



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월01일  
(11) 등록번호 10-0800807  
(24) 등록일자 2008년01월28일

(51) Int. Cl.

H04L 1/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0072485  
(22) 출원일자 2001년11월20일  
심사청구일자 2006년11월20일  
(65) 공개번호 10-2003-0042072  
(43) 공개일자 2003년05월28일  
(56) 선행기술조사문헌  
공개번호 특2001-0080895

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

하상혁

경기도수원시권선구곡반정동488주공아파트121동1003호

김민구

경기도수원시팔달구영통동973-3우성아파트822-406

(74) 대리인

이건주

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김대성

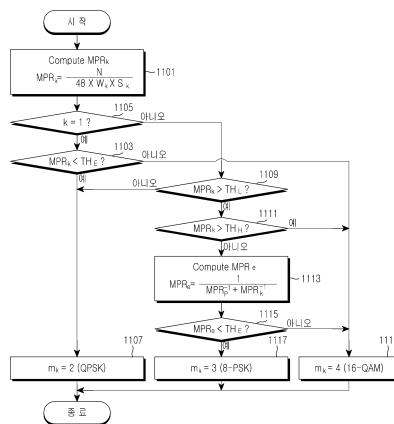
(54) 재전송을 지원하는 통신시스템에서 재전송의 변조방식결정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 적응적으로 변조방식과 부호율을 결정하는 통신시스템에 관한 것으로, 특히 재전송시에 주어진 상황에서 최적의 변조방식을 결정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

따라서, 본 발명은 정보를 적어도 3개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보의 초기 전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시 부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제1MPR(modulation order product code rate)의 값이 제1값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하고, 상기 제1MPR의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 가장 낮은 차수의 변조방식보다 높은 차수의 변조방식들 중 하나의 변조 방식으로 상기 정보를 변조하여 전송한 후 상기 정보의 재전송 시 상기 변조방식들 중 하나를 결정하는 방법에 있어서, 상기 재전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제2MPR의 값을 계산하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제1값보다 큰 제2값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 변조방식을 결정하고, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 큰 제3값보다 크면 상기 변조방식들 중 가장 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 크고 상기 제3값과 동일하거나 작으면, 상기 제1MPR의 값과 상기 제2MPR의 값에 의해 정해지는  $MPR_c$ 의 값을 계산하는 과정과, 상기  $MPR_c$ 의 값이 상기 제1값과 동일하거나 작으면 상기 가장 낮은 변조방식을 제외한 나머지 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식을 결정하고, 상기  $MPR_c$ 의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 나머지 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대표도 - 도11



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

정보를 적어도 3개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보의 초기 전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 윌시 부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제1MPR(modulation order product code rate)의 값이 제1값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하고, 상기 제1MPR의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 가장 낮은 차수의 변조방식보다 높은 차수의 변조방식들 중 하나의 변조 방식으로 상기 정보를 변조하여 전송한 후 상기 정보의 재전송 시 상기 변조방식들 중 하나를 결정하는 방법에 있어서,

상기 재전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 윌시부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제2MPR의 값을 계산하는 과정과,

상기 제2MPR의 값이 상기 제1값보다 큰 제2값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 변조방식을 결정하고, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 큰 제3값보다 크면 상기 변조방식들 중 가장 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정과,

상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 크고 상기 제3값과 동일하거나 작으면, 상기 제1MPR의 값과 상기 제2MPR의 값에 의해 정해지는 MPR의 값을 계산하는 과정과,

상기 MPR<sub>e</sub>의 값이 상기 제1값과 동일하거나 작으면 상기 가장 낮은 변조방식을 제외한 나머지 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식을 결정하고, 상기 MPR<sub>e</sub>의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 나머지 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1값은 1.5이고, 상기 제2값은 2.0이며, 상기 제3값은 3.0임을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 MPR<sub>e</sub>는 하기 <수학식 7>에 의해 결정됨을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

<수학식 7>

$$MPR_e = \frac{1}{MPR_p^{-1} + MPR_k^{-1}}$$

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 변조방식들은,

QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식과, 8PSK(Phase Shift Keying) 방식 및 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 방식을 포함함을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1값과 상기 제2값 및 상기 제3값은 변조방식에 따라 실험에 의해 구해진 값으로 설정됨을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

제1임계값은 제4임계값과 동일한 값을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

**청구항 7**

정보를 2개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보의 초기 전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 윌시 부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제1MPR(modulation order product code rate)의 값이 제1값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하고, 상기 제1MPR의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하여 전송한 후 상기 정보의 재전송 시 상기 변조방식들 중 하나를 결정하는 방법에 있어서, 상기 재전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 윌시부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제2MPR의 값을 계산하는 과정과,

상기 제2MPR의 값이 상기 제1값보다 큰 제2값과 동일하거나 작으면, 상기 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식으로 결정하는 과정과,

상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 크면, 상기 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식으로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 제1기준값은 1.5이고, 제2기준값은 2.5인 것을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 변조 방식들은,

QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식과, 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 방식임을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 제1값 및 상기 제2값은 실험에 의해 결정되는 값을 특징으로 하는 변조방식의 결정 방법.

**청구항 11**

정보를 적어도 3개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보를 상기 3개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 초기 전송 후 재전송 요구 시 상기 정보를 상기 3개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 재전송하기 위한 장치에 있어서,

서로 다른 변조방식을 사용하는 복수 개의 변조기들과,

하기 <수학식 8>과 같은 알고리즘을 수행하여 각각의 전송에서 사용할 변조방식을 결정하고, 상기 결정된 변조 방식에 따른 변조기 선택신호를 출력하는 변조기 선택기와,

상기 변조기 선택기로부터의 상기 선택신호에 의해 입력되는 데이터를 상기 변조기들 중 특정 하나의 변조기로 출력하는 역다중화기를 포함하는 것을 특징으로 하는 재전송 장치.

<수학식 8>

if  $0 \leq MPR_k \leq TH_L$  최저 차수의 변조방식

else if  $TH_L \leq MPR_k \leq TH_H$  중간 차수의 변조방식

if  $MPR_k > TH_H$  일때,

$MPR_e < TH_E$  중간 차수의 변조방식

else 최고 차수의 변조방식

여기서, 상기  $TH_L$ ,  $TH_H$ ,  $TH_E$ 는 실험결과에 따른 소정 기준값들이고, 상기  $MPR_k$ 는 k번째 전송에서의 인코더 패킷 크기, 사용 가능한 윌시부호의 개수 및 서브패킷의 슬롯개수를 가지고 계산된 현재의 주파수 대역 효율도(past spectral efficient)를 나타내고, 상기  $MPR_e$ 는 동일한 정보에 대하여 현재 이전의 전송들에서의 전송된 변조 심볼들 모두를 고려한 등가 주파수 대역 효율도(equivalent spectral efficiency)이다.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기  $TH_L$ 은 2.0이고, 상기  $TH_H$ 는 3.0이고, 상기  $TH_E$ 는 1.5인 것을 특징으로 하는 재전송 장치.

**청구항 13**

정보를 2개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보를 상기 2개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 초기 전송 후 재전송 요구 시 상기 정보를 상기 2개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 재전송 하기 위한 장치에 있어서,

서로 다른 변조방식을 사용하는 복수개의 변조기들과,

하기 <수학식 9>와 같은 알고리즘을 수행하여 각각의 전송에서 사용할 변조방식을 결정하고, 상기 결정된 변조 방식에 따른 변조기 선택신호를 출력하는 변조기 선택기와,

상기 변조기 선택기로부터의 상기 선택신호에 의해 입력되는 데이터를 상기 변조기들 중 특정 하나의 변조기로 출력하는 역다중화기를 포함하는 것을 특징으로 하는 재전송장치.

<수학식 9>

if  $0 \leq MPR_k \leq TH_M$  낮은 차수의 변조방식

else 높은 차수의 변조방식

여기서, 상기  $TH_M$ 은 실험결과에 따른 소정 기준값이고, 상기  $MPR_k$ 는 k번째 전송에서의 인코더 패킷 크기, 사용 가능한 윌시부호의 개수 및 서브패킷의 슬롯개수를 가지고 계산된 현재의 주파수 대역 효율도(past spectral efficient)를 나타낸다.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 기준값  $TH_M$ 은 2.5인 것을 특징으로 하는 재전송 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <15> 본 발명은 적응적으로 변조방식과 부호율을 결정하는 통신시스템에 관한 것으로, 특히 재전송시에 주어진 상황에서 최적의 변조방식을 결정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <16> 차세대 이동통신(3GPP2 1xEV-DV 또는 3GPP HSDPA)에서 사용 가능한 월시 코드의 개수(number of available Walsh codes) 즉, 월시 코드 스페이스(Walsh code space)가 주어진 경우, 전송하고자 하는 인코더 패킷의 크기(encoder packet size)와 서브패킷당 슬롯 개수(number of slots per sub-packet: 하나의 슬롯은 일정시간을 가지는 전송단위로 사용됨)는 채널의 상태와 데이터 백로그(data backlog: 상위 계층에서 전달되는 데이터 버퍼의 상태)를 고려하여 결정된다. 인코더 패킷의 크기와 서브패킷당 슬롯 개수가 결정된 것은 데이터율(data rate)이 정해진 것을 의미한다. 이와 같이 데이터율이 정해지면, 인코더 패킷의 전송은 시스템에서 지원하는 변조방식의 개수만큼 존재하는 변조방식-부호율들의 조합들 중 하나를 선택하여 달성 가능하다. 그러나 효율적인 전송을 위해서는 각 조합간의 전송 오류율이 서로 다르기 때문에, 비트오류율(bit error rate) 혹은 패킷오류율(packet error rate)을 최소화하는 최적의 변조방식-부호율 조합을 선택하는 것이 무엇보다 중요하다.
- <17> 현재 표준화 협의가 진행중인 3GPP2의 1xEV-DV 시스템에서 현재까지 제안된 방식은 주어진 월시 코드 스페이스에서 데이터율과 변조방식을 일대일로 대응시킨 표를 인코더 패킷 크기별로 만들어 놓고 이를 이용하여 변조방식을 결정하게 되어 있다. 이러한 방식은 하기와 같은 문제점을 가진다. 첫째, 초기 전송시에 상기의 대응표가 주어진 조건에서의 비트오류율 혹은 패킷오류율을 최소화하는 최적의 변조방식-부호율의 조합을 지원하지 못하는 경우가 발생한다. 둘째, 전송이 실패한 경우가 발생하여 서브패킷을 재전송하는 경우에도 상기의 대응표를 그대로 사용한다. 따라서 이전에 전송된 서브패킷의 존재를 고려하지 못한 채 부적절한 변조방식을 선택하게 되어 결국 시스템의 성능 열화를 초래하는 원인이 된다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <18> 따라서 본 발명은 가변적인 변조방식을 사용하고 IR(Incremental Redundancy) 방식의 복합재전송을 지원하는 통신시스템에서 재전송이 발생할 때 이전에 전송된 서브패킷을 고려하여 최적의 변조방식을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- <19> 이를 위해, 본 발명은 정보를 적어도 3개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보의 초기 전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시 부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제1MPR(modulation order product code rate)의 값이 제1값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하고, 상기 제1MPR의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 가장 낮은 차수의 변조방식보다 높은 차수의 변조방식들 중 하나의 변조 방식으로 상기 정보를 변조하여 전송한 후 상기 정보의 재전송 시 상기 변조방식들 중 하나를 결정하는 방법에 있어서, 상기 재전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제2MPR의 값을 계산하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제1값보다 큰 제2값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 가장 낮은 변조방식을 결정하고, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 큰 제3값보다 크면 상기 변조방식들 중 가장 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값보다 크고 상기 제3값과 동일하거나 작으면, 상기 제1MPR의 값과 상기 제2MPR의 값에 의해 정해지는 MPR<sub>e</sub>의 값을 계산하는 과정과, 상기 MPR<sub>e</sub>의 값이 상기 제1값과 동일하거나 작으면 상기 가장 낮은 변조방식을 제외한 나머지 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식을 결정하고, 상기 MPR<sub>e</sub>의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 나머지 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식을 결정하는 과정을 포함한다.
- <20> 또한, 본 발명은 정보를 2개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보의 초기 전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시 부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제1MPR(modulation order product code rate)의 값이 제1값과 동일하거나 작으면 상기 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하고, 상기 제1MPR의 값이 상기 제1값보다 크면 상기 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식으로 상기 정보를 변조하여 전송한 후 상기 정보의 재전송 시 상기 변조방식들 중 하나를 결정하는 방법에 있어서, 상기 재전송 시 인코더 패킷의 크기, 사용 가능한 월시부호들의 수 및 서브패킷 내의 슬롯들의 수에 의해 정의되는 제2MPR의 값을 계산하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제1값보다 큰 제2값과 동일하거나 작으면, 상기 변조방식들 중 낮은 차수의 변조방식으로 결정하는 과정과, 상기 제2MPR의 값이 상기 제2값

보다 크면, 상기 변조방식들 중 높은 차수의 변조방식으로 결정하는 과정을 포함한다.

- <21> 또한, 본 발명은 정보를 적어도 3개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보를 상기 3개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 초기 전송 후 재전송 요구 시 상기 정보를 상기 3개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 재전송하기 위한 장치에 있어서, 서로 다른 변조방식을 사용하는 복수 개의 변조기들과, 하기 <수학식 8>과 같은 알고리즘을 수행하여 각각의 전송에서 사용할 변조방식을 결정하고, 상기 결정된 변조방식에 따른 변조기 선택신호를 출력하는 변조기 선택기와, 상기 변조기 선택기로부터의 상기 선택신호에 의해 입력되는 데이터를 상기 변조기들 중 특정 하나의 변조기로 출력하는 역다중화기를 포함한다.
- <22> 또한, 본 발명은 정보를 2개의 변조 방식들 중 하나로 변조하여 전송하는 통신 시스템에서, 상기 정보를 상기 2개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 초기 전송 후 재전송 요구 시 상기 정보를 상기 2개의 변조 방식들 중 하나의 방식에 의해 재전송 하기 위한 장치에 있어서, 서로 다른 변조방식을 사용하는 복수개의 변조기들과, 하기 <수학식 9>와 같은 알고리즘을 수행하여 각각의 전송에서 사용할 변조방식을 결정하고, 상기 결정된 변조방식에 따른 변조기 선택신호를 출력하는 변조기 선택기와, 상기 변조기 선택기로부터의 상기 선택신호에 의해 입력되는 데이터를 상기 변조기들 중 특정 하나의 변조기로 출력하는 역다중화기를 포함한다.
- <23> 바람직하기로, 상기 낮은 차수의 변조방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)이고, 상기 높은 차수의 변조방식은 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)인 것을 특징으로 한다.
- <24> 삭제

**발명의 구성 및 작용**

- <25> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.
- <26> 이하 본 발명은 초기 전송과 재전송에서의 변조방식과 부호율의 관계를 분석하고 각 경우에 대하여 최적의 변조방식을 결정하는 방식에 대해 설명할 것이다. 설명의 편의를 위해 사용된 약어들을 아래 목록에 표기하였다. 한편, 이하 설명에서 "변조방식"과 "변조차수"는 동일한 의미로 해석될수 있다.
- <27> < 약어 목록 >
- <28> N : 인코더 패킷 크기
- <29>  $W_k$  : k번째 전송 시 사용가능한 윌시부호의 개수
- <30>  $S_k$  : k번째 전송 시 서브패킷당 슬롯의 개수
- <31>  $MPR_k$  : k번째 전송 시 변조차수와 부호율의 곱(MPR(modulation order product code rate) is a kind of entropy, which is defined as the average information per source output and reflects spectral efficiency.)
- <32>  $m_k$  : k번째 전송 시 변조차수
- <33>  $r_k$  : k번째 전송 시 부호율
- <34> < 초기 전송에서의 변조방식 결정 >
- <35> 일반적으로, 디지털 통신시스템의 비트오류율 혹은 패킷오류율은 변조차수와 오류정정부호의 부호율이 낮아질수록 줄어든다. 하지만, 사용할 수 있는 주파수대역폭이 결정되어 있을 경우 변조차수와 부호율의 곱이 일정한 값으로 고정되므로 두 값을 동시에 낮추는 것은 불가능하다. 따라서, 두 변수간의 trade-off를 고려하여 주어진 상황에서 시스템의 오류율을 가장 낮출 수 있는 변조차수-부호율의 조합을 선택하는 것이 중요하다.
- <36> 초기 전송의 경우에는 본 출원의 발명자에 의해 발명되고 기 출원된 대한민국 특허 출원번호 P2001-41884호(통신시스템에서 변조방식 결정 장치 및 방법)에 설명되어 있다. 이를 살펴보면, 초기 전송 시에 변조차수-부호율의 결정은 주파수대역효율도를 반영하는 일종의 엔트로피(entropy: average information per source output)인

"MPR"을 계산하여 이를 근거로 가장 적절한 조합을 결정할 수 있다. 이 경우 MPR은 "하나의 변조심볼(modulation symbol)속에 포함된 정보비트(information bit)의 평균 개수"로 정의된다.

<37> 초기 전송의 경우 MPR을 계산하는 방법과 변조방식을 선택하는 방법을 간단히 설명하면 다음과 같다. 인코더 패킷 크기, 윌시 코드 스페이스, 서브패킷당 슬롯 개수가 이미 결정되어 있다고 가정할 때, 초기 전송시의 MPR 즉, MPR<sub>1</sub>은 상기의 MPR 정의에 따라 하기의 <수학식 1>과 같이 계산된다.

**수학식 1**

$$MPR_1 = \frac{N}{\frac{W_1}{32} \times 1536 \times S_1} = \frac{N}{48 \times W_1 \times S_1}$$

$$\left( = m_1 \times \frac{N}{m_1 \times \frac{W_1}{32} \times 1536 \times S_1} = m_1 \times r_1 \right)$$

<38> 상기의 <수학식 1>에서 "1536"과 "32"는 각각 3GPP2 1xEV-DV 시스템에서 단위 슬롯(time span of 1.25msec)에 포함된 PN 칩(chip)의 개수와 패킷 채널을 위한 윌시 코드의 길이를 의미하며, 이와 다른 값들을 사용하는 시스템에서는 해당 부분을 교체하여 사용해야 한다. 또한, 상기의 <수학식 1>의 괄호 부분을 통해 MPR이 변조차수와 부호율의 곱으로 표현될 수 있음을 알 수 있다. 이 때, MPR<sub>1</sub>의 최대값은 초기전송에서 시스템이 허용하는 최대의 변조차수 및 부호율에 따라 하기의 <수학식 2>와 같이 결정된다.

**수학식 2**

$$0 < MPR_1 \leq m_{\max} \times R_{\max}$$

<40> 3GPP2 1xEV-DV 시스템의 경우, 최대의 변조차수와 부호율은 각각 4와 4/5이므로, 상기의 <수학식 2>로부터 MPR<sub>1</sub>은 0 초과 3.2 이하인 범위에 존재한다.

<41> 다음으로, 상기의 <수학식 1>을 이용하여 계산된 MPR<sub>1</sub>을 근거로 초기전송의 변조차수 m<sub>1</sub>을 결정하는 과정을 하기의 <표 1>에 표기하였다.

**표 1**

<i>If</i> MPR <sub>1</sub> < TH <sub>E</sub> ,	<i>m</i> <sub>1</sub> = 2 (Select QPSK).
<i>Else</i> ,	<i>m</i> <sub>1</sub> = 4 (Select 16-QAM).

<44> 상기의 <표 1>에서 TH<sub>E</sub>는 MPR<sub>1</sub>과의 비교를 위한 기준값을 나타내며, 3GPP2 1xEV-DV 시스템의 경우 실험에 의해 1.5로 결정할 수 있다.

<45> < 재전송에서의 변조방식 결정 >

<46> 차세대 이동통신(3GPP2 1xEV-DV 또는 3GPP HSDPA)에서는 전송이 실패할 경우 부호화된 패킷(encoded packet)의 일부를 다시 전송하는 복합재전송(hybrid ARQ)을 지원하도록 되어 있다. 복합재전송은 재전송되는 서브패킷의 내용에 따라 크게 체이스결합(chase combining) 방식과 IR(incremental redundancy) 방식으로 구분되는데, 일반적으로, 재전송 서브패킷의 내용이 그 이전에 전송된 서브패킷의 내용과 다른 IR 방식이 누적 부호율 감소에 의한 부호화이득(coding gain)을 얻을 수 있기 때문에, 체이스결합 방식보다 더 좋은 성능을 보여 준다.

<47> 초기 전송의 경우와 마찬가지로 재전송의 경우에도 역시 복수개의 변조방식-부호율의 조합 중 가장 좋은 성능을 보여 줄 수 있는 조합 즉, 가장 효율적인 변조방식을 선택하여 전송을 수행해야 한다. 하지만 재전송의 경우에는 초기 전송에서와 같은 방법으로 변조방식을 결정할 수 없다. 초기 전송의 경우 상기의 <표 1>에서 보여진 것처럼 전송 당시의 인코더 패킷 크기, 윌시 코드 스페이스, 서브패킷당 슬롯 개수에 의해 결정되는 MPR을 근거로 변조방식을 결정할 수 있지만, 재전송의 경우에는 이전 전송에 의한 서브패킷의 존재를 고려하여 지금 재전송



하고자 하는 서브패킷의 변조방식을 결정해야 하기 때문이다.

<48> 특히, IR을 복합재전송 방식으로 사용하는 통신시스템에서는 전송 회수가 증가할수록 주파수 대역 효율도가 낮아진다. 따라서 일정 시점에서 재전송을 위한 변조방식을 결정할 때에 그 이전 시점까지 전송된 서브패킷의 존재도 함께 고려한 등가의 주파수 대역 효율도를 찾아 이를 변조방식 결정의 근거로 삼는 접근 방법을 생각해야 한다.

<49> 초기전송에서 부호율이 1.0보다 작은 일정값(예 : 3GPP2 1xEV-DV System에서는 4/5)을 넘지 않는 범위에 있어야 했다. 그러나 재전송에서는 이미 초기전송에서 전송된 서브패킷이 존재하므로 부호율의 최대값에 제한을 두지 않는 것이 바람직하다. 따라서, 재전송의 부호율이 1.0을 초과하는 경우가 발생할 수 있다. 부호율이 1.0을 초과하는 경우 부호율이 1.0보다 작은 경우에 비해 오류율이 급격히 증가하므로, 재전송의 변조방식에 따라 부호율이 1.0을 초과하는 경우와 그렇지 않은 경우가 있다면 1.0보다 큰 부호율을 초래하는 변조방식은 재전송의 변조방식으로 고려하지 않는 것이 바람직하다. 물론, 어떤 변조방식을 사용해도 재전송의 부호율이 1.0을 초과하는 경우에는 시스템이 허용하는 최대 차수의 변조방식을 사용해야 한다.

<50> 하기 <표 2>에 재전송의 MPR인  $MPR_k$  ( $k \geq 2$ )의 범위에 따른 부호율의 범위와 각 경우에 가능한 재전송의 변조방식을 표기하였다.

**표 2**

<p>if <math>0 &lt; MPR_k &lt; 2.0</math> (that is <math>0 &lt; r_k \leq \frac{2.0}{M_k}</math>) <math>m_k \in \{2,3,4\}</math></p> <p>Else if <math>2.0 &lt; MPR_k \leq 3.0</math> (that is <math>\frac{2.0}{m_k} &lt; r_k \leq \frac{3.0}{M_k}</math>) <math>m_k \in \{3,4\}</math></p> <p>Else, that is, <math>r_k &gt; \frac{3.0}{4}</math></p>
--

<51>

<52> 상기의 <표 2>로부터 재전송의 MPR 범위가 정해지면 각 경우에 가능한 변조방식의 종류가 결정된다. 이제 각 경우에 대해 가능한 변조방식 종류 중 어떤 것을 최종적으로 선택해야 하는지에 대한 기준은 그 이전의 전송에 의한 서브패킷과 현재의 재전송에 의해 전송될 서브패킷을 함께 고려한 등가의 주파수 대역효율도인  $MPR_e$ 에 근거하여 세울 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따르면  $MPR_e$ 에 근거하여 재전송의 변조 차수와 부호율을 결정할 수 있다.

<53> 먼저, 초기 전송이 실패하여 한번 더 전송을 해야하는 경우의 변조방식 결정에 대해 살펴 본다. 초기 전송의 MPR인  $MPR_1$ 을 상기의 <수학식 1>로부터 얻은 것처럼, 첫 번째 재전송( $k=2$ )의 MPR인  $MPR_2$ 도 동일한 방법으로 하기의 <수학식 3>과 같이 얻을 수 있다.

**수학식 3**

$$MPR_2 = \frac{N}{\frac{W_1}{32} \times 1536 \times S_1} = \frac{N}{48 \times W_2 \times S_2}$$

$$\left( = m_2 \times \frac{N}{m_2 \times \frac{W_2}{32} \times 1536 \times S_2} = m_2 \times r_2 \right)$$

<54>

<55> 그런데, 전술한 바와 같이, 재전송에서의 변조방식은 재전송의 주파수대역효율도인  $MPR_2$ 에만 근거하여 결정할 수 없다. 따라서, 본 발명에서는 초기 전송과 재전송을 모두 고려한 등가의 주파수대역효율도인  $MPR_e$ 를 찾아 이를 재전송에서의 변조방식 결정의 근거로 삼는다. 재전송에서의 윌시 코드 스페이스  $W_2$ , 슬롯당 서브패킷의 개수  $S_2$ 가 주어져 있다고 가정할 때  $MPR_e$ 는 하기의 <수학식 4>로 표현된다.



수학식 4

$$MPR_e = \frac{N}{\frac{W_1}{32} \times 1536 \times S_1 + \frac{W_2}{32} \times 1536 \times S_2} = \frac{N}{48 \times (W_1 \times S_1 + W_2 \times S_2)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{N}{48 \times W_1 \times S_1}\right)^{-1} + \left(\frac{N}{48 \times W_2 \times S_2}\right)^{-1}} = \frac{1}{MPR_1^{-1} + MPR_2^{-1}}$$

<56>

<57>

상기의 <수학식 4>에서 보여지듯이 두 번의 전송을 모두 고려한 등가의 주파수대역효율도 MPR<sub>e</sub>는 인코더 패킷의 크기 N과 W<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>, 그리고 W<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>로부터, 혹은 상기의 <수학식 1>과 <수학식 3>에서 각각 계산한 MPR<sub>1</sub>, MPR<sub>2</sub>로부터 계산할 수 있다. 단, 상기 <수학식 4>으로부터 계산된 MPR<sub>e</sub>를 재전송 변조방식 결정을 위한 근거로 사용할 경우에는 초기 전송과 재전송의 부호율이 모두 1.0을 넘지 않아야 한다. 상술한 바와 같이 재전송시 부호율이 1.0보다 큰 경우가 발생한다면 그 재전송에 의한 영향이 초기전송에 의한 영향보다 훨씬 크게 되므로, 등가 MPR에 근거하여 재전송의 변조방식을 결정하는 것이 불합리하기 때문이다. MPR<sub>2</sub>의 범위에 따라 선택가능한 변조방식을 제한하는 것도 동일한 이유에서이다.

<58>

초기 전송과 재전송의 부호율이 모두 1.0을 넘지 않는 경우에는 MPR<sub>e</sub>를 근거로 재전송의 변조방식을 결정할 수 있다. 기 출원된 대한민국 특허 출원번호 P2001-41884호(통신시스템에서 변조방식 결정 장치 및 방법)에 설명되어 있는 것과 같은 이유로, MPR<sub>e</sub>가 정해진 기준값인 TH<sub>E</sub>보다 작을 경우에는 변조차수가 낮을수록 오류율이 낮고, 반대의 경우에는 변조차수가 높을수록 오류율이 낮다. 따라서, 정해진 기준값인 TH<sub>E</sub>보다 MPR<sub>e</sub>가 작은 경우에는 가능한 변조방식 중 낮은 차수의 변조방식을 선택하고, 반대의 경우에는 가능한 변조방식 중 높은 차수의 변조방식을 선택하는 것이 시스템의 오류율을 최소화하기 위한 최적의 변조방식이다. 따라서, <표 2>에 나타난 세 가지 경우에 대한 재전송의 변조방식 결정 과정을 기술해 보면 다음과 같다.

<59>

1) 0 < MPR<sub>2</sub> ≤ 2.0인 경우 (선택가능한 변조차수 m<sub>2</sub>는 2, 3, 4 중 하나) :

<60>

0 < MPR<sub>1</sub> ≤ 3.2 이므로,

$$MPR_e = \frac{MPR_1 \times MPR_2}{MPR_1 + MPR_2} \leq \frac{3.2 \times 2.0}{3.2 + 2.0} = 1.231 < TH_E (= 1.5)$$

<61>

<62> 따라서, MPR<sub>1</sub>에 상관 없이 항상 2, 3, 4 중 가장 낮은 변조차수인 2를 m<sub>2</sub>로 선택.

<63>

2) 2.0 < MPR<sub>1</sub> ≤ 3.0인 경우 (선택가능한 변조차수 m<sub>2</sub>는 3, 4 중 하나) :

<64>

0 < MPR<sub>1</sub> ≤ 3.2 이므로,

$$MPR_e = \frac{MPR_1 \times MPR_2}{MPR_1 + MPR_2} \leq \frac{3.2 \times 3.0}{3.2 + 3.0} = 1.548$$

<65>

<66> 따라서, 대부분의 경우 MPR<sub>e</sub>가 1.5보다 작으므로, 3, 4 중 낮은 변조차수인 3을 m<sub>2</sub>로 선택하지만, MPR<sub>e</sub>가 1.5이상인 경우에는 3, 4 중 높은 변조차수인 4를 m<sub>2</sub>로 선택하게 된다. MPR<sub>2</sub>의 범위를 다시 한번 더 나누어 각 경우를 살펴보면 다음과 같다.

<67> 2-1)  $2.0 < MPR_2 \leq 2.823$ 인 경우 :

$$MPR_e = \frac{MPR_1 \times MPR_2}{MPR_1 + MPR_2} \leq \frac{3.2 \times 2.823}{3.2 + 2.823} = 1.499 < TH_E (= 1.5)$$

<68> 따라서,  $MPR_1$ 에 상관없이 항상 3, 4 중 가장 낮은 변조차수인 3을  $m$ 로 선택.  
 <69>

<70> 2-2)  $2.823 < MPR_2 \leq 3.0$ 인 경우 :

<71>  $MPR_e$ 를 직접 계산하여 1.5보다 작으면,  $m_2$ 를 3으로 선택.

<72> 그렇지 않으면,  $m_2$ 를 4로 선택.

<73> 3)  $MPR_2 > 3.0$ 인 경우 (선택가능한 변조차수  $m$ 는 4) :

<74> 선택가능한 변조차수가 4밖에 없으므로,  $MPR$ 에 상관없이 항상  $m$ 를 4로 선택.

<75> 재전송이 두 번 이상 발생하는 경우까지 포함한 일반적인 재전송에서의 변조방식 결정에 관한 과정을 기술하면 하기와 같다.

<76> 하기의 <수학식 5>로부터 현재 시점의 재전송의  $MPR$ 인  $MPR_k$ 를 계산한다. 만약, 계산된  $MPR_k$ 가 0보다 크고 2.0보다 크지 않은 범위에 있으면 변조방식을 QPSK로 선택하고, 3보다 큰 범위에 있으면 변조방식을 16-QAM으로 선택한다.

**수학식 5**

$$MPR_k = \frac{N}{\frac{W_k}{32} \times 1536 \times S_k} = \frac{N}{48 \times W_k \times S_k}$$

$$\left( = m_k \times \frac{N}{m_k \times \frac{W_k}{32} \times 1536 \times S_k} = m_k \times r_k \right)$$

<77> 계산된  $MPR_k$ 가 2.0보다 크고 3.0보다 크지 않은 범위에 있으면, 하기의 <수학식 6>로부터 현재 시점까지의 등가  $MPR$ 인  $MPR_e$ 를 계산한다. 계산된  $MPR_e$ 가 1.5보다 작으면 변조방식을 8-PSK로 선택하고, 그렇지 않으면 변조방식을 16-QAM으로 선택한다.  
 <78>

**수학식 6**

$$MPR_e = \frac{1}{\sum_{i=1}^k \left( \frac{N}{48 \times W_i \times S_i} \right)^{-1}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k MPR_i^{-1}}$$

$$= \frac{1}{\sum_{i=1}^{k-1} MPR_i^{-1} + MPR_k^{-1}} = \frac{1}{MPR_p^{-1} + MPR_k^{-1}}$$

where  $MPR_p = \sum_{i=1}^{k-1} MPR_i^{-1}$

<79> 상기의 <수학식 6>에서  $MPR_p$ 는 현재 이전의 시점(1, 2, ..., k-1)까지 전송된 서브 패킷에 의한  $MPR$ 을 나타내는 값이며, 전송이 성공할 때까지 재전송시점마다 갱신되어 단말의 수신단에 저장된다. 이때, 저장되는 것은  $MPR_p$ 가 저장된다. 예를 들어 초기 전송을 포함하여 네 번째( $k = 4$ )로 서브 패킷을 재전송하려 한다면, 이때의  $MPR_e$ 는  $MPR_1$ 와  $MPR_p$ 로부터 계산되며,  $MPR_p$ 는  $MPR_1, MPR_2, MPR_3$ 로부터 계산되는 것이다. 만약  $MPR_p$ 가 저장되어 있지 않다면  
 <80>

면,  $k=4$ 일 때의  $MPR_e$ 를 계산할 수 없다. 그러므로  $k=3$ 일 때 계산한  $MPR_e$ 를 미리 저장해 놓았다가  $k=4$  일때의  $MPR_p$ 를 갱신(update)하는데 사용하는 것이다.

<81> 상기한 재전송이 두 번 이상 발생하는 경우까지 포함한 일반적인 재전송에서의 변조방식 결정 방법을 요약하여 나타내면 하기의 <표 3>과 같다.

**표 3**

$If 0 < MPR_k \leq TH_L,$	$m_k = 2$ (Select QPSK).
$Else if TH_L < MPR_k \leq TH_H,$	
$if MPR_e < TH_E,$	$m_k = 3$ (Select 8-PSK).
$else,$	$m_k = 4$ (Select 16-QAM).
$Else,$	$m_k = 4$ (Select 16-QAM).

<82>

<83> 상기 <표 3>에서  $TH_L$ ,  $TH_H$ ,  $TH_E$ 는 실험결과에 따른 값으로 각각 2.0, 3.0, 1.5를 의미한다. 상기 <표 3>에서  $MPR_k$ 가 2.0보다 크고 3.0보다 크지 않은 범위에 있을 경우, 8-PSK를 사용하는 것이 QPSK나 16-QAM을 사용하는 것에 비해 가장 낮은 오류율을 나타낸다. 그러나, 상기 2가지 방식의 성능 차이는 0.1dB 이내이다. 그러므로, 재전송시에도 8-PSK의 사용을 배제하는 것이 시스템의 성능을 크게 열화시키지 않는다. 만약, 재전송시에 8-PSK의 사용이 배제된다면 상기의 <표 3>에 나타난 재전송시의 변조방식 결정 방법은 하기의 <표 4>와 같이 정해질 수도 있다.

**표 4**

$If 0 < MPR_k \leq TH_{MP}$	$m_k = 2$ (Select QPSK).
$Else,$	$m_k = 4$ (Select 16-QAM)

<84>

<85> 상기 <표 4>에서  $TH_{MP}$ 은  $TH_L$ 과  $TH_H$ 의 평균값인 2.5로 정할 수 있다. 그러나, 보다 많은 실험을 통해 최적의 값을 구하는 것이 가능하다.

<86> 상술한 재전송시의 변조방식 결정 방법의 유효성을 검증하기 위해 하기의 <표 5>과 같은 환경에서 모의실험(simulation)을 수행하였다.

**표 5**

Physical Channel	AWGN
EP Size	2304
Number of Chips per Slot	1536
Walsh Length in Packet Channel	32
Channel Interleaver	P-BRO Interleaver
Modulation Mapping	Systematic Mapping Used
Mother Code Rate	1/5 Turbo Code
Decoding Algorithm	Max LogMAP
Max. Number of Iterations	8
Hybrid ARQ Scheme	IR (Incremental Redundancy)
Max. Number of Retransmissions	1

<88> 후술되는 모의실험 1, 2, 3은 두 번째 전송의  $MPR$ 이 상기 기준값  $TH_L(=2.0)$ 을 넘지 않는 경우에 관한 실험이다. 하기의 <표 6>에 모의실험 1, 2, 3에 사용된 초기 전송, 재전송의 조건을 표시하였다. 첨부한 도면의 도 1, 도 2, 도 3은 각각 모의실험 1, 2, 3에 대하여  $E_c/N_t$ (dB)의 증가에 따른 주파수대역효율(spectral efficiency)의

변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 그래프들이다. 여기서 상기  $E_c/N_t$ (dB)는 SNR의 일종으로 단위 칩 에너지/잡음전력밀도를 의미한다. 상기 도 1, 도 2, 도 3으로부터 동일한 효율을 달성하기 위해 요구되는  $E_c/N_t$ (dB)가 재전송의 변조차수를 2(QPSK)로 선택한 경우 재전송의 변조차수를 3(8-PSK)이나 4(16-QAM)로 선택한 경우에 비해 작다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 재전송의 변조방식을 상기의 표 3의 방법에 따라 QPSK로 결정하는 것이 가장 효율적인 선택임을 알 수 있다.

표 6

모의실험 1	1 <sup>st</sup> TX ( $k=1$ )	2 <sup>nd</sup> TX ( $k=2$ )
Walsh Code Space	16	16
# of Slots per Sub-packet	2	2
$MPR_k$	1.5	1.5
$MPR_e$	0.75	
모의실험 2	1 <sup>st</sup> TX ( $k=1$ )	2 <sup>nd</sup> TX ( $k=2$ )
Walsh Code Space	16	8
# of Slots per Sub-packet	4	4
$MPR_k$	0.75	1.5
$MPR_e$	0.5	
모의실험 3	1 <sup>st</sup> TX ( $k=1$ )	2 <sup>nd</sup> TX ( $k=2$ )
Walsh Code Space	16	6
# of Slots per Sub-packet	4	4
$MPR_k$	0.75	2.0
$MPR_e$	0.5	

<89>

<90>

후술되는 모의실험 4, 5, 6은 두 번째 전송의 MPR이 상기 기준값  $TH_L(=2.0)$ 보다 크고 상기 기준값  $TH_H(=3.0)$ 보다 작거나 같은 경우에 관한 실험이다. 하기의 <표 7>에 모의실험 4, 5, 6에 사용된 초기 전송, 재전송의 조건을 표시하였다. 첨부한 도면의 도 4, 도 5, 도 6은 각각 모의실험 4, 5, 6에 대하여  $E_c/N_t$ (dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 그래프들이다. 상기 도 4, 도 5, 도 6으로부터 동일한 효율을 달성하기 위해 요구되는  $E_c/N_t$ (dB)가 재전송의 변조차수를 3(8-PSK)로 선택한 경우 재전송의 변조차수를 2(QPSK)나 4(16-QAM)로 선택한 경우에 비해 작다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 재전송의 변조방식을 상기의 <표 3>의 방법에 따라 8-PSK로 결정하는 것이 가장 효율적인 선택임을 알 수 있다. 그러나 이 때의 성능차는 0.1dB 미만임을 알 수 있다.

표 7

모의실험 4	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	5
# of Slots per Sub-packet	4	4
$MPR_k$	0.75	2.4
$MPR_e$	0.571	
모의실험 5	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	18
# of Slots per Sub-packet	1	1
$MPR_k$	3.0	2.667
$MPR_e$	1.412	
모의실험 6	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	4
# of Slots per Sub-packet	4	4
$MPR_k$	0.75	3.0
$MPR_e$	0.6	

<91>

<92>

후술되는 모의실험 7, 8, 9는 두 번째 전송의 MPR이 상기 기준값  $TH_{th}(=3.0)$ 보다 큰 경우에 관한 실험이다. 하기의 <표 8>에 모의실험 7, 8, 9에 사용된 초기 전송, 재전송의 조건을 표시하였다. 첨부한 도면의 도 7, 도 8, 도 9는 각각 모의실험 7, 8, 9에 대하여  $E_c/N_t$ (dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 그래프들이다. 상기 도 7, 도 8, 도 9로부터 동일한 효율을 달성하기 위해 요구되는  $E_c/N_t$ (dB)가 재전송의 변조차수를 4(16-QAM)로 선택한 경우 재전송의 변조차수를 2(QPSK)나 3(8-PSK)으로 선택한 경우에 비해 작다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 재전송의 변조방식을 상기 <표 3>의 방법에 따라 16-QAM으로 결정하는 것이 가장 효율적인 선택임을 알 수 있다.

표 8

모의실험 7	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	15
# of Slots per Sub-packet	1	1
$MPR_k$	3.0	3.2
$MPR_e$	1.548	
모의실험 8	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	8
# of Slots per Sub-packet	1	1
$MPR_k$	3.0	6.0
$MPR_e$	2.0	
모의실험 9	1 <sup>st</sup> TX (k=1)	2 <sup>nd</sup> TX (k=2)
Walsh Code Space	16	4
# of Slots per Sub-packet	2	2
$MPR_k$	1.5	6.0
$MPR_e$	1.2	

<93>

- <94> 이하 상술한 이론 및 실험결과에 근거한 본 발명에 따른 구성 및 동작을 살펴본다.
- <95> 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 재전송을 사용하는 시스템에서, 재전송에서 사용가능한 변조방식을 QPSK, 8-PSK, 16-QAM으로 정할 때 재전송시에 변조방식(또는 변조차수)을 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다. 상기 도 10은 상기 <표 3>에서 기술한 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시한 것으로, 상기 도 14의 변조기 선택기(1407)에서 수행될 수 있다.
- <96> 상기 도 10을 참조하면, 상기 변조기 선택기(1407)는 1001단계에서 현재 재전송에서 전송할 인코더 패킷 크기, 사용가능한 월시부호의 개수 및 서브패킷당 슬롯의 개수를 이용해 현재의 주파수대역효율도(spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_k$ 를 계산한다. 상기  $MPR_k$ 는 상술한 <수학식 5>와 같이 구해진다. 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1003단계에서 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 결정된 제1기준값( $TH_1$ )과 비교한다. 상기 제1기준값( $TH_1$ )은 실험에 의해 구해지며, 여기서는 '2.0'으로 가정한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제1기준값보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 1005단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 2로 결정한다. 즉, 현재 재전송에서 사용할 변조방식(혹은 변조기)을 QPSK로 결정한다.
- <97> 한편, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제1기준값( $TH_1$ )보다 크면, 상기 변조기 선택기(1407)는 1007단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 결정된 제2기준값( $TH_2$ )을 비교한다. 상기 제2기준값( $TH_2$ )은 실험에 의해 구해지며, 여기서는 '3.0'으로 가정한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제2기준값( $TH_2$ )보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 1009단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 현재 이전의 시점(1,2,3,...,k-1)까지 전송된 서브패킷들에 의한 주파수대역효율도 나타내는  $MPR_p$ 를 가지고 과거에 수행된 전송과 현재 전송을 고려한 등가 주파수대역효율도(equivalent spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_e$ 를 계산한다. 여기서, 상기  $MPR_e$ 는 상술한 <수학식 6>과 같이 구해지며, 상기  $MPR_e$ 는 재귀적 방식에 의해 구해진다.
- <98> 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1011단계에서 상기 계산된  $MPR_e$ 와 미리 결정된 제3기준값( $TH_3$ )을 비교한다. 여기서 상기 제3기준값( $TH_3$ )은 실험에 의해 구해지며, 여기서는 '1.5'로 가정한다. 만일, 상기  $MPR_e$ 가 상기 제3기준값( $TH_3$ )보다 작으면 변조차수( $m_k$ )를 3으로 결정한다. 즉, 현재 재전송에서 사용할 변조방식(혹은 변조기)을 8-PSK로 결정한다. 만일, 상기 계산된  $MPR_e$ 가 상기 제3기준값( $TH_3$ )보다 크거나 같으면, 상기 변조기 선택기(1407)는 1015단계로 진행하여 변조차수를 4로 결정한다. 한편, 상기 계산된  $MPR_k$ 가 상기 제2기준값( $TH_2$ )보다 크면, 상기 변조기 선택기(1407)는 상기 1015단계로 진행하여 변조차수를 4로 결정한다. 즉, 현재 재전송에서 사용할 변조방식(혹은 변조기)을 16-QAM으로 결정한다.
- <99> 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 재전송을 사용하는 시스템에서, 사용가능한 변조방식을 QPSK, 8-PSK, 16-QAM으로 정할 때 초기전송과 재전송시에 변조방식(또는 변조차수)을 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다. 상기 도 11은 상기 <표 1>에서 기술한 초기 전송의 변조방식 결정 절차와 상기 표 3에서 기술한 재전송의 변조방식 결정 절차를 동시에 도시한 것으로, 상기 변조기 선택기(1407)에서 수행된다.
- <100> 상기 도 11을 참조하면, 먼저 변조기 선택기(1407)는 1101단계에서 현재 전송에서 전송할 인코더 패킷 크기, 사용가능한 월시부호의 개수 및 서브패킷당 슬롯의 개수를 이용해 현재의 주파수대역효율도(spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_k$ 를 계산한다. 상기  $MPR_k$ 는 상술한 <수학식 5>와 같이 구해진다. 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1103단계에서 전송회수를 나타내는 변수 k가 1인지를 검사한다. 즉, 현재 전송이 초기 전송인지를 검사한다. 만일, 현재 전송이 초기 전송(k=1)일 경우, 상기 변조기 선택기(1407)는 1105단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 정해진 상기 제3기준값( $TH_3$ )을 비교한다. 만일 상기  $MPR_k$ 가 상기 제3기준값보다 작으면 1107단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 2(QPSK)로 결정하고, 그렇지 않으면 1119단계로 진행하여 변조차수를 4(16-QAM)로 결정한다.
- <101> 한편, 상기 초기 전송이 아닌 경우, 상기 변조기 선택기(1407)는 1109단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 결정된 상기 제1기준값( $TH_1$ )을 비교한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제1기준값( $TH_1$ )보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 상기 1107단계로 진행하여 상기 변조차수를 2(QPSK)로 결정하고, 그렇지 않으면 1111단계로 진행하여 상기  $MPR_k$ 와 상기 제2기준값( $TH_2$ )을 비교한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제2기준값( $TH_2$ )보다 크면, 상기

변조기 선택기(1407)는 상기 1119단계로 진행하여 변조차수를 4(16-QAM)로 결정한다.

- <102> 반면, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제2기준값보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 1113단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 현재 이전의 시점(1,2,3,...,k-1)까지 전송된 서브패킷들에 의한 주파수대역효율도를 나타내는  $MPR_p$ 를 가지고 과거에 수행된 전송과 현재 전송을 고려한 등가 주파수대역효율도(equivalent spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_e$ 를 계산한다. 여기서, 상기  $MPR_e$ 는 상술한 <수학식 6>과 같이 구해지며, 상기  $MPR_p$ 는 재귀적 방식에 의해 구해진다.
- <103> 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1115단계에서 상기 계산된  $MPR_e$ 와 미리 결정된 상기 제3기준값( $TH_3$ )을 비교한다. 만일, 상기  $MPR_e$ 가 상기 제3기준값( $TH_3$ )보다 작으면 1117단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 3(8-PSK)으로 결정하고, 상기  $MPR_e$ 가 상기 제3기준값( $TH_3$ )보다 크거나 같으면, 상기 변조기 선택기(1407)는 상기 1119단계로 진행하여 변조차수를 4(16-QAM)로 결정한다.
- <104> 도 12는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 재전송을 사용하는 시스템에서, 재전송에서 사용가능한 변조방식을 QPSK, 16-QAM으로 정할 때 재전송시에 변조방식(또는 변조차수)를 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다. 도 12는 상기 <표 4>에서 기술한 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시한 것으로, 상기 도 14의 변조기 선택기(1407)에서 수행된다.
- <105> 상기 도 12를 참조하면, 먼저 변조기 선택기(1407)는 1201단계에서 현재 전송에서 전송할 인코더 패킷 크기, 사용가능한 윌시부호의 개수 및 서브패킷당 슬롯의 개수를 이용해 현재의 주파수대역효율도(spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_k$ 를 계산한다. 상기  $MPR_k$ 는 상술한 <수학식 5>와 같이 구해진다. 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1203단계에서 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 정해진 제4기준값( $TH_4$ )을 비교한다. 상기 제4기준값( $TH_4$ )은 실험에 의해 정해지는 값으로, 여기서는 상기 제1기준값과 상기 제2기준값의 평균값인 2.5로 가정한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제4기준값( $TH_4$ )보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 1205단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 2(QPSK)로 결정하고, 그렇지 않고 상기  $MPR_k$ 가 상기 제4기준값( $TH_4$ )보다 크면 1207단계로 진행하여 상기 변조차수( $m_k$ )를 4(16-QAM)로 결정한다.
- <106> 도 13은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 재전송을 사용하는 시스템에서, 재전송에서 사용가능한 변조방식을 QPSK, 16-QAM으로 정할 때 초기전송과 재전송시에 변조방식(또는 변조차수)을 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다. 도 13은 상기 <표 1>에서 기술한 초기 전송의 변조방식 결정 절차와 상기 <표 4>에서 기술한 재전송의 변조방식 결정 절차를 동시에 도시한 것으로, 상기 도 14의 변조기 선택기(1407)에서 수행된다.
- <107> 상기 도 13을 참조하면, 먼저 변조기 선택기(1407)는 1301단계에서 현재 전송에서 전송할 인코더 패킷 크기, 사용가능한 윌시부호의 개수 및 서브패킷당 슬롯의 개수를 이용해 현재의 주파수대역효율도(spectral efficiency)를 나타내는  $MPR_k$ 를 계산한다. 상기  $MPR_k$ 는 상술한 <수학식 5>와 같이 구해진다. 그리고, 상기 변조기 선택기(1407)는 1303단계에서 전송회수를 나타내는 변수 k가 1인지를 검사한다. 즉, 현재 전송이 초기 전송인지를 검사한다. 만일, 현재 전송이 초기 전송(k=1)일 경우, 상기 변조기 선택기(1407)는 1305단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 정해진 상기 제3기준값( $TH_3$ )을 비교한다. 만일 상기  $MPR_k$ 가 상기 제3기준값보다 작으면 1307단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 2(QPSK)로 결정하고, 그렇지 않으면 1311단계로 진행하여 변조차수를 4(16-QAM)로 결정한다.
- <108> 한편, 상기 초기 전송이 아닌 경우, 상기 변조기 선택기(1407)는 1309단계로 진행하여 상기 계산된  $MPR_k$ 와 미리 정해진 상기 제4기준값( $TH_4$ )을 비교한다. 만일, 상기  $MPR_k$ 가 상기 제4기준값( $TH_4$ )보다 작거나 같으면 상기 변조기 선택기(1407)는 상기 1307단계로 진행하여 변조차수( $m_k$ )를 2(QPSK)로 결정하고, 그렇지 않고 상기  $MPR_k$ 가 상기 제4기준값( $TH_4$ )보다 크면 상기 1311단계로 진행하여 상기 변조차수( $m$ )를 4(16-QAM)로 결정한다.
- <109> 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 복수개의 변조방식을 사용하는 통신시스템의 송신기 구성을 도시하고 있다.
- <110> 도 14를 참조하면, 채널부호기(Channel Encoder)(1401)는 채널에서 발생하는 오류를 정정하기 위한 오류정정부호(Forward Error Correction Codes : FEC)를 생성하는 부호기이다. 리던던시 선택부(Redundancy Selection)(1402)는 재전송이 요청되는 경우 미리 주어진 리던던시 선택방식에 따라 부호율에 해당되는 특정 리



던던시를 선택하는 장치이다. 통상 이 장치를 통해서 "Incremental Redundancy(IR)"가 구현된다. 변조기 선택기(1407)는 주어진 알고리즘을 수행하여 현재 전송에서 사용할 최적의 변조방식을 결정하고, 상기 결정된 변조방식에 사용하는 변조기를 선택하기 위한 선택신호를 역다중화기(1403)로 출력한다. 다음으로, 역다중화기(DEMUX)(1403)는 상기 변조기 선택기(1407)로부터의 상기 선택신호에 따라 상기 리던던시 선택부(1402)의 출력을 해당 변조기로 출력한다. 복수개의 변조기들(1404-1 ~ 1404-N)은 상기 역다중화기(1403)로부터 출력되는 신호를 정해진 변조방식에 의해 변조를 수행한다. 여기서, 상기 복수개의 변조기들은 변조차수가 2인 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 변조차수가 3인 8-PSK(Phase Shift Keying), 변조차수가 4인 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 등이 될 수 있다. 다음으로, 선택적인 장치로 예를 들어 부호분할다중접속(CDMA) 시스템의 경우에 확산기(1405) 등이 사용된다. 그리고 최종적으로 RF 송신기(1406)를 통해서 패킷을 송신한다.

<111> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 다시 말해, 본 발명이 QPSK, 8-PSK, 16QAM 변조방식을 예로 들어 설명하고 있지만, 본 발명이 상기한 변조방식들에 국한되지 아니하며, 다른 변조방식들에 대해서도 본 발명을 적용할 수 있음은 자명하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**발명의 효과**

<112> 상술한 바와 같이, 본 발명은 가변적인 변조방식을 사용하고 IR 방식의 복합재전송 방식을 지원하는 통신시스템에서 재전송이 발생할 때 이전에 전송된 서브패킷을 고려한 AMC(adaptive modulation & coding)의 선택방식에 관한 기준을 제시하고, 이를 근거로 재전송에 가장 효율적인 변조방식과 이에 따른 부호율을 결정하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다. 즉, 최적의 변조방식을 사용함으로써 전송시스템의 효율을 극대화할 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

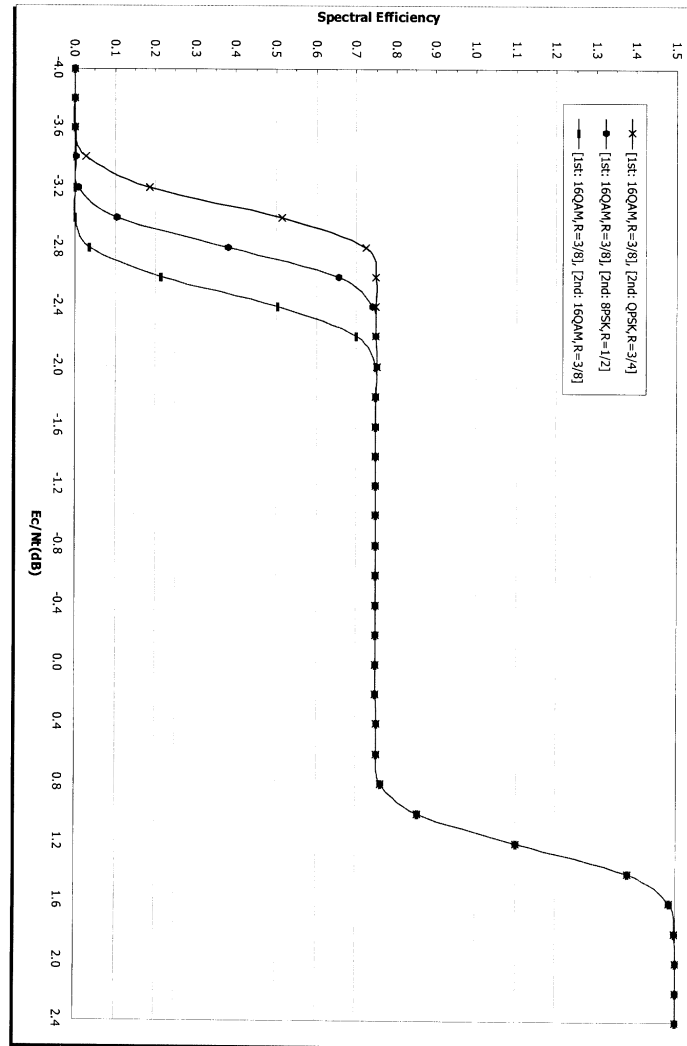
- <1> 도 1은 MPR2=1.5, MPRe=0.75일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율(spectral efficiency)의 변화를 재전송에 사용된 변조방식(QPSK, 8-PSK, 16-QAM) 별로 나타낸 도면.
- <2> 도 2는 MPR2=1.5, MPRe=0.5일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <3> 도 3은 MPR2=2.0, MPRe=0.545일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <4> 도 4는 MPR2=2.4, MPRe=0.571일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <5> 도 5는 MPR2=2.667, MPRe=1.412일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <6> 도 6은 MPR2=3.0, MPRe=0.6일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <7> 도 7은 MPR2=3.2, MPRe=1.548일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <8> 도 8은 MPR2=6.0, MPRe=2.0일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <9> 도 9는 MPR2=6.0, MPRe=1.2일 경우, Ec/Nt(dB)의 증가에 따른 주파수대역효율의 변화를 재전송에 사용된 변조방식 별로 나타낸 도면.
- <10> 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.
- <11> 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 초기전송 및 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.
- <12> 도 12는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.

<13> 도 13은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 초기전송 및 재전송의 변조방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.

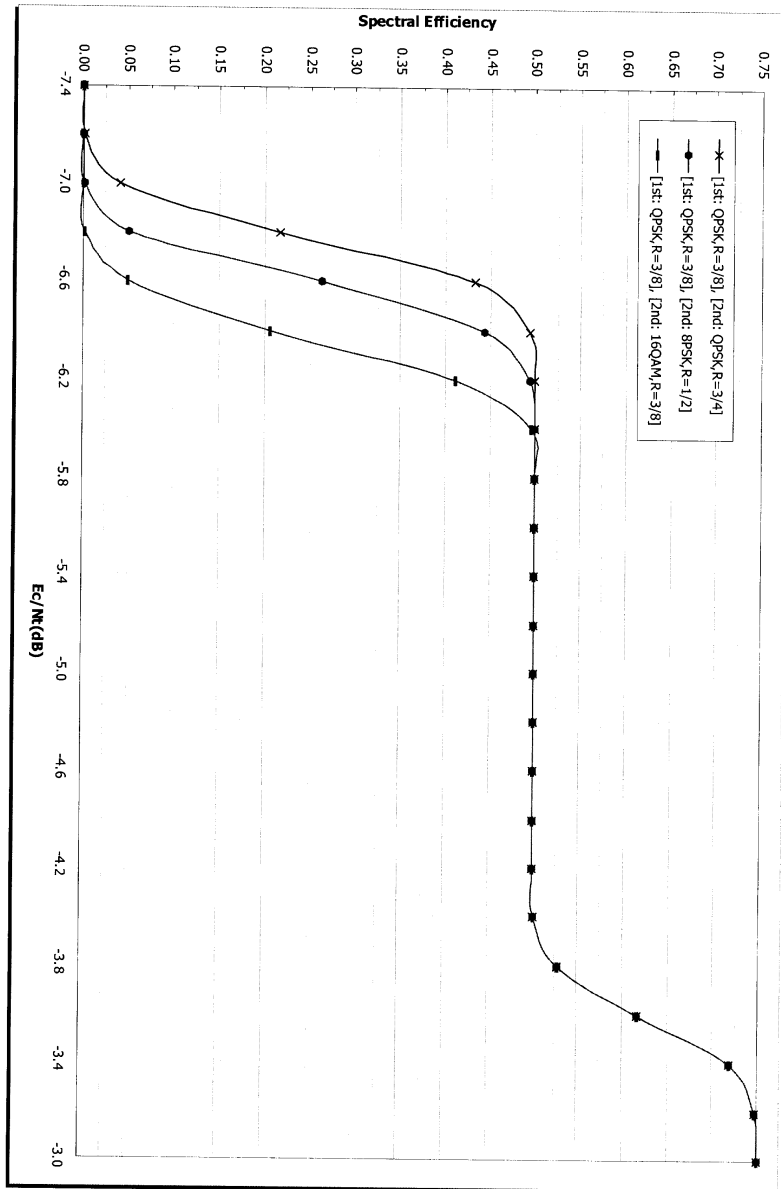
<14> 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 복수개의 변조방식을 사용하는 통신시스템의 송신기 구성을 보여주는 도면.

도면

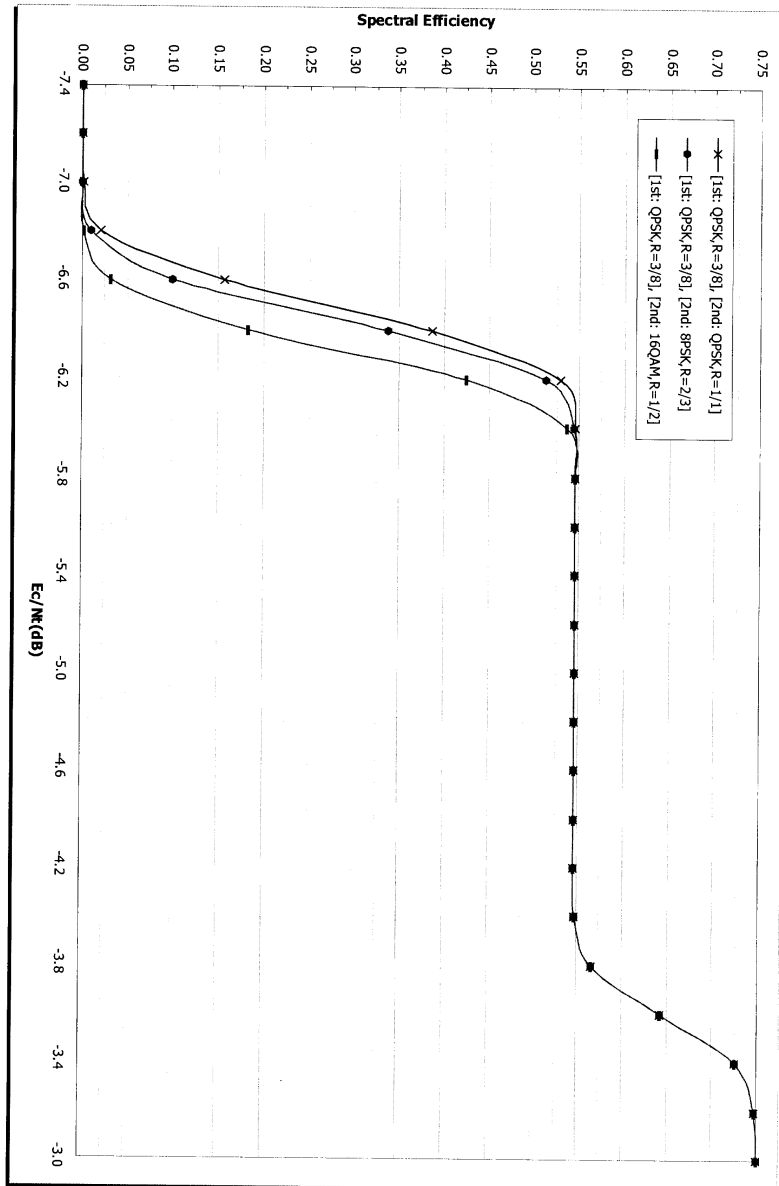
도면1



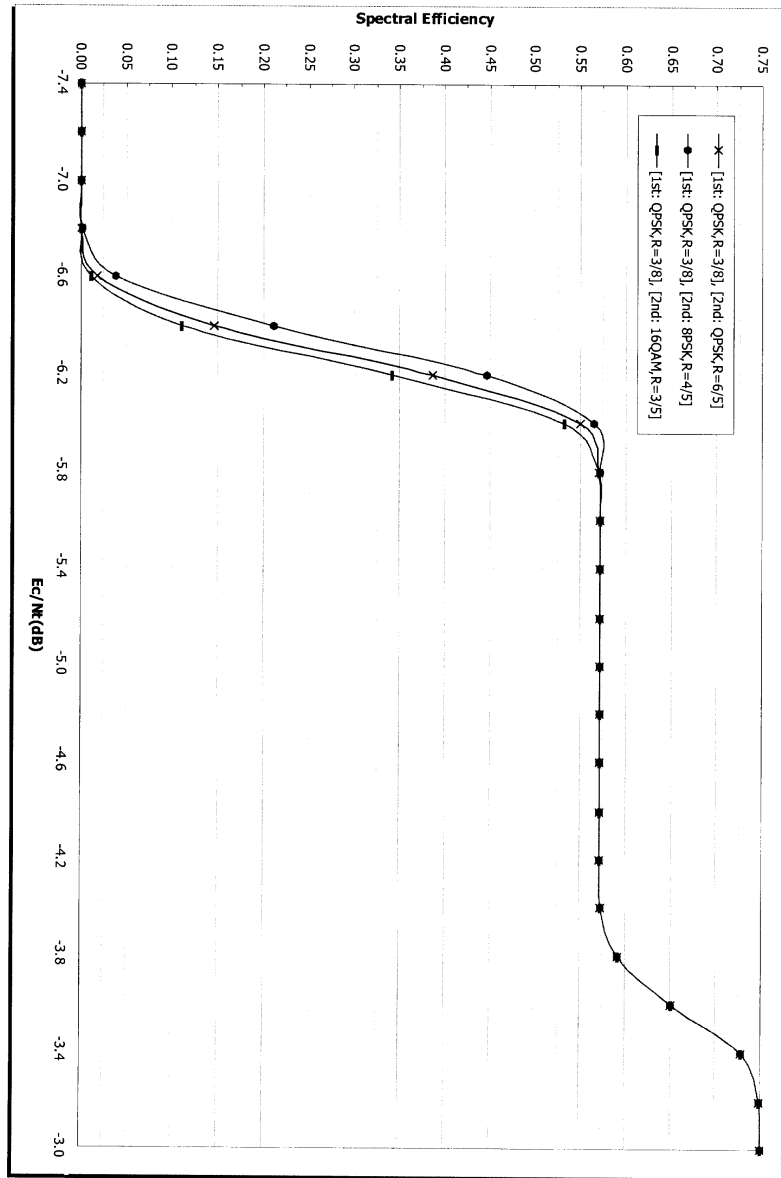
도면2



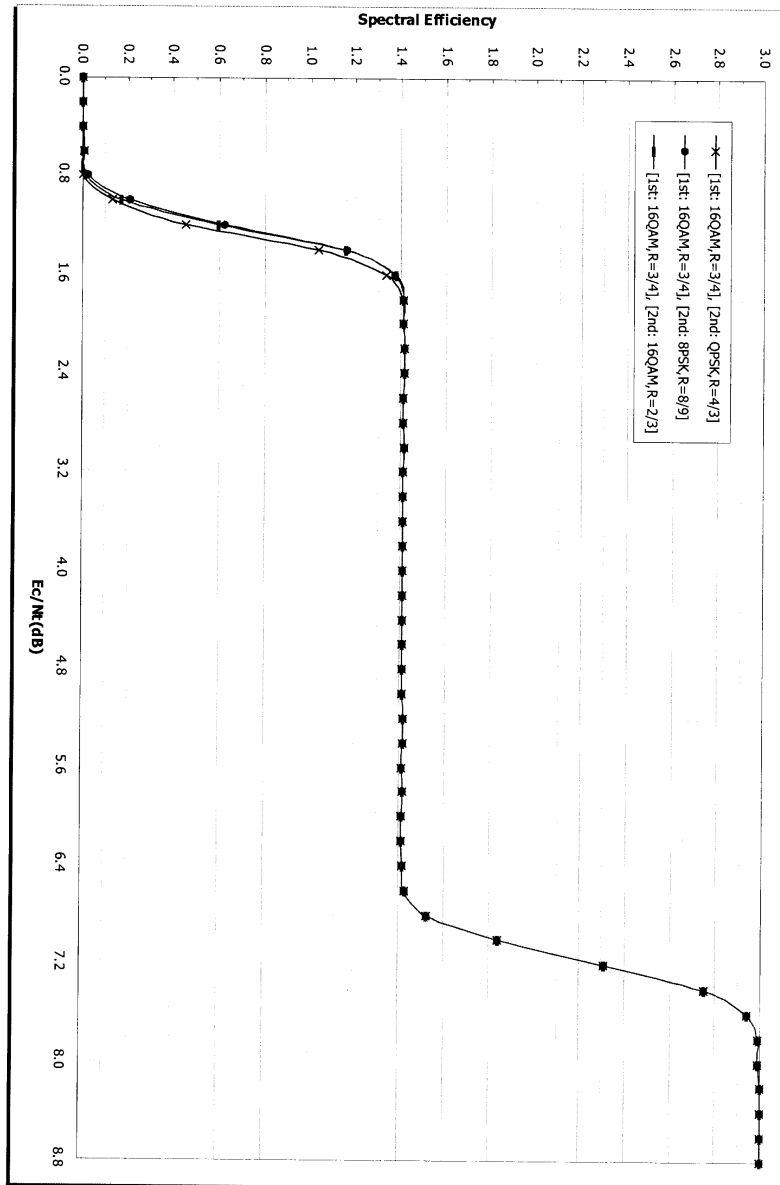
도면3



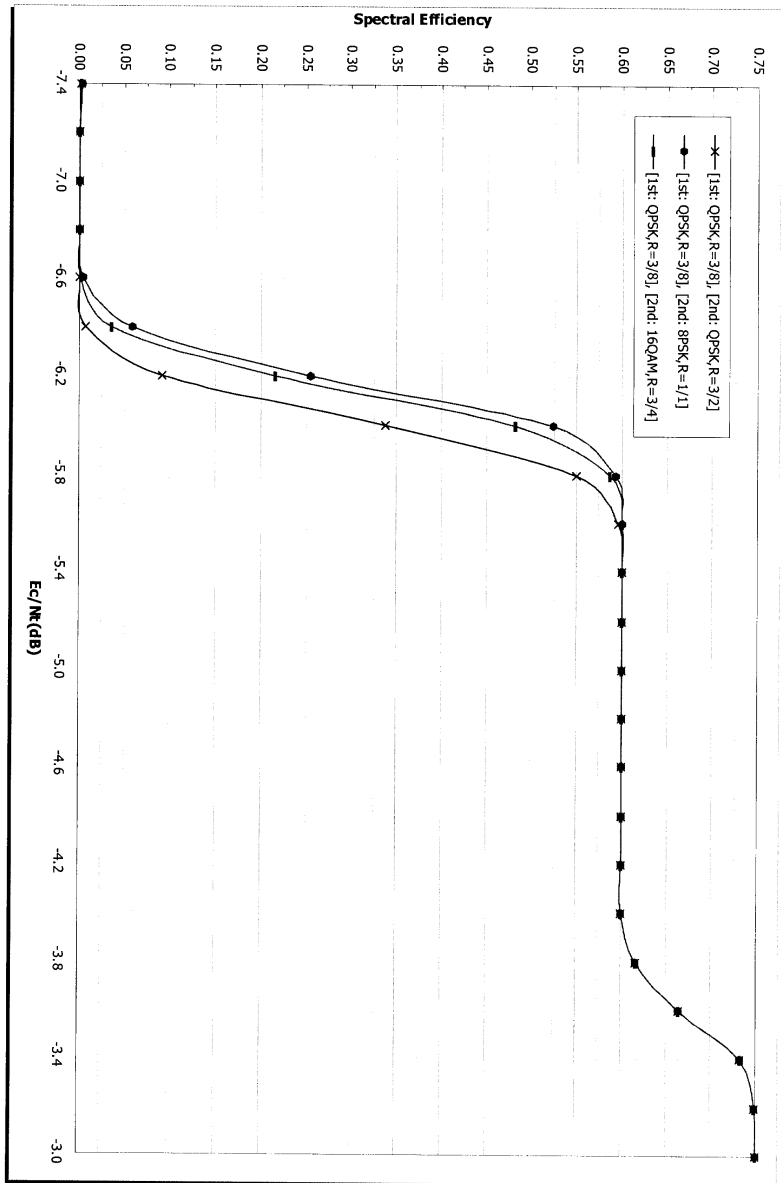
도면4



도면5

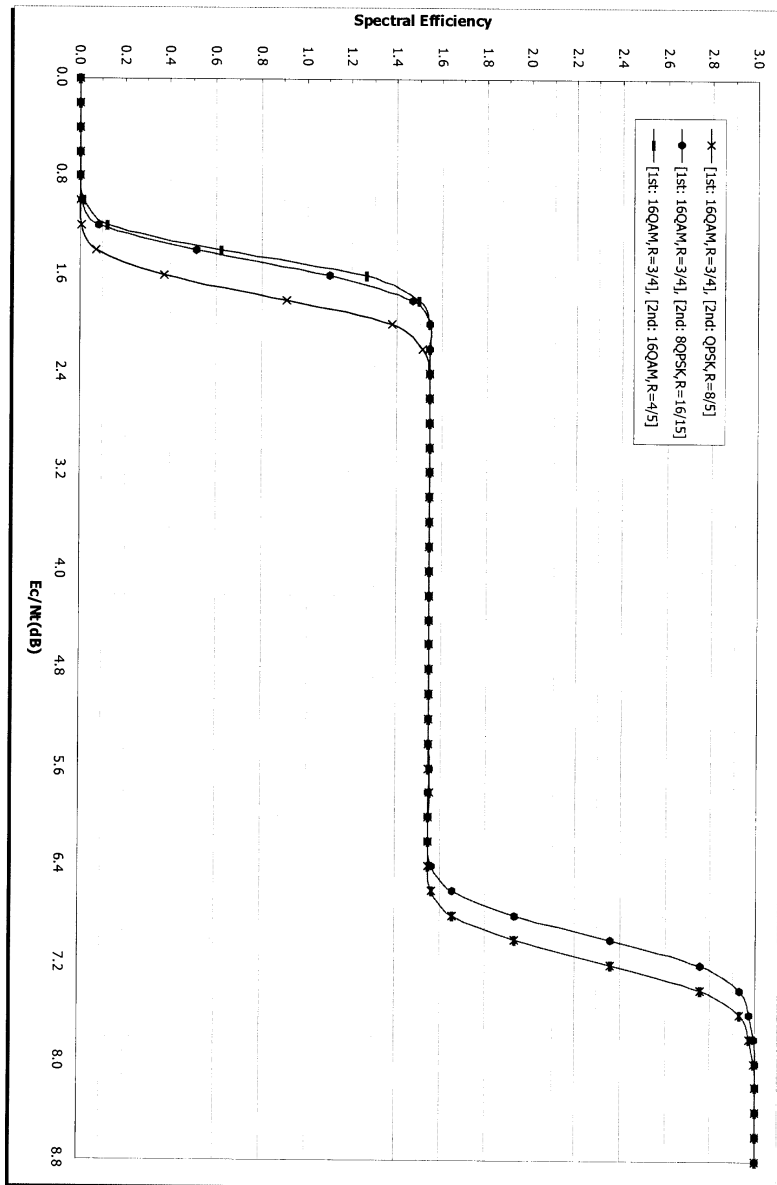


도면6

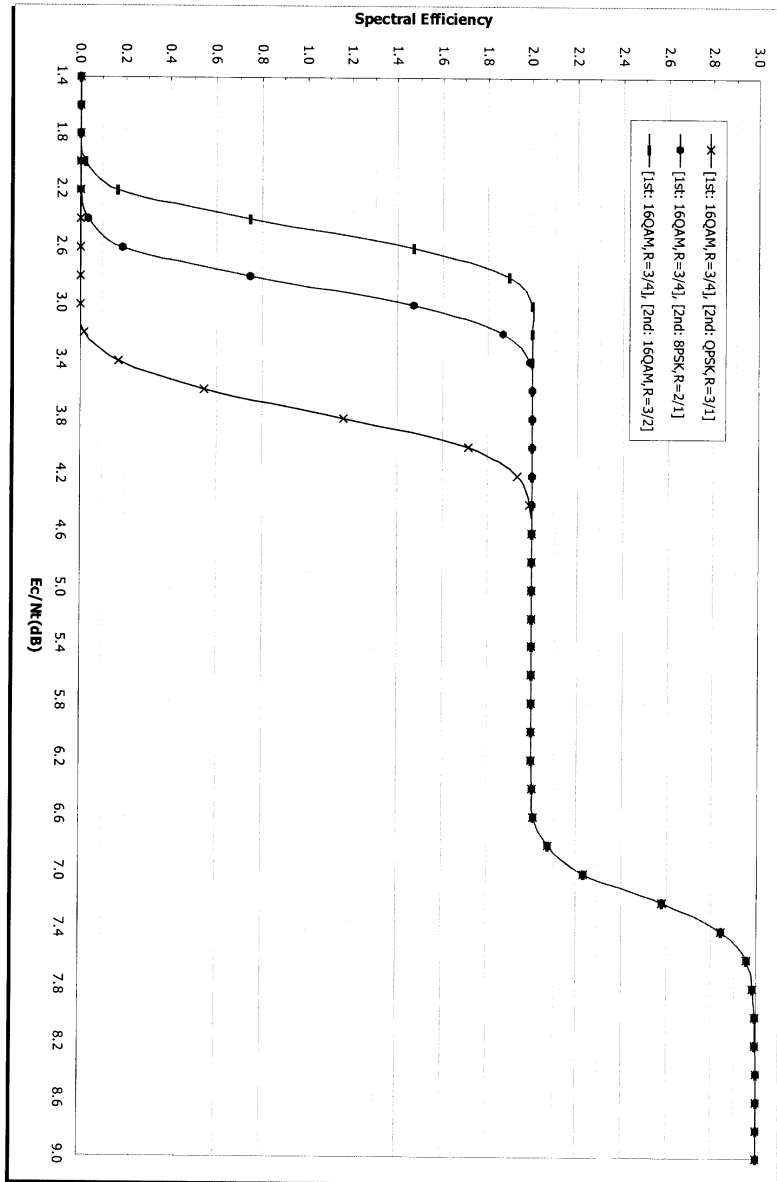




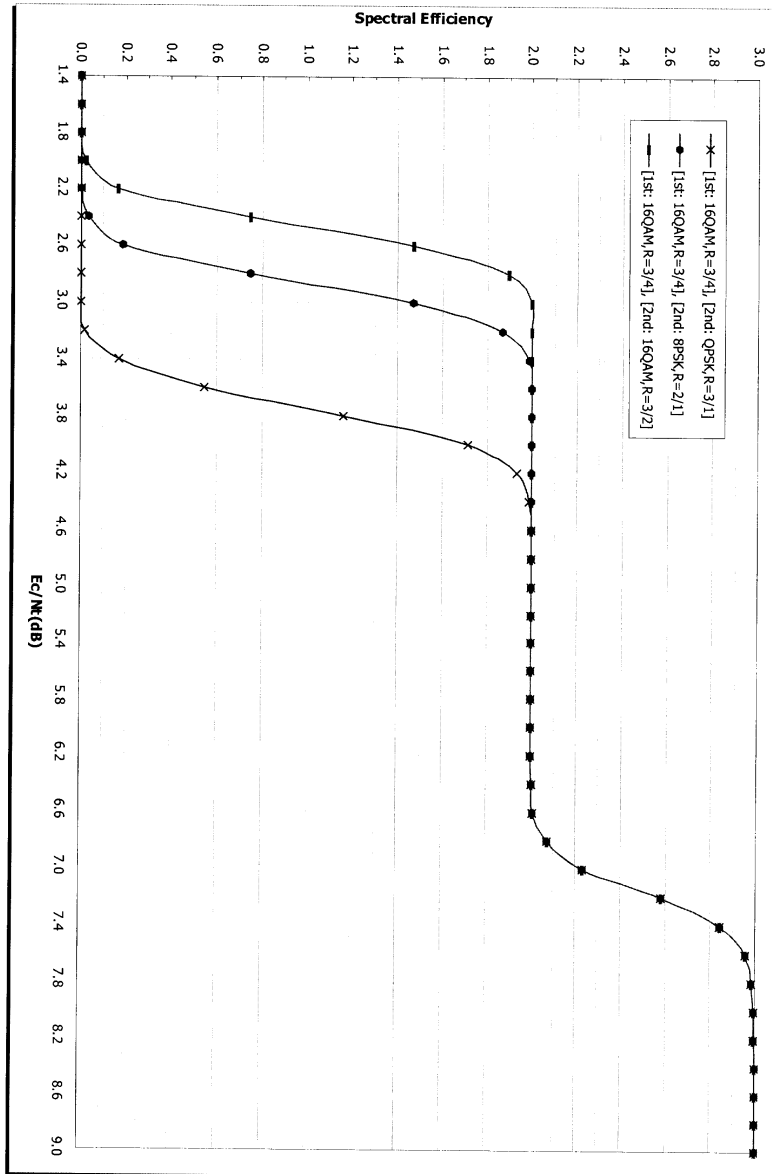
도면7



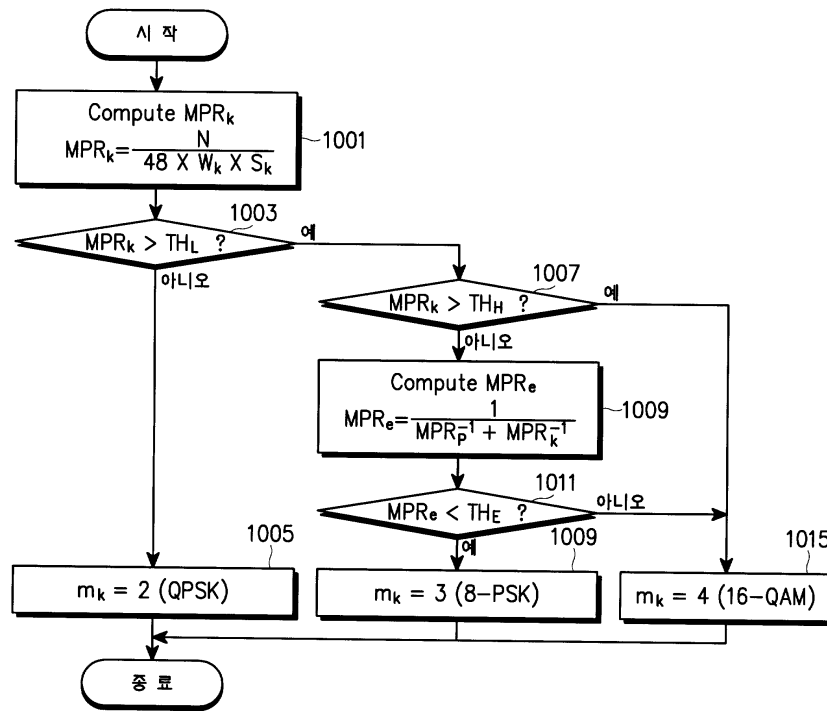
도면8



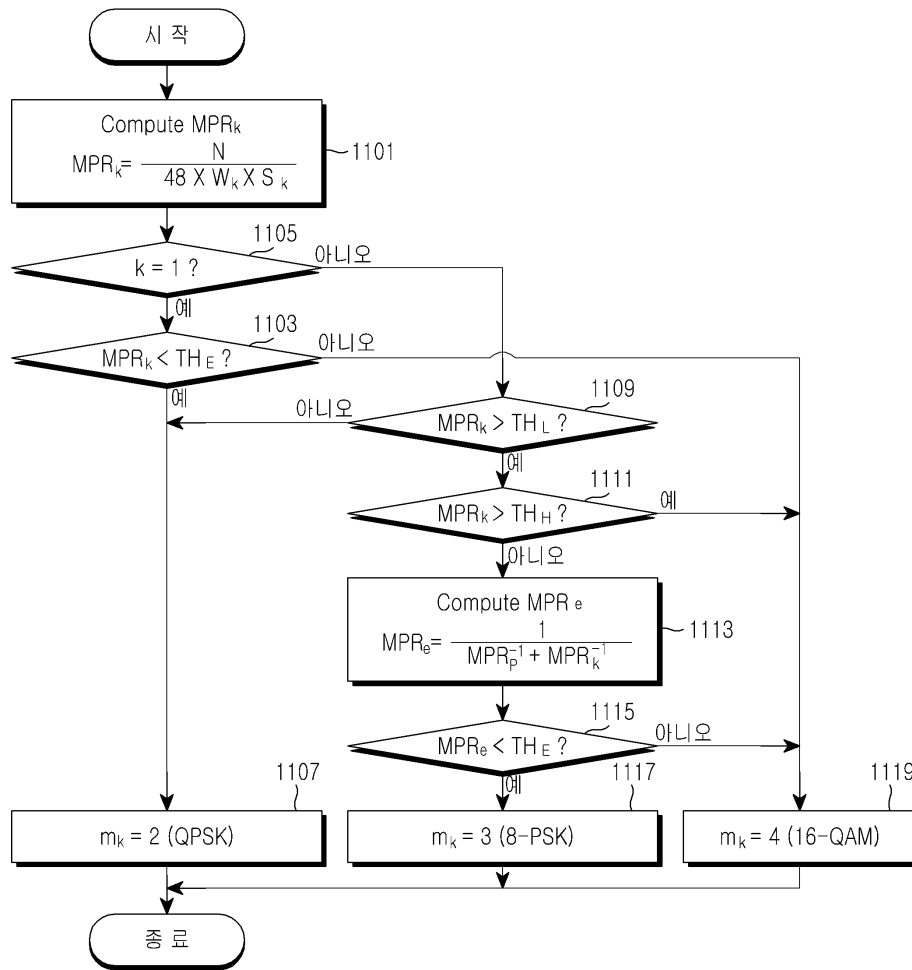
도면9



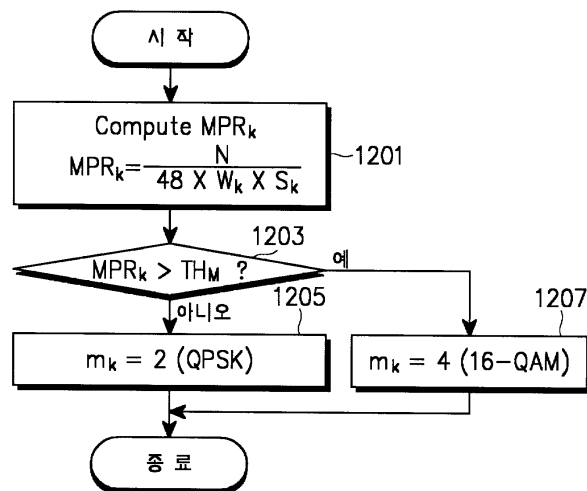
도면10



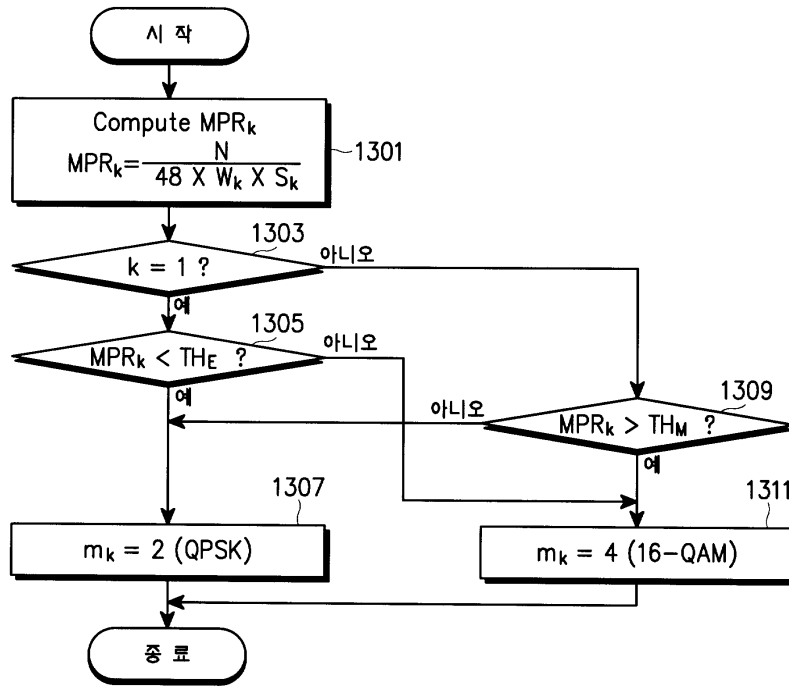
도면11



도면12



도면13



도면14

