

디지털 TV 송신시스템

Digital TV Transmitter System

오성환 책임연구원
LG 정보통신(주) 중앙연구소 이동통신기기실
osh@lgic.co.kr

요약

본 논문에서는 당사와 KBS가 공동 개발한 디지털 TV 송신기의 구성내역과 디지털송신 시스템의 개발현황 및 성능시험결과에 대하여 설명하였다.

- I. 서 론
- II. 디지털 TV 송신기 구성
- III. 디지털 TV 송신기 개발현황
- IV. 디지털 TV 송신기 성능시험
- V. 결 론

*

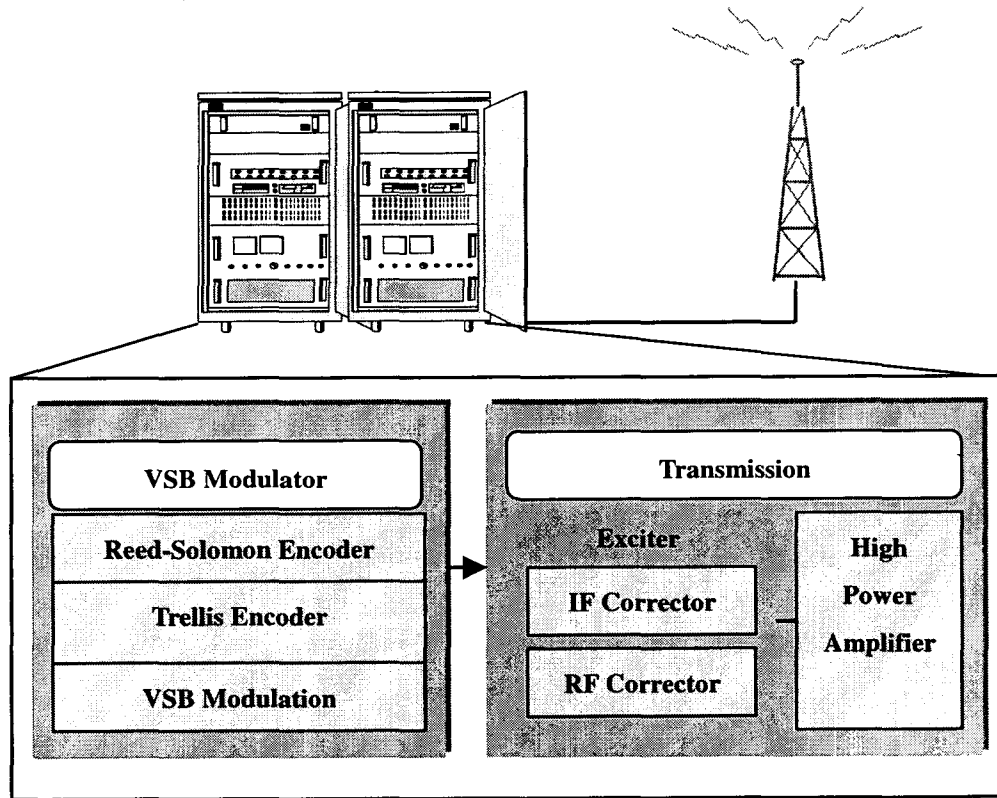
I. 서 론

'97년 정부에서 국내 지상파 방송을 디지털 방식으로 전환하기 위한 기본 계획을 수립한 이후 각 방송사, 연구기관 및 산업체에서 송신기 관련 기술 개발을 위한 노력을 해온 이래 '99년 5월 국내에서도 KBS가 최초로 HDTV 시험방송 개시하였으며 MBC를 비롯한 그 밖에 다른 방송사들도 디지털 TV 시험방송 준비를 서두르고 있다. 디지털 TV 방송을 시작한다는 것은 방송과 통신의 융합이 현실적으로 가시화 되는 것으로 시사하는 바가 크다.

디지털 TV 송신기는 기존의 Analog 장비와 대별되는 몇 가지 차이점이 있다. 첫째는 디지털 변조방식을 사용하기 때문에 채널 코딩 등의 기술을 활용하여 전송 경로에서 야기되는 간섭 및 잡음을 효과적으로 감소시켜 송신기의 중단 출력이 Analog 방식의 출력보다 작아도 충분한 시청 지역을 확보할 수 있다는 점과, 둘째로 시청 지역 내에서는 모든 수상기로 동일한 화질을 제공할 수 있으며, 셋째로는 Data 전송이 가능하여 다양한 서비스를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 국내에서 개발 중에 있는 ATSC(Advanced Television Systems Committee)방식의 디지털 TV 송신시스템을 소개하고자 한다. 제 2장에서 디지털 TV 송신기의 구성에 대하여 설명하고, 제 3장에서는 송신기의 개발현황에 대하여 살펴 보고, 제 4장에서는 개발완료후의 송신기의 성능시험을 하였으며, 마지막 5장에서 결론을 맺었다.

II. 디지털 TV 송신기 구성



[그림 1] 디지털 TV 송신기 구성도

1. 구성 개요

디지털 TV 송신기의 전체 구성도는 [그림 1]과 같다. 방송국에서 송신된 디지털 영상신호 및 음성신호, Data를 포함한 MPEG2-TS가 ATSC Modulator로 인가된다. Modulator에서는 8VSB로 디지털 변조된 IF신호를 생성하여 이를 Exciter로 보내고, Exciter에서는 발사를 원하는 방송 채널 주파수로 변환한 후 High Power Amplifier(HPA)로 보낸다. HPA는 이 신호를 충분한 세기로 증폭하여 원하는 지역으로 송신한다. 이때 인접 채널 등에 불요 신호의 방사를 억제하기 위하여 Band Pass Filter를 사용 할 수 있으며, 또한 송신부에 있는 핵심 모듈은 이중화 구조로 되어 있어서 각 Unit의 고장 시 예비 Unit으로 절체하므로써 송신기 전체의 신뢰성을 향상 할 수 있다.

2. 시스템 특징

- 디지털 변조 방식을 사용하므로 서비스 지역에서 동일한 화질이 유지된다.
- 디지털 Modulator에 채널 코딩 기술을 사용하므로써 잡음과 간섭에 강하다.
- 인접 채널을 사용할 수 있으므로 주파수 활용 효율이 개선된다.
- 디지털 신호를 사용하므로 영상, 음성, Data 등의 멀티미디어 서비스가 가능하다.
- 선형 및 비선형 왜곡 특성을 보상하는 디지털 필터를 사용한다.

3. 송신기 블록 및 동작 설명

1) Modulator Unit

Modulator는 MPEG2-TS 신호를 받아 채널의 에러를 최소화 할 수 있도록 채널코딩을 하고, 아날로그 신호변환(DAC) 및 중간주파수로 변조를 한다. 이를 위해 Modulator는 크게 SMPTE310 규격의 MPEG2-TS 신호를 받아 처리해 주는 SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers) 인터페이스 기능과 채널코딩을 하는 채널코딩부, 디지털 필터링과 HPA의 비선형 왜곡을 보상하는 디지털 필터부, 그리고 VSB변조와 전체를 제어하는 VSB변조부로 구성되어 있다.

채널코딩부는 방송국으로부터 SMPTE310 포맷의 188바이트 직렬데이터를 받아 클럭과 데이터를 복구하고 NRZ신호로 변환시킨다. 변환된 직렬데이터를 버퍼의 입력에 맞게 8비트 병렬데이터로 변환하여 채널코딩 기능을 수행할 수 있도록 한다. 변환된 병렬데이터는 Randomizing, RS-encoding, Interleaving, Trellis encoding 등의 처리를 한 후, 이 신호에 프레임동기신호(Frame Sync), 세그먼트동기신호(Segment Sync)와 파이롯트신호를 삽입하여 디지털 필터부로 보낸다. 이어서 변조부에서는 Analog IF 신호로 변조하여 출력하게 된다.

2) Exciter Unit

Exciter는 Modulator로부터 전달되어진 44MHz의 IF신호를 받아 할당된 방송채널 주파수로 변환하여 Power Amplifier로 전달하여주는 모듈이다. 즉, 할당된 방송채널 주파수로 Up Conversion하여주는 기능과 Power Amplifier의 비선형 왜곡을 보상하는 Pre-Distortion기능의 2가지 기능을 수행하며 Mixer Unit, RF Corrector Unit, Synthesizer Unit의 3가지 Unit으로 구성된다.

Mixer Unit은 할당된 방송 채널 주파수를 생성하는 모듈이며 Modulator로부터 8VSB 변조된 44MHz의 IF신호를 받고 Synthesizer Unit으로부터 Local Oscillator 주파수를 받아서 Mixing한 후 방송 채널 주파수를 만들어 RF Corrector Unit으로 보낸다. RF Corrector Unit은 Mixer로부터 방송 채널 주파수 신호를 받은 뒤 그 신호를 Pre-Distortion하여 Power Amplifier Unit으로 보낸다. Synthesizer Unit이란 Exciter Self에 설치되는 Mixer Unit에 Local Frequency를 공급하는 Unit으로서 사용 채널에 따라서 적절한 Local Frequency를 생성한다. 내부의 DTCXO(Digital Processing Temperature Compensated Crystal Oscillator)를 이용하여 10MHz의 Reference Frequency를 발생시키며 External Reference 신호로 사용할 수도 있다.

3) High Power Amplifier Unit

HPA Unit는 Drive Amplifier, High Power Amplifier, Combiner 등으로 구성 되는데, Drive Amplifier 단에 Exciter로부터 보내진 RF 신호가 인가된다. 이 RF 신호는 3dB Coupler를 사용한 감쇄기와 HPA Module의 출력 Phase를 조정하는 Phase Shifter를 통해 다음 단의 선형증폭기에서 손실을 보상하기 위해 증폭된다. 이 신호는 다시 종단 증폭기에서 야기되는 비선형 왜곡을 보상하기 위한 Corrector를 통과하고 다음 단의 선형증폭기에서 증폭되어 Limiter를 지난다. 이어서 Micro Strip Line으로 설계된 6way divider를 거쳐 6개의 출력으로 분산되어 각각 중

단 High Power Amplifier Board 의 2-way Divider(Hybrid Coupler)에 인가되어 종단 Amplifier 의 Drive 에 충분한 RF Level 이 되도록 증폭한다.

종단 High Power Amplifier 는 6 개의 Module 이 병렬로 구성되어 Module 당 약 48W 의 출력을 내며, 각 Module 의 RF 입력은 Drive Amplifier 의 출력이 6-Way Divider 를 거쳐 분산된 신호로부터 인가 된다. 또한 각 Module 은 2 개의 Transistor 로 구성되어 있어서, 이 인가된 RF 신호는 3dB 90° Hybrid Coupler 를 지나 분산되어 Balloon Transformer 를 통과하여 이 2 개의 Transistor 로 90°의 위상 차이를 갖고 증폭되어 다시 그 출력이 3dB 90° Hybrid Coupler 를 지나면서 Combine 되어 동위상으로 되고, 반사파로 인한 종단 TR 의 보호를 위해 Isolator 를 통해서 출력된다.

6 개의 High Power Amplifier 들로부터의 각 출력은 Micro Strip Line 으로 설계된 6-way Combiner 로 Combine 되어 1Kw 의 최종 출력으로 나가게 되고, 이 출력을 모니터하기 위해 Directional Coupler 로 신호를 모니터 한다.

III. 디지털 TV 송신기 개발현황

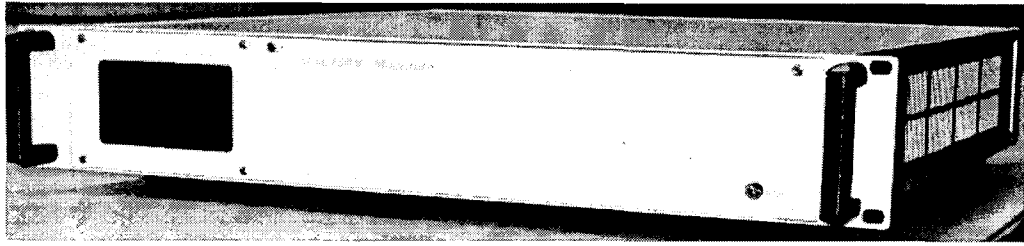
1. 주요기술 개발

디지털 TV 송신기는 크게 Analog 부와 Digital 부로 나누어 지는데 Analog 부는 기존의 Analog 시스템과 거의 유사한 기술을 사용하므로 여기서는 Digital 부에 해당되는 Modulator 와 선형 및 비선형 왜곡을 보상하는 신호처리 기술이 주요한 기술이라 하겠다. Modulator 에 있어서 표준 규격에 충실하면 되는 기능은 앞에서 설명한 바와 같고, 특히 Modulator 에서 선형 및 비선형 왜곡을 보상하는 신호처리 기술은 타사 제품과 차별화 할 수 있는 주요기술이다.

송신기에는 신호를 변환하고 증폭하는 과정에서 많은 수동소자 및 능동소자를 경유하게 되는데 이 과정에서 Group Delay 및 Amplitude Flatness 등의 선형 왜곡이 발생하는데 이 신호를 추출하여 분석한 후 적절한 계수를 계산하여 Modulator 의 Filter 에 인가 함으로써 이 선형 왜곡을 보상하게 되면 S/N, BER 등의 성능을 크게 개선할 수 있다. 또한 송신기에서 신호를 증폭하기 위해 HPA 를 사용하게 되는데 이 HPA 의 비선형 특성으로 인하여 IMD 등의 왜곡이 발생 되는데 마찬가지로 이 신호를 분석하여 왜곡 현상에 역 대응되는 Parameter 를 Modulator 에 인가 함으로써 시스템 특성을 개선 할 수 있다.

2. 개발효과

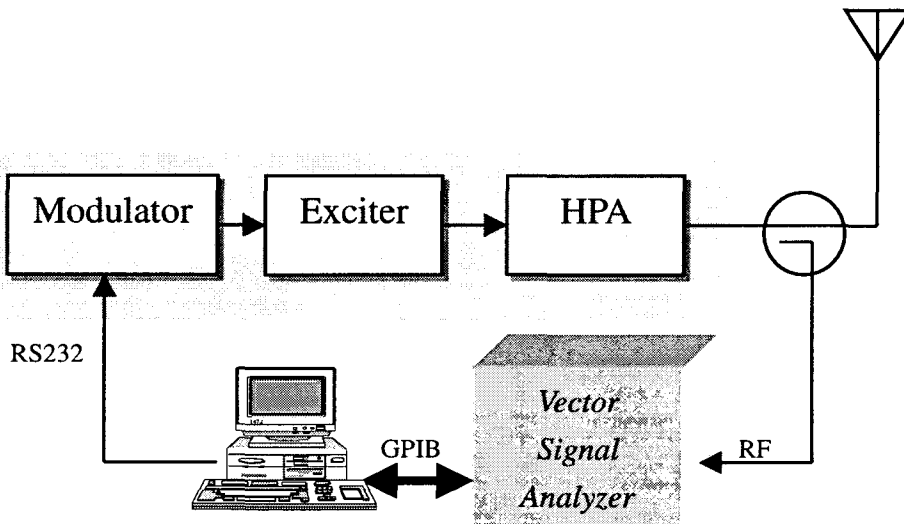
상기의 기술은 1998 년 12 월에 미국 Anaheim 의 Western Cable Show 와 금년 4 월에 미국 Las Vegas 의 NAB Show 에서 큰 호평을 받았으며, 또한 일본 NEC 사에서 검증을 마쳤고 이어서 북미 여러 회사에서 시험 중에 있다. 이와 같이 디지털 TV 송신기의 핵심 기술인 디지털변조기를 국내에서 개발에 성공하여 KBS 및 선진 외국사에서 시험 운용 중에 있다는 것은 국내 2001 년 서비스 계획의 성공과 더불어 디지털 TV 송신기를 외국에 수출할 수 있을 정도로 경쟁력이 있다는 것을 의미한다.



[그림 2] ATSC 디지털 TV Modulator

IV. 디지털 TV 송신기 성능시험

당사와 KBS가 공동 개발한 ATSC Modulator에 VSB Linear/Nonlinear Correction 알고리즘을 적용하여 송신시스템에 대한 성능시험 측정결과를 [그림 4] 및 [표 1]에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 Linear Pre-correction과 Non-linear Pre-correction을 수행 하였을 때 SNR은 약 10dB, Spectrum Mask는 약 8dB 개선되는 것을 알 수 있다.

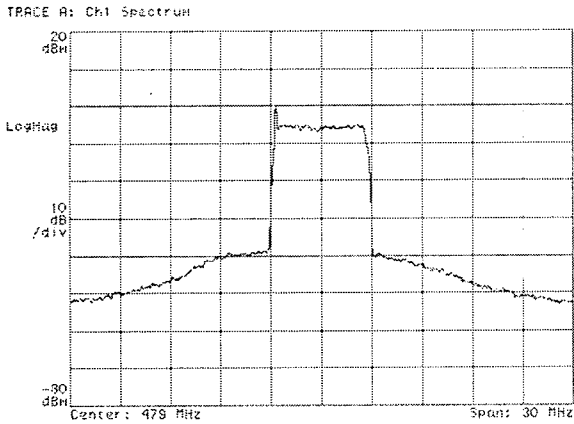


[그림 3] 선형/비선형 왜곡 보상시험 구성도

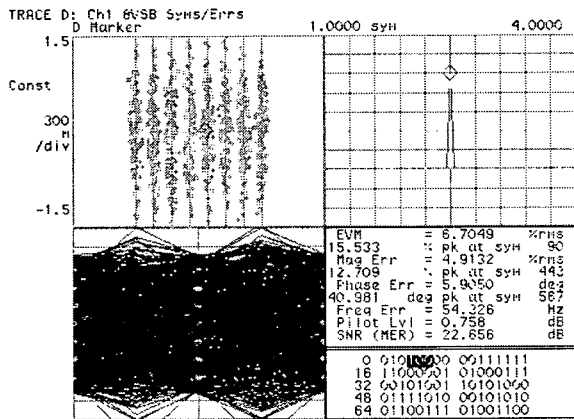
Items	Without Pre-Correction	With Pre-Correction	
		Analog (Pre-Distortor)	Digital
Spectrum Mask (IMD)	32dB	37dB	40dB
S/N	22dB	23dB	38dB

[표 1] Linear/Non-linear Correction 성능시험 결과

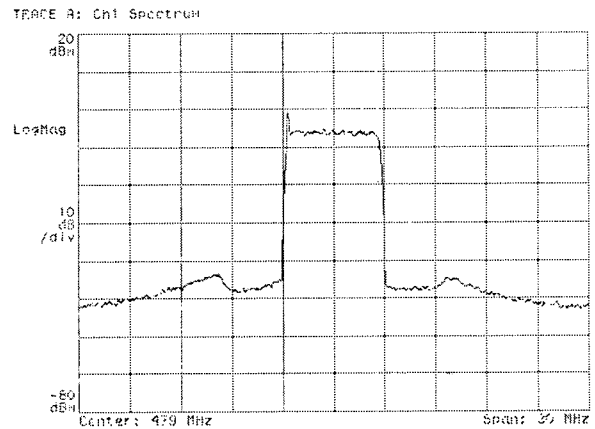
Without Pre-Correction



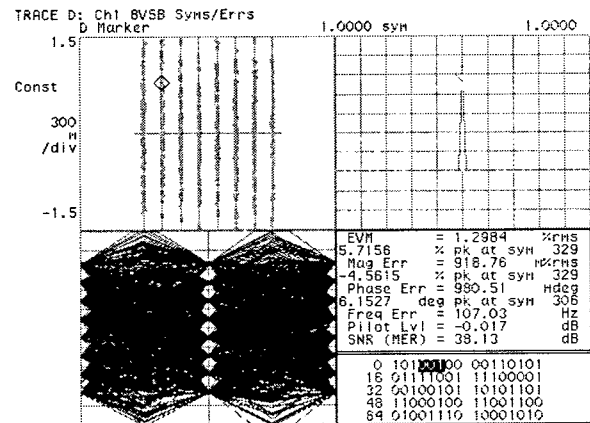
HCOP;*HAI
Date: 02-26-99 Time: 18:15



With Pre-Correction



HCOP;*HAI
Date: 02-26-99 Time: 20:50



[그림 4] Linear/Non-linear Correction 성능시험 결과

V. 결 론

본 논문에서는 디지털 TV 송신기의 구성 및 블록 별 동작설명, 주요 기술 개발 및 효과, 성능 시험 결과 등을 설명하였다. 디지털 TV 송신기를 개발하기 위해서는 Analog 기술과 Digital 기술이 접목 되어야 하는데 그 동안 국내의 디지털 TV 송신기 관련 제조업체는 Analog 방송장비를 상당수 국내 방송사에 공급하여 회사별로 Know how 가 축적되어 있다고 판단되며 또한 Digital 부문의 VSB Modulator 를 개발 함으로써 디지털 TV 송신기의 국산화가 완성 되었다고 할 수 있겠다. 이를 바탕으로 국내 방송 사업자들의 디지털 TV 방송을 위한 준비에 큰 기여를 할 것으로 기대 되며 더 나아가서 국내 방송 장비 제조사가 외국 시장을 개척하는데 속도가 붙을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. “ATSC Digital Television Standard”, Doc. A/53, 16 Sep '95
2. 목하균, “디지털 TV 송신기 개발”, 방송과 기술, 1999 통권 제 64 호
3. 김대진, “미국 디지털 지상파 TV 의 8VSB”, 방송과 기술, 1994 통권 제 53 호