

기업통신을 위한 단말기 기술

千宗勳, 李逢春
MAXON電子(株)技術研究所

I. 서론

21세기 정보화 사회의 문턱인 오늘날 언제, 어디서, 누구에게도 가능하게 될 무선 이동 전화, 개인 휴대 전화 (PCS), 상용 위성 통신등 최첨단 무선 정보 통신기술이 출현하여 전세계의 단일화(Globalization) 움직임에 있어서 정보 통신의 중요한 흐름 중 하나는 무선 통신이라고 할 수 있다.

또한 이동성 및 개인성의 추구가 증대되는 조선업, 운수업, 광업, 서비스업 및 유통업등 여러 산업체에서 어느 장소에서도 불문하고 업무를 신속히 처리할 수 있는 컴퓨터와 무선기술이 결합된 기술이 점차 확대되고 있다.

따라서 무선 통신에 의한 정보 기술은 기술의 발전에 따라 발전 방식은 수정 발전회로에서 신세사이저 방식으로, 아날로그 변조 방식에서 디지털 변조 방식으로, 또한 주파수 채널할당은 협대역에서 광대역으로 변천되고 있으며, 보다 수요량이 많고 고속 데이터를 처리할 수 있는 디지털 신호처리의 집적화 기술 발달로 인한 여러가지 고품질 정보 서비스를 사용자에게 제공하게 되었다.

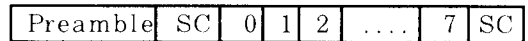
이동정보통신 단말기는 자동차 전화, 개인 휴대용 전화, 무선 호출기, 코드리스 전화등의 음성 통신의 예도, 데이터통신, 팩시밀리 통신, 화상통신등의 디지털 정보 통신으로 그 응용분야가 확대되어 보다 소형화 경량화 및 저 가격으로 세계 시장에 앞다투어 선보이고 있다.

따라서 기업통신을 위한 단말기 기술에 있어서 현 기술과 앞으로 전망에 대하여 논하고자 한다.

II. 무선 호출기 기술

PAGING통신 방법은 다른 통신 수단에 비해 Operator가 필요없이 숫자 정보를 전달하고 또한 간단한 Interface 장치로 문자 정보를 전달되는 단방향 통신 이므로 가장 경제적인 수단이다. 채널효율에 있어서 단일 채널에 약 100,000 가입자를 수용할 수 있으며, 특히 전송속도에 따라(512bit/s, 100bit/s, 2400bit/s...)효율성을 증대될 것이다. 그러한 관계로 무선호출기의 사용자는 점차 증대 되고 있다.

이러한 무선 호출기는 음성, 숫자 및 문자의 정보 전달이 있는데 사용되는 방식에는 공진 Dewder를 사용한 2-Tone, 5-Tone, HSC(Hexa Sequential Code), Golay POCSAG, Flex등 여러가지 방식이 있으나 여기에서 POCSAG 방식에 의한 Protocol을 보면 다음과 같다.



이러한 Protocol에 의한 데이터의 복조 및 error correction, 안테나 설계, 시스템 구성에 의해 양질의 정보를 얻을 수 있을 것이다. 또한 무선 호출기 안테나 설계에 있어서 그림 1과 같이 100% 효율이다.^[1]

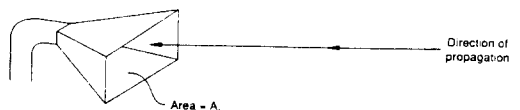


그림 1. Horn안테나로 입사한 평면파

$$P = S \times A \quad (1)$$

여기에서 P는 수신된 전력이고 S는 전자파의 전력 밀도이며, 또한 A는 Horn의 면적이다. 이러한 근거로 하여 그림 2와같이 반파장 Dipole 안테나에서 구경은 $0.13 \times (\text{파장})^2$ 이 가장 효율이 좋으며, loop안테나에서는 $0.119 \times (\text{파장})^2$ 이 가장 효율적이며, 무선흡출기를 360° 회전시 5에서 6 uv/m의 감도를 갖어야만 한다.^[1]

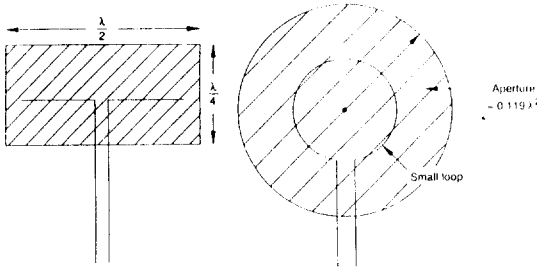


그림 2. 유효한 Dipole 및 Loop안테나의 간극

시스템 설계에 있어서 송신기의 효율, 주파수 안테나 이득, site의 위치등에 의해 그림 3과같이 시스템을 구성 하여야만 한다.^[1]

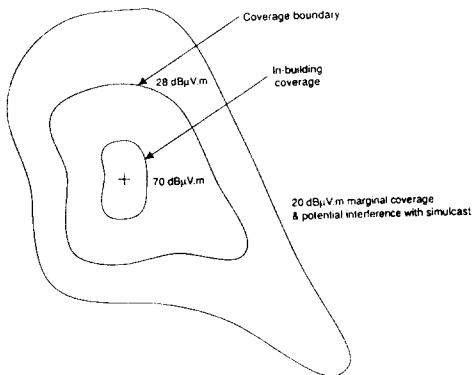


그림 3. 측량으로부터의 강도영역

Ⅲ. 무전기 기술

일반적인 무전기라 함은 단방향 통신에 의한 음성의 통화이다. 이러한 음성에 의한 통화는 통화 하고자 하는 양자간 정보의 교환이 이루어지나 다른 제 3자 또는 다수의 정보의 공유 또는 Data정보전달, 혼

선에 의한 불편함 등으로 인하여 무전기를 System화 하여 다수에 의한 통화, Data 정보의 전달, 주파수 공유 등으로 기업통신의 효율을 최대화 하였다. 여기서는 가장 기본적인 형태의 무전기 이용에 관해 논하고자 한다.

1. System 화

많은 사용자에 의한 혼선으로 인해 일반적 무전기는 많은 문제점을 갖고 있다. 그래서 그것을 Network화 하여 System을 설비하지 않으면, 안되게 되었다. 그 Network화 하기 위해서는 PC를 통해 관리 되어야 하고 또한 다른 System 즉 PABX 등에 의한 접근 방법이 가능해야 하며, channel 효율성, 기기의 확장성이 되어야만 한다.

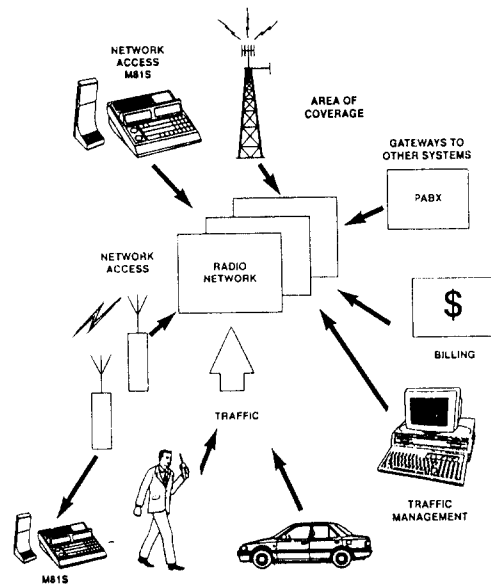


그림 4. 무전기를 위한 시스템 구축

따라서 그림 4와 같이 기본적으로 System을 구축 하여야 한다. 즉 System에 접근하기 위한 단말기는 Tone 또는 Data Signal에 대해 부호화, 복호화의 수용이 가능해야 한다. 다시 말해서 CTCSS, DCS, 2 Tone, 5 Tone 또는 Digital Data를 수용한 신호로 Radio Network를 관리하는 Computer에 의해 관리, 통제, 운용되고 있고, 단말기는 다채널 동작으로 되어야 한다. 이러한 형태로 다자간 통화, Data

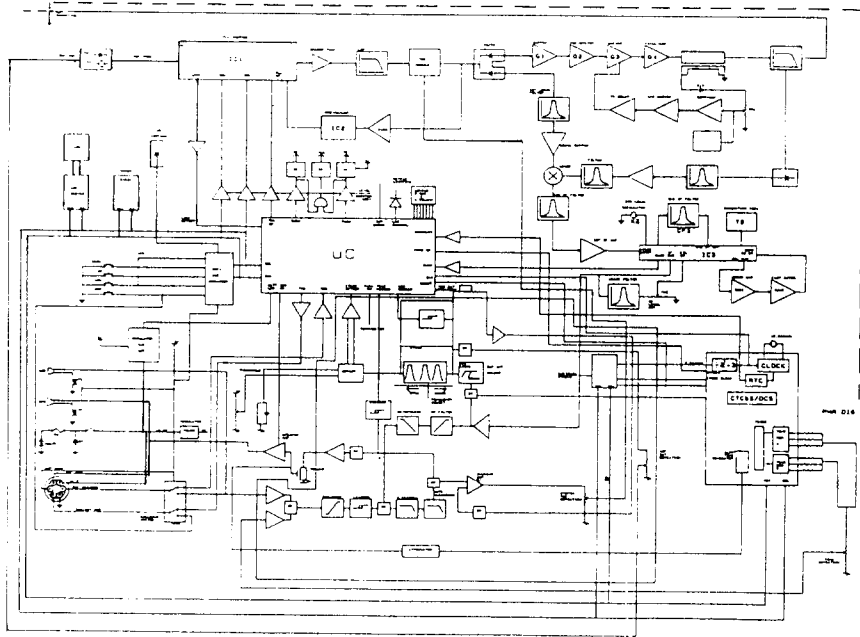


그림 5. 시스템화된 무전기 블록 다이어그램 (SL-500)

정보전달, 전화망의 연결 등으로 과거의 일대일 통신에 의한 단점을 보완하였다. 이러한 단말기의 기본적인 블록도는 그림 5와 같다.

2. TRS (Trunked Radio System)

사용 주파수의 한계, 사용자 수용능력의 한계 등으로 인하여 새로운 형태의 통신 방식이 나타나게 되었다. 이를 주파수 공용통신(TRS)이라 한다. 일반적으로 1개 가입자 통화량은 그리 많지 않으며, 여러 가입자가 동시에 통화하는 경우도 흔하지 않다는 이론을 근거로 하여 주파수 자원의 일부를 사용하는 많은 가입자들이 적은 주파수 자원을 사용하는 시간차에 의해 공유하는 방법이다.

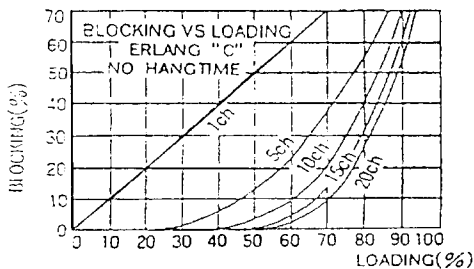


그림 6. 공유 채널수와 Blocking이 일어날 확률

이때 공유 채널의 수와 Blocking (Busy)이 일어날 확률은 그림 6과 같다. 이는 공유 채널수의 증가에 따라서 Blocking의율이 대폭 증가하게 된다 이러한 TRS에서는 지역화, 광역화, 시스템 용량, 호출형태, Roaming, 데이터 통신이 가능하여 기업통신의 효율성을 한층 극대화 하였다. 그러나 기술적 및 이론적인 근거의 다양화로 인하여 여러가지 형태의 방법이 이용되고 있다.

일반적인 시스템 형태의 구성은 다음 그림 7과 같다.

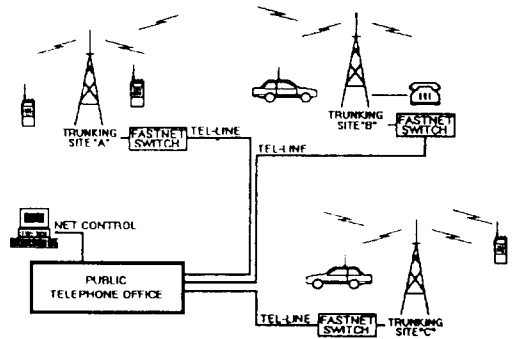


그림 7. TRS의 시스템 구성

이러한 시스템에 의한 단말기는 각 망에 대한 식별 코드를 갖고 개별통화, 그룹통화에 의한 채널할당 및 개별 식별코드의 등록, 변경등으로 Roaming 및 위치등록이 되고, 전용 제어채널과 고속 데이터 전송을 수용하며 PSTN과의 연동을 이룬다.

일반적인 무전기에서의 사용영역과 비교할때 TRS는 대단위 기업 또는 공중망으로 사용 영역이 확대되어 주파수 사용 한계를 극복할 수 있다. 이와 같은 TRS에대한 기술적 특징은 다음과 같은 중요 방식에 의해 결정하여 시스템 및 단말기를 설계 하여야 한다.

1) Trunking 방식에는 Transmission 방식과 Message 방식으로 구분되는데 Message 방식은 통화 채널이 일단 할당 되어지면 통화가 지속되는 동안 계속 통화 채널을 유지하는 방식이다. 상호 송신과 송신사이의 채널 유지시간(Hang time)을 설정하여 그 유지시간 동안 통화가 이루어지지 않으면 그 채널은 대기 채널군으로 편입된다. 그러나 Transmission 방식은 각각의 통화시 마다 새로운 채널을 지정하고 통화 완료시에 'Hang time' 없이 바로 채널을 회수하는 방식이다. 그러므로 이 Transmission 방식이 훨씬 회전 사용율이 높다.

2) 제어 채널 방식은 전용 제어 채널 방식과 분산 제어 채널 방식이 있다. 전용 제어 채널 방식은 중계기의 여러 채널중 특정 채널을 제어 채널 전용으로 미리 지정하여 사용하는 방식이고, 분산 제어 채널 방식은 중계기의 여러 채널중 필요시 사용되지 않는 채널중 하나를 임의로 선택하여 제어 채널을 사용하는 방식이다.

3) 광역화 방식에는 Simulcast 방식과 Multicast 방식이다. Simulcast 방식은 주파수 사용에 있어 동일 주파수에 의한 수신 강도에 따라 다른 중계국으로 이동하는 방식이고, Multicast 방식은 다른 주파수를 사용하는 서비스 지역에서 그 지역을 벗어났을때 다른 중계국의 신호를 채널의 전환으로 수신하는 방식이다.

IV. CDMA 디지털 셀룰라 기술

코드 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access: CDMA)은 여러 사용자들이 시간과 주파수를 공유하면서 각 사용자에게 교차 상관 계수가 적은 의사 잡음열을 할당하여 각 사용자는 할당된 의사 램

덤 계열을 이용하여, 송신할 정보를 확산하여 전송을 하고 수신측에서는 송신측에서 사용되는 동일한 의사 램덤 계열을 발생시켜서 동기를 맞추고 이를 이용하여 수신된 신호를 역 확산하여 원하는 신호를 복원하는 방법이다.

이러한 코드분할 다중 접속방식의 블록 다이어그램은 그림 8과 같으며, 예를들어 K번째 사용자를 위한 변조된후 송신신호 $S_n(K)$ 는 수식 (2)과 같다.^{[3][4]}

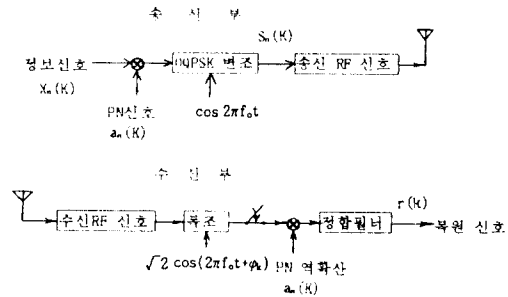


그림 8. 코드분할 다중 접속방식의 블록 다이어그램

$$S_n(k) = \sum_n [E_c(k)]^{\frac{1}{2}} X_n(k) h(t - nT_c) + a_n^{(1)}(k) \cos(2\pi f_c t + \phi_k) + a_n^{(2)}(k) \sin(2\pi f_c t + \phi_k) \quad (2)$$

위 (2)식에서 k는 사용자이고, n는 이산시간이며 $a_n(K)$ 는 K번째 사용자의 정보신호 $\in \{\pm 1\}$ 이며, $a_n(k)$ 는 k번째 사용자를 위한 의사랜덤 계열 확산 신호이다. 이러한 송신신호 $S_n(K)$ 신호는 800MHz 대역으로 주파수 천이하여 송신하게 된다.

RF 아날로그 신호로 부터 4.92MHz로 주파수 천이된 수신 신호는 식 (3)와 같다.

$$R_n(k) = \sum_m [E_c(m)]^{\frac{1}{2}} \sum_n a_n(m) X_n(m) h(t - n'T_c) * \sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \phi_m) + n(t) \quad (3)$$

여기서 m은 n번째 다른 사용자의 신호를 의미하고 n(t)는 수신된 잡음을 나타낸다. k번째 사용자를 위한 수신된 신호가 $\sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \phi_k)$ 와 합성되면, 수식 (4)과 같이 정합 필터후 "1"이 되어 원하는 신호를 얻게된다.

$$[\sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \phi_k)]^2 = [1 + \cos(4\pi f_c t + 2\phi_k)] = 1 \quad (4)$$

그러나 m번째 다른 사용자가 $\sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \varphi_k)$ 와 합성되어 수신되면 수식 (5)와 같이 정합 필터후 $\cos(\varphi_m - \varphi_k)$ 로 되어 잡음으로 남는다.

$$\begin{aligned} & \left[\sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \varphi_m) \right] \left[\sqrt{2} \cos(2\pi f_c t + \varphi_k) \right] \\ & = \cos(\varphi_m - \varphi_k) + \cos(4\pi f_c t + \varphi_k + \varphi_m) \end{aligned} \quad (5)$$

따라서 정합 필터후 수신된 신호는 식 (6)와 같다.

$$\begin{aligned} & \sum_m [E_c(m)]^2 \sum_{n'} a_n(m) X_n(m) [h(t-n'T_c) * h^*(t)] \\ & \quad * \cos(\varphi_m - \varphi_k) + n'(t)h^*(t) \end{aligned} \quad (6)$$

위 (6)식에서 $h(t-n'T_c) * h^*(t)$ 는 $n'T_c$ 시간에서 식(7)과 같이 샘플링 된다.

$$\begin{aligned} & \int h^*(t - \tau)h(\tau - n'T_c) d\tau |_{\tau = n'T_c} \\ & = \int h(\tau - n'T_c)h(\tau - n'T_c) d\tau \end{aligned} \quad (7)$$

식(7)에서 만약 $n=n'$ 일때는 식 (8)과 $n \neq n'$ 일때는 식(9)와 같다.

$$\int h^*(x)dx = \int |H^2(f)|df = 0 \quad (8)$$

$$\int |H^2(f)| \cos(2\pi f(n' - n)T_c) df \quad (9)$$

따라서 $a_n(k)$ 를 역 확산 하여 출력된 수신 신호는 다음 식 (10)과 같다.

$$\begin{aligned} r(k) &= [E_c(k)]^{1/2} X_n(k) \\ &+ [E_c(k)]^{1/2} \sum_{n \neq n'} X_n(k) a_n(k) a_n(k) \int |H^2(f)| \\ &\quad * \cos(2\pi f(n' - n)T_c) df \\ &+ \sum_m [E_c(k)]^{1/2} \sum_{n'} X_n(m) a_n(m) a_n(k) \int |H^2(f)| \\ &\quad * \cos(2\pi f(n' - n)T_c) df * \cos(\varphi_m - \varphi_k) \\ &+ a_n(k) \int h(\tau - n'T_c) n(\tau) d\tau \end{aligned} \quad (10)$$

위 (10)식에서 1항식은 K번째 사용자가 요구한 데이터 신호이고 2항식은 동일한 송신기로 부터의 심볼 간 간섭(Intersymbol interference)이며 또한 3항식은 다른 사용자들로 부터의 간섭이고, 4항식은 잡음이다. 여기에서 2항식은 셀룰러 채널에서 생기는 다중 경로파의 도달시간 지연에 따른 지연 확산현상

이 생기게 되는데 이는 심볼간 간섭(ISI)을 일으키게 되므로 Rake 수신기를 사용함으로써 해결할 수 있다. 또한 3항식은 K번째보다 m번째 사용자가 기지국 가까이에서 사용할 경우 근원간섭(near-far-Problem)이 생기게 되는데 이것은 85dB 전력차로 해결될 수 있으므로 원하는 신호인 1항식을 얻을 수 있다. 따라서 RF회로에서는 주파수 신세사이저와 SAW필터 및 Mixer 등 소자의 특성이 중요시되며 보다 소형화 경량화 및 가격을 저렴화하기 위해서는 ASIC CHIP 기술이 중요한 시점에 놓여 있다. ^{1, 15)}

이러한 점에서 퀄컴사는 표 1과 같이 96년도 까지 3세대로 구분하여 ASIC CHIP 개발에 역점을 두고 있다. ²⁾

표 1. 퀄컴사의 ASIC CHIP 개발 단계

	First Generation	Second Generation	Third Generation
CPU	16 bit Microcontroller		
CDMA Signal Proc	MSM 1.0	MSM 2.0	MSM 3.0
Vocoder	Mask ROM DSP		
FM Processing	Conventional ICs		
A/D & D/A Converters			
Baseband Filtering	Baseband Analog ASIC Version 1.0	Baseband Analog ASIC Version 2.0	Baseband Analog ASIC Version 3.0
TX/RX Mod/Demod			
TX/RX AGC	Discrete	Tx AGC Rx AGC	Tx Front End ASIC Rx Front End ASIC
TX/RX Up/Down Convert	Discrete	Tx ASIC Rx ASIC	
Synthesizer	Hybrid (D)	Dual	BBA-2.0
Power Amplifier	Standard AMPS	MMIC	MMIC
Operating Voltage	5 Volts	3 Volts	3 Volts
Site	7" x 2.25" x 1"	180 cc	< 180 cc
Weight	12.2 oz	8 oz	< 6 oz

'95년도에 상용화된 단말기는 제 2세대인 ASIC CHIP화 할 예정이며, 동작전압은 3V 이고, 크기는 180cc (5.9" x 1.7" X 1.1") 그리고 무게는 8oz(228g)로 보다 소형, 경량화 시킬 예정이며, 통화 시간은 5시간, 대기시간은 70시간으로 목표를 세우고 있다. 여기서 2세대인 ASIC CHIP은 1세대인 MSM 1.0 ASIC CHIP에 80186 마이크로 프로세서를 포함하였지만, 연산 coprocessor interface와 refresh control unit를 포함시키지 못하였고, 디지털 FM프로세싱을 포함하여 보코더로 인터페이스 하였다. 또한 보코더를 포함하여 QCELP방식을 이행하고 디지털 FM을 위하여 audio/SAT 프로세싱을 이행하며, 외부적인 CODEC과 digital FM 프로세싱 부분에 인터페이스를 시켰다. 그리고 BBAASIC 2.0은 BBAASIC 1.0에 디지털FM 처리부를 위한 클럭 신호 주파수를 4.92 MHz로 바꾸어 실행하여 이에따른 신세사이저까지 ASIC화 하였다. 이와 더불어

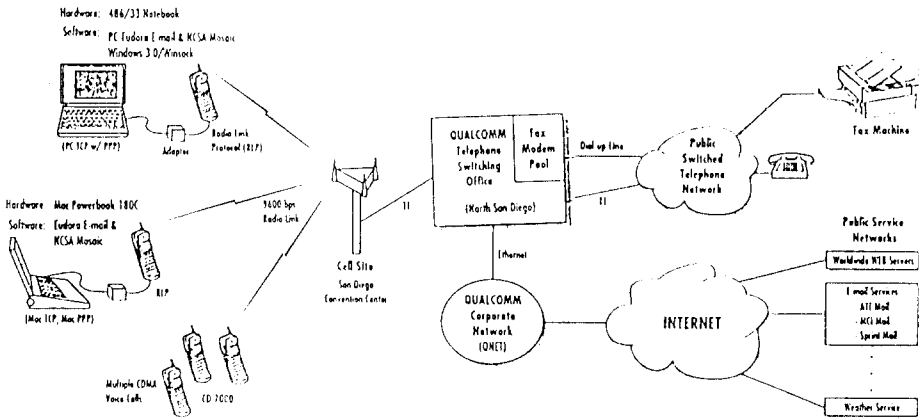


그림 11. CDMA 무선 데이터 통신망

표 2. PCS를 위한 데이터 전송속도 및 향후 계획

	CDMA 단말기	PCS	향후 계획
대역폭	1.25 모드-1.23MHz	1.25 모드-1.23MHz	1.25 모드-1.25MHz 2.5 모드-2.46MHz
데이터 전송속도	9600 bps	9600bps 14400 bps	1.25 모드-19.2kbps 38.4kbps 추가 2.5 모드-76.8kbps 추가
음성코덱	8 Kbps	13 Kbps	16k bps, 32 Kbps.

또한 PCS를 위한 순방향 링크의 변조 형태는 그림 9와 같으며, 데이터 전송속도를 높이므로써 변조 형태는 그림 10과 같다.²⁾

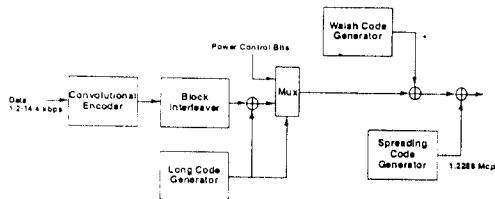


그림 9. PCS를 위한 순방향 링크의 변조 형태

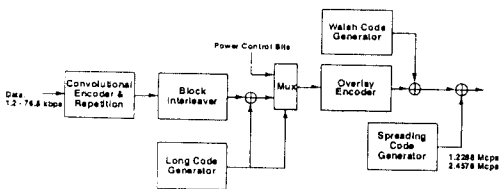


그림 10. 향후 전송속도를 높이므로써의 변조 형태

퀄컴은 '96년도에는 RF부분까지 ASIC화할 방침이다. 향후 디지털 셀룰라폰을 이용한 비동기(Dial-up 모델) 팩스밀리, 팻킷 데이터통신 등 다양한 서비스를 위하여 전송속도를 높일 방침이다. 현 CDMA 단말기에서 사용되는 데이터 전송속도는 9600bps(4800bps, 2400 bps, 1200bps)로 콘볼루션코드 비는 순방향, 역방향 일 경우 각각 1/2과 1/3이지만, PCS(Personal Communication Services) 단말기를 위해 9.6Kbps 전송속도에다 14.4 Kbps(7.2Kbps, 3.6Kbps 1.8Kbps)를 첨가하여, 콘볼루션코드 비를 각각 3/4과 1/2로 바꾸어 실행하게 되며, 음성 Codec 및 향후 계획은 표 2와 같다.²⁾

Notebook 및 사무용PC와 디지털 셀룰라 폰을 이용하여 어느 장소에서도 불문하고 업무를 신속히 처리할 수 있으며, 다양한 서비스를 제공하기 위한 CDMA 무선 데이터 통신망의 구조는 다음 그림 11과 같다.²⁾

V. 저궤도 위성 이동통신 기술

이리돔, 글로벌스타 등 6개 사업자가 추진중에 있으며, 모토로라와 퀄컴사간에 주파수 공동사용을 합의 하여, 앞으로 PCS의 중추적 역할을 담당할 것으로 예상되는 저궤도 위성 통신망은 휴대용 단말기 및 차량용 단말기와 위성간에 상호 링크가 직접 구성되며, 제공방식에 따라 관문국을 경유하여 상대방에게 접속되거나 위성에서의 직접교환을 통한 직접 접속방식을

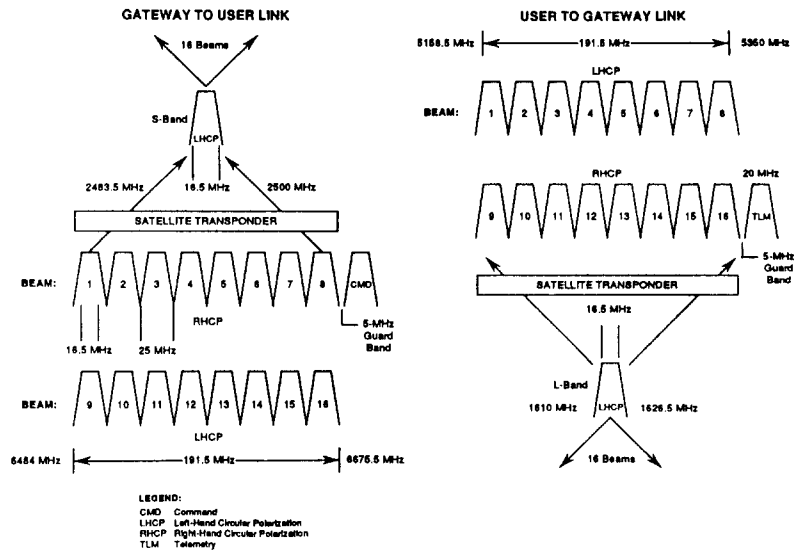


그림 13. 위성 통신 시스템을 위한 주파수 계획

사용함으로써, 이동전화, 무선호출, 팩스, 데이터, 위치 확인등의 다양한 서비스를 제공하게 될 것이다.

여기에서 CDMA방식으로 구현될 글로벌스타 위성 시스템은 육상계의 서비스 네트워크와 상호 보완된 시스템으로 기존의 셀룰라 사업자의 서비스 영역에서는 그 네트워크로 사용하고, 그 외의 휴대 전화에서는 위성과 직접 연결하는 듀얼모드 방식을 취하고 있으며, 다음 그림 12와 같이 구성되어 있다.²⁾

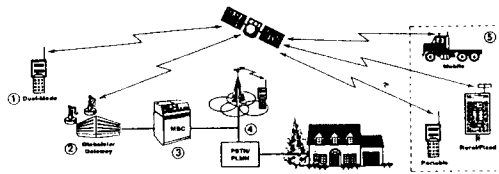


그림 12. CDMA방식의 간단한 위성통신 시스템에

글로벌스타의 위성 서비스를 사용하지 않을 경우 사용자가 듀얼모드 전화기로 전화를 걸면 자동적으로 지상 서비스가 선택되며, 글로벌스타 서비스를 선택할 경우 위성에서는 관문국으로 전송한다. 관문국에서는 이동교환국으로 등록을 하고, 호출요구에 허가

및 수신자에게 전송하게 된다.

만약 수신자가 지상셀룰라 및 가정용 단말기일 경우, 그 호출은 PSTN이나 PLMN을 통하여 수신자에게 보낸다. 수신자가 위성통신 서비스 사용자일 경우, 그 호출은 관문국(Gateway)을 통하여 글로벌 위성으로 되돌려 사용자에게 정보를 전송하게 된다.

이러한 위성통신 서비스를 위한 주파수 계획은 그림 13과 같다. 단말기에서 위성으로 L밴드(1610-1625.5 MHz)와 위성에서 단말기로 S밴드(2483.5-2500 MHz)를 사용하였으며 또한 관문국에서 위성으로 C밴드(6484-6675.5 MHz)와 위성에서 관문국으로 C밴드(5158.5-5350 MHz)를 사용하였다.

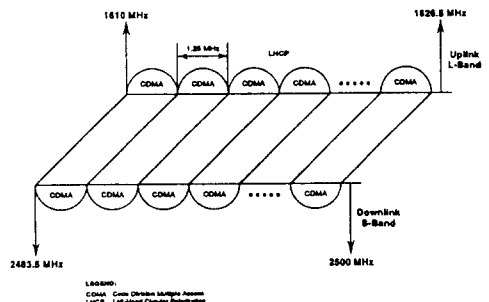


그림 14. CDMA 위성통신을 위한 단말기 주파수 계획


그리고 단말기는 그림 14과 같이 현 CDMA 디지털 셀룰라와 같이 한 채널 주파수 대역폭은 1.25 MHz와 경로 다이버시티 rake수신기, QCEP보코더 등을 사용하여, 지름 5800Km 범위내에 있는 디지털 셀룰라를 수용할 수있다.²⁾

VI. 결 론

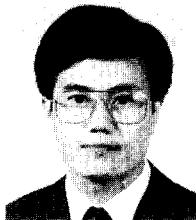
경제 활동 범위가 넓어지고 신속성이 요구되는 현실에서 무선 정보통신은 컴퓨터 기술과 무선 단말기 기술이 결합된 기술이 개발이 되어 다양한 고품질 정보 서비스를 제공하게 되었다. 특정한 주파수를 사용되었던 종래의 무선 통신과는 달리 TRS는 여러개의 주파수를 다수의 가입자가 공동으로 이용 되므로 주파수 이용률및 경제성이 매우 높은 무선 통신 시스템이며, 이것은 셀룰러등 타망과 상호 접속이 가능하게 되므로 산업체등 널리 보급될 전망이다. 또한 디지털 셀룰러 단말기는 보다 소형화 경량화 및 저가격화로 세계 시장에 선보이고 있으며, 이것은 다량의 데이터 정보를 고속으로 처리할수 있는 고도의 디지털 신호 처리 기술이 요구되고, 이러한 디지털 신호처리 기술과 RF회로를 ASIC CHIP시키는 기술이 무엇보다도 요구되고 있다.

이러한 디지털 기술로 인하여 전 세계를 단일화(Globalization)시키고 PCS의 중추적인 역할을 담당하게될 저궤도 위성 통신 시스템이 '98년경에 서비스가 시행될 것이다.

參 考 文 獻

- [1] Neil J. Boucher, "The Paging Technology Handbook", Quantum Publishing, 1992.
- [2] Qualcomm, "CDMA Technology Forum", San Diego, Feb. 1994.
- [3] Qualcomm, "CDMA system engineering training Handbook", May, 1993.
- [4] 천중훈, 이철희, 박종안, "디지털 이동통신용 CDMA이동국에 관한 연구" 대한 전자공학회 추계종합학술대회 논문집 제 16권 P3-P6, 1993, 11.
- [5] George R. Cooper, Clare D. Mc Gillem "Modern communications and spread spectrum" McGraw-Hill, 1986. 

筆者紹介



千 宗 勳

1964年 7月 26日生

1988年 2月 조선대 공과대학 전자공학과 졸업(학사)

1991年 2月 조선대 대학원 전자공학과(석사)

1992年 8月 현재 조선대 대학원 전기공학과 전자전공 (박사)

1990年 3月 ~ 1991年 2月 목포대학 공과대학 컴퓨터공학과 조교.

1989年 12月 ~ 현재 맥슨전자(주) 기술연구소 CDMA팀 담당연구원

주관심 분야 : 디지털 이동통신 시스템, 디지털무선 데이터통신 시스템



李 烽 春

1946年 1月 13日生

1973年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업

1973年 3月 ~ 1976年 3月 제일전자 자영

1976年 4月 ~ 1982年 7月 인화산업(주) 사업본부장

1983年 2月 ~ 1993年 2月 MAXSON전자 (주) 기술 연구소장

1993年 3月 ~ 현재 에임전자(주) 대표이사 MAXSON전자 (주) 기술 연구소장

주관심 분야 : 회로설계 Automotive Electronics/R.F. Communication