

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0102887

(43) 공개일자 2025년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/20 (2006.01) *H04B 1/04* (2006.01)*H04B 1/12* (2006.01) *H04L 25/49* (2006.01)*H04L 27/22* (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04L 27/2053 (2013.01)*H04B 1/123* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0195040

(22) 출원일자 2023년12월28일

심사청구일자 2023년12월28일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

오훈

울산광역시 남구 봉월로 167, B동 3302호 (신정동, 태화강 풍림 엑슬루타워)

구엔틴

울산광역시 남구 신복로72번길 29, 102동 301호 (무거동, 신복현대아파트)

(74) 대리인

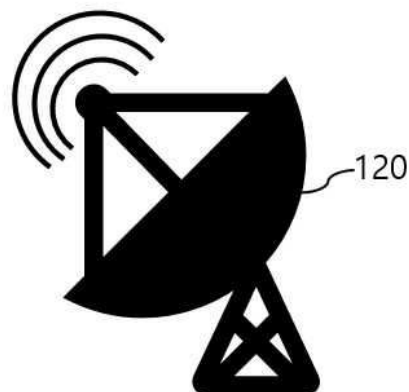
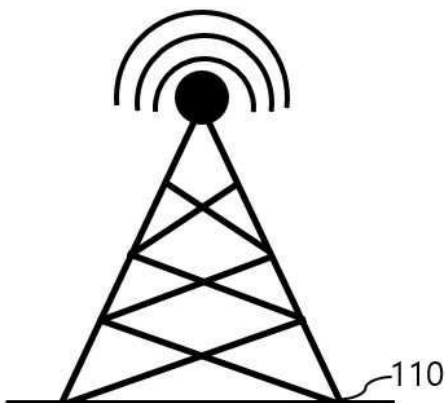
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **복합 신호를 수신하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템****(57) 요약**

본 발명은 복합 신호를 수신하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따르면 통신 시스템에 있어서, 상관 대역폭에 포함되는 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및 상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1**100**

상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리한 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하고, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하며, 상기 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호에 각각 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 대해 차동 연산을 수행하고 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 사용하여 복조하는 수신기를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 25/49 (2013.01)

H04L 27/22 (2021.01)

H04B 2001/0491 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193244
과제번호	2020-0-00869-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	5G기반조선해양스마트통신플랫폼맞춤합서비스개발
연구과제명	5G 기반 조선해양 스마트 통신 플랫폼 및 융합서비스 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

상관 대역폭에 포함되는 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및

상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리한 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하고, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하며, 상기 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호에 각각 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 대해 차동 연산을 수행하고 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 사용하여 복조하는 수신기를 포함하는 통신 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 송신기는,

변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 합성 모듈;

상기 복합 신호를 아날로그 신호로 변환하는 변환 모듈; 및

상기 아날로그 신호로 변환된 복합 신호에 기 설정된 내부 신호를 이용하여 주파수 상향 변환(Up conversion)을 수행하고 기 정해진 고역 통과 필터(High pass filter)를 적용하여 송신하는 송신 모듈을 포함하는 통신 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 변조 신호는,

사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고,

상기 더미 신호는,

상기 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 신호인 통신 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 합성 모듈은,

디지털 인코더에 의해 생성된 디지털 데이터를 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 반송파를 이용하여 변조 신호를 생성하고 상기 변조 신호에 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 통신 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 수신기는,

상기 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 상기 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 필터를 사용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈;

상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 감산 모듈;

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하는 주파수 변환 모듈; 및

상기 제1 복합 신호와 제2 복합 신호에 서로 다른 대역 통과 필터를 적용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하며 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출한 후 복조하는 복조 모듈을 포함하는 통신 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 감산 모듈은,

상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접 채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고,

상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접 채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며,

상기 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거되며 신호 왜곡을 포함하는 복합 신호를 생성하는 통신 시스템.

청구항 7

복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 필터를 사용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈;

상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 감산 모듈;

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하는 주파수 변환 모듈; 및

상기 제1 복합 신호와 제2 복합 신호에 서로 다른 대역 통과 필터를 적용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하며 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출한 후 복조하는 복조 모듈을 포함하는 복합 신호를 수신하는 수신기.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 감산 모듈은,

상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접 채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고,

상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접 채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며,

상기 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거되며 신호 왜곡을 포함하는 복합 신호를 생성하는 복합 신호를 수신하는 수신기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합 신호를 수신하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되는 변조 신호(Modulated signal)와 더미 신호(Dummy signal)로 구성된 복합 신호(Compound signal)를 송신하는 송신기와 복합 신호를 수신하여 변조 신호와 더미 신호로 분리하고 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 억제하고 신호 왜곡을 제거하는 수신기와, 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 송신기는 송신 신호를 변조하여 전송하고, 수신기는 변조된 송신 신호를 수신한 후 변조 신호를 복조하여 데이터를 추출할 수 있다.

[0003] 이때, 변조 신호를 수신하는 수신기는 전기적 스위칭이나 온도 등으로 인하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise), 신호 위상 변이, 그리고 송신기 및 수신기의 오실레이터의 주파수 불일치 및 도플러 효과에 의해 발생하는 CFO(Carrier frequency offset)를 포함하는 신호 왜곡이 가해진 변조 신호를 수신하고 이로 인하여 신호를 복조하는 과정에서 에러가 발생하고 있다. 또한, 수신기에서 신호 왜곡을 보정하기 위해 CSI(Channel state information)를 이용하나, 빠르게 변하는 채널 상태에 대응하기 어렵다는 한계가 있다.

[0004] 또한, 노이즈의 경우, 노이즈 스펙트럼이 광범위하게 분산되어 있어서 이를 제어하는 것이 어려운 실정이다.

[0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허 제10-2023-0129204호(2023.09.07. 공개)에 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이와 같이 본 발명에 따르면, 상관 대역폭에 포함되는 변조 신호와 더미 신호로 구성된 복합 신호를 송신하는 송신기와 복합 신호를 수신하여 변조 신호와 더미 신호로 분리하고 가우시안 노이즈를 억제하고 신호 왜곡을 제거하는 수신기와, 이를 이용한 통신 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 통신 시스템에 있어서, 상관 대역폭에 포함되는 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및 상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리한 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하고, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하며, 상기 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호에 각각 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 대해 차동 연산을 수행하고 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 사용하여 복조하는 수신기를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 송신기는, 변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 합성 모듈; 상기 복합 신호를 아날로그 신호로 변환하는 변환 모듈; 및 상기 아날로그 신호로 변환된 복합 신호에 기 설정된 내부 신호를 이용하여 주파수 상향 변환(Up conversion)을 수행하고 기 정해진 고역 통과 필터(High pass filter)를 적용하여 송신하는 송신 모듈을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 변조 신호는, 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고, 상기 더미 신호는, 상기 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 신호일 수 있다.

[0010] 상기 합성 모듈은, 디지털 인코더에 의해 생성된 디지털 데이터를 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 반송파를 이용하여 변조 신호를 생성하고 상기 변조 신호에 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다.

[0011] 상기 수신기는, 상기 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 상기 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 필터를 사용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈; 상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을

수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 감산 모듈; 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하는 주파수 변환 모듈; 및 상기 제1 복합 신호와 제2 복합 신호에 서로 다른 대역 통과 필터를 적용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하며 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출한 후 복조하는 복조 모듈을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 감산 모듈은, 상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고, 상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며, 상기 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거되며 신호 왜곡을 포함하는 복합 신호를 생성할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 복합 신호를 수신하는 수신기에 있어서, 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 필터를 사용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈; 상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 감산 모듈; 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하는 주파수 변환 모듈; 및 상기 제1 복합 신호와 제2 복합 신호에 서로 다른 대역 통과 필터를 적용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하며 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출한 후 복조하는 복조 모듈을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 이와 같이 본 발명에 따르면, 송신기가 변조 신호와 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 더미 신호를 합성한 복합 신호를 전송함으로써 대역폭을 낭비하지 않고, 에너지가 집중된 더미 신호를 획득할 수 있다.

[0015] 또한, 수신기는 변조 신호와 더미 신호를 추출하고, 감산 연산을 이용하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 억제하고, 인접채널간섭을 제거한 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 정현파 신호를 곱하고 대역 필터를 사용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하며, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산과 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡이 제거된 변조 신호를 사용하여 복조함으로써 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)를 종래에 비해 증가시키고, 전송강도를 줄여 에너지를 절약할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 회로도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0018] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 시스템의 개략도이다.
- [0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 통신 시스템(100)은 송신기(110) 및 수신기(120)를 포함할 수 있다,
- [0021] 먼저, 송신기(110)는 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되는 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고, 아날로그 신호로 변환하여 전송할 수 있다.
- [0022] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 구성도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 회로도이다.
- [0023] 도 2에 도시된 바와 같이, 송신기(110)는 합성 모듈(111), 변환 모듈(112) 및 송신 모듈(113)을 포함할 수 있다.
- [0024] 도 3에 도시된 바와 같이, 합성 모듈(111)은 변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다. 여기서, 변조 신호는 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고, 더미 신호는 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 신호이며, 합성 모듈(111)은 직접 디지털 파형 합성기(Direct digital synthesizer, DDS) 등을 이용하여 더미 신호를 생성할 수 있다.
- [0025] 부연하자면, 합성 모듈(111)은 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 디지털 인코더를 사용하여 디지털 데이터를 생성하고, 디지털 인코더에 의해 생성된 디지털 데이터를 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 반송파를 이용하여 변조 신호를 생성하며, 생성된 변조 신호에 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다. 여기서, 디지털 인코더는 NRZ(Non-return-to-zero) 인코더, NRZI(Non-return-to-zero-inverted) 인코더, RZ(Return-to-zero) 인코더, 맨체스터(Manchester) 인코더 등의 직렬방식 인코더 중 어느 하나일 수 있다.
- [0026] 또한, 합성 모듈(111)은 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 디지털 인코더를 사용하여 디지털 레벨 신호로 변환하고, 변환된 레벨 신호와 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 반송파를 합성(Phase shift keying, PSK)하여 위상 변조된 변조 신호를 생성할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 합성 모듈(111)은 NRZ 인코더를 이용하여 변조된 변조 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 반송파를 이용하여 위상 변조할 수 있다($\cos(2\pi f_m n + m\pi)$). 여기서, n 은 자연수로, 변조 신호의 샘플링 인덱스이고, m 은 0또는 1 중 어느 하나의 값을 갖는 변조 위상이다.
- [0028] 또한, 합성 모듈(111)은 위상 변조된 변조 신호($\cos(2\pi f_m n + m\pi)$)와 더미 신호($\sin(2\pi f_d n)$)를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다. 여기서, f_m 은 변조 신호의 주파수이고, f_d 는 더미 신호의 주파수이다.
- [0029] 또한, 변환 모듈(112)은 복합 신호를 아날로그 신호로 변환할 수 있다.
- [0030] 부연하자면, 변환 모듈(112)은 디지털-아날로그 컨버터(Digital-to-analog converter, DAC)를 통해 복합 신호를 아날로그 신호로 변환할 수 있다.
- [0031] 또한, 송신 모듈(113)은 아날로그 신호로 변환된 복합 신호에 기 설정된 내부 신호를 이용하여 주파수 상향 변환(Up conversion)을 수행하고 기 정해진 고역 통과 필터(High pass filter, HPF)를 적용하고 수신기(120)로 복합 신호를 송신할 수 있다. 여기서, 주파수가 상향 변환된 신호는 송신기(110)의 오실레이터가 생성한 정현파와의 합성을 통해 변환된 신호이고, 수신기(120)로 송신된 복합 신호는 잡음이 제거된 고주파 신호일 수 있다.
- [0032] 다음으로, 수신기(120)는 송신기(110)로부터 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 분리된 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하고, 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성하며, 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호에 각각 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 대해 차동 연산을 수행하고, 저역 통과 필터(Low pass filter, LPF)를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 사용하여 복조할 수 있다.
- [0033] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 구성도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 회로도이다.
- [0034] 도 4에 도시된 바와 같이, 수신기(120)는 변환 모듈(121), 감산 모듈(122), 주파수 변환 모듈(123) 및 복조 모

들(124)을 포함할 수 있다.

- [0035] 도 5에 도시된 바와 같이, 변환 모듈(121)은 복합 신호를 수신하고, 수신된 복합 신호에 수신기(120)의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고, 대역 통과 필터(Band pass filter, BPF)를 사용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 아날로그-디지털 컨버터(Analog-to-digital converter, ADC)를 통해 디지털 신호로 변환할 수 있다. 이때, 주파수가 하향 변환된 복합 신호는 중간 주파수로 하향 변환된 복합 신호이고, 디지털 신호로 변환된 복합 신호는 중간 주파수의 이산 신호일 수 있다.
- [0036] 다음으로, 감산 모듈(122)은 변환 모듈(121)로부터 변환된 복합 신호에 대해 각각 기 지정된 대역 저지 필터(Band reject filter, BRF)를 적용하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise) 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거하며, 다시 합성하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0037] 부연하자면, 감산 모듈(122)은 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출할 수 있다.
- [0038] 또한, 감산 모듈(122)은 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출할 수 있다.
- [0039] 또한, 감산 모듈(122)은 가우시안 노이즈 및 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거하며, 다시 합성하여 신호 왜곡을 포함하는 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0040] 다시 말해, 감산 모듈(122)은 복합 신호($r(n)$)에 대역 저지 필터를 적용하여 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 감산 연산을 통해 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호와 변조 신호를 합성하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거되며 신호 왜곡을 포함하는 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0041] 다음으로, 주파수 변환 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 두 개의 정현파 신호를 각각 곱하여 제1 복합 신호 및 제2 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0042] 부연하자면, 주파수 변환 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 제1 정현파 신호($\sin(2\pi f_1 n)$)를 곱하여 제1 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0043] 다시 말해, 주파수 변환 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 제1 정현파 신호를 곱하여 4개($f_m - f_1$, $f_m + f_1$, $f_d - f_1$, $f_d + f_1$)의 주파수를 갖는 제1 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0044] 또한, 주파수 변환 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 직접 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 제2 정현파 신호($\cos(2\pi f_2 n)$)를 곱하여 제2 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0045] 다시 말해, 주파수 변환 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 제2 정현파 신호를 곱하여 4개($f_m - f_2$, $f_m + f_2$, $f_d - f_2$, $f_d + f_2$)의 주파수를 갖는 제2 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0046] 다음으로, 복조 모듈(124)은 제1 복합 신호와 제2 복합 신호에 서로 다른 대역 통과 필터를 적용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하며, 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출하고 복조할 수 있다.
- [0047] 부연하자면, 복조 모듈(124)은 제1 복합 신호에 기 지정된 주파수의 대역만 통과하는 대역 통과 필터를 적용하여 더미 신호를 추출할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복조 모듈(124)은 제1 복합 신호에 $f_d - f_1$ 주파수의 대역만 통과하는 대

역 통과 필터를 적용하여 $f_d - f_1$ 의 주파수를 갖는 하향 변환된 더미 신호를 추출할 수 있다.

[0049] 또한, 복조 모듈(124)은 제2 복합 신호에 기 지정된 주파수의 대역만 통과하는 대역 통과 필터를 적용하여 변조 신호를 추출할 수 있다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복조 모듈(124)은 제2 복합 신호에 $f_m - f_2$ 주파수의 대역만 통과하는 대역 통과 필터를 적용하여 $f_m - f_2$ 의 주파수를 갖는 하향 변환된 변조 신호를 추출할 수 있다.

[0051] 또한, 복조 모듈(124)은 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산을 수행하고 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡을 제거한 변조 신호를 추출할 수 있다. 이때, 변조 신호는 노이즈(예를 들어, 가우시안 노이즈, 장치 노이즈 등)가 억제되고 신호 왜곡(예를 들어, 위상 변이, CFO(Carrier frequency offset), 인접채널간섭 등)이 제거된 신호일 수 있다.

[0052] 또한, 복조 모듈(124)은 추출된 변조 신호를 복조할 수 있다. 여기서, 복조 모듈(124)은 데이터를 변조한 방법(예를 들어, 위상 변조 방식, 진폭 변조 방식, 주파수 변조 방식 등)과 대응되는 방법을 적용하여 복조할 수 있다.

[0053] 상술한 본 발명의 실시예에 따르면, 송신기가 변조 신호와 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 더미 신호를 합성한 복합 신호를 전송함으로써 대역폭을 낭비하지 않고, 에너지가 집중된 더미 신호를 획득할 수 있다.

[0054] 또한, 수신기는 변조 신호와 더미 신호를 추출하고, 감산 연산을 이용하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 억제하고, 인접채널간섭을 제거한 복합 신호에 직접 디지털 과형 합성기에 의해 생성된 정현파 신호를 곱하고 대역 필터를 사용하여 주파수 하향 변환된 더미 신호와 변조 신호를 추출하며, 추출된 더미 신호와 변조 신호에 차동 연산과 저역 통과 필터를 적용하여 신호 왜곡이 제거된 변조 신호를 사용하여 복조함으로써 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)를 종래에 비해 증가시키고, 전송강도를 줄여 에너지를 절약할 수 있다.

[0055] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

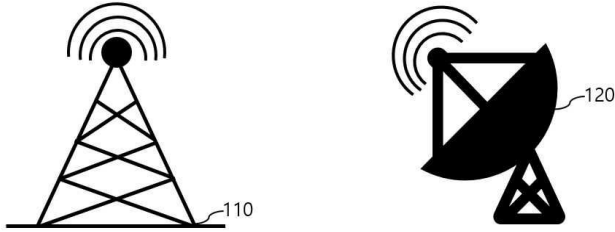
부호의 설명

[0056] 100: 통신 시스템
110: 송신기
111: 합성 모듈 112: 변환 모듈
113: 송신 모듈
120: 수신기
121: 변환 모듈 122: 감산 모듈
123: 주파수 변환 모듈 124: 복조 모듈

도면

도면1

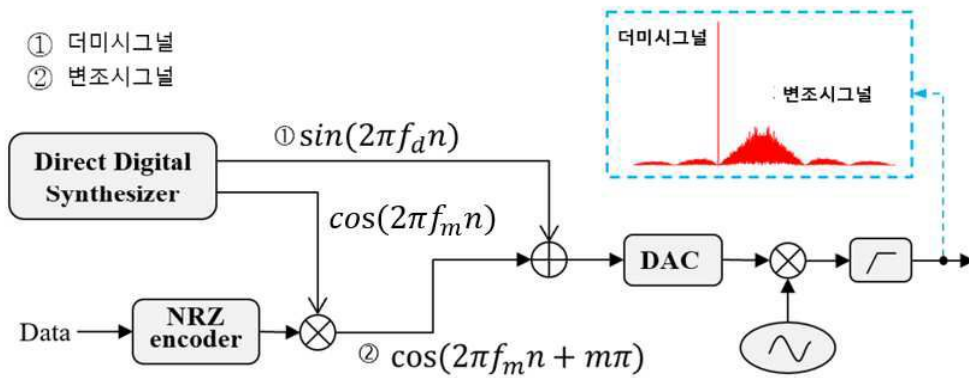
100



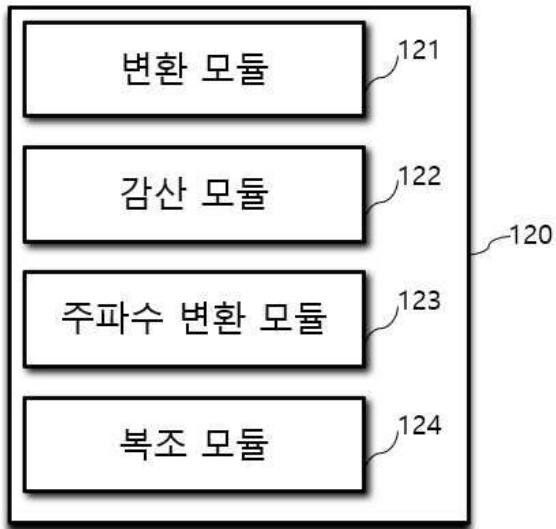
도면2



도면3



도면4



도면5

