



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월27일
 (11) 등록번호 10-1160786
 (24) 등록일자 2012년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)
H03C 3/40 (2006.01) *H03F 3/38* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-7016173
 (22) 출원일자(국제) 2006년11월30일
 심사청구일자 2008년12월30일
 (85) 번역문제출일자 2008년07월02일
 (65) 공개번호 10-2008-0077663
 (43) 공개일자 2008년08월25일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2006/069109
 (87) 국제공개번호 WO 2007/063093
 국제공개일자 2007년06월07일
 (30) 우선권주장
 11/292,488 2005년12월02일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US06385439 B1*
 US20050239430 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 4 항

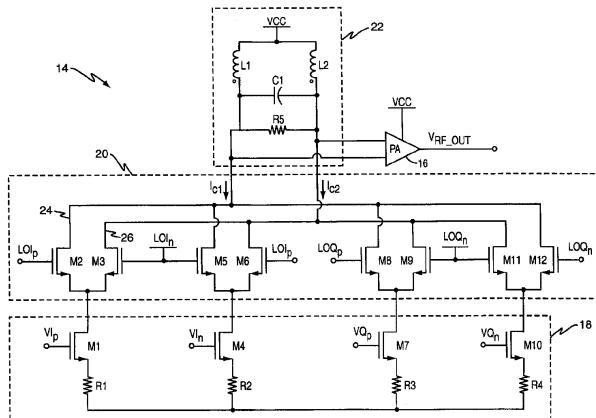
심사관 : 황윤구

(54) 발명의 명칭 **변조 회로 및 장치**

(57) 요 약

무선주파수 송신기에서 사용하기 위한 변조 회로는 희망하는 주파수에서 25%에서 또는 정도의 듀티 사이클로 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로, 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호 및 하나 이상의 기저대 정보 신호에 응답하여 하나 이상의 변조된 신호를 발생하도록 구성된 변조기를 포함한다. 적어도 일 실시예에서, 변조 회로는 변조기로의 변조 입력의 역할을 하는 각각의 기저대 정보 신호를 위한 트랜지스터 회로를 포함하는 결합된 혼합 및 트랜스컨덕턴스 회로를 포함하는 변조기를 포함한다. 각각의 트랜지스터 회로는 기저대 정보 신호에 의해 구동되며 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트에 변조기 출력 노드를 결합시키는 제 1 트랜지스터, 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호들 중 하나에 의해 구동되며 신호 접지 노드에 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 결합시키는 제 2 트랜지스터를 포함한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

무선 주파수 송신기에서 사용하기 위한 변조 회로로서,

희망하는 주파수에서 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 로컬 오실레이터 신호들을 발생하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로(12)와,

차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 기저대 신호들을 수신하여 대응하는 전류 신호들을 발생하는 트랜스 컨덕턴스 단 회로(18) 및,

스위칭 트랜지스터들을 포함하여 상기 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 로컬 오실레이터 신호들을 수신하는 혼합기 단 회로(20)를 구비하는 변조기(14)를 포함하는, 상기 변조 회로에 있어서,

상기 혼합기 단 회로는 더블-밸런싱된 동위상 혼합기 및 더블-밸런싱된 직교 위상 혼합기를 포함하고, 상기 혼합기 단 회로의 스위칭 트랜지스터들은 25% 듀티 사이클을 갖는 상기 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 로컬 오실레이터 신호에 의해 구동되어 대응하는 전류 신호들을 업-컨버팅하고,

상기 동위상 혼합기 및 직교 위상 혼합기의 출력들은 단일 차동 변조된 신호를 발생하도록 조합되고,

상기 더블-밸런싱된 동위상 혼합기는 두 쌍의 스위칭 트랜지스터들(M2/M3; M5/M6)을 포함하고, 상기 더블-밸런싱된 직교 위상 혼합기는 다른 두 쌍의 스위칭 트랜지스터들(M8/M9; M11/M12)을 포함하고, 상기 트랜스컨덕턴스 단 회로는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R1/R2/R3/R4)와 각각 직렬로 접속된 4개의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들(M1; M2; M7; M10)을 포함하며, 각각의 쌍의 스위칭 트랜지스터들은 각각 대응하는 트랜스컨덕턴스 트랜지스터의 상부에 접속되고, 상기 4개의 쌍의 스위칭 트랜지스터들의 출력들은 단일 차동 변조된 신호를 발생하도록 조합되는, 변조 회로.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 로컬 오실레이터 회로는 신호 접지에 기준으로서 희망하는 량만큼 상기 스위칭 트랜지스터들의 임계 턴-온 전압 이상의 전압 레벨에 대응하는 진폭에서 상기 차동 쌍의 동위상 및 직각 위상 로컬 오실레이터 신호들을 발생하도록 구성된, 변조 회로.

청구항 15

무선 주파수 송신기에서 사용하기 위한 변조 회로로서,

희망하는 주파수에서 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로(12)와,

기저대 정보 신호를 수신하는 변조 신호 입력 및 로컬 오실레이터 신호를 수신하는 로컬 오실레이터 입력을 갖는 변조기를 포함하는, 상기 변조 회로에 있어서,

상기 변조기는 스위칭 트랜지스터들 및 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들을 포함하는 결합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(28)이고,

상기 스위칭 트랜지스터들의 게이트들은 로컬 오실레이터에 결합되어 25% 듀티 사이클을 갖는 로컬 오실레이터 신호들에 의해 구동되고,

상기 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 게이트들은 기저대 정보 신호를 수신하는 변조 신호 입력들에 결합되고, 상기 각각의 스위칭 트랜지스터는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 통해 각각의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터의 하부에 결합되고, 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 출력들은 변조된 신호를 발생하도록 조합되며,

상기 기저대 정보 신호들은 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 기저대 정보 신호들을 포함하고, 상기 로컬 오실레이터 신호들은 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 로컬 오실레이터 신호들을 포함하며,

상기 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로는 차동 쌍의 동위상 및 직각 위상 기저대 정보 신호들을 수신하기 위해 트랜스컨덕턴스 엘리먼트와 각각 직렬로 접속된 4쌍의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들(M14/M16; M18/M20; M22/M28; M24/M26)과, 차동 쌍의 동위상 및 직각 위상 로컬 오실레이터 신호들에 의해 구동되는 4쌍의 스위칭 트랜지스터들(M15/M17; M19/M21; M23/M25; M27/M29)을 포함하고, 상기 4쌍의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 출력들은 차동 변조된 신호를 발생하도록 조합되는, 변조 회로.

청구항 16

무선 주파수 송신기에서 사용하기 위한 변조 회로로서,

희망하는 주파수에서 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로(12)와,

기저대 정보 신호를 수신하는 변조 신호 입력 및 로컬 오실레이터 신호를 수신하는 로컬 오실레이터 입력을 갖는 변조기를 포함하는, 상기 변조 회로에 있어서,

상기 변조기는 스위칭 트랜지스터들 및 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들을 포함하는 결합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(28)이고,

상기 스위칭 트랜지스터들의 게이트들은 로컬 오실레이터에 결합되어 25% 듀티 사이클을 갖는 로컬 오실레이터

터 신호들에 의해 구동되고,

상기 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 게이트들은 기저대 정보 신호를 수신하는 변조 신호 입력들에 결합되고, 상기 각각의 스위칭 트랜지스터는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 통해 각각의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터의 하부에 결합되고, 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 출력들은 변조된 신호를 발생하도록 조합되며,

상기 기저대 정보 신호들은 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 기저대 정보 신호들을 포함하고, 상기 로컬 오실레이터 신호들은 차동 쌍의 동위상 및 직교 위상 로컬 오실레이터 신호들을 포함하며,

상기 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트와 직렬로 각각 접속된 4개의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들(M30; M32; M34; M36)과, 4개의 스위칭 트랜지스터들(M31; M33; M35; M37)을 포함하고, 상기 4개의 트랜스컨덕턴스 트랜지스터들의 출력들은 싱글-엔디드(single-ended) 변조된 신호를 발생하도록 조합되는, 변조 회로.

청구항 17

삭제

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 무선 주파수 신호 발생을 위해서와 같이 신호 변조에 관한 것이고, 특히 변조 과정 및 대응하는 변조 회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

통신 디바이스 및 시스템에서 사용되는 송신기는 공통적으로 변조 회로를 사용하여 희망하는(반송) 주파수로 기저대 정보 신호를 업-컨버트한다. 특히, 이러한 디바이스 및 시스템은 반송 신호 상에 전송 정보를 편승시키는데, 이는 희망하는 전송 정보를 나타내는 하나 이상의 기저대 정보 신호에 따라 반송 신호 위상, 주파수, 진폭 또는 이들의 일부 조합을 변조시킴으로써 희망하거나 할당된 전송 채널 주파수에서 항상 발생된다.

[0003]

"IQ"라고 또한 칭해지는 직교 변조는 두 개의 반송 신호, 90도로 동위상 캐리어로부터 오프셋된 동위상 캐리어 및 직교 캐리어를 사용한다. 두 개의 캐리어는 일반적으로 동위상 및 직교 기저대 정보 신호에 대응함으로써 변조되어 통신 채널을 통해 증폭 및 전송을 위해 결합된다. IQ 변조는 광대역 코드 분할 다중 액세스(WCDMA) 또는 CDMA2000 표준에 기초하는 셀룰러 통신 네트워크에서와 같이 여러 무선 통신 시스템에서 광범위하게 사용한다.

혼합 및 변조 동작의 예는 예컨대, Petrov에 의한 U.S. 6,711,397 B1호에서 보여질 수 있는데, 여기서 로컬 오실레이터는 수신기 다운-컨버전에서 사용하기 위한 25% 듀티 사이클 패턴을 제공한다. 25% 듀티 사이클로 로컬 오실레이터와 다운-컨버전의 다른 예로서 U.S. 2005/02939430호가 언급될 수 있다. 또한, 업컨버전 예에서, Hellberg에 의한 U.S. 6,385,439 B1호는 선형성 및 부하 일관성에 대한 강조와 명백하게 업-컨버트 혼합기에서 25% 듀티 사이클 오실레이터 패턴을 사용한다.

발명의 상세한 설명

[0004]

본원에서 알 수 있는 방법 및 장치에 따르면, 변조 회로의 일 실시예는 희망하는 주파수에서 25% 또는 25% 정도의 듀티 사이클(duty cycle)로 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로, 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호 및 하나 이상의 기저대 정보 신호에 응답하는 하나 이상의 변조된 신호를 발생하도록 구성된 변조기를 포함한다. 변조 회로는 예를 들어, 셀룰러 무선 전화기와 같은 무선 통신 디바이스에서 사용될 수 있다.

[0005]

일 실시예에서, 변조기는 하나 이상의 기저대 정보 신호에 응답하여 하나 이상의 전류 신호를 발생하도록 구성된 트랜스컨덕턴스 단 회로(transconductance stage circuit), 및 하나 이상의 전류 신호 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호에 응답하여 하나 이상의 혼합기 출력 신호를 발생하도록 구성된 혼합기 단 회로를 포함한다. 다른 실시예에서, 혼합기 단 회로 및 트랜스컨덕턴스 단 회로가 효율적으로 결합된다. 결과적인 변조기 구성은 다수의 이점을 제공하는데, 이는 비-제한적인 예시의 방법으로, 감소된 구동 진폭 요구 조건 및 개선된 출력 전압 스윙을 포함한다.

[0006] 상술된 결합된 혼합 및 트랜스컨덕턴스 회로의 일 실시예는 변조기로 변조 입력의 역할을 하는 각각의 기저대 정보 신호를 위한 트랜지스터 회로를 포함한다. 각각의 이러한 트랜지스터 회로는 기저대 정보 신호에 의해 구동되며 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트에 변조기 출력 노드를 결합시키는 제 1 트랜지스터, 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호에 의해 구동되며 신호 접지 또는 기준 노드에 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 결합시키는 제 2 트랜지스터를 포함한다.

[0007] 이러한 변조기 변화와 함께, 변조기 동작을 개선시키는 방법의 일 실시예는 25% 또는 25% 정도의 듀티 사이클에서 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 하는 것에 기초한다. 하나의 이러한 방법은 희망하는 주파수에서 25% 또는 25% 정도의 듀티 사이클로 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호를 발생하고 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호와 변조기의 대응하는 로컬 오실레이터 신호 입력을 구동시키는 것을 포함한다. 변조기는 별도의 트랜스컨덕턴스 및 혼합 단 회로를 사용할 수 있거나, 결합된 혼합 및 트랜스컨덕턴스 단 회로를 사용할 수 있다.

[0008] 물론, 본 발명은 상기 특징 및 이점에 국한되지 않는다. 당업자는 다음의 상세한 설명을 판독하고 첨부된 도면을 판독하여 부가적인 특징 및 이점을 인식할 것이다.

실시예

[0018] 도1은 무선 통신 디바이스 또는 시스템에서 구현될 수 있는 변조 회로(10)의 일 실시예를 도시한다. 도시된 실시예에서, 변조 회로(10)는 희망하는 주파수에서, 그리고, (하나 이상의 로컬 오실레이터 신호에 사용되는 종래의 50% 듀티 사이클에 비해) 25% 또는 약 25% 듀티 사이클에서 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호를 발생시하도록 구성된 로컬 오실레이터 회로(12)를 포함하거나 관련된다. 변조 회로(10)는 또한 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호 및 하나 이상의 기저대 정보 신호에 반응하여 하나 이상의 변조된 신호를 발생하도록 구성된 변조기(14)를 포함한다. 도면에서, 변조된 신호, 즉, 변조기(14)에 의해 출력된 변조된 반송 신호(들)가 "변조기 출력 신호(들)"라 라벨링되며, 싱글-엔디드 혼합기 출력 신호(single-ended mixer output signal) 또는 다른 쌍의 혼합기 출력 신호를 포함할 수 있다. 어떤 경우에, 변조기 출력 신호는 송신을 위해 상기 신호를 증폭시키도록 구성된 전력 증폭기(PA) 회로(16)에 입력된다.

[0019] 상세히 변조기(14)를 살피면, 도시된 변조기 실시예는 하나 이상의 기저대 정보 신호에 응답하여 하나 이상의 (차동) 전류 신호를 발생하도록 구성된 트랜스컨덕턴스 단 회로(18)를 포함하며, 또한 하나 이상의 전류 신호 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호에 응답하여 하나 이상의 혼합기 출력 신호를 발생하도록 구성된 혼합기 단 회로(20)를 포함하는 것이 보여진다. 혼합기 출력 신호는 혼합기 부하 회로(22)를 통해 혼합기 단 회로(20)에 의해 발생되는데, 이런 실시예는 본원에서 이후에 설명된다는 것을 주지하자.

[0020] 게다가, 하나 이상의 기저대 정보 신호는 동위상의 직교 신호의 차동 쌍으로써 도시되며, 표시된 양의, 음의 또는 상보적인 신호 컴포넌트로 VIp/VIn가 라벨링된다. 그렇지 않으면, 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호는 동위상의 직교 로컬 오실레이터 신호의 차동 쌍으로 도시되며, 동위상 컴포넌트에 대해 LOIp/LOIn으로 라벨링되며, 직교 컴포넌트에 대해 LOQp/LOQn으로 라벨링된다.

[0021] 도2는 도1에서 도시된 변조기(14)의 일 실시예에 대한 개략도를 제공한다. 특히, 도시된 회로 배열체는 상술된 동위상의 직교 기저대 및 로컬 오실레이터 신호의 차동 쌍에 적응되므로, 두 개의 더블-밸런싱된 혼합기(double-balanced mixer)를 포함하는데, 여기서 혼합기 출력 전류(Ic1 및 Ic2)는 부하에 부가된다.

[0022] 상세하게는, 트랜스컨덕턴스 단 회로(18)는 차동 기저대 정보 신호 쌍(VIp/VIn)의 하나의 컴포넌트에 의해 구동되는 트랜지스터(M1)를 포함한다. 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R1로 도시됨)에 관련된 트랜지스터(M1)는 입력 기저대 정보 신호를 혼합기 단 회로(20)의 M2/M3 트랜지스터 쌍에 결합된 전류-모드 신호로 변환시킨다. M2/M3 트랜지스터 쌍은 차동 로컬 오실레이터 신호 쌍(LOIp/LOIn)에 의해 구동된다. VIp/VIn 차동 쌍의 다른 컴포넌트는 트랜지스터(M4)를 구동시키는데, 이는 유사하게 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R2) 및 혼합기 단 회로(20)에서 M5/M6 트랜지스터 쌍에 관련된다.

[0023] 이러한 배열체와 함께, VIp/VIn 기저대 정보 신호로부터 발생된 차동 전류 변조는 로컬 오실레이터 신호(LOIp/LOIn)의 주파수로 혼합기 단 회로(20)의 M2/M3 및 M5/M6 트랜지스터 쌍에 의해 업-컨버트된다. 유사한 배열체 및 동작은 직교 기저대 정보 신호(VQp/VQn) 및 직교 로컬 오실레이터 신호(LOQp/LOQn)를 트랜지스터(M7,M10)를 통해, 그리고 그들의 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R3,R4), 그들의 대응하는 혼합기 단 트랜지스터 쌍(M8/M9, M11/M12)을 지원한다.

[0024] 이러한 동작은 기저대 정보 신호(VIp/VIn, VQp/VQn)에 대응하는 변조를 하는 반송 주파수 신호를 나타내는 차
- 5 -

동 전류(Ic1, Ic2)를 생성한다. 차동 전류는 혼합기 부하 회로(22)를 구동시키는데, 이는 도시된 실시예에서, 인덕터(L1, L2), 커패시터(C1) 및 레지스터(R5)를 포함한다. 혼합기 부하 회로(22)의 동작에 의해서, 차동 회로(Ic1, Ic2)는 전력 증폭기(16)의 입력에서 전력-모드, 변조된 반송 신호를 생성하는데, 이는 송신을 위해 증폭된다. 또한, 혼합기 부하 회로(22)가 일반적으로 로컬 오실레이터 주파수(f_{LO})의 고조파를 억제시키도록 공명하여 동조된다.

[0025] 유리하게는, 로컬 오실레이터 회로(12)가 희망하는 주파수에서 25% 또는 25% 정도의 듀티 사이클로 파형을 스위칭함으로써 로컬 오실레이터 신호(LOIp/LOIn, LOQp/LOQn)을 제공하도록 구성된다. 도3은 로컬 오실레이터 신호 파형의 일 실시예를 도시하며, 또한 대응하는 변조기 회로(14) 및 전력 증폭기 회로(16)의 소정의 구조에 대해서, 전력 증폭기 출력 파형 및 대응하는 기저대 정보 신호를 도시한다. 도3에서 도시된 크기는 제한의 의미가 아니라 오히려 대표적인 것이라고 인식되어야만 한다.

[0026] 이러한 관점에서, 도3의 최하부 파형은 차동 파형 쌍(LOIp/LOIn)의 LOIp 컴포넌트를 나타낸다. 그의 도시된 진폭은 2 볼트 피크-투-피크이지만, LOI(및 LOQ) 신호에 사용되는 구동 진폭 및 관련 오프셋 전압은 디자인에 중요하며, 변조기(14)의 구성, 포함된 트랜지스터 임계 전압, 사용되는 전력 공급기 및 바이어성 전압, 희망하는 동작 온도 범위 등과 같은 다수의 고려사항에 기초한다.

[0027] 어떤 경우에, 파형 다이어그램에서 논리적으로 위로 진행하는 것은, 도시된 다음 파형이 차동 파형(LOIp-LOIn)을 나타내며, LOIp 및 LOIn의 25% 듀티 사이클 발생이 특징적인 스텝핑 구형파를 갖는 차동 파형을 생성한다. LOIp 및 LOIn의 2V pk-pk 발생을 위해, 차동 컴포넌트(LOIp-LOIn)는 2V 대 2V의 효율적인 진폭을 갖는다. 유사한 세트의 파형 패턴은 직교 기저대 신호(LOQp/LOQn)에 적용된다는 것이 인식되어야만 한다.

[0028] 도면과 함께, 다음 두 개의 도시된 파형은 차동 기저대 정보 신호(VIp-VIn, VQp-VQn)를 나타낸다. 마지막으로, 최상부 파형은 전력 증폭기 회로(16)에 의해 발생되는 것으로써, 대응하여 변조된 출력 신호(VRF_OUT)를 나타낸다.

[0029] 상기 세부 사항의 관점에서, 종래의 50% 또는 50% 정도의 듀티 사이클에서의 동작에 비해, 25% 또는 25% 정도의 듀티 사이클에서 변조기(14)를 동작시키는 이점들의 적어도 일부가 인식될 수 있다. 도4에 도시된 로컬 오실레이터 파형의 25% 듀티 사이클에 의해 하나 이상의 실시예를 나타내는 바와 같이, 25% 듀티 사이클로 동작하는 것은 세 개의 3dB에 의해 변조 회로(10)의 변환 이득을 감소시키지만, 또한 그렇게 되면, 변조기(14)의 전류 소비를 반감시키며 그 회로의 잡음을 반감시킨다. 전류 소비를 반감시키는 것은 3dB로 출력 전력을 감소시키지만, 잡음에서 대응하는 감소는 혼합기 출력 신호의 신호-대-잡음 비(SNR)가 동일하다는 것을 의미한다. 대안적으로, 50% 듀티 사이클에서 변조기(14)를 동작시킬 수 있지만, 50% 듀티 사이클에서 동작에 비해 전류가 소비되고, 이로써 3dB에 의해 SNR 및 출력 전력을 개선시킨다.

[0030] 상기 세부사항을 이해하는 것은 예를 들어 도4에 도시된 로컬 오실레이터 신호 파형의 일반화된 퓨리에 급수로 시작하는데, 이는 다음과 같이 주어지고

수학식 1

$$s(t) = \frac{\tau}{T} + 2 \frac{\tau}{T} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(n\omega_{LO}\frac{\tau}{2}\right)}{n\omega_{LO}\frac{\tau}{2}} \cos(n\omega_{LO}t)$$

[0031]

[0032] 여기서 $T = \frac{2\pi}{\omega_{LO}}$ 이다. $\eta = \frac{\tau}{T}$ 와 같은 듀티 사이클 텀은 예를 들어 도4의 LOIp(t) 파형이 다음과 같이 일반적으로 표현되도록 한다.

수학식 2

$$s_p(t) = \eta + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n\pi\eta)}{n\pi} \cos(n\omega_{LO}t)$$

[0033]

[0034] 그러므로, LOIp(t)와 180도 다른 위상(out-of-phase)인 LOIn(t)은 다음과 같이 일반적으로 표현될 수 있다.

수학식 3

$$[0035] s_n(t) = \eta + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n\pi\eta)}{n\pi} \cos(n\omega_{LO}t + n\pi)$$

[0036] 그래서 차동 신호는 다음과 같이 나타내질 것이다.

수학식 4

$$[0037] s_{diff}(t) = s_p(t) - s_n(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin((2n+1)\pi\eta)}{2n+1} \cos((2n+1)\omega_{LO}t)$$

[0038] 50% 듀티 사이클, 즉, $\eta = 1/2$ 에 대해서, 수학식 4는 다음을 산출한다.

수학식 5

$$[0039] s_{diff}(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin((2n+1)\pi/2)}{2n+1} \cos((2n+1)\omega_{LO}t)$$

[0040] 25% 듀티 사이클, 즉, $\eta = 1/4$ 에 대해서, 수학식 4는 다음을 산출한다.

수학식 6

$$[0041] s_{diff}(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin((2n+1)\pi/4)}{2n+1} \cos((2n+1)\omega_{LO}t)$$

[0042] 수학식 5의 관점에서 50% 듀티 사이클과 함께, 변조기(14)의 (트랜스컨덕턴스 단(18))의 차동 출력으로부터 부하 전류(Ic1, Ic2)로 전류 변환은 다음과 같이 도출될 수 있다.

수학식 7

$$[0043] I_{out} = \frac{I_{c1} - I_{c2}}{2} = I_{in,diff} \frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin((2n+1)\pi/2)}{2n+1} \cos((2n+1)\omega_{LO}t)$$

[0044] 여기서, $I_{in,diff}$ 는 혼합기 단(20)으로의 차동 전류 입력이며, 트랜스컨덕턴스 단(18)의 차동 출력 전류와 동일하다.

[0045] 이제, 수학식 6의 관점에서 25% 듀티 사이클 템에 대해서, 출력 전류는 다음과 같다.

수학식 8

$$[0046] I_{out} = \frac{I_{c1} - I_{c2}}{2} = I_{in,diff} \frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin((2n+1)\pi/4)}{2n+1} \cos((2n+1)\omega_{LO}t)$$

[0047] 혼합기 부하 회로(22)가 로컬 오실레이터 주파수(f_{LO})에서 공명한다고 가정하면, 부하 전류에서 기초음의 진폭

($n=0$)은 25% 듀티 사이클 동작 동안 $I_{in,diff} \frac{\sqrt{2}}{\pi}$ 이다. 이에 비해, 로컬 오실레이터 신호에서 50% 듀티 사이클의

종래 사용을 가정하는, 수학식 7의 부하 전류에서 기초음의 진폭($n=0$)은 $I_{in,diff} \frac{2}{\pi}$ 이다. 이러한 표현으로, 변조기(14)가 전류에서 3dB 감소와 함께 25% 듀티 사이클에서 동작될 수 있지만, 전류 및 잡음에서 대응하는 감소로 인해 SNR에서 어떠한 강등이 없다는 것이 보여진다.

$$\frac{\sin^2(\pi\eta)}{\eta}$$

[0048] 도5는 듀티 사이클(η)의 함수로서 $\frac{\sin^2(\pi\eta)}{\eta}$ 를 계획하며, 또한 25% 듀티 사이클에서 변조기(14)를 동작시키는 하나 이상의 이점을 도시한다. 특히, 수학식4의 기초음으로부터, 변조기의 출력 전력은 $\sin^2(\pi\eta)$ 에 비례하

$$\frac{\sin^2(\pi\eta)}{\eta}$$

는데, 그 후에 $\frac{\sin^2(\pi\eta)}{\eta}$ 는 SNR에 비례한다. 또한, 잡음 전력이 듀티 사이클(η)에 직접적으로 좌우된다. 게다가, 계획된 비율은 약 0.37에서 최대화된다고 보여진다. 그러나 0.37의 듀티 사이클 비는 비현실적이거나 0.25 듀티 사이클보다 적어도 확실히 복잡하게 생성된다. 실제로, 0.25의 듀티 사이클은 예컨대, 플립-플롭 및 디지털 지연 게이트를 사용하여, 희망하는 주파수, 또는 그의 일부 멀티플에서 입력 클록 신호로부터 로컬 오실레이터 회로(12)에 의해 신뢰할 수 있고 명확하게 생성될 수 있다. 게다가, Johnson-카운터, 직교 전압 제어 오실레이터(VCO) 또는 논리를 지원하는 것과 함께 2개로 분리된 회로가 사용될 수 있다.

[0049] 로컬 오실레이터 회로(12)에서 사용되는 일반적인 세부사항에 관계없이, 계획된 비율은 전형적으로 사용되는 0.5 듀티 사이클에서 동작함에 따라 0.25 듀티 사이클에서 동일한 값을 갖는 것으로 보여진다. 50% 듀티 사이클에서의 종래의 동작에 의해 SNR에서 이러한 일관성은 변조기의 트랜스컨덕턴스 전류 소스가 소요되는 시간의 반이고, 이로 인해 혼합기 회로 부하(22)에 전송되는 총 잡음 전력이 반감되기 때문에 발생한다.

[0050] 동일하거나 유사한 25% 듀티 사이클 신호는 도6에서 도시된 변조기(14)의 실시예에 적용될 수 있고, 이러한 변조기(14)의 실시예는 도1의 변조 회로(10)에 대용될 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 물론, 도6에 도시된 변조기(14)는, 도2에 도시된 바와 같은 변조기(14)의 실시예에 대해서, 25% 듀티 사이클을 갖는 로컬 오실레이터 신호를 제공하는 것에 의존하지 않는다는 이점을 또한 인식되어야 한다. 그러나 이러한 관점에서 사용될 때 뛰어난 성능을 제공한다.

[0051] 특히, 도6에 도시된 변조기(14)는 그중에서도 특히 변조기(14)의 개선된 출력 전압 스윙 캐퍼빌리티를 제공하는 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(28)를 포함한다. 증가된 출력 전압 스윙은 동일한 입력 전력을 위해 변조기(14)의 출력 전력을 증가시키는데, 즉 그의 효율성이 개선된다.

[0052] 도6에 도시된 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단(28)의 하나의 두드러진 특징은 로컬 오실레이터 신호에 의해 구동되는 스위칭 트랜지스터가 기저대 정보 신호에 의해 구동되는 트랜스컨덕턴스 트랜지스터의 하부로 이동된다는 것이다. 특히, 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단(28)은 변조기(14)로의 변조 입력의 역할을 하는 각각의 기저대 정보 신호를 위한 트랜지스터 회로를 포함한다. 각각의 트랜지스터 회로는 기저대 정보 신호에 의해 구동되며 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트에 변조기 출력 노드를 결합시키는 제 1 트랜지스터, 및 하나 이상의 로컬 오실레이터 신호들 중 하나에 의해 구동되며 신호 접지 노드에 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 결합시키는 제 2 트랜지스터를 포함한다.

[0053] 이러한 배열체는 예컨대, 트랜지스터(M14)가 트랜지스터 회로들 중 하나의 제 1 트랜지스터를 나타내고, 트랜지스터(R6)가 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트를 나타내며, 트랜지스터(M15)가 동일한 트랜지스터 회로의 제 2 트랜지스터를 나타낸다고 명백히 보여진다. 게다가, 트랜지스터(M14)는 기저대 정보 신호- 차동 기저대 신호 쌍(VIp, VIn)의 양의 컴포넌트로서 도시됨-들 중 하나에 의해 구동되며, 트랜지스터(M14)는 변조기 출력 노드(30, 32)를 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R6)의 한 단부에 결합시키는 것이 보여진다. R6의 다른 단부는 트랜지스터(M15)를 통해 신호 접지 또는 기준 노드(34)에 결합되는데, 이는 로컬 오실레이터 신호- 차동 로컬 오실레이터 신호 쌍(LOIp, LOIn)의 양의 컴포넌트로서 도시됨-들 중 하나에 의해 구동된다. 유사한 동작이 트랜스컨덕턴스 트랜지스터(M16-M28)(짝수)에 의해 제공되며, 이들의 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R7-R13) 및 스위칭 트랜지스터(M15-M29)(홀수)에 의해 제공된다. 또한, 스위칭 트랜지스터(M15-M29)(홀수)가 트랜스컨덕턴스 트랜지스터(M14-M28)(짝수)의 드레인 또는 게이트 상에 위치될 수 있다는 것을 주지하자.

[0054] 어떤 경우에는, 차동 신호 구성을 위해, 결합된 혼합 및 트랜스컨덕턴스 회로(28)가 일반적으로 차동 신호 쌍에서 각각의 차동 신호를 위한 한 쌍의 도시된 트랜지스터 회로를 포함한다. 이러한 구성이 도2의 변조기 실시예에 대해 도시된 트랜스컨덕턴스 단 회로(18)에 의해 전류 소스의 수가 두 배인 것이 효율적인 반면, 관련 전류 레벨은 반감되고, 이로 인해 SNR이 유지된다. 게다가, 상술된 바와 같이, 도시된 회로 배열체는 개선된 출력 전압 스윙을 제공한다. 특히, 도2에서, 스위칭 트랜지스터- 로컬 오실레이터 신호에 의해 구동되는 트랜지스터-는 혼합기 부하 및 트랜스컨덕턴스 트랜지스터-기저대 정보 신호에 의해 구동되는 트랜지스터- 사이에 나타난다. 상기 회로 배열체는 스위칭 트랜지스터, 즉, 도2의 트랜지스터(M2, M3, M5, M6, M8, M9, M11, M12)가 출력

전압 헤드룸의 수백 밀리볼트를 소비한다. 대조적으로, 도6에서 스윙 트랜지스터(M15-M29)(홀수)는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(레지스터(R6-R13) 아래에 포함되며, 이로 인해 효율적으로 이러한 레지스턴스에 포함된다.

[0055] 도7은 도6의 변조기(14)와 사용될 수 있는 기저대 신호 파형 및 로컬 오실레이터의 일 실시예를 도시한다. 도3의 파형과 같이, 도7은 하부-상부 순으로 LOIp 신호, LOIp-LOIn 차동 신호, VIp-VIn 차동 신호, VQp-VQn 차동 신호 및 VRF_OUT 신호를 도시한다. 물론, 당업자는 도시된 신호 레벨이 비-제한적인 예시의 방법 만으로 제공된다는 것을 인식할 것이다.

[0056] 그러나 트랜스컨덕턴스 트랜지스터(M14-M28)(짝수)의 최하부에 스위칭 트랜지스터(M15-M29)(홀수)를 위치시키는 것은 그중에서도 특히 로컬 오실레이터 신호에 대해 감소된 진폭을 사용하는 이점을 제공한다. 이러한 것을 이해하기 위해서, 도2의 스위칭 트랜지스터를 참조할 수 있는데, 이는 트랜지스터(M2/M3,M5/M6,M8/M9,M11/M12)와 같이 혼합기 단 회로(20)에 도시된다. 이러한 트랜지스터의 게이터에 인가되는 구동 전압은 트랜지스터의 완전한 턴-온을 보장하기 위한 충분한 마진에 의해서 게이트-대-소스 임계 전압을 초과해야만 한다. 이러한 트랜지스터의 게이트-대-소스 전압이 트랜스컨덕턴스 단(18)의 개별적인 소스 노드 상에 나타내지는 전압에 관련되기 때문에, LOIp/LOIn 및 LOQp/LOQn의 인가된 구동 전압은 도6의 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(28)를 위해 인가된 구동 전압보다 높아야만 한다. 즉, 도6의 스위칭 트랜지스터(M15-M29)(홀수)의 게이트-대-소스 전압은 공통 신호 접지 노드(34)에 관련되는데, 이는 듀티 사이클에 독립적으로, 로컬 오실레이터 신호에 대한 상대적으로 낮은 진폭을 사용하여 완전히 턴온될 수 있다는 것을 의미한다.

[0057] 이러한 관점에서 이러한 이점 및 다른 이점에 관하여, 도8은 변조기(14)의 다른 실시예를 도시하는데, 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(40)는 싱글-엔디드 동작을 위해 구성된다. 여기서, 제 1 트랜지스터 회로는 제 1 트랜지스터(M30)를 포함하는데, 이는 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R15)에 공통 변조기 출력 노드(36)를 결합시킨다. 그 후에, 트랜스컨덕턴스 엘리먼트는 제 2 트랜지스터(M31)를 통해 공통 신호 기준 노드(38)에 결합된다. 트랜지스터(M30)는 차동 기저대 정보 신호 쌍(VIp/VIn)의 하나의 컴포넌트에 의해 구동되며, 트랜지스터(M31)는 차동 로컬 오실레이터 신호 쌍(LOIp/LOIn)의 하나의 컴포넌트에 의해 구동된다. 트랜지스터(M32/M33,M34/M35,M36/M37) 및 그의 대응하는 트랜스컨덕턴스 엘리먼트(R16,R17,R18)는 차동 신호(VIp/VIn,VQp/VQn,LOIp/LOIn,LOQp/LOQn)의 나머지 컴포넌트에 대한 유사한 기능을 제공한다.

[0058] 혼합기 부하 회로(22)는 공급 전압(VCC) 및 공통 변조기 출력 노드(36) 사이에 싱글-엔디드 접속을 제공함으로써 조합된 혼합기 및 트랜스컨덕턴스 단 회로(40)의 싱글-엔디드 구성은 보완한다. 혼합기 부하 회로(22)는 차동으로 구성될 수 있다고 인식되어야만 하는 반면, 도시된 실시예는 C3, L5 및 R19를 포함하는 평행 RLC 회로를 포함한다.

[0059] 또한, 변조 회로(10)가 무선 통신 기지국 및 이동국에서 사용되는 유형의 무선 주파수 송수신기에서와 같이, 변조된 신호의 발생 및 전송을 포함하는 여러 애플리케이션에서 사용될 수 있다는 것이 인식되어야만 한다. 예를 들어, 도9는 본원에서 설명되는 변조 회로(10)의 실시예를 포함하는 무선 통신 장치(50)의 일 실시예를 도시한다. 그러나 변조 회로(10)의 여러 실시예는 전체적으로 모두 통합되는 것보다, 통신 디바이스(50) 내에서 분배될 수 있다.

[0060] 도시된 실시예에서, 예를 들어, 셀룰러 무선 전화기, PDA, 무선 페이저 등일 수 있는 무선 통신 디바이스(50)는 송신/수신 안테나(52), 스위치/듀플렉서(54), 수신기(56), 송신기(58), 기저대 처리 회로(60), 시스템 제어 회로(62), 입력/출력 (인터페이스) 회로(64) 및 사용자 인터페이스 회로(66)를 포함한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 사용자 인터페이스 회로(66)는 디바이스(50)의 의도된 기능에 따라 바뀔 것이고, 이로 인해, 디스플레이 스크린, 키패드, 마이크로폰 및 스피커를 포함할 수 있다.

[0061] 하나 이상의 일반적이거나 특정한 목적 마이크로프로세서 및 대응하는 프로그램 명령어를 포함할 수 있는 기저대 프로세싱 회로(60)가 송신기(58)의 변조기(14)로 입력을 위한 기저대 정보 신호-예컨대, 직교 신호-를 발생하도록 구성될 수 있다. 그 후에, 기저대 프로세싱 회로(60)에 의해 명령어/제어하에 동작할 수 있는 로컬 오실레이터 회로(12)는 변조기(14)로 입력을 위해 로컬 오실레이터 신호를 발생하도록 구성될 수 있으므로, 기저대 정보 신호에 따라 변조된 송신을 위한 하나 이상의 반송 신호를 송신기(58)의 전력 증폭 회로(16)에 제공한다.

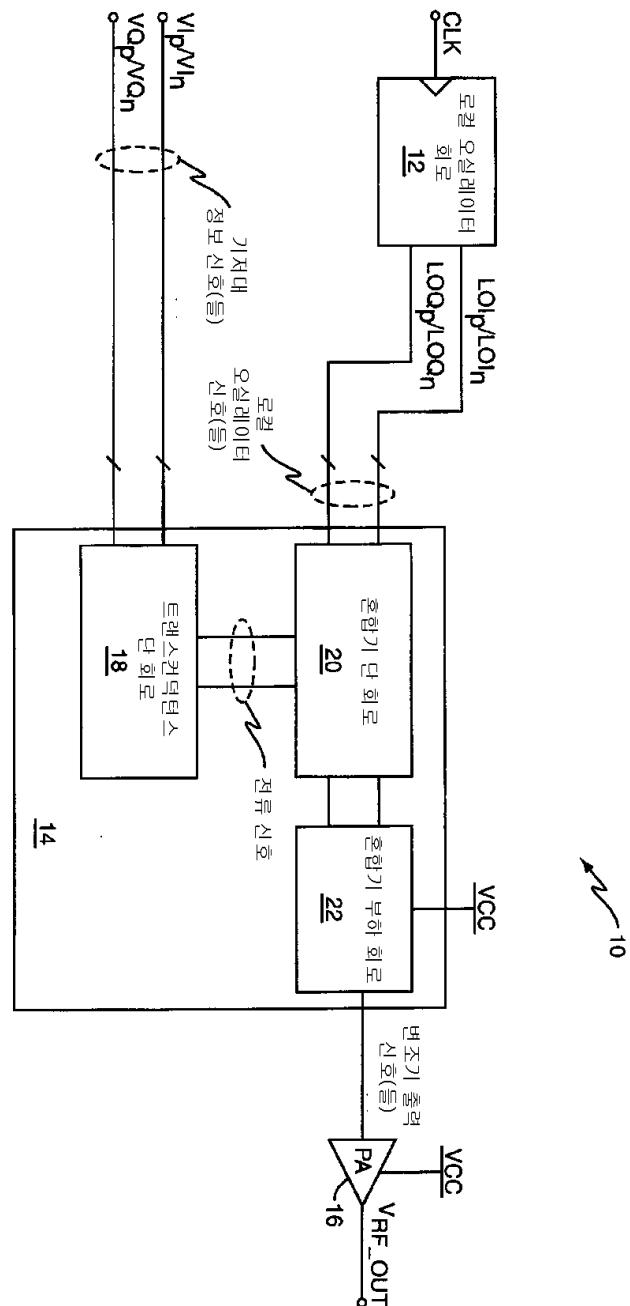
[0062] 이러한 관점에서 애플리케이션 및 실시예의 상기 범위와 함께, 본 발명이 상기 설명에 국한되지 않으며, 첨부된 도면에 의해 국한되지 않는다는 것이 인식되어야만 한다. 대신, 본 발명은 다음의 청구항 및 그들의 법적 등가물에 의해서만 국한된다.

도면의 간단한 설명

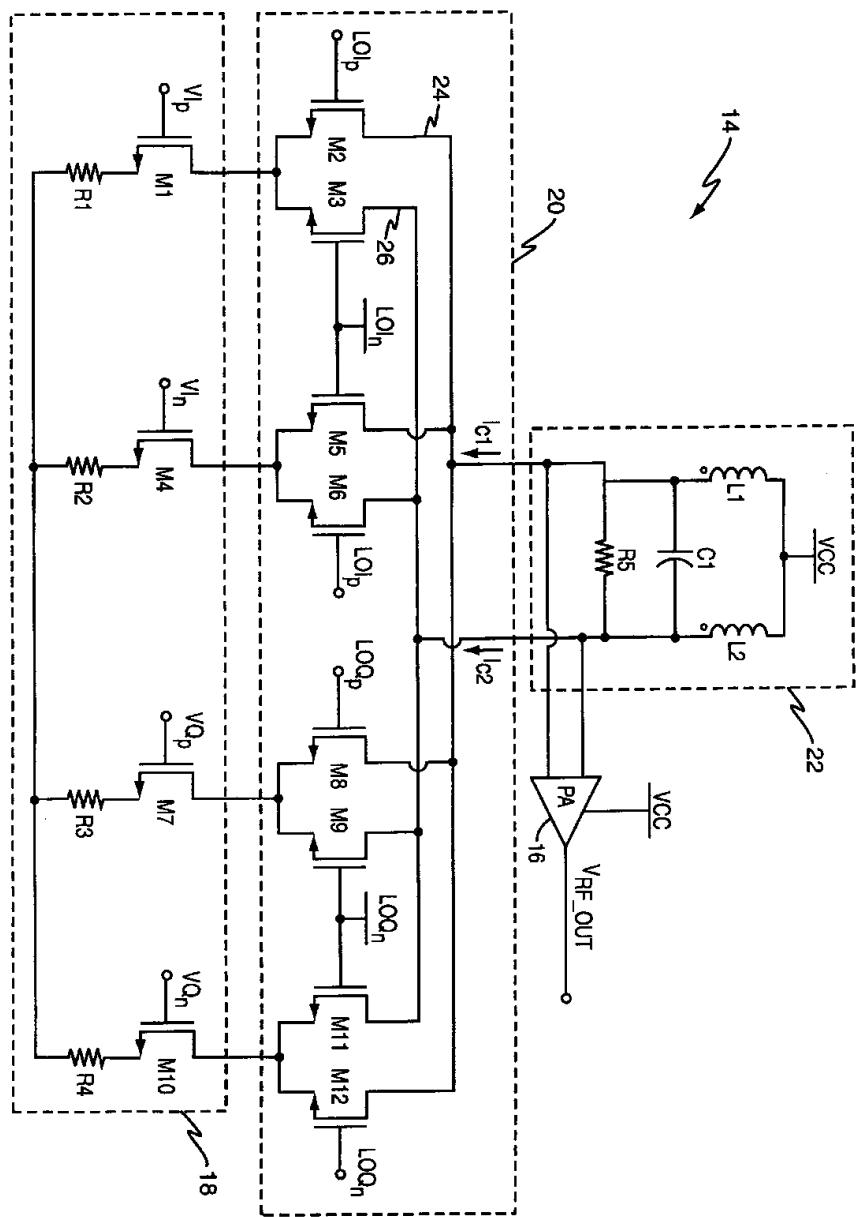
- [0009] 도1은 변조 회로의 일 실시예의 블록도.
- [0010] 도2는 도1의 변조 회로에 도시된 변조기의 일 실시예의 개략도.
- [0011] 도3은 예컨대, 도2의 변조된 출력 신호, 기저대 정보 신호, 및 로컬 오실레이터 신호를 도시하는 파형 그룹.
- [0012] 도4는 25% 듀티 사이클을 갖는 로컬 오실레이터 신호를 발생하는 일 실시예를 도시하는 파형 그래프.
- [0013] 도5는 신호-대-잡음-비에 관한 로컬 오실레이터 신호 듀티 사이클 그래프.
- [0014] 도6은 도1의 변조 회로에 도시된 변조기의 다른 실시예의 개략도.
- [0015] 도7은 예컨대, 도6의 변조된 출력 신호, 기저대 정보 신호 및 로컬 오실레이터 신호를 도시하는 파형 그룹.
- [0016] 도8은 도1의 변조 회로에 도시된 변조기의 다른 실시예의 개략도.
- [0017] 도9는 도1의 변조 회로의 실시예를 포함하는 무선 통신 디바이스의 일 실시예의 블록도.

도면

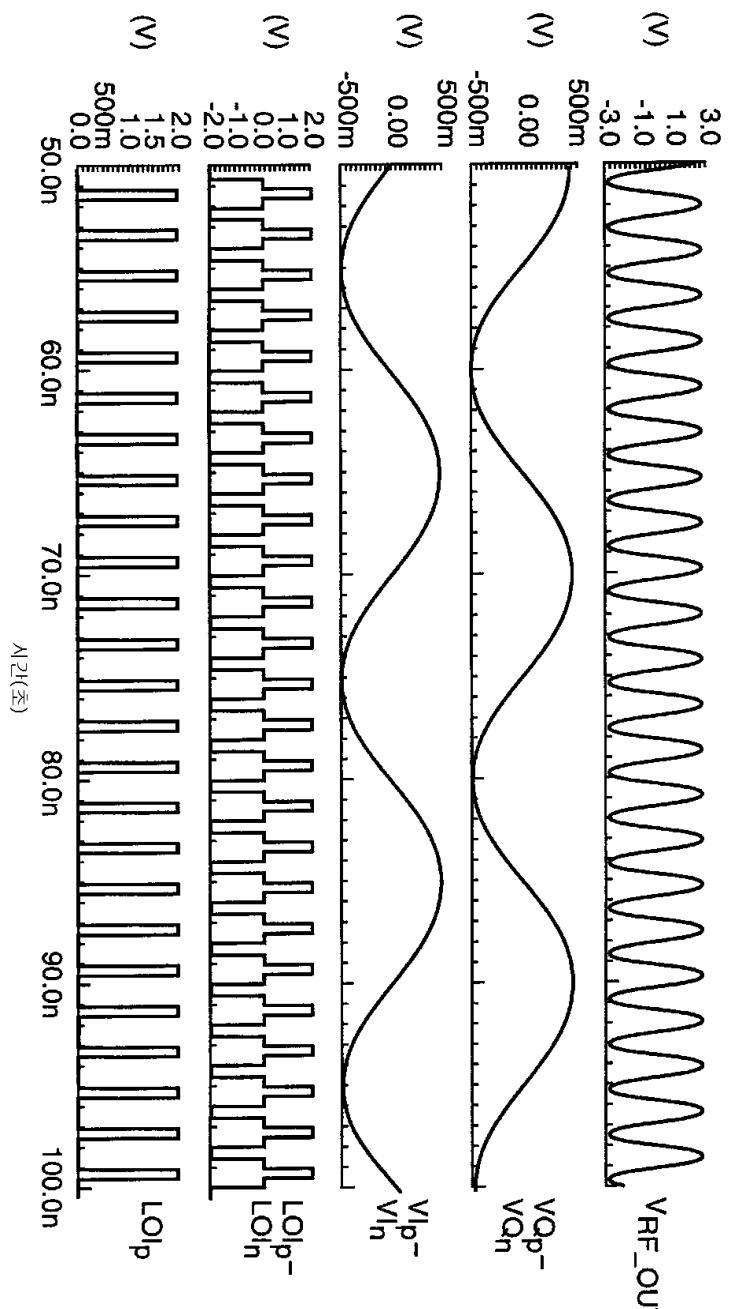
도면1



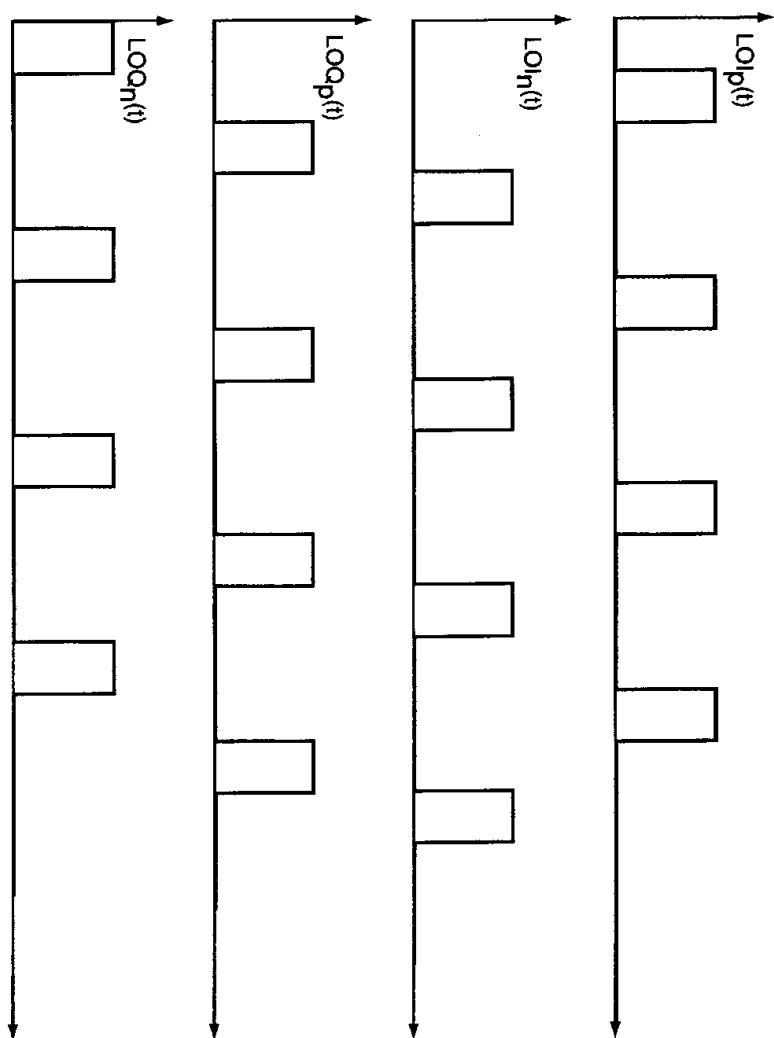
도면2



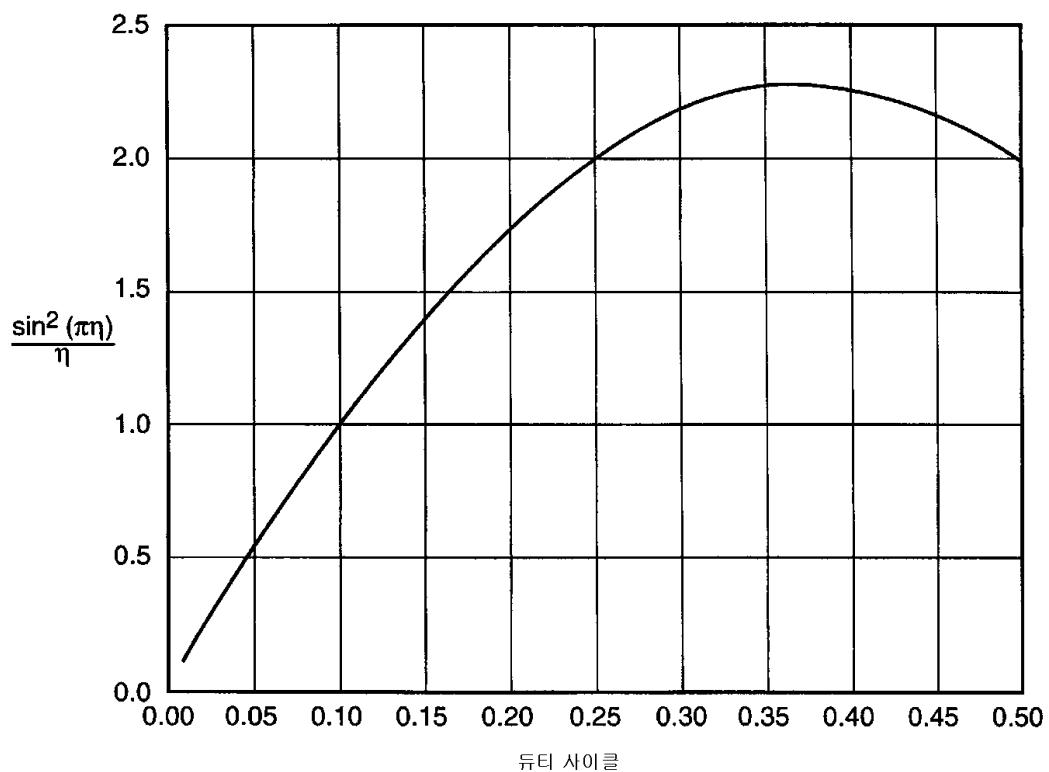
도면3



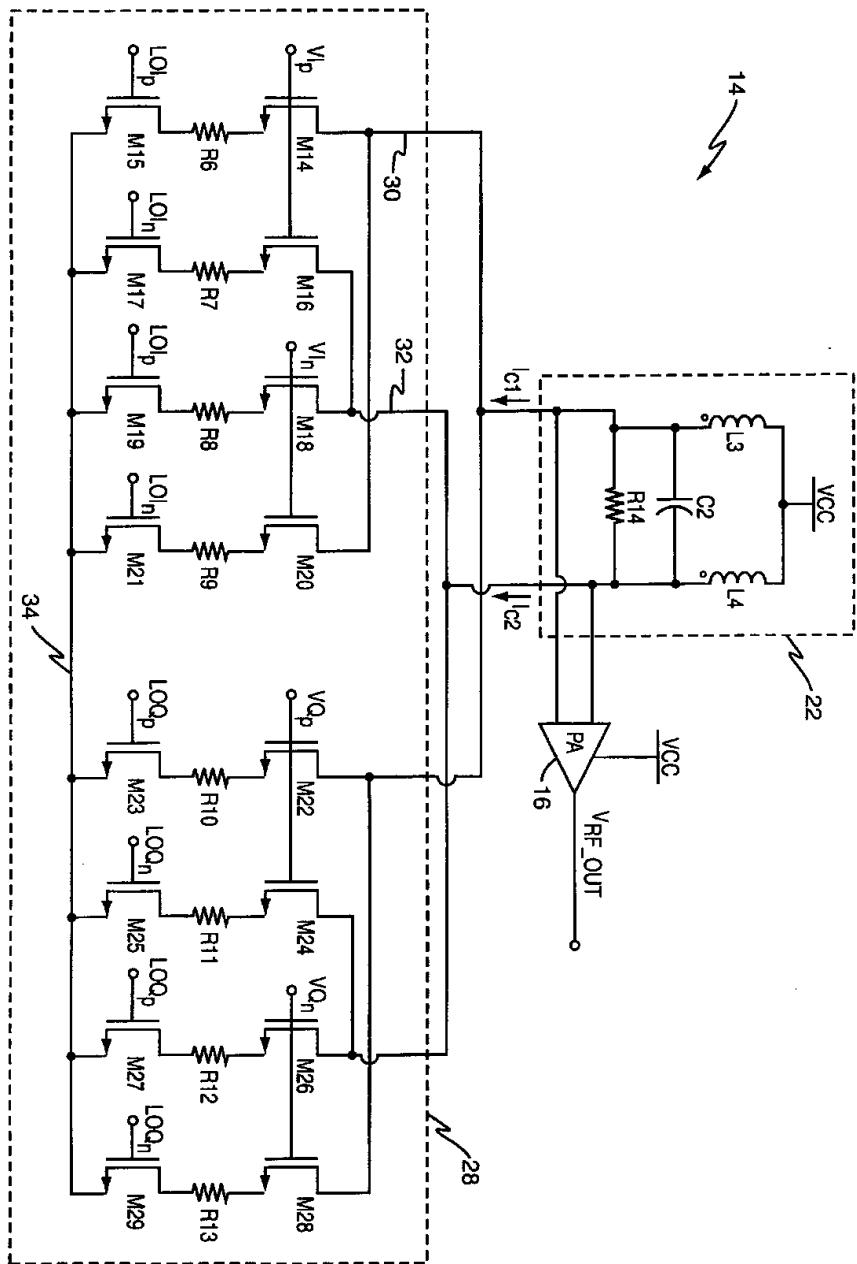
도면4



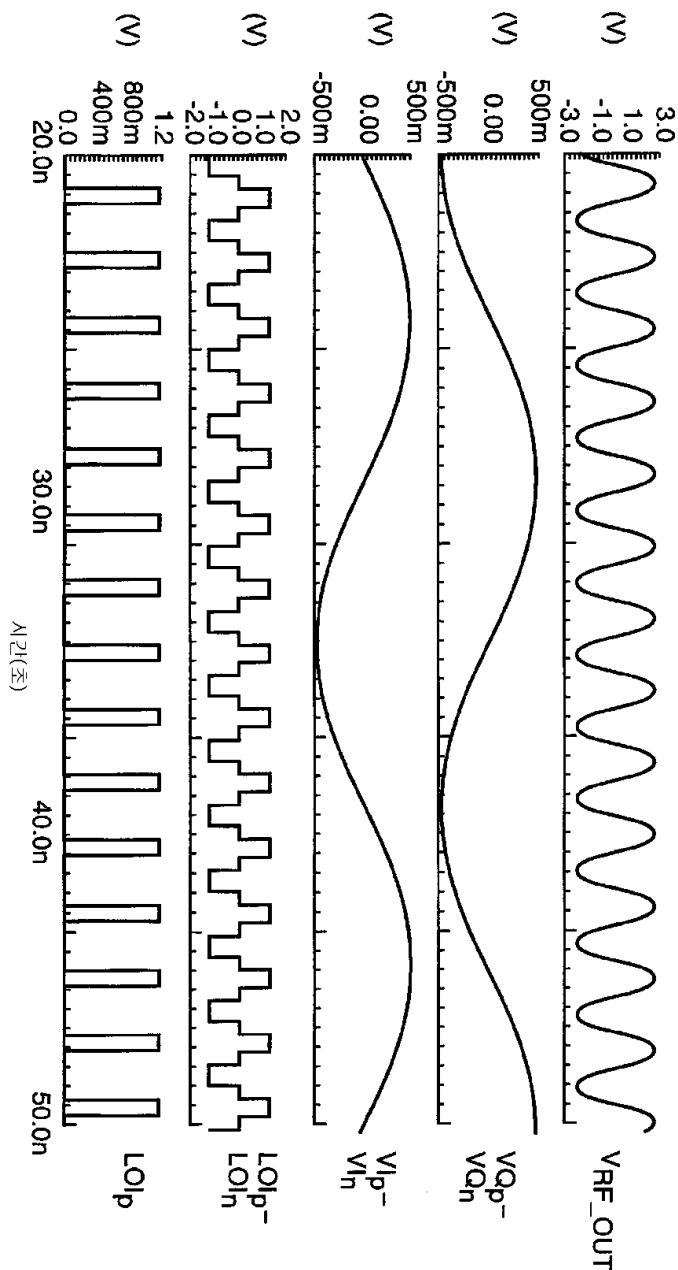
도면5



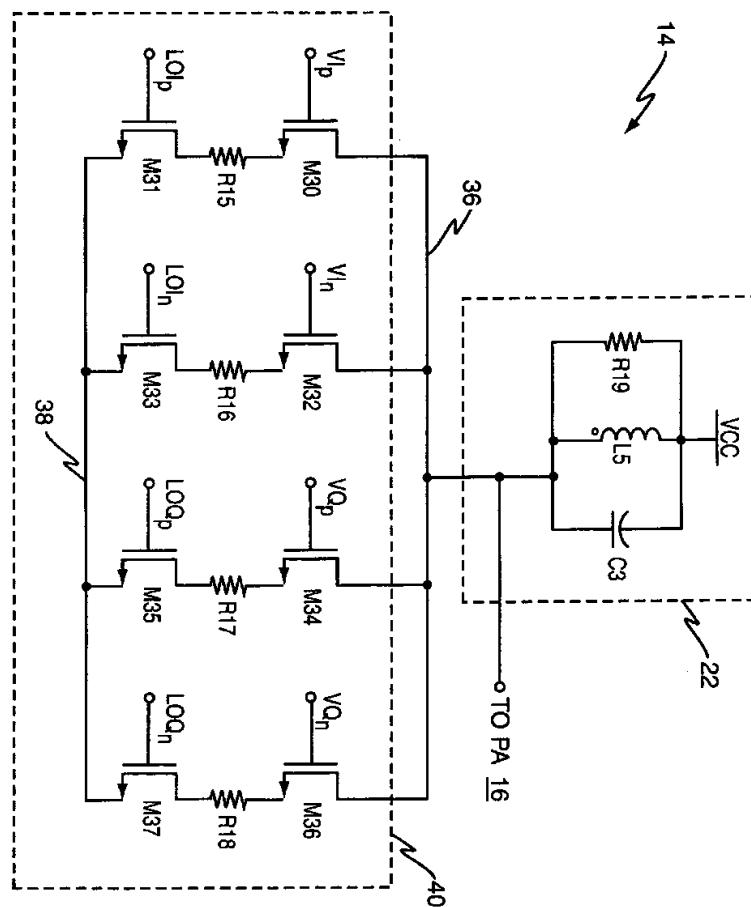
도면6



도면7



도면8



도면9

