

자동식별부호 전송기술 연구

김달중 · 염호선 · 김장순

요 약 문

1. 제 목 : 자동식별부호 전송기술 연구

2. 연구의 목적 및 필요성

무한한 공간을 매개로 하여 이루어지는 무선통신은 현대인에게 그 편리성 때문에 이용 욕구가 증대되어 가고 있는 실정이다.

무선통신은 대출력 고정국 위주에서 소출력 이동통신으로 변화 증가 되어가고 있다.

이러한 이동통신의 증가는 한정된 전파자원의 효율적인 이용면에서 볼때 전파감시 여건을 강화하여야 할 시기에 있다.

본 연구는 각 가입자 장비에 고유의 기술적 식별부호를 부여하고 전파감시의 가능성을 제시함을 목적으로 한다.

3. 연구의 내용 및 범위

현재 운용중인 이동통신 시스템을 상호 비교, 분석하였고 ID 신호 전송방식과 가입자 식별부호 전송에 있어 최적의 주파수 대역을 조사하여 ID 구성 방법을 모색해 보았다.

4. 연구 결과

이동통신 시스템의 기술적 특성을 연구하여 최적의 ID 구성 시스템에 필요한 조건을 제시하였다.

또한 ID 전송에 있어서의 주파수 대역중 음성대역을 제시하고, 신호 전송방식에 있어 디지털 ID 변조방식을 살펴보았다.

5. 연구의 기대성과 활용방안

유한한 전파자원의 한계성에 비추어 볼때 기술적인 전파감시를 통해 증가하는 주파수 이용도의 효율성을 높이고, 또한 감시체제의 무인화, 자동화를 꾀하여 전파업무의 부하를 경감하고 나아가 전파의 질 감시에도 기여하리라 생각한다.

목 차

제 1 장 서 론	4
제 2 장 이동통신 시스템	5
1. 주파수 공유통신 (T.R.S)	5
2. 셀룰러 이동 무선전화	13
3. 무선폭출(CP와 IOP) 시스템	20
4. 텔레포인트(CT-2) 시스템	26
제 3 장 가입자 식별부호 전송방안	40
1. I.D 구성방법	40
2. 전송 주파수 대역 조사	41
제 4 장 신호 전송방식	47
1. 아날로그 신호방식	47
2. 디지털 신호방식	47
3. 디지털 I.D변조방식	51
제 5 장 결 론	53
제 6 장 참고 문헌	54

제 1 장 서 론

첨단 전자산업의 발달과 경제구조의 변화는 정보 산업사회를 살아가는 사람들에게 보다 빠른 정보의 제공과 언제 어디서든지 이용이 가능하고 편리성 있는 무선통신 분야에 대한 관심은 점차 증대되고 있으며, 개인의 전파이용에 대한 욕구는 질적, 양적으로 계속 확대되어 가고 있다.

정부에서는 이러한 이동통신(무선통신) 분야에 적합한 주파수 할당을 서두르고 있고, 다수가 전파를 고르게 이용할 수 있게 하기 위하여 관계법령을 정비하는등 전파의 효율적인 이용정책을 추진하고 있지만 한정된 전파자원을 이용하는데는 한계가 있고, 또한 이동체 통신의 이용 증가로 위규통신이 급증하여 전파관리 및 전파이용의 저해요인으로 부각되고 있으므로 전파이용의 사후관리 측면에서 전파감시 여건을 강화하여야 할 단계에 이르렀다.

이러한 전파감시 여건의 변화는 종래의 대출력 고정국 위주에서, 소출력 이동국으로 점차 변화되고 있으며 더 나아가 감시체계의 무인화, 자동화를 꾀하여 전파감시 업무에 대한 부하를 경감하고 불법 전파나 유해한 통신을 사전에 방지할 필요성이 있다. 이를 위해서는 이동체 통신 시스템에 대한 단계적인 감시장비 개발이 요구되며 그에 대한 관리체제도 연구되어야 할 것이다.

이런 면에서 본고에서는 이동체통신 시스템을 살펴보고 소출력국에 대한 감시를 용이하게 수행하기 위해서는 각 가입자 장비에 고유의 식별부호를 기술적으로 부여하고 그 장비를 이용할 시에는 식별부호가 자동적으로 발사될 수 있도록 하여 특정 감시소에서 통화내용과 더불어 당해 식별부호를 수신 분석하여 송신국을 식별케 하는 자동식별부호 전송기술을 연구하여 I.D Code를 이용한 전파질서의 확립과 전파감시 능력을 향상시키는 가능성을 제시하고자 한다.

제 2 장 이동통신 시스템

1. 주파수 공용통신 (T.R.S)

나날이 증가되어 가고 있는 이동 무선통신에 있어서 가장 문제가 되는 점은, 한정된 주파수를 어떻게 하면 효율적으로 사용할 수 있는가 하는 점이다. 이에 착안하여 1976년 처음 개발된 이동통신 방식이 주파수 공용방식(Trunked Radio System)으로 몇개의 주파수를 하나의 GROUP으로 묶어 공동 증계방식으로 사용함으로써 사용자는 자기에게 할당된 주파수중 다른 사용자가 점유하지 않고 있는 어느 주파수중 1개를 점유하여 통신하는 방식으로 미국의 경우 FCC가 10년 전부터 이 방식을 채택하여 사용하고 있으며, 이동통신의 주파수 대역은 400MHz, 800MHz 및 900MHz 대역에서 개방하고, 각국에 대하여 이에 대한 추천을 권고하고 있다.

가. 송신장치

송신장치 사용주파수는 851-870MHz 범위이며 수정제어 위상변조 송신기로서 단일 주파수로 구성되어 있다.

(1) 구성 및 기능

구 성 부	기 능
엑사이드부	- 발진기, 변조기, 체배기 등의 기능을 가지고 있으며 출력(75W)은 전력 증폭부로 공급한다.
전력증폭부	- 전력 증폭부는 병렬로 연결된 4개의 트랜지스터에 의해 엑사이드의 출력 75W를 30-90W로 증폭시킨다.
리피터컨트롤부	- 리피터컨트롤 보드는 수신기의 스케치 되지않은 센서작동 스위치(RUSOS)를 모니터 하거나 기지국 송신기의 PTT 신호를 제어하기 위하여 비지톤 감시 기능을 모니터 하는데 사용된다. 5개의 타이머가 보드내에 포함되어 있으며 이 타이머는 논리회로에 의하여 중요한 기능을 제어한다.

(2) 특 성

구 분	허 용 범 위
<ul style="list-style-type: none"> · FREQUENCY · INPUT POWER (MAXIMUM) · INPUT IMPEDANCE · INPUT LEVEL (MINIMUM) · INITIAL RESPONSE TIME · AUDIO OUTPUT · 600-OHM OUTPUT LEVEL · FREQUENCY RESPONSE · NOTCH FREQUENCY · NOTCH DEPTH · UNSELECTED CHANNEL REJECTION · RESET TIME · LINE FAILURE LOCKOUT TIME(STEADY LINE LEVEL) · TELEPHONE LINE REQUIREMENTS(AC OR DC) · DIMENSIONS(HxWxD)DESK CABINET VOTING SELECTOR PANEL · TEMPERATURE RANGE · RF POWER OUTPUT ADJUSTABLE TO : · CONDUCTED SPURIOUS HARMONIC EMISSION : · MODULATION DEVIATION · FM NOISE : · AUDIO RESPONSE : · AUDIO DISTORTION : · OUTPUT IMPEDANCE : 	<p>851-870MHz</p> <p>89 WATTS 117 VOLTS AC $\pm 10\%$</p> <p>600 ohms</p> <p>-30 dBm</p> <p>LESS THAN 50 MILLISECONDS FROM UNSQU-ELCH TO SELECT</p> <p>5WATTS WITH THAN 5% DISTORTION INTO 3.2 ohms</p> <p>ADJUSTABLE TO + 11dBm</p> <p>± 1dB FROM 300Hz TO 3KHz</p> <p>EXCEPT FOR NOTCHING FREQUENCY</p> <p>1950Hz ± 10Hz</p> <p>MORE THAN 40dB</p> <p>40dB</p> <p>10 MILLISECONDS AFTER RECEIPT OF TONE FROM RECEIVER</p> <p>15 SECONDS NOMINAL</p> <p>INPUT AT 1950Hz MUST NOT BE ATTENUATED BELOW 130dBm</p> <p>30 - 3/8" x 25 - 1/2"</p> <p>7" x 9 - 1/2"</p> <p>0°C TO +60°C (+32°F TO +140°F : OPERABLE FROM -30°C WITH SOME DEGRADATION IN PERFORMANCE</p> <p>80 WATTS 35 WATTS</p> <p>30 WATTS 10 WATTS</p> <p>66dB</p> <p>61.5dB</p> <p>0 TO ± 5 (16F3, 16F9)</p> <p>-50dB</p> <p>WITH +1 AND 3dB OF 6dB PER OCTAVE PREE-MPHASIS 300 TO 3000Hz PER EIA STANDARDS</p> <p>LESS THAN 2% (1000Hz)</p> <p>500MHS</p> <p>RECEIVER</p>

나. 수신 장치

고주파부 7개의 캐패시티 용량을 가지고 있는 필터와 RF 증폭기, 1차 믹서와 1차 IF 증폭기, 2차 믹서단 등으로 구성되어 있다.

(1) 구성 및 기능

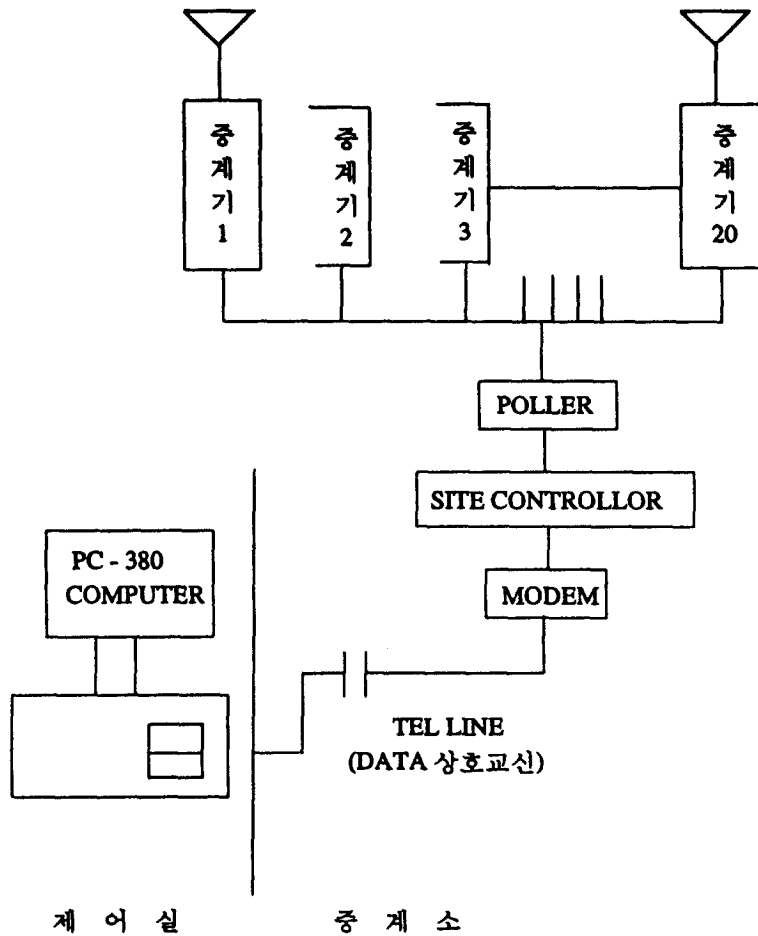
구 성 부	기 능
RF 증폭부	안테나 잭(J301)으로 부터의 신호는 고주파 필터를 통과 고주파 증폭기 Q1의 베이스에 연결된다. Q1은 공통 에미터 접지 증폭기로서 약 8-10dB의 이득을 가진다.
1차 믹서	1차 믹서는 806-870MHz 범위내의 신호를 45MHz의 1차 IF 주파수로 변환시키는 평형 다이오드 믹서이다. 필터로부터의 RF 신호는 A302-C1을 통하여 믹서 다이오드 CR1, 2에 연결된다.
1차IF 증폭기 및 2차 믹서	1차 IF 증폭기 및 2차 믹서 보드는 1차 IF 증폭기, 4단 크리스탈 필터, 2차 발진기와 2차 믹서로 구성되어 있다.
2차 IF 증폭기	믹서 출력을 1차 IF 증폭기의 Q1의 게이트에 연결된다. 증폭기 Q1 은 이중 게이트 FET 로서 양호한 증폭특성을 가지고 있다. Q1의 드레인에 있는 45MHz 출력신호는 임피던스를 설정하는 동조된 회로를 통하여 크리스탈 필터에 연결된다.
2차 발진기	2차 발진기 Q2는 35.6MHz에서 동작하는 크리스탈 제어의 쿨피츠 발진기이다. 발진기의 주파수는 L5에 의해서 조정된다. 발진기 출력은 35.6MHz에 동조되어 있는 회로를 통하여 결합되며 발진기 출력을 위하여 선택성을 부여한다 C5는 직류 성분을 제거하는 콘덴서이다.
2차 믹서	크리스탈 필터로 부터의 45MHz IF와 35.6MHz 2차 발진기 출력은 2차 믹서 Q3의 베이스에 공급된다. 믹서는 1차 IF 주파수를 9.4MHz의 2차 IF 주파수로 변환하고 이득은 15dB를 공급한다. L7과 C16은 9.4MHz 주파수가 되도록 선택성을 부여하며 믹서의 출력은 카플링 콘덴서 C309를 통하여 공급한다.

(2) 특 성

구 분	허 용 범 위
<ul style="list-style-type: none"> • FREQUENCY RANGE • RF INPUT IMPEDANCE • CHANNEL SPACING • SENSITIVITY EIA 12 dB SINAD 20dB QUTETING CRITICAL SQUELCH CHANNEL GUARD SQUELCH • SELECTIVITY (EIA 2-SIGN AL) • FREQUENCY STABILITY (1ST OSCILIATOR) • MODULATION ACCEPTANCE • INTERMODUALTION • SPURIOUS AND IMAGE REJECTION • AUDIO RESPONSE • AUDIO OUTPUT 	<p>806 TO 825MHz</p> <p>50 ohms</p> <p>25KHz</p> <p>0.25 μW</p> <p>0.35 GμW</p> <p>4dB SINAD</p> <p>6dB SINAD</p> <p>- 80dB</p> <p>\pm 0.0001% FROM</p> <p>- 30℃ TO +60℃</p> <p>\pm 7.0Hz</p> <p>- 70dB</p> <p>- 100dB</p> <p>WITHIN + 1 AND -8dB OF 6dB PER OCTAVE DEEMPHASIS 300 TO 3000Hz PER EIA</p> <p>5W ATTS INTO 8ohms WITH LESS THAN 5% DISTORTION (1000Hz)</p>

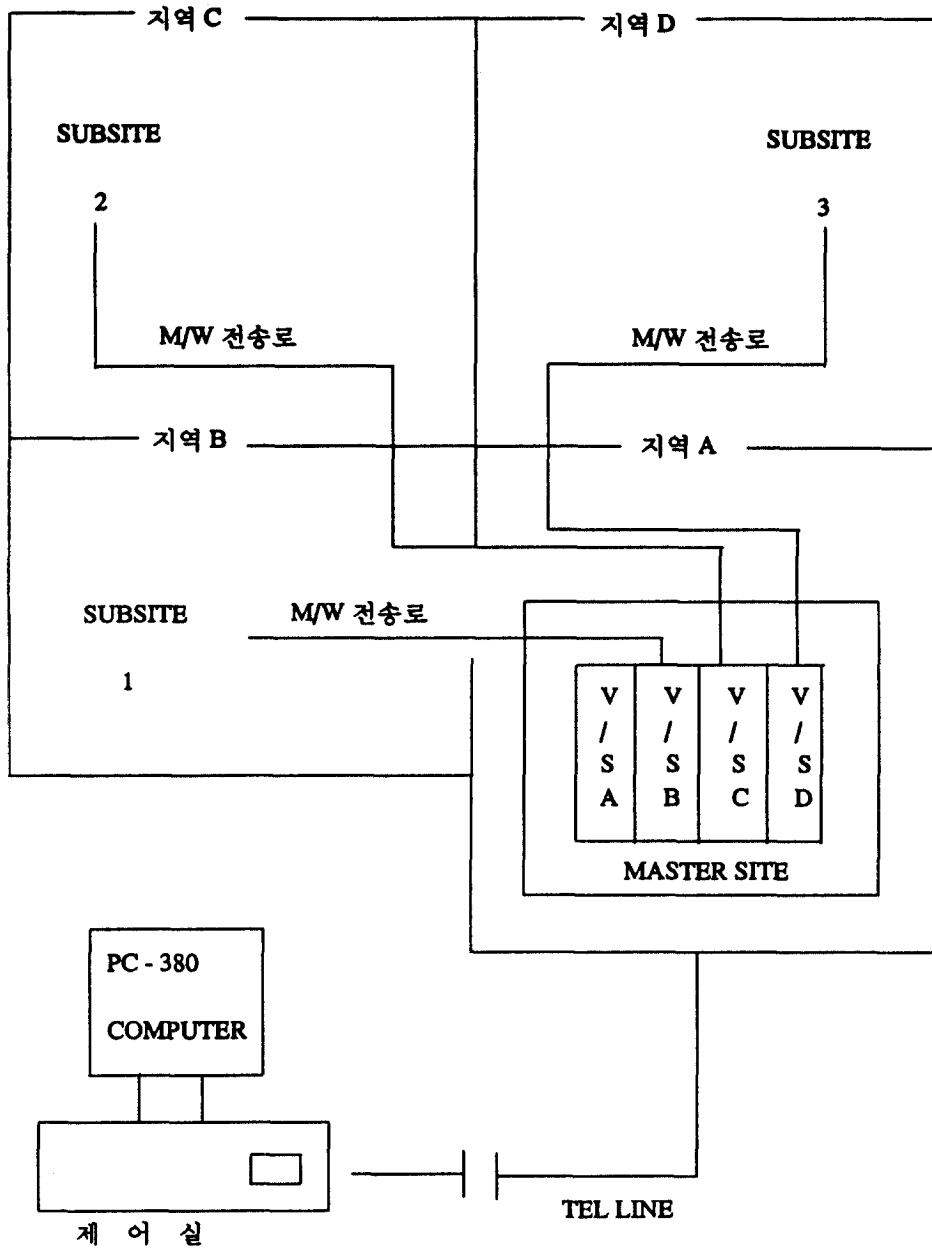
다. 통신망 구성

(1) Data System 구성

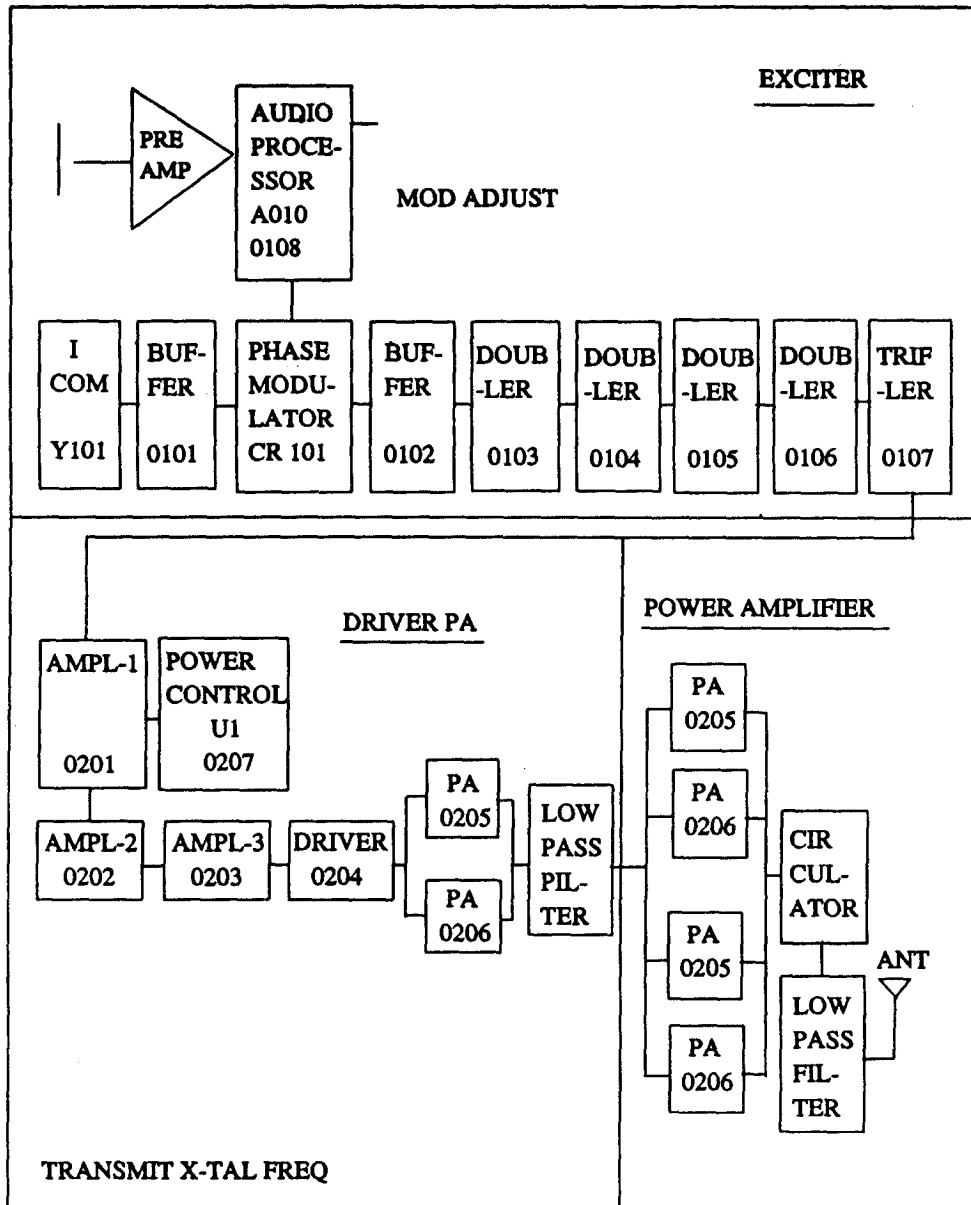


(그림 2-3) 단일 중계소 DATA LINE 구성도

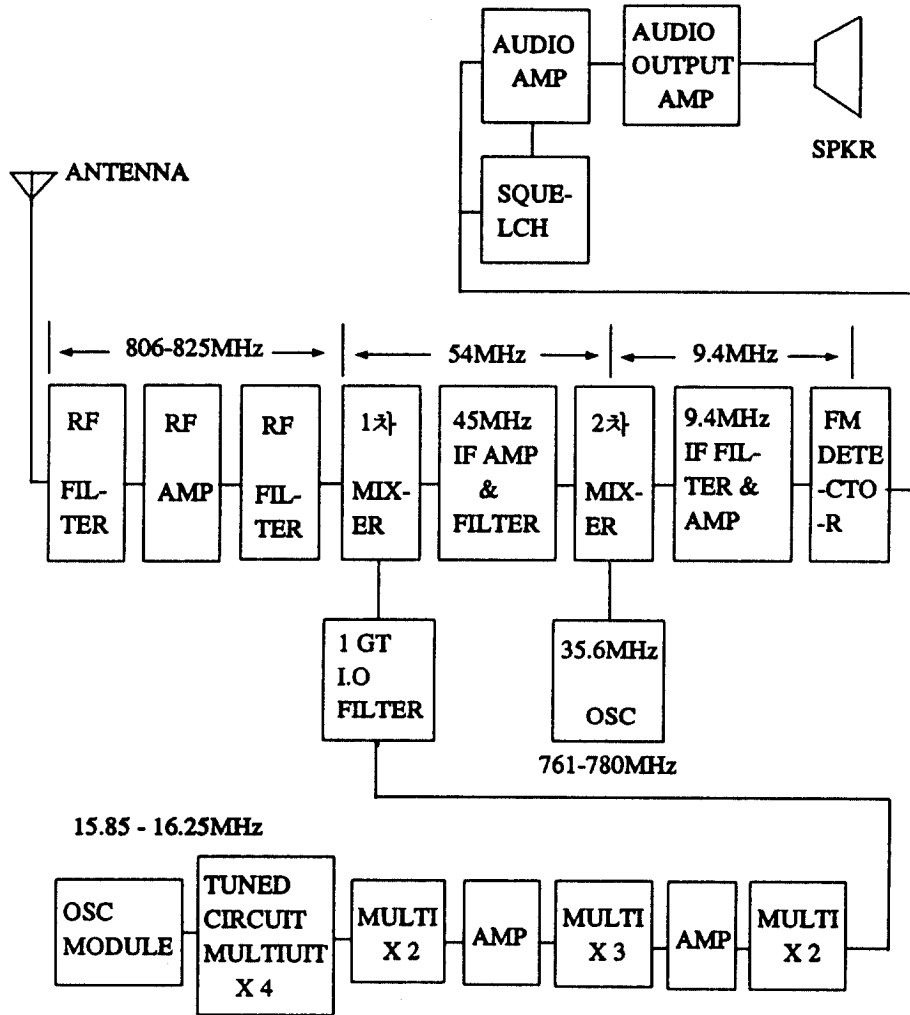
(2) 광역 통신망



(그림 2-4) 광역 통신망 구성도



(그림 2-1) 송신부 BLOCK DIAGRAM



(그림 2-2) 수신부 BLOCK DIAGRAM

(3) 동작 계통

중계기는 다음의 방법중 한가지로 동작된다. 즉, 아이들(Idle) 비지(Busy), 또는 타임아웃(Time-out)이다. 아이들 방식에 있어서 송신기는 동작하지 않고 수신기는 비지톤을 기다린다. 중계기는 휴대기 또는 차량용 무전기로 부터 비지톤이 수신되면 아이들 상태에서 비지상태로 전환된다. 비지톤은 휴대기 또는 차량용 무전기로 부터 호출 톤 발생순서에 따라 송출되는 최초의 톤이다. 비지톤이 수신되면 송신기는 동작되고 "에퀴지션" 톤은 휴대기 또는 차량용 무전기를 호출하기 위하여 송신된다. 중계기가 계속 동작하기 위하여는 비지톤이 필요로 한다.

그러나 비지톤이 수신되지 않을때 하나의 사용자가 자기의 PTT 스위치를 놓는 시간과 다른 사용자(동일 그룹내의) PTT를 작동하는 시간 사이에는 간격이 있다. 이 시간을 "중계기 홀드업 시간" 이라 한다. 비지상태에 있는 중계기는 휴대기 또는 차량용 무전기로 부터 비지톤이 수신되지 않아도 3-10초간 작동 상태에 있게 된다. 비지상태에 있는 중계기는 항상 홀드업 시간 또는 반복된 오디오와 함께 비지톤을 송신한다. 이 톤은 채널이 사용중 이라는 것을 가입자 그룹에게 알려지는 신호이다.

중계기는 수신된 신호로부터 비지톤을 제거하는 필터를 가지고 있으며 반복된 신호를 가진 송신에 대하여 자체 비지톤을 발생시킬 수 있다. 비지톤이 중계기에 대해서 홀드업 시간 내에 수신되지 않으면 중계기의 송신 비지톤은 중단되고 1초간의 홀드 다운 이후 아이들 상태로 돌아간다. 이때 1초간의 홀드 다운 시간중에는 휴대기 또는 차량용 무전기로 부터의 비지톤 상호에 응답하지 않는다. 홀드 다운시간이 경과된 다음 중계기는 다시 신호(비지톤)를 받을 준비가 된다.

타임아웃 방식은 시스템 내의 모든 중계기가 작동하고 있는 경우에만 발생된다. 중계기가 비지상태에 있을때 타이머는 시작되고 만약 사용자가 타임 및 지정시간(1-10분)이 경과되기 전에 통화를 마치면 시간은 "0"에 세트되고 중계기는 아이들 방식으로 돌아간다.

만약 사용자가 타임아웃 시간 한계를 초과하는 경우 시스템에 비어 있는 채널이 있으면 대화 제한시간은 제한되지 않는다. 사용자가 타임아웃 한계를 초과하고 모든 채널이 통화중 일때 대화 제한의 차단 순서는 시작된다. 이때 중계기는 경고톤을 송신하고 톤이 끝나면 중계기는 정지되고 1초간의 홀드 다운 시간이 경과한 다음 아이들 상태로 되돌아 간다.

2. 셀룰러 이동 무선전화

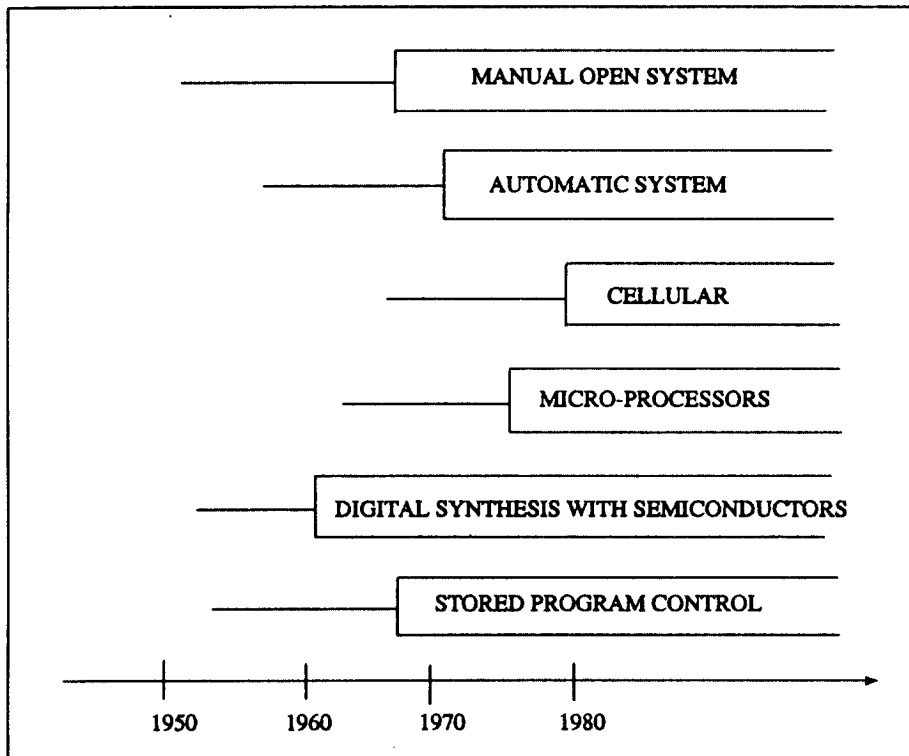
셀룰러 이동 무선전화란 용어는 오늘날 상당히 귀에 익은 용어지만 그 개념자체는 사실 40여년 전으로 거슬러 올라간다.

1947년 "벨" 연구소의 D.H.Ring 씨는 이동통신에 있어서의 셀룰러 접근 방법이라는 가히 혁명적 이라고 할수 있는 새로운 방법을 제안했다. 이것은 어떠한 업무구역을 여러개의 Cell로 나누고 각 Cell에는 해당 무선설비를 시설하며, 그후 사용인구가 늘어남에 따라 보다 적은 소형 Cell을 도입한다는 것으로 현재 여러나라에서 사용되고 있는 셀룰러 이동전화 방식의 기본개념과 동일한 것이다.

당시 트랜지스터가 발명되기 1년전에 이러한 개념을 발표했다는 것만으로도 상당히 놀라운 사실이었으나, 그에 수반되는 제어기능 개념을 현실화 하기에는 당시의 기술 수준으로는 불가능 하였다. 그러나 이동 무선전화가 전혀 새로운 사항은 아니었으며, 1921년도에 이미 디트로이트 경찰당국에서 이를 최초로 사용하였고, 그후 일반택시, 소방당국 및 기타 여러 부문에서 이를 사용하였던 것이다.

그러나 최근 들어 가입자 용량증대와 서비스 지역 확장성을 지닌 셀룰러 이동전화 방식이 무선과 마이크로 프로세서 기술의 진보와 이들 진보된 기술을 적절히 조합시킴으로서 소무선 구역의 채용, 자동접속 및 통화 채널 자동전화 기능등 종래의 이동전화 방식에서 사용되었던 것과는 전혀 다른 새로운 기술을 도입함으로써 실현 가능하게 되었던 것이다.

(그림2-5)는 무선전화가 어떻게 변천되어 왔는가를 나타내었다.



(그림 2-5) 셀룰러 무선전화의 배경

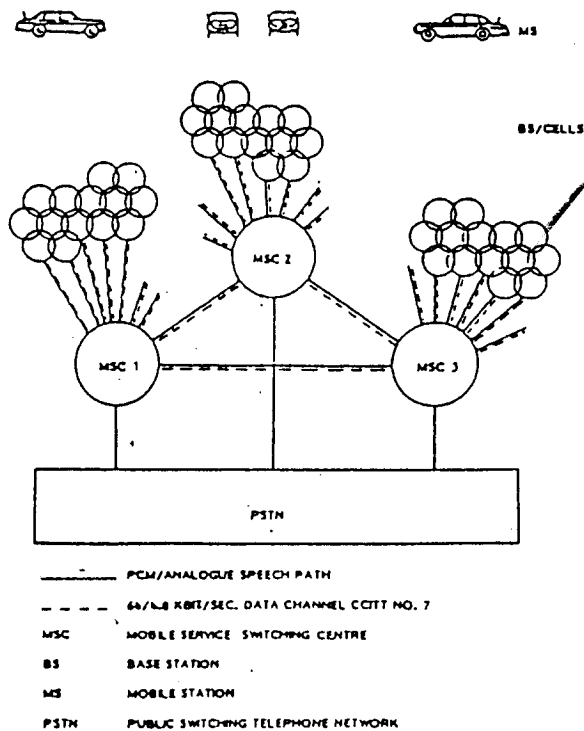
가. 기본 구성

셀룰러 이동전화 시스템은 다음과 같이 3가지 기본요소로 구성되어 있다.

- o 이동전화 교환국 MSC(Mobile Service Switching Centre)
이동 무선전화의 교환을 행하는 컴퓨터화된 교환국
- o 무선기지국 BS(Base Station)
이동전화 교환국과 이동국간의 신호전송을 처리하는 무선국
- o 이동국 MS(Mobile Station)
이동 무선전화 단말장치

(그림 2-6)에서 기본 구성도를 나타내었다.

여기서 한 기지국에 의해 커버되는 범위를 무선구역(또는 기지국 Area)이라 하고 여러 개의 무선구역이 모여 하나의 교환국에서 커버하는 범위를 트래픽 지역(또는 MSC Area)이라 정의하며, 이 트래픽 지역이 모여 전체 서비스 에어리어를 형성한다.



(그림 2-6) 셀룰러 이동전화 시스템의 기본 구성

나. 이동전화 시스템의 일반원칙

- 이동전화 시스템은 운용면에서 다음과 같은 일반원칙이 적용되어야 한다.
 - 이동국으로부터 또는 이동국에 대한 통화 설정과 과금등이 자동적으로 처리되어야 한다.
 - 국제 이동전화 시스템에 있어서는, 이동국과 일반전화 가입자간 또는 시스템내의 다른 이동국 가입자와의 통화 설정이 가능할 것.
 - 요금 부과는 일반 전화망의 과금 원칙과 같은 방법에 의해 행해질것.
 - 이동전화 시스템의 도입으로 인해 고정 전화망에 중대한 변경이 초래되지 않을것
 - 차단율(Blocking Probability)은 모든 개발단계에 있어 PSTN 업무의 차단율과 비슷한 범위내로 유지할것.
 - 기지국간의 자동 Hand-up 기능등에 의한 통화품질을 계속하여 제어할 수 있을것.
- 어떠한 시스템도 다음과 같은 인터페이스 기능을 갖추고 있어야 한다.
 - 육상기지국 시스템과 이동국간의 무선 인터페이스
 - 일반 전화망에 대한 유선(Wire-line) 인터페이스
- 다음과 같은 기타 내부 인터페이스에 대해서도 규정할 수 있다.
 - 과금 시스템
 - Roamer의 처리를 위한 제어기(Controller)간의 인터페이스
 - 기지국과 제어기간의 통신방법
 - 유지보수를 포함한 운용 목적용의 Man-machine 인터페이스

다. 육상이동국 장비의 기술특성 (25-1000MHz)

(1) 송신기 특성

(가) 필요 밴드폭 및 방사 구분

- A3E : 6KHz
- F3E

30 및 25KHz 채널간격 : 16KHz

20KHz 채널간격

160MHz 까지의 주파수대에서는 : $\leq 16\text{KHz}$, 편이에 따라 다름

160MHz를 넘는 주파수대에서는 : 14KHz

12.5KHz 채널간격 : 8.5KHz

(나) 주파수 편차

환경 조건에 따라 각 주파수가 지정한 온도 범위내에서 지정된 1차 전원전압 범위에 대해 어떠한 반송파의 주파수 편차도 표2-1에 주어진 값을 초과해서는 안된다.

표 2-1 각 주파수대에 대한 허용편차

주 파 수 대												
	33MHz		80MHz		160MHz		300MHz		430MHz		900MHz	
채널간격 (KHz)	(1) KHz	-6 10	(1) KHz	-6 10	(1) KHz	-6 10	(1) KHz	-6 10	(1) KHz	-6 10	(1) KHz	-6 10
20, 25 및 30	0.7	20	1.6	20	1.6	10	2.1	7	2.25	5	2.7	3
12.5	-	-	1.0	12	1.3	8	-	-	1.35	3	-	-

* (1) : 근사치

(다) 인접 채널전력

o 25 및 30KHz 채널간격

25 - 500MHz : 16KHz 밴드폭에서 반송파 전력보다 최소 70dB아래

500-1000MHz : 16KHz 밴드폭에서 반송파 전력보다 최소 65dB아래

o 20KHz 채널간격

14KHz 밴드폭, Δf : 4KHz (Δf : 최대 허용주파수 편이)에서

반송파 전력보다 최소 70dB아래

14KHz 밴드폭, Δf : 5KHz (Δf : 최대 허용주파수 편이)에서

반송파 전력보다 최소 60dB아래

o 12.5KHz 채널간격

8.5KHz 밴드폭에서 반송파 전력보다 최소 60dB 아래, 각 경우에 있어 인접 채널 전력 0.25 μ W 아래로 감소시킬 필요는 없다.

(라) 유도 스푸리어스 방사

임의의 주파수에서의 스푸리어스 방사를 송신기의 공칭 출력 임피던스에 해당하는 무반응부하(Non-reactive load)에서 측정할시 25W 까지의 송신기 반송파 전력에 대해 2.5 μ W를 초과할 수 없다. 25W를 넘는 반송파 전력에 대해서는, 어떠한 스푸리어스 방사 레벨도 반송파 전력보다 최소 70dB는 낮아야 한다.

(마) 기기의 몸체에 의한 복사

기기 몸체에 의한 복사는 $25\mu\text{W}$ 를 초과할 수 없으며, 일부 무선환경 하에서는 더 낮은 값이 요구될 수도 있다.

(2) 수신기 특성

(가) 기준감도 (Reference Sensitivity)

기준감도는 수신기 출력측에서 주어진 기준 신호대 잡음비에 대해 $2.0\mu\text{W e.m.f}$ 미만이어야 한다.

(나) 인접채널 선택도

- o 20, 25 및 30KHz 채널간격 :

인접채널 선택도는 70dB 이상이어야 한다.

- o 12.5KHz 채널간격

인접채널 선택도는 60dB 이상이어야 한다.

(다) 무선 주파수 상호변조

상호변조 응답배제비(Intermodulation response rejection ratio)는 70dB 이상이어야 한다.

(라) 스퓨리어스 응답

수신기의 공칭 주파수로부터 두 채널간격 이상 떨어진 임의의 주파수에서의 스퓨리어스 응답 배제비는 70dB 이상이어야 한다.

(마) 유도 스퓨리어스 방사

임의의 주파수로 정합이 이루어진 공중선 단자에서 측정한 스퓨리어스 방사전력은 2.0mW 를 초과할 수 없으며, 일부 무선환경하에서는 더 낮은 값이 요구될 수 있다.

(바) 기기의 몸체에 의한 복사

70MHz 까지의 임의의 주파수에서의 어떠한 스퓨리어스 방사의 실효 복사전력은 10.0mW 를 초과할 수 없으며, 70MHz를 넘는 주파수에서는 1000MHz 까지의 주파수에서 70MHz에서의 값에 비해 6dB 이상/octave에 따라 스퓨리어스 방사가 10mW 를 초과해서는 안된다.

(3) 무선국 특성

(가) 주파수 특성

a. 운용 주파수대

무선규정 제8조의 주파수 할당표에 의하면 35, 80, 160, 300, 450 및 900MHz를 들 수 있다.

b. 완벽한 복신 운용을 위한 송신 주파수와 수신 주파수의 간격

35MHz대 : 4MHz

80MHz대 : 6MHz

160MHz대 : 3MHz

300MHz대 : 4MHz

450MHz대 : 5MHz

상기 값은 경제성 및 필요한 분리도 등을 고려하여 결정된 실용상 최소값이며, 보다 성능이 우수하고 가격면에서 비싼 Duplexer를 사용하면 주파수 간격을 줄일수가 있다.

900MHz대 : 45MHz

900MHz대에 대해 45MHz로 선택한 본 값은 대단히 많은 수의 채널을 갖는 대용량 방식에 대해 사용하고자 하여 결정된 값으로 일부방식에 있어서는, 보다 큰 값의 송수신 주파수 간격이 요구될 수 있다. 실제로 사용되는 간격은 여기에 주어진 값과 다름수가 있으며, 본 권고 사항 중에 사용되었던 것 외의 기타 다른 요소들에 의해 결정될 수도 있다.

이들 주파수들은 전체 주파수대 또는 어떠한 주파수대 내의 부분적인 주파수대 (Sub-bands)에 걸쳐 일정한 송수신 주파수 간격에 의해 할당되는 것이 바람직하다.

(나) 실효복사 전력과 중중선고

실효복사 전력과 평균지면 레벨상에서의 공중선고 등에 대한 제한 책임은 다음과 같은 사항을 고려하여 각 주판청에 의해 결정되는 것으로 되어 있다.

- 필요 이상의 출력과 공중선고를 사용하지 않도록 하는데 필요한 일반적 조건
- 필요로 하는 통신범위 및 품질
- 운용 주파수
- 업무 제공이 요구되고 있는 지역의 지형
- 원격 수신국에서의 다이버시티 수신등과 같은 특별한 조건
- 이동업무와 기타 무선업무간의 연계업무 제공의 가능성 및 영향

(다) 공중선 방식

수직편파 (Vertically polarized)

라. 시스템의 특징

앞에서 언급한 모든 시스템은 프랑스에서 채용하고 있는 시스템을 제외하곤 다음과 같은 공통적인 특징을 갖고 있다.

- 기지국으로부터 이동국 및 이동국으로부터 기지국 방향에 있어 모든 주파수 재사용과 Cell간 Hand-over(진행중인 통화의 스윙칭 전환)에 의한 Cellular 구조
- 자동, 쌍방, 직접 다이얼 운용방식 채용
- 완벽한 복신방식의 통신
- 지속음(Continuous tone : 복미 및 영국방식, NMT 방식 및 이탈리아 방식) 또는 디지털 제어채널(Digital control channel : C450 방식)에 의한 통화채널(Voice channel) 감독
- 자동 Roaming
- 통화설정에 지정된 제어채널 사용(복미 및 영국방식, 일본, C450 및 이탈리아 방식)
- Pre-seizure dialling
- 시스템 확장 단계에서의 Cell 분할

이와 같은 요건을 채용하고 있는 Cellular 무선전화 시스템이 현재 세계 여러나라에서 설치되어 있거나, 또한 계획되고 있으며, 이러한 시스템에 대한 수요 역시 증가일로에 있다. 그러나 최소한 위에서 언급한 특성을 갖고 있는 시스템만이 그러한 수요에 부응할 수 있을 것으로 보여진다.

3. 무선표출(CP와 IOP) 시스템

가. CP와 IOP 개요

(1) 개 요

CP와 IOP는 Motorola Paging System의 장비 명칭으로서 Central Processor와 Input Output Processor 의 약칭이다.

'70년대에 사용되던 사설 구내용 무선표출 시스템을 발전시켜 공중통신용으로 CP와 IOP를 '80년도에 개발하여 미국 국내를 비롯하여 세계각국에 공급 설치 운용하고 있다.

우리나라에서는 1985년 11월 서울과 부산에 설치하여 1986년 3월부터 가입자 서비스를 시작하였으며 '87년도에는 전국 8개 권역에 확대 시설보급 운용되다가 '91년 5월 재배치 되었다.

현재('91. 7월)는 서울, 부산, 광주, 춘천에서만 CP와 IOP를 이용한 가입자 서비스를 하고 있다.

(2) 구 성

CP 와 IOP의 구성 내역에 따른 동작계통은 그림 2-7과 같다.

(가) CP

CP는 CPU와 UDC, CIB, RAM 그리고 Hard Disk Driver로 구성되어 있고 주변장치로서는 Console와 Stand Alone Printer 등으로 되어 있다.

(나) IOP

IOP는 CPU와 DTI, MDS, DTO, TDM, STN 등으로 구성되어 있고 주변 장치로서는 CRT(VDT)와 Slave Printer 등으로 구성되어 있다.

나. CP (Central Processor)

(1) 개 요

CP는 시스템의 핵심 부분으로 주장비와 예비장비 그리고 Redundancy SW Box와 Hard Disk 및 주변장치 등으로 구성되어지며 여기서는 본체에 해당하는 부문에 대하여 알아보고 주변장치는 마지막에서 개략적으로 알아보기로 한다.

(2) IOP와 접속

CP는 가입자 Data를 기억 및 저장하는 것과 호출신호의 등록 유무를 확인하여 IOP를 통하여 가입자에게 호출 여부를 통보할 수 있도록 제어하고 또는 호출한 신호를 송출할 수 있도록 IOP를 제어하는 역할을 하게 된다.

CP와 IOP는 별도로 분리하여 사용할수 없으며 상호접속에 의해서만 시스템이 이루어지며 구성방법에는 Local 또는 Remote로 구성 운용할수 있다.

DTI (Digital Trunk Interface) : 디지털 트렁크 인터페이스

MDS (Multifunction Dual Synthesizer) : 다기능 이중 합성기

DTO (Dual Transmitter Output) : 2중 송신기 출력

TDM (Time Division Multiplexer) : 시분할 다중장치

STN (Suprvisory Tone) : 감시음

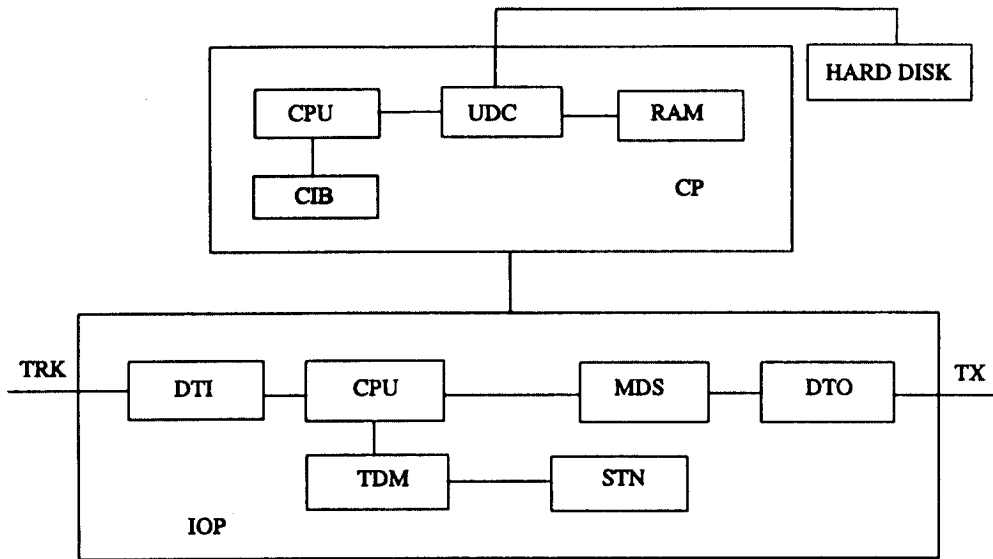
VDT (Video Display Terminal) : 영상표시 단말장치

UDC (Unirersal Decimal Classification) : 국제 10진 분류

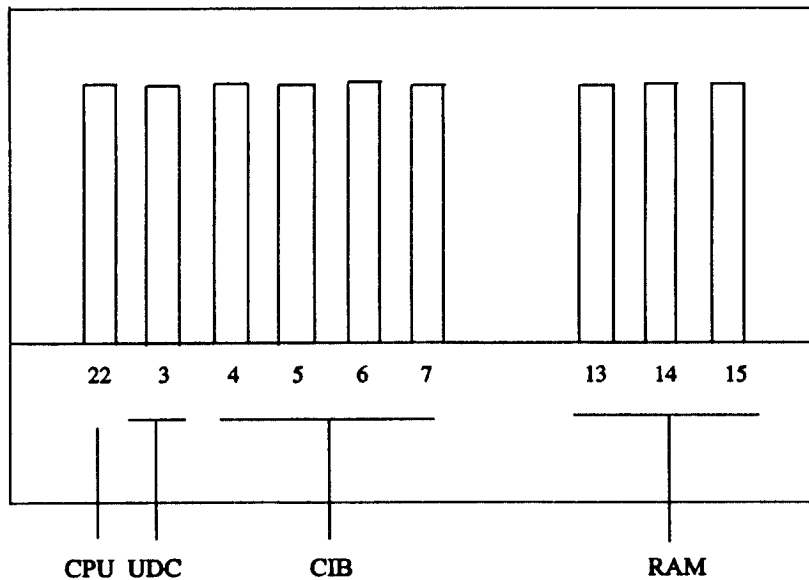
CIB (Commend Input Buffer) : 명령 입력 버퍼

SAM (System Activity Monitor) : 시스템 감시장치

RAM (Random Access Memory) : 임의 호출기억장치



(그림 2-7) CP와 IOP 동작계통



(그림 2-8) CP의 외관도

(3) 구 성

유니트를 실장할 수 있는 SLOT는 15개로 CP와 UDC 그리고 CIB와 RAM을 실장하여 사용토록 되어있고 각 PART에 전원을 공급하는 전원장치가 내장되어 필요한 전원을 공급토록 되어 있다. 장비에 공급되는 전원은 -48, +12, -12, +5 등이다.

장치의 하단에는 SAM반이 부착되어 있고 SAM 에서는 CP 및 IOP와 주변 장치에 대한 정보상태를 표시하여 주도록 되어 있으며 외관도는 앞장 (그림 2-8)과 같다.

(4) CP의 주요 동작기능

- o VMO CPU는 소프트웨어적으로 각 부분의 유니트를 제어하며 UDC는 UIPC와 DIM의 유니트가 함께 구성되어 이루어지며 HARD DISK DRAVER에 접속되어 정보의 저장과 기억또는 확인토록 하는데 이용되고 CIB는 CP와 IOP 또는 CP와 주변장치간에 상호 INTERFACE하는데 사용된다.

RAM은 CP의 호처리 용량을 결정하는 주요부분으로서 512K byte와 4M byte 등이 있고 20만 가입자 용량일때 4M byte가 사용되며 HARD DISK는 8M byte와 25M byte가 있는데 20만 가입자 용량일때는 25M byte가 사용되어 진다.

- o VME의 향상된 주요기능 VME는 MP-200에서 발전된 것으로서 각부의 유니트는 대동소이하며 CPU, UDC, CIB, RAM 등의 용량 및 처리하는 범위가 확장 및 개선된 시스템이다.

- CPU의 IC칩 MC68000에서 MC68030으로 사용 되어졌으며 16bit 에서 32bit로 향상되어져 있다.
- 정보를 저장하는 RAM이 4M에서 8(32)M으로 향상되었고 클럭은 10MHz에서 25MHz로
- HARD DISK는 소형화 되면서 25M에서 150M으로 향상되었으며 CP의 가내에서 실장되도록 개선되었다.
- CIB의 PORT는 32PORT에서 64PORT로 향상되었으며
- CP와 IOP간의 전송속도는 4800BPS에서 9600BPS로 향상되었다.
- 각 유니트는 소형화 되었다는점 등이다.

(5) 구성 유니트별 주요기능

(가) CPU (Central Processing Unit)

CP에 실장된 각 유니트와 IOP 및 주변장치와의 접속은 Versa Bus를 통하여 마이크로 프로세서인 MPU(Micro Processor Unit)에 의하여 통제 및 제어된다.

VMO¹ 또는 VMO는 MC-68000과 MC68010의 8MHz의 16bit를 사용하며 VME는 MC68030의 25MHz 32bit를 사용한다.

o CPU 스위치 및 램프의 동작기능

CPU의 유닛을 보면 운용자가 조작할 수 있는 스위치 버튼과 램프가 있는데 그 기능은 다음과 같다.

- HALT LED (적색)

적색 LED가 들어오게 되면 시스템이 정지되었다는 정보표시 램프이다.

- FAIL LED (황색)

VERSA BUS TEST LINE에 장애가 생기었거나, 시스템 운용중 장애에 해당하는 사항이 발생하거나, CP에 의한 SOFTWARE 작업을 할때 램프가 켜지게 된다.

- DIP 스위치

CP와 I/O 채널의 정합 및 제어를 하는데 사용되며 실장할때 조정되어 있음.

- RESET 스위치 (적색 버튼)

시스템 동작을 다시 시작한다.

- ABORT 스위치 (회색버튼)

이 버튼을 누르면 CPU의 TASK에 의하여 INTERRUPT의 원인이 된다.

주로 이 버튼은 SOFTWARE를 변경할때 쓰여진다.

라. IOP

(1) 개 요

IOP는 Local과 Remote IOP로 구분 되어지며, Local IOP는 CP가 설치된 곳에 함께 설치되어지고, Remote IOP는 지방에 설치되어 CP와의 정보교환등은 DataA 회선에 의하여 이루어지고 시스템의 유닛 구성은 동일하며, Data 전송에 필요한 사항만 추가되고, Local과 Remote는 CP를 공동으로 이용토록 되어 있다.

IOP에서는 유선전화 교환망과 연결되어 있고, 입력된 신호를 데이터 신호로 바꾸어 CP에 조회를 하고 가입등록 여부를 확인한후, 신호를 송신기로 보내어 주는 역할을 하는 장비이다.

(2) 구 성

IOP는 CPU와 입력 트렁크의 Interface가 이루어지도록 하는 DTI와 송신기로 Data 신호를 보내는 DTO 그리고 전송에 적합한 형태로 변환해주는 MDS, 신호를 발진하는 STN, IOP에 대한 정보상태를 표시해 주는 SAM 각 유닛에 전원을 공급해 주는 Power Supply로 구성되어 있다.

(3) 주요 동작기능

(가) 전화회선을 통하여 호출하고자 하는 번호의 신호를 접수

(나) 호출요구를 CP에 보낸다.

(다) 전화회선에 특정 신호톤을 보냄

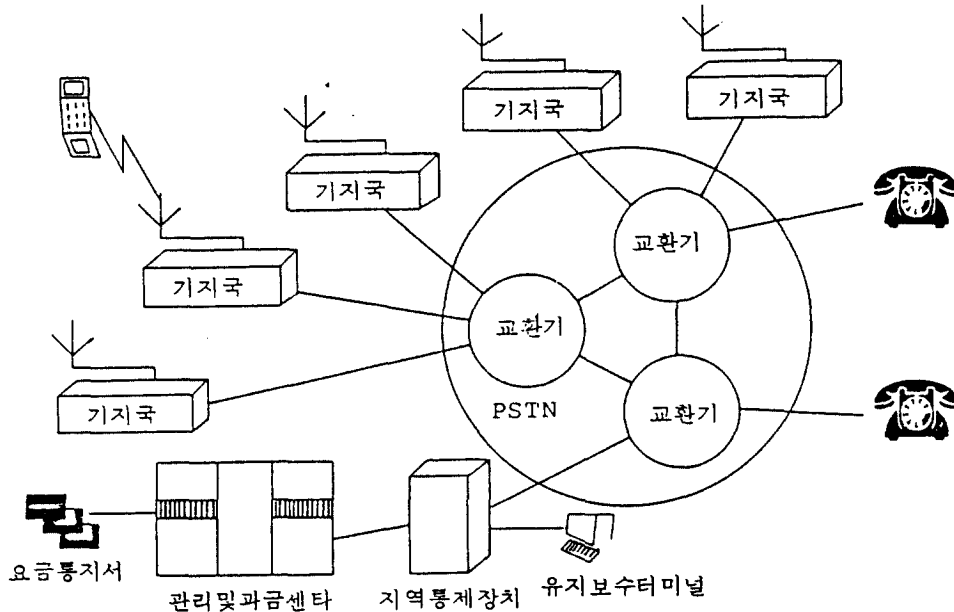
(라) 송신기를 동작시키는 신호를 보냄

(마) CP와 정보교신

(바) 입·출력 트렁크의 제어

4. 텔레폰인트(CT-2) 시스템

텔레폰인트 시스템은 역이나 상가등 인파가 붐비는 장소에서 사용하는 발신전용 휴대용 전화이다. 시스템 구성은 단말기, 기지국, 기지국 관리 시스템으로 구성되며 전형적인 시스템 구성은 (그림 2-9)와 같다.



(그림 2-9) 텔레폰인트 시스템 구성도

단말기 및 기지국의 RF 인터페이스 및 프로토콜은 CAI(Common Air Interface)규격을 만족해야 하며, 단말기는 기지국으로부터 50m에서 200m 범위내에서 통화 가능하며 소형, 경량, 휴대용이다.

한대의 기지국이 담당하는 지역범위는 지리적요소와 인구밀도 등에 의존하며 여러 가입자가 동시에 호를 접속할 수 있고 하드웨어 기술 및 제반사항을 개선함으로써 동시호 접속수를 확장할 수 있다.

현재 영국에서 운용중인 기지국은 일반적으로 PSTN 2회선과 접속하며 기지국당 최대 6회선의 PSTN 회선까지 수용 가능하다. 또한, 사람들의 왕래 빈도가 높은 고밀도 지역에서는 PSTN 6회선 용량의 기지국 2대를 병행 운용하여 동시호의 수를 12회선까지 증가시킬 수도 있다.

(표 2-2)는 현재 상용 서비스 되고 있는 아날로그 셀룰러와 CT-2를 비교한 것이다.

(표 2-2)에서 알수 있는 바와 같이 텔레포인트 시스템은 착신기능 및 Handover, Roaming 기능의 결여가 아직까지 문제로 남아 있긴 하지만 디지털방식, 가입자 수용규모, 단말기 가격 면에서 아날로그 셀룰러에 비해 많은 장점을 가지고 있음을 보여준다.

(표 2-2) CT-2와 Analog Cellular의 비교

시스템 비교항목	CT - 2	Analog Cellular
통신 방식	Digital	Analog
사용 주파수대역	864 - 868MHz	825 - 845MHz (이동국) 870 - 890MHz (기지국)
송신 출력	100mW	20W
음성 품질	높다 (ADPCM)	낮다 (FM)
통신보안성	높다	낮다
이동성	낮다	높다
발신 / 착신	발신 전용	발신 / 착신
서비스 범위	제한적 (기지국당 50-200m)	전국적 (기지국당 5-10km)
Handover 및 Roaming 기능	불가능	가능
주파수이용효율	높다	낮다
단위 면적당 가입 자 수요 규모	많다 (500 가입자 / km ²)	작다 (50 가입자 / km ²)
단말기 가격	낮다 (20만원대)	높다 (70만원대)

가. RF 인터페이스 및 호접속 절차

CAI CT-2 시스템의 RF 규격 및 호접속 절차에 대하여 살펴본다.

CAI 규격은 Radio Interface, Signalling layer one, two and three, Speech Coding and Transmission 으로 나누어 지며 CT-2 시스템의 최소 요구사항을 정의하고 있다.

Signalling Layer는 ISO 모델을 따르고 음성코텍은 ADPCM(CCITT Recommendation G.72

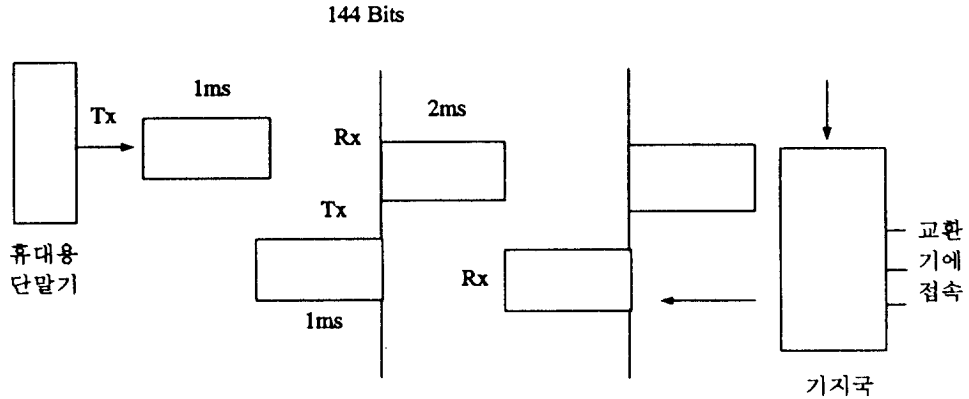
1) 을 따른다.

(1) RF 규격

CAI CT-2 시스템의 RF 규격은 <표 2-3>과 같다. (그림 2-10)은 TDD(Time Division Duplexing)개념으로서 1ms송신, 1ms 수신외 형태로 2ms 주기로 반복되며, 송/수신 기간 사이에 충분한 가드밴드(Guard Band)를 두어 신호가 상실되지 않도록 한다.

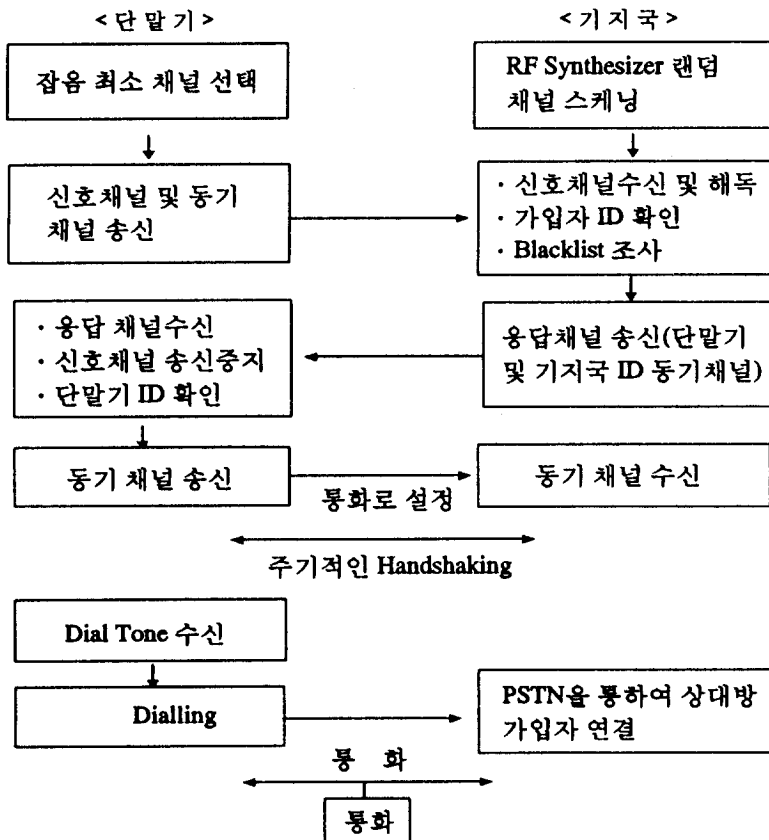
(표 2-3) CAI CT-2 RF 규격

구 분	내 용
채널 주파수	864.15 - 868.05MHz
채널 갯 수	40개
채널 간 격	100KHz
중심 주파수	$864.05 + 0.1n$ (MHz), $n = 1 - 40$
채널 주파수 정확도	$\pm 10\text{KHz}$ 이하
자동 주파수 제어기(AFC)	수신기에 내장
중심 주파수 변화율	1KHz / ms 이하
변 조 방 식	Gaussian Filtered 2 Level FSK
RF 출력레벨 조정기능	Normal / Low
유효 방사 전력	10mW 이하
수신기 감도	45 dB ($\mu\text{V} / \text{m}$)
타 주파수 대역과의 간섭	BS 6833에 규정
데이터 전송속도	72kb / s



(2) 호접속 절차

텔레폰트 시스템에서 단말기와 기지국 사이의 호접속 절차를 CAI 규격에 따라 요약하면 (그림 2-11)과 같다.



(그림 2-11) 텔레폰트 시스템 호접속 절차

단말기에서는 잡음이 가장 적은 채널을 선택(DCA기능)하여 호접속에 필요한 신호채널 및 동기채널을 송신하게 되면, 기지국에서는 RF Synthesizer로 랜덤하게 채널을 스캐닝 하다가 단말기의 호접속 요구채널을 포착하게 된다.

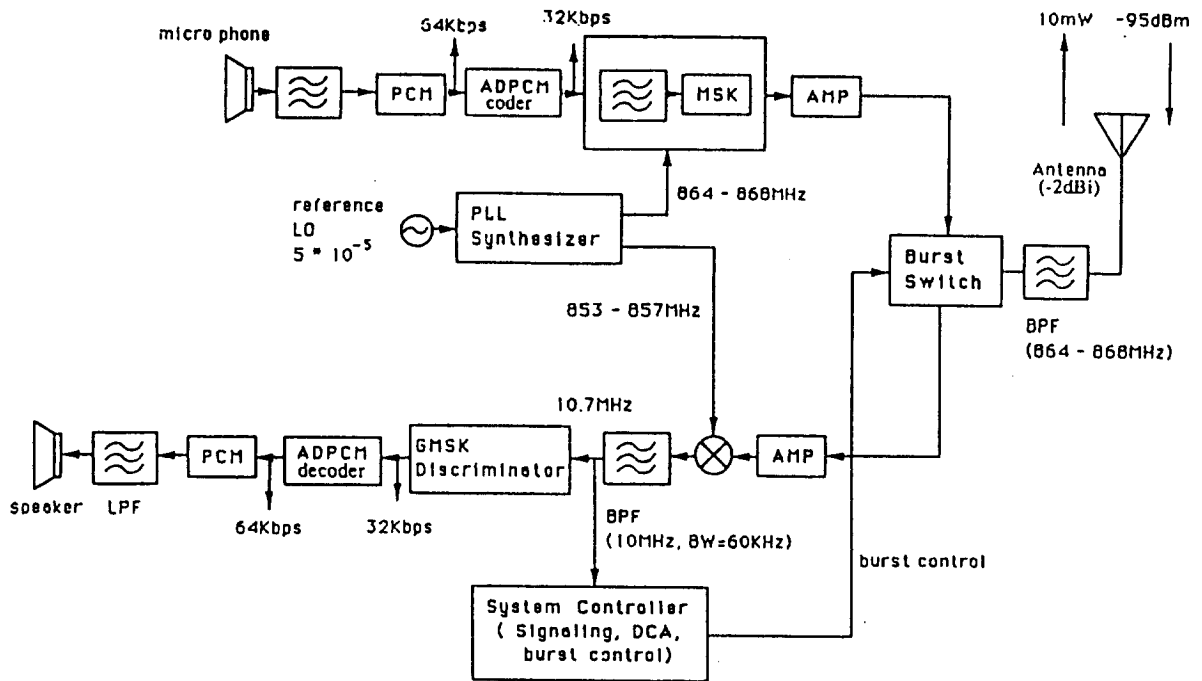
이 채널에서 기지국은 단말기에서 송신한 신호채널을 분석하여 가입자 신원확인 및 Blacklist 조사를 시도한다. 조사결과 이상이 없으면 단말기에 응답채널을 송신하고 단말기에서는 기지국에서 송신한 응답 채널내에 자신의 ID를 확인하게 된다.

이러한 과정이 끝나면 통화로 설정이 되고 주기적인 Handshaking을 통하여 통화로 단절을 감시한다. 또한 통화로가 설정된 상태에서도 심한 잡음이나 주위환경에 의해 통화 장애를 받을 경우 자동적으로 다른 채널로 이동하여 통화로 설정을 재 시도한다.

(3) 텔레폰트(CT-2) 시스템 구성 기술

텔레폰트 시스템의 구성은 휴대용 단말기, 기지국, 기지국 관리시스템, 가입자 관리 시스템으로 구성된다.

휴대용 단말기는 1회선용인 가정용 기지국 및 다회선용인 공중용 기지국에 접속 가능하고 발신 전용이다. (그림 2-12)는 단말기의 송/수신 계통도를 나타낸 것이다.



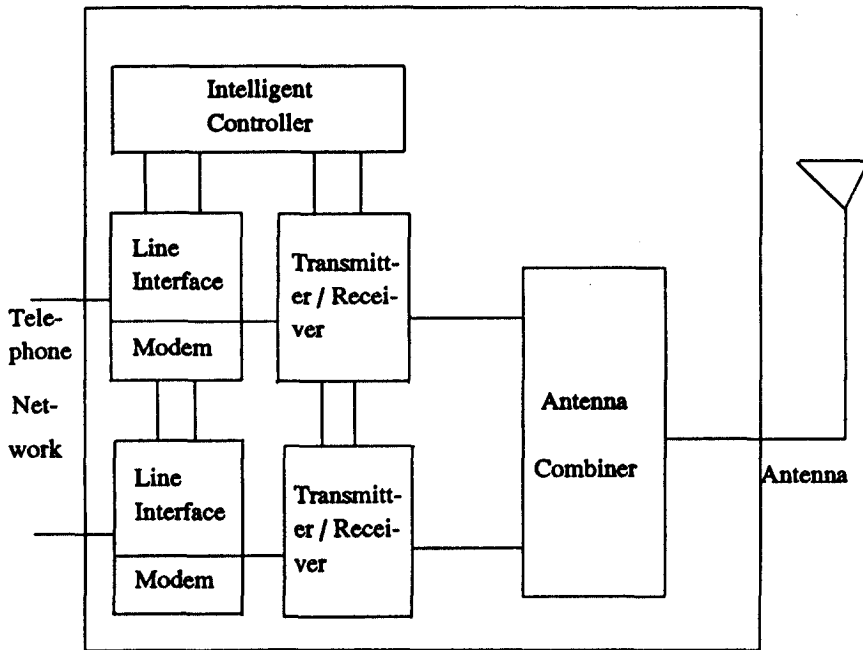
(그림 2-12) 단말기의 송 / 수신 장치 계통도

기지국은 CT-2 단말기와 PSTN의 접속을 제공하며, 기지국 관리 시스템에 의해 제공된 각종 데이타(Blacklist등)를 기지국 데이터베이스에 Download 시켜 단말기와 무선접속시 단말기의 신원확인 및 Black-list 검색등 다양한 역할을 한다.

기지국과 PSTN과의 접속은 PSTN 회선으로 직접 연결되며 트래픽 증가시 회선을 확장할 수 있는 슬롯이 기지국에 내장되어 있다.

기지국의 중요한 기능들을 살펴보면 다음과 같다.

- 단말기 무선접속
- 단말기 신원확인 및 Blacklist 조사
- 호상세과금 정보 저장
- 기지국 관리 시스템으로 호상세과금 정보 및 기지국 상태정보 전송등 기지국의 개념적인 구성도는 (그림 2-13)과 같고, 상세한 송/수신 계통도는 (그림 2-14)와 같다.



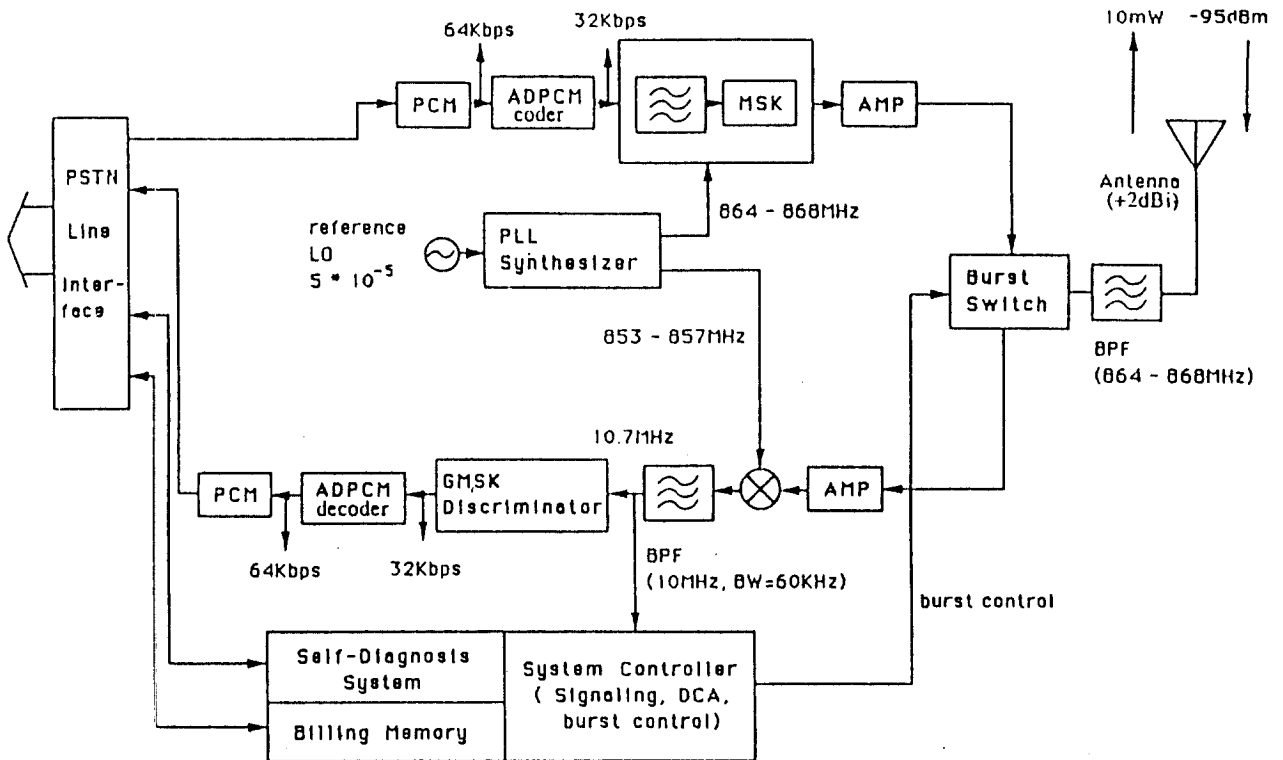
(그림 2-13) 텔레포인트 시스템 기지국 구성도

기지국 관리시스템은 기지국을 관리하고 기지국에 저장된 호상세과금 정보를 입수하여 분석 처리하는 시스템으로 다음과 같은 기능을 수행한다.

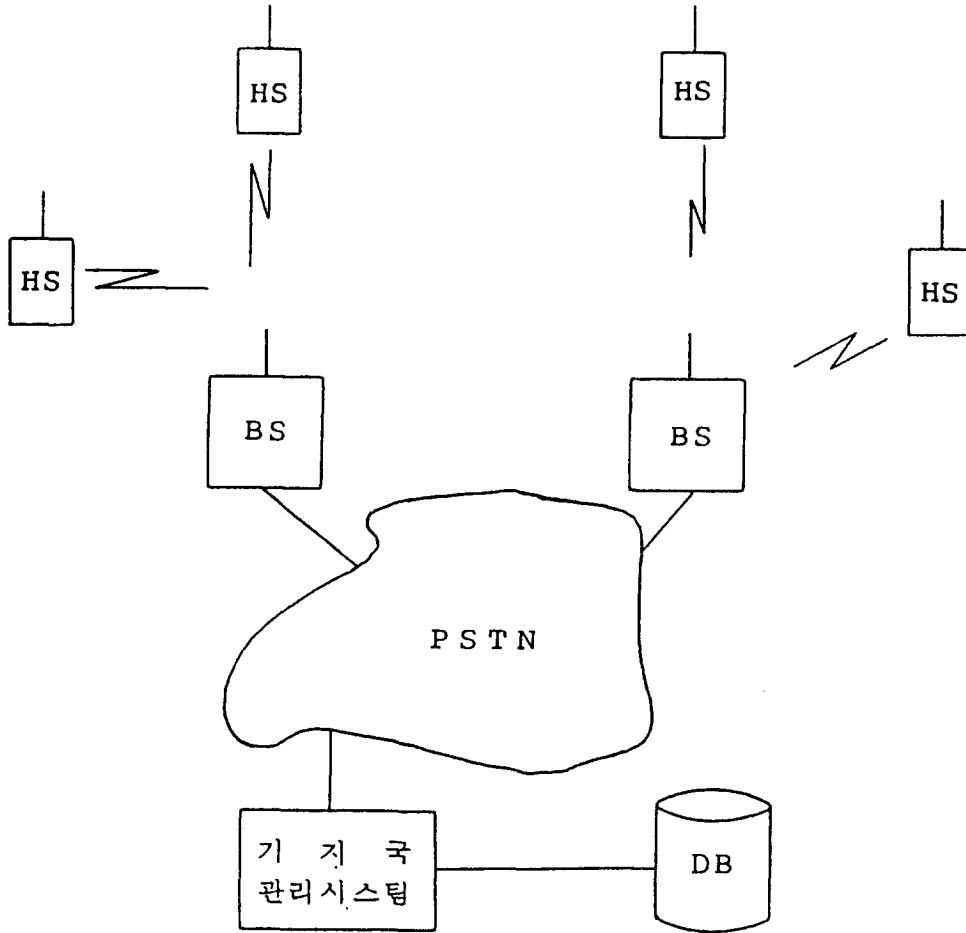
- AUC(Authorization Code) 생성
- 기지국의 호상세과금정보 입수 및 저장
- 각종 데이터를 기지국으로 Download
- 기지국 상태 감시
- Blacklist 입력
- 과금 및 고객관리등

기지국 관리시스템을 구성하는 데는 기지국 수가 많은 변수로 작용한다. 기지국 수가 적을 때에는 (그림 2-15)와 같이 비교적 간단하게 구성되지만 대용량일 경우에는 Concentrator를 사용하여 전용선 또는 Packet 망으로 데이터 전송을 하는것이 효율적이다.

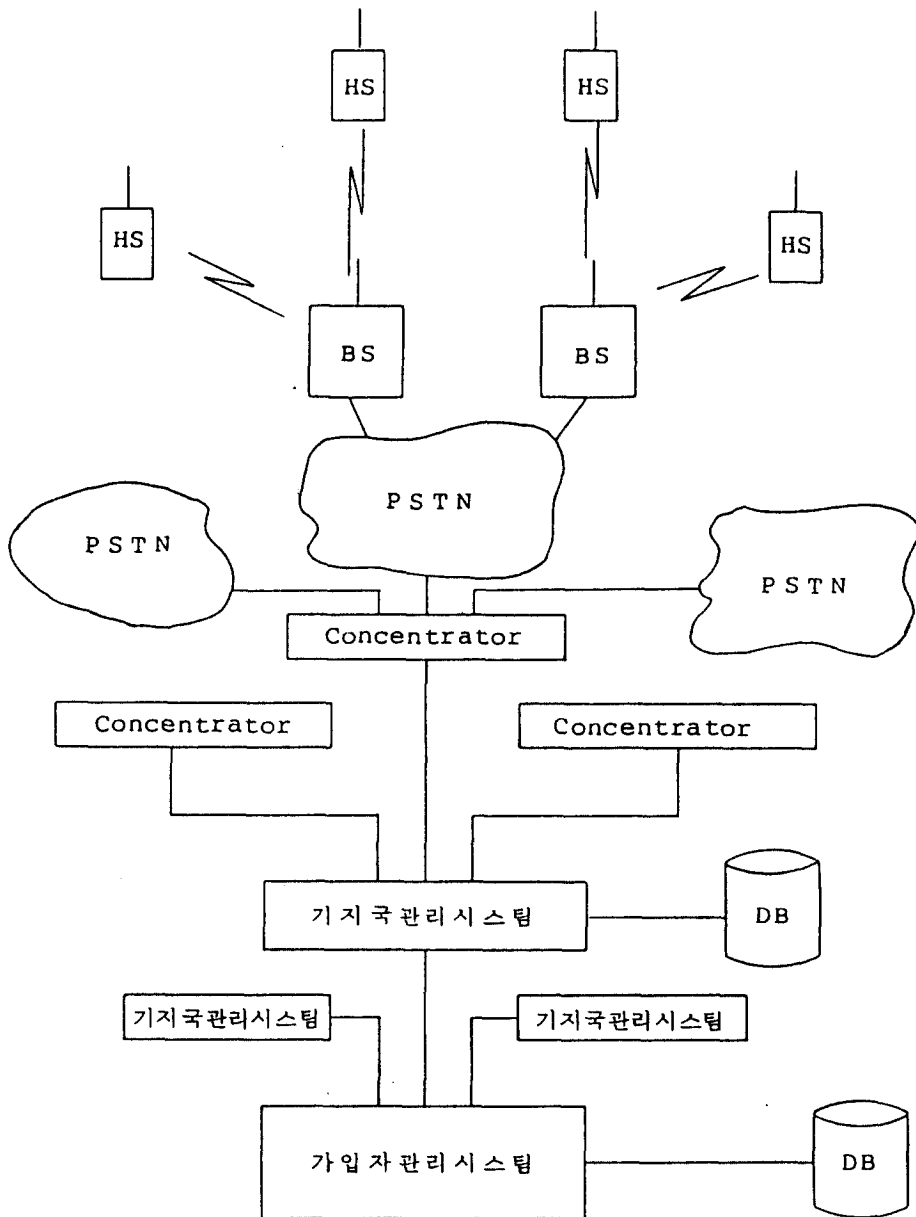
(그림 2-16)은 대용량일 경우의 구성도를 나타낸 것이고, (그림 2-17)은 Concentrator를 나타낸 것이다. Concentrator는 비교적 속도가 늦은 여러개의 PSTN 회선을 하나의 고속 전용회선이나 데이터망(PSCN)으로 접속시키는 역할을 한다.



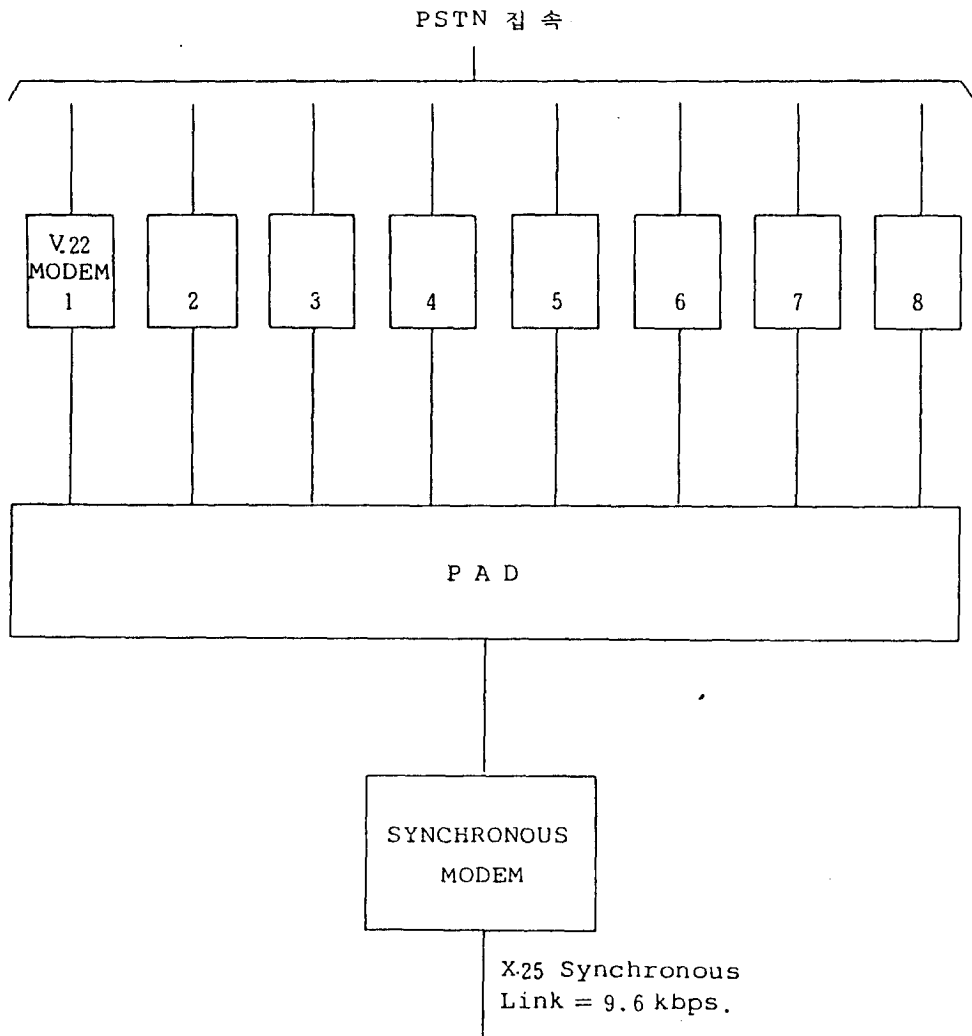
(그림 2-14) 기지국 송 / 수신 장치 계통도



(그림 2-15) 기지국 수가 적을 경우 관리시스템 구성도

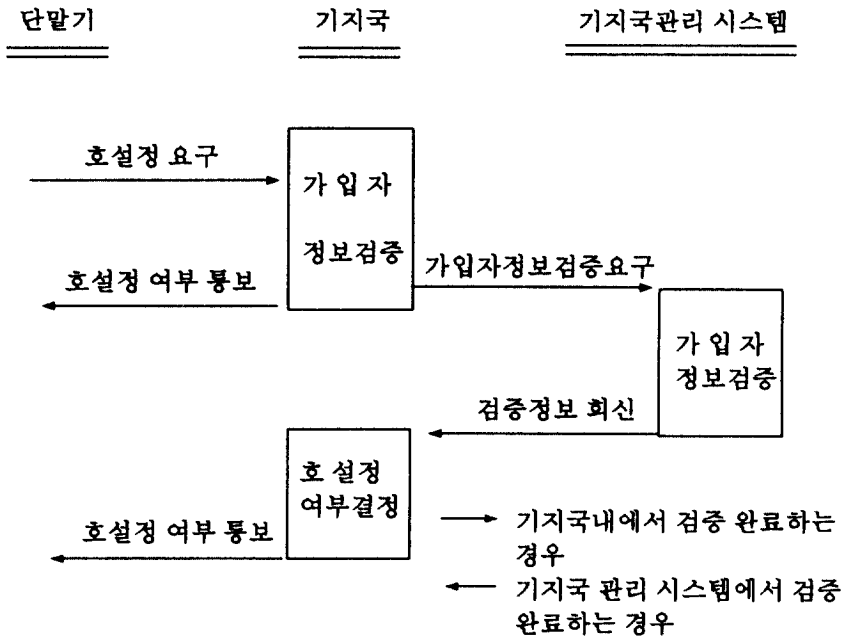


(그림 2-16) 기지국 수가 많을 경우 관리시스템 망 구성도



(그림 2-17) Concentrator 구성도

텔레포인트 시스템의 가입자 검증과정을 도시하면 (그림2-18)과 같다.



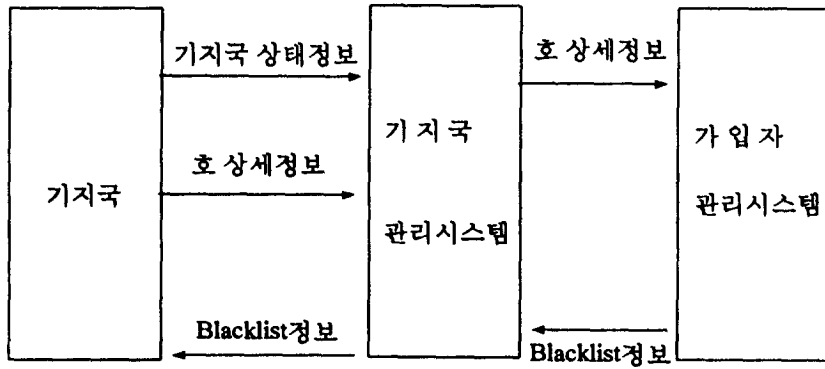
(그림 2-18) 가입자 검증과정

단말기로 호를 시도하면 기지국에서는 시도된 호 형태 및 가입자 정보형태에 따라 기지국 자체내에서 검증을 완료하기도 하고, 상위 레벨의 검증을 위하여 기지국 관리시스템에 검증할 정보를 전달하기도 한다.

그리고 시스템 규모가 대용량으로 되면 여러개의 기지국 관리시스템을 관리하고 고객관리를 위한 가입자 관리시스템이 필요하게 되는데 가입자 관리를 위한 일련의 과정들을 살펴보면 다음과 같다.

등록된 가입자는 가입자 관리시스템의 데이터 베이스에 가입자의 신용여부, 등급 등의 정보로 보관되며, 이러한 정보는 Blacklist의 형태로 주기적으로 기지국 관리시스템으로 전송된다. 기지국 관리시스템은 기지국의 상태감시와 기지국과 가입자 관리시스템의 중간에 위치하여 가교역할을 하는데 기지국에 저장된 호 상세정보를 일시적으로 저장하였다가 가입자 관리시스템에 전달한다.

이들 기능을 요약하면 (그림 2-19)와 같다.



(그림 2-19) 가입자 관리 기능도

제3장 가입자 식별부호 전송방안

1. LD 구성방법

무선통신에 있어서 제어통신과 같이 음성 이외의 특수 목적신호를 전송하기 위해서는 제어전용 Channel을 두는방법, 톤 주파수의 조합에 의한 방법, 점유주파수 대폭중 음성신호가 차지하는 부분을 제외한 음성신호의 상부대역이나 하부대역을 이용하여 음성과 동시에 전송하는 방법등 여러가지 방안이 있을 수 있다.

그러나 가입자 식별등 특수 목적만을 위해 전용의 Channel을 신설한다는 것은 비경제적이라 볼수 있으며 기존의 이동통신 시스템중 T.R.S 시스템이나 Motorola의 것처럼 통화 채널의 할당을 위해 제어전용 신호의 채널을 이용하고 있다는 문제점도 있다.

톤 조합에 의한 방법은 높은 신뢰도를 달성할 수 있는 반면에 소요기능을 실현하기 위해서는 전송시간이 길어야 하고, 다양한 정보를 전송하는 것이 곤란하다는 단점이 있다.

만일 음성신호(0-3400Hz)의 상부대역(300-3400Hz)이나 하부대역(0-300Hz)을 이용하여 톤의 조합에 의한 신호나 디지털 데이터로 구성되는 식별신호를 동시에 전송하는 통신전송기술을 이용한다면 불법 전파사용에 대한 실시간 감시가 가능하다는 장점이 있기는 하나 실제로 그러한 기술을 이용하기 위해서는 음성대역의 통화품질을 열화시키지 않고, 전력 스펙트럼의 확산에 의한 인접 채널에의 영향을 극소화 시켜야 하는등 몇몇 기술적인 선결 사항이 존재한다.

상기 사항을 포함해서 식별부호 자동송출 시스템을 구성하는 방안으로서 다음과 같은 7가지 항목을 고려할수 있다.

첫째, 통화를 위한 채널의 점유주파수대중 음성신호의 하부대역에 톤의 조합, 또는 디지털 데이터 신호를 중첩하여 식별부호를 전송하는 방안이 있다.

그러나 동 방안은 기존의 몇몇 시스템의 경우 이미 통화채널의 유지등을 위해 톤의 조합에 의한 신호송출의 용도로 사용되고 있고 통화품질을 열화시키지 않을것, 전력 스펙트럼의 확산에 의한 인접 채널에의 영향등 제약조건이 존재한다. 이러한 방안을 특수 목적을 위해 이용하는 예로서는 다음과 같은 경우가 있다.

먼저 기저대역(Baseband) 데이터에 의해 직접 FSK(Frequency Shift Keying) 송수신 방식으로 이는 디지털 데이터 신호를 직접 FM 변조기를 구동하여 FM 신호를 얻는다.

전송 부호로서는 국부 발진기 주파수의 드리프트(Drift)에 의한 검파 출력의 드리프트를 방지하기 위하여 평형부호(Balanced Code)를 이용하고 있다.

미국, 일본의 자동차 전화에 있어서는 Split Phase(Manchester 부호, 또는 Bi-phase 부호라고도 함)부호를 이용하고 있는데, 그 이유는 1비트 내에서의 직류 평형성이 있고, 1비트내에서 확실한 부호 변환점을 갖기 때문에 수신단에서의 동기 확보가 용이하다는 장점이 있다.

또 부반송파 FSK 방식도 이용되고 있으며, 이 방식은 부반송파를 데이터 신호로 1차 변조하고, 여기서 얻어진 반송파 디지털 신호를 주파수 변조하여 전송한다. 수신측에서는 주파수 검파한 신호를 부반송파 검파기로 재생하게 된다.

NORDIC, MCA 및 개인무선에서는 1차 변조방식으로서 MSK 방식을 이용하고 있다.

둘째, 음성신호 상부대역에 식별신호를 중첩하여 보내는 방안이 있다.

첫째 항과 거의 대동소이한 문제점을 안고 있으며 특히 인접채널에 미치는 영향을 CCIR이 권고하는 기준치 이하로 하여야 한다는 것이 가장 큰 제약 조건이 된다.

세째, 통화가 개시되기 바로전에 통화채널을 통해 식별부호를 송출할 수 있다.

이 방안에 있어서는 각 시스템별로 통화채널을 할당받은 이후 통화가 가능하기까지의 시간을 파악하여 통화개시전 얼마만한 식별부호 송출시간으로 하는가를 고려하여야 한다.

동 방식의 단점은 통화 내용을 통화가 개시되고 난 이후부터 감시하기 시작했다면 가입자 정보를 유실할 수 있다는 점인데, 그러한 문제를 해결하기 위해서는 모든 통화내용의 자동 녹음과 더불어 식별부호를 자동으로 수신하여 기록하는 장치를 시설하여야 한다. 본 방안은 단순방식(Half Duplex System)에만 적용될수 있다.

네째, 통화 직후에 통화채널을 통해 식별부호를 송출할 수 있다. 동 방안 역시 세째 항과 유사한 문제점에 관해 검토하여야 한다.

다섯째, 통화채널에서 음성신호의 세력이 미약할 시에 음성신호에 영향을 주지않는 한도 내에서 식별부호를 전송하는 방안이 있다.

그러나 이를 실현하기 위해서는 음성신호 세력을 상시 감시하여 식별부호를 자동송출하게 하는 장비의 개발이 필요하며, 현재의 국내기술 기준으로는 단시간내에 달성하기 곤란할 것으로 여겨지나 차후 검토 가능할 것으로 사료된다.

여섯째는 식별부호의 송출을 위해 톤 주파수용의 채널을 신설하는 방법이 있다.

일곱번째는 동일 용도의 디지털 신호용 채널을 신설하는 방안이 있다.

상기 여섯째, 일곱번째 방안을 위해서는 전파 관리업무의 정책적인 안목에서 볼때 유한한 전파 자원을 유효하게 이용한다는 정책과는 상충된다고 할수 있다.

이상 7개 방안 중에서 사용 시스템 특성에 따른 문제점만 해결된다면 1,2항이 가장 효과적인 것이나 문제점 해결이 어려울 경우 3,4항의 실현이 용이하다 할수 있다.

2. 전송 주파수대역 조사

가. 음성대역의 식별부호 전송

주파수 자원이 한정된 상태에서 자동차 전화급중에 대처하고, 휴대전화 방식의 실현을 위해서는 통신지역을 보다 소구역화하여 같은 채널을 재사용 가능하도록 할 필요가 있다.

이 경우와 같이 채널의 재사용으로 인한 동일 채널간섭을 감시하고 보다 정밀한 감시제어를 행하기 위해서는 채널을 구별하는 정보를 통화중에 전송하는 일이 필요하게 된다.

이러한 방안은 식별부호를 통화중에 전송하는 일에 응용이 가능하다.

음성과 식별부호를 중첩해서 동시에 전송하려면 음성대역(300-3400Hz)이 아닌 음성 하부대역(0-300Hz)과 음성 상부대역 이상의 대역(3KHz이상)을 이용하면 용이하게 될 것이다. 많은 정보를 고속으로 전송할 수 있는 디지털 신호형식을 이용하여 하부대역에 식별부호를 중첩하는 경우 디지털 신호의 스펙트럼 일부가 음성대역에까지 확장되기 때문에 디지털 신호의 대역을 제한할 필요가 있다.

한편, 상부대역에 중첩하는 경우 음성대역에 누설되는 문제는 적어지나 무선 주파수대에 있어 스펙트럼 등의 조건 때문에 디지털 신호에 할당하는 변조 레벨을 크게 취할 수 없어 신호 전송속도와 신호전송 신뢰도가 요구되는 만큼 달성되지 않는다는 문제점이 있다.

(1) 신호전송 품질 평가

전송로를 고려하지 않은 경우, 음성출력측으로 나오는 디지털 신호전력 스펙트럼 $S_o(w)$ 는 아래와 같다.

$$S_o(w) = |H(w)|^2 \cdot |H_D(w)|^2 \cdot S_i(w)$$

이는 음성신호대역으로 누설되는 전력으로 음성신호의 질을 떨어뜨리는 요인이다.

음성대역에 누설되는 디지털 신호의 누설전력 평가는

$$N_o = 4a^2 p (1-p) I(o) R(w_i) / \pi$$

a : 신호진폭

T : 펄스폭

p : 마아크(mark)발생확률

$w_i = 2\pi f_i$ f_i : 300Hz 음성 하부대역 주파수

$$R(w) = I(w) / I(o)$$

$$S_o N_o R = \frac{\pi |H_D(w)|^2}{8p(1-p) I(o) R(w)} \times \left(\frac{A}{a} \right)^2$$

$H(w)$: 디지털 신호의 대역제한 필터 특성

$H_D(w)$: $1/jwT$, 디엠퍼시스 회로의 특성

진폭 A 인 단일 주파수의 전력은 $S_o = A^2 / 2$ 이므로, 단일 주파수에 대한 $S_o N_o R$ 은

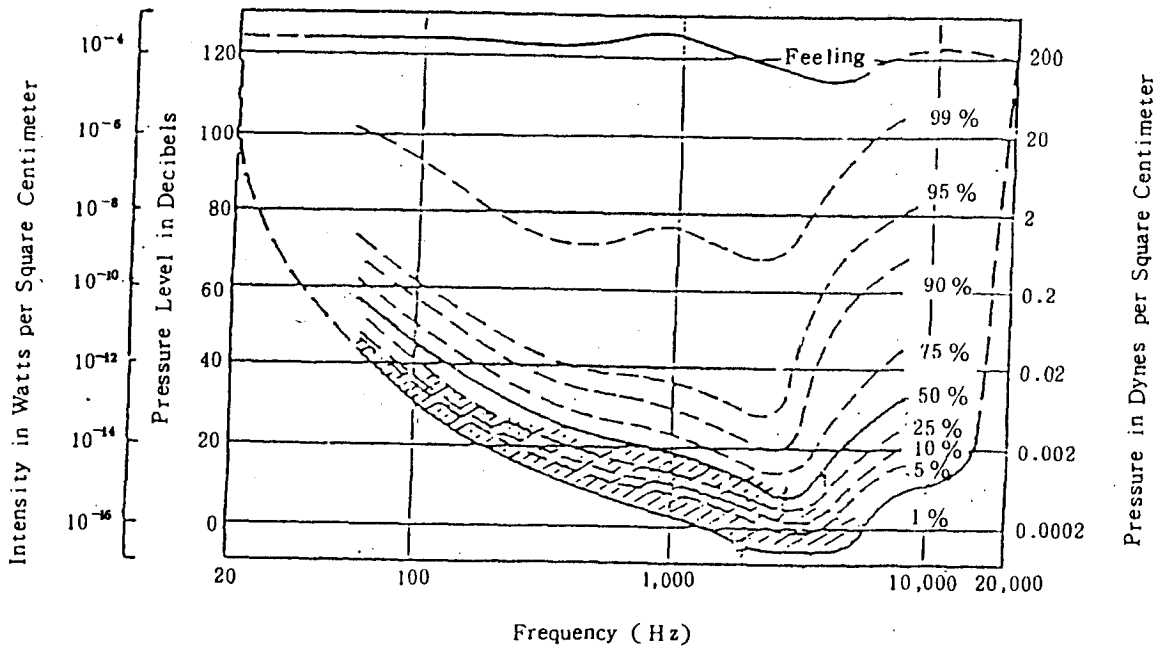
$$1(w) = \int_{wT}^{\infty} \frac{|H(w')|^2 |H_D(w')|^2}{8a^2 P(1-p)} \times \frac{(1 - \cos w'T)^2}{(w'T)^2} d(w'T)$$

이 된다.

따라서, 이동채 수신기 고유 잡음전력(보통 약 40dB)과 비교하여 A/a 의 값을 구할 수 있다.

(그림 3-1)은 Fletcher가 여러 사람을 대상으로 측정한 음성대역 주파수에 대한 최소 가청치의 분포도이다.

따라서, 음성대역중 청취가 가장 어려운 주파수에 대해서 A 의 값을 설정하면 a 의 값을 구할 수 있다.



(그림 3-1) 최소 가청치 분포도

(2) 디지털 신호의 대역 제한특성

Split Phase 형식으로 부호화시킨 디지털 신호를 음성출력에서 측정 한 스펙트럼은 다음과 같다.

$$S_o(w) = |H(w)|^2 \cdot |H_d(w)|^2 \cdot S_i(w)$$

$H(w)$: 대역제한용 필터 특성

$H_d(w)$: 디엠퍼시스 회로의 주파수 특성

$S_i(w)$: 디지털 신호의 전력 스펙트럼

n차 Butterworth 필터를 대역제한용 필터로 사용하면

$$S_o(w) = \frac{(WcT)^2}{[(wT)^2 + (WcT)^2]^n} \times \frac{8(1-\cos wT)^2}{(wT)^2} \dots\dots (1)$$

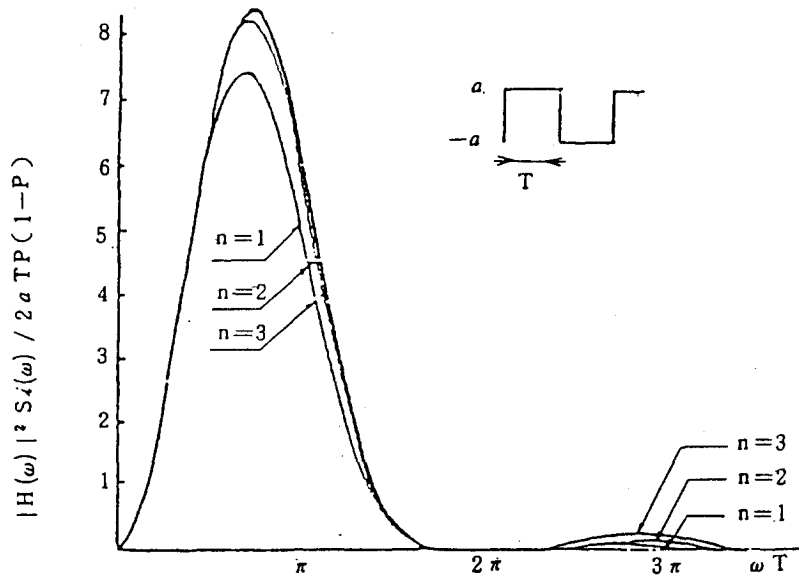
이때 누설전력비는 다음과 같다.

$$R(w) = \frac{\int_{wT}^{\infty} S_o(w') d(w'T)}{\int_0^{\infty} S_o(w') d(w'T)} \dots\dots (2)$$

식(1)과 식(2)의 결과는 (그림 3-2)와 (그림 3-3)에서 볼수 있듯이 필터의 차수 n이 높아질수록 음성대역내로 누설되는 전력비는 낮아지며, 음성 하부아래 영역의 스펙트럼은 거의 유지됨을 알수 있다.

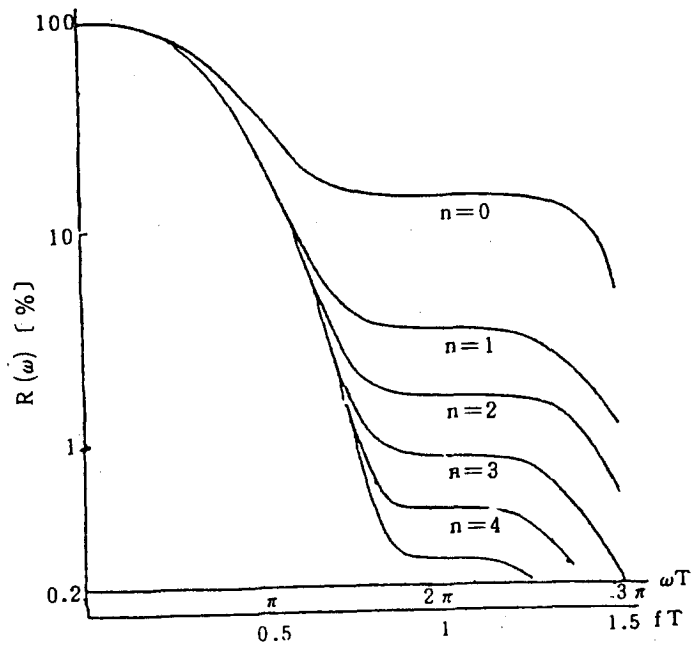
음성과 동시에 통화중에 식별부호를 전송하기 위하여 음성대역의 하부아래, 상부이상을 사용하는 방법중 하부아래 영역을 이용하는 방법에 대해서 고찰해 보았다.

그러나 기존 이동통신장비중 일부에서는 이미 음성하부 아래 영역에서 스킵치신호를 전송하고 있으므로, 앞에서 고찰한 방식은 기존장비의 스킵치회로를 변형하지 않으면, 스킵치신호와의 간섭을 피할수 없게 됨으로 사용이 곤란하게 된다.



(그림 3-2) 필터출력의 스펙트럼

n : Butter worth 필터의 차수



(그림 3-3) 음성하부대역 f 이상의 누설전력 밀도

나. 음성대역을 이용한 식별부호 전송

앞에서 살펴보았듯이 음성대역외를 활용할 경우 통화품질을 저해하고 인접채널에 간섭영향을 주는 문제를 해결하여야만 식별부호 전송을 위한 이용이 가능하다고 할수 있다.

특히 T.R.S나 Motorola 시스템의 경우 이미 통화채널의 유지를 위해 음성하부대역을 이용하고 있으므로(각 시스템 공히 저주파수 4개를 이용하고 있음) 하부대역을 활용할 경우 정보가 충돌하는 문제점이 발생한다.

그러나 음성대역을 이용할 경우 이상과 같은 문제는 없게 된다.

단, 언제 얼마만큼 통화채널을 이용하는가가 관건이 된다. 통화채널을 이용하는 시간이 발.착신 가입자가 인식하지 못할 정도로 짧은 시간이 되어야 할 것이며, 동시에 정확한 정보전송이 가능한만큼 충분하여야 한다. 또 가청대역을 이용하므로 송수신자가 통화 개시시에 느끼는 불편함을 제거하여야 할 필요성이 있다.

본 과제는 음성대역을 이용하여 디지털 신호방식으로 가입자 데이터를 송출하는 방식을 연구하면서 음성대역외의 신호전송 방안에 대해서도 재검토를 하기로 한다.

제4장 신호전송 방식

1. 아날로그 신호방식

최근 디지털 데이터에 의한 신호전송방식이 각광을 받기 이전부터 가장 널리 사용하던 방식으로 가청 주파수대의 톤의 조합에 의하여 원하는 정보를 전송한다. 그러나 이러한 방식의 용도는 Tone Coded Squelch나 선택호출등 비교적 간단한 것에 주로 제한되어 있다.

톤에 의한 신호전송방식은 무엇보다도 이동통신 분야에서 문제가 되는 페이딩에 강하다는 장점이 있다. 이는 페이딩 주기보다 톤 주파수의 지속시간이 길기 때문이라 할수 있으며, 예를 들어 선택호출의 경우 그 신호는 5개의 톤의 조합으로 200msec 동안 지속된다.

그러나 이와같이 지속시간이 길다는 점은 바로 짧은 전송시간을 요구하는 식별부호 송출 시스템에 부적당한 요인이 되며, 다양한 정보의 표현이 불가능하다는 것이 문제가 된다.

2. 디지털 신호방식

신속, 정확한 정보의 전송과 더불어 다양한 정보표현이 가능한 디지털 신호방식을 추구하는 경향은 여타 전기통신 분야에서만이 아니라 이동통신 분야에 있어서도 같은 추세라 할수 있다.

이동통신에 있어서 디지털 신호전송은 선택호출, 차량식별, Routine 정보상태기록 등을 포함해서 고기능 무선호출 시스템, Trunked 무선채널의 제어 및 공중이동통신 분야에까지 폭넓게 활용되고 있다.

특히 근자에는 팩시밀리, 데이터등 비 전화계 서비스에 대한 요구가 이동통신 분야에서도 급증함에 따라 음성신호와 더불어 디지털 신호를 전송하는 기술에 대한 연구가 선진 각국에서는 꾸준히 추진되고 있는 실정이다.

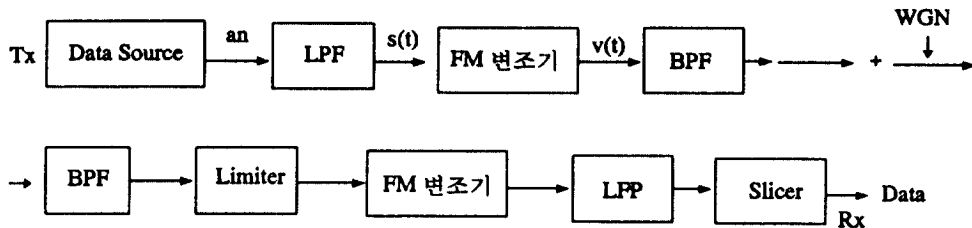
디지털 신호는 취할수 있는 값이 유한개라는 점에서 아날로그 신호와 구별되며, 수신 데이터를 가능한한 원형대로 복원하기 보다는 취할수 있는 유한개의 값중에서 어떤 것이 송출되었는가만을 판별하면 된다.

따라서 송수신측에서 이루어지는 모든 신호처리 과정은 신호판별의 오차를 최소화하는데 목적을 두고 있다. 그러므로 어느 시스템에 디지털 신호방식을 적용하려면 정보의 부호화(Coding), 기저대역 신호파형(Baseband Signal Waveform), 반송파 변조(Modulation)등 기본특성의 취사선택에 유의할 필요가 있다.

전송로 특성에 적합한 디지털 신호파형을 선택할 경우에는 특히 다음과 같은 변수를 고려하여야 한다.

- 주파수 분포특성 : 전송로의 소요대역폭 및 대역폭 활용효율과 관련되며, 특히 저주파 성분의 분포상태에 유의할 필요가 있다
- 비트 시각 동기능력 : 수신단에서의 판별오차를 결정하는 요소가 되는 것으로서 매 비트마다 신호파형의 값이 반전되면 신호파형으로부터 직접 비트 동기신호를 추출하기 쉽다.
- 잡음 영향 : 신호전력이 같더라도 신호파형에 미치는 잡음의 영향이 다를수 있다
- 회로 구성시 복잡도와 실현 비용

이상과 같은 조건을 고려하여 가장 간단한 2진 가입자 식별부호 송출 시스템을 구성하면 (그림 4-1)과 같다.



LPF : Low Pass Fiter BPF : Band Pass Filter
WGN : White Gaussian Noise

(그림 4-1) 2진 데이터 전송계 블록도

위 그림에서 각각이 수행하는 기능은 다음과 같다.

- o Data Source : 2진 데이터열의 구성 및 송출
- o LPF : 기저대역 파형의 정형

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} b_n g(t-nT)$$

$$b_n = 2a_n - 1$$

a_n : 2진으로 표현되는 데이터열

$g(t)$: $t=0$ 에서의 LPF를 통한 표준 펄스 신호

- o FM 변조기

$$V(t) = A \cos [W + \theta_0 + \mu \int_{t_0}^t S(\lambda) D \lambda]$$

A : 반송파의 진폭

W_c : 오실레이터의 주파수

θ_0 : $t = t_0$ 에서의 위상

μ : Conversion factor

t_0 : 임의의 기준 시간

- 송신단 BPF : 송신전력의 손실방지 및 인접채널에의 영향 방지
- 수신단 BPF :
 - 대역의 잡음 및 검출기 입력단에서의 잡음 제거
 - 파형의 정형
 - 전송시 발생한 대역내 왜곡 보상

- Slicer : 중간대역 이상일 경우 (+) 전압, 이하일 경우 (-) 전압 데이터원에서 생성되는 기저대역의 2진 데이터열은 각기 소요기능에 맞게끔 표현될 수 있다. 즉 진폭, 펄스폭, 위상등을 변화시킴으로써 원하는 정보를 나타낼 수 있다. 이때 기저대역 신호의 선택기준으로서는 소요대역폭, 대역폭 효율, 저주파수 분포상태등의 주파수 분포 특성과 수신단에서의 비트 동기신호 추출 난이도를 결정하는 비트시각 동기능력외에 잡음영향, 실현난이도등을 고려해야 한다.

디지털 전송방식을 이동통신 시스템에 적용할 경우 육상이동통신 경우와는 달리 극도로 좋지 못한 환경하에서 행해지는 것이 상례이다.

예를 들면 근접한 차량에 의한 점화잡음(Ignition noise)과 더불어 다중로(multipath)전파 및 전파 Shadow에 의한 신호 페이딩, 무선통신 구역을 소구역화하여 타지역에서 동일 주파수를 재사용함으로써 발생하는 동일채널(Co-channel) 간섭등을 고려하지 않을 수 없다.

이와 같은 잡음원의 영향을 최소화하여 신뢰할 수 있는 디지털 통신 시스템을 구성하기 위해서는 이동통신에 적합한 프로토콜을 확립해야 할 필요성이 있다.

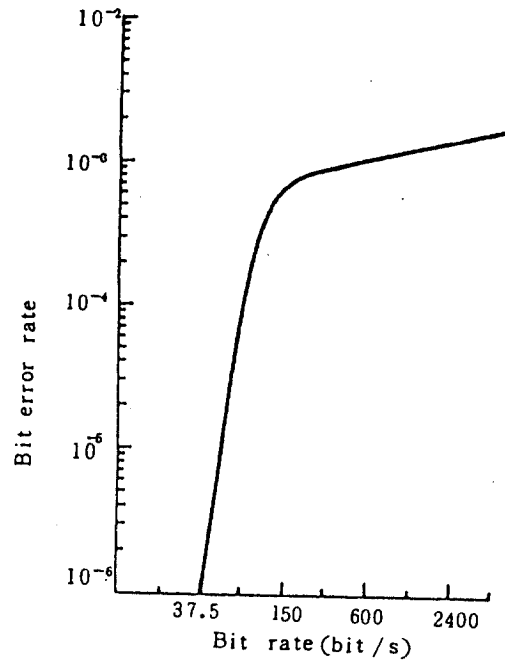
식별부호 디지털 신호를 기존 통화채널을 통하여 송신할 때에는 BER(Bit Error Rate)과 비트 전송속도간의 관계와 BER대 신호레벨($\text{dB} \mu \text{V}$)간의 관계도 고려해야 한다.

이동체 통신에 있어서 BER은 보통 고정 통신망에 비해 높은 편이어서 10^{-3} - 10^{-4} 범위의 값을 갖는다. 특히 점화잡음에 의해 발생하는 착오의 수효는 수신신호 레벨, 비트 전송속도 및 반송파 주파수에 따라 달라진다. 즉, 신호전송 속도가 높아질수록 또 반송파 주파수가 낮아질수록 커진다고 볼수 있다.

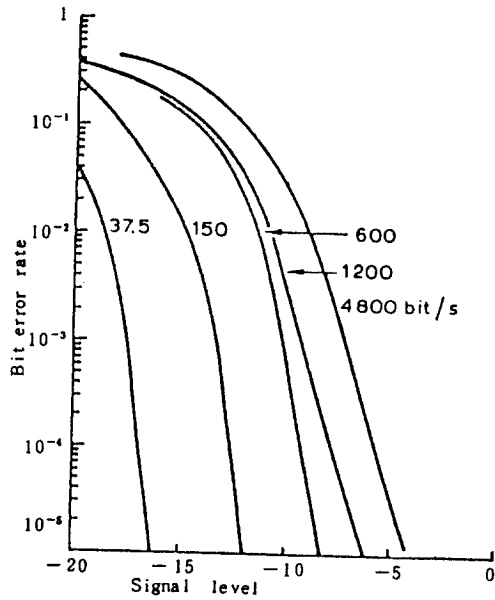
점화잡음은 특히 VHF대 전파를 사용할 시에 심각해서 거의 페이딩 잡음과 근사한 정도의 잡음원으로 작용한다.

(그림 4-2)와 (그림 4-3)은 각기 BER대 비트 전송속도 및 신호레벨과의 관계를 나타낸다.

그러므로 페이딩 및 BER이 심각한 문제가 되는 이동통신 시스템에 있어서는 어떻게 하는 것이 가장 페이딩에 강하고 원하는 신뢰도를 어떠한 방법으로 달성할 수 있는가를 상시 고려해야 한다.



(그림 4-2) 이동통신에서의 BER과 비트전송 속도간의 관계



(그림 4-3) 페이딩이 없을시에 비트 전송속도의 변화에 따른 BER과 신호레벨

3. 디지털 I.D 변조방식

전송하기 위한 디지털 신호파형이 생성되면 이를 전기적 신호로 변환하기 위하여 전송로 특성에 적합하도록 디지털 변조를 행한다.

디지털 변조방식을 결정할 때에는 소요 BER을 달성하고 채널 대역폭이 일반 이동무선 통신기기처럼 채널간격이 25KHz 정도로 협대역일때 높은 전송효율(Bits/Hz)을 제공하며 하중과 크기가 아날로그 장비에 적합하도록 간소화, 최소화 되어야 하며, 대역의 방사가 최저 레벨이 될수 있는 것을 선별해야 한다.

CCIR 보고서에 따르면 비선형 특성을 갖는 이동무선 채널에는 대역폭 및 제반 채널문제 때문에 BPSK, QPSK, 16QAM 등은 부적합하다고 되어 있다. 반면에 TFM(Tamed FM), GMSK (Gaussian MSK)등은 일정한 포락선(Envelope) 특성을 갖고 전력 스펙트럼폭이 좁아 사용을 권고하고 있다. 그러나 이러한 예는 아날로그 음성통신없이 단지 데이터 전송만을 위해 최적화할 수 있는 무선장비를 대상으로 하였을 경우이다.

음성과 더불어 데이터 전송에 적합하도록 데이터 단말기와 이동장비를 인터페이스 하기 위해서는 데이터 전송속도에 제한이 있고 최대 편이시 전송된 신호의 스펙트럼 분포, 데이터 디엠퍼시스(Deemphasis)특성, 대역폭 임피던스와 신호레벨, 미검출(Undetected) 착오율, 송신기의 Turn-on 시간, 모뎀의 동기 확립 시간등에 대해 검토할 필요가 있다.

이하에서는 인접회선에의 누설전력, 최대 전송속도, 부반송파 변조방식에 관해 살펴보기로 한다.

가. 인접회선 누설전력

인접회선 누설전력은 25KHz 떨어진 인접회선의 중심 반송파 주파수로부터 16KHz 대역 내로 송신 출력의 일부가 누설되는 것이다.

보통의 경우 인접 채널에 누설되는 전력은 변조되지 않은 반송파의 전력보다 60dB 이하로 낮게끔 하고 있다. 인접회선에의 누설전력을 측정하는 방법은 Canada Radio 규격집 RSS 199에 의하면 다음과 같이 계산된다.

- 6dB 감쇄되는 대역폭 : 16KHz
- 70dB 감쇄되는 대역폭 : 35KHz
- 90dB 감쇄되는 대역폭 : 50KHz

최대 전송속도를 계산할 때는 다음의 식을 이용한다.

$$10 \log \int_{a \text{ KHz}}^{b \text{ KHz}} S(f)H(f) = -60 \text{ dB}$$

$S(f)$: 디지털 신호의 전력 스펙트럼 밀도
 $H(f)$: 필터의 전달함수

상기 식을 이용하여 필터와 펄스 모양에 따라 측정한 최대 전송속도는 다음 (표4-1)과 같다.

(표 4-1) 최대 전송속도 (kb/sec)

변조기법	기저대역 펄스파형	최 대 전 송 속 도	
		IDEAL FILTER	BUTTERWORTH FILTER
PAM	Rectangular	< 0.001	< 0.001
2 ϕ PSK	Sint / t	34	23.4
2 ϕ DPSK	R.Cosine $\left[\begin{array}{l} a = 0.3 \\ a = 1 \end{array} \right.$	26.34	20.93
		17.18	14.4
4 ϕ PSK	Rectangular	< 0.002	< 0.002
4 ϕ DPSK	Sint / t	68	46.8
	R.Cosine $\left[\begin{array}{l} a = 0.3 \\ a = 1 \end{array} \right.$	52.68	41.86
		34.36	28.8
MSK	Binary	1.71	1.6

나. 최대 전송속도

디지털 변조방식을 이용하여 기존의 이동통신 전송로에 전송할 수 있는 신호의 최대 전송속도는 장비의 프리엠퍼시스(Pre-emphasis)특성과 디엠퍼시스(De-emphasis)특성 및 인접회선에 누설되는 전력 제약조건에 의하여 제한 되어진다.

보통 통화용 회로에서는 1200bps 부반송파 데이터 신호까지 음성처리용 프리엠퍼시스 및 디엠퍼시스 회로를 통과할 수 있으며 그 진폭은 음성의 클리핑(Clippling) 레벨보다 낮게 하고 있다. 예를 들어 통화채널에 1200bps의 속도로 부반송파 변조방식을 이용하여 FFSK로 데이터를 전송하는 서독의 FMS 및 ZVEI 시스템에서는 신호 "1"로서 1200Hz(1주기)를, "0"으로서 1800Hz(1½주기)의 부반송파 신호를 사용하고 있다. 만일 데이터 전송속도를 2400이나 4800bps로 고속화 하려면 통화회로를 개조하거나 통화회로를 우회, 부반송파 데이터 신호를 직접 모뎀에 입출력 한다.

제 5 장 결 론

본 연구과제는 이동통신 분야의 전파질서 확립 및 효율적인 전파관리를 위해서 2년간 걸쳐서 연구토록 계획되어 있다.

금년도 연구목표는 국내·외 각종 이동체 통신의 자료수집 및 현재 운용중인 이동통신 시스템 - 셀룰러 이동통신 시스템, T.R.S 시스템 - 기술적 특성을 조사하여 I.D 구성에 필요한 여건을 조성하고, 차기년도에 최적의 I.D 시스템을 구성할 수 있도록 하기 위한 것으로써, 일반적인 이동통신 시스템의 기술적 특성을 검토함과 동시에 가입자 식별부호 전송방안에 대하여 살펴보았고, 또한 신호전송방식에서 신속 정확한 정보전송이나, 다양한 정보표현이 가능한 디지털 신호방식과 디지털 I.D 변조방식을 살펴보았다.

그리고 차기년도의 주된 연구는 I.D 구성에 필요한 시스템 설계이다.

디지털을 이용한 I.D 전송 시스템을 연구하고, Dual Tone Multi-Frequency(DTMF) 검토하여 수용능력 및 식별능력을 비교하여 최종안이 결정될 것으로 사료된다.

I.D 구성에 필요한 시스템은 각 시스템간의 특성연구가 추가될 것이며, 가능하다면 시범모델을 구성하는 것이 바람직하나 예산 여건이나 시설 부족으로 실험모델 실현은 불가능 할 것으로 예상된다.

끝으로 본 연구사업에 여러가지로 조언해 주신 여러분들에게 감사드립니다.

제 6 장 참 고 문 헌

- 1) A Study On The Development of The Automatic I.D Code Transmission System (전자통신연구소 , 86. 87)
- 2) 무인감시 체제 조사 연구보고
(전파연구소, 84년도 P.118-129)
- 3) 식별부호 송출방식
(전파연구소, 85년도 P.165-174)
- 4) A Feasibility Study on Telepoint (CT-2) Services
(한국통신, 연구개발단, 90. 12)
- 5) 주파수 공용통신(T.R.S) 운용
(한국통신, 부산망운용국, 90. 11)
- 6) 셀룰러 이동무선 전화에 관한 연구
(전파연구소, 88. 1)
- 7) '91년도 벨연구소 전문과정(INTERN)연수 보고서
(이동통신)
- 8) CCIR Digital Transmission in The Land Mobile Radio, CCIR Rep-903
- 9) T.T.T Jhung & W.M.Tey, "Characteristics of Manchester-Coded FSK"
Trans, On Comms. Vol.COM-27, NO1. 1979
- 10) William C.Y.Lee, Mobile Communication Engineering, Kingsport Press. 1982
- 11) R.J Holbecho, Land Mobile Radio System, Short Run Press. 1986
- 12) P.J.Stein & R.W.Gibson, " A 1200bps Single-Chip Microcomputer Data Modem"
- 13) 이동통신에 있어서의 하부대역의 디지털 신호전송의 검토
(신학기보 CS82-8, 1982)