부터 결정방향 알고리즘으로 스위치될 때를 결정하는데 사용된다. 따라서, 수신된 데이터를 이퀄라이즈하는 동안 야기되는 캐리어 복구를 대기할 필요가 없게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

비이퀄라이즈된 데이터신호를 복조하는 단계와, 제1알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하여 적응형 필터 상수를 초기에 갱신하는 적응형 이퀄라이저에서 상기 복조된 데이터신호를 필터링하는 단계, 상기 적응형 이퀄라이저로부터 출력되는 필터링된 신호의 위상에러가 임계치에 도달할때 캐리어 록 신호를 발생시키는 단계 및, 상기 캐리어 록 신호에 응답하는 상기 제1알고리즘 대신 제2알고리즘으로부터 추출된 에러신호를 사용하여 상기 적응형 이퀄라이저에서 상기 적응형 필터 상수를 갱신하는 단계로 이루어져, 통신 수신기에서 데이터신호를 적응적으로 이퀄라이즈하기 위한 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적응형 이퀄라이저의 동작 동안 상기 위상에러를 모니터하는 단계와, 상기 모니터하는 단계동안 상기 위상에러가 더 이상 상기 임계값에 직면하지 않게 되는 것이 결정되면, 상기 제1알고리즘으로 되돌아가는 단계를 더 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1알고리즘이 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘인 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘이 일정계수 알고리즘인 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제2알고리즘이 결정방향 알고리즘인 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 필터링된 신호 샘플의 적어도 최소 퍼센트가 소정 영역내에 포함되는 과도시간을 받아들일 경우 상기 임계값에 도달되도록 된 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 복조된 데이터신호가 복조된 쿼드러춰 진폭 변조된 신호에 대해 N-포인트 콘스텔

레이션 패턴을 표현하는 좌표로 구성되고, 상기 영역이 다수의 분리 고정영역으로 구성되면서 각 영역이 상기 콘스텔레이션 포인트중 하나를 에워싸도록 된 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 각각의 분리 고정영역이 상기 콘스텔레이션 포인트중 하나를 에워싸는 타원으로 구성되면서 각 타원이 상기 콘스텔레이션 패턴의 원점으로부터 타원으로 에워싸인 포인트까지 연장되는 대응 반경에 따라 정렬되도록 된 것을 특징으로 하는 적응형 이퀄라이저용 캐리어 위상 복구방법.

**청구항 9**

비이퀄라이즈된 데이터 신호를 복조하는 수단과, 상기 복조수단으로부터 복조된 데이터를 수신하기 위해 결합된 필터와 이 필터로부터의 필터링된 데이터를 수신하기 위해 결합된 에러신호 발생기 및 상기 필터에 입력하기 위한 상수를 갱신하기 위해 상기 에러신호 발생기로부터의 에러신호에 응답하는 수단을 포함하는 이퀄라이저 루프, 상기 필터링된 데이터를 수신함과 더불어 상기 복조기를 제어하기 위한 제1위상에러를 제공하기 위해 결합된 위상검출기로 이루어진 캐리어 복구 루프 및, 상기 위상검출기로부터의 제2위상에러신호를 수신하기 위해 결합됨과 더불어 상기 제2위상에러신호가 임계에 직면할 경우 캐리어 록 신호를 발생시키기 위한 수단을 구비하여 구성되고, 상기 에러신호 발생기는 상기 제2위상 에러신호가 상기 임계에 직면하지 않을 경우 제1알고리즘으로부터 에러신호를 발생시킴과 더불어 상기 제2위상에러신호가 상기 임계에 직면할 경우 제2알고리즘으로부터 에러신호를 발생시키기 위한 캐리어 록 신호에 응답하도록 된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 에러신호 발생기가 상기 제1알고리즘을 사용하여 계산된 에러신호의 제1세트와 상기 제2알고리즘을 사용하여 계산된 에러신호의 제2세트를 저장하기 위한 메모리로 구성된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 필터링된 데이터와 상기 캐리어 록 신호가 에러신호를 출력하도록 상기 메모리를 어드레스하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 제1알고리즘이 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘인 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 자기-복구 이퀄라이제이션 알고리즘인 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 14**

제12항에 있어서, 상기 제2알고리즘이 결정방향 알고리즘인 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 15**

제9항에 있어서, 상기 필터링된 신호 샘플의 적어도 최소 퍼센트가 소정 영역내에 포함되는 과도시간을 받아 들일 경우 상기 위상에러 임계에 직면하도록 된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 복조된 데이터신호가 복조된 쿼드러춰 진폭 변조된 신호를 위한 N-포인트 콘스텔레이션 패턴을 표현하는 좌표로 구성되고, 상기 영역이 다수의 분리 고정영역으로 구성되면서 각 영역이 상기 콘스텔레이션 패턴의 포인트중 하나를 에워싸도록 된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 각각의 분리 고정영역이 상기 콘스텔레이션 패턴의 포인트중 하나를 에워싸는 타원으로 구성되면서 각 타원이 상기 콘스텔레이션 패턴의 원점으로부터 타원으로 에워싸인 포인트까지 연장되는 대응 반경에 따라 정렬되도록 된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 18**

콘스텔레이션 패턴에서 좌표로 표시되는 비이퀄라이즈된 데이터를 필터링하기 위한 적응형 필터와, 제1 또는 제2알고리즘을 기초로 에러신호에 대해 상기 필터로부터 필터링된 데이터를 변환시키기 위한 에러신호 발생기, 상기 적응형 필터를 위한 상수를 갱신하기 위해 상기 에러신호 발생기로부터 출력되는 에러신호를 수신하기 위해 연결된 수단, 위상에러신호에 대해 상기 필터로부터 필터링된 데이터를 변환시키기 위한 위상 검출기 및, 상기 위상에러신호에 의해 표현된 위상에러가 소정 임계 이상일때 상기 제1알고리즘에 따른 에러신호를 제공함과 더불어 상기 위상에러가 상기 소정 임계 보다 낮을 때 상기 제2알고리즘에 따른 에러신호를 제공하도록 상기 에러신호 발생기를 제어하기 위해 상기 위상에러신호에 응답



하는 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 19**

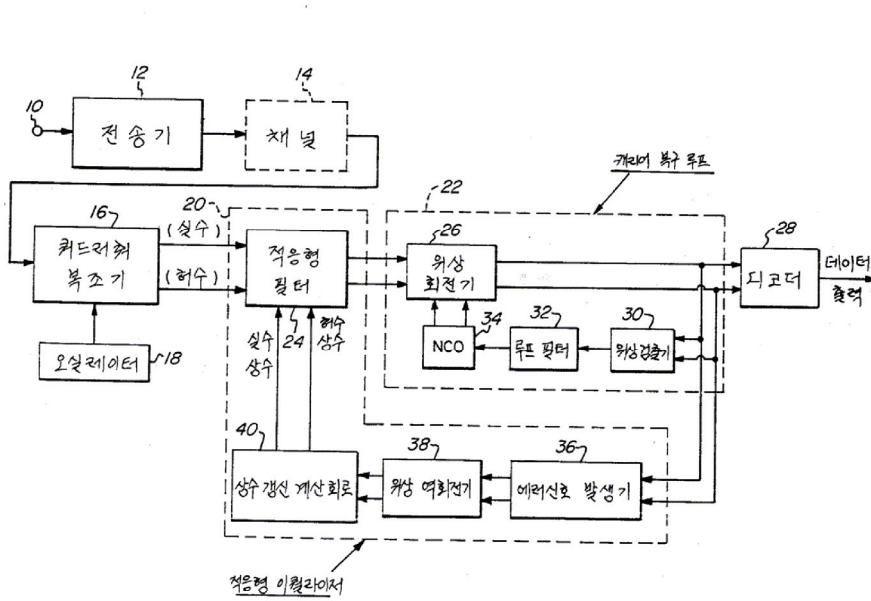
제18항에 있어서, 상기 에러신호 발생기가 상기 제1 및 제2 알고리즘 하에서 계산됨과 더불어 상기 필터링된 데이터와 상기 에러신호를 출력하기 위한 상기 제어수단을 의해 어드레스되는 에러신호 데이터를 포함하는 룩업 테이블로 이루어진 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**청구항 20**

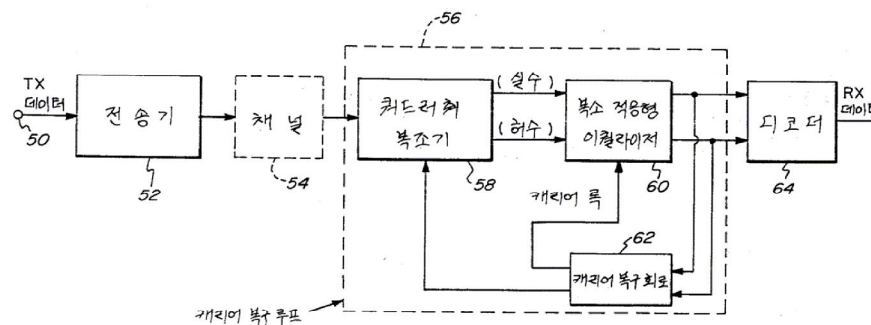
제19항에 있어서, 상기 위상검출기가 위상 에러 데이터를 포함하는 룩업 테이블로 이루어지면서 상기 위상 에러신호를 출력하도록 상기 필터링된 데이터에 의해 어드레스된 것을 특징으로 하는 통신 수신기용 적응형 이퀄라이저.

**도면**

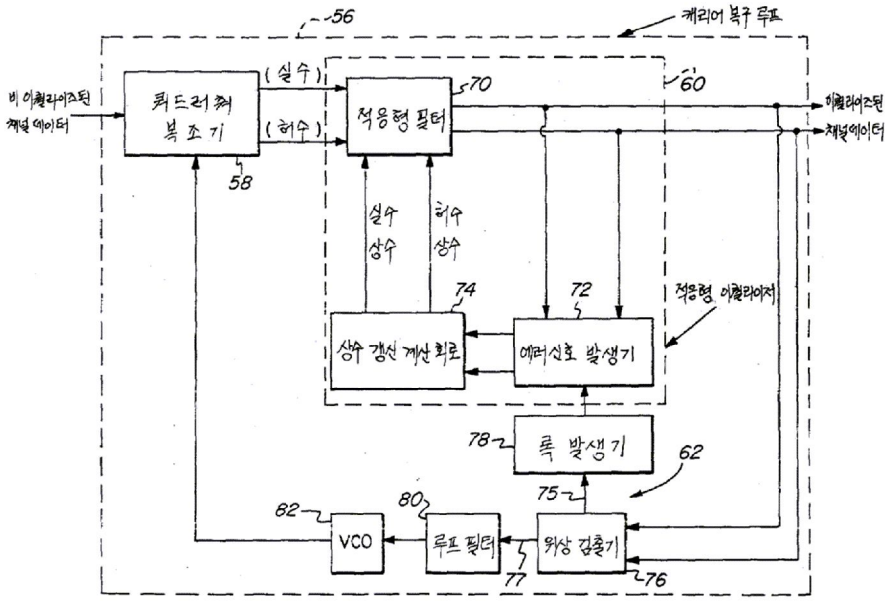
**도면1**



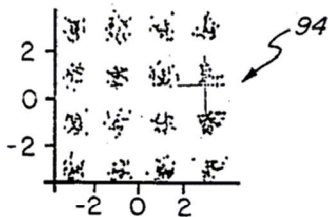
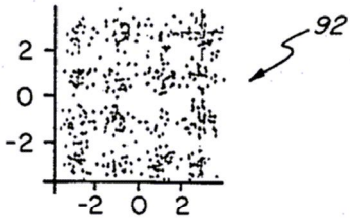
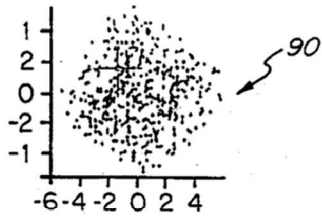
**도면2**



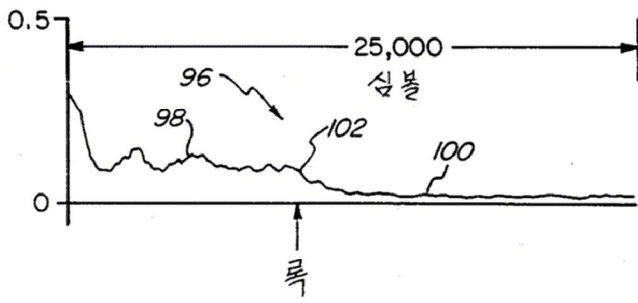
도면3



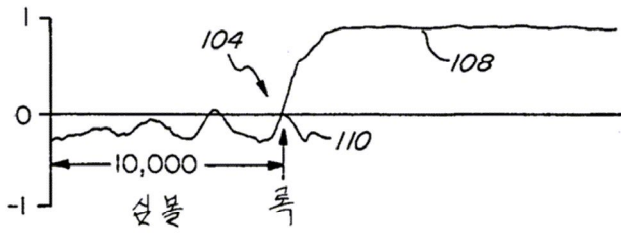
도면4



도면5



도면6



도면7

