	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0087656 (43) 공개일자 2016년07월22일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04L 5/00 (2006.01)	(71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)	
(52) CPC특허분류 H04L 5/001 (2013.01) H04L 27/2601 (2013.01)	(72) 발명자 이상훈 서울특별시 마포구 서강로 95, 109동 1803호 (창전동, 창전동삼성아파트) 이호재 서울특별시 은평구 불광로3길 19-6, 102호 (불광동) 전동현 서울특별시 서대문구 성산로 384-4 (연희동)	
(21) 출원번호 10-2015-0006903 (22) 출원일자 2015년01월14일 심사청구일자 없음	(74) 대리인 민영준	

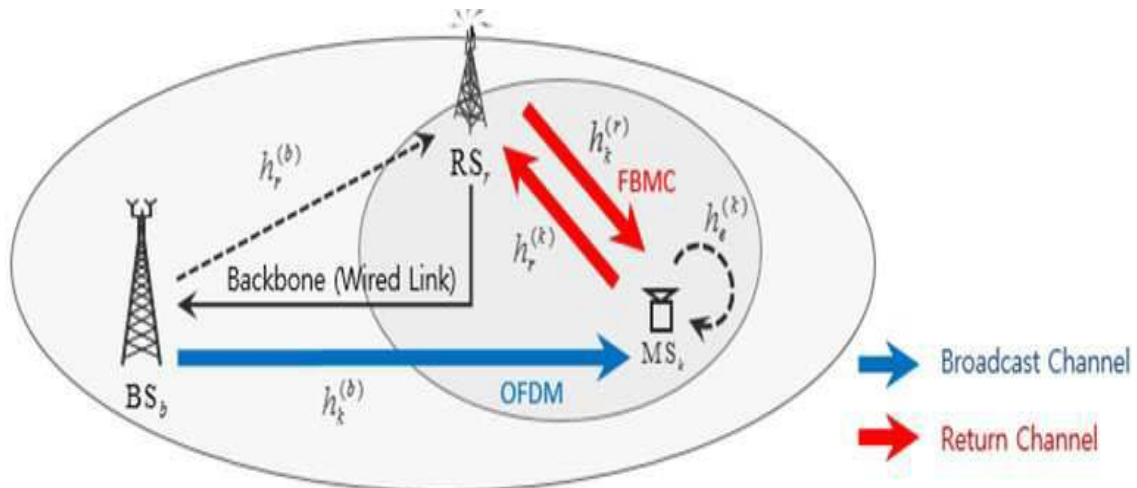
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법

(57) 요약

리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법이 개시된다. 개시된 방법은 리턴 채널에서 FBMC의 특성에 의해 인접 채널에서 오는 오버샘플링 된 사이드로브 간섭 형태를 고려하여, 전체 시스템의 데이터 전송량을 최대화 할 수 있는 모듈레이션을 선택한다. 개시된 방법에 의하면, 기존 방송 표준들에서 할당된 보호 대역 내에 리턴 채널을 삽입하여 상향링크의 추가적인 데이터 전송량을 높일 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**H04L 5/003** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1391202006-140010100

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국통신전파진흥원

연구사업명 방송통신기술개발 사업

연구과제명 차세대 양방향 지상파 방송 시스템 연구

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2013.04.01 ~ 2016.03.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법으로서,

리턴 채널에서 FBMC의 특성에 의해 인접채널에서 오는 오버샘플링 된 사이드로브 간섭 형태를 고려하여, 전체 시스템의 데이터 전송량을 최대화 할 수 있는 모듈레이션을 선택하는 리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 도 1은 일반적인 T-DMB 방송 표준에서 채널 구조를 도시한 도면이다. T-DMB 방송 표준에서 채널 구조는 도 1 과 같이 구성되어 있다. 전체 주파수 대역 중 6MHz가 할당된 채널 대역폭 안에 OFDM 블록으로 1.536MHz씩 각각 3개의 방송 채널을 가지고 있으며, 하나의 OFDM 블록 안에서는 양쪽의 192kHz를 비우고 사용한다. 즉, 하나의 OFDM 블록 안에서 실제 데이터 전송에 사용되는 주파수 대역폭은 1.152MHz이다. 방송 표준에서는 캐리어의 간격을 1kHz로 정의하기 때문에 실질적으로 OFDM 한 블록당 1152개의 carrier를 사용한다. 그리고 각 OFDM 블록들 사이에는 0.192MHz로써 보호 대역이 존재한다. 이러한 보호 대역이 존재하는 이유는 OFDM의 특성상 주파수 축에서의 사이드 로브로 인해 인접한 블록이 있다면 서로 간섭이 크게 미치기 때문이다. 따라서 기존의 시스템에서는 주파수 효율을 높이는 데에 한계가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 방송 시스템에서 리턴 채널 구성을 위한 상향링크 구성 기술 개발을 위해 기존 방송 표준들에서 할당한 보호 대역 내에 리턴 채널을 삽입하여 상향링크의 추가적인 데이터 전송량을 높이는데 목적이 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 측면에 따르면, 리턴 채널에서 FBMC의 특성에 의해 인접채널에서 오는 오버샘플링 된 사이드로브 간섭 형태를 고려하여, 전체 시스템의 데이터 전송량을 최대화 할 수 있는 모듈레이션을 선택하는 리턴 채널 구성을 위한 상향링크 전송 방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0005] 본 발명에 의하면, 기존 방송 표준들에서 할당한 보호 대역 내에 리턴 채널을 삽입하여 상향링크의 추가적인 데이터 전송량을 높일 수 있는 장점이 있다.

#### 도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 일반적인 T-DMB 방송 표준에서 채널 구조를 도시한 도면.

도 2는 OFDM과 FBMC의 주파수 응답을 도시한 도면으로서, (a)OFDM의 싱글 캐리어 주파수 응답 (b)OFDM의 멀티 캐리어 주파수 응답 (c)FBMC의 싱글 캐리어 주파수 응답 (d)FBMC의 멀티 캐리어 주파수 응답을 각각 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 시스템 구조를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 TDD 방식 기반 방송 채널과 리턴 채널의 시간 축을 예시한 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 방송 채널 구조를 도시한 도면.

도 6은 FBMC의 간섭 형태를 도시한 도면.

도 7은 OFDM의 간섭 형태를 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 채널 구조에서 방송 채널과 리턴 채널간의 상호 간섭을 도시한 도면.

도 9는 ITU Vehicular A 채널에서 SNR이 20이고 임계 BER이 0.05일 때 모듈레이션 최적화를 위한 (a) 채널 게임과 (b) 최적의 모듈레이션 결정을 도시한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 본 발명에서는 주파수 효율을 향상시키기 위해 비어 있는 보호 대역에 상호 간섭량을 최소화 시킬 수 있는 FBMC를 삽입하여 상향링크로써 리턴 채널을 구성함으로써 상향링크와 하향링크를 모두 고려했을 때 기존 시스템보다 데이터 전송률을 높일 수 있는 기술을 제안하였다. 여기서 리턴 채널에서 FBMC를 사용하는 이유는 사이드 로브가 거의 없기 때문에 기존의 하향링크인 OFDM 블록에 간섭량이 극소하기 때문이다.
- [0008] 도 2는 OFDM과 FBMC의 주파수 응답을 도시한 도면으로서, (a)OFDM의 싱글 캐리어 주파수 응답 (b)OFDM의 멀티 캐리어 주파수 응답 (c)FBMC의 싱글 캐리어 주파수 응답 (d)FBMC의 멀티 캐리어 주파수 응답을 각각 도시한 도면이다.
- [0009] 도 2에서와 같이 OFDM 전송기술보다 높은 수준의 주파수 효율성을 갖는 FBMC 전송기술에 대한 연구가 유럽을 중심으로 진행되고 있다. FBMC 전송기술은 OFDM보다 높은 복잡도를 요구하지만 사이드 로브 (sidelobe)에 의한 누출 전력이 거의 없고, CP를 사용하지 않아도 된다는 장점을 갖고 있다. 게다가 FBMC는 사이드 로브가 작은 장점으로 인해 도플러 효과에 강인하기 때문에 주파수 축 흔들림에 영향을 상대적으로 적게 받는다.
- [0010] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 시스템 구조를 도시한 도면이다.
- [0011] 도 3을 참조하면, 본 발명에서 제안하는 T-DMB 시스템은 기지국과 중계기, 그리고 모바일 스테이션으로 이루어져 있으며 중계기는 기지국과 유선망으로 Backbone이 연결되어 있다고 가정한다. 상향링크 전송의 경우 모바일 유저가 가장 가까운 중계기로 피드백 정보가 포함된 데이터를 리턴 채널을 통해 전송하고, 하향링크 또한 가장 가까운 중계기로부터 리턴 채널을 통해 컨트롤 정보가 포함된 데이터가 전송된다.
- [0012] 도 4는 본 발명의 TDD 방식 기반 방송 채널과 리턴 채널의 시간 축을 예시한 도면이다.
- [0013] T-DMB 시스템에서 유저들간 정보를 공유하기 어렵기 때문에 도 4 와 같이 중계기와 유저 사이에는 TDD 방식의 다중접속 방식을 적용한다. 따라서 리턴 채널의 경우 TDD 방식을 사용함으로써 하나의 carrier에서 타임슬롯들은 시스템 환경에 따라 상향링크 또는 하향링크로 유기적으로 사용될 수 있다.
- [0014] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 방송 채널 구조를 도시한 도면이다.
- [0015] 도 5를 참조하면, OFDM을 기반으로 하는 방송 채널 사이의 보호 대역에 FBMC 기반의 리턴 채널을 삽입하게 되었을 때 방송 채널에서 실제 사용하는 carrier를 고려하여 FBMC가 OFDM에 주는 간섭량과 반대로 OFDM이 FBMC에 주는 간섭량을 분석하여 리턴 채널에서 실제로 사용할 carrier의 개수를 결정하여 제시한다.
- [0016] 도 6은 FBMC의 간섭 형태를 도시한 도면이고, 도 7은 OFDM의 간섭 형태를 도시한 도면이다.
- [0017] 간섭량을 계산하기 위해 PSD를 분석하였다. OFDM의 멀티 캐리어에 대한 PSD는 도 7과 같고, FBMC의 멀티 캐리어에 대한 PSD는 도 6과 같다. FBMC 전송 기술의 특성상 주파수 축에서 필터 계수만큼의 오버샘플링이 일어나기 때문에 OFDM이 송신되었을 때 FBMC로 수신을 하게 되면 도 6과 같이 OFDM의 PSD 신호에 오버샘플링이 적용되어 간섭이 일어난다. 하지만 FBMC로 송신하였을 때 OFDM으로 수신한다면 도 7과 같이 간섭 형태는 오버샘플링 되기 전의 PSD로 존재한다.

[0018] OFDM의 PSD에 의해 FBMC가 받는 간섭량은 도 6에서  $F_{OFDM}^{FBMC}$ , FBMC의 PSD에 의해 OFDM이 받는 간섭량은 도

7에서  $F_{FBMC}^{OFDM}$  과 같으며 이러한 원리로 대역폭 B에 의한 PSD 기관의 평균 간섭량

$E[I_{mod}^{mod}] = \sum_{n=1}^{|B|} |F_n'(f)|^2$  을 도출할 수 있다.  $F_n'(f)$  는 n번째 블록의 주파수 f에 대한 PSD를 나타낸다. 따

라서, 방송 채널에서 null carrier의 개수,  $N_N$ , 실제 사용하는 캐리어의 개수  $N_A$ , 그리고 보호 대역의

캐리어의 개수  $N_G$  라고 했을 때 리턴 채널의 양쪽 OFDM 블록에서 PSD에 의해 FBMC가 받는 간섭량

$E[I_{OFDM}^{FMBC}(f)]$  와 같은 원리로 리턴 채널의 FBMC 블록의 PSD에 의해 OFDM이 받는 간섭량

$E[I_{OFDM}^{FMBC}(f)]$  을 구해보면 도 8과 같다.

[0019] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 T-DMB 채널 구조에서 방송 채널과 리턴 채널간의 상호 간섭을 도시한 도면이다.

[0020] 보통 실제 T-DMB 환경에서는 송신기들의 오실레이터 동기문제가 발생하기 때문에 중심 주파수가 약 1-10ppm 정

도 오차가 있을 수 있다. 따라서 OFDM의 중심 주파수  $f_c$ 에 대해서 오실레이터 오프셋

$\Delta_{off} = f_c \times 2Oscillator_{offset}$  으로 표현할 수 있고, 리턴 채널의 양쪽 끝에 널 캐리어를

$vll = [\Delta_{offset}/\Delta f]$  로 계산할 수 있다.

[0021] 그리고, 이때 결정한 널 캐리어의 개수에 따라 OFDM에 미치는 기대 ICI 값은 앞의  $E[I_{OFDM}^{FMBC}(f)]$  수식을 이용하여 표현하면 다음의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

### 수학적 식 1

$$E[I_{F,null}^0(f)] = \sum_{n=N_N+(N_A-f)+1+null}^{N_N+(N_A-f)+N_G+1-null} |F_n'(f)|^2$$

[0022]

[0023] OFDM과 FBMC의 carrier 개수에 따른 기대 간섭량을 알 수 있으므로 이를 이용해 Table 2와 같이 상향링크와 하향링크에 관해 주파수축 기대 SINR 값을 정리 할 수 있다. 특히 상향 링크와 하향링크에서 각각 모바일 유저와

중계기 사이의 SINR은 FBMC에 의한 멀티 패스 간섭  $I_k^{(r)}$  또한 고려를 해야 한다.

[0024] 다음의 표 1은 상향 링크와 하향 링크 타임 슬롯의 주파수축 기대 SINR값을 나타낸 표이다.

표 1

Uplink time slot	BS to MS	MS to RS
	$\frac{P_b \cdot  H_k^{(b)}(f) ^2}{P_k \cdot  H_e^{(k)}(f) ^2 \mathbb{E}[I_{FBMC}^{OFDM}(f)] + N_0}$	$\frac{P_k \cdot  H_r^{(k)}(f) ^2}{P_b \cdot \left(  H_r^{(b)}(f) ^2 \mathbb{E}[I_{FBMC}^{OFDM}(f)] + \mathbb{E}[\tilde{I}_r^{(k)}] \right) + N_0}$
Downlink time slot	BS to MS	RS to MS
	$\frac{P_b \cdot  H_k^{(b)}(f) ^2}{P_r \cdot  H_k^{(r)}(f) ^2 \mathbb{E}[I_{FBMC}^{OFDM}(f)] + N_0}$	$\frac{P_r \cdot  H_k^{(r)}(f) ^2}{P_b \cdot \left(  H_k^{(b)}(f) ^2 \mathbb{E}[I_{FBMC}^{OFDM}(f)] + \mathbb{E}[\tilde{I}_k^{(r)}] \right) + N_0}$

[0025]

[0026] 표 1과 같이 도출한 도출한 SINR과 모듈레이션 값에 따른 AWGN과 Rayleigh 채널 환경 하에서 모듈레이션 M에 대한 BER 수식은 다음의 수학적 식 2와 같다.

수학적 식 2

$$P_A(M, f) = \frac{4}{\log_2 M} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right) \sum_{i=1}^{\sqrt{M}/2} Q \left( (2i-1) \sqrt{\frac{3 \log_2 M}{M-1} \cdot \text{SINR}(f)} \right)$$

$$P_R(M, f) = 2 \frac{\sqrt{M}-1}{\sqrt{M}} (1-c) - \left( \frac{\sqrt{M}-1}{\sqrt{M}} \right)^2 \left[ 1 - \frac{4c}{\pi} \arctan \left( \frac{1}{c} \right) \right]$$

with  $c = \sqrt{\frac{\mu}{\mu+1}}$  and  $\mu = \frac{1.5 \cdot \text{SINR}(f)}{M-1}$

[0027]

[0028] 그리고 리턴 채널에서 유저의 최소 QoS를 맞추기 위한 FBMC의 임계 BER  $\gamma_{FBMC}$ 를 정했을 때 데이터 전송량을 최대화할 수 있는 모듈레이션 최적화 수식은 다음의 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$\max_{M_b} |N_b| \cdot (\log_2 M_b) \cdot (1 - P_e(M_b, b))$$

$$s.t. \quad P_e(M_b, b) \leq \gamma_{FBMC}$$

[0029]

[0030] b번째 FBMC 블록의 서브캐리어의 숫자가  $N_b$ 개일 때 QoS를 보장하기 위해서 리턴 채널의 임계 BER 이하를 유지하면서 최적의 모듈레이션이 결정된다.

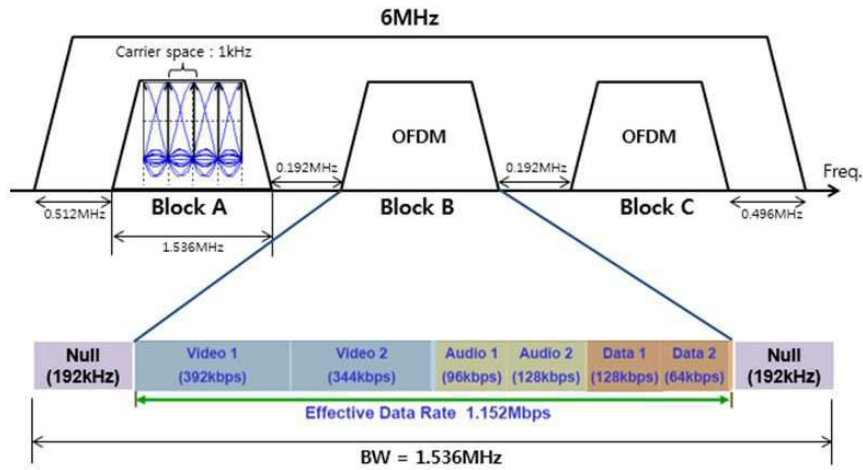
[0031] 도 9는 ITU Vehicular A 채널에서 SNR이 20이고 임계 BER이 0.05일 때 모듈레이션 최적화를 위한 (a) 채널 계임과 (b) 최적의 모듈레이션 결정을 도시한 도면이다.

[0032]

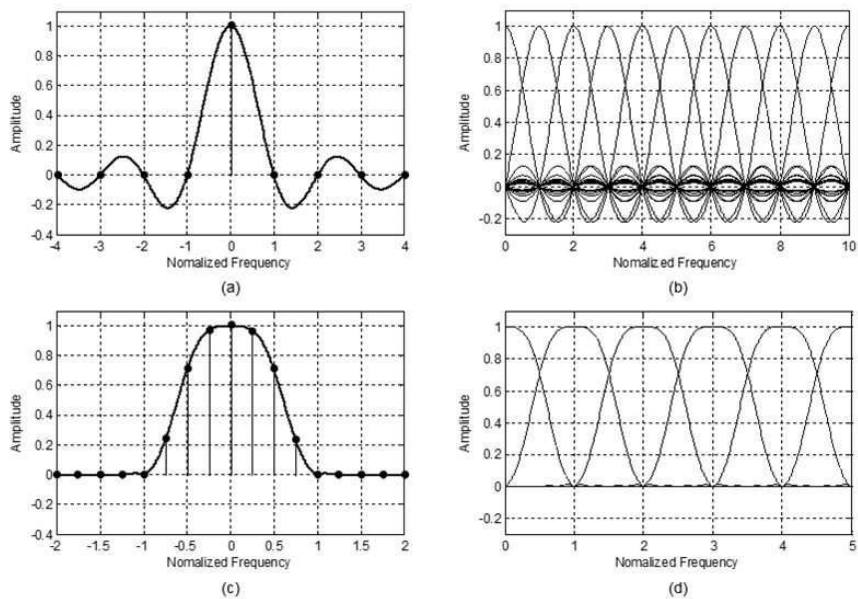
도 9를 참조하면, 실제 방송 표준의 ITU-Vehicular A 채널 상황에서 유저의 SNR과 리턴 채널의 임계 BER이 주어졌을 때, 채널 계인에 따라 최적의 모듈레이션 모드가 정해지는 것을 볼 수 있다.

도면

도면1

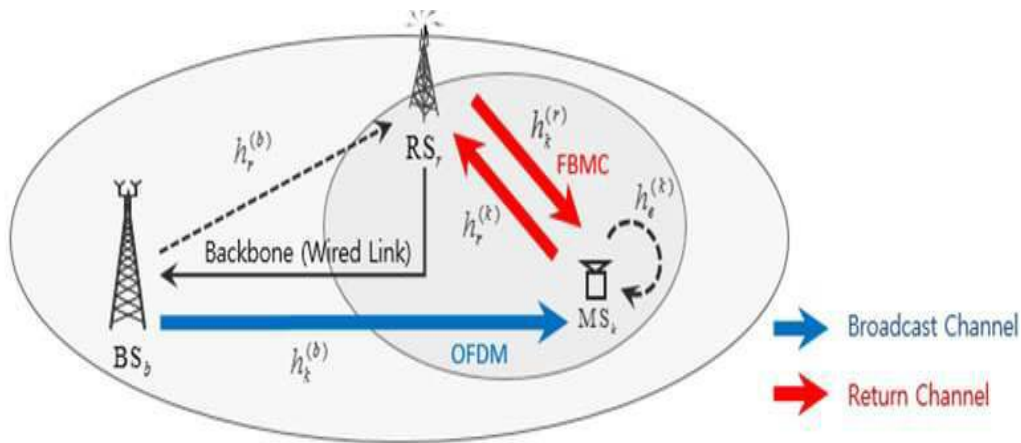


도면2

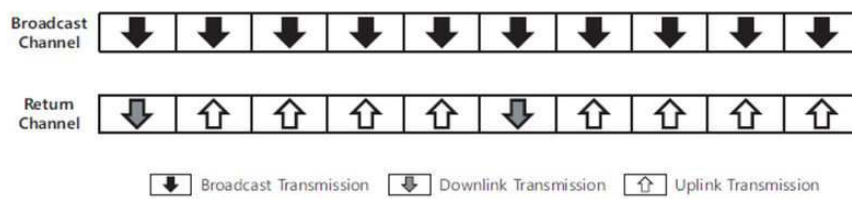




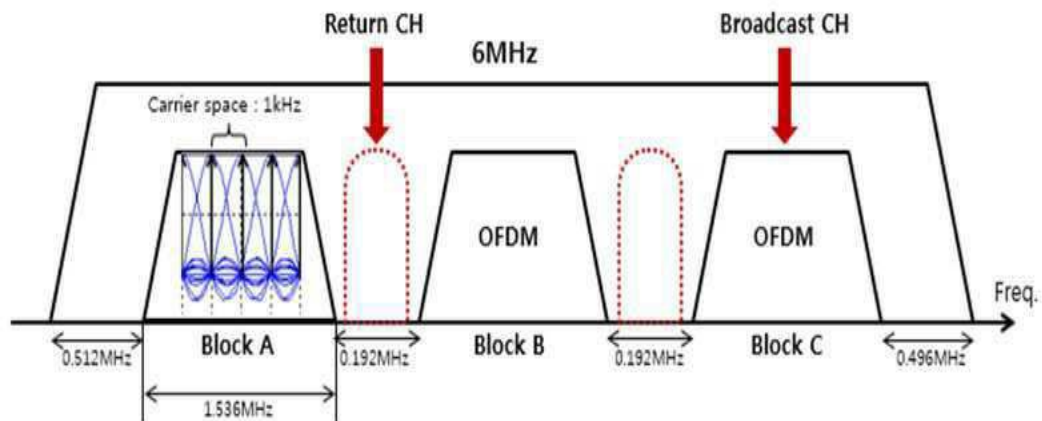
도면3



도면4

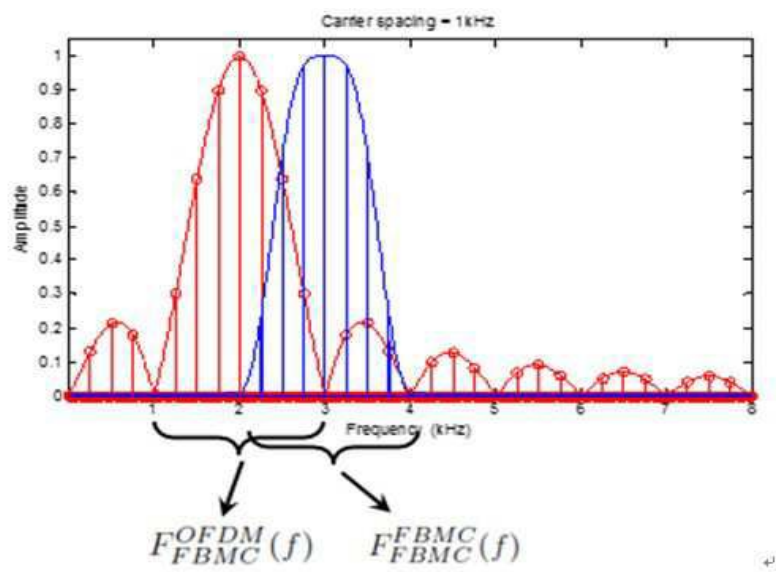


도면5

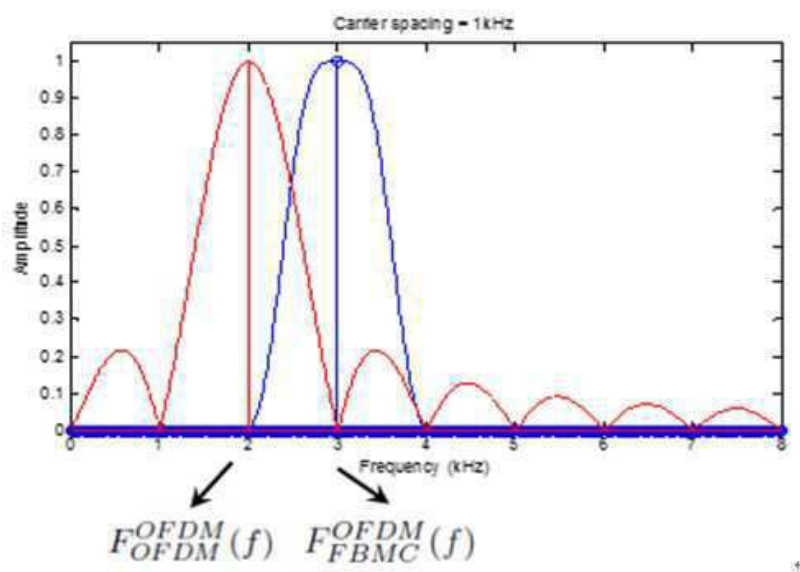




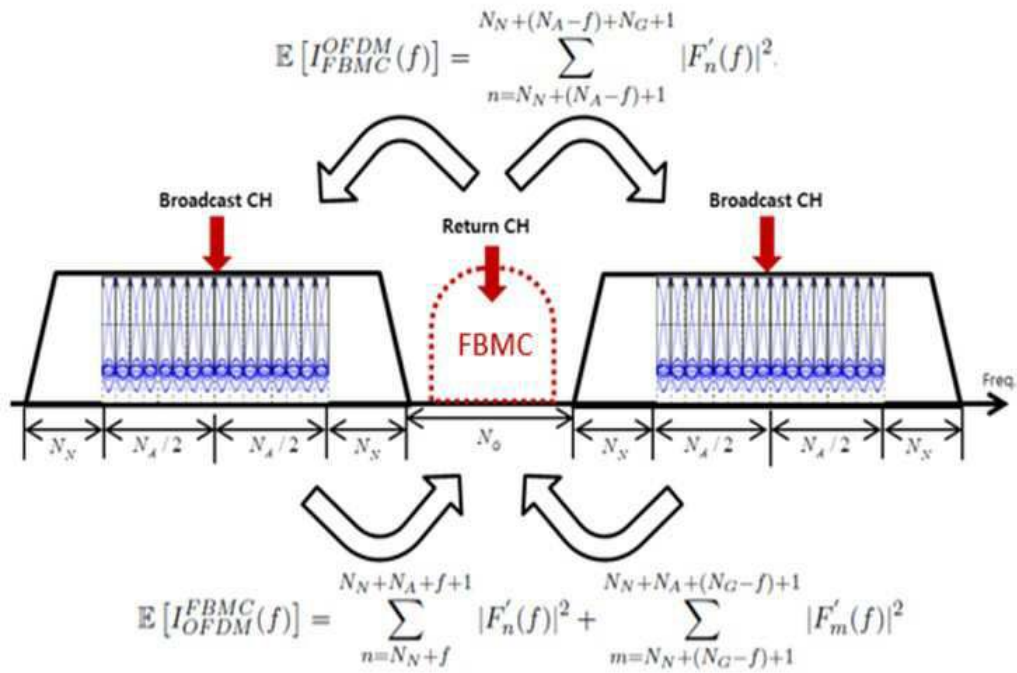
도면6



도면7



도면8



도면9

