

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H03F 1/26	(45) 공고일자 1999년06월01일
	(11) 등록번호 10-0188045
	(24) 등록일자 1999년01월09일
(21) 출원번호 10-1994-0701302	(65) 공개번호 특 1994-0703095
(22) 출원일자 1994년04월20일	(43) 공개일자 1994년09월17일
번역문제출일자 1994년04월20일	
(86) 국제출원번호 PCT/SE 93/00647	(87) 국제공개번호 W0 94/05078
(86) 국제출원일자 1993년08월02일	(87) 국제공개일자 1994년03월03일
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 그리스 영국 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 오스트레일리아 브라질 캐나다 핀란드 대한민국 노르웨이 뉴질랜드 러시아	
(30) 우선권 주장 9202420-7 1992년08월24일 스웨덴(SE)	
(73) 특허권자 스웨덴왕국 스톡홀름 25 에스-126	
(72) 발명자 버그스텐 페르 세트 토레	
	스웨덴왕국 솔나 에스-171 60 위봄스베그 4, 3 티알피 나스트림잔-크리스천
(74) 대리인 스웨덴왕국 솔레투나 에스-191 54 플린트레스베겐 12 엔비	
	김기중, 권동용, 최재철

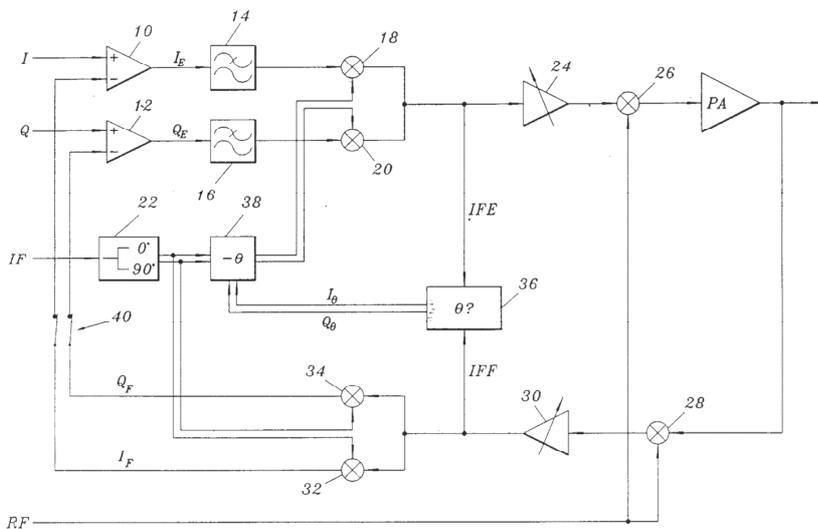
심사관 : 정순원

(54) 최종 증폭기 단계에서 위상회전을 보상하는 장치

요약

마지막 전송기 단계의 데카르트 피드백 전력증폭기(PA)의 피드백 루우프에서, 위상회전( $\theta$ )을 보상하는 복소수 입력신호 ( $I, Q$ )와 이에 상응하는 복소수 피드백신호 ( $I_F, Q_F$ ) 사이의 복소수 차동신호를 복소수 변조신호와 직교변조하여 변조된 실수값 제 1 신호(IFE)를 형성하는 수단 (18,20,22)과, 전력 증폭기(PA)로 부터의 출력신호를 복조신호로 직교 변조하여 복소수 피드백 신호( $I_F, Q_F$ )를 형성하는 수단(22,32,34)을 포함한다. 제 1 신호 (IFE)와, 제 2 신호 (IFF)사이와, 제 1신호 (IFE)의 직교성분과, 제 2 신호 (IFF) 사이 위상 시프팅을 검출하여 피드백 루우프의 위상회전( $\theta$ )을 결정하는 수단(36)이 제공되어 있다. 또한, 결정된 위상회전( $\theta$ )에 의해 형성된 보상 위상회전과 함께 복소수 변조신호를 위상회전 시키는 수단(38)이 제공되어 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

최종 증폭기 단계에서 위상회전을 보상하는 장치

[발명의 상세한 설명]

[기술분야]

본 발명은 입력 및 피드백 직교 신호를 활용함으로써, 최종 전송기 단계의 데카르트 피드백 전력 증폭기의 피드백 루우프에서 위상회전을 보상하는 장치에 관한 것이다.

[선행기술]

데카르트 피드백에서 입력 직교 신호 (I),(Q)가 피드백 직교신호에 비교된다. 안정한 피드백 시스템을 얻기 위해 피드백 루우프가 폐쇄될 때 피드백 직교신호가 입력 직교신호와 거의 동위상이다. 피드백 루우프에 의해 발생한 위상회전으로 인해 이 상태가 항상 만족스럽지 못하다. 따라서, 입력 및 피드백 직교신호가 피드백 루우프에서 보상 위상회전에 의해 서로 동위상이 된다. 피드백 루우프에 의해 발생한 위상회전을 결정하는 일반적인 방법은 루우프를 개방시키고, 입력 직교신호 (I),(Q)와 피드백 직교신호를 측정된 후 측정된 값이 A/D 변환되고, 위상에러가 계산되고, 전압제어 위상회전자가 D/A 변환후 조정된다. A/D 변환, D/A 변환, 컴퓨터 계산 외에 이 방법은 피드백 루우프를 개폐시키는 전기회로를 필요로 한다.

[발명의 요약]

본 발명의 목적은 피드백 루우프의 위상회전을 측정 및 조절하고, 아날로그 및 디지털형 바람직하기로는 집적회로의 기능으로 쉽게 구현할 수 있는 장치를 제공하는 것이다. 최종 전송기 단계의 데카르트 피드백 전력 증폭기의 피드백 루우프에서 위상회전을 보상하는 장치에서 상기 장치는 복소수 입력신호와 이에 상응하는 복소수 피드백 신호 사이의 복소수 차등신호를 복소수 변조신호로 직교 변조시키고 변조된 실수 제 1 신호를 형성하는 수단과; 변조된 실수 제 2 신호에 의존하는 상기 전력증폭기로부터의 출력신호를 복소수 복조신호로 직교 복조시키고, 상기 복소수 피드백신호를 형성하는 수단을 포함한다. 상기 목적은 제 1 신호와 제 2 신호 사이와, 상기 제 1/제2 신호의 직교성분과, 상기 제 1/제2 신호 사이의 위상시프트의 측정을 검출하고 상기 피드백 루우프의 위상회전의 측정을 결정하는 수단과; 위상회전이 상기 결정된 위상회전을 보상하는 복소수 변조, 복조, 차이 및 피드백신호 중 하나를 위상회전시키는 수단에 의해 성취된다.

또 다른 해결책은 상기 복소수 차등신호와 상기 복소수 피드백신호 사이의 위상회전의 측정을 검출하는 수단과, 위상회전이 상기 결정된 위상회전을 보상하는 복소수 변조, 복조 및 피드백 신호 중 하나를 위상회전시키는 수단을 포함한다.

[도면의 간단한 설명]

본 발명의 목적 및 장점을 수반한 도면을 참고로 설명할 것이다.

제1도는 마지막 단계의 피드백 루우프에서 발생한 위상회전을 보상하는 본 발명의 장치의 바람직한 실시예가 제공한 무선전송기에서 데카르트 피드백 최종 단계를 도시한 도면.

제2도는 제1도의 위상검출기와 위상회전자의 블록도.

[바람직한 실시예]

제1도는 무선전송기에서 데카르트 피드백 마지막 단계를 도시한 것이다. 기술소자(description element)(36)을 쉽게 이용하기 위해 기술소자인 38 및 40을 처음에 무시했다.

직교신호(I),(Q)가 비교기(10),(12)에 이송된다. 비교기(10),(12)로 부터의 출력신호 (I<sub>E</sub>),(Q<sub>E</sub>)는 루우프 필터 (14),(16)를 경유해 승산기 (18),(20)에 도달한다. 승산기(18)에서 루우프필터(14)로 부터의 출력신호가 주파수 크기를 10-500MHz 로 할 수 있는 중간주파수 신호 (IF)와 승산된다. 승산기(20)에서 루우프필터(16)으로부터의 출력신호는 위상시프트(22)에서 90° 시프트된 중간주파수 신호(IF)와 승산된다. 승산기(18)(20)로부터의 출력신호가 승산기(26)에 포워드된 이득제어기(24)에 가산되고, 이득제어기에서 반송주파수가 900MHz로 할 수 있는 고주파 신호(RF)와 혼합된다. 다음, 승산기(26)로 부터의 출력신호가 마지막 전송기의 전력증폭기(PA)에 이동된다.

증폭기(PA)로부터의 출력신호는 안테나에 포워드된 필터에 제공된다.

증폭기(PA)로부터의 출력신호의 부분은 피드백 루우프를 형성하는데 이용된다. 증폭기(PA)로부터의 출력신호의 이 부분은 승산기(28)에 이송되고, 고주파신호(RF)와 중간주파수 이하로 혼합된다. 제 2 이득제어기(30) 위에 이 혼합된 하강신호가 두 개의 승산기(32),(34)에 이송된다. 승산기(32)에서 혼합된 하강신호가 하나의 피드백 직교신호(I<sub>F</sub>)를 형성하도록 중간주파수 신호(IF)와 승산된다. 승산기(34)에서 혼합된 하강신호가 제 2 피드백 직교신호(Q<sub>F</sub>)를 형성하도록 위상시프트(22)에서 90° 시프트한 중간주파수 신호(IF)와 승산된다. 신호(I<sub>F</sub>),(Q<sub>F</sub>)는 각각의 비교기(10),(12)의 제 2 입력에 귀환한다.

지금까지 설명한 회로에서 피드백 루우프에 의해 발생한 피드백 직교신호(IF),(QF)의 위상회전(θ)이 고려되지 않았다. 이 위상회전은 마지막 단계의 중간주파수부에서 위상검출기(36)에 의해 검출되는 것이 바람직하다. 위상회전(θ)을 보상하는 방법은 승산기 (18),(20)에서 변조되기 전에 보상 위상회전(-θ)을 제공하는 위상회전자(38)를 배치하는 것이다.

승산기(18), (20)에서 위상검출기(36)까지이 혼합된 출력신호(IFE)는

$$IFE = I_E \cdot \cos(\omega t) + Q_E \cdot \sin(\omega t)$$

로 정의하고, 여기에  $\theta$ 는 중간주파수(IF)의 각 주파수이다. 위상검출기(36)의 피드백 입력신호(IFF)는

$$IFF = I_E \cdot \cos(\omega t + \theta) + Q_E \cdot \sin(\omega t + \theta)$$

로 정의하고, 여기서  $\theta$ 는 결정해야 하는 위상회전이다.

위상회전( $\theta$ )를 산출하기 위해, 신호(IFE)의 직교 신호가 위상검출기(36)에 형성된다. 이 신호는

$$IFEQ = -I_E \cdot \sin(\omega t) + Q_E \cdot \cos(\omega t)$$

로 정의된다. 각각의 신호 (IFE), (IFG)는 위상검출기 (34)의 신호(IFF)가 승산되며, IFE · IFF를 얻기 위해

$$\begin{aligned} IFE \cdot IFF &= \\ &= \{ I_E \cdot \cos(\omega t) + Q_E \cdot \sin(\omega t) \} \cdot \{ I_E \cdot \cos(\omega t + \theta) + Q_E \cdot \sin(\omega t + \theta) \} \\ &= I_E^2 \cdot \cos(\omega t + \theta) \cos(\omega t) + Q_E^2 \cdot \sin(\omega t + \theta) \sin(\omega t) \\ &\quad + I_E Q_E \cdot \sin(\omega t + \theta) \cos(\omega t) + I_E Q_E \cdot \cos(\omega t + \theta) \sin(\omega t) \\ &= 1/2 I_E^2 \cdot \{ \cos(2\omega t + \theta) + \cos(\theta) \} - 1/2 Q_E^2 \cdot \{ \cos(2\omega t + \theta) - \cos(\theta) \} \\ &\quad + 1/2 I_E Q_E \cdot \{ \sin(2\omega t + \theta) + \sin(\theta) \} - 1/2 I_E Q_E \cdot \{ \sin(2\omega t + \theta) - \sin(\theta) \} \\ &= 1/2 (I_E^2 + Q_E^2) \cdot \cos(\theta) + 1/2 (I_E^2 - Q_E^2) \cdot \cos(2\omega t + \theta) + 1/2 I_E \cdot Q_E \cdot \sin(2\omega t + \theta) \end{aligned}$$

유사한 방식으로 IFEQ, IFF 에 대해서 얻어진다.

$$\begin{aligned} IFEQ \cdot IFF &= \\ &= \{ -I_E \cdot \sin(\omega t) + Q_E \cdot \cos(\omega t) \} \cdot \{ I_E \cdot \cos(\omega t + \theta) + Q_E \cdot \sin(\omega t + \theta) \} \\ &= -I_E^2 \cdot \cos(\omega t + \theta) \sin(\omega t) + Q_E^2 \cdot \sin(\omega t + \theta) \cos(\omega t) \\ &\quad + -I_E Q_E \cdot \sin(\omega t + \theta) \sin(\omega t) + I_E Q_E \cdot \cos(\omega t + \theta) \cos(\omega t) \\ &= -1/2 I_E^2 \cdot \{ \sin(2\omega t + \theta) - \sin(\theta) \} + 1/2 Q_E^2 \cdot \{ \sin(2\omega t + \theta) + \sin(\theta) \} \\ &\quad + 1/2 I_E Q_E \cdot \{ \cos(2\omega t + \theta) - \cos(\theta) \} + 1/2 I_E Q_E \cdot \{ \cos(2\omega t + \theta) + \cos(\theta) \} \\ &= 1/2 (I_E^2 + Q_E^2) \cdot \sin(\theta) - 1/2 (I_E^2 - Q_E^2) \cdot \sin(2\omega t + \theta) + 1/2 I_E \cdot Q_E \cdot \cos(2\omega t + \theta) \end{aligned}$$

이 두 개의 신호를 저역필터함으로써, t 독립항이 제거되고 DC 성분만이 남는다.

$$I_{\theta} = 1/2(I_E^2 + Q_E^2) \cdot \cos(\theta)$$

$$Q_{\theta} = 1/2(I_E^2 + Q_E^2) \cdot \sin(\theta)$$

에 의해, 위상에러를 결정한다.  $I_{\theta}$ ,  $Q_{\theta}$ 에 의해 표현되는 산출된 위상회전은 위상각(- $\theta$ )와 위상분할기(22)로 부터의 출력신호의 복소수 위상회전을 위해 위상회전자(38)에 이용된다.

위상검출기(36)와 위상회전자(38)의 실시예를 제2도와 관련해서 상세히 설명할 것이다. 제2도의 실시예에서, 신호(IFE)가 위상분할기, 소위 힐버트(Hilbert)필터에 이송된다. 아날로그 승산기(202),(204)에서 분할된 신호가 신호(IFE)와 승산된다. 곱신호가 상기 식에 따라 위상에러 벡터 ( $I_{\theta}$ ), ( $Q_{\theta}$ )를 형성하는 각각의 저역필터 (206),(208)에 이송된다. 승산기 (202),(204)는 길버트 믹서(Gilbert-mixer)를 포함한다. 에러벡터 ( $I_{\theta}$ ), ( $Q_{\theta}$ )는 아날로그 승산기 (210),(212) 즉, 길버트 믹서에 이송되어 이 믹서에서 각각의 성분이 위상분할기(20)로 부터의 출력신호와 승산된다. 다음, 승산기 (210),(212) 로부터의 곱셈 신호가 더해지고, 합신호가 위상분할기(214), 예를 들면 힐버트 필터에서 분할된다. 위상분할기(214)로 부터의 출력신호는 승산기 (18),(20)에 대해 위상 보정 복소수 신호를 형성한다. 위상검출기의 작동은 진폭 정보가 무시되고 위상 정보가 감소되는 하드리미팅(hard limiting)이 되도록 되어 있다.

시스템이 스타트할 때 루우프가 개방 스위치 40(제1도)에 의해 개방된다. 다음,  $\theta$ 의 초기값이 결정된다. 이를 측정하는 동안, 위상회전자(38)는 초기값  $I_{\theta}=1, Q_{\theta}=0$ 을 수신한다. (다른 값도 가능, 조건은  $I_{\theta}^2 + Q_{\theta}^2 > 0$ )이 초기 위상 동안 위상검출기의 시정수가 변경되어 천이 위상이 매우 짧아진다.

$\theta$ 의 초기값이 결정될 때 루우프는 재폐쇄 스위치(reclosing switch)(40)에 의해 폐쇄되어 위상회전자(38)의 입력신호가 정확히 검출된 값으로 변경된다. 이와 동시에 위상검출기(36)의 시정수가 정상값으로 귀환할 수 있다. 다음, 시스템은 루우프의 재개방을 필요로 하지 않고 정상 모우드로 작동한다. 이 절차는 전송이 시작할 때마다 되풀이 된다.

본 발명의 실시예의 장점은 조절시간이 위상각 결정의 정확도가 약 2° 인 경우 약 50 ns 으로 매우 짧다는 것이다. 이러한 이유는  $\theta = \tan^{-1}(Q_{\theta}/I_{\theta})$ 의 값이 작은 경우 보정결과를 제공하기 때문이다. 이러한 이유 때문에 위에서 설명한 스타팅 절차를 제거할 수 있다.

바람직한 실시예의 변경은 변조기 (18),(20)의 복소수 신호 대신 복조기(32),(34)의 신호를 보정하는 회로를 포함한다. 이 변경의 결정은 복조기가 위상 에러 및 잡음에 민감하는 것이다.

또 다른 변경은 래팅 위상 회전자(letting phase rotator)(38), 보정신호( $I_E$ ), ( $Q_E$ ) 및 ( $I_F$ ), ( $Q_F$ )를 포함한다. 그러나, 이는 교차 접속 위상 회전자를 필요로 한다.

또 다른 해결책은 베이스 밴드에서 검출과 보정을 수행한다. 이 실시예에서,  $I_E$ ,  $Q_E$ 와  $I_F$ ,  $Q_F$  사이의 위상회전은 베이스 밴드에서 직접 측정된다. 이는 두 개의 신호를 복소수 승산하고 이 복합 출력신호를 저역필터 하므로써 성취된다. 보정은 루우프 필터 뒤 또는 비교기의 입력에서 직접 전압 제어 증폭기에 의해 베이스 밴드에서 수행된다. 교차 접속 위상 회전자가 필요하다. 제1도 및 제2도의 바람직한 실시예와 비교해, 이 실시예의 결정은 베이스 밴드 신호가 신호(IF)보다 낮은 주파수를 가지기 때문에 조절시간이 약 50 나노세컨드에서 수 미리세컨드로 증가하여 여과해야 할 합주파수가 매우 작아지게 된다.

이 해결책의 장점은 집적회로의 기능으로 구현하는데 알맞다는 것이다.

통산인이라면, 본 발명이 범위내에서 여러 변경과 수정이 가능하다는 것을 알 수 있고, 중간주파수 부분이 이용되지 않을지라도 본 발명은 RF 레인지에서 수행될 수 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

변조된 실제값 제 1 신호(IFE)를 형성하는 복소수 변조신호를 갖는 복소수 입력신호 (I,Q) 및 대응하는 복소수 피드백신호 (IF,QF)간의 복소수 차동신호(IE,QE)의 직교 변조용 수단 (18,20,22)과, 복소수 피드백 신호(IF,QF)를 형성하는 복소수 신호를 갖는 전력증폭기(PA)로 부터의 출력신호에 따르는 실제값 제 2신호 (IFF)의 직교 복조용 수단(22,32,34)을 구비하며, 전송기 최종단계의 데카르트(Cartesian) 피드백 전력증폭기 (PA)의 피드백 루우프에서 위상회전( $\theta$ )을 보상하는 장치에 있어서, (가)제 1 신호 (IFE)와, 제 2 신호 (IFF)사이와 제1/제2 신호 (IFE, IFF)의 직교성분과, 제1/제 2 신호 (IFF/IFE) 사이 위상 시프트의 측정치를 검출하고, 피드백 루우프의 위상회전( $\theta$ )의 측정치 ( $Q_{\theta}$ ,  $I_{\theta}$ )를 결정하는 수단(36)과, (나)결정된 위상회전( $\theta$ )을 보상하는 위상회전을 갖는 상기 복소수 변조, 복조, 차동 및 피드백신호 중 하나의 위상 회전용 수단(38)을 구비하는 것을 특징으로 하는 회전 보상장치.

**청구항 2**

변조된 실제값 제 1 신호(IFE)를 형성하는 변조신호를 갖는 대응하는 복소수 복소수 피드백신호

(IF,QF) 및 복소수 입력신호 (I,Q)간의 복소수 차동신호(IE,QE)의 직교 변조용 수단 (18,20,22)과, 복소수 피드백 신호(IF,QF)를 형성하는 복소수 복조 신호를 갖는 전력증폭기(PA)로 부터의 출력신호에 따르는 실제값 제 2신호 (IFF)의 직교 복조용 수단(22,32,34)을 구비하며, 전송기 최종단계의 데카르트(Cartesian) 피드백 전력증폭기 (PA)의 피드백 루우프에서 위상회전( $\theta$ )을 보상하는 장치에 있어서, (가)복소수 차동신호(IE,QE) 및 복소수 피드백신호(IF,QF)간의 위상회전의 측정치( $Q_{\theta}$ ,  $I_{\theta}$ )를 검출하는 수단(36)과, (나)결정된 위상회전( $\theta$ )을 보상하는 위상회전을 갖는 상기 복소수 변조, 복조, 차동 및 피드백신호 중 하나의 위상 회전용 수단(38)을 구비하는 것을 특징으로 하는 회전 보상장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 위상회전 수단(38)은 상기 검출수단(36)으로부터의 복소수 출력신호( $Q_{\theta}$ ,  $I_{\theta}$ )의 실수부와 허수부를 변조 신호의 실수부와 허수부를 각기 승산하는 두개의 아날로그 승산기(210,212)와, 이 승산기(210,212)로 부터의 출력신호의 합과 I 및 Q 성분으로 분할하는 힐버트필터(214)를 구비하는 것을 특징으로 하는 위상 회전 보상 장치.

**청구항 4**

제1 또는 제3항에 있어서, 상기 검출수단(36)은 I 및 Q 성분으로 제 1 /제2 신호(IFE,IFF)를 분할하는 부가적인 힐버트필터(200)와, I 성분과 Q 성분을 제 2/제1 신호 (IFF,IFE)와 승산하는 2개의 부가적인 아날로그 승산기(202,204)와, 각각의 부가적인 승산기로부터의 출력신호를 저역필터하여 피드백 루우프의 위상회전( $\theta$ )의 상기 측정치( $Q_{\theta}$ ,  $I_{\theta}$ )를 구비하는 복소수 출력신호를 형성하는 두 개의 저역필터(206,208)를 구비하는 것을 특징으로 하는 위상 회전 보상 장치.

**청구항 5**

상기 제 1항 또는 3항에 있어서, 상기 변조 신호는 중간 주파수(IF) 신호를 구비하는 것을 특징으로 하는 위상 회전 보상 장치.

**청구항 6**

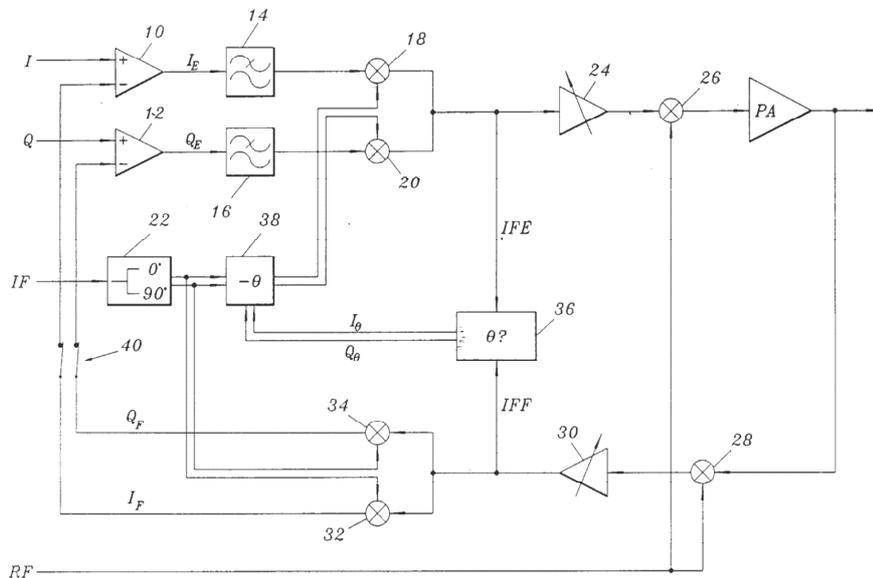
제1항 또는 3항에 있어서, 상기 변조 신호는 고주파 신호(RF)를 구비하는 것을 특징으로 하는 위상 회전 보상 장치.

**청구항 7**

제1항 또는 3항에 있어서, 상기 장치는 집적회로의 기능인 것을 특징으로 하는 위상 회전 보상 장치.

**도면**

**도면1**



도면2

