ETRI

DAB 전송기술

이 수 인

ETRI
한국전자통신연구원

목 차

❑ 디지털 오디오 방송(DAB) 개요
❑ 지상파 DAB 시스템
- ◆ Eureka-147
- ◆ ISDB-Tsb
- ◆ IBOC
- ◆ IBAC

❑ 맺음말

1. 디지털 오디오 방송(DAB) 개요

- CD 수준의 음질, 다양한 데이터 서비스, 우수한 이동 수신 품질을 제공하는 차세대 라디오 방송
  - Digital Audio Broadcasting(DAB) : Eureka-147
  - Digital Sound Broadcasting(DSB) : ITU-R
  - Digital Audio Radio(DAR), Satellite DAR(DARS) : USA
  - Digital Radio Broadcasting(DRB) : Canada
- DAB의 장점
  - 잡음이 적어 깨끗한 음질의 사운드 제공 가능
  - 여러 오디오 및 데이터 서비스를 하나의 전송 채널에 다중화 가능
    - 주파수 스펙트럼을 효율적으로 사용
  - 많은 신규 라디오 채널이 생겨 선택이 풍부해 짐
  - 디스플레이 장치를 통한 다양한 멀티미디어 정보 제공이 가능
  - 이동 환경에서도 수신 품질이 우수
  - 동일 지역을 방송하는데 기존의 방송보다 적은 송신 출력이 소요

DAB의 분류

- 전송 매체 : 지상파 DAB, 위성 DAB, 케이블 DAB, 지상파/위성 DAB

- 사용 주파수 대역: Out-of-Band 방식, In-Band 방식
  - Out-of-Band 방식 : 새로운 대역 사용 (30 MHz ~ 3 GHz)
    - Eureka-147
    - ISDB-T_{SB}
  - In-Band 방식 : 기존의 FM/AM 대역 사용
    - In-Band On-Channel (IBOC)
    - In-Band Adjacent-Channel (IBAC)

2. 지상파 DAB 시스템

국제 동향

❑ 유럽 :

- ◆ '87년 부터 유럽 각국은 Eureka-147 프로젝트를 결성하여 DAB 연구를 시작
- ◆ '92년부터 DAB 시스템의 성능 평가 시험을 실시하여 '95년 2월 Eureka-147 DAB가 ETSI에 의해 유럽 표준으로 채택 (ETS 300 401)
- ◆ 영국의 경우 BBC가 '95년부터 DAB 시험방송을 실시하고 있으며, '99년 11월 전국사업자로 Digital One이 5개 서비스 분야로 네트워크 시작, 향후 3년 이내에 40개 송신기를 추가하여 85%까지 서비스 가능지역 확대예정

❑ 미국 :

- ◆ '90년 초부터 DAB에 대한 연구가 시작되어 2개의 IBOC DAB 방식 개발을 적극 추진
- ◆ '00년 7월 IBOC 방식을 제안한 USADR과 LDR이 iBiquity Digital로 합병되면서 IBOC 단일 표준안 제정을 위한 field test 결과를 FCC에 제출

국제 동향

❑ 일본 :

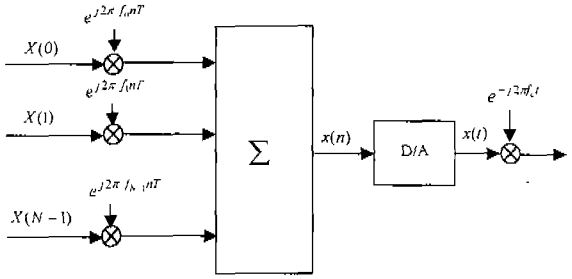
- ◆ '89년 이동체 음성방송연구회 구성을 시작으로 '94년부터 DVB-T와 유사하고 대역폭 조절이 가능한 BST-OFDM 전송 방식에 기초한 디지털 오디오/TV 통합 방식 (ISDB-T) 개발
- ◆ '98년 11월부터 동경에서 지상파 디지털 방송실험을 실시 중임
- ◆ 2003년 상반기 동경, 오사카에서 시험방송 계획

❑ 한국 :

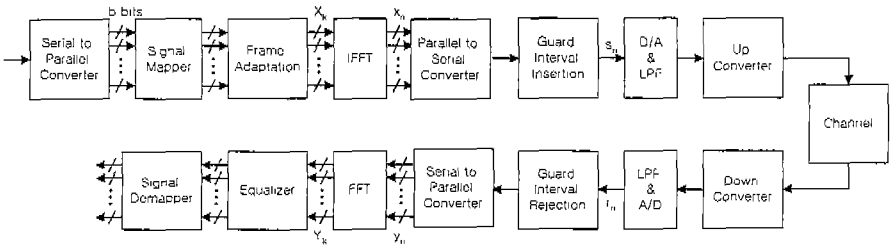
- ◆ '95년 KBS는 Eureka-147 시험용 송신기를 도입하여 현장시험을 실시한 바 있으며, '99년부터 ETRI는 FM 대역내에서 사용 가능한 IBAC DAB 시스템 테스트베드를 구축한 바 있음
- ◆ '99년 8월 DAB 도입연구반을 구성하여 국내도입을 위한 정책방향 마련
- ◆ '00년 12월 디지털 라디오방송 추진전담반에서 Eureka-147을 국내 잠정방식으로 선정한 바 있음.

직교 주파수 분할 다중화 (Orthogonal FDM : OFDM)

- 하나의 채널을 다수의 협대역 부채널로 분할하고,
- 서로 직교하는 다수의 부반송파를 각 협대역 채널에 할당, 이를 변조하여 다중화하는 기법
- Chang(1966)과 Saltzberg(1967)가 처음으로 제안



IDFT/DFT를 이용한 OFDM 변복조



OFDM의 특징

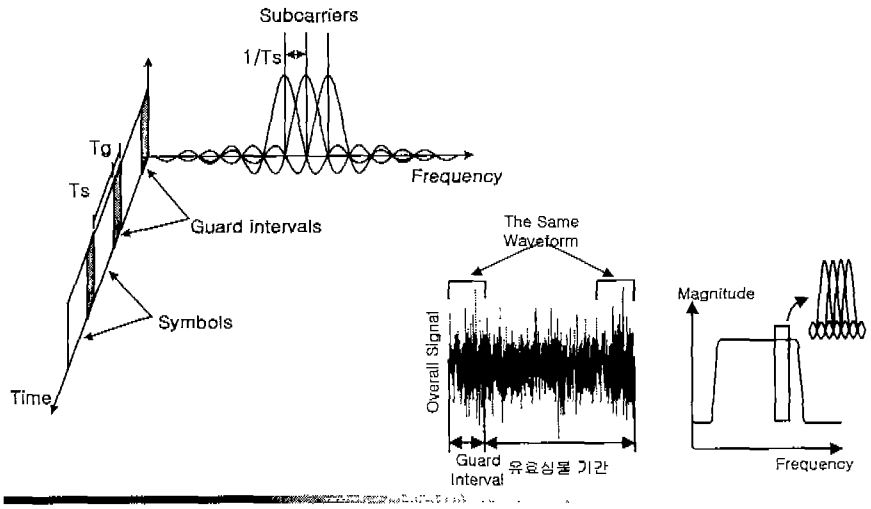
장점

- ❑ 펄스 성형 필터가 불필요
- ❑ 스펙트럼 사용 효율이 높음
- ❑ 심벌간 간섭에 강함
- ❑ 다수의 협대역 채널로 분할 사용함으로, 채널등화 불필요

단점

- ❑ 비선형 왜곡에 민감
  - ◆ OFDM 변조된 신호는 그 진폭이 Gaussian 분포를 가지므로 PAPR (Peak to Average Power Ratio)이 큼
  - ◆ 비선형 왜곡에 보다 취약해 지며, 비선형 왜곡은 부반송파 사이의 직교성을 상실시킴
  - ◆ 송신기에서는 선형 증폭 요구: 증폭기의 입력 backoff이 커야 함
- ❑ 엄격한 동기 요구
  - ◆ 수신기에서는 FFT 윈도우 동기화, 주파수 옵셋 보정 요구

Modulated OFDM Signals



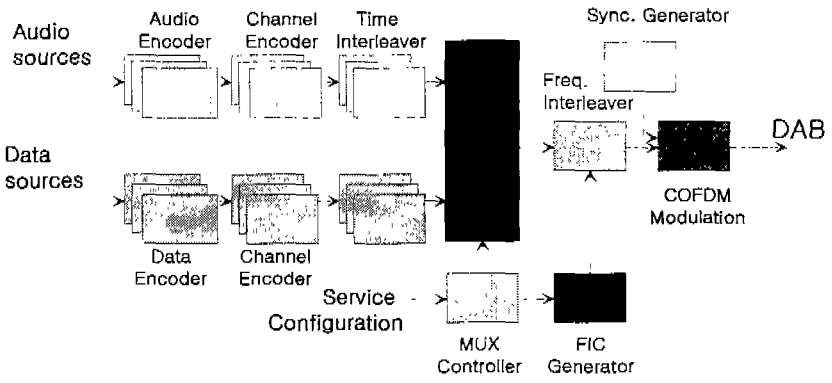
Eureka 147 DAB

- 30 MHz ~ 3000 MHz의 주파수 대역에서 도입 가능
- CD급 오디오 품질을 포함한 다양한 비트 율의 데이터 서비스 제공
- 지상파, 위성 및 케이블을 통한 전송 가능
  - 위성과 지상파를 결합한 효과적인 서비스 망 구축
- 지역, 전국 또는 국제간 단일 주파수 방송망(SFN) 구현 가능
- GSM, GPS, Internet 등과의 호환성 추구
- 강인한 이동 및 휴대 수신 서비스 가능
- 유연한 서비스 다중화 기능 제공
- 향후 발전 가능성을 고려한 확장성 제공

Eureka 147 DAB 시스템 파라미터

전송모드	I	II	III	IV
응용	지상파(SFN)	지상파	위성/케이블	지상파
주파수 대역	375 MHz 이하	1.5 GHz 이하	3 GHz 이하	1.5GHz 이하
부반송파 수	1,536	384	192	768
부반송파 간격	1 kHz	4 kHz	8 kHz	2 kHz
보호 구간 지속시간	246 us	62 us	31 us	123 us
유효 심벌 지속시간	1 ms	250 us	125 us	500 us
전송 프레임 지속시간	96 ms	24 ms	24 ms	48 ms
변조	DQPSK			
채널 부호화	Convolutional: variable rate, constraint length=7			
시간 인터리빙	Depth=384 ms			
주파수 인터리빙	Width=1.536 MHz			
유효 데이터 율	0.8~1.7 Mbps			
시스템 대역폭	1.536 MHz			

Eureka 147 DAB Encoder 블록도

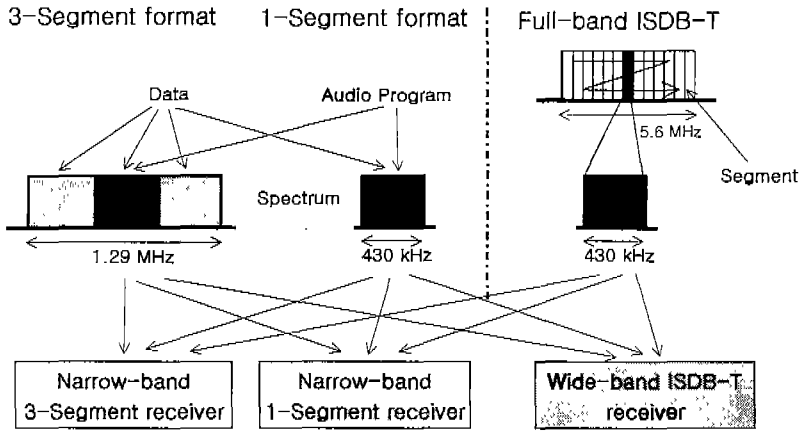


FIC : Fast Information Channel

ISDB-T

- '89년 이동체 음성방송 연구회를 구성, '94년부터 지상파 DAB를 위한 기술적 검토 시작
- '95년부터 공영 방송국인 NHK는 종합 디지털 방송 서비스 (ISDB : Integrated Service Digital Broadcasting)의 구현을 위해 BST-OFDM (Band Segmented Transmission-OFDM) 전송방식을 기반으로 한 지상파 디지털 TV/sound 통합 전송 방식을 개발하였음
- '99년, 일본의 디지털 지상파 오디오 방송 규격으로 NHK가 제안한 ISDB-Tsb 전송방식이 채택됨
- '98년 11월부터 동경에서 지상파 디지털 방송실험을 실시 중임
- 2003년 상반기 동경, 오사카에서 시험방송 계획

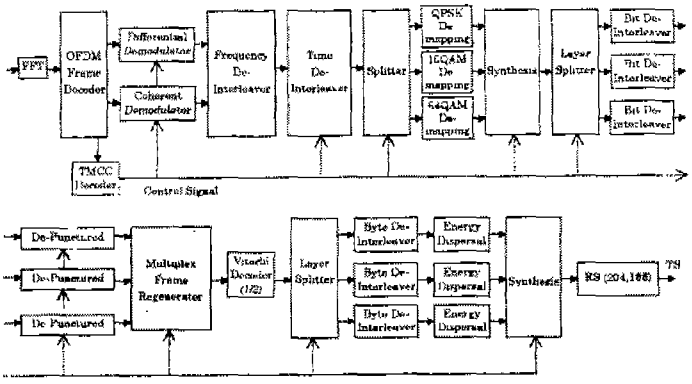
ISDB-Tsb 전송



ISDB-T 전송 파라미터 (1 Segment)

ISDB-T Mode	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Bandwidth	430kHz		
Carrier spacing	3.968kHz	1.984kHz	0.992kHz
Total number of carriers	108	216	432
Carrier modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK (OFDM)		
Number of symbols per frame	204		
Useful symbol duration	252 μs	504 μs	1.008 ms
Guard Interval duration	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 of useful symbol duration		
Frame duration	53 - 64 ms	106 - 129 ms	212 - 257 ms
Inner code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Outer code	RS (204,188)		
Interleaving	frequency and time interleaving		
Length of time interleaving	0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8s		
Information rate	280kbps - 1.8Mbps		

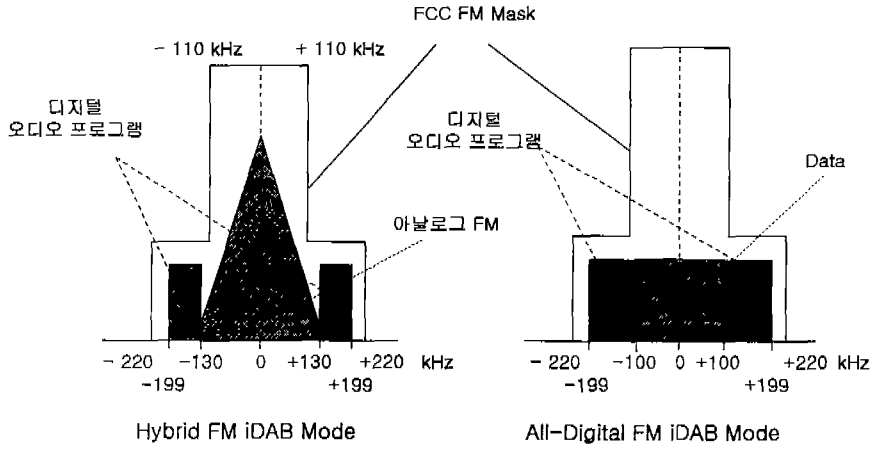
ISDB-T



ISDB-T 수신기 블럭다이아 그램

IBOC(In-band Adjacent Channel)

- ❑ 기존의 라디오 대역을 사용함으로서 새로운 주파수 대역이 불필요
- ❑ 기존의 방송 인프라를 적용가능하며, 따라서 방송설비의 구현비용이 최소화
- ❑ 기존의 FM/AM 라디오 대역을 사용하여 아날로그 FM과 동시 방송 (Hybrid mode), 향후 All Digital mode로 전환
- ❑ 미국의 경우 iBiquity digital 사가 제안 중임
- ❑ 기본 규격
  - ◆ 오디오 압축방식 : *multistream* PAC
  - ◆ 다중화 방식 : MPEG-2 System
  - ◆ 오류정정방식 : Complementary Punctured Convolutional Code
  - ◆ 변조방식 : QPSK/OFDM
  - ◆ 사용 주파수 : FM/AM 대역
  - ◆ 신호대역폭 : 140 kHz (FM)

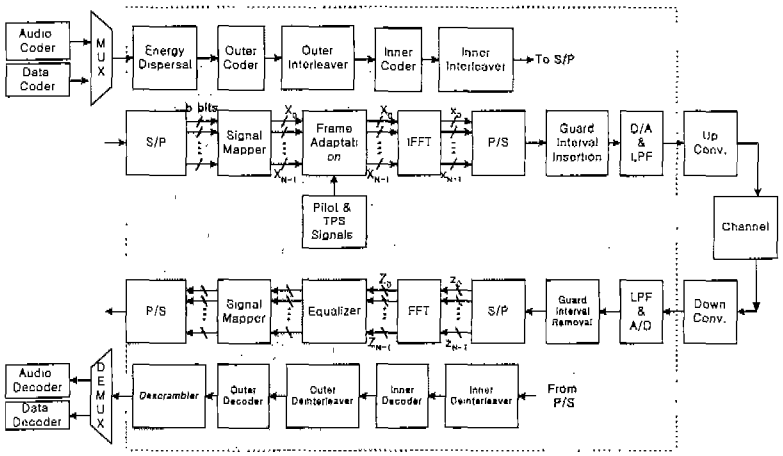


IBAC (In-band Adjacent Channel)

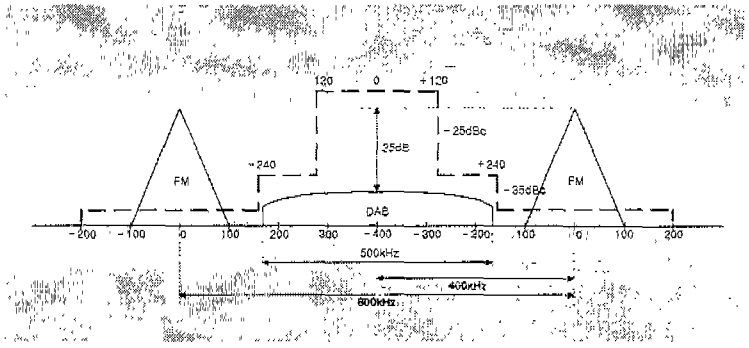
- ❑ 기존의 FM 대역의 사용으로 주파수 활용 효율 증대
- ❑ 고품질의 이동수신 가능
- ❑ 이동 멀티미디어 서비스 기반 제공
- ❑ 기존 FM 채널 배치 유지하며, 아날로그와의 상호 간섭 최소화
- ❑ CD급 오디오 및 다양한 데이터 서비스 제공

- ❑ 기본 규격
  - ◆ 오디오 압축방식 : MPEG-2 AAC
  - ◆ 오류정정방식 : RS+Convolutional code
  - ◆ 변조방식 : 8PSK, 16QAM/OFDM
    - 부반송파 수 : 512
  - ◆ 사용 주파수 : 88 ~ 108 MHz (FM 대역)
  - ◆ 신호대역폭 : 482 kHz

IBAC 블록 다이아그램



IBAC 스펙트럼



❑ 방식별 비교

항목		유럽 Eureka-147	미국 IBOC	일본 ISDB-T_{sb}	ETRI IBAC
방식구조	기본구조	다중반송파 방식	다중반송파 방식	다중반송파 방식	다중반송파 방식
	변조	DQPSK/COFDM	QPSK/COFDM	DQPSK,QPSK,16QAM, 64QAM/BST-OFDM	BPSK, 16QAM/ COFDM
	오류정정	컨벌루션	컨벌루션 (CPCC)	RS+컨벌루션	RS+컨벌루션
	오디오 부호화	MPEG-1 Layer 2	PAC	MPEG-2 AAC	MPEG-2 AAC
적용주파수대		30 MHz ~ 3 GHz	FM/AM 대역	TV VHF 대역	FM 대역
대역폭		1.536 MHz	140 kHz(hybrid)	430 kHz (1 Segment)	약 482 kHz
유효데이타율		0.8~1.7 kbps	128 kbps (hybrid)	280~1,787 kbps (1 Segment)	약 750 kbps
표준화		'95.2.완료	'01. 표준화 예정	'99.초 완료	-

DAB 멀티미디어 서비스 관련 기술 동향

❑ 멀티미디어 전송 프로토콜

- Eureka-147 WG D 에서 멀티미디어 서비스 지원을 위한 MOT(Multimedia Object Transfer) 프로토콜 개발
- '96년 2월 ETSI에서 MOT 프로토콜 표준안을 채택을 권고
- '99년 1월 MOT 프로토콜 표준(EN 301 234)에 대한 ETSI 1차 승인 절차 종료

❑ 교통정보 서비스

- '97년 후반 EBU는 B/TPEG 프로젝트 그룹을 결성, '98년 교통정보 서비스 관련 프로토콜 개발
- '99년 3월 영국 BBC는 TPEG을 적용한 교통정보 멀티미디어 서비스를 DAB와 인터넷을 통하여 최초 실험 방송 실시

DAB 멀티미디어 서비스 관련 기술 동향

- 대화형 멀티미디어 서비스
  - DAB와 이동통신과 결합하여 양방향 멀티미디어 서비스 제공
  - 영국의 EC ACTS 프로그램의 일환으로 MEMO(Multimedia Environment for Mobiles) 개발, '98년 10월 이탈리아 RAI 방송센터에서 필드 테스트 실시
  - 캐나다에서 MMD(Multimedia Mobile Datacasting) 개발하여 ITS에 적용한 서비스 시험

- DAB-TV
  - '96년 1월 독일 Deutsche Telekom AG와 Bosch-Blaupunkt 사 합작으로 최소 VHS 화질을 보장하는 DAB-TV 개발
  - Deutsche Telekom AG사는 SaarbrŸcken과 Frankfurt를 연결하는 철도 및 Berlin 지하철에 대한 DAB-TV 실험 프로젝트 진행 중

3. 맺음말

- 디지털 오디오 방송의 발전 전망
  - 기존 FM 라디오 채널의 확대 및 품질의 향상에 대한 소비자의 욕구 만족
  - 오디오 서비스를 기반으로 한 단방향 협대역 멀티미디어 데이터 서비스로 발전
    - 다채널 서비스의 제공으로 저속 다채널화를 지향
    - 이동중 TV 시청 가능
  - 라디오 방송 서비스의 경쟁력을 바탕으로 한 대화형 양방향 서비스
    - 이동 통신계 서비스와의 경쟁적 서비스 체재

- 2000년 말 "디지털 라디오방송 추진반"에서 잠정방식 선정
- 2001년 방송실험, 2002년 표준방식 확정, 2003년 방송실시를 목표