

In-Band DAB 시스템과 국내기술개발 현황



2000. 11. 2.

이수인

목 차

1. 서론
2. 미국의 IBOC 시스템
3. ETRI IBAC 시스템
4. 결론

1. 서론

■ 디지털 오디오 방송(DAB)이란?

- ◆ CD 수준의 음질, 다양한 데이터 서비스, 우수한 이동수신 품질을 제공하는 차세대 라디오 방송
- ◆ DAB(Digital Audio Broadcasting) : Eureka-147
- ◆ DSR(Digital Sound Radio) : ITU-R
- ◆ DAR(Digital Audio Radio) : USA
- ◆ DRB(Digital Radio Broadcasting) : 캐나다
- ◆ 이동체 디지털 라디오 음성방송 : 일본

1. 서론

■ 지상파 DAB 현황

- ◆ 유럽
 - '94년 Eureka-147 DAB가 ETSI에 의해 유럽표준으로 채택(ETS 300 401)
 - 영국, 스웨덴 및 캐나다 등에서는 정규 DAB 서비스가, 독일을 비롯한 덴마크, 프랑스, 스위스 등에서는 시험방송이 진행 중
 - Philips, Kenwood, Bosch, Panasonic, Grundig 등의 업체에서 차량용 및 가정용 수신기 제작, 판매
- ◆ 미국
 - USADR사와 LDR사의 합병으로 iBiquity digital사의 IBOC DAB 단일표준 유력
 - 15개 라디오 방송사 및 국내외 제조업체의 등의 지원으로 현재 현장 시험 진행중
- ◆ 일본
 - '95년 부터 DVB-T와 유사하고 대역폭 조절이 가능한 BST-OFDM 전송방식에 기초한 디지털 오디오/TV 통합 방식(ISDB-T) 개발
 - '98.9 ARIB에 의해 ISDB-T의 최초 규격(안)이 채택

1. 서론

▣ 국내의 DAB 개발 동향

- ◆ KBS가 '94년 부터 Eureka-147 DAB 시스템에 관한 연구 시작, '98년 수도권 일부지역 현장실험 실시
- ◆ KETI 및 국내 가전사에서 공동으로 Eureka-147 수신기 칩셋 및 시스템 보드 개발을 추진 중임
- ◆ ETRI는 '98년 부터 FM 대역에서 운용 가능한 In-Band DAB 방식을 개발 중

▣ In-Band 방식(IBOC, IBAC) 소개 및 국내 개발 동향

2. 미국의 IBOC 시스템

- 현재 사용중인 라디오 대역을 사용 함으로서 새로운 주파수 대역이 불 필요
- 기존의 방송 인프라를 적용가능하며, 따라서 방송설비의 구현비용이 최소화
- 인접채널과의 간섭 경증이 필요
- FM 대역 : 96kbps CD급 음질 목표
- AM 대역 : 48 kbps 기존 FM 스테레오 음질 목표
- Hybrid mode와 Full Digital mode 제안
- 미국의 경우 USADR과 LDR 사가 제안 -> iBiquity digital사

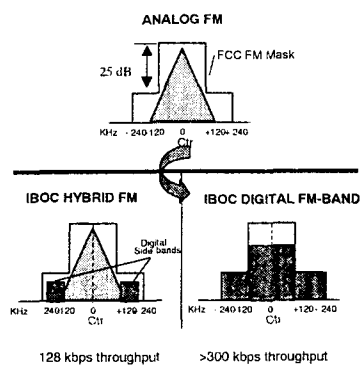
2. 미국의 IBOC 시스템

■ 기본 규격

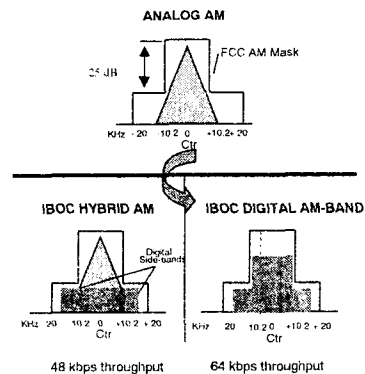
- ◆ 오디오 압축방식 : MPEG-2 AAC (USADR)
multistream PAC (LDR)
- ◆ 다중화 방식 : MPEG-2 System
- ◆ 오류정정방식 : Complementary Punctured Convolutional Code
- ◆ 변조방식 : QPSK/OFDM
- ◆ 사용 주파수 : AM/FM 대역
- ◆ 신호대역폭 : 140 kHz(FM)

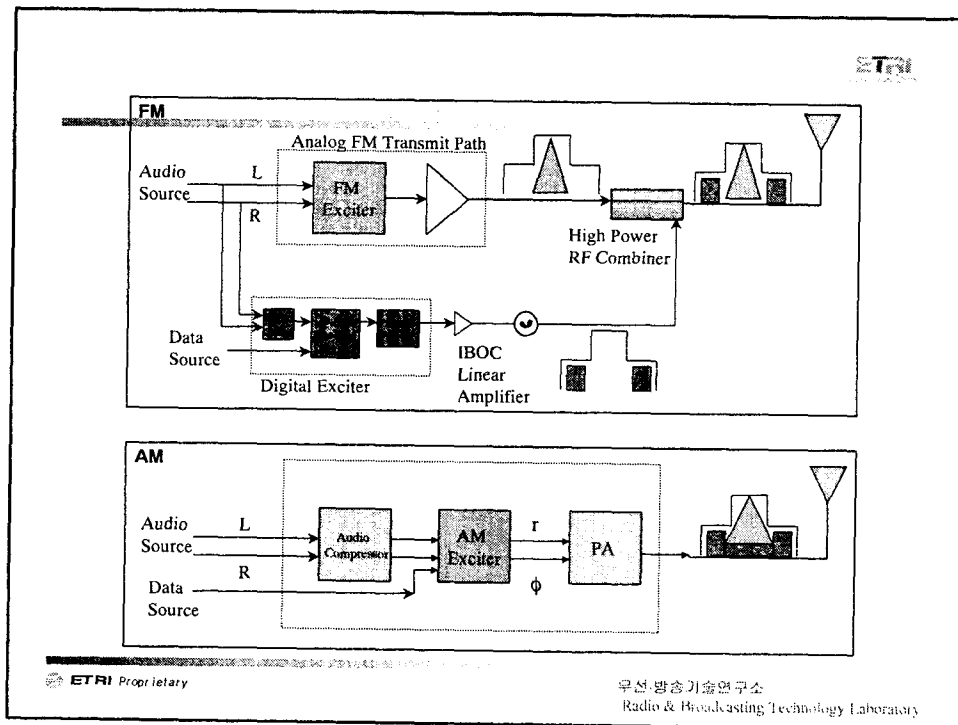
IBOC 시스템

FM IBOC TRANSITION PLAN



AM IBOC TRANSITION PLAN





3. ETRI IBAC 시스템

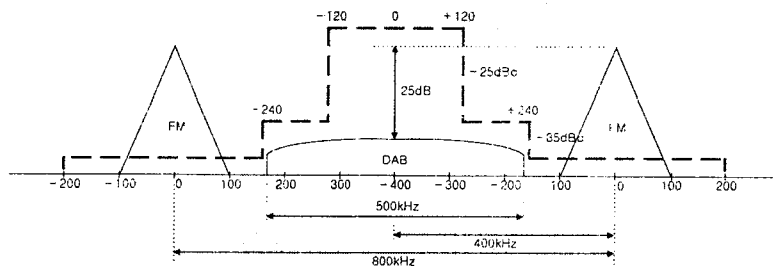
- FM 대역내 디지털 전환을 전제
 - ◆ 국내 적용 주파수 대역이 미확정
 - ◆ DAB에 새로운 주파수 대역을 할당하기에는 여유 스펙트럼이 충분하지 않고,
 - ◆ 기존의 FM 대역에서 DAB를 구현하는 것이 주파수 자원의 효율적 이용면에서 유리하며,
 - ◆ FM 대역의 낙후를 막기 위해서도 FM 대역의 활용이 필요함
 - ◆ 또한 국내 방송 산업의 보호와 나아가 DAB용으로 새로운 주파수 대역을 할당하기 어려운 국가를 상대로 세계 DAB 시장을 공략하는 것도 가능함
- 현 FM 채널 배치 간격을 800kHz로 가정, FM 신호사이의 약 500kHz를 이용한 DAB 신호 송출
- 인접 FM 신호와의 간섭을 최소화 하기위해 FM과 DAB의 신호 레벨비를 25dB 이상으로 함
- 강인한 전송 방식 채택으로 이동수신 및 광대역 서비스를 달성함

ETRI IBAC 시스템 장점

- 주파수 사용효율의 획기적 증대
- 고품질 이동수신 가능
- 이동 멀티미디어 서비스의 기반 제공
- 아날로그와의 상호 간섭 최소화
- 가능한 기존 채널 배치를 유지
- CD급 오디오 및 다양한 데이터 서비스 제공

FM In-Band DAB 채널 배치도

- FM 신호 대역폭 : 200 ~ 260 kHz
- DAB 신호 대역폭 : 약 500 kHz
- FM 신호 첨두 전력과 DAB 신호 평균 전력비 : 25dB



DAB 방식 구조

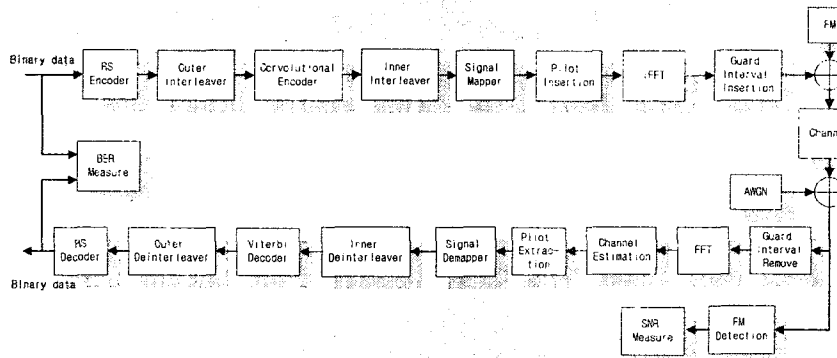
□ 시스템 방식	: FM In-Band 방식
□ 적용 주파수대	: 88 ~ 108MHz FM 대역
□ 신호 대역폭	: 약 500kHz
□ 전송 및 변조 방식	: OFDM, 8-PSK 또는 16-QAM
□ 오디오 압축 방식	: MPEG-2 AAC
□ 유효 데이터율	: 약 0.8Mbps 목표
□ 채널당 서비스 프로그램 수	: 오디오 서비스 기준 8개 프로그램

DAB 방식의 세부 파라메타

□ 외부 채널 부호	: RS Code (204, 188, t=8)
□ 외부 인터리버	: Convolutional Byte Interleaver
□ 내부 채널 부호	: Convolutional Code (R=1/2, K=7)
□ 내부 인터리버	: 시간 및 주파수 인터리빙
□ 부반송파 수	: 512
□ 부반송파 간격	: 1kHz
□ 유효 심벌 지속시간	: 1000ms
□ 보호구간 길이	: 유효 심벌 지속시간의 1/32

DAB 방식 시뮬레이터

□ DAB 방식 시뮬레이터 블록도

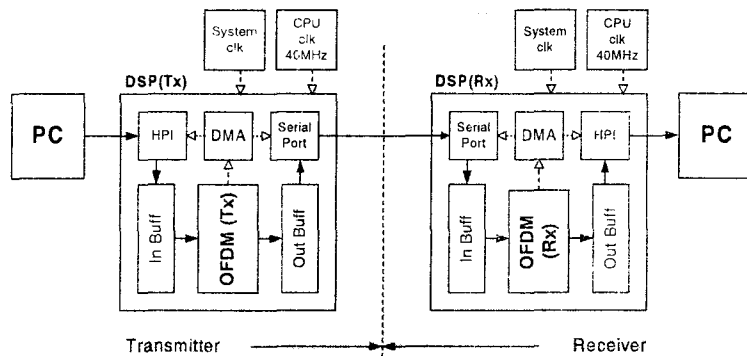


ETRI Proprietary

무선방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

OFDM 변복조부의 DSP S/W 개발

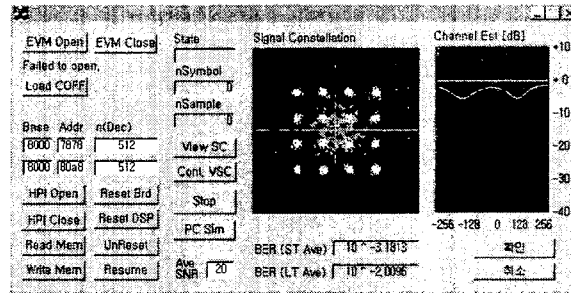
□ DSP S/W 테스트를 위한 테스트 베드



ETRI Proprietary

무선방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DSP 시뮬레이터



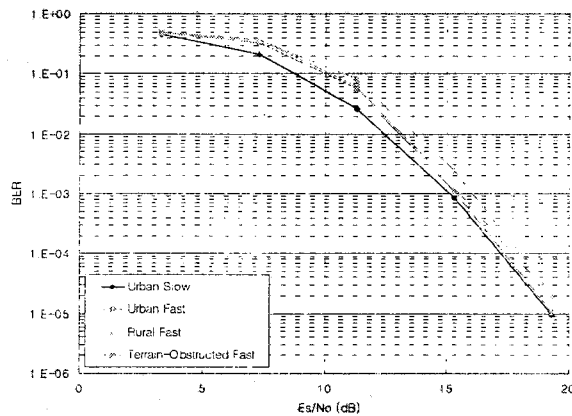
ETRI Proprietary

무선 방송 기술 연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DAB 방식 성능



□ IBAC DAB 방식의 모의실험 성능(16QAM)



- EIA Multipath Profile 적용
- Perfect Sync. 가정
- with FM signal
- Time Interleaving Depth : 256ms
- Convolutional Code (R=1/2, K=7)

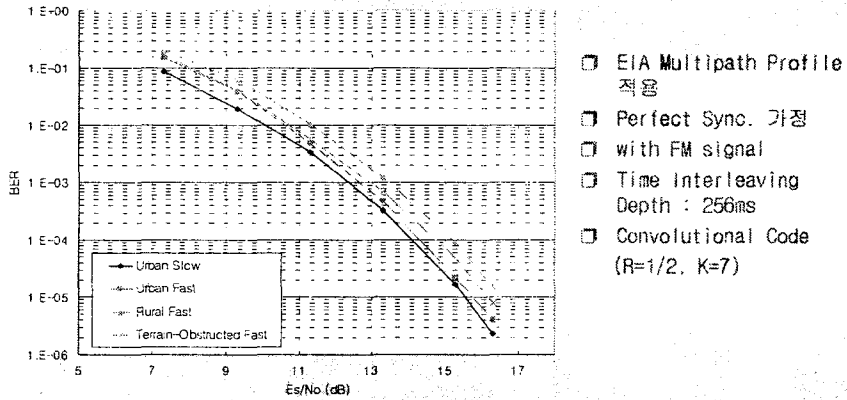
ETRI Proprietary

무선 방송 기술 연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DAB 방식 성능



IBAC DAB 방식의 모의실험 성능(8PSK)



- EIA Multipath Profile 적용
- Perfect Sync. 가정
- with FM signal
- Time Interleaving Depth : 256ms
- Convolutional Code (R=1/2, K=7)

ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DAB 방식 성능



IBAC DAB 방식의 모의실험 성능비교

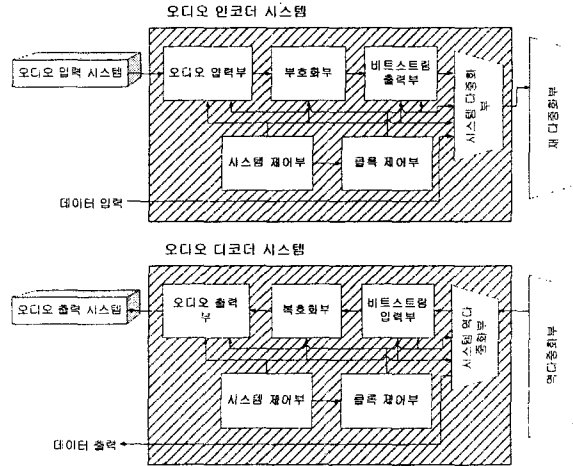
Required Es/No for IBAC DAB system
to achieve a BER = 2×10^{-4} after Viterbi decoder

Channel (Doppler spread)	Interleaving Depth (ms)	Required Es/No (dB)	
		8PSK	16QAM
Urban Slow (0.1744Hz)	256	13.7	16.6
	512	13.8	17.0
Urban Fast (5.2314Hz)	256	13.9	16.9
	512	14.0	17.4
Rural Fast (13.0785Hz)	256	14.7	17.4
	512	14.6	18.0
Terrain- Obstructed Fast (5.2314Hz)	256	14.3	17.0
	512	14.4	17.5

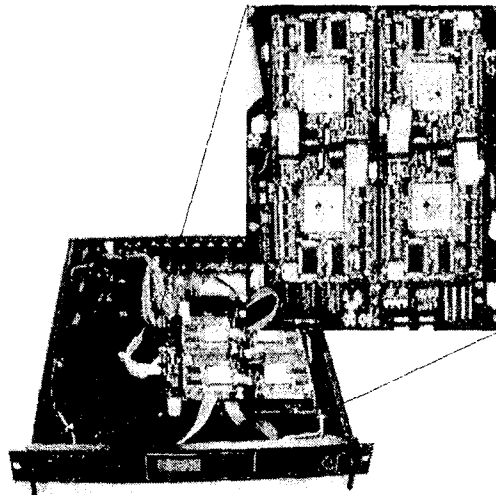
ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

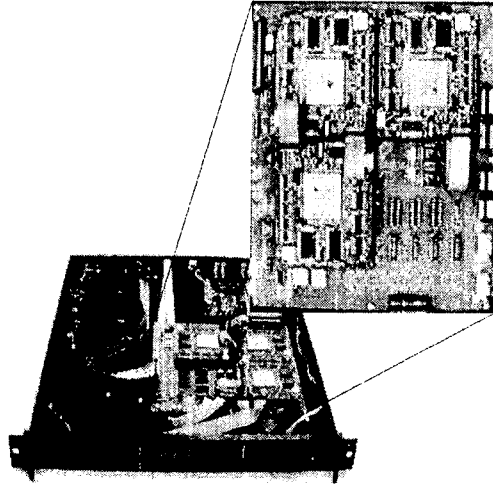
AAC 오디오 코덱 시스템



AAC Encoder



AAC Decoder



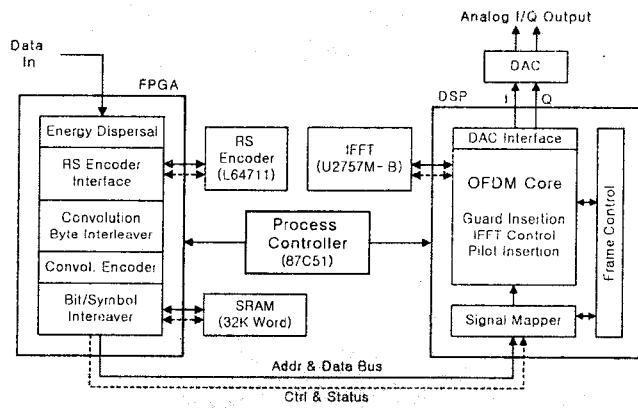
ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DAB 테스트베드 개발



□ DAB 변조기 설계 블록도

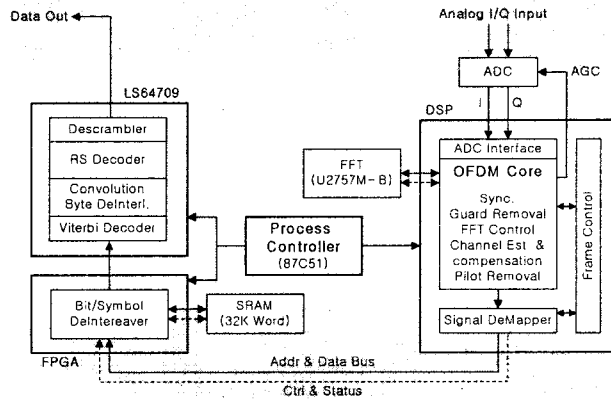


ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

DAB 테스트베드 개발

□ DAB 복조기 설계 블록도

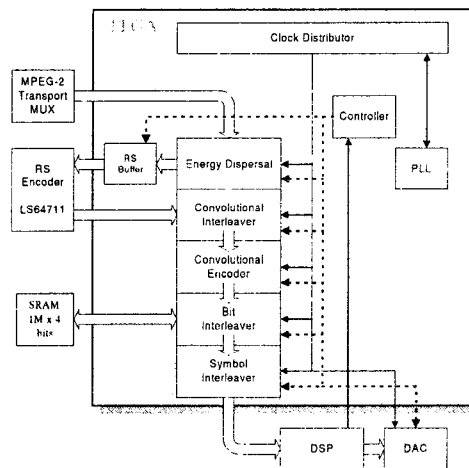


ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

FPGA 설계

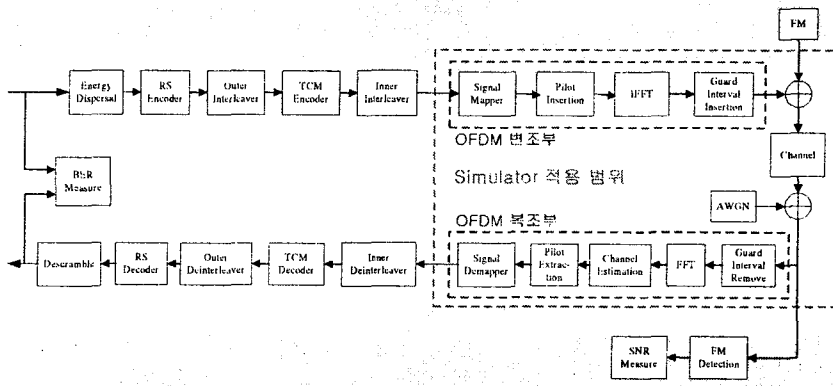
□ Block Diagram



ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

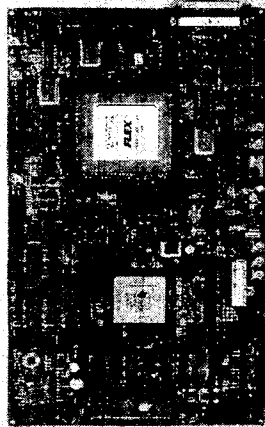
OFDM 변복조부의 DSP S/W 개발



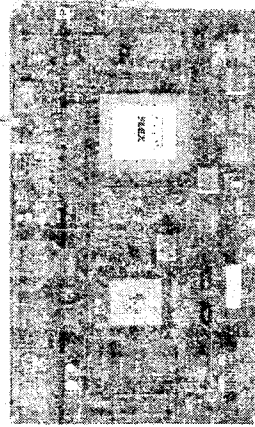
ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

OFDM 변조기/복조기



OFDM 변조기

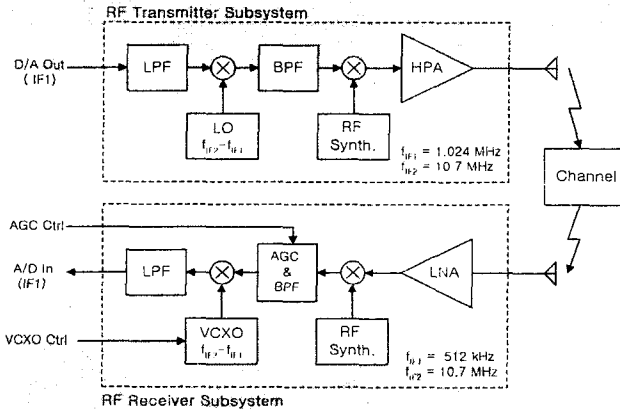


OFDM 복조기

ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

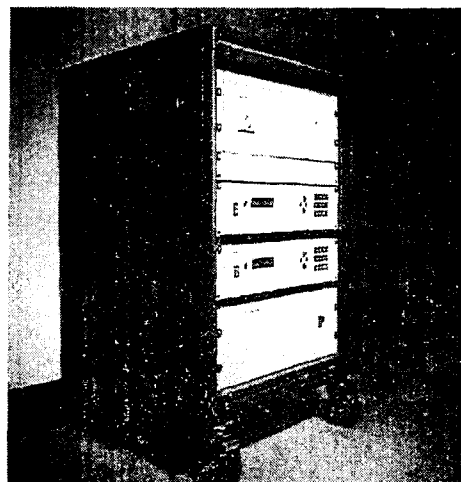
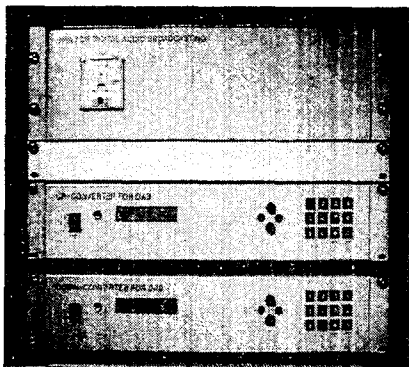
RF 서브시스템 블럭도



ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

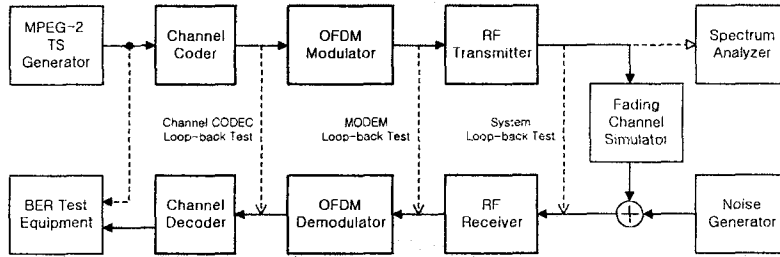
RF 송수신부



ETRI Proprietary

무선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

실험실 성능 시험 환경 구축



ETRI Proprietary

우선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

4. 방식별 비교



구분	Eureka-147	ISDB-T (DTSB)	ISDB-T	ETRI	비고
방식 구조	Out-of-Band 방식	Out-of-Band 방식	In-Band 방식	In-Band 방식	Out-of-Band 방식. - 새로운 주파수 대역 할당 또는 기존 서비스 대역의 이전 필요 - 기존의 TV 대역 할당은 DTV 전환기간 동안 채널부족 상태에서 시청여부가 결정됨
적용 주파수	모드 1: 375 MHz 이하 모드 2: 1.5 GHz 이하 모드 3: 3 GHz 이하 모드 4: 1.5 GHz 이하	TV VHF 대역	AM/FM 대역	AM/FM 대역	
변조/전송	DQPSK /OFDM	DQPSK, QPSK, 15QAM, 64QAM /BST-OFDM	QPSK /OFDM	8PSK, 16QAM /OFDM	EU-147: Noncoherent demodulation - 채널 추정에 불필요, SNR 3dB 손실 그외 방식: Coherent demodulation - 채널 추정 과정이 요구됨
오류정정 부호화	컨볼루션 (부호화 가변)	RS+컨볼루션 (부호화 가변)	컨볼루션 (PC)	RS+컨볼루션 또는 RS+TCM	EU-147 및 ISDB: 강함 부호화 적용 그외 방식: 약함 부호화 및 강함 부호화의 연립 부호화 적용
다중화	비표준 방식	MPEG-2 System	비표준 방식	MPEG-2 System	EU-147 및 ISDB: 비표준 방식 적용
오디오 부호화	MUSICAM (MPEG-1 Layer 2)	MPEG-2 AAC	MPEG-2 AAC 또는 PAC	MPEG-2 AAC	MUSICAM - 256kbps로 2ch CD급 제공, 2ch 가능 AAC 및 PAC - 56kbps로 2ch CD급 제공, 5.1ch 가능
대역폭	1.536 MHz	약 430 kHz 확장 가능	약 140 kHz	약 500 kHz	EU-147: - 서비스 확장에 유리 ISDB: - 데이터 급 확화로 인하여 향후 서비스의 발전 가능성이 존재함 - DA의 이점의 수용할 수 있고, 기존 아날로그 방식과의 차양성이 부각되지 않음 ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
유효 데이터율	0.8~1.7 Mbps	280~1787 kbps	144~180 kbps	0.6~1.2 Mbps	ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
오디오 서비스	2ch CD급	2ch CD급	2ch CD급	2ch CD급	ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
데이터 서비스	오디오/데이터 프로그래밍 간의 전송	오디오/데이터 프로그래밍 간의 전송	48~64 kbps	오디오/데이터 프로그래밍 간의 전송	ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
채널 수	오디오 기준 3~6	오디오 기준 2~7	오디오: 1 데이터: 1	오디오 기준 5~12	ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
이동 수신	가능	가능	가능	가능	ISDB: 600 kbps, 4-16QAM, R=1/2, GI=1/32
SFN 구현	가능	가능	어려움	가능	ISDB: - 부호화 및 디모듈레이션 과정은 동일한 것으로 보임 그외 방식 - 데이터 급과 SFN의 구현을 실현 가능함

ETRI Proprietary

우선·방송기술연구소
Radio & Broadcasting Technology Laboratory

5. 결 론

- 미국, 유럽, 일본을 포함한 여러 선진국들은 이미 디지털 오디오 방송 기술에 많은 관심
- 이에 대한 집중적인 연구와 수많은 투자
- 우리나라는 상대적으로 DAB에 대한 연구 역사가 짧음
- 향후 DAB 방송방식 선정, 주파수 재배치 등 많은 노력이 필요
- 오디오 프로그램 서비스 뿐만 아니라 부가 데이터 서비스를 고려하여 이동 멀티미디어서비스 개발에 노력