

자동식별부호 전송기술 연구

이승우, 염호선, 김남진, 김장순

목 차

제1장 서 론	5
제2장 자동식별부호 송출방식	6
1. 음성신호 전송계의 고찰	6
2. 식별신호의 사용주파수 대역	9
가. 음성주파수 대역 (300Hz - 3000Hz)	9
나. 음성 상부대역 (3000Hz 이상)	10
다. 음성 하부대역 (300Hz 미만)	10
3. 식별부호 신호방식	11
가. ANALOG 신호	11
나. DIGITAL 신호	16
다. 식별부호 변·복조 방법	20
제3장 업무별 이동통신 식별부호 방법	21
1. 일반 무선전화	21
2. 차량전화 및 휴대전화	21

제4장 자동식별부호 송출 시스템 설계 및 개발	27
1. 식별부호 시스템의 규격(안)	27
2. 송신부의 구성	29
3. 수신부의 구성	30
제5장 식별부호 전송 시스템의 실용화 가능성 검토	32
1. 전파법령과의 관계 및 근거	32
2. 실용화 가능성 검토	32
제6장 맺 음 말	33
참고문헌	34

요 약 문

원활한 전파 감시체제를 유지하기 위하여 무선기기 자동식별부호 전송기술에 관하여 검토하였다. 무선기기의 자동식별부호 전송이란 무선기기 내에 특정한 부호를 전송할 수 있는 장치를 부가하여 송신시에 이를 전송하고 감시주체, 또는 수신자가 이를 복호하여 송신자가 누구인가를 판별할 수 있도록 하는 기술이다. 이 기술은 협대역 FM 통신을 위주로 하여 검토하였으며 주로 업무용 무선국, 간이무선국, 이동전화 시스템 등이 이 부류에 속한다.

이 기술의 기본은 아날로그방식, 디지털방식이 있고 전송대역을 사용하는 방법에 따라 음성하부대역, 음성신호대역 및 음성 상부대역을 활용할 수 있으나 각각에는 장·단점을 보유하고 있다.

첫째, 아날로그 방식은 비교적 신뢰도는 우수하나 조합할 수 있는 코드가 제한되거나 음성대역과의 충돌로 인하여 통화의 품질을 저해할 수 있고 이러한 문제를 제거하기 위해서는 장치의 가격이 고가화 되는 문제가 제기된다.

둘째, 디지털 방식은 아날로그 방식에 비해 전송의 신뢰성이 다소 떨어지나 조합할 수 있는 코드의 수가 많고, 음성대역을 피하고서도 비교적 고속의 코드 전송이 가능하여 서비스 측면에서 유리하므로 본 고에서는 음성하부대역(Sub Band)을 사용하여 직접 주파수 변조방식에 의한 식별부호 전송방식을 제안한다.

이 방식은 에러 정정부호를 코드 속에 삽입하여 전송 신뢰도를 높이고, 특히 음성하부 대역을 사용하여 음성신호와 같이 전송하므로 지속적인 감시 추적이 가능할 뿐만 아니라 사용자 입장에서는 신호 전송자체를 인식하지 못하므로 통화의 질을 높일 수 있고 소형, 저 가격화 시킬수가 있으므로 향후 충분한 실용성이 가능하다고 사료된다.

또한 현존하는 AMPS Cellular 시스템에 대한 효율적인 전파감시방법에 관해서도 제안하였다.

특히 본 고에서는 현존하는 식별신호 방식에 대해 검토하고 디지털 방식의 식별부호 전송방안에 대해 제안한다. 이 제안은 향후 제조업체를 통하여 쉽게 제품화 될 수 있을 것이다.

제1장 서론

전파이용 정책의 변화로 이동통신에 대한 사회적인 수요의 급격한 증대와 더불어 전파감시에 대한 업무의 양과 깊이는 본질적으로 그 한계에 와 있다고 해도 과언이 아니다. 특히 무선통신 기술의 급격한 발달과 이동통신 단말기의 확산은 전파감시 기술의 진보와 비교 했을때 엄청난 속도로 발전하고 있어서 기존의 감시기술 및 행정 체계상에서 원활한 감시업무를 수행한다고 하는 것은 이미 그 본질적인 능력의 상실 단계에 와 있는 상태이다.

그러나 현대사회가 정보의 사회라고 대표 되듯이 전파 이용자의 무의식적인 정보의 누출은 그 개인 또는 사회에 치명적인 영향을 끼칠수 있으며, 특히 남북통일을 눈앞에 둔 시점에서 앞으로 주변 강대국과의 산업 및 국방 측면에서의 통신보안 업무는 지금까지의 대북 위주의 업무보다 더 고도화 되고 그 밀도를 더 하여야 하는 시대적 상황에 직면해 있다고 할수 있다. 전파의 이용정책이 과거 규제행정 위주에서 전파의 개방화와 장려 행정으로 변화 하였다고 하더라도 통신보안 측면에서의 전파감시를 통한 보안의 경각심을 일깨우는데는 그 업무의 깊이를 조금이라도 늦출 수 없는 것이다.

따라서 본 고에서는 무선통신상에서의 화자를 식별하기 위한 방안을 제안하고 이에 대한 기술적 검증을 수행하고자 한다. 특히 이 화자식별 방법은 기존의 통신 시스템에 영향을 주지 않을 뿐만 아니라 화자 자신도 통화의 품질저하 또는 방해로 느끼지 않도록 하는데 주안점을 갖고 제안하고자 한다.

화자 식별에 대한 구체적인 방법은 무선 단말기에 부가신호를 발생하는 장치를 부가하고 이를 송신변조기를 통하여 변조, 송신 시킴으로써 수신자 또는 감시 주체가 그를 인지하게 하는 방법으로써 그중 무선기기 자동식별부호 전송기술에 관하여 다루고자 한다.

이웃 일본의 경우 이미 주요 주파수대역 또는 업무에 대하여 무선기기 식별부호 자동송출장치에 대한 설치 규정을 의무화 하고 있으며 이는 점차적으로 확대 적용되리라 예상된다.

기본적으로 현존하는 이동통신 기술중 차량전화, 휴대전화, 주파수공용무선, 일본의 퍼스날 무선등 그 통신 방식상 이미 디지털 방식의 식별부호를 내장하고 있고, 무선표지국, 무선측량국 또는 식별부호를 보유하고 있으나 무선전화 또는 주파수 공용통신의 경우 Cell 또는 중계국간 이동에 따르는 채널 추적의 어려움 등의 여러가지 문제를 안고 있으며 특히 기존 무선단말기의 경우 식별부호에 대한 대책이 전혀 마련되어 있지 않다.

본 고는 기존의 무선 단말기를 중심으로 식별부호 부가방안에 대한 기술적인 내용을 주로 다룰 것이며 이동 무선전화에 대한 감시방법에 대해서도 병행해 다루고자 한다.

제2장 자동식별부호 송출방식

1. 음성신호 전송계의 고찰

현재 사용되는 대부분의 상용 이동통신의 방식은 주파수 위상변조 방식의 아날로그 방식을 사용하고 있으므로 식별부호 송출방안에 대해 구체적 검토가 이루어지기 전에 이에 대한 물성적 분석을 먼저 알아본다.

일반적으로 음성신호의 통계적 성질로 볼때 평균적인 스펙트럼은 남성과 여성에 따라 다소 차이가 있으나 통상 500Hz-1,000Hz에서 최대의 에너지 밀도를 갖고 그 이외의 주파수 영역에서는 급격히 감소되는 특성을 가지고 있다. 따라서 방송수준의 무선통신이 아닌 통상의 이동통신에 있어서 음성신호의 전송주파수 대역은 300Hz-3,000Hz로 제한하고 있으며 실제로 이 대역제한 조건 내에서도 통신의 품질저하는 거의 발생하지 않는다.

한편 FM 방식에 있어서, 복조후의 음성신호는 주파수에 따라 급격히 신호대 잡음비가 증가하는 특성을 가지고 있으며 그 이유는 FM 검파 잡음전압 스펙트럼은 반송전력대 잡음비(CNR)가 높을수록 변조주파수에 비례해서 커지기 때문이다. 이러한 특성을 개선하기 위해 그림 2-1과 같이 송신 변조단의 앞과 수신 검파단의 뒷쪽에 프리엠피시스 및 디엠피시스 회로를 부가하여 그림 2-2와 같은 주파수 특성을 갖도록 한다. 즉 송신 변조단에서는 6db/oct의 기울기를 갖는 등화기(Pre-emphasis)를 설치하여 변조신호의 높은 주파수 성분을 강화시키고, 수신 복조단 이후에서는 반대로 6db/oct의 기울기로 감쇄(De-emphasis)시킨다. 이렇게 함으로서 FM 전송계 전체(송신 및 수신)의 신호대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR 또는 S/N비)를 개선할 수 있다.

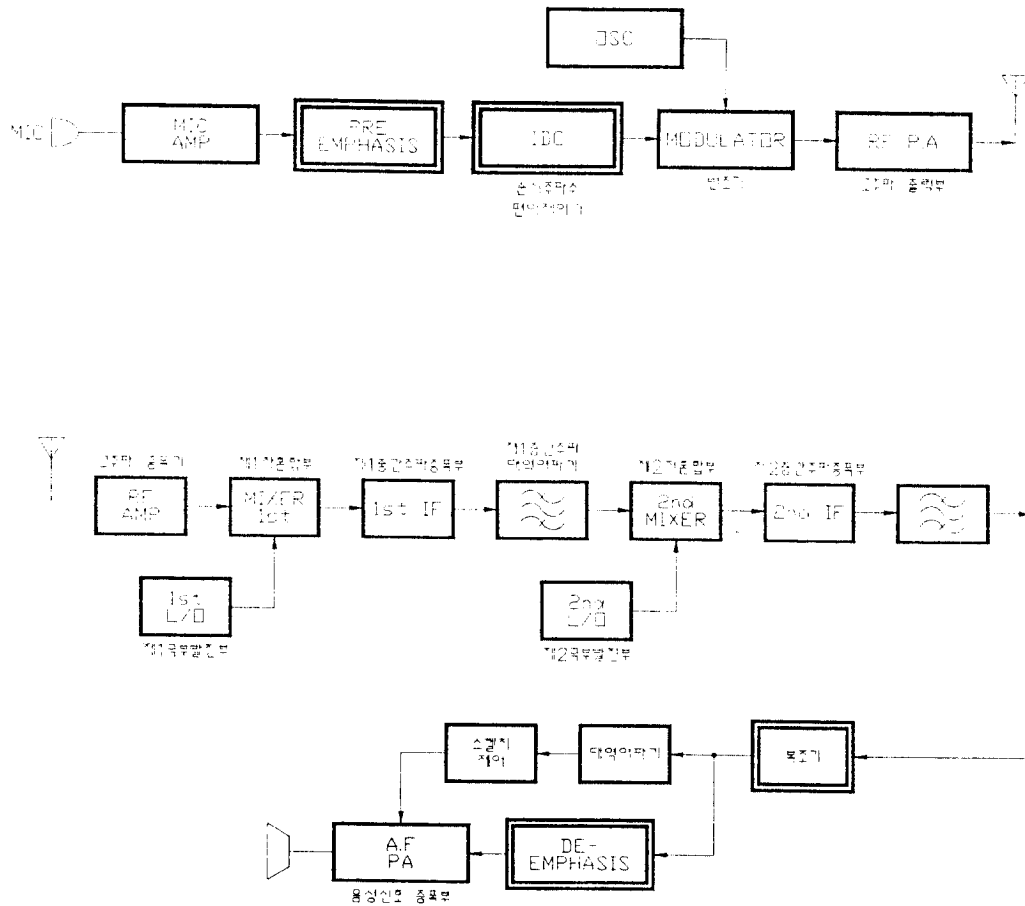
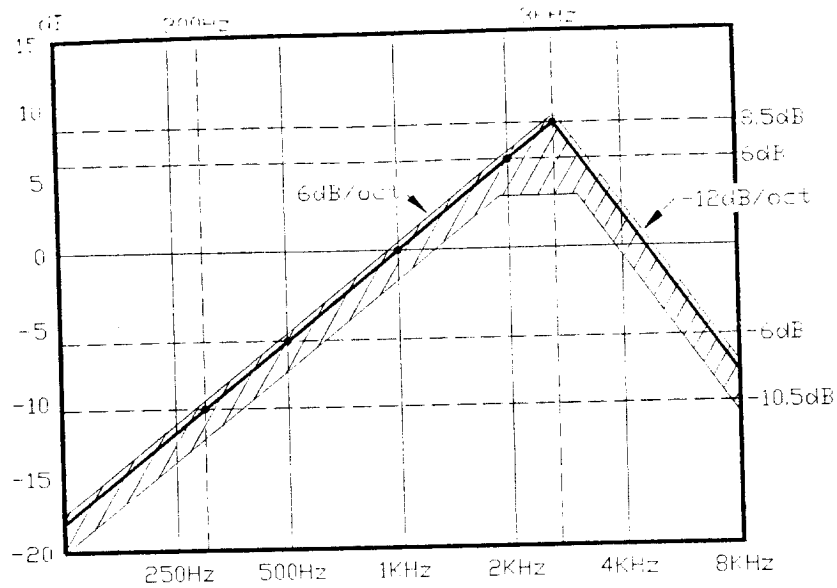
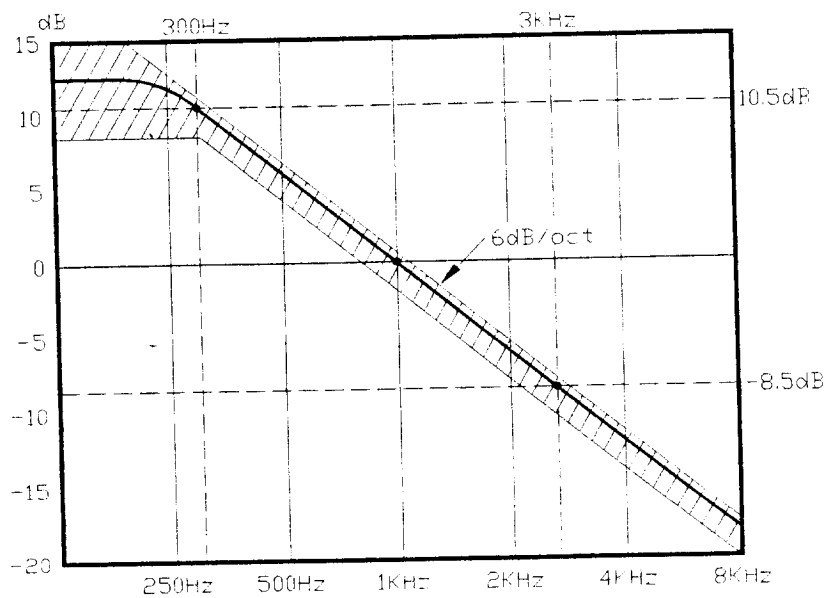


그림 2-1 송신·수신부 계통도



PRE-EMPHASIS 특성곡선



DE-EMPHASIS 특성곡선

그림 2-2 협대역 FM 통신에서의 변·복조 주파수 특성

그림에서 보는 바와 같이 음성대역 내에서는 6db/oct당 감쇄 또는 등화(Equalize)특성을 갖고 있으나 그 이외의 대역에서는 급격한 감쇄특성을 가지며 이는 전송신호대역 이외의 불필요한 신호를 억제함으로써 전송신호 대역 이외의 스펙트럼 성분이 인접채널로 유기되어 상호 간섭을 일으키는 문제를 제거하고자 하기 위함이다.

통상적인 25KHz 또는 12.5KHz 대역폭을 갖는 FM 신호의 전송계에서의 대역의 전력 스펙트럼은 최소 45dB 이하의 값으로 유지되도록 하는 것이 유리하다.

그림 2-2와 같은 변조주파수 특성을 갖고 있다고 하더라도 통상적인 음성신호에 있어서는 음절의 시작, "츠", "스", "쿠" 등의 파열음 마찰음이 발음 될때는 그 에너지가 급격히 증대되어 매우 큰 주파수 변조를 일으키게 하는 경우도 있다. 이런때에도 대역의 송신전력 스펙트럼이 증가하지 않도록 순시 주파수 편이 제어(IDC: Instantaneous Deviation Control)기를 두고 있으며 협대역 송신기의 최대 주파수 편이가 $\pm 5\text{KHz}$ 또는 $\pm 3\text{KHz}$ 를 초과하지 않도록 하고 있다.

지금까지 검토된 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 협대역 이동통신에서의 변조주파수 대역은 300Hz - 3,000Hz의 범위에 있다.
- 2) 협대역 FM 전송계에 있어서 변조파의 잡음전압은 변조주파수의 높은 부분에서 악화되며 그 특성은 6dB/oct로 잡음이 증가한다. 즉 1KHz의 변조 신호보다 2KHz의 변조 신호에 대한 잡음이 2배가 증가한다.
- 3) 규정된 송신 주파수 대역 유지를 위하여 변조신호의 필요 주파수 대역 이외의 신호는 제거시킨다. 주로 저역 통과 여파기(Low Pass Filter : LPF)를 사용하며 3,000Hz 신호성분 이상에서 12dB/oct 이상의 감쇄 특성을 갖는다.
- 4) 과 변조에 의한 주파수 편이의 초과를 방지하기 위해 순시 주파수편이 제어를 사용한다.

2. 식별신호의 사용주파수 대역

가. 음성주파수 대역 (300Hz - 3,000Hz)

식별신호의 전송시 음성주파수 대역의 사용은 전 절에서 고찰한 바에 의하면 기본적인 통신요구 조건들을 저해하지 않고 가장 신뢰성 높은 식별신호를 전송할 수 있는 방법이다. 그러나 이 방법은 기본적으로 음성신호 대역과 동일한 대역을 사용하므로 음성신호와의 혼신을 배제해야 하는 문제가 발생한다.

이러한 방식의 일반적인 사용에는 현재 국내의 경찰에서 일부 사용하고 있고 국내의 모 제조업체가 발명특허를 보유하고 있는 DTMF Signalling 방식이 있다. 이 방식은 신뢰성이 높고 소형 경량화가 가능하고 저렴한 가격으로 장치를 구현시킬 수 있는 반면, 음성신호와의 충돌을 피하기 위하여 송신개시 시점에 약 400ms 동안 음성신호의 송출을 차단하고 식별신호를 송출함으로써, 수신자가 그 신호음을 들을수가 있고, 송신 개시 시점에만 전송되므로 장시간의 송출시 그 대상을 놓칠 수가 있다는 단점이 있다.

두번째의 방법으로는 송신 음성의 음절과 음절 사이의 휴지기간을 검출하여 식별신호를 부가하는 방법이 있으나, 휴지기간을 검출하는 문제, 수신측에서 그 휴지기간 동안에 송출된 식별신호를 분리 복원시키는 문제, 그리고 음성 휴지기간에 삽입된 식별신호를 음성신호에서 제거하고 원래의 음성신호만을 재생시키는 문제등 여러가지 복잡한 기술적 문제를 안고 있어서 장치가 복잡하고 실용화가 곤란한 방식이다.

세번째의 방법은 음성신호 대역내에서 특정한 수개의 주파수를 사용하여 식별신호로 사용하는 방법이 있다. 이 방법은 예를들면 1,320Hz, 1,550Hz, 2,175Hz 등으로 규정된 수개의 Tone 주파수를 음성신호와 함께 송출(Burst Transmission)하고 수신단에서 대역통과 필터를 통하여 식별신호를 분리 시키고 대역 제거 필터를 통하여 음성신호를 분리시키는 방법이다. 이 방법은 높은 신뢰성을 보유하는 반면 사용 Tone 주파수의 제한으로 많은 식별부호를 가질수가 없고, 음성대역의 수개 주파수가 제거되므로 음성신호 특성이 악화되며 높은 신뢰성이 요구되는 필터가 필요하여 장비가 고가화 되는 문제가 있다. 이 방법의 대표적인 예는 미국 Motorola 사의 구형 MTS 시스템과 General Electric 사의 MARK V 주파수 공용통신등을 들수 있다.

나. 음성 상부대역 (3,000Hz 이상)

음성 상부대역을 사용하는 방법은 실제로는 거의 불가능한 방법으로 평가되고 있으며 그 이유는 다음과 같다.

- 송신 신호대역을 제어하기가 곤란하다. 즉 앞에서 검토한 바와 같이 협대역 무선에서 대역을 초과하는 전력 스펙트럼을 최소 45dB 이하로 억제하기 위해서는 변조 지수를 줄이거나 변조 주파수 대역폭이 제한되어야 한다. 변조 지수의 억제는 수신단에서 상대적인 신호대 잡음비의 악화를 초래하며 대역폭의 제한은 음성상부 대역을 사용하는데 직접적으로 위배되는 문제를 갖는다.

- 한정된 대역 내에서 다양한, 즉 많은 조합수를 갖는 정보를 전송할 수가 없다. 전송한 바와 같이 대역이 제한 되므로 아주 낮은 변조 지수로서 3,000Hz 이상의 수백 Hz의 대역폭만으로는 실질적으로 많은 조합수의 정보 전송이 불가하다. (그림 2-2 참조)

다. 음성 하부대역 (300Hz 미만)

음성 하부대역을 사용하여 식별부호를 전송하는 방법은 약 30Hz-300Hz 범위의 음성신호를 사용하지 않는 주파수 대역에 식별신호를 부가하는 방법으로서 경제적, 기술적 측면에서 가장 유리한 방법으로 검토되고 있으며 그 이유는 다음과 같다.

- 송신 신호대역의 제한을 받지 않는다.
- 음성신호 대역과의 마찰을 일으키지 않으므로 음성신호와 중첩시켜 전송할수 있고 연속적인 추적이 용이하다.
- 음성신호와 식별신호의 분리가 아주 유리하다.
- 음성신호의 악화를 거의 초래하지 않는다.

- 낮은 주파수 성분으로 인하여 Phase Jitter, Doppler Effect, Fading 등 이동체의 전송특성에 상대적으로 큰 영향을 받지 않으므로 전송 신뢰도가 높다. 이러한 장점을 보유하고 있으나 다음과 같은 몇가지의 문제점도 가지고 있다.
- 저주파 대역을 사용하므로 변·복조 회로의 특별한 직선성이 요구된다.
- 주파수 합성식의 송신 변조단의 경우 PLL Loop(위상동기 루프)의 응답특성이 우수한 것이 요구된다.
- 기존의 간이 또는 업무용 무선국의 선택수신 기능을 확보하기 위해 CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System) 또는 DCS (Digital Coded Squelch) Signalling 과의 대역 충돌이 발생한다. (이 경우 식별신호 기술이 확립되면 확장된 선택 수신기능으로의 사용이 가능하므로 큰 문제가 되리라고는 보지 않는다.) 이러한 신호방식으로는 CTCSS, DCS, E·F JOHNSON 사의 LTR 주파수 공용통신 방식등을 들 수 있다.

3. 식별부호 신호방식

식별신호의 전송을 위해서는 통상의 음성신호 이외에 특정한 코드의 정보를 송신변조부에 부가하여 전송하여야 한다. 이 특정한 코드 정보는 주어진 주파수 대역 내에서 음성신호와 함께 또는 음성신호와의 시간차를 두고 전송되어야 하며 기본적으로는 음성통화에 지장을 초래하지 않도록 하여야 한다.

이 코드 정보의 전송방식에는 아날로그 방식 및 디지털 방식으로 대별할 수 있으며 각각에는 기술 및 운용 측면에서의 특징을 가지고 있다. 아날로그 방식은 가청 또는 비가청주파수 대의 TONE 신호의 조합으로서 특정 코드를 구현하는 방법으로, 협대역 무선통신의 대역폭을 초과하지 않는 범위 내에서 음성신호에 수개 이상의 Tone 주파수를 조합한 합성신호를 전송하는 방법이며, 수신측에서의 신호 신뢰성은 높으나 상대적으로 조합할 수 있는 코드의 수가 제한되는 단점이 있다. 디지털 방식은 수십에서 수백개의 비트로 구성된 디지털 펄스를 직접 주파수 변조하는 방법으로서 조합가능 코드는 무한대에 가까우나 요구 신호대역폭이 아날로그 방식에 비해 넓어야 하며 따라서 송신 전력 스펙트럼의 대역 제한기술과 인접채널 간섭에 대한 특별한 대책이 필요하므로 변조회로가 상대적으로 복잡한 구조를 갖는 단점이 있다.

본 절은 각각의 방식에 대한 원리와 특성들을 비교한다.

가. ANALOG 신호

아날로그 방식의 신호전송은 크게 다음과 같은 종류가 있다.

- 1) 음성 하부대역을 사용하는 방법 : 현재 CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System)란 용어로 상용화 되고 있으며 주로 이동통신 시스템에서 동일 주파수 채널을 사용하는 서로 다른 통화 그룹간의 선택적 교신을 위하여 사용한다.

67Hz-250Hz 범위중의 1개 주파수를 사용하여 음성신호에 그 주파수신호를 중첩시켜 송신하고, 수신부에서 그 주파수 성분을 검출하여 스켈치 회로를 작동시키는 방법이다. 표 2-1은 미국 EIA에서 규정한 톤의 종류이며 기본적으로 37개의 주파수 구분만이 가능하므로 식별신호로 사용하기에는 부적당한 방법이다. 그러나 음성신호의 하부대역(Sub Band)를 사용하므로 신뢰도 높은 선택 수신 특성을 유지할 수 있다.

수신단에서는 Sub Band 신호를 음성신호 대역에서 제거하기 위해 고역통과 여파기가 필요하며, 이 고역통과 여파기의 특성에 따라 음성신호가 영향을 받을수도 있다. 통상적으로 휴대형기기에서는 이 여파기의 첨예한 특성 구현이 힘들기 때문에 송신단에서 편이세력을 $\pm 0.5\text{KHz}$ 이내로 제한하여 음성신호에 미칠수 있는 영향을 최소화 하고 있다.

그러나 앞에서 언급한 바와 같이 최대 순시 주파수 편이가 발생하는 시점에서는 음성신호 세력이 IDC에 의해 주파수 편이가 포화 되는 때가 발생되며 이때에는 Sub Band 신호의 변조가 규정된 변조량을 유지할 수가 없기 때문에 수신단에서는 연속된 Tone 신호의 불연속점이 생기게 된다. 이를 해결하기 위해 수신단 측에서는 200 내지 300ms의 시간 지연회로를 필요로 하며 근본적으로는 송신부의 IDC 후단에 Sub Band Tone 신호 혼합회로를 두는 방법을 취해야 한다.

표 2-1 CTCSS TONE 정보 규격

NO	GROUP	주파수 (Hz)	실제 출력 주파수	편차 (%)
1	C	67.0	67.06	
2	B	71.9	71.84	- 0.078
3	C	74.4	74.33	- 0.098
4	A	77.0	76.99	- 0.016
5	C	79.7	79.65	- 0.064
6	B	82.5	82.50	
7	C	85.4	85.34	- 0.072
8	A	88.5	88.62	+ 0.136
9	C	91.5	91.38	- 0.129
10	B	94.8	94.88	+ 0.080
11	A	100.0	99.87	- 0.130
12	B	103.5	102.29	- 0.106
13	A	107.2	107.17	- 0.029
14	B	110.9	110.85	- 0.043
15	A	114.8	114.80	
16	B	118.8	118.60	- 0.172
17	A	123.0	123.12	+ 0.099

NO	GROUP	주파수 (Hz)	실제 출력 주파수	편차 (%)
18	B	127.3	127.50	+ 0.158
19	A	131.8	131.67	- 0.102
20	B	136.5	136.69	+ 0.136
21	A	141.3	141.48	+ 0.129
22	B	146.2	145.96	- 0.162
23	A	151.4	151.45	+ 0.030
24	B	156.7	156.59	- 0.069
25	A	162.2	162.10	- 0.062
26	B	167.9	168.01	+ 0.065
27	A	173.8	173.45	- 0.216
28	B	179.9	180.21	+ 0.173
29	A	186.2	186.46	+ 0.141
30	B	192.8	193.16	+ 0.187
31	A	203.5	202.88	- 0.305
32	B	210.7	210.84	+ 0.065
33	A	218.1	217.96	- 0.065
34	B	225.7	225.58	- 0.053
35	A	233.6	233.75	+ 0.065
36	B	241.8	242.45	+ 0.306
37	A	250.3	250.06	+ 0.095

2) 음성대역을 사용하는 방법

음성대역을 사용하는 방법은 현존 기술로서는 크게 다음의 2가지 방법이 있으며 2개 방식 모두 가청음 대역의 Tone 주파수를 조합하여 송신 개시 또는 종료되는 시점에 수백 밀리초 동안 송출하는 방법이다. 이 방식은 전송 신뢰도, 경제성 등에서는 유리하나 송신개시 또는 종료시 전파장해에 의한 수신 교란등에는 식별이 불가능해지는 문제가 있고, 가청음 대역내에 있기 때문에 송신기간의 전후에 수백 밀리초 동안 불필요한 Tone 소리를 듣게 되는 단점이 있다.

(1) DTMF 방식

Dual Tone Multi-Frequency 또는 MFC(Multi Frequency Code)라고 한다. 전자식 전화기의 다이얼 신호방식을 사용하여 식별부호화 하는 방법이다. 표 2-2는 CCIR에서 규정한 주파수 조합이며 2개의 특정한 주파수 조합에 의해 특정한 코드를 구현하는 방법이다. 이 방법은 매우 일반화 되어 있기 때문에 상당히 저렴한 가격으로 구현할 수 있으며 높은 신뢰성을 보장한다.

코드의 구성은 표 2-2에서 보는 바와 같이 저역군 주파수와 고역군 주파수의 조합으로 이루어지며 저역군 주파수중 1개와 고역군 주파수 1개가 각각 1개씩 혼합되어 1개 디지털의 코드를 생성한다. 디지털의 길이는 임의로 설정할 수 있으나 디지털 길이가 길어질 수록 전송시간이 문제가 되므로 적절한 디지털의 수가 필요하다. 1개의 디지털로 표시할 수 있는 정보는 0 - 9의 숫자와 A, B, C, D 및 *, #로 표현되는 16가지의 조합이 있다. 예로서 4개 디지털로 구성된 DTMF 신호는 16 조합을 갖는 4개의 자리이므로 65,536개의 실질적인 정보 표현이 가능하다.

표 2-2 DTMF 주파수 코드표

	1209Hz	1336Hz	1477Hz	1633Hz	← 고역군 주파수
697Hz	1	2	3	A	
770Hz	4	5	6	B	
852Hz	7	8	9	C	
941Hz	*	0	#	D	

↑ 저역군 주파수

그림 2-3은 신호 전송 형태를 보여준다.

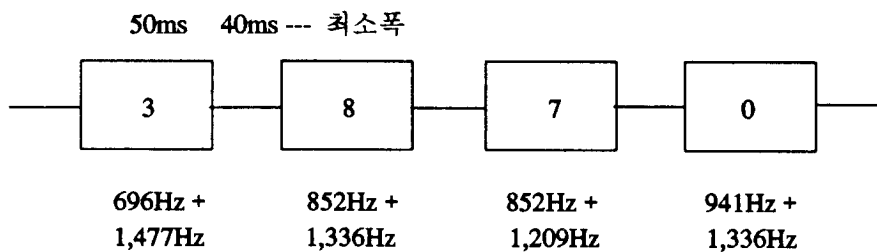


그림 2-3 DTMF 신호전송 형태

그림 2-3에서 보는 바와 같이 CCIR 에서는 수신단에서의 원활한 복호를 위하여 각 디지털의 톤 길이의 최소폭을 규정하고 있으며 실용상 최소 톤 폭(Minimum Signal Duration)은 50ms이상, 톤과 톤사이의 폭(Inter-Digit Pause)은 40ms 이상이 되어야 한다.

이러한 조건은 양호한 S/N이 유지 될때이며 S/N이 악화될 경우 더 긴 시간을 요구한다. 따라서 보통 각 디지털의 길이를 약 110ms 정도를 유지하는 경우가 많으며 4개 디

지트를 전송한다고 가정했을때 약 440ms가 소요된다. 이 신호방식은 음성대역을 사용하므로 음성신호와 혼합되어서는 전송이 불가능하며 신호 송출시 음성신호의 송출을 차단해야 할 필요성이 있다. 이렇게 볼때 440ms의 시간은 음성통신에 속달된 사용자 입장에서 볼때 불편함을 느낄 수 있을 만한 시간으로 볼수 있다. 따라서 특수 계층을 제외한 일반 사용자를 대상으로 하여 적용하기에는 곤란한 문제로 판단된다.

(2) 3 Tone, 5/6 Tone Sequential 방식

톤 순차조합방식이라고 하며 DTMF 방식과의 차이점은 단위 시간에 송출되는 톤이 복합 주파수가 아닌 단일 주파수의 정현파이다. 현재 각 사별로 별도의 톤 주파수를 가지고 있고 일부는 CCIR 에서 표준화 되어 있다.

수개의 톤 주파수를 구비하고 각각의 톤 주파수에 대응되는 코드를 부여하여 송출시 간동안 순차적으로 톤을 내 보내는 방식이다.

대표적인 방법으로는 HSC(Hexa-decimal Sequential Code) 방식이 있으며 CCIR 에서 규정한 주파수 코드 표는 표2-3과 같다. 주로 선택호출 신호기의 신호방식으로 많이 사용하며 일부에서는 IMTS의 시스템 제어 신호로 사용하는 경우도 있다.

표 2-3 HSC 방식 TONE SEQUENTIAL CODE

CCIR	TONE 주파수 (Hz)	HSC	
0	1124	0	
1	1197	1	
2	1275	2	
3	1358	3	
4	1446	4	
5	1540	5	
6	1640	6	
7	1747	7	
8	1860	8	
9	1981	9	
TG	2400	A	
TG	930	B	
TG	2247	C	
TG	991	D	
R	2110	E	
TG	NO TONE	F	
100		≥ 25	TP(ms)
290		≥ 28	TG(ms)
+/-1		+/-1	BW(%)

본 방식은 기본적으로 DTMF 방식과 같은 문제점을 가지고 있고 비교적 제조 가격이 높다.

이상과 같이 아날로그 신호방식의 식별부호 전송방식에 대해 알아 보았다. 아날로그 방식의 식별부호는 전송 신뢰도 측면에서는 우수한 방식이나, 다양한 코드의 조합이 불가능하거나 음성대역을 사용해야 한다는 단점을 보유하고 있어서 본 고에서 고려하고자 하는 무선기기 식별부호로서의 사용은 적합한 방식이 아니라고 결론 지을수 있다.

나. DIGITAL 신호

디지털 방식의 신호 전송도 아날로그 방식과 신호대역 사용방법에 따라 두가지 방식으로 대별된다. 그러나 이 두가지 방식도 기저대역(Base Band) 전송방법과 부반송파변조(Sub Carrier) 전송방법으로 다시 나뉘어 지며 각각의 장·단점을 보유하고 있다. 먼저 디지털 신호방식에 대해서 알아보고 각 변조방식, 사용신호 대역에 관하여 검토한다.

1) 디지털 신호방식

디지털 신호방식이란 "1" 과 "0" 으로 이루어 진 비트의 열을 전송하는 방법을 말하며 바이너리(Binary : 2진화)방식이라고도 하며, 비트의 구성 갯수에 따라 다양한 코드를 구성할 수 있다. 표 2-4는 4개의 비트로 구성된 코드가 가질 수 있는 조합의 일 예를 나타내며 2의 n승 배로 조합 코드수가 증대된다. 여기서 n은 비트의 갯수를 표시한다. 단 n의 수가 증가될수록 전송 선로상에 유기되는 잡음에 불리하게 되며 실제 정보 코드 뒤에 에러 정정부호를 추가하여 수신단에서 수학적 연산을 통하여 에러를 복구할 수 있다.

표 2-4 4개의 비트로 구성된 코드의 조합수

비 트 구 성				정 보 코 드	정 보 코 드
8	4	2	1	(16 진수)	(10 진수)
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7

비트구성	정보코드	정보코드
8 4 2 1	(16진수)	(10진수)
1 0 0 0	8	8
1 0 0 1	9	9
1 0 1 0	A	10
1 0 1 1	B	11
1 1 0 0	C	12
1 1 0 1	D	13
1 1 1 0	E	14
1 1 1 1	F	15

예를 들어 16비트로 구성된 코드의 경우 최대 65,536개의 조합수를 가지며 55123이라는 식별 코드의 경우 비트의 값은 다음과 같다.

최상위비트														최하위비트	
비트 15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1

이와 같이 "1" 과 "0" 으로 구성된 비트열을 전송하게 될때 아날로그 방식과는 달리 수ms 이내의 잠음에 대해서도 1개의 비트를 수신단에서 잘못 검출하는 경우가 생기게 된다.

따라서 디지털 부호의 전송에는 오류의 검출과 정정(Error Detection and Correction)에 대한 각별한 검토와 보완이 요구되며 통상 간편한 방법으로서 순환용장부호(CRC : Cyclic Redundancy Code) 방법에 의해 오류를 검출하거나 복구 하게된다.

그러나 이러한 CRC법도 오류를 완벽하게 복구할 수 있는 방법은 되지 못하며 오류가 검출되었을때 동일한 정보를 복수번 재전송하고 이를 비교하여 보완하는 방법이 권장되고 있다.

디지털 코드의 전송은 통상 수십 bps에서 수십 Kbps 까지 협대역 채널을 전송할 수 있으나 신호전력 스펙트럼이 아날로그 방식에 비해 월등히 넓게 분포되기 때문에 고주파 대역폭과 변조지수에 대해 각별한 대책이 요구된다.

이진부호의 전송에는 NRZ(Non-Return to Zero)방식과 RZ(Return to Zero)방식으로 크게 대별할 수 있다. NRZ 방식은 그림 2-4와 같이 "1" 과 "0"에 대응되는 전압값을 그대로 변조시키고 이를 복조하는 방식이다. 이 경우 변·복조 회로를 통과하는 과정에서 직류성분의 드리프트가 발생되며, 수신단에서 데이터를 재생하기가 곤란해 지는 문제를 안고 있으나 그림 2-5에서 보는 바와 같이 같은 전송속도에서 비교적 낮은 주파수 대역을 차지하는 장점이 있다.

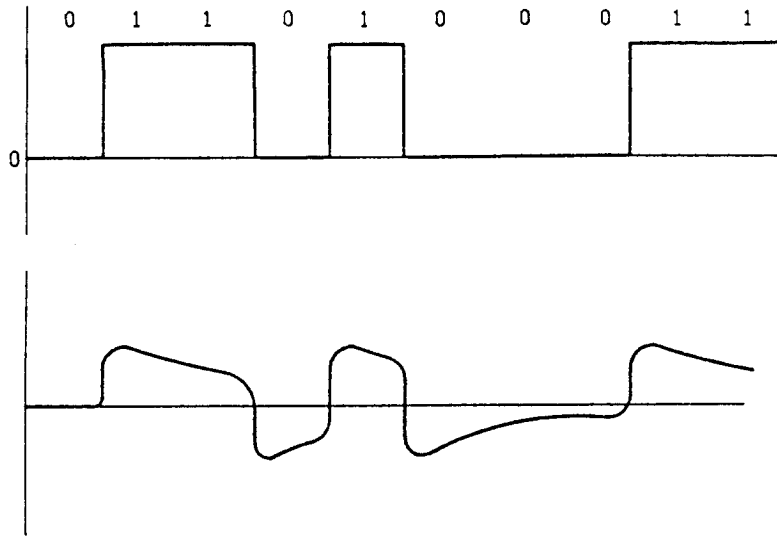


그림 2-4 NRZ 신호방식의 전압파형과 직류 드리프트

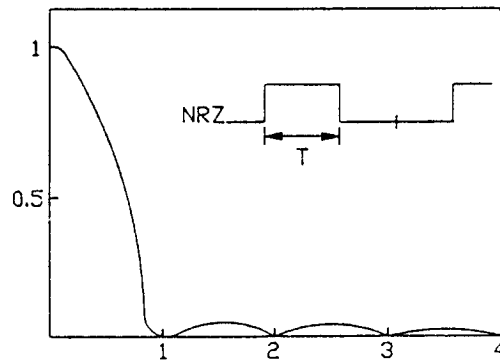


그림 2-5 NRZ 신호방식의 전력 스펙트럼

RZ 신호방식은 그림 2-6과 같이 "1" 또는 "0"의 연속되는 경우 이를 샘플링검사 하여 위상을 반전 시킴으로서 연속신호에 의한 직류성분을 최대한 억제하는 방법이다. 이렇게 함으로서 수신단에서는 각 비트정보를 정확히 재생할 수 있는 장점이 있는 반면 필요 주파수가 NRZ 방식에 비해 2배 높은 주파수 영역을 필요로 한다.

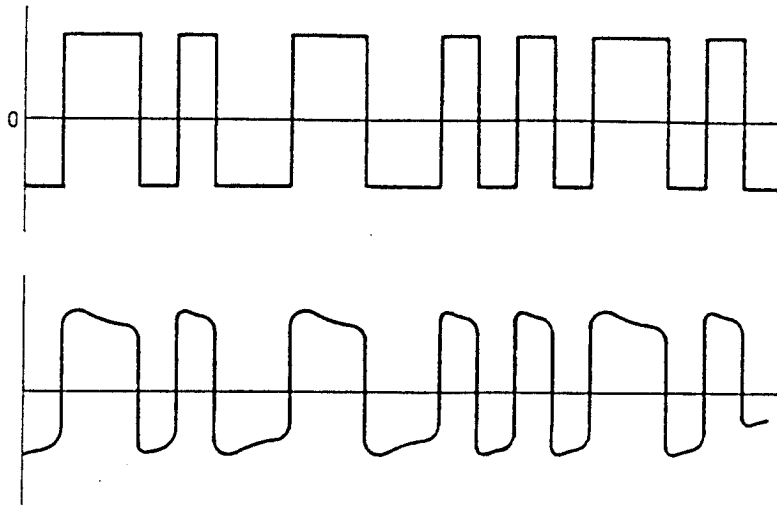


그림 2-6 RZ 신호방식의 전압파형과 직류 드리프트

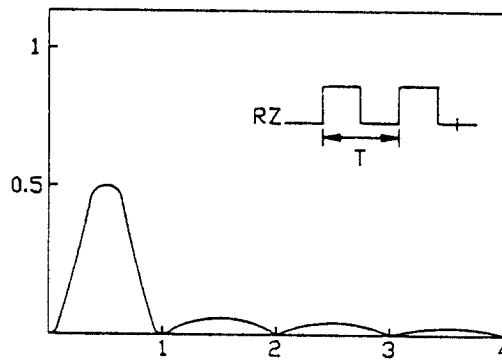


그림 2-7 RZ 신호방식의 전력 스펙트럼

음성 하부대역을 식별코드 전송대역으로 사용하고자 할 경우 그림 2-8과 같은 스펙트럼 대역으로 분할할 수 있다. 여기서 300Hz 이상은 음성 신호가 차지하고 있으므로 이 대역은 침범할 수가 없다. 따라서 RZ 신호방식의 경우 100bps 이상의 신호를 전송하고자 할 경우에는 음성대역을 침범할 수 있고, NRZ 방식의 경우 약 200bps 정도의 신호 전송까지는 무난하다고 할 수 있다.

앞으로 제안될 식별부호는 그 정보의 구성상 많은 비트를 필요로 하지 않으므로 RZ 신호방식을 택하여 전송의 신뢰도를 높이는 방향으로 해야 할 것이다.

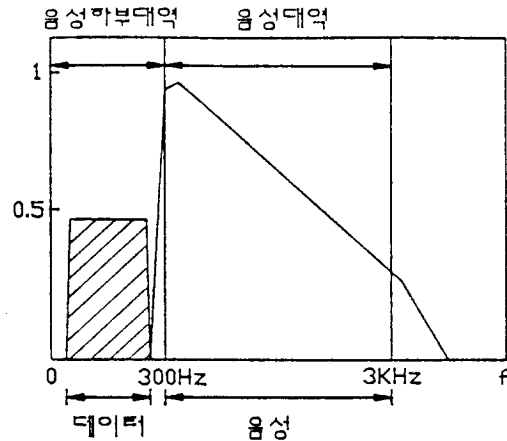


그림 2-8 음성하부대역의 데이터 전송 스펙트럼

다. 식별부호 변·복조방법

통상적으로 FM 무선에서 저속 데이터 전송을 하기 위한 방법으로는 부반송파 변조방식과 기저대역전송방식이 있음은 앞에서 언급한 바와 같다. 부 반송파 변조방식이란 이진부호의 데이터 신호를 음성주파수 대역의 부반송파(Sub Carrier)로 일차 변조하고 이를 다시 고주파 반송신호로 변조하는 방식이며 수신측에서는 고주파 복조후 이를 다시 기저대역의 이진부호로 복조하는 방법이다. 이 방법은 전송신뢰도 측면에서 아날로그방식 정도의 고 신뢰성을 확보할 수 있고 중속(수백 bps - 수 Kbps)의 전송속도를 가질 수 있는 반면, 음성대역을 사용해야 하므로 식별부호 전송방식으로는 부적당하다.

이러한 변조방식으로는 최근 유럽의 디지털 셀룰러 시스템에 채택된 GMSK(Gaussian Minium Shift Keying), 유럽과 일본의 트렁키드 시스템에서 사용하는 MSK(Minimum Shift Keying)등이 신뢰성 면에서 우수하여 주로 사용되고 있다.

기저대역 변조방식으로는 직접 주파수변조(Direct FM) 방식을 사용하며 이 방법은 고주파 반송신호에 이진 데이터 신호를 직접 변조를 거는 방식이다. 그러나 이진정보의 신호 스펙트럼은 직류성분과 교류성분을 함께 가지고 있으며, 실질적인 송신변조, 복조단은 미분, 적분회로로 이루어진 대역통과 여파기와 흡사하므로, 직류신호 성분에 대한 드리프트가 필연적으로 발생한다.

이를 해결하기 위해 NRZ 신호방식을 전철에서 고찰 하였으며 이동통신에서는 그중 대표적인 방법으로는 Manchester Code (또는 Spread Phase 라고도 한다)를 사용하여 직류성분을 최대한 억제하는 방법을 주로 사용한다. 이진부호의 변·복조는 일반 음성 신호에 비해 비교적 까다로운 회로 구성을 요구하며, 특히 저주파성분의 직선성과 고주파 성분의 혼변조에 의한 음성신호 열화 문제를 해결해야 하며, 변조단 이전에서 이진신호에 대한 우수한 고조파 필터를 요구한다.

제3장 업무별 이동통신 식별부호 방법

1. 일반 무선전화

일반 무선전화의 식별부호 부가 방법에는 지금까지 고찰한 여러가지의 방법을 사용하여 달성할 수 있다. 가장 폭넓게 사용하고 또 저가로 구현할 수 있는 방법으로는 DTMF 신호방식이 있으나 음성대역을 점유하게 되므로 특수업무 등에서 강제적 적용 외에는 전파감시의 목적으로 사용하기에는 무리가 있다. 이 절에서는 각 이동무선전화의 기술현황과 식별부호화 방법에 관하여 고찰한다.

가. 일반업무용 및 간이무선국

이에 해당되는 무선국은 일반 무선전화의 가장 기본적인 운용형태에 해당하며 주어진 1개 또는 수개의 무선 채널을 다수가 사용하는 방법이다. 채널의 할당과 사용에 있어서 관리의 개념이 없으며 서로 다른 통화 그룹이라 하더라도 동일한 주파수 채널이 할당되었다면 서로 통신이 가능하며 또한 쉽게 감청이 가능한 무선방식이다.

업무용 무선국의 경우 무선국 운용 주체마다 별도의 주파수가 할당되어 있는 경우가 많으므로 비교적 전파감시의 의미에서 관리가 용이하나 간이무선국의 경우 제한된 주파수 채널을 여러 사용자 그룹이 공동 사용하므로 통신 상호간 혼신이 극히 심하고 사용자를 판별하기가 불가능한 시점에 와 있다.

이를 방지하기 위해 무선기기 제조업체 별로 CTCSS, DCS, DTMF등의 상대국 선택 호출기능을 구현할 수 있는 부가장치를 사용하여 서로 다른 통화 그룹간의 혼신을 방지하고 있으며 현재 국내에서는 음성하부대역을 사용하여 아날로그 방식으로 송출하는 CTCSS가 가장 많이 보급되어 있다. 이 방식은 35개 정도의 통화 그룹 구분이 가능하므로 식별부호로는 사용이 곤란하다.

앞으로는 같은 음성하부대역을 사용하나 디지털 방식인 DCS가 많이 보급되기 시작할 것이며 이 방식도 83개의 구분만이 가능하므로 식별부호로는 사용할 수가 없다.

이와 같은 방식은 선택교신만을 위한 신호방식이므로 앞으로 선택교신 및 식별부호를 동시에 구현할 수 있는 방법으로 전환되어야 하며 이 방법에 관해서는 제4장에서 제안한다.

제안된 방법이 음성하부대역을 사용하기 위해서는 기존의 DCS, CTCSS와의 공존은 불가능하므로 시행 방법상 수년 이상의 유예기간 경과후 DCS 및 CTCSS 신호방식을 흡수하는 형태로 되어야 한다고 생각한다.

나. 주파수 공유방식의 간이무선국

최근 입법된 주파수 공유방식의 간이무선국은 422MHz 주파수대에서 12.5KHz 대역폭으로 80채널이 할당되어 93년도부터 본격적인 운영이 가능할 것으로 생각되며 상기의 업무용 또는 간이무선국의 혼신 문제를 극소화하고 주파수 자원을 좀더 효율적으로 사용하기 위해 개발된 기술 방식이다. 일본에서는 퍼스날 라디오(Personal Radio)란 명칭으로 이미 오래전부터 사용해오던 방식이며, 기존의 무선국이 1개의 주파수를 사용하여 통신하던 방식이라면 이 방식은 수십개 또는 수백개의 주파수를 다수가 공유하여, 통화하지 않는 빈 채널을 자동으로 선택하여 교신할 수 있는 방법이다.

기본적인 개념은 다음과 같다.

- 각 무선단말기는 고정된 1개 또는 수개의 주파수가 아닌 수십개에서 수백개의 주파수를 보유한다.
- 각 무선단말기는 각각 고유의 식별부호 및 군부호를 가지고 있다.
- 통신의 방식은 중계 전송이 아닌 1대 1의 대향 통신의 단신방식을 원칙으로 한다.
- 통상 단말기는 제어 채널에서 자국의 호출 상태를 감시하거나 자국의 송출요구(PTT의 조작)를 기다리고 있다.
- 제어채널을 통하여 이루어지는 호 접속 및 자국 대국 식별부호는 1,200bps급의 MSK 모뎀 신호로 전송된다.
- 통화채널이 한번 할당되면 30초간 유효하며 30초 이내에 자국 또는 대국에서의 무선 송출이 없으면, 채널은 자동으로 개방된다.
- 식별부호의 전송은 송신 개시와 종료시에 각각 1번씩 자동 송출된다.
- 통화채널을 할당받기 위해서는 자국과 상대국의 식별부호가 제어채널을 통하여 전송되어야 하고 통화채널은 비어 있는 임의의 채널이 지정된다.

이러한 방식의 간이무선국은 식별부호가 자동송출되므로 전파감시가 아주 용이하며 무선 단말기 내부에 별도의 부가장치를 필요로 하지 않는다. 감시 센터 측의 수신 장비는 422MHz 대의 수신기와 1,200bps MSK 모뎀 장치 및 식별부호를 해독 표시하기 위한 표시장치를 보유하므로써 원활한 감시가 가능해 진다.

그림 3-1은 감시용 수신장치의 대표적 계통도이다.

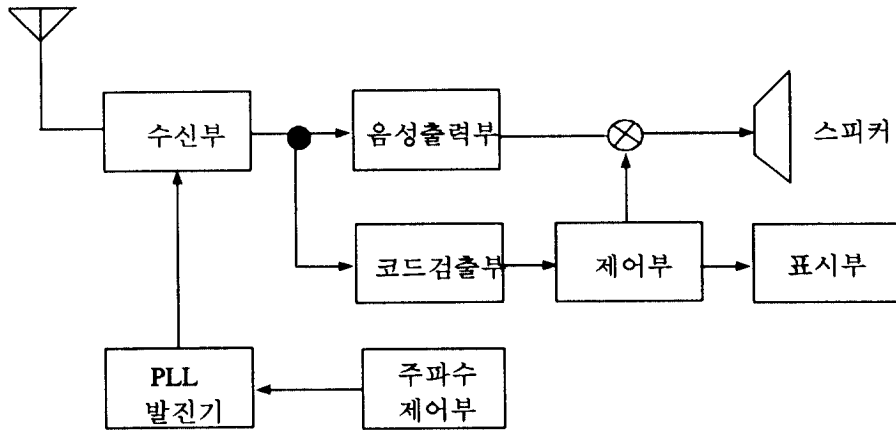


그림 3-1 주파수공용방식 간이무선국의 감시용 수신장치

다. 주파수 공용통신(자가 및 공중통신망용)

주파수 공용통신에 있어서의 식별부호 송출, 감지기술은 일반 무선전화에 비해 여러가지 어려운 점을 가지고 있다. 주파수 공용방식의 대표적인 특성은 다음과 같다.

- 2주파 단신 또는 복신의 중계전송 방식이다. (송신과 수신은 주파수가 달라 교신 상호간의 감청이 곤란하다.)

- 현존 기술방식이 통일되어 있지 않아 식별부호 전송방식과 통화채널 운용이 각 제조회사 마다 상이하며 통일된 식별방법 적용이 불가능하다.

- 통화 채널의 지정이 매 PTT때 마다 변경될 수도 있으므로 연속된 추적 감시가 불가능하다.

- 현재 국내에 도입되었거나 검토되는 주파수 공용통신 방식의 비교는 다음의 표 3-1과 같다.

표 3-1 주파수 공용통신의 방식별 비교

	G.E MARK V	LTR/AMERICOM	EDAC S	SMART NET
제조회사	미국 G.E.	미국 E.F.J	미국 E.G.E	미국 MOTOROLA
사 용 처	한국통신	항만전화	경 찰 청	없 음
신호방식	아날로그	디 지 탈	디 지 탈	디 지 탈

	G.E MARK V	LTR/AMERICOM	EDAC S	SMART NET
변조방식	음성대역 FM	음성하부 및 음성대역 FSK	음성대역 직접 FSK	음성대역 직접FSK
전송방식	TONE	NRZ	NRZ	NRZ
전송속도	X	300/1200bps	9600bps	다종의 속도
제어채널	제어채널 무	제어채널 무	전용제어채널	전용제어채널
채널지정	통화중 고정	통화중 고정	통화중가변가	통화중가변가

※ G.E : General Electric

E.F.J. : E.F. Johnson

E.G.E. : Ericsson General Eletric

따라서 주파수 공용통신 시스템에서의 전파감시는 현실적으로 상당히 어려운 문제를 내포하고 있으며 이를 해결하기 위해서는 시스템 제어기 또는 망 교환기 측에서 음성 신호를 유선으로 추출하고 망제어기로부터 식별부호를 데이터 형태로 공급받는 방식이 타당할 것으로 판단된다. 그러나 장기적인 면에서는 국내의 독자적인 또는 통일된 규격의 주파수 공용통신 프로토콜이 확정될 것으로 예측되므로 전파감시 측면에서도 합리적인 방안이 마련될 수 있을 것이다.

2. 차량전화 및 휴대전화

우리나라의 차량 및 휴대전화 시스템은 미국의 AMPS 방식을 취하고 있으므로 전파감시 측면에서는 전술한 주파수 공용통신에 비해서는 비교적 유리한 식별부호 방법을 가질수 있다. 그러나 단말기가 Cell간의 이동이 발생하여 현재의 통화 주파수에서 다른 주파수로 변경되었을때 연속적인 추적이 곤란하며 이 경우 전파감시를 위한 수신 장비가 아주 복잡해지는 문제가 제기된다.

이 절에서는 기존의 차량 또는 휴대전화 단말장비에는 특별한 부가장치가 없이 통화상태를 추적 감시할 수 있는 방법에 대해 검토하고자 한다.

AMPS 방식의 시스템에 대한 특성은 다음과 같다.

전파연구소 제49호, 1992년 연구보고서

- 주 파 수 : 870MHz - 890MHz (기지국)
825MHz - 845MHz (이동국)
- 채널간격 : 30KHz
- 표준채널수 : 66개
- Cell 반경 : 2km - 20km
- 제어 신호채널 : 변조방식 : FSK
최대편이 : +/-8KHz
코드형태 : 맨체스터 코드
전송속도 : 10Kbps
유효 정보전송 : 평균 270bps - 1200bps
CODING : (40:28) BCH (기지국)
(48:36) BCH (이동국)
- 음성채널 : 변조방식 : FM
최대편이 : +/-12KHz

Cellular 시스템에 있어서의 식별부호는 상기의 특성에서 보는 바와 같이 호 접속, Roaming, Hand-off 등의 모든 신호 교환이 제어채널을 통하여 이루어지므로 단말기와 기지국간 쌍방 교환되는 제어신호를 지속적으로 감시 추적함으로써 전파감시가 가능해진다.

특히 제안되는 방식은 기지국의 망관리 및 교환기에 부가하는 방식이 아니므로 감시 업무의 원활성을 확보하기가 용이하다.

제안하는 감시 시스템의 개요는 그림 3-2와 같다.

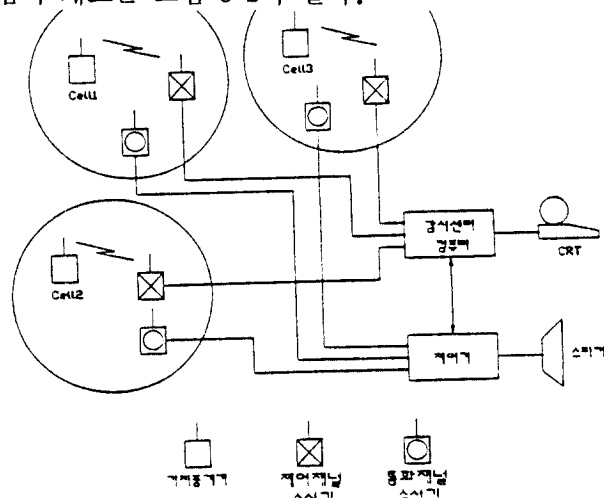


그림 3-2 Cellular 시스템에서의 전파감시 시스템 구성도

제안의 개요는 다음과 같다.

- 각 Cell Site에는 제어채널[기지국에서 이동국(Down Link Signal)및 이동국에서 기지국(Up Link Signal)]을 감시하기 위한 수신기를 둔다.

- 각 Link Signal 수신기는 부호 해독장치를 보유하고 제어채널에서 오가는 모든 정보를 해독 처리한다.

- 각 Link Signal 들을 해독하면 어떤 단말기가 어떤 채널로 교신이 되고 있는지, 그리고 어떤 단말기가 어느 Cell에서 교신이 이루어지고 있는지를 확인할 수 있다.

- 해독된 정보는 유선선로를 통하여 감시국소로 보낸다.

- 감시국소에 설치된 감시 제어기는 일종의 컴퓨터로서 각 Cell 장비로부터 보내진 통화채널 및 단말기 통화 상태 정보를 각 Cell간 유기적으로 비교 분석하여 이동 단말기의 추적 및 통화채널 감시를 위한 수신기의 채널 지정등의 일을 수행한다.

- 운용자는 수동 또는 자동으로 통화채널을 조사하며 통화의 내용이 연속 추적이 필요하다고 판단되었을때 감시 제어기의 디스플레이 터미널을 통하여 현재의 채널을 할당받아 사용하고 있는 단말기의 식별번호를 확인할 수 있다.

- 감시 제어기는 단말기가 현재의 Cell로 부터 다른 Cell로 이동하면 새로 할당된 채널 정보를 검출하여 통화 채널 감시용 수신기의 주파수를 자동으로 변경하여 주며 따라서 감시자는 연속적인 추적이 가능해 진다.

- 결국 기존 감시국소의 장비에 있어서는 통화채널 수신기를 그대로 두고 제어 채널 수신기를 각 Cell Site 마다 설치하여 각 Site에서 이루어지는 단말기와 기지국간의 제어채널 신호를 해독하여 그 정보는 유선선로를 통하여 감시국소로 전송한다.

이상에서 살펴본 바와 같이 기존 차량 및 휴대전화 단말장비에 특별한 부가장치를 하지 않고서도 용이한 전파감시가 가능하게할 수 있다.

제4장 자동식별부호 송출시스템 설계 및 개발

1. 식별부호 시스템의 규격(안)

식별부호는 기본적으로 무선기기당 할당되는 1개의 고유번호에 해당되며, 고유번호 등록, 말소에 관련된 행정적인 관리가 필수적으로 수반되어야 할 것이다. 따라서 식별부호의 구성방안은 장기적인 안목에서 신중히 결정되어야 하며, 본 장에서는 시스템의 기본성능을 만족하는 범위내에서 갖추어야 할 기술적 사항을 언급하기로 한다.

식별부호는 그림 4-1과 같이 구성되어야 하며 각 블록에 대한 의미는 다음과 같다.

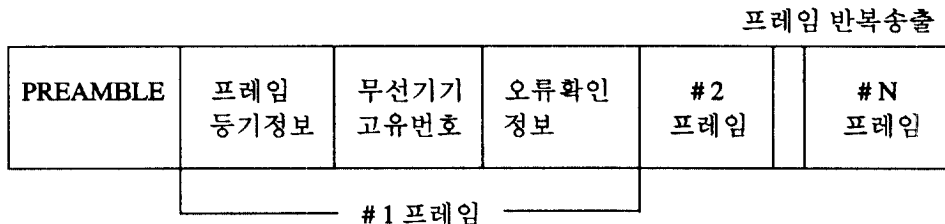


그림 4-1 식별부호의 구성

- 프리엠블(Preamble) : 일반적인 무선 송·수신 시스템에서 정보를 송출하기 전에 수신측에서 안정적인 정보수신을 위해 일정한 기간 이상동안 송출하는 주기적인 반복신호이다.

- 프레임 동기정보 : 프레임(Frame)간 반복될때 시작점의 동기화를 위하여 사용된다.

- 무선기기 고유번호 : 무선기기당 할당되는 고유번호에 해당되며 제조회사, 업무분류(예로서 민간용, 산업용, 경찰용, 군수용, 기타 특수목적등) 및 일련 등록번호가 포함되어야 한다.

- 오류확인정보 : 식별부호가 전송중에 전송경로상의 장애(혼신, 썬어, 미약감도, 각종 노이즈 등)로 인하여 오류가 발생된 정보를 수신측에서 확인, 정정하기 위한 것이며 순환 잉여도 검사(CRC : Cyclic Redundancy Check)를 한다.

식별부호는 정보 비트수가 많을수록 다양한 정보표현이 가능하지만 상대적으로 전송시간이 커지게 된다. 즉 정보 비트수와 전송시간의 상관관계는 다음과 같으며,

$$\text{전송시간(SEC)} = \text{정보비트수(개)} / \text{전송속도(BPS)}$$

전송속도가 150bps일때 300bit의 정보를 송출하려면 2초가 소요된다. 따라서 고유번호의 최대 표기 가능 숫자는 식별부호의 정보 비트수와 직접적으로 관련성이 있으므로 최적의 범위를 정해야 할 것이다.

오류 확인정보는 고유번호에 대한 순환 잉여도 검사로써 산출되며 고유번호를 CRC 생성 다항식으로 산출된 BCC(Block Check Character)와 서로 비교함으로써 검사된다. 생성 다항식은 부호의 사용형식에 따라 CRC-12, CRC-32, CRC-CCITT등 여러 방법이 있으며 X의 누승의 항으로 표기한다.

예를들면 CRC 생성 다항식이 $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 일때 (CRC-CCITT 규격) 오류확인 정보는 그림 4-2와 같이 BCC 시프트 레지스터(Shift Register)와 생성다항식에 관련된 논리배타합(Exclusive OR)의 연산으로 산출된다.

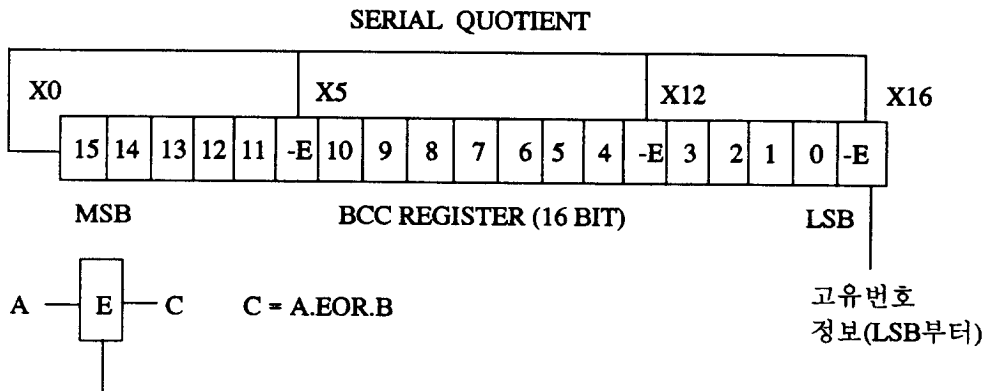


그림 4-2 CRC-CCITT를 사용한 BCC 산출

본 고에서는 식별부호의 규격을 다음과 같이 제안하며 이에 준하여 자동식별부호 송출 시스템을 설계하고 시험하여 제반 특성 및 성능을 평가하고자 한다.

- 식별부호 비트수 : 56bit / 1 Freame
- 프리엠블 비트수 : 56bit
- 프레임 동기정보 : 8bit, 01111110 (2진법)
- 고유고유번호 비트수 : 32bit
 - : 제조회사 분류, 8bit (최대 256개)
 - : 업무 분류, 4bit (최대 16개)
 - : 일련 등록번호, 20bit (최대 1백만번)
- 오류 확인정보 비트수 : 16bit
- BCC 생성 다항식 : $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
- 전송 속도 : 100bps

2. 송신부의 구성

일반적으로 무선기기로 송신할때 PTT(Press To Talk) 스위치를 누르고 송신하며 이때 음성신호와 같이 식별부호가 반복 송출되고 식별부호의 무선변조는 음성신호와 달리 직접변조를 하도록 설계한다.

본 시스템의 송신부는 그림 4-3과 같이 구성하며 각 부의 기능은 다음과 같다.

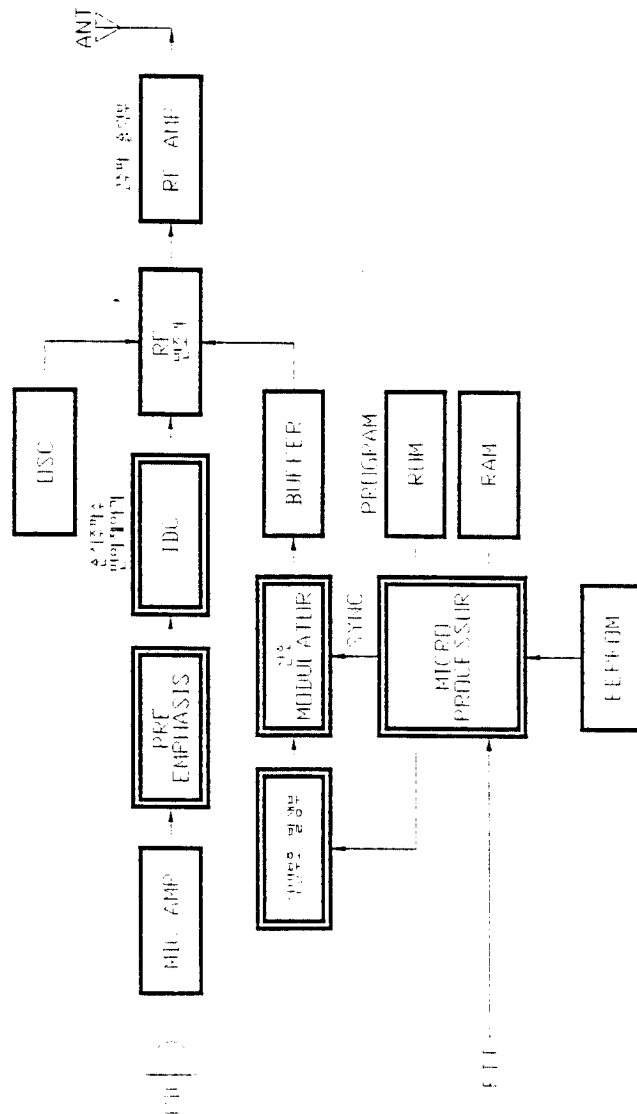


그림 4-3 자동식별부호 송신부 구성도

- RF 무선송신계통 : PTT 스위치를 누르고 마이크로 입력되는 음성신호는 마이크 앰프, Pre-emphasis, 순시주파수 편이 제한기를 통하여 RF 변조되며, RF 신호증폭기를 통하여 안테나로 무선 송출된다.

- 식별신호 송출부 : PTT 스위치가 눌러지면 제어기(Micro Processor)는 불휘발성 기억소자(EEPROM, PROM)에 기록된 식별정보를 식별신호 발생부로 입력시켜 PTT 스위치가 눌러져 있는 동안 식별신호를 반복적으로 발생토록 한다. 식별신호는 음성하부대역으로 변조되어 RF 변조기를 통하여 음성신호와 같이 무선송출되며 이러한 식별신호 송출 시퀀스(Sequence)는 제어기와 1칩화된 프로그램 기억소자(ROM, RAM)에 기록되어 있다.

3. 수신부의 구성

무선수신 계통은 전형적인 Double 슈퍼 헤테로다인 방식이며 RF 복조기를 통한 음성신호와 식별신호는 각각의 대역 여파기를 통하여 분리되며 음성신호는 스피커로 가청 수신되고 식별신호는 액정 표시기(LCD)에 현재시간과 같이 표시되도록 설계한다.

본 시스템의 수신부는 그림 4-4와 같이 구성하며 각부의 기능은 다음과 같다.

- RF 무선수신계통 : 안테나로 수신된 무선신호는 RF 신호증폭기에서 증폭되며 1차 중간증폭, 2차 중간증폭부를 통하여 RF 복조기로 입력된다. RF 복조기로 부터의 음성신호는 De-emphasis, 음성대역 여파기, AF 증폭기를 통하여 스피커로 가청 수신되며 스켈치(SQ.)부는 음성신호 유·무에 따라 AF 증폭기를 동작 또는 Mute 제어한다.

- 식별신호 검출부 : RF 복조기로 부터의 식별신호는 음성하부대역 여파기, 자동이득 조절기, Limiter를 통하여 신호복조부, 파형 정형부에서 Digital 신호로 변환되어 제어기(Micro processor)에 입력된다.

- 식별신호 처리부 : 제어기에서는 식별신호를 판독하여 고유번호정보와 오류확인 정보간의 CRC 연산을 통하여 신호오류 여부를 판단하며, 정상적으로 검출된 고유번호는 액정표시(LCD) 제어기를 통하여 현재시간과 함께 LCD에 표시된다. 이러한 식별신호 처리 시퀀스(Sequence)는 제어기와 1칩화된 프로그램 기억소자(ROM, RAM)에 기록되어 있다.

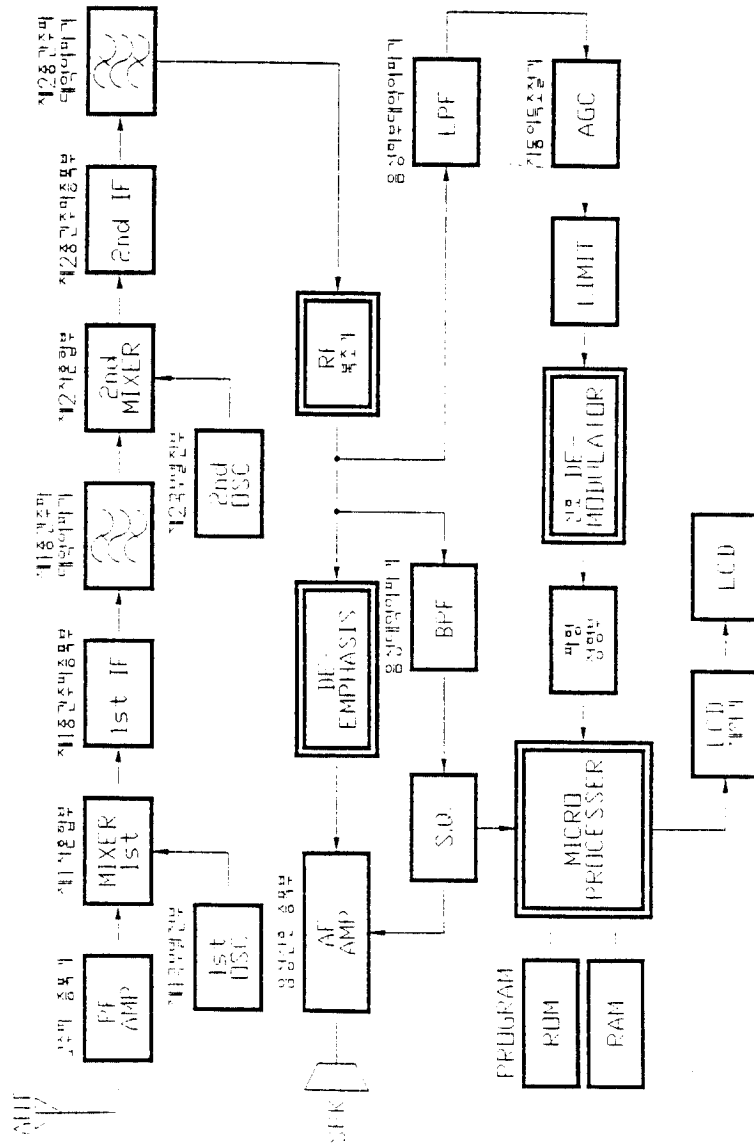


그림 4-4 자동식별부호 수신부 구성도

제5장 식별부호 전송시스템의 실용화 가능성 검토

1. 전파법령과의 관계 및 근거

편리한 무선통신 수단의 사용욕구와 전파의 개방화로 인한 무선국수의 급증과 이동통신 단말기의 확산은 위규통신, 불법무선국, 타 무선국에 대한 혼신방해등 전파환경의 혼탁으로 기존의 전파감시 기술로서는 원활한 감시업무 수행이 어려움에 직면한 실정이다.

이미 이웃 일본의 경우는 이러한 제반 문제점을 해결하기 위해 무선설비 규칙을 개정 주요 주파수대역 또는 업무에 대하여 자동식별장치를 부가하도록 의무화 조치를 취하고 있다.

우리나라의 경우는 아직 이러한 기술적 감시기법에 대한 관련법규의 규정이 없는바, 향후 본 연구의 결과를 시행하기 위하여는 관련법령의 보완이 선행되어야 한다고 생각된다.

2. 실용화 가능성 검토

일반 무선전화는 자동식별장치를 의무적으로 부가토록 하여 고유번호의 등록·말소에 관련된 행정적 관리를 할수있게끔 하는 관련법규 개정을 통해 실용화가 가능하리라 본다. 그리고 차량전화 및 휴대전화는 관련법규 개정없이 단말기와 각 Cell Site 간에 이루어지고 있는 Control Signal(Up-Link Signal, Down-link Signal : 제어신호)을 추적 해독해낼 수 있는 제어채널 전용 수신기를 개발하여 각 Cell Site에 설치하여 해독된 정보를 유선선로를 통하여 감시국소로 송출시키는 시스템 개발로서 적어도 기술적으로는 실용화 추진이 가능하다고 사료된다.

제6장 맺 음 말

본 연구는 이동통신 분야의 전파질서 확립 및 효율적인 전파감시 업무를 위해서 2년에 걸쳐서 수행한 연구 결과이다.

경제의 성장은 모든 분야의 발전을 수반하게 되는데, 전파분야에 있어서도 대북관계의 완화정책으로 인하여 낙후되었던 무선통신 기술이 전파의 개방화와 전파이용 정책의 변화, 국민생활 수준의 향상, 정보화 사회 진전으로 누구나 언제, 어디서든지 사용 가능한 무선통신에 대한 욕구 팽창으로 무선통신 기술은 다른 어떤 기술보다도 빠르게 발전되어가고 있는 실정이다.

그러나 이러한 무선통신 기술의 발달로 인한 편리성 추구하고 이용자 급증으로 인하여 수반되는 여러가지 부작용을 제어하는 전파감시기술은 기존의 감시방법으로는 원활한 감시업무를 수행하는데 어려움에 직면해 있다고 볼수 있다.

따라서 본 연구에서는 무선통신에서 화자를 식별하기 위한 방안을 제안하고, 그 방안의 방법으로 일반 무선전화에 대해서는 관련법규의 개정을 통해 단말기에 자동송출 식별부호 장치를 의무적으로 부가토록 하고, 차량전화 및 휴대전화는 관련법규 개정없이 단말기와 Cell Site간에 이루어지는 제어신호를 추적 해독해 낼수 있는 제어채널 전용 수신기를 개발하는 방법을 제시하였다.

또한 이러한 방법에 필요한 기술적 측면에서는 음성하부대역을 이용한 디지털 식별부호 송출기법등을 기술하였다.

향후 전파감시업무는 통신방식의 기술발전에 따른 기술적 전파감시 시스템의 개발과 아울러 관련법규의 개정을 통한 기술적 규칙을 의무화시켜 전파경로상의 제반 문제점을 해결해 나가야 한다는 생각이다.

끝으로 본 연구에 여러가지로 조언해 주신 여러분들께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 이동통신에 있어서의 하부대역의 디지털 신호전송의 검토, 신학기보, 1992
- 2) 식별부호 송출방식, 전파연구소, 1985
- 3) A Study On The Developement Of The Automatic I,D Code Transmission System,
한국전자통신연구소, 1986, 1987
- 4) Digital Cellular Radio, G.Calhoun Artech House Inc. 1988
- 5) An Introduction To Analog & Digital Communication, S.Hagkin John Wileg &
Sons Inc. 1989
- 6) Radio Signalling, 국제전자공업(주), 1990
- 7) Digital Transmission In The Land Mobile Radio, CCIR Rep-903