

일본 표준에 기초한 디지털 셀룰러 시스템의 개발

디지털 셀룰러 시스템의 일본 표준은 RCR(Research & Development Center for Radio Systems : 무선 시스템 연구 개발 센터)에 의해 1991년 4월 RCR STD-27(디지털 셀룰러 통신 시스템)로 정해졌다.

요 약

일본 표준에 기초한 3-채널 TDMA 디지털 셀룰러 시스템이 개발되고 있다. OSI모델에 따라 설계된 이 시스템은 장래의 향상된 서비스를 융통성 있게 제공하도록 ISDN에 연결될 수 있다.

이 논문은 제안된 시스템의 망 구조와 시스템 구조를 소개한다. 스펙트럼을 효율적으로 이용하고 융통성 있는 채널/신호 방식 구조가 기술되고 경제적인 소형 하부 구조의 구성을 보인다.

이 소재는 1991.5.23~31에 개최된 CCIR TG8/1회의에 발표된 논문을 번역 게재하였음

개 요

1990년 9월 일본에서의 가입자 수는 약 68만이었는 데 지금까지 1년에 두 배 이상의 증가를 보이고 있다. 차세대 이동통신 시스템은 새로운 서비스를 포함하여 다양한 요구 조건들을 만족시키면서 더욱 큰 용량을 갖는 시스템이 될 것으로 기대되고 있다.

제안된 디지털 셀룰러 시스템은 협대역 디지털 변조 방식과 저 전송 속도(Bit Rate)의 음성 CODEC을 채용함으로써 스펙트럼을 효율적으로 이용한다. 그밖에 TDMA방식의 사용에 따라 무선 연결 제어 기능을 향상시킴으로써 훨씬 작은 크기의 셀 배치가 가능해지는데 이는 스펙트럼을 더욱 효율적으로 이용할 수 있게 한다. 향상된 연결 제어나 새로운 서비스들(ISDN, 패킷 등)을 시스템이 융통성 있게 수용할 수 있도록 OSI에 따른 계층화된 신호 방식이 적용되었다.

일본에서의 디지털 셀룰러 시스템에 대한 기술적인 요구 사항들을 1990년 6월 통신 기술위원회에 의해 보고되었다. 통일된 무선 접속 규격은 1991년 초반까지 정해될 것이다. 여기에 제안된 시스템은 이러한 표준화 과정에 근거하여 개발중이다.

망 구조

최근, 다양한 텔리매틱 서비스가 ISDN이나 패킷망과 같은 고정망을 통하여 제공되고 있다. 미래의 디지털 셀룰러 시스템은 고정망 이러한 서비스를 향상시켜 나가듯이 더 고급의 서비스를 제공할 것이다.

그림1은 디지털 셀룰러와 고정망의 구조를 보여주고 있다. 셀룰러 시스템은 ISUP(ISDN User Part)에 의해 ISDN에 연결되고, ISDN을 통해 PSTN과 PSPDN(Packet Switched Public Data Network)에 연결된다.

MMC(Mobile Communication Control Center)는 Gate-MCC, Visit-MCC, 그리고 Home-MCC로 분류된다. 전체 하부 구조의 비용을 최소화하기 위해 이중 계층망은 G-MCC와 V-MCC로 구성된다.

시스템설계

(1) 기본적인 시스템 설계 가변 요인

표 1은 제안된 시스템의 기본적인 설계 가변 요인들을 보여주고 있다.

일본에서는 새로운 주파수 대역이 디지털 시스템에 할당되었다. 우선 130MHz의 듀플렉스 간격을 갖는 800/900MHz 대역이 사용된다. 다음 단계로 48MHz의 듀플렉스 간격을 갖는 1.5 GHz 대역을 사용하게 될 것이다.

기존의 아날로그 시스템과의 공존성을 고려하여 디지털 시스템은 반송파 간격은 25MHz로 결정되었다.

다중 접근 방식으로는 TDMA가 채택되었다. 이동 협조 핸드오버와 같은 향상된 연결 제어는 TDMA프레임을 이용하여 수행된다.

다음의 요구 사항은 충족시키기 위해 변조 방식은 $\pi/4$ Shifted QPSK로 결정되었다.

- 스펙트럼의 효율적 이용
- 선형 전력 증폭의 용이
- 검파의 이용

스펙트럼의 Roll-Off 인자는 서로 상충되는 인접 채널간 간섭과 전력 증폭기의 효율성에 관련된다. 이러한 요인들의 균형을 맞추기 위해 Roll-Off 인자는 0.5로 최적화했다.

TDMA슬롯들의 수는 3으로 선택되었다. 앞으로 기존에 비해 절반의 전송 속도를 갖는 음성 CODEC이 개발되면 슬롯 수는 6으로 늘어날 것이다.

(2) 논리적 채널 구조

논리적 채널 구조는 시스템의 기능과 서비스들이 장래에 융통성 있게 향상되도록, 시스템의 기능들이 각 채널에 적절히 할당될 수 있게 설계되어야 한다. 그림 2는 CCITT의 기능적 단위 넘에 근거한 제안된 논리적 채널 구조를 보여주고 있다.

(3) TCH와 ACCH에 대한 무선 채널 구조

그림 3은 TCH와 ACCH에 대한 TDMA프레임 구조를 보여주고 있다. TDMA버스트 간의 완충 시간(Guard Time)은 6비트(3심벌)이다. 이 값은 20km의 초대 셀 반경에 해당된다.

상향 및 하향 램프 버스트 진폭에 대해 추가로 4비트(2심벌)가 할당된다.

이전 버스트에 의해 클럭 및 프레임 동기가 맞춰지므로 동기어(Synchronization Word)는 버스트의 선두에 있을 필요가 없게 된다. 트레이닝어(Training Word)는 버스트의 중간에 오는 것이 더 나으므로 20비트의 동기 및 트레이닝어가 각 버스트의 중심부에 할당된다.

BS를 식별하기 위하여 색 부호(Color Code)가 사용된다. 스틸 플래그(Steal Flag)는 TCH와 FACCH를 구별한다. D는 RCH(House Keeping 비트열)나 SACCH를 위해 사용된다. RCH는 실시간 제어를 위해 사용된다. RCH를 사용하여 현재 사용중인 채널의 수신 전위와 비트 오류가 보고되고 출력 전력이 조정된다.

(4) 제어 채널 구조

그림 4는 CAC에 대한 프레임 구조를 보여주고 있다. CAC는 BCCH, CCCH, 그리고 UPCH로 구성된다. CCCH는 호출(Paging)을 위한 채널(PCH)과 신호(Signalling)를 위한 채널(SCCH)로 분류된다. 기지국들은 CCCH들에 대해 개별적으로 주파수를 사용한다.

CAC 프레임의 완충 시간은 기지국에서 이동국으로서의 역방향 채널(Reverse Channel) 버스트들 간의 상대적인 시간 간격이 불규칙하므로 TCH프레임의 완충 시간보다 길어야 한다. 충돌 제어(Collision Control)비트열은 역방향 채널들의 램덤 액세스를 제어하기 위해 사용된다. 클럭 동기를 맞추기 위해 첫번째 CAC 버스트의 프리앰플(Preamble)비트열은 이후의 CAC 버스트들에서보다 길어야 한다.

BCCH, PCH, SCCH는 동일한 물리적 채널(Slot)로 사상된다. BCCH, PCH,

SCCH의 위치는 그림 5에 나타나 있다. 하나의 슈퍼프레임은 36프레임으로 구성된다. BCCH는 모든 슈퍼 프레임의 선두에 위치한다. BCCH에 의해 상세한 슈퍼 프레임의 구조가 이동국에 알려진다.

(5) 신호방식구조

1. 요구사항

신호방식의 구조에 대해서 다음 사항들이 요구된다.

- 효율적인 스펙트럼 이용
- ISDN과 같은 향상된 서비스가 융통성 있게 제공될 수 있어야 함.
- 각 계층의 기능이 OSI모델에 의해 정의됨.
- 계층 3은 CCITT와 CCIR 권고안에 따라야 함.

2. 구 조

신호 방식의 구조는 그림 6에 나타난 것처럼 3개의 계층으로 나뉜다. CCIR 권고안에 따라, 계층 3은 다음의 3개의 모듈로 나뉜다.

- 호 제어(Call Control)
- 이동성 관리(Mobility Management)
- 전파 전송 관리(Radio Transmission Management)

스펙트럼 효율성을 키우기 위해 계층 2의 프레임은 이 세 모듈로부터의 정보를 동시에 전달한다.

3. 계층 1

계층 1은 FEC와 CRC 를 이용하여 고신뢰도 신호 전송을 한다. 역방향 채널 CAC에

대한 충돌 제어도 계층 1에서 행해진다.

4. 계층 2

계층 2는 주소 제어와 재전송 제어의 기능을 갖는다. 주소 제어는 기지국과 이동국간의 공통 제어 채널을 이용하여 데이터 링크를 개설한다. 재전송 제어는 고신뢰도의 메시지 전송을 위해 이용된다. 이 절차는 LAPD(CCITT I.440, I.441)에 의거한다.

5. 계층 3

계층 3의 CC, MM, RT 메시지를 계층 2와 같은 프레임에 의해 보내기 위해, CC와 MM과 RT는 계층 3 메시지의 처음 1-3옥텟에 주어진다. 그림 7은 계층 2와 3의 형식을 보여주고 있다.

CC 구조는 CCITT에 표준화된 계층 3의 I-interface (CCITT Rec. I.451)에 기초하고 있다. 그러나 I-interface를 위한 일부 보조 서비스 기능은 많은 정보량을 필요로 한다. ACCH 신호의 속도는 약 1kbps 정도로 낮으므로 이러한 서비스는 큰 전송 지연을 야기하게 된다. 이 지연을 줄이기 위해, I-interface 절차에 덧붙여 이동통신에 적합하도록 간략화된 절차를 제공한다.

(7) 시스템 구성

그림 8에 시스템 구성의 예가 나타나 있다. 비교적 큰 기지국들에 이용된 기본적인 구성이 그림 8(a)에 나타나 있다.

음성 처리 장비(SPE)들은 BS나 MCC 중 아무 곳이나 위치 할 수 있다. 그러나 SPE를 MCC에 장치함으로써, BS와 MCC간의 각각의 64kbps 링크들은 3개의 11.2kbps 트래픽 신호들을 전송 할 수 있게 된다. 따라서, 64kbps 링크는 단 하나의 음성 신호만을 전송하는 기존의 아날로그 시스템에 비해 링크 비용이 상당히 낮게 된다.

MCC에는 보통의 팩시밀리/데이터 신호를 ARQ방식으로 전송되는 11.2kbps 신호로 변환시켜 주는 팩시밀리/데이터 어댑터도 장치된다. 이 구성은 팩시밀리/데이터 어댑터가 모든

BS에 장착되는 경우와 비교하여 비용을 매우 절감할 수 있는 방법이다.

그림 8(b)의 구성은 더 작은 기지국에 이용될 수 있다.

마이크로 셀에 있어서는, 기지국 장비가 차지할 공간이 매우 작아지므로 장비들은 상당히 소형이어야 한다. 아날로그 전송 광섬유 링크를 사용하면, 그림 8(c)에 보이는 것처럼 기지국이 송신기 및 수신기 증폭기로만 구성될 수 있다.

결 론

일본 표준에 따른 TDMA 디지털 이동통신 시스템 설계와 망 구조가 기술되었다. 관련된 채널 구조, 신호 방식 구조, 링크 제어기능들이 설명되었다.

제안된 시스템의 개발이 현재 진행중이다. 이 개발이 완료되면 1992년에는 사용 서비스가 시작될 것이다.

다음 연구 개발의 목표는 현재의 절반의 전송 속도(5.6kbps)를 갖는 음성 CODEC, 새로운 주파수 시스템(1.5GHz), 그리고 새로운 서비스들(ISDN, 패킷 등)이다.

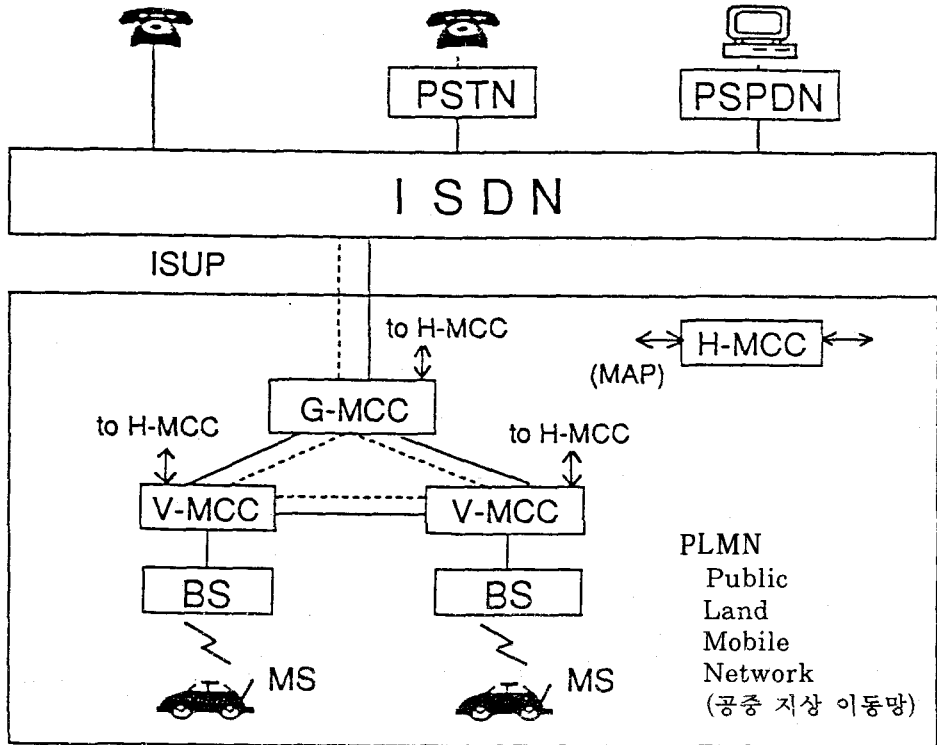


그림 1. 망 구조

표 1. 기본적인 설계의 가변 요인

항 목	규 격
주파수 대역	810 - 826MHz (순방향) 940 - 956MHz (역방향)
800/900MHz	1,477 - 1,513MHz (순방향) 1,429 - 1,465MHz (역방향)
1500MHz (부분적)	
TDMA의 슬롯의 수	3 (6: 기존의 절반의 비트율 CODEC의 경우)
반송파 간격	50kHz (25kHz 인터리빙)
변조	$\pi/4$ shifted QPSK
전송 비트율	(Roll Off 인자 = 0.5)
트래픽 채널 비트율	42kbps
	11.2kbps

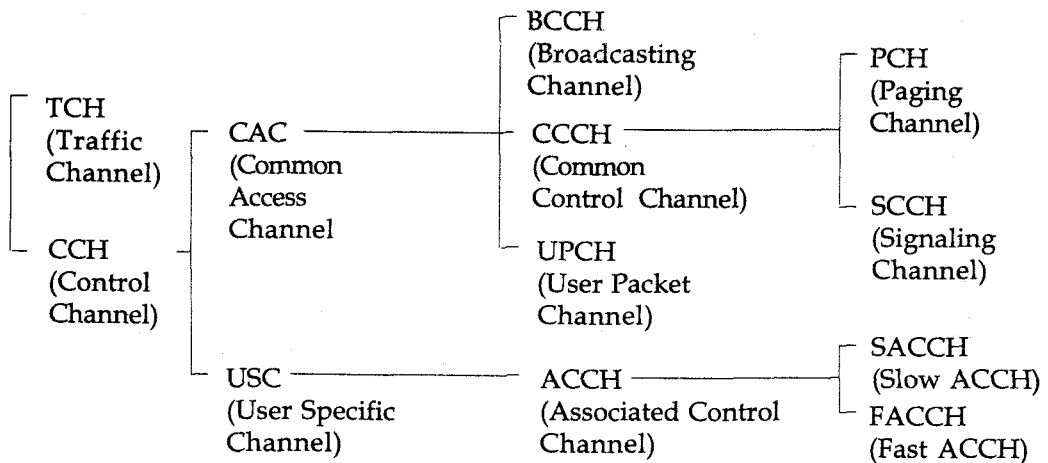


그림 2. 논리적 채널의 구조

REVERSE

R	P	TCH(FACCH)	SW	CC	SF	D	TCH(FACCH)	G
4	2	112	20	8	1	15	112	6

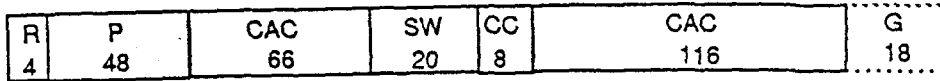
FORWARD

R	P	TCH(FACCH)	SW	CC	SF	D	TCH(FACCH)
4	2	112	20	8	1	21	112

- G: 완충 시간
- R: 램프 시간
- P: 프리앰프
- SW: 프레임 동기어
- CC: 색 부호
- SF: 스틸 플래그
- D: 제어신호

그림 3. TDMA 프레임의 구조 (트래픽 채널)

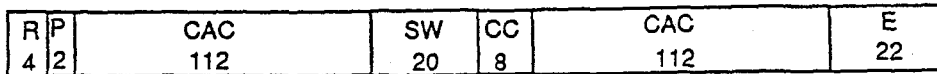
REVERSE (첫번째)



REVERSE (후속 프레임)



FORWARD



- G: 완충 시간
- R: 램프 시간
- P: 프리앰프
- SW: 프레임 동기어
- E: 충돌 제어 비트열

그림 4. TDMA 프레임의 구조(제어 저널)

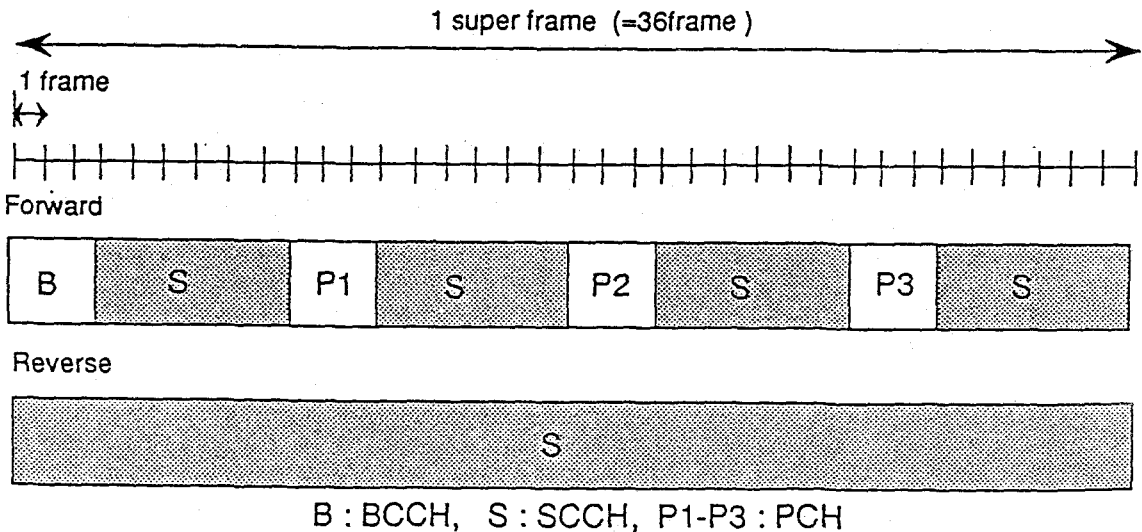


그림 5. 공통 제어 채널의 구조

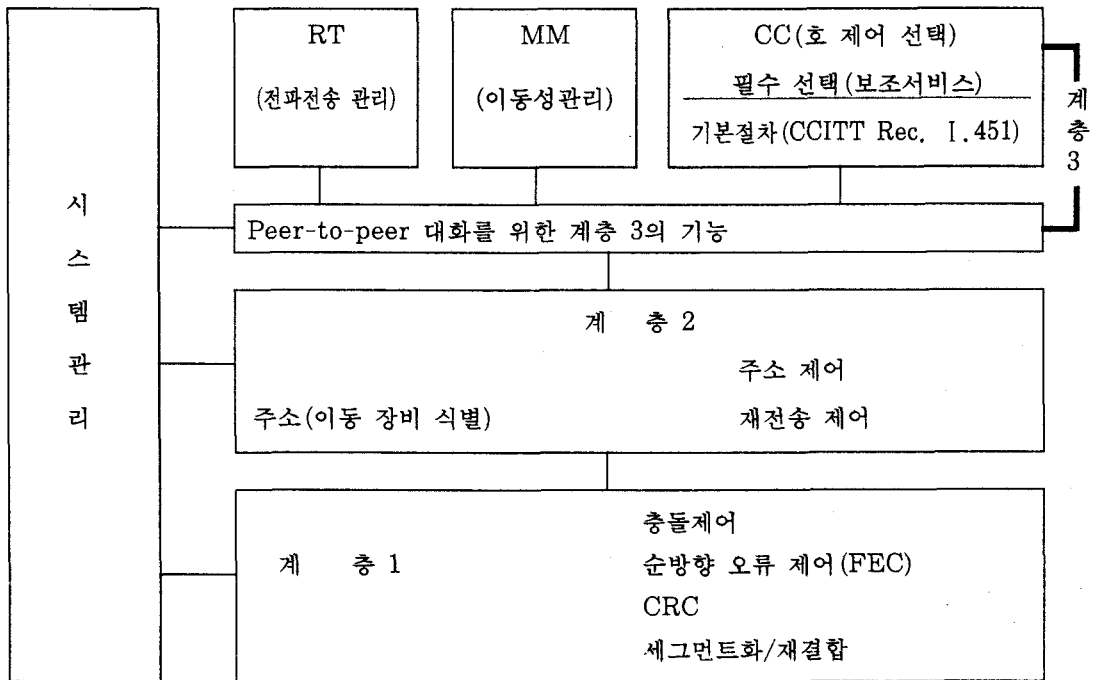
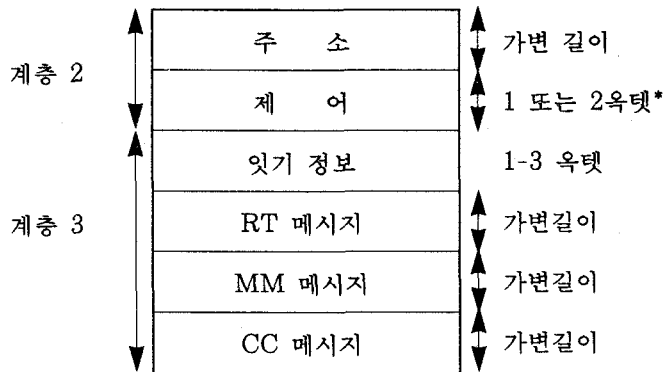
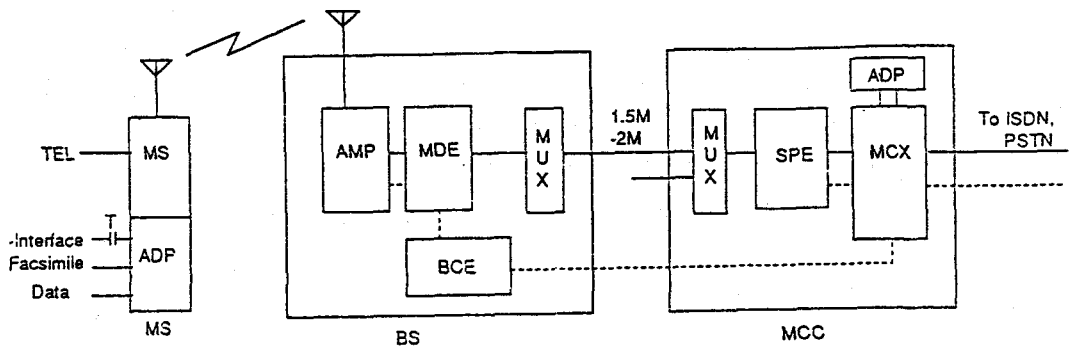


그림 6. 계층적 신호 방식의 구조

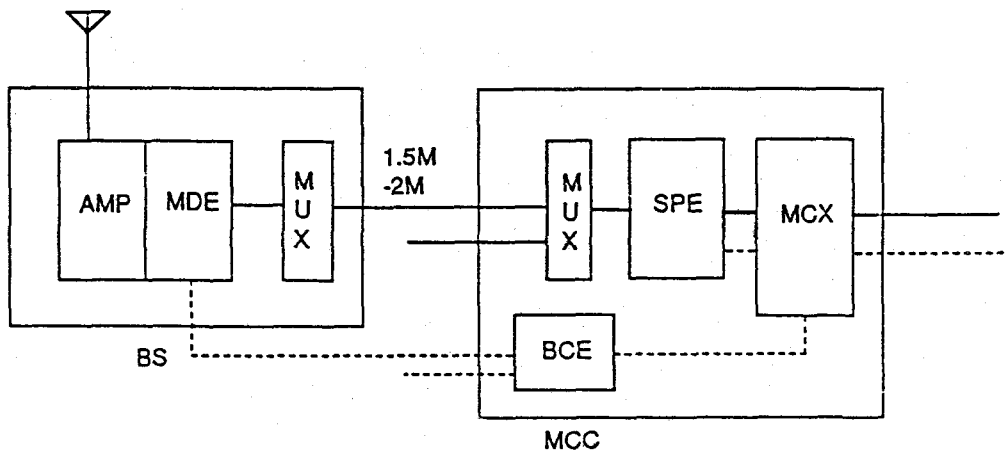


* 부분 재전송 경우 가변 길이

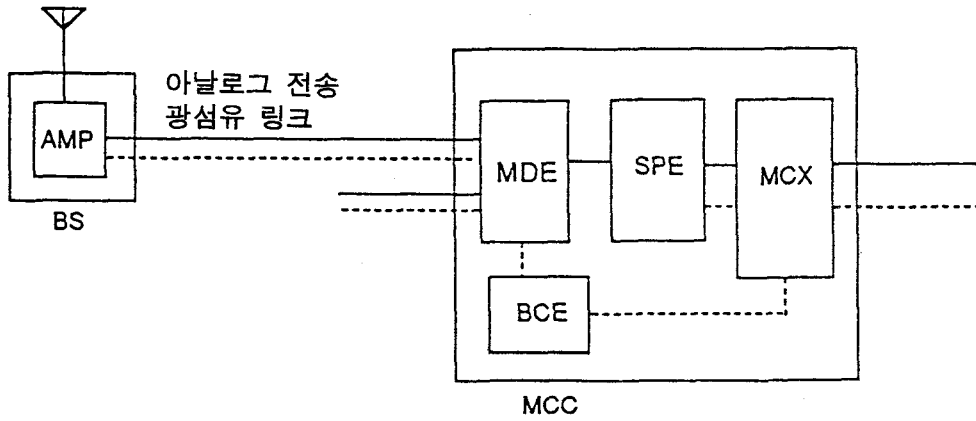
그림 7. 계층 2와 계층 3에 대한 신호 방식의 형식



(a) 기본 구성



(b) 더 작은 기지국



(c) 마이크로 셀 기지국

MS : 이동국

BS : 기지국

MCC: 이동통신 제어 센터

AMP: 송수신 증폭기

MDE: 변복조 장비

BCE: 기지국 제어 장비

SPE : 음성 처리 장비

MCX: 이동통신 스위치

ADP: 팩시밀리와 데이터 어댑터

MUX: 다중화기

Solid Line: 통신링크

Dotted Line: 제어링크

그림 8. 시스템 구성