

MMDS 방식의 무선 CATV 시스템 기술 동향

정 연 태
(주)한국무선 CATV 부사장

- 요약 -

MMDS 방식은 세계적으로 약간의 차이는 있지만 거의 2.5~2.7GHz 주파수 대역을 사용하는 무선 CATV 전송 서비스 방식으로 현재 사용되고 있는 비디오 전송 방식 중 가장 경제적인 방식이다.

또한, LMDS는 아직 실험용 수준인 반면 MMDS는 이미 세계 67개국에서 500만 이상의 가입자를 확보하고 있으며 미국, 캐나다등에서도 이미 상용화되었지만 특히 신규 CATV 도입국(남미, 중미, 호주, 태국등)에서 유선 CATV의 대체 수단으로 각광을 받고 있다.

그러나, 상대적인 대역 제한 및 50W 정도의 출력에서 50~60km의 반경을 커버하므로 양방향 기능에 있어서는 제한적인 단점이 있다.

1. 서론

MMDS방식은 1960년대말 미국내에서 유선 케이블 방송이 완전히 자리잡기전 대도시 지역 위주로 허가된 2.1GHz 대역의 2개의 MDS(Multipoint Distribution System) 채널이 모태가 되었다.

그러나 20개 이상의 프로그램을 제공하는 유선케이블이 정착되자 2개의 프로그램만을 제공하는 MDS는 자리를 잃게 되었고, 이후에 MDS사업자들은 MDS의 활성화에 전력하였고, 그 결과 1980년에 접어들면서 FCC에 의해 MMDS(Multichannel Mutipoint Distribution System)라는 수십개의 프로그램을 마이크로웨이브로 전송하는 방식이 수용되면서 현재의 2.5GHz 대역의 MMDS방식에 의한 무선CATV가 등장하게 되었다.

지역별로 무선 CATV가 허용되었지만, 기존 유선 CATV 사업자들의 경쟁 매체에 대한 조직적인 방해로 인해 프로그램 등을 공급 받을 수조차 없는 등 상당한 애로를 겪었으며 국회청원과 법정투쟁까지 거쳐 1993년 경에서야 공정한 경쟁관계가 설정되었고, 1995년 10월부터 1996년 3월에 걸쳐 FCC는 미국 전역을 493개지역

으로 나누어 주파수 경매를 실시하여 새로운 신규 사업 허가를 부여하였다.

이 시기는 미국내 방송과 통신의 상호 진입이 허용된 직후였으므로 미국의 대형 전화회사들은 어드레스 가능한 비디오 서비스를 제공하기 위해 개발된 MMDS를 기존의 유선 CATV와의 비디오 서비스 시장에서 경쟁할 수 있는 최적의 수단으로 선택하여 1996년 3월에 끝난 미국내 MMDS 주파수 경매에 적극 참여하였으며, Bell Atlantic과 Nynex의 합작회사인 CAI 와 Pacific Telesis사 등이 상당수의 구역에서 주파수 및 사업권을 확보하여 기존 CATV 사업자들과 경쟁을 위한 준비에 들어갔다.

또한, 개발도상국 등에서는 유선 CATV의 막대한 투자에 비해 상대적으로 투자비가 훨씬 저렴한 MMDS를 프로그램 분배 수단으로 활용하여 CATV 보급 속도를 가속시키고 있다.

2. MMDS 기술 개요

MMDS는 2.5~2.7GHz 주파수 대역을 주로 사용하

며, Multichannel Mutipoint Distribution System의 약어이다. 쉽게 표현하자면 MMDS방식은 "무선 다채널 TV 방송"이라 부르고, CATV는 "유선 다채널 TV 방송"으로 정의하는 것이 좋다. 이와 비슷한 LMDS 방식은 무선 CATV(MMDS)와 비슷하지만 전송 방식이 다른 관계로 "셀룰라 TV"라고 부른다. 상대적으로 우리가 많이 시청하고 있는 공중파 방송들은 "무선 단채널 TV 방송"으로 표현할 수 있다.

아날로그 시스템의 경우, 전송장비는 위성 수신기 또는 광케이블 등을 통해 수신한 베이스밴드인 오디오 및 비디오 신호를 변조기를 통해 AM 변조 한 다음, 스크램블을 걸어 주파수 상향 변환기를 통해 주파수를 2.5~2.7GHz 대역을 상향 변환한 다음 증폭시켜 전방향 안테나를 통해 송신한다.

디지털 전송 시스템의 경우, 헤드엔드측에 압축 장치인 인코더(Encoder)와 멀티플렉서를 거쳐 디지털 변조 방식인 VSB(Vestigial Side Band) 또는 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조되고 주파수 결합기를 통해 전송 장비로 전달되어 업컨버터(Upconverter)에서 주파수 상향 변환된 다음, 증폭기에서 증폭되어 전송된다.

3. 아날로그 MMDS 구성 요소

아날로그 MMDS는 국가에 따라 예외적인 경우가 있지만 2.5~2.7GHz의 주파수 대역을 주로 사용하고 있으며 일부 국가에서는 UHF와 VHF 대역을 사용하는 국가도 있다. Video 변조방식은 AM 변조방식을, Audio 변조방식은 FM 변조방식을 사용하고 있다.

출력은 보편적으로 Main 송신기에서 10W~20W를 사용하며 증폭기를 사용하여 50W~100W까지 송신할 수 있으며 50W의 출력으로 평균 반경 50~60Km까지 서비스를 할 수 있다.

MMDS에서는 NTSC와 PAL방식을 사용하고 있으나 국내의 아날로그 MMDS에서는 미국과 같은 NTSC 방식을 사용하며 MMDS 송신기의 주파수 안정도는 Visual Carrier±1KHz Aural Carrier+4.5 MHz±100Hz(Relative to Visual) 정도 된다.

Output Impedance는 50 ohm의 N Type Connector를 사용하며 각 채널당 한 대의 송신기를 사용하여 채널수에 관계없이 모든 송신기의 출력은 Combiner를 통하여 무지향성인 Omni Directional

Antenna에 공급되어 공중으로 전송된다.

아날로그 MMDS에서는 2.5~2.7GHz의 대역에서 200MHz의 대역폭을 사용하면, NTSC방식에서는 1채널당 6MHz의 대역을 가지고 있으므로 33개의 채널을 구성할 수 있다.

또한, 송신된 전파는 수신까지 가시권(Line of Sight)내에 있어야 하며 장애물과 수신점이 멀리 떨어져 있는 경우는 약간의 전파 산란 현상으로 완전한 Line of Sight가 되지 않아도 된다. 그리고 국내에서 5개의 채널로 1년간 실험 운영한 결과, 국내의 계절 및 강우·강설에 의한 수신 저하는 없는 것으로 분석·보고되었다.

아날로그 MMDS의 수신은 수신 안테나를 통하여 수신된 2.5~2.7GHz사이의 주파수를 CATV 채널인 222~408MHz 사이의 주파수로 내려주는 Down converter를 통하여 Set-Top-Box로 공급되어 TV로 수신할 수 있게 된다.

수신 안테나는 직경 20Cm~90Cm의 안테나를 사용하며 YAGI, VAGI, Parabolic, Phase Array등이 사용된다.

음영지역의 해소를 위해서는 Signal Bender를 이용하여 난시청을 극복할 수 있으며, Signal Bender는 주파수를 변환하지 않고 전파의 편파만 바꾸어 재송신하며, 신호는 Beam성을 가지고 송신되므로 음영지역만 Cover될 수 있고 또한, 송신된 신호에 의한 수신거리는 5Km~8Km정도를 가지고 있다. Signal Bender는 Beam Bender라고 하며, 지속적으로 연결하여 5개까지 중계하여 사용할 수 있다.

■ 아날로그 MMDS 전송시스템 구성(그림 1. 참조)

(1) 전송 source

MMDS 각 송신입력은 다양한 종류의 Source를 이용할 수 있다. 위성으로부터 수신되어진 신호, 공중파 수신신호, 각 지역 S/O로부터 공급되는 CATV 채널등 다양한 영상매체를 MMDS 송신 입력단인 Demodulator로 공급한다.

(2) 송신입력단

각 영상 및 음성신호는 MMDS 송신입력단에 공급되는데, 이러한 입력단의 구성은 Demodulator와 IF Modulator로 구성되어진다. 무선 Demodulator는 각 Source로부터 공급되어진 RF 신호를 Demod 하여

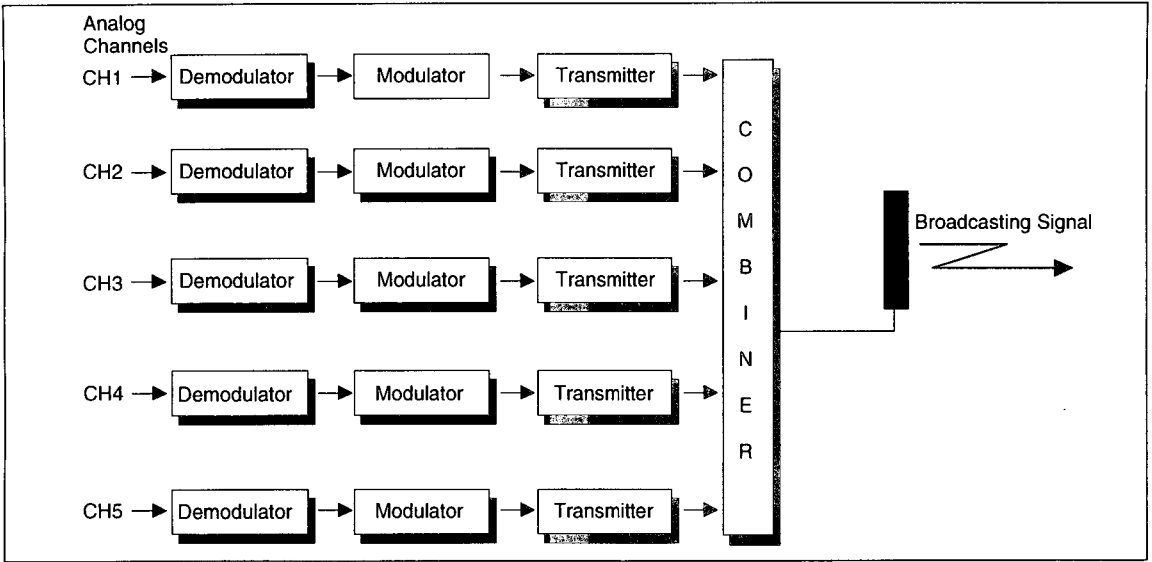


그림 1. 아날로그 MMDS 전송시스템 구성

Video 및 Audio 신호로 분리하여 IF Modulator로 공급하고, IF Modulator는 Demodulator로부터 인가된 신호를 Modulation 하여 송신기로 공급한다.

(3) Transmitter

아날로그 방식의 MMDS 는 전송채널수와 같은 수의 송신기의 채널수가 요구된다. 송신기 한 대당 한 개의 채널을 수용할 수 있으며, 각 채널당 송신출력은 2W - 50W까지 가변송출이 가능하다. Main 송신기의 고장을 대비하여 Emergency Backup Transmitter를 보조로 운영할 수 있으며, Backup Transmitter는 각 Transmitter 의 주파수를 선택하여 송신 할 수 있는 가변장치 (Synthesizer)를 내장하고 있다.

(4) Combiner

각 송신기에서 공급되어지는 송신출력을 한 개의 안테나로서 송출하기 위하여 각채널을 Matching 시켜 한 개의 전송케이블로 출력하기 위한 장치로써 많은 채널을 수용할 수 있다.

(5) 전송안테나

Omni-Directional 안테나로서 무지향상을 가지며 약 30개의 채널을 한 개의 안테나로서 송출할 수 있다. 대부분의 경우 유명한 Andrew사의 안테나를 이용하고 있다.

4. 디지털 MMDS

MMDS의 경우 디지털의 방식이라도 제한적인 양방향이 가능하다. 즉, MMDS의 경우 50W의 출력으로 50Km이상의 반경을 커버하므로 그 반경내에 있는 모든 가입자를 수용하는 것이 불가능하고 가입자의 송수신 장치인 트랜시버의 출력 한계 또한 있을 수 밖에 없다.

디지털 MMDS에는 다른 디지털 전송 시스템과 마찬가지로 VSB 및 QAM방식이 주로 사용된다.

<표 1> 디지털 무선 CATV (MMDS 및 LMDS)의 디지털 채널당 소요 대역폭

변조방식 및 비디오 압축율	디지털 채널	NTSC TV채널 수			
		20	31	60	100
16 QAM, 8 Mbps	2.78	56 MHz	86 MHz	167 MHz	278MHz
16 QAM, 4 Mbps	1.45	29 MHz	45 MHz	87 MHz	145 MHz
64 QAM, 8 Mbps	1.94	39 MHz	60 MHz	117 MHz	194 MHz
64 QAM, 4 Mbps	1.02	20 MHz	31 MHz	61 MHz	102 MHz

㉠ 아날로그 MMDS 전송시스템 구성(그림 2. 참조)

(1) 전송 source

Digital MMDS 각 송신입력은 다양한 종류의 Source를 이용할 수 있다. 위성으로부터 수신되어진 신호, 공중파 수신신호, 각 지역 S/O로부터 공급되는 CATV 채널등 다양한 영상매체를 디지털 MMDS 송신 입력단인 Encoder로 공급한다.

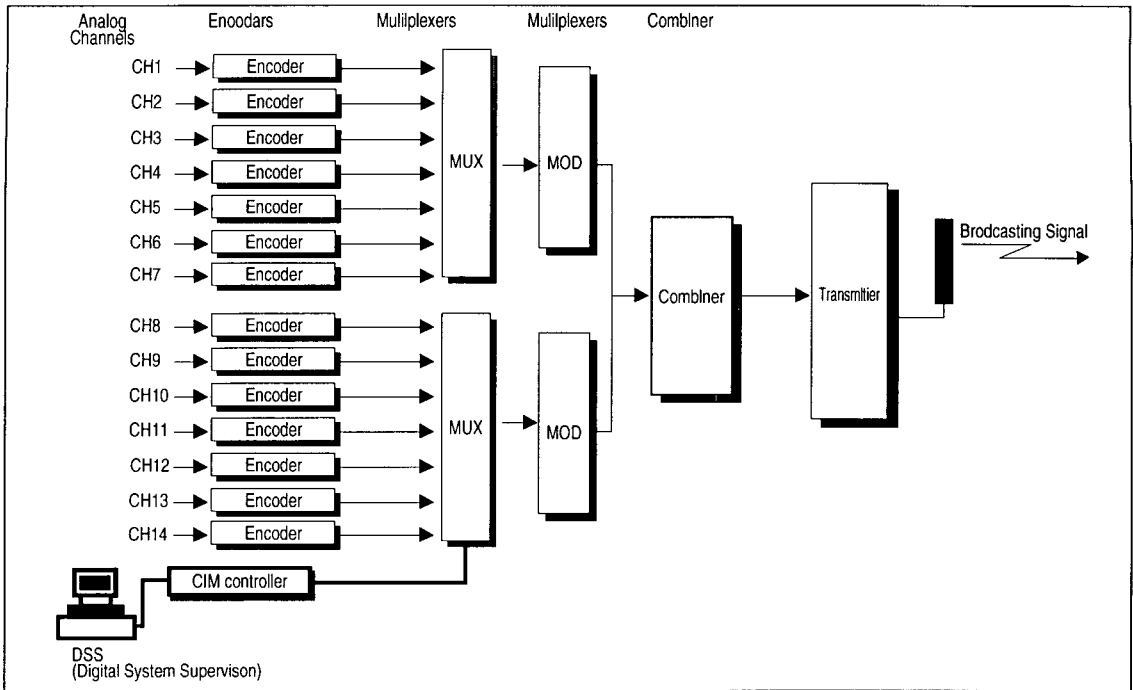


그림 2. Digital MMDS 전송시스템

(2) MPEG2 Encoder

Source로부터 공급되어진 아날로그 A/V 신호를 MPEG2로 Encoding 하는 장비로써 각 채널당 한 대씩의 Encoder가 필요하며 MPEG2 압축률은 Operator가 조정 가능하다.

(3) Multiplexer

각 Encoder에서 압축되어진 MPEG2 신호를 한 개의 출력 신호로 집약하는 장치로서 한 개의 Multiplexer당 최대 19개의 Encoder를 연결할 수 있으며 최대 155Mbps의 전송속도를 가진다.

(4) Modulator

Modulator는 Multiplexer에서 공급된 압축된 신호를 64QAM으로 Modulation 시키는 장치로서 한 Multiplexer당 한 개씩의 Modulator를 가진다.

(5) Combiner

Modulation 된 각신호를 한 개의 송신기로 송출하기 위하여 Combining 시키는 장치로 각각의 Modulator로부터 Jumper Cable을 이용하여 Combiner의 해당 채널에 접속시킨 뒤, 이를 Frequency Shifting을 시키

고 Transmitter로 최종 신호를 인가한다.

(6) Digital Transmitter

Combiner로부터 인가된 신호는 2.5GHz대역으로의 Upconverting을 거친 후 가입자에게 신호를 송출하게 된다.

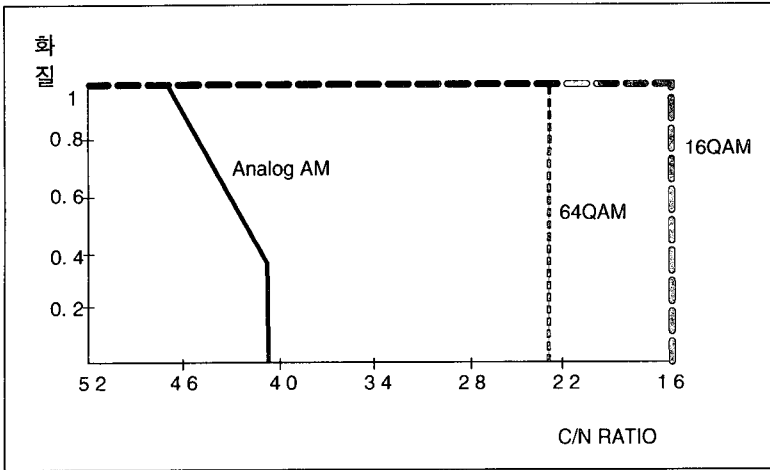
<디지털 MMDS 관련 기술>

Forward Error Correction(FEC)

- Read Solomcn(RS) 기술 이용
- Convolution Coding 기술 이용
- FEC Hardware(Modulator와 MPEG II STB안에 있음)
- RS Coding Method: Add 16 Byte on the end of 188 Byte MPEG II, Packet for RS(204, 188)
- Convolution coding:
 - 7/8, 3/4 rate(error correction on system reliability 향상)
 - 7/8 rate→add 1 Byte for each 7 input Bytes
 - 3/4 rate→add 1 Byte for each 3 input Bytes
- RS Coding-Protect small number of bit errors
- Convolution Coding-Protect burst errors

화질에 영향을 미치는 요소

- Channel Encoder의 압축 속도
- Signal threshold of the receiver setup.



- 디지털 절벽(Digital Cliff) 현상
- 아날로그: 40~45dB 이상 필요
- 16QAM: 16dB 이상 필요
- 64QAM: 24.5dB 이상 필요
- Encoder의 디지털 변환 속도
-210 MBPS
- Encoder의 압축 속도
-1.5~15MBPS
- Consumer Grade VCR
-1.5~4MBPS, MPEG Video Date Rate
- Studio Quality Video-+4MBPS
- Broad Cast Quality-+8MBPS
- 보통가정-4MBPS이면 충분함.

그림 3. 모듈별 화질 비교표

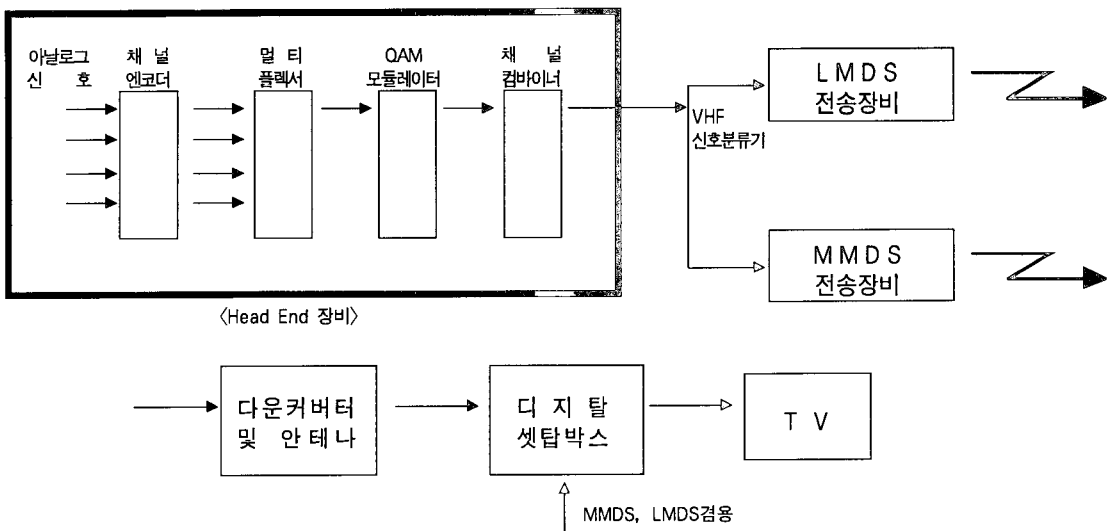


그림 4. 통합 디지털 LMDS/MMDS 시스템

- 특징
- Head End 장비 공유
- 도심 및 농어촌 동시에 사용
- 1개의 Head End 장비로 한국전역 커버
- 디지털 셋탑박스 공유
- 최소경비

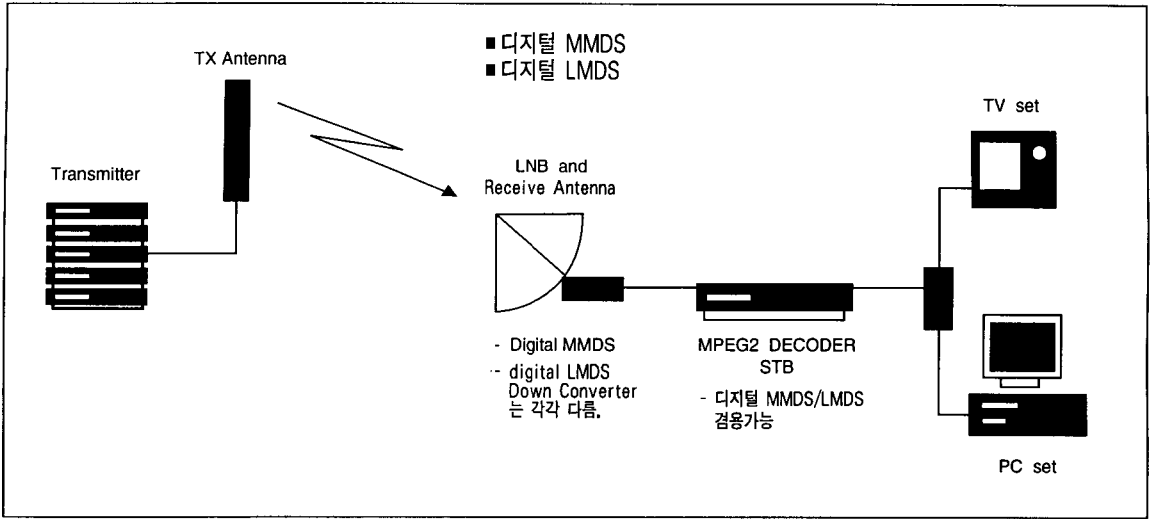


그림 5. Consumer Premise Equipment(CPE)

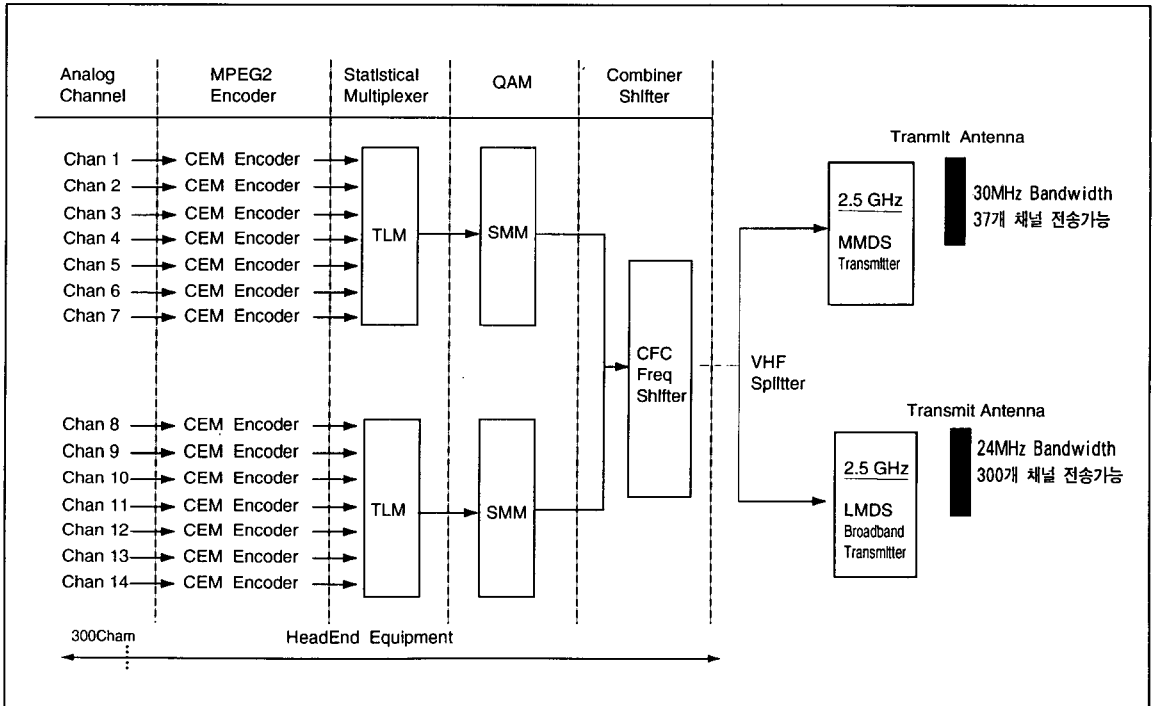


그림 6. 통합디지털 MMDS/LMDS 전송시스템

5. 무선 CATV의 발전 단계

아날로그 단방향 MMDS (80년대말)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 아날로그 무선 CATV 서비스 ■ MMDS 방식의 무선으로 구현 (2.5GHz~2.7GHz)
아날로그/ 디지털 양방향 MMDS (96년)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 디지털 방식 MMDS 상용 (미국/캐나다) ■ 양방향 실험 방송중 (Conifer) ■ 유·무선 복합 양방향 (무선 초고속 인터넷 서비스, 원격교육)
아날로그 및 디지털 양방향 LMDS (97년)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 디지털화를 통한 품질 및 용량 증대 (Cell당 약 300개 단방향 디지털 채널) ■ 준양방향 (Asymmetric) 멀티미디어 서비스 : 인터넷, VOD, 시내전화 (WLL), 홈쇼핑, 원격교육 등 ■ 캐나다 (디지털), 뉴욕 (아날로그) 에서 시범 방송중 ※ 사용자로부터 기지국까지의 상향채널을 하향채널과 별도로 구현
디지털 양방향 LMDS (99년 - 2000년)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 초고속 무선 가입자망으로 활용 가능 ■ 광대역/ 디지털/ 대화형 멀티미디어 서비스 : 화상회의, 화상전화, 원격강의, 원격진료 등

6. 무선 CATV의 장점

무선CATV는 유선망에 비해 다음과 같은 장점을 갖는다

- 신속한 망구축 (line-of-sight에 포함되는 가입자는 하루 내에 서비스 가능)
- 저렴한 구축 비용 (망구축 비용이 들어가지 않음)
- 저렴한 유지 보수비용
 - 유선 S/O당 매월 유지 보수비용 3000만원 이상 (1만 가구 기준/유선망 전력사용료 포함)
 - 무선일 경우 1/10 정도
- 빈번한 도시 재개발 및 주택 단지 건설에 따른 신속한 대응
- 유선의 경우 6~7년마다 Cable을 교체 해야함
- 도심지, 전원주택, 사찰 등에 대한 CATV 혜택
- 가입자 확대에 따른 추가 투자비 불필요
- 세계적 추세에 부응한 수출 산업화
- 다양한 부가 서비스 개발 가능

7. 경제성

멀티미디어 전송 수단별 가입자당 투자 비용

- 광케이블 —— 2,800,000만원
- 동축케이블 —— 1,400,000만원
- 위성방송 —— 900,000만원
- 무선CATV LMDS —— 350,000만원
- 무선CATV MMDS —— 200,000만원
- 디지털화 할 경우 LMDS 및 MMDS 각각 250,000원 정도의 추가 부담이 발생함.
- 광케이블 및 동축케이블의 경우 상기한 고정 투자비 외에도 선로 유지 보수비가 매월 가구당 3000원 이상이 소요됨.

8. 결 론

초기에는 단순히 비디오 전송용이었던 MMDS 및 LMDS는 각각 사용 주파수 대역의 차이와 대역폭의 차이로 인해 기술개발 방향의 차이 또한 다른 방향으로 진행중이다.

MMDS는 중국 및 브라질 등 CATV 도입 초기 국가에서 유선망의 보완 또는 대체할 수 있는 가장 경제적인 수단으로 채택되었고, 또한 유선과 하이브리드로 제한적 양방향 또는 양방향 기능을 사용, 부가서비스도 가능하

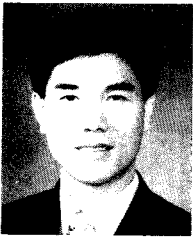
게 되었다.

LMDS는 광대역폭을 이용하여 멀티미디어 송·수신망으로 개발 중이나 완전한 양방향 멀티미디어 통신용으로 사용하기에는 2~3년 정도의 기간이 필요할 것으로 예상된다. 개발 방향은 기존 유선망의 최종목표인 FTTH(Fiber To The Home)의 과중한 경제적 부담과 광대역 유선망의 단점을 보완 및 제거할 수 있는 수

단으로, 미래의 초고속 멀티미디어 통신망으로 세계적인 기술 발전 및 국내 기술 개발등과 보조를 같이하여 상용화하게 될 것으로 예상된다.

정확한 현재의 기술 파악과 가능한 서비스 수준 등을 미리 예상하여 적재적소에 활용하는 것이 최상의 문화적 혜택 및 통신 서비스를 제공할 수 있는 길이 될 것이다.

필자소개



정 연 태

- 현재 한국무선CATV 주식회사 부사장
- 재미 한인 과학자 협회 뉴욕지부 회장('92~'93년)
- 미국 America-Asian Business Development Center에서 '96년도 최우수 기업인상 수상
- 미국 무선 CATV 시스템사 부사장
- 미국 멀티미디어 컴퓨터통신(주) 부사장
(미)Stevens Inst. of Tech. 공대 박사
- 국내외 정보 통신 분야의 Technical Writer
- 주관심분야
무선CATV 및 무선 통신 기술 분야
부가 통신 서비스
컴퓨터와 통신