

제 출 문

본 보고서를 「FM 라디오의 디지털방송 기술기준 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2009. 11. 20.

연구책임자 : 이상운 (남서울대학교)

연구 원 : 방기천 (남서울대학교)

백원규 (연세대학교)

조순기 (연세대학교)

남경현 (남서울대학교)

형민희 (남서울대학교)

요 약 문

1. 과 제 명 : FM 라디오의 디지털방송 기술기준 연구
2. 연 구 기 간 : 2009. 3. 1 ~ 2009. 11. 20
3. 연구책임자 : 이 상 운

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	주별 추진일정									비 고	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11		
유럽방식 디지털 라디오 표준 및 기술기준 조사	이상운 백원규	■	■									계획
미국방식 디지털 라디오 표준 및 기술기준 조사	방기천 조순기			■	■							진도
현행 라디오방송기술기준 및 개정 방안 연구	이상운 남경현	■	■	■	■	■						진도
방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준 개정안 작성	이상운 백원규					■	■	■	■			
결과보고서 작성	이상운 형민희								■	■		
분기별 수행진도 (%)		30			35			35			100	

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 유럽방식 디지털 라디오 표준 및 기술기준 조사 분석
 - DAB, DAB+, DRM+ 등의 유럽방식 디지털 라디오 방식들에 대한 표준과 기술기준의 조사 및 분석 수행

- 2) 미국방식 디지털라디오 표준 및 기술기준 조사 분석
 - HD Radio (IBOC) 인 미국방식 디지털 라디오 방식에 대한 표준과 기술기준 조사 및 분석 수행

- 3) 현행 라디오방송기술기준 분석 및 개정 방안 연구
 - FM 라디오 오디오 방송에 대한 무선설비규칙 검토 및 개정방안 연구 수행

- 4) 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준 개정안 작성
 - DAB, DAB+ 및 HD Radio 방식들을 대상으로 한 디지털 라디오 기술기준안 작성

- 5) 결과보고서 작성
 - 상기 내용들을 포함한 연구결과 보고서 작성

5. 연구 결과

- 1) 아날로그 라디오 방송의 디지털 전환에 필수적으로 요구되는 기술기준안의 제시를 위하여 본 연구가 수행되었다.

- 2) 본 연구에서는 국내 방식으로 선정이 가능한 디지털 라디오 방식들에 대한 기술적 분석과 서비스 현황을 조사하고, 현행 FM 라디오방송에 대한 기술기준의 검토를 실시하였다.
- 3) 이와 아울러 디지털 라디오 방송 기술기준의 실효성 있는 연구 및 방안제시를 위해 방송기술기준연구반 활동을 통하여, 디지털 라디오 방송의 후보 방식인 DAB를 포함한 디지털 방송기술기준 관련 연구 및 DAB 계열방식 및 HD Radio 방식을 대상으로 한 국내 디지털 라디오 기술기준 개정 방안을 도출하였다.

6. 기대효과

- 1) 아날로그 라디오 방송의 디지털화를 통한 방송주파수 이용효율을 증대시켜 방송전파자원의 합리적 이용에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.
- 2) 디지털화를 통한 라디오 방송서비스 품질제고 및 서비스 다양화를 통한 대국민 만족도를 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.
- 3) 관련 방송장비, 단말기 및 관련 산업에 새로운 시장을 창출할 수 있는 기회를 제공하여 국가 산업 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유 현황	확보방 안	비고
데스크탑 PC	서버급	3	자료수집 및 보고서작성	보유		
노트북 PC	휴대용	3	자료수집 및 회의결과 작성	보유		
프린터	컬러 레이저	2	자료 및 보고서 출력	보유		
프린터	잉크젯 복합기	2	“	“		

8. 기타사항

KBS, MBC, SBS, 삼성전자, ETRI, TTA 등 방송사, 단말제조사, 연구소, 표준화 전문기관 등의 전문가들과 디지털 라디오 기술 기준 방안에 대한 협의를 실시하였음

목 차

표 목 차	IX
그림목차	X
제 1 장 서 론	1
제 2 장 연구 목적 및 필요성	3
제 3 장 디지털 라디오 기술분석 및 서비스 현황	5
제 1 절 유럽 디지털라디오 기술 및 서비스	5
제 2 절 미국 디지털라디오 기술 및 서비스	43
제 3 장 라디오방송기술기준 분석 및 개정방안	76
제 1 절 현행 라디오방송 기술기준 분석	76
제 2 절 DAB+ 대상 디지털 라디오기술기준 개정방향	76
제 3 절 DRM+ 대상 디지털 라디오기술기준 개정방향	86
제 4 절 HD Radio대상 디지털 라디오기술기준 개정방향	

.....	88
제 4 장 디지털라디오 방식별 기술기준(안)	93
제 1 절 DAB+ 방식 디지털 라디오기술기준(안)	93
제 2 절 DRM+ 방식 디지털 라디오기술기준(안)	101
제 3 절 HD Radio 방식 디지털 라디오기술기준(안)	104
제 5 장 결 론	110
참 고 문 헌	111

표 목 차

표 3-1 유럽의 VHF 대역 Eureka-147 주파수 표 (BAND-III)	5
표 3-2 유럽의 UHF 대역 Eureka-147 주파수 표 (L-BAND)	7
표 3-3 캐나다의 Eureka-147 주파수 표 (L-BAND)	7
표 3-4 DAB 방식 요약	12
표 3-5 ASCTy 상태별 서비스 종류	24
표 3-6 각 파라미터별 전송용량	29
표 3-7 FAC 채널 파라미터	31
표 3-8 FAC 서비스 파라미터	31
표 3-9 모드A FAC subcarrier 정보	33
표 3-10 모드B FAC subcarrier 정보	34
표 3-11 변조방식에 따른 데이터 전송률	41
표 3-12 변조방식과 점유대역폭에 따른 주파수효율	42
표 3-13 HD Radio 방식이 추구한 특징과 장점	45
표 3-14 HD Radio 방식의 기본 사양	45
표 3-15 확장 혼성 모드 개요	49
표 3-16 HD Radio 서비스 국가	60
표 3-17 HD Radio 수신기 유형별 제조사	61
표 3-18 제조사 별 HD Radio 수신기	65
표 3-19 HD Radio 방송장비 제조사	68
표 3-20 디지털라디오방식별 비교	71

그림 목 차

그림 3-1 DAB 의 주파수 배치	6
그림 3-2 DAB 전송 메커니즘 개념도	8
그림 3-3 DAB 오디오 부호화기의 구성	10
그림 3-4 Eureka-147의 오디오 프레임 구조	11
그림 3-5 DAB 수신기의 발전	15
그림 3-6 유럽의 DAB Coverage (2005년)	16
그림 3-7 다양한 DAB 수신기들	17
그림 3-8 DAB 계층 구조	19
그림 3-9 DAB 전송 프레임 구조	20
그림 3-10 DAB 오디오 프레임 구조	20
그림 3-11 DAB+ 오디오 프레임 구조	21
그림 3-12 Virtual Interleaving과 Reed-Solomon Code 구현 의 예	22
그림 3-13 FIG 0 Extension 2의 구조	23
그림 3-14 DAB 서비스의 다중화 예	24
그림 3-15 DRM 송신 시스템 구조	30
그림 3-16 동시방송을 위한 대역할당 방법	32
그림 3-17 DRM 시스템 인터페이스	34
그림 3-18 2009 NAB 에 출품된 DRM 방송시스템	35
그림 3-19 2009 NAB 에 출품된 DRM 단말기	36
그림 3-20 HiFi Tuners for DRM	36

그림 3-21 DRM Plus의 아날로그 FM 보호대역을 이용한 대역할당 방법	40
그림 3-22 DRM Plus의 아날로그 FM대역을 이용한 대역할당 방법	40
그림 3-23 2009 NAB에 처음 공개된 DRM+ 방송시스템	43
그림 3-24 Hybrid 모드의 주파수 스펙트럼 형태	47
그림 3-25 Extended Hybrid 모드의 주파수 스펙트럼 형태	48
그림 3-26 All Digital 모드의 주파수 스펙트럼 형태	50
그림 3-27 HD Radio 송신 시스템 블록 다이어그램	52
그림 3-28 Low Level Combining 송신방식 블록도	54
그림 3-29 High Level Combining 송신방식 블록도	54
그림 3-30 Separate Antenna 송신방식 블록도	55
그림 3-31 HD Radio 방송서비스 현황	58
그림 3-32 HD Radio 방송 커버리지 현황	59
그림 3-33 HD Radio 보급 현황	63
그림 3-34 HD Radio 수신기 판매업체	67
그림 3-35 HD Radio 수신기 장착 자동차 제조사	68
그림 3-36 NAB 2009에 출품된 HD Radio 방송시스템 (Neutel)	72
그림 3-37 대역외발사강도의 허용범위(1)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	82
그림 3-38 대역외발사강도의 허용범위(2)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	83
그림 3-39 대역외발사강도의 허용범위(3)(제29조 제1항 제8호 바목	84

그림 3-40 대역외발사강도의 허용범위(4)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	85
그림 3-41 혼합모드인 경우의 스펙트럼 마스크	91
그림 3-42 전디지털모드인 경우의 스펙트럼 마스크	91
그림 4-1 대역외발사강도의 허용범위(1)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	97
그림 4-2 대역외발사강도의 허용범위(2)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	98
그림 4-3 대역외발사강도의 허용범위(3)(제29조 제1항 제8호 바목	99
그림 4-4 대역외발사강도의 허용범위(4)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)	100
그림 4-5 <u>신호대 잡음비</u> (제29조제1항제8호바목 관련)	101
그림 4-6 대역외발사강도의 허용범위(1)	108
그림 4-7 대역외발사강도의 허용범위(2)	108

제 1 장 서 론

급속한 디지털 기술의 발전에 따라 기존의 아날로그 미디어가 디지털로 전환되면서 다양한 신규멀티미디어가 등장하고 있다. 1990년대 말부터 독자적으로 추진되어 오던 라디오 디지털 전환이 DTV의 방식 결정에 따라 이동수신을 보조하는 형식의 DMB로 변형됨으로써 라디오의 디지털화에 차질을 빚게 됐다. 또한 디지털화 과정에서 방송의 산업적 측면을 지나치게 강조한 나머지 영상매체인 텔레비전에 많은 관심이 집중됨으로써 라디오의 디지털화는 논의의 우선순위에서 밀려나 있는 듯하다.

그러나 라디오 방송의 디지털화는 여러 가지 이유에서 이루어져야 한다. 디지털방송은 CD수준의 고음질 및 5.1채널의 사운드 방송뿐만 아니라 다양한 부가정보를 제공하는 매체로서의 기능을 갖는다. 최근 디지털 미디어의 확산으로 수용자들은 선택적이고 능동적인 존재로 변화하고 있는데 이러한 수용자들의 요구와 변화에 대응하기 위해서는 라디오의 디지털화가 필요하다. 또한 재난에 대비한 효과적인 경보수단으로서도 매우 유용하며, 보편적 서비스를 통한 정보격차 해소를 가장 효율적으로 실현할 수 있고 서민들이 가장 쉽게 접근할 수 있는 매체이다. 아울러 주파수 자원의 효율적 관리 측면에서 유리하여, 라디오를 디지털로 전환할 경우, 해당 대역의 주파수 효율성이 훨씬 증가한다. 라디오방송의 디지털화는 국내뿐 아니라 국제적으로도 활발히 진행되고 있으며, 국제적인 보조를 맞추고 경쟁력을 유지하기 위해서도 필요하다.

상기의 여러 가지 추진 필요성으로 인하여 국내의 라디오디지털화는 DMB 상용서비스를 개시한 2005년 이듬해인 2006년부터 본격적으로 추진되고 있다. 또한 그간의 논의결과에 의해 2009 - 2010년 2년 기간의 디지털 라디오 방송 비교실험방송의 실시가 진행 중이다. 본 비교 실험 방송 실시 이후 FM 라디오의 디지털 라디오 방송방식 결정, 시험방송

에 이어 상용방송서비스가 시작될 전망이다.

본 연구는 FM 라디오방송의 성공적인 디지털 전환을 위하여 필요한 기술기준개정 방안을 제시하기 위한 목적으로 수행되었다. 주요 연구내용은 유럽식 및 미국방식의 디지털라디오 방식별 연구, 디지털화를 대비한 현행 FM 방송 관련 기술기준을 검토하고 이에 상응하는 디지털 라디오방송 서비스 실시를 위한 개정 방향 제시 등이다.

제 2 장 연구 목적 및 필요성

1. 연구의 목적

본 연구의 주된 목적은 아날로그 라디오 방송의 디지털화에 대비하여 새롭게 요구되는 디지털라디오방송의 기술기준개정 방안을 제시하는 것이다.

특히 아날로그 라디오 방송 3개 매체인 단파(HF), 중파(AM), 초단파(FM) 중에서도 가장 활용도가 높으며 방송 품질이 우수한 FM 라디오를 대상으로 디지털 라디오 방식에 대한 기술적 검토를 실시하고, 디지털 라디오 방송 설비운영 및 방송서비스 실시에 요구되는 기술적 사항들을 도출토록 한다.

2. 연구의 필요성

아날로그 라디오 방송인 단파(HF), 중파(AM), 초단파(FM) 등의 매체에 대한 디지털 전환이 유럽 및 미국 등 선진국들의 중심으로 이루어지고 있다. 유럽의 경우 1995년 세계최초로 DAB 방식의 디지털 라디오 상용서비스를 시작하였으며, 미국은 2003년 HD Radio 방식의 디지털라디오 서비스를 시작하였다.

국내의 라디오디지털화는 DMB 상용서비스를 개시한 2005년 이듬해인 2006년부터 본격적으로 추진되고 있으며, 현재 방송통신위원회 주관으로 아날로그 라디오의 디지털화 추진을 위한 논의가 진행되어왔다. 또한 2009 - 2010년에는 디지털라디오 방식별 비교 실험방송이 실시되어 디지털라디오 방송의 도래를 예고하고 있다.

본 연구결과는 FM 라디오방송의 디지털 전환에 필요한 디지털라디오

방송을 위한 기술기준개정안을 제시하는 것이며, 디지털 라디오 도입을 위한 정책 및 기술표준개발에 활용될 수 있을 것이다.

제 3 장 디지털 라디오 기술분석 및 서비스 현황

제 1 절 유럽방식 디지털라디오 기술 및 서비스

1. DAB

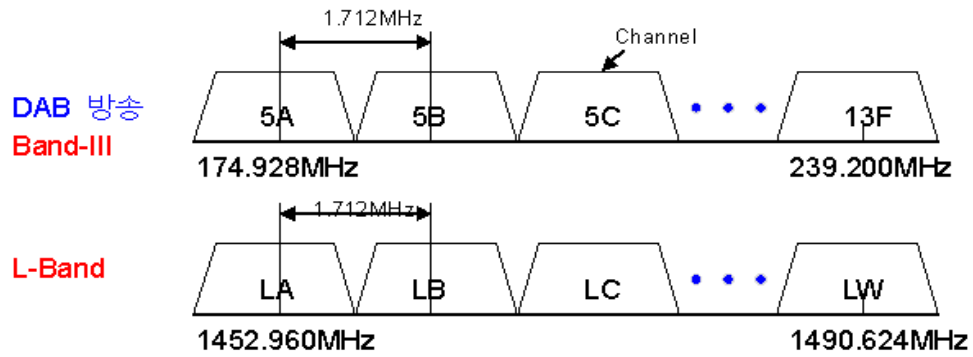
DAB(Digital Audio Broadcasting)는 1986년부터 유럽연합의 공동연구개발 프로젝트로 개발된 차세대 디지털 라디오 방식으로 유럽의 방송통신 표준화 기관인 ETSI에서 1995년 유럽 표준 (ETSI EN 300 401)으로 채택하였으며, ITU-R 에서는 BO.1130-4 의 권고안에 System A로 채택한 기술이다.

DAB는 HD Radio 방식과 마찬가지로 기존의 analog 방식인 AM / FM 방송보다 잡음 및 다중 경로 방해 등에 강하며, CD 수준의 고품질 방송이 가능하고, 주파수를 효율적으로 사용할 수다. 아울러 디지털 방송은 부가의 데이터 서비스가 가능한 방식이다.

DAB 방식은 유럽의 전 지역, 캐나다, 대만, 호주, 싱가포르 등에서 국가 표준으로 채택하여 서비스 중이다. 한국에서도 2001년 12월 DAB 방식을 디지털 라디오를 위한 국가 공공 방송 서비스 표준으로 채택하였다.

가. DAB 전송 방식 특징

DAB 방송은 국가별로 다소의 차이는 있으나, 다음 <그림 3-1>과 같이 HD Radio 방식에서 지원하는 AM/FM 대역보다는 일반적으로 VHF 대역인 BAND-III 와 L-BAND 대역을 사용하는 방식이다.



<그림 3-1> DAB 의 주파수 배치

각 국별 서비스 주파수 및 해당 채널 번호는 다음 <표 3-1>, <표 3-2>, <표 3-3>과 같다.

<표 3-1> 유럽의 VHF 대역 Eureka-147 주파수 표 (BAND-III)

Frequency	Label	Frequency	Label
174.928MHz	5A	209.936MHz	10A
176.640MHz	5B	210.096MHz	10N
178.352MHz	5C	211.648MHz	10B
180.064MHz	5D	213.360MHz	10C
181.936MHz	6A	215.072MHz	10D
183.648MHz	6B	216.928MHz	11A
185.360MHz	6C	217.088MHz	11N
187.072MHz	6D	218.640MHz	11B
188.928MHz	7A	220.352MHz	11C
190.640MHz	7B	222.064MHz	11D
192.352MHz	7C	223.936MHz	12A
194.064MHz	7D	224.096MHz	12N
195.936MHz	8A	225.648MHz	12B
197.648MHz	8B	227.360MHz	12C
199.360MHz	8C	229.072MHz	12D
201.072MHz	8D	230.784MHz	13A
202.928MHz	9A	232.496MHz	13B
204.640MHz	9B	234.208MHz	13C
206.352MHz	9C	235.776MHz	13D
208.064MHz	9D	237.488MHz	13E
		239.200MHz	13F

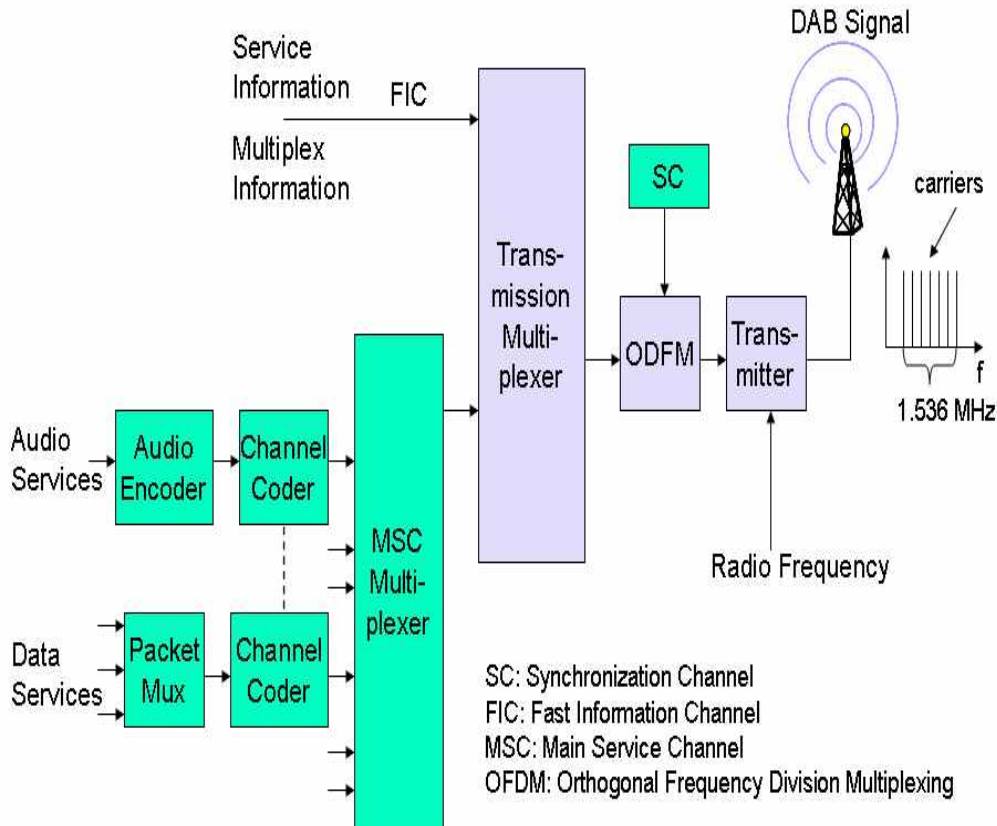
<표 3-2> 유럽의 UHF 대역 Eureka-147 주파수 표 (L-BAND)

Frequency	Label	Frequency	Label
1452.960MHz	LA	1473.504MHz	LM
1454.672MHz	LB	1475.216MHz	LN
1456.384MHz	LC	1476.928MHz	LO
1458.096MHz	LD	1478.640MHz	LP
1459.808MHz	LE	1480.352MHz	LQ
1461.520MHz	LF	1482.064MHz	LR
1463.232MHz	LG	1483.776MHz	LS
1464.944MHz	LH	1485.448MHz	LT
1466.656MHz	LI	1487.200MHz	LU
1468.368MHz	LJ	1488.912MHz	LV
1470.080MHz	LK	1490.624MHz	LW
1471.792MHz	LL		

<표 3-3> 캐나다의 Eureka-147 주파수 표 (L-BAND)

Frequency	Label	Frequency	Label
1452.816 MHz	LA	1473.744 MHz	LM
1454.560 MHz	LB	1475.488 MHz	LN
1456.304 MHz	LC	1477.232 MHz	LO
1458.048 MHz	LD	1478.976 MHz	LP
1459.792 MHz	LE	1480.720 MHz	LQ
1461.536 MHz	LF	1482.464 MHz	LR
1463.280 MHz	LG	1484.280 MHz	LS
1465.024 MHz	LH	1485.952 MHz	LT
1466.768 MHz	LI	1487.696 MHz	LU
1468.512 MHz	LJ	1489.440 MHz	LV
1470.256 MHz	LK	1491.184 MHz	LW
1472.000 MHz	LL		

DAB 시스템에 사용되는 일반전송 메커니즘은 ETSI EN 300 401의 제5장 Transport mechanisms를 따른다. 기본적인 전송 메커니즘을 <그림 3-2>에 나타내었다.



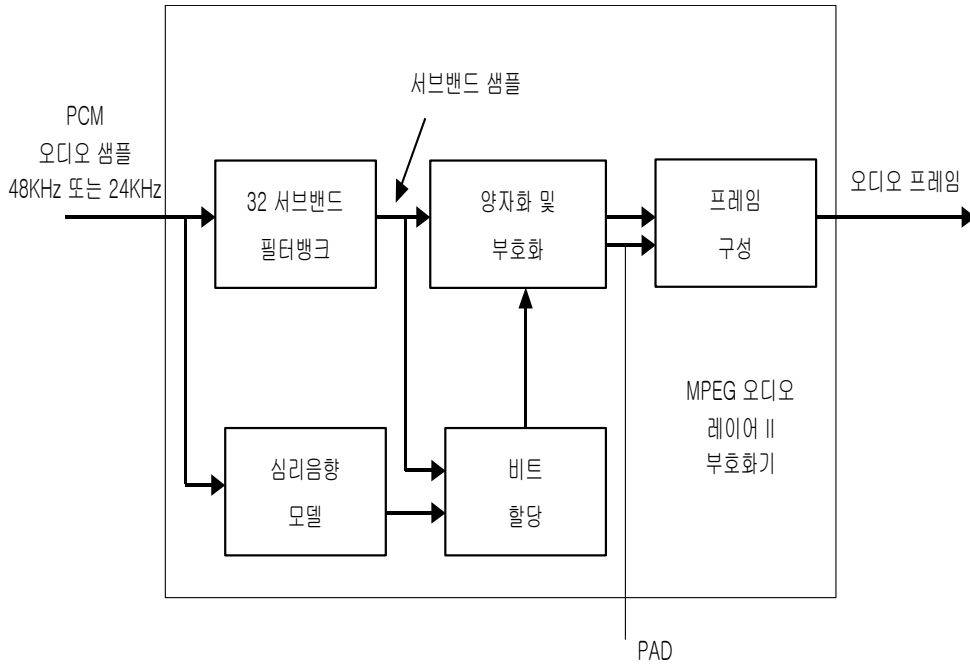
<그림 3-2> DAB 전송 메커니즘 개념도

DAB에서는 한 개의 물리적 채널에 여러 개의 방송을 묶어서 전송하는 멀티플렉싱(multiplexing) 방법으로 전송한다. 기존 FM 방송에서와 같은 주파수 채널 개념인 한 개의 앙상블(Ensemble)에 다수의 서비스(Service)가 방송된다. 각 서비스는 실제 프로그램이 들어있는 한 개 또는 다수의 요소(component)들을 포함하고 있는데 이를 서비스컴포넌트(Service components)라고 부른다. 각 서비스컴포넌트들은 뉴스, 음악, 스포츠 등 고유의 프로그램(Program)들이 포함되어 있다. 각 앙상블(Ensemble) 및 서비

스컴포넌트(Service Components)들에는 라벨(Label)들이 있으며, 이들을 이용하여 현 채널의 방송국 및 서비스 내용들을 알 수 있다.

전송프레임은 연속적인 직교주파수분할다중(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplex) 심볼로 구성되며, OFDM 심볼 생성 과정은 DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying), 주파수 인터리브, DQPSK 심볼 주파수 다중(OFDM 발생기) 등을 포함한다. OFDM에 의한 방송파는 총 1536개의 서브캐리어(sub-carrier)로 구성된다. 각 서브캐리어의 대역폭은 1KHz 이므로, 한개의 OFDM신호의 주파수 점유 대역폭은 이론적으로 1.536MHz 가 된다. 중심주파수 f_c 는 16KHz의 배수이어야 한다.

DAB에서 사용되는 오디오 신호의 압축부호화 기법은 MUSICAM이라 불리는 오디오 부호화 (Audio coding) 기법을 사용한다. 48KHz 표본화 주파수의 경우 ISO/IEC 11172-3 표준(MPEG-1 Audio Layer II)을 따르고, 24KHz 표본화 주파수의 경우 ISO/IEC 13818-3 표준(MPEG-2 Audio Layer II)을 따른다. 부호화기는 48KHz 또는 24KHz로 표본화된 PCM(Pulse Code Modulation) 오디오 신호를 8Kbps에서 912Kbps 범위의 비트율을 갖는 오디오 비트스트림으로 압축한다. 오디오 부호화기의 구성을 <그림 3-3>에 나타내었다.

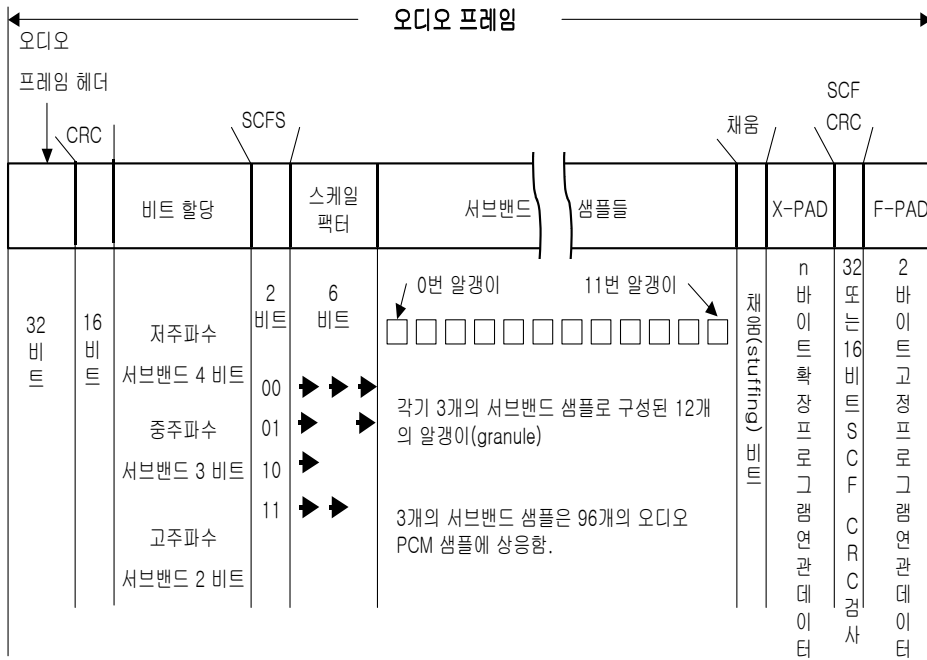


<그림 3-3> DAB 오디오 부호화기의 구성

오디오 부호화에는 다음 4가지 모드가 제공된다.

- o 단일 채널(모노) 모드
- o 듀얼 채널(두 개의 모노) 모드
- o 스테레오 모드
- o 조인트 스테레오 모드

DAB의 오디오 프레임의 구조는 <그림 3-4>와 같다. 각 오디오 프레임은 오디오와 관련 정보, 즉 PAD(Program Associated Data)를 전달하는데 수 바이트를 사용할 수 있다. PAD에는 2바이트 고정 PAD(Fixed PAD)와 가변 길이(n 바이트) 확장 PAD(X-PAD : Extended PAD) 두 가지가 있다. PAD는 동적범위제어(DRC : Dynamic Range Control), 음악/스피치 표시(music/speech indication), 프로그램 관련 텍스트(Programme-related Text) 지원 등의 기능을 제공한다.



<그림 3-4> Eureka-147의 오디오 프레임 구조

나. 기술개발 현황

(1) 방식(기술표준)

DAB 기술 표준은 유럽 표준 (ETSI EN 300 401)과 ITU-R 에서는 BO.1130-4 의 권고안에 System A로 채택되어 있으며, <표 3-4>와 같이 요약 할 수 있다.

<표 3-4> DAB 방식 요약

항 목	규 격
사용 주파수	Band-I, II, III, IV, L-Band
전송 방식	OFDM
변조 방식	DQPSK
반송파 수	1536
반송파 대역폭	1KHz
점유 주파수 대역폭	1.712MHz (Guard 포함)
주파수 분해능	16KHz
오류정정 방식	FEC (Convolutional encoding) R=1/4, 3/8, 1/2, 3/4
오디오 부호화 방식	MUSICAM MPEG-1 Audio Layer II (48KHz) MPEG-2 Audio Layer II (24KHz)
오디오 샘플링	24KHz, 48KHz
데이터 전송 방식	PAD, N-PAD (StreAM Mode, Packet mode)

그러나 DAB 방식은 오디오 압축방식의 효율이 떨어지는 MUSICAM을 사용하기 때문에 최근 CD급의 음질을 얻기 위하여 192Kbps 이상의 데이터율을 할당해야하는 기존의 MUSICAM을 대체하여 96Kbps 로 동급의 음질을 지원하는 새로운 오디오 코덱인 AAC와 AAC+를 새로운 오디오 압축방식으로 채택하였다.

2003년에 한국에서는 DAB 시스템에서 동영상 방송이 가능한 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 기술을 개발하고, 이를 국내 표준으로 채택한 바 있다. DMB는 DAB의 Stream mode 로 MPEG-4/H.264 동영상 압축신호와, MPEG-4/BSAC 오디오 압축신호를 부가의 데이터와 함께 MPEG-2/TS 규격에 의한 Multiplexing을 하여 전송하는 방식이다. DMB는 2005년7월에는 유럽의 표준화 기관인 ETSI에 의해 정식으로 유럽표준으로 등록 되었다. (ETSI TS 102 427, ETSI TS 102 428)

본 DMB 는 2005년 12월 한국에서 처음으로 상용 서비스가 실시되었고, 2008년 7월 노르웨이가 모바일 TV 표준으로 채택하였으며, 기존의 DAB를 채택하고 있는 프랑스는 비주얼 라디오 표준으로 DMB를 채택하였으며, 이집트, 베트남 등 여러나라에서 실험방송을 실시 중에 있다.

(2) 방송시스템

DAB 시스템은 이미 1995년부터 상용화 되었기에 많은 방송 장비가 개발되어 시판되고 있다. 앙상블 구성을 위한 Ensemble Multiplexer나 Service Multiplexer로는 영국의 Radioscope사, 스웨덴의 Factum사, 프랑스의 VDL 사 그리고 Harris사의 제품이 초기에 등장하였으며, 현재는 주로 Factum사 및 VDL사의 제품이 사용되고 있다. Multiplexer 업체에서는 MUSICAM Encoding을 위한 장비와 Multiplexer를 제어할 수 있는 Multiplexer Manager 시스템을 동시에 공급하고 있다.

DAB 송신 장비로는 Harris사 및 Rohde-Schwartz사의 제품이 주로 사용되고 있다. 방송시스템의 안정적 송출을 위해서는 신호를 스위칭 해주는 ETI 신호 Routing Switcher가 사용되고 있다.

DAB 시스템에서 DMB 서비스를 추가하기 위해서는 Video Encoder가 필요한데, 이는 한국의 Pixtree, OnTimeTek 및 KAI-Media 등의 제품이 주로 사용되고 있다. 방송 모니터링을 위한 장비는 국내의 SM CNS사 및 DTV

Interactive사 등에서 개발된 ETI 레벨의 모니터링 시스템들이 주로 사용되고 있다.

그 외에 여러 가지의 DAB 데이터방송을 위한 시스템들이 사용되고 있는데, 대부분의 Multiplexer 장비 생산 업체에서는 Data를 삽입하기 위한 서버를 출시하고 있다. 동영상 연동 양방향 데이터 방송인 BIFS(Binary Format for Scene)를 위한 시스템을 Net&TV와 OnTimeTek 등에서 개발하였다. 추후 교통정보 데이터방송(TPEG), DMB 미들웨어 등 다양한 데이터 방송을 위한 시스템 들이 개발될 것이며, 유료 데이터 방송을 위한 제한 수신 시스템 (CAS) 등도 개발될 것으로 보인다.

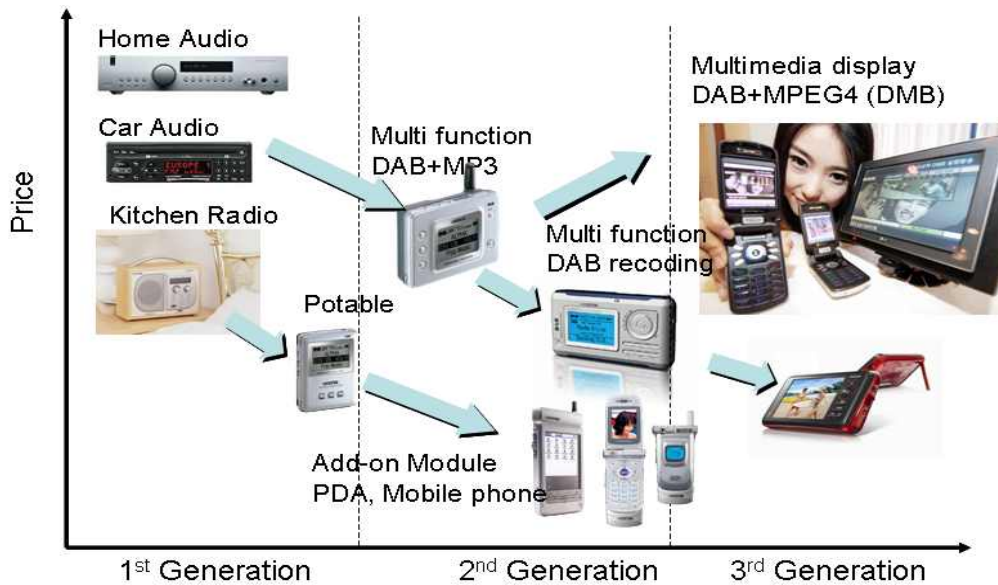
(3) 단말기

1990년대 하반기부터 독일의 BOCSH 사, 영국의 PURE Digital사 및 일본의 Panasonic 그리고 SONY사들이 출시하기 시작한 DAB 수신기들은 대부분 Home Audio 형태이거나 차량용으로 그 크기가 컸고, 가격 또한 높아 초기 DAB 수신기는 1,000 파운드에 달했었다. 초기 제품들은 상용 chip의 부재로 각 제조사 나름대로 다수개의 chip set으로 제작한 custom VLSI들에 의존하였기 때문에 크기 및 전류 소모가 크고, 모든 DAB 기능을 지원 못하는 등 성능 또한 부실하였다.

2000년대에 들어서면서부터 TI, ATMEL, HITACHI, Frontier Silicon 등 등의 회사에서 상용 chip 들을 발표하기 시작하여 DAB 수신기 제품의 개발에 활력을 받기 시작하였다. 한국의 퍼스텔(주)에서는 2002년 최초로 휴대형 DAB 수신기를 상용화하여 시장에 소개한 이후, 가격 또한 급격히 줄어 약150 파운드대를 형성하였으며, PURE Logic 사에서는 99 파운드의 수신기를 소개하기도 하였다.

현재 시장에 소개되고 있는 200여종의 제품들을 DAB 수신기 제1세대라고 정의한다면, 제2세대 DAB 수신기들은 <그림 3-5>와 같이 MP3 Player,

Data decoding 그리고 DAB 신호 녹음 등의 기능이 복합된 다 기능화가 될 것이고 그 가격은 더욱 낮아져 복합화 제품의 가격이 현재 시장에서 요구되는 DAB 수신기의 판매 가격인 100 파운드 이내로 형성되었다. 또한 제 3세대 단말기 형태는 동영상 및 데이터 서비스가 지원되는 DMB 수신기가 될 것이다.



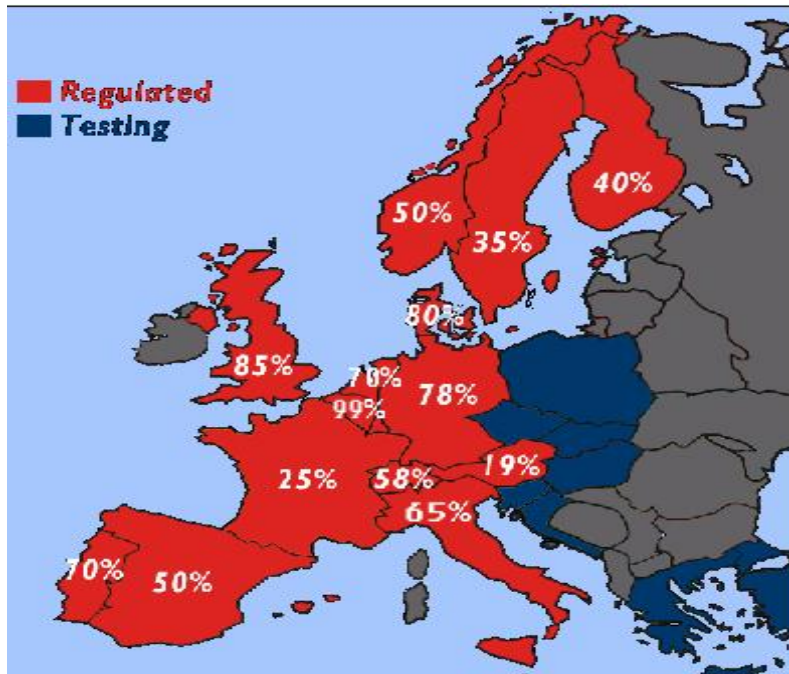
<그림 3-5> DAB 수신기의 발전

다. 서비스 실시 현황

World DAB Forum의 자료에 따르면 유럽에서 DAB 시스템을 이용하여 디지털 방송을 하고 있는 국가의 인구대비 수신가용 커버리지(coverage)는 다음 <그림 3-6>과 같다.

영국의 경우 420개 이상의 DAB 서비스가 방송 중에 있고, 약 200만개 이상의 수신기가 팔렸다. 중앙 유럽지역인 독일과 스위스에는 15개 이상의 DAB 서비스가 방송 중에 있고, 수신기는 20만대 이상이 판매 되었고, 2008년도에 인구대비 coverage 는 90%에 도달하였다. 스칸디나비아 지역 중 네덜란드는 인구대비 coverage가 100%에 가깝고, 노르웨이와 스웨덴은 2004년부터 서비

스가 시작되었으나 수요가 급증하고 있다. 프랑스는 내부의 법 개정애 난항을 겪다가 2005년부터 서비스를 실시하였으며, 스페인은 48개 이상의 채널이 서비스 중이다.



<그림 3-6> 유럽의 DAB Coverage

아시아 지역에서 한국은 2005년 12월부터 6개 방송사업자들이 수도권을 중심으로 DMB 서비스를 개시하였으며, 2007년에는 전국 서비스로 확대하였다.

대만의 경우 2003년부터 시험방송을 실시하여 오다가 2005년에 상용서비스를 위한 정식 허가가 주어졌으며, 이들 중 50%는 오디오 서비스를 나머지 50%는 비디오 서비스를 실시 중에 있다. 홍콩의 경우 상용서비스를 목표로 RTHK가 시험방송 중에 있으며, 싱가포르의 경우 3개의 방송국이 방송 중에 있다. 중국의 경우 이미 국가 표준 디지털 라디오 방송으로 DAB 방식을 선정하였고, 베이징, 상하이, 광주 등 세 개의 주요도시를 포함한 지역에서 DAB를 방송하고 있다.



<그림 3-7> 다양한 DAB 수신기

2. DAB+

1980년대 후반에 처음 개발 되었으며, 여러 나라에서 FM(Frequency Modulation) 주파수 대역에서의 디지털 라디오 방송을 위해 사용하는 기술인 DAB(Digital Audio Broadcasting)는 MPEG Audio Layer-II를 기반으로 하여 설계된 시스템이다. 시대가 흐르면서 MPEG Audio Layer-II 보다 효율적인 오디오 코딩 기술이 개발됨에 따라 DAB의 오디오 코딩 기술을 바꿔야할 필요성이 대두되었다.

이를 위해 세계 시장에서 큰 성공을 거둔 MPEG Audio Layer-III (MP3라고 널리 알려짐)등의 오디오 코딩 기술 등이 거론되었지만 보다 효율적이고 수행성이 뛰어난 MPEG-4 AAC(Advanced Audio Coding)가 개발되면서 이를 DAB에 적용하기에 가장 적합한 플랫폼이라 판단하고 이를 DAB에 적용하기 시작하였다. 이 방식은 DAB+라 명칭이 부여되었다.

DAB+는 2008년 6월에 호주의 민영 방송사에서 디지털 라디오 방식으로 시험방송을 시작한 것을 필두로 하여 기존에 DAB를 쓰던 국가를 비롯한 많은 나라에서 채택을 고려 중이다.

영국도 2008년 DAB+ 채택을 선언하였으며, 2009년 현재 DAB 서비스 채널의 일정 한도 내에서 서비스를 허용하고 있으며, 호주는 2009년 8월 DAB+ 방식으로 디지털 라디오 상용서비스를 개시하였다.

기존 DAB의 대역폭 효율성 측면을 보완한 DAB+는 차세대 이동형 멀티미디어 서비스로 각광 받을 것으로 예상되고 있다

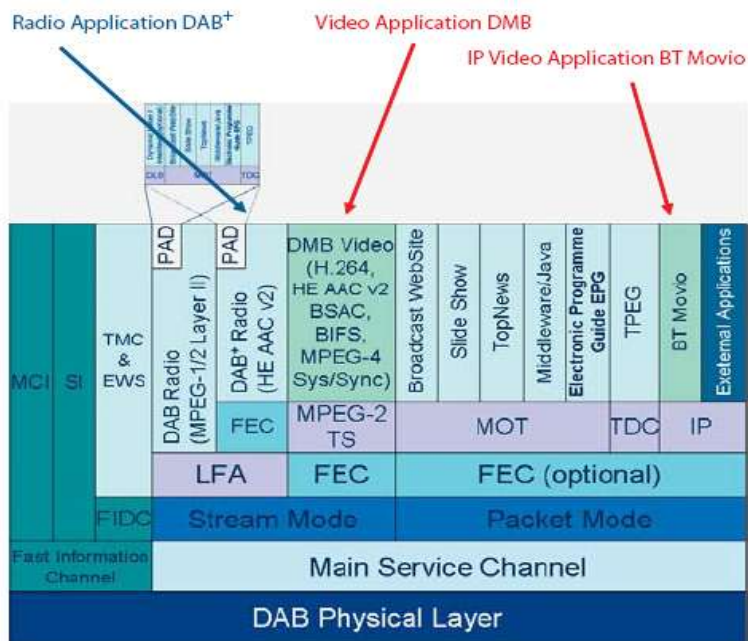
가. DAB+ 시스템 개요

DAB 시스템은 Eureka-147 방식으로써 ITU-R의 여러 개의 권고안 가운데 Digital System A라 불리고 있으며 초단파/극초단파 지상파 및 위성 디지털 음성 방송으로 차량용, 휴대용, 고정 수신용으로 권고하고 있다. Eureka-147 DAB는 1.536MHz의 대역폭을 사용하며, 다수의 CD 음질 오디오 서비스가 가능하도록 MPEG Audio Layer II에 기반한 고음질 오디오 압축 기술을 사용한다. 하지만, DAB 시스템은 1980년도에 설계되었으므로 시대가 흐르면서 비효율적인 대역폭 활용으로 인한 문제점이 발생하기 시작했다.

이를 보완하기 위해 DAB 시스템의 기본 구조는 유지하면서 오디오 압축 기술을 MPEG-4 HE-AAC(High Efficiency Advanced Audio Coding v2 Profile - AAC Plus v2로도 알려짐)로 변환해 사용하게 된 것이 DAB+시스템이다. 여기에 오디오 압축 기술이 MPEG Audio Layer II에서 보다 고압축

기술인 AAC Plus v2로 바뀌면서 발생하는 전송 시의 데이터 손실을 줄이기 위해 추가적인 에러 제어 방식을 사용하는데, Reed Solomon 코딩 (RS-Coding), Virtual Interleaving이 이에 적용되었다. 오디오 압축 기술을 바꿔 적용하면서 같은 음질의 오디오 서비스를 제공함에 있어 대역폭 할당률이 약 3배 정도 향상을 가져오게 되었다.

그러나 새로운 오디오 코딩기술이 새로 적용되었을지라도 기존의 DAB 시스템과의 호환성을 유지하도록 설계되어 있다. <그림 3-8>은 DAB 시스템의 계층 구조를 나타낸다.

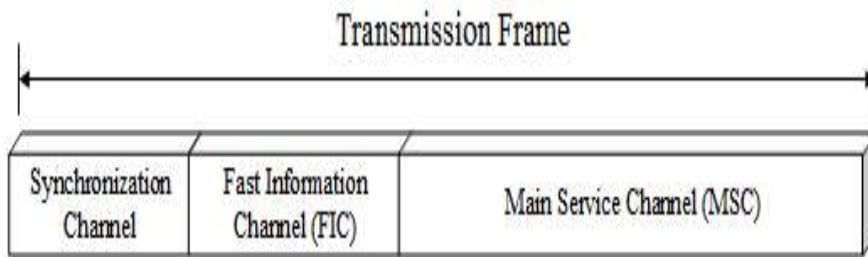


<그림 3-8> DAB 계층 구조

나. DAB+ 전송 프레임

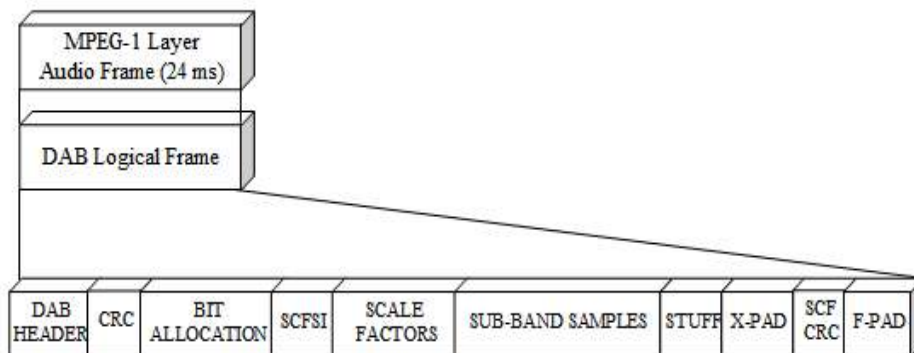
DAB 전송 프레임의 구조는 다음과 같다. 전송 프레임의 시작 부분은 SC(Synchronization Channel)로 OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation) 동기화 및 관련 데이터가 존재하며, 다음에는 MSC의 다중화 구

조에 대한 정보를 갖고 있는 MCI(Multiplex Configuration Information), 수신기의 표시용 데이터와 제어용 데이터를 전송하는 SI(Service Information), 수신기의 수신 범위를 제한하는 CA(Conditional Access) 관리 정보, 어느 정보보다 우선으로 알려할 사실이 있을 경우 사용하는 FIDC(Fast Information Data Channel)의 정보를 가지고 있는 FIC(Fast Information Channel)가 이어지고 나머지 부분에 오디오 데이터와 일반 데이터를 전송하는 MSC(Main Service Channel)가 할당된다. <그림 3-9>에 프레임 구조를 나타내었다.

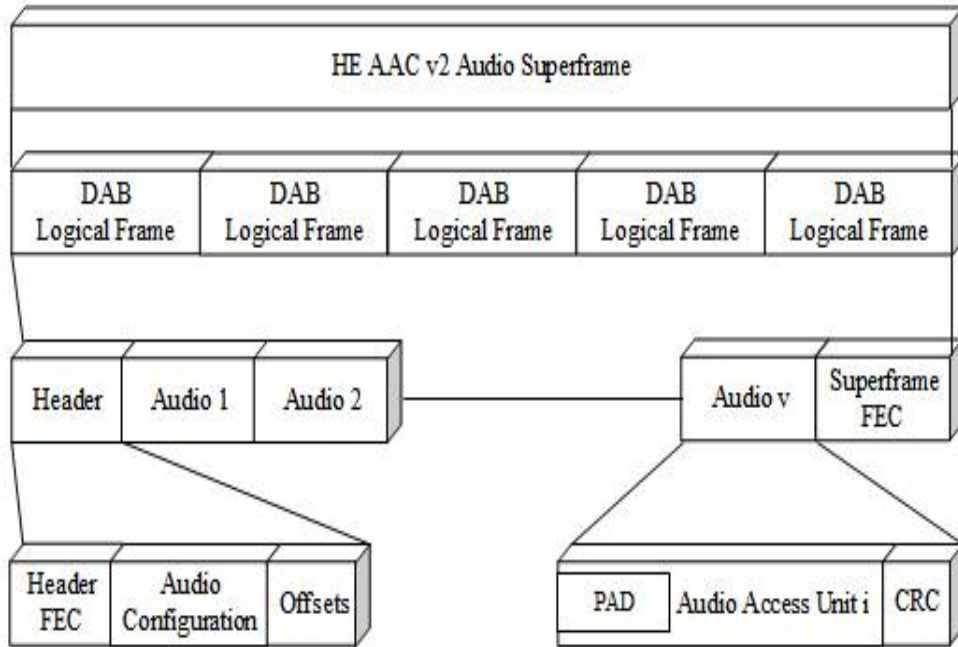


<그림 3-9> DAB 전송 프레임 구조

DAB/DAB+의 오디오 및 일반 데이터 정보는 MSC에 할당되어 전송된다. MSC에 DAB 신호와 DAB+ 신호가 동시에 전송될 수 있으므로 수신기에서는 각 프레임에 대한 구별이 필요하다. <그림 3-10>은 DAB 오디오 프레임을 나타낸 것이고, <그림 3-11>은 DAB+ 오디오 프레임을 나타낸 것이다.



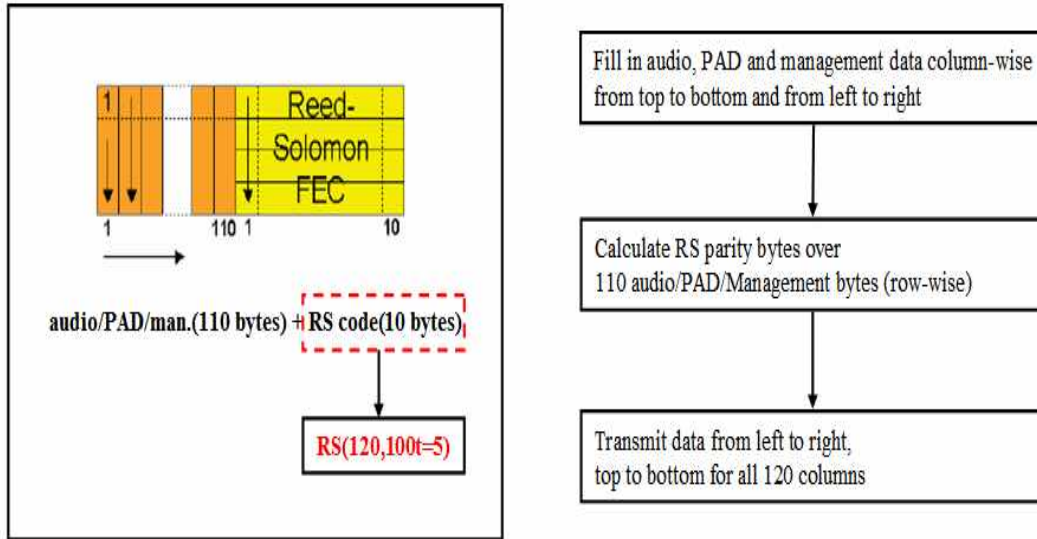
<그림 3-10> DAB 오디오 프레임 구조



<그림 3-11> DAB+ 오디오 프레임 구조

다. Additional Error Protection

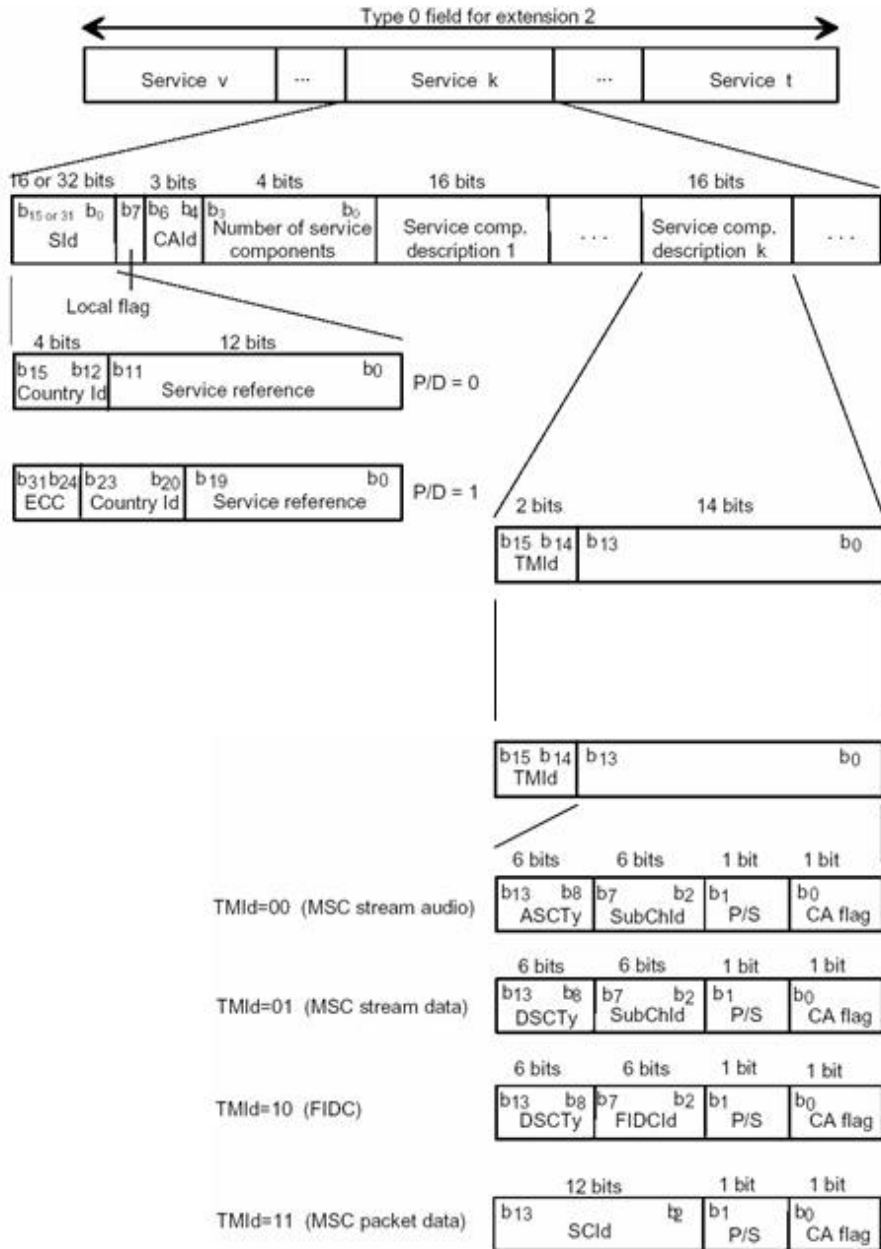
고압축으로 만들어진 HE-AAC v2 super frame data의 Error-rate을 줄이기 위한 추가적인 Error protection 방법으로 Virtual Interleaving과 Reed-Solomon Code(120, 100, t=5)가 채택 되었다. <그림 3-12>는 Virtual Interleaving과 Reed-Solomon Code의 구현한 예를 나타낸 것이다.



<그림 3-12> Virtual Interleaving과 Reed-Solomon Code 구현의 예

라. Service Signalling

수신기에서는 DAB 서비스와 DAB+ 서비스를 구별하여 디코딩을 할 필요가 있다. 이를 위해 전송 프레임 안에는 서비스를 구별할 수 있도록 일정 신호를 보내준다. 전송 프레임 중, FIC을 구성하는 단위인 FIG 0 (Fast Information Group)의 Extension 2에 전송되어지는 ASC Ty(Audio Service Component Type) 필드의 값에 따라 DAB 서비스와 DAB+ 서비스를 구별할 수 있다. <그림 3-13>은 FIG 0 Extension 2의 구조를 나타내고, 표 1은 ASC Ty의 상태에 따른 서비스의 종류를 나타낸다.



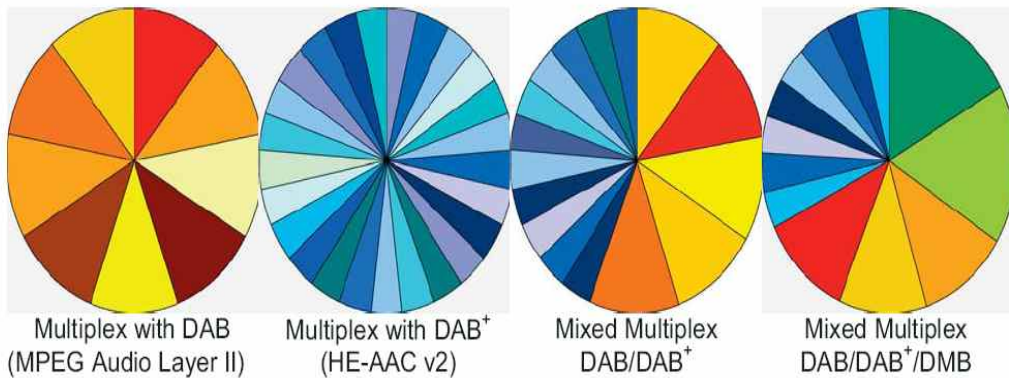
<그림 3-13> FIG 0 Extension 2의 구조

<표 3-5> ASC Ty 상태별 서비스 종류

ASC Ty 상태	서비스 종류
000000	foreground sound (MPEG I or II coding) - DAB
000001	background sound (MPEG I or II coding)
000010	multi-channel audio extension (MPEG II coding)
....	Reserved
111111	aacPlus v2 Coding - DAB+

마. Implementation Scenarios

DAB 시스템은 DAB 및 DAB+, DMB기술을 이용하여 다양한 서비스를 구성할 수 있다. <그림 3-14>는 DAB, DAB+, DMB를 각각 사용한 Multiplex implementation의 예를 보여준다.



<그림 3-14> DAB 서비스 다중화 예

3. DRM

가. 기술 개요

DRM은 30Mhz 이하, 도시 지역 근거리 방송 시 지상파를 이용한 소출력 서비스와 장거리의 상층파 전파특성을 이용한 광대역 방송이 가능하며 각각의 용도에 적합하도록 다양한 파라미터를 제공한다. 즉, 서비스 품질과 robustness를 조절하여 원하는 서비스를 제공할 수 있도록 하는 다양한 옵션을 제공한다.

중파대역 근거리 지상파모드의 경우, 기존 아날로그 대비 저전력 송출로 보다 높은 음질의 서비스가 가능하며, 효과적인 error protection 기술로써 보다 양호한 수신율을 확보할 수 있다. 또한, 중파대역 장거리 상층파 모드의 경우, 장거리 송신을 위하여 전리층의 반사파를 이용하여 활용할 수 있도록 모드가 설계되어 있다.

DRM은 하나의 채널에서 동시에 4개의 프로그램을 서비스 할 수 있다. 예를 들어 고품질의 1개 프로그램을 서비스하거나 또는 낮은 음질의 4개 국어 방송으로 나누어 서비스할 수 있는 자율권을 제공한다.

DRM은 SFN(Single Frequency Network)이 가능하며 MFN(Multi-Frequency Network)의 경우 지역별 해당 서비스 채널의 변경에 따른 자동 주파수 선택 기능(AFS ; Alternative Frequency Selection)을 제공한다. 서비스 권역 이동시 동일한 방송사의 서비스 또는 방송사의 다른 서비스로 보다 양호한 신호의 주파수로 자동 변경되도록 한다. AFS 리스트는 DRM 신호를 통해 전송되는데 언제 어디서 같은 방송이 방송되는지 지역, 프로그램 스케줄과 같은 정보로 구성된다. AFS 리스트는 단지 DRM 방송에만 국한되지 않고 AM, FM, DAB 서비스로 연결되도록 하는 정보 또한 포함할 수 있다.

본 기능은 방송사업자가 범국가적 또는 국제적으로 서비스 제공시에 유용하게 활용될 수 있다. 수신기는 본 기능을 지원하여야 하며 서로 다른 주파수 대역의 동일 방송을 합하여 수신 신호를 강하게 하는 기능까지 포함하여 수신 성능을 개선시킬 수 있다.

DRM에서 오디오 외의 데이터 서비스는 오디오 부가 정보로써 간단한 문자 또는 이미지 전달 및 양방향서비스가 가능하며 방송 부가 정보 외에 방송과 독립적으로 외부 디바이스와의 연결을 통한 데이터 서비스를 제공할 수 있다. 방송에서 수신된 데이터를 이를 활용할 수 있는 외부 PC나 PMP 등 디바이스의 어플리케이션과 연계하여 서비스하는 비즈니스 모델도 가능하다. DRM 컨소시엄에서는 이러한 범용적인 외부 인터페이스 표준을 제정하였고 외부 디바이스와의 연계를 통한 서비스 활성화 모델을 준비하고 있다.

DRM은 기존 아날로그 사업자의 기존 방송 서비스 제공 및 기존 인프라 활용을 통한 디지털 전환 비용 최소화 등의 요구사항을 만족시킬 수 있는 아날로그, 디지털 동시 방송(Simulcast) 서비스 기능을 지원한다. 또한, 각 시스템 간의 인터페이스 표준 규격을 포함한다.

나. DRM 전송 방식 특징

DRM은 장파, 중파, 단파 대역에 해당하는 30Mhz 이하를 지원하는 방식이다. 장파, 중파 대역사용의 경우, 지역별로 2가지 협정에 의해 사용대역폭이 정의되어 있다. 우리나라가 포함된 region 1, 3 는 Geneva 1975(GE75) 협정에 따라 9Khz 단위로 주파수를 배치하며, Region 2의 경우는 Rio 1988 협정에 따라 10Khz 단위로 주파수가 배치된다. 단파 대역의 경우, 세 지역 모두 10Khz 단위로 주파수가 배치된다.

DRM도입을 위해 지난 2002년 ITU-R 사무국에서는 CCR/20 문서를 배포하였으며, 이를 통해 Region 1 지역에서는 장파, 중파 대역에, Region 3 지역

에서는 중파대역에 DRM의 사용이 가능하게 되었다. ITU-R에서는 기존 아날로그와 동일 방송구역을 유지하기 위해서 DRM 평균 송신 출력은 기존 아날로그 송신 출력에 비해 최소 7dB이하를 권장하고 있다.

DRM서비스의 주파수 특성, 지상파 또는 상층파 전송에 따라 각각 차별적으로 적용되는 다양한 변수들, 즉, 전기적 잡음, 도플러 효과 또는 다중경로 간섭 등의 요인들에 따른 다양한 환경에 효과적으로 대응하기 위해 다음의 4가지 전송 모드를 정의하였다. 전송 모드 A는 근거리 지상파, 장파, 중파 또는 LOS가 확보되는 28MHz 이하의 단파 대역에 사용되며, 전송모드 B는 국가적 서비스 범위의 중파, 단파 대역에 사용되고, 전송모드 C는 보다 강인한 전송을 요구하는 국가적 범위의 단파 대역에, 마지막으로 전송 모드 D는 가장 높은 강인성을 요구하는 국가적 범위의 단파 대역 서비스에 사용될 수 있다. 네 가지 모드 중 A가 가장 전파환경이 양호한 경우에 해당하고 D의 경우 가장 열악한 환경에 적용된다. 전파환경이 열악할수록 오디오 음질을 희생하여 전송 효율을 낮추고 error coding을 증가시켜 신호의 강건성을 확보하게 된다.

DRM 방식의 주파수 효율은 전파 환경 및 방송 용도에 따라 다양한 파라미터를 정하여 활용할 수 있도록 설계되어 있다. 유효 전송용량은 4.8Kbps ~ 72Kbps로 가변적이며, 단위 주파수당 전송용량은 최대 3.6bps/Hz이다. 9kHz 대역폭을 사용하는 경우 전송용량은 오류정정 레벨에 따라 13.1Kbps ~ 30.9Kbps까지 가능하다.

DRM 방식에서 사용되는 오디오 부호화 방식은 AAC, CELP 및 HVXC로 3가지를 지원할 수 있다. AAC는 고음질 서비스, CELP와 HVXC는 음성으로만 구성된 비교적 낮은 음질 서비스에 활용된다. 이러한 각각의 코덱들은 전단의 SBR encoder를 통해 보다 압축 효율을 높일 수 있다.

SBR은 채널당 약 2Kbps정도의 적은 데이터 량으로 고품질의 오디오 서비스를 재생할 수 있는 기법으로, 오디오 부호 시 제거되는 높은 주파수 대역의

하모닉 성분을 효과적으로 추출하여 얻어진 정보를 전송함으로써, 오디오 복호 시 SBR 정보를 복호기에 이용하여 보다 향상된 오디오 신호를 재생할 수 있다.

9Khz 단일 채널서비스의 경우 2kbps ~ 34kbps가 지원되고 2채널의 경우 74kbps 전송 용량까지 가능하다. HVXC와 CELP는 음성전용 서비스의 경우, AAC 또는 AAC+SBR은 고음질의 음악서비스에 적합하다. 즉, 9Khz 단일 채널서비스의 경우 모노 FM 음질서비스가 가능하고 HVXC의 경우 2~4kbps로 음성을 분별할 수 있는 정도의 서비스, CELP의 경우 8kbps에서 우수한 음성 서비스를 지원가능하다.

본 서비스 수준은 digital only의 경우에 해당하고 simulcast에서는 품질 열화가 발생할 수 있다. SBR은 채널당 약 2Kbps정도의 “helper” 신호로 고품질의 오디오 서비스를 재생할 수 있는 기법으로, 오디오 부호화 시 제거되는 높은 주파수 대역의 하모닉 성분을 효과적으로 추출하여 얻어진 정보를 전송함으로써, 오디오 복호 시 SBR 정보를 AAC 복호기에 이용하여 보다 향상된 오디오 신호를 재생할 수 있다.

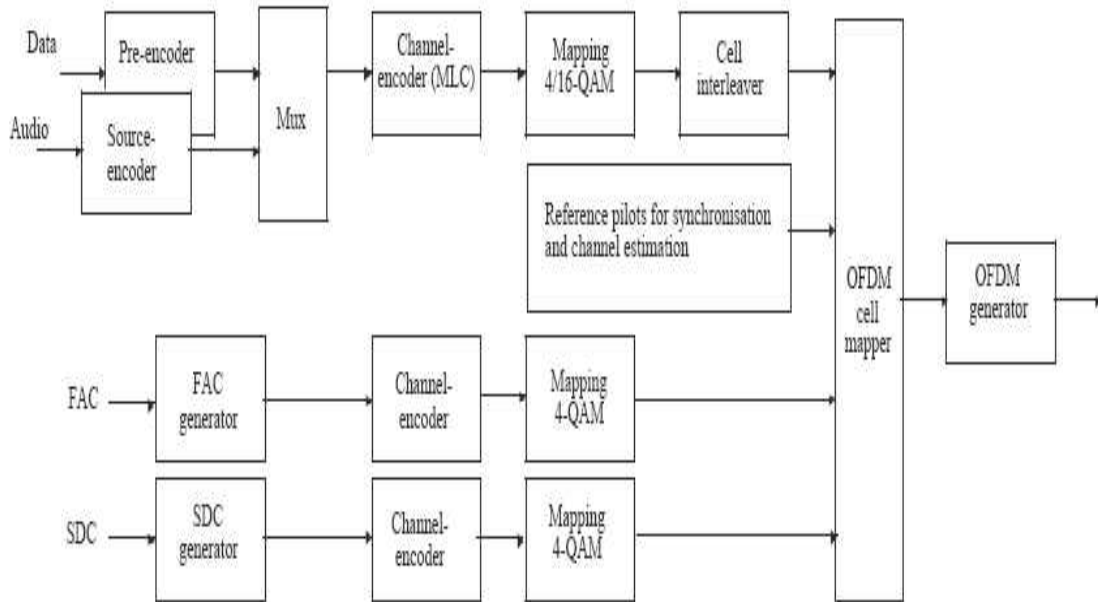
단파 전파 환경에서는 신호의 강건성을 높이기 위한 유효 데이터율의 감소로 인해 중파 디지털과 비교하면 오디오 음질이 떨어지지만, 현재의 아날로그 AM 음질보다는 우수하다. 그러나 동시 방송의 경우, 대역의 한계로 인해 오디오 품질의 개선에는 한계가 있다. 중파의 Full digital mode의 경우 FM 수준이상의 음질을 표현할 수 있는 것으로 알려져 있다.

<표 3-6> 각 파라미터별 전송용량

mode	MSC modulation (nQAM)	Robustness level	4.5	5.0	9.0	10.0	18.0	20.0				
			Approx. available bit rate kbps (equal error protection, standard mapping)									
A	64	Max.	9.4	10.6	19.7	22.1	40.9	45.8				
		Min.	14.7	16.7	30.9	34.8	64.3	72.0				
	16	Max.	6.3	7.1	13.1	14.8	27.3	30.6				
		Min.	7.8	8.9	16.4	18.5	34.1	38.2				
B	64	Max.	7.2	8.3	15.3	17.5	31.8	35.8				
		Min.	11.3	13.0	24.1	27.5	50.0	56.1				
	16	Max.	4.8	5.5	10.2	11.7	21.2	23.8				
		Min.	6.0	6.9	12.8	14.6	26.5	29.8				
C	64	Max.	not used.			13.8	not used.	29.0				
		Min.				21.6		45.5				
	16	Max.				9.2		19.3				
		Min.				11.5		24.1				
D	64	Max.				not used.			9.2	not used.	19.5	
		Min.							14.4		30.6	
	16	Max.							6.1		13.0	
		Min.							7.6		16.3	

다. DRM 송신 시스템

DRM의 전송 프레임 구조는 <그림 3-15>와 같이 수신기에서 요구되는 채널 정보와 서비스 관련된 정보를 지닌 FAC(Fast Access Channel), 오디오와 데이터를 포함하는 MSC(Main Service Channel), MSC의 채널 부호화 파라미터, 오디오 및 데이터 신호의 다중화 구조 전체 정보를 지닌 SDC(Service Description Channel)로 구성되어 있다.



<그림 3-15> DRM 송신 시스템 구조

MSC와 FAC 및 SDC는 Energy dispersal을 거쳐 각각의 채널 인코더를 거침으로써 각각 다른 오류정정 레벨을 적용할 수 있다. Energy dispersal은 원치 않는 신호의 주기성을 분산시키는 기능을 수행하고 채널 인코더는 부가의 오류 정정 코드를 삽입하여 오류 정정 효과를 높인다. Cell interleaving은 순차적인 신호의 순서를 뒤섞어 Time diversity의 효과를 얻기 위해 사용한다.

<표 3-7> FAC 채널 파라미터

구분	길이
base/enhancement flag	1 bit
identity	2 bit
spectrum occupancy	4 bit
interleaver depth flag	1 bit
MSC mode	2 bit
SDC mode	1 bit
Number of services	4 bit
reconfiguration index	3 bit
Rfu	2 bit

<표 3-8> FAC 서비스 파라미터

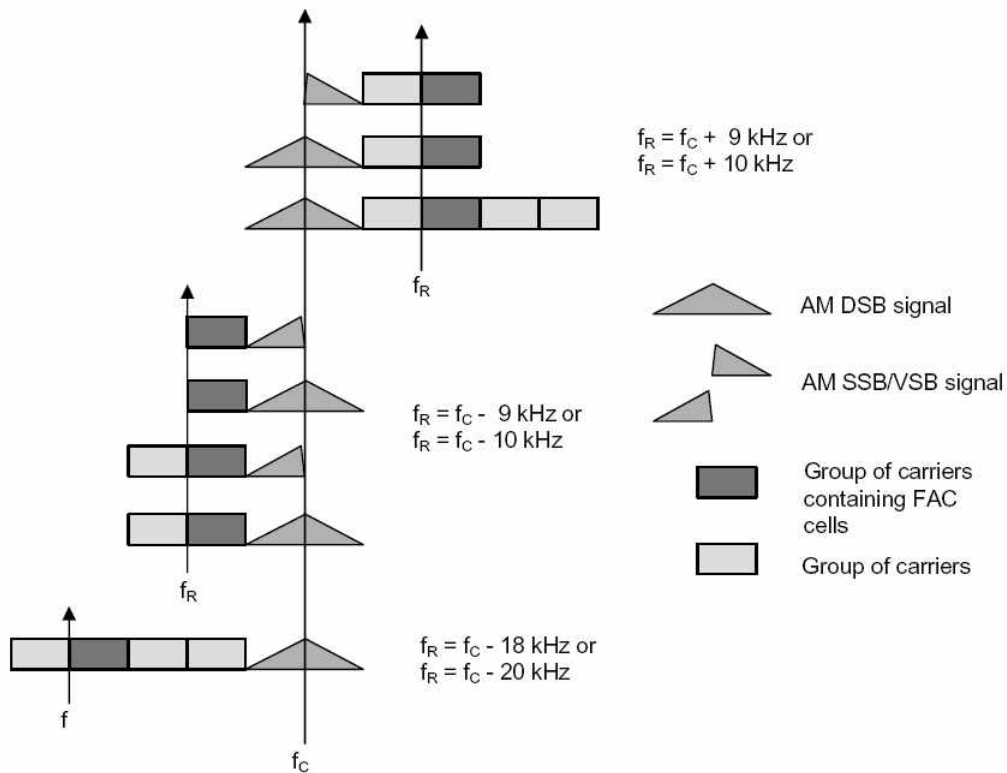
구분	길이
service identifier	24 bit
short identifier	2 bit
auto CA indication	1 bit
language	4 bit
audio/data flag	1 bit
service descriptor	5 bit
data CA indicator	1 bit
Rfu	6 bit

DRM은 이동 수신 시의 다중경로 간섭에 강인성을 갖는 COFDM 방식을 적용하였다. 심볼 당 서브 캐리어 수는 전송 모드 별로 수백 개 정도이고 이에 대한 가드 인터벌은 전송 모드에 따라 가변적으로 10%~44%까지 적용된다.

중요한 시그널링 신호의 수신 성능을 높이기 위하여 서브 캐리어의 고정 위치를 정하는 fixed CELL개념을 도입하여 pilot 신호와 control 신호를 전송할 수 있도록 하였다. 수신기 동기를 위해 파일럿 셀이 활용되는 파일럿 셀은 정해진 주기, 세기 등으로 수신기가 판별하여 이를 활용하게 된다. 고속 이동시 또는 전리층의 변화 등으로 인한 다양한 경로 발생으로 발생하는 도플러 전이에 에러를 방지하기 위해 mode D의 경우 모드 A 대비 약 2.5배의 sub

carrier spacing을 적용한다.

또한 각 사업자의 상황에 맞는 대역폭에 따라 동시방송을 지원할 수 있는 옵션을 지원한다. 다음 <그림 3-16>은 9Khz 대역의 동시 방송 방법을 나타낸다. 실험 결과 저측 대역활용 방법이 비교적 양호한 결과를 확인하였다. 또한, 인접 채널 간섭을 주지 않기 위해 아날로그 방송 신호대비 14~16dB 이하의 신호 세기가 요구됨을 확인하였다.



<그림 3-16> 동시방송을 위한 대역할당 방법

9kHz 대역폭의 SCS(Single Channel Simulcast. 즉, 하나의 아날로그 채널을 이용한 동시방송)는 이론적으로는 가능하나 간섭을 없애기 위해 DRM 신호 레벨을 낮추면 DRM 서비스 커버리지가 아날로그 커버리지 보다 작아지게 된다. 따라서 커버리지 설계를 다시 하거나 중계기를 추가로 설치하던지 상호

간섭을 피하기 위해 단말 복잡도가 증가한다던지 하는 현실적인 문제가 남아 있는 것이 사실이고 현재 이에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있는 상황이다.

<표 3-9> 모드A FAC subcarrier 정보

Symbol	Carrier Number
0	
1	
2	13, 25, 43, 55, 67
3	15, 27, 45, 57, 69
4	17, 29, 47, 59, 71
5	19, 31, 49, 61, 73
6	9, 21, 33, 51, 63, 75
7	11, 23, 35, 53, 65, 77
8	13, 25, 37, 55, 67, 79
9	15, 27, 39, 57, 69, 81
10	17, 29, 41, 59, 71, 83
11	19, 31, 43, 61, 73
12	21, 33, 45, 63, 75
13	23, 35, 47, 65, 77
14	

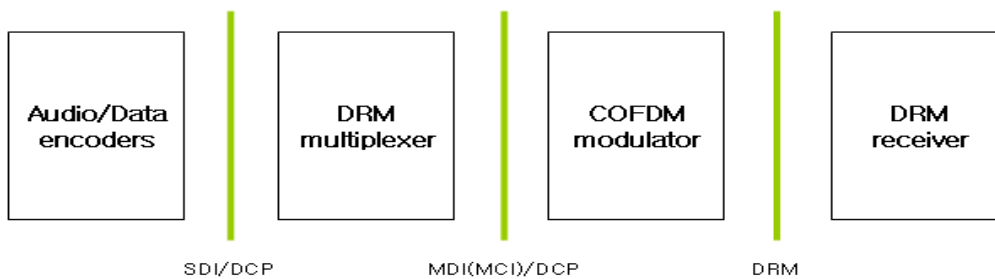
<표 3-10> 모드B FAC subcarrier 정보

Symbol	Carrier Number
0	
1	
2	26, 46, 66, 86
3	10, 30, 50, 70, 90
4	14, 22, 34, 62, 74, 94
5	26, 38, 58, 66, 78
6	22, 30, 42, 62, 70, 82
7	26, 34, 46, 66, 74, 86
8	10, 30, 38, 50, 58, 70, 78, 90
9	14, 22, 34, 42, 62, 74, 82, 94
10	26, 38, 46, 66, 86
11	10, 30, 50, 70, 90
12	14, 34, 74, 94
13	38, 58, 78
14	

라. 기술개발 현황

(1) 방식(기술표준)

DRM표준은 ETSI와 IEC의 두 표준화 기구에 의해 제정되며, IEC 표준은 동일한 내용으로 ITU표준으로 제정된다. 유럽 표준인 ETSI의 DRM 표준에는 방송신호와 데이터 서비스, 시스템 인터페이스 등을 담고 있으며 향후 수신기 기능, 측정, 외부 디바이스와의 공통 인터페이스 규격이 포함된다.



<그림 3-17> DRM 시스템 인터페이스

DRM 전송시스템 규격, 다중화 및 데이터 응용서비스 등의 ETSI 관련 규격은 다음과 같다.

- o ETSI TS 201 980 v2.1.1 DRM System Specification
- o ETSI TS 102 821 v0.0.2e Distribution and Communication Protocol (DCP)
- o ETSI TS 102 820 v0.0.2d Multiplex Distribution Interface (MDI)
- o ETSI TS 101 968 v1.1.1 Data Application Directory



<그림 3-18> 2009 NAB 에 출품된 DRM 방송시스템

(2) DRM 단말기

새로운 미디어의 정착과 활성화의 중요한 요소 중의 하나는 합리적인 가격의 다양한 단말기의 제공여부에 달려 있다. 초기단계에서 전문적인 모니터링이나 시스템 조작 등을 위해 단말이 개발되었으며, 이러한 단말은 일반 소비자에게 판매되기 보다는 전문방송시장에 판매되었고 수신능력이 가격이나 활용성보다 중요했기 때문에 PC 기반의 소프트웨어로 구현되어 전송규격의 변경에 쉽게 대응할 수 있었다. 상용수신기 적용을 위한 DRM 상용칩셋 개발 프로젝트

트인 DIAM이 추진되었으며 현재 몇몇 프로토 타입의 DRM 수신기와 모듈이 개발되었다.



<그림 3-19> 2009 NAB 에 출품된 DRM 단말기



<그림 3-20> HiFi Tuners for
DRM

마. 서비스 실시 현황

프랑스, 독일 등에서 상용서비스 실시를 위한 노력을 하고 있고, 러시아는 DRM 방식으로 단파 시험 방송을 할 것이라고 밝혔으며, 중국 또한 국내 및 국제 방송용으로 DRM을 시험하고 있는 등 현재 50개 이상의 방송사가 DRM 방식으로 매일 또는 매주 방송을 하고 있다. 그러나 아직까지 중파보다는 단파 방송 서비스에 치중하고 있는 편이며, DRM을 채택하고 있는 주요 국가 현황은 현재 영국, 캐나다 등에서 상용 서비스 중이며 중국, 독일, 멕시코, 호주 등에서 시범 서비스를 테스트 중이며 상용화를 준비 중에 있다.

2009년 4월에 개최된 NAB에는 독일에서 27MHz 대역으로 방송하는 단파 대역의 DRM 방송을 미국 라스베가스에서 직접 수신할 수 있었다.

DRM 라디오 서비스 관련 국제 현황은 다음과 같다.

- 중국 - VHF Band III 대역의 DAB의 경우 95년 광저우, 포산 등 3개 지역에서 Trial Test가 개시되었다. AM 대역의 DRM은 2003년에 Trial Test가 시작되었다.
- 영국 - VHF Band III 대역의 DAB는 1995년 BBC 서비스 개시 후 현재 90 % 정도의 네트워크 커버리지를 확보하였고, 400개 이상의 station에서 서비스 중이다. AM 대역의 DRM은 BBC등이 상용서비스를 제공하고 있으며 단파 대역의 DRM은 26MHz 대역 trial test가 런던 인근에서 진행되고 있다.
- 독일 - VHF Band III 대역의 DAB는 1999년 서비스 개시 이후 80% 이상의 인구 및 지역 커버리지를 확보하였다. DMB 전환계획을 검토한 바 있다. AM 대역의 DRM은 trial test 중이다.
- 캐나다 - VHF Band III 대역의 DAB는 1999년 상용 서비스 개시 후

현재 주요 5개 도시에서 서비스 중이다. AM대역의 DRM은 상용서비스 중에 있다.

- 멕시코 - FM 대역의 HD Radio는 2004년 멕시코시티에서 trial test를 완료하였다. 단파 대역의 DRM은 26MHz 대역 trial test를 진행 중이다.
- 호주 - AM 대역의 DRM은 캔버라에서 Simulcast 등을 검증하는 실험 방송이 진행 중이다.

4. DRM+

가. 기술 개요

DRM Plus는 2005년 3월에 30MHz 이하의 방송주파수를 사용하는 DRM 시스템을 방송주파수 120MHz까지 사용할 수 있도록 시스템을 확장하자는 의견이 DRM 컨소시엄에서 결정되면서 논의가 시작됐다. DRM을 확장하는 이 기술은 DRM Plus라는 이름으로 명명되었고 100KHz의 대역이 사용된다. 이는 방송사업자들과 수신기 제조업체의 요구사항을 수용한 결과이다.

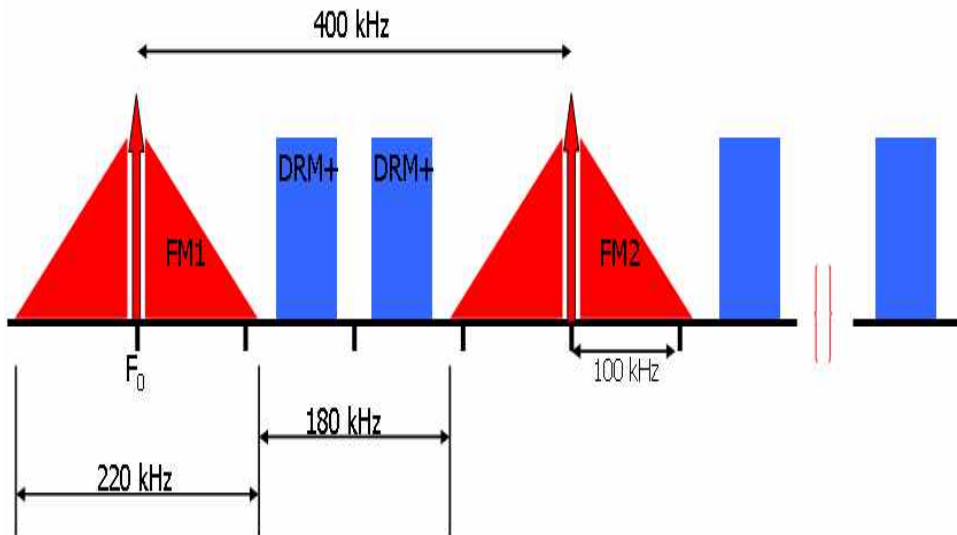
방송사업자들은 AM과 FM의 일관성 있는 디지털화를 주장하였고, 그 방안으로 DRM의 사용주파수를 FM대역까지 확장하여 기존의 DRM시스템을 대부분 사용할 수 있도록 하자는 의견을 전달하였다. 또한 FM 대역의 빈 주파수를 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 마련하였고, 기존 FM 대역을 디지털 전환 시 FM 전송시스템을 대부분 사용할 수 있어 디지털 전환비용의 최소화를 이끌어 낼 수 있는 장점을 부각시켰다. 이와 같은 방안은 FM대역에서 방송사가 더 높은 비트율을 사용할 수 있도록 함으로써 더 좋은 음질의 오디오 제공을 가능하게 하였다. DRM Plus가 CD 수준으로 라디오 방송을 하기 위해서는 DRM보다 넓은 대역폭이 필요하다. 유력하게 논의된 대역폭은 50kHz 또는 100kHz이다. DRM Plus의 디자인과 개발 그리고 테스트는 DRM 컨소

시범을 중심으로 수행되었으며, 2005년 기술개발을 착수하여, 2009년 8월말에 표준화를 완료하였다.

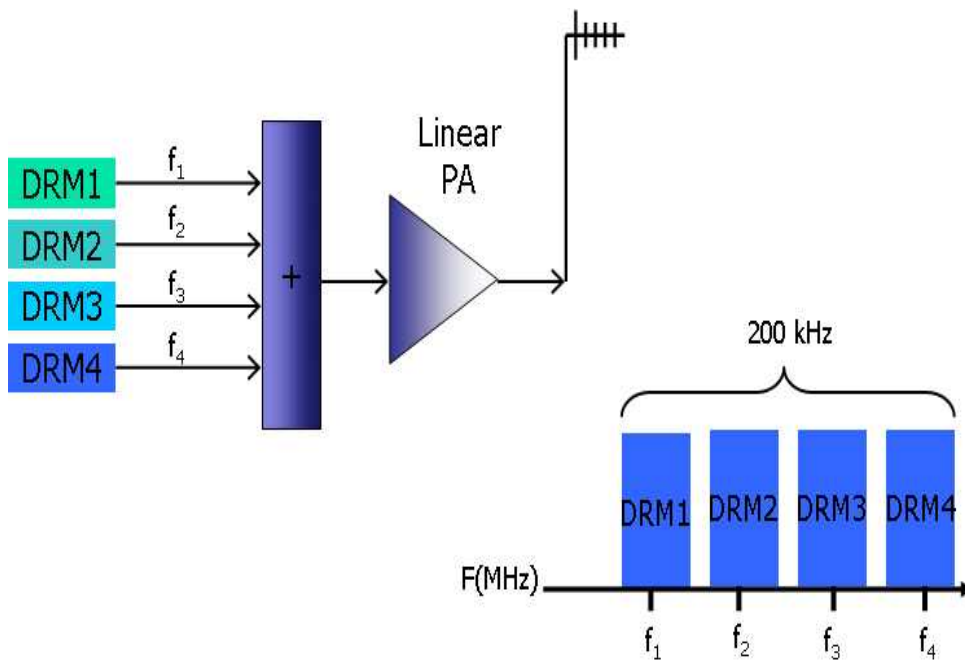
DRM 컨소시엄측은 100kHz 대역폭의 DRM Plus 한 개의 채널은 한 개의 이동 TV 채널을 방송할 수 있는 충분한 용량으로 평가하고 있으며, 이동 TV를 DMB나 DVB-H를 사용하는 것보다 DRM Plus를 통해서 더 많이 활성화될 것으로 기대하고 있다.

나. DRM+ 전송 방식 특징

DRM Plus는 30MHz 이하에서 동작하는 DRM을 확장하여 120MHz 이하에서도 동작하도록 설계하였다. DRM Plus의 대역할당 방식은 FM 주파수 대역의 보호대역을 이용하는 방법과 기존에 할당된 FM 대역을 디지털 전환 시 이용하는 방법이 있을 수 있다. 보호대역에 DRM Plus 신호를 전송하는 방법은 기존의 FM 라디오 방송에 영향을 주지 않는 방법이고 디지털 전환 시 아날로그 FM의 주파수를 그대로 유지할 수 있는 특징이 있다. 이것은 기존 FM 사업자의 기득권을 인정하면서 단계적인 디지털화를 가능하게 하는 대역 할당 방법이다. FM 대역은 220kHz의 대역폭을 점유하고 있으며, 채널과 채널사이에는 약 180kHz의 보호대역이 설정되어 있다. DRM Plus는 이 180kHz의 보호대역에 1~3개의 DRM Plus 블록을 전송할 수 있다.



<그림 3-21> DRM Plus의
아날로그 FM 보호대역을 이용한 대역할당 방법



<그림 3-22> DRM Plus의
아날로그 FM대역을 이용한 대역할당 방법

또 다른 대역활당 방법으로는 기존 아날로그 FM 라디오의 송출을 중단하고 그 대역에 DRM Plus 신호를 전송하는 방식이다. 아날로그 FM 라디오의 220kHz 대역을 모두 사용한다면 50kHz 대역폭의 DRM Plus 블록 4개를 할당할 수 있다. 이와 같은 방식을 사용하면 기존 아날로그 FM의 증폭기를 비롯한 송출 인프라를 그대로 사용 할 수 있다.

또한 대역폭의 증가로 높아진 데이터율을 이용해 Dolby surround 5.1 채널 까지 수용하였다.

DRM은 오디오 압축 부호화 기법으로 MPEG-4 AAC와 SBR(Spectral Band Replication)을 사용하며, 음성 압축 부호화 기법으로는 사용 가능한 비트율에 따라 MPEG-4 CELP(Code Excited Linear Prediction)와 MPEG-4 HVXC(Harmonic Vector eXcitation Coding)를 사용한다. DRM에서 사용하는 SBR은 채널당 약 2Kbps정도의 적은 데이터 량으로 고품질의 오디오 서비스 재생이 가능하다.

<표 3-11> 변조방식에 따른 데이터 전송률

Channel Bandwidth (kHz)	16-QAM (kbps)	64-QAM (kbps)
30	63	90
40	83	119
50	104	150
60	125	180
70	146	210
80	167	240
90	188	270
100	208	300

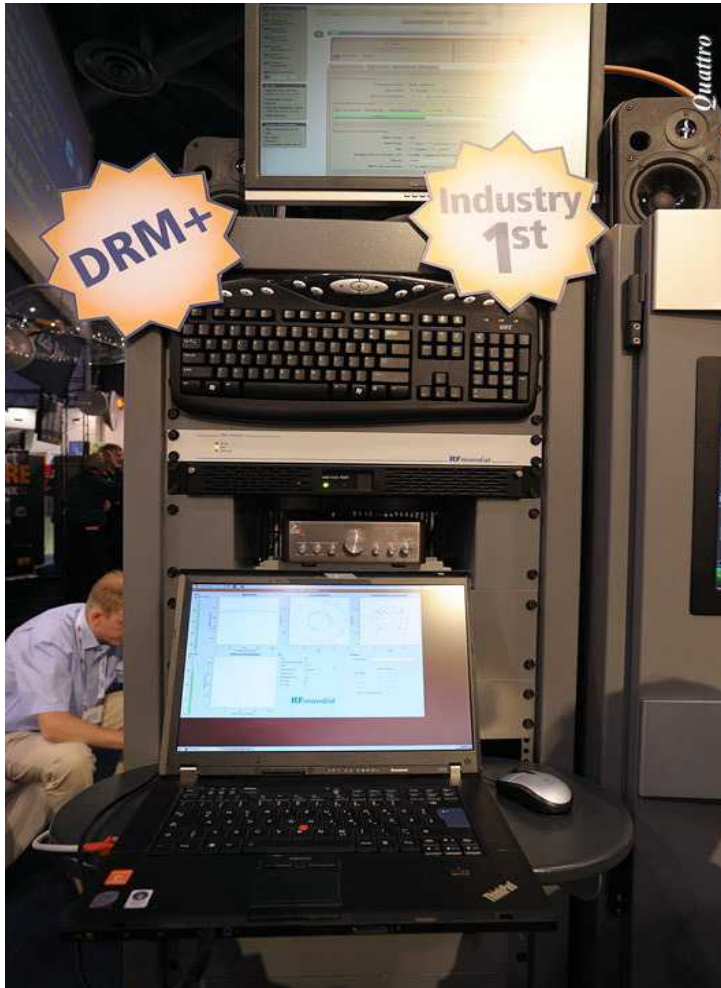
<표 3-12> 변조방식과 점유대역폭에 따른 주파수효율

Channel Bandwidth (kHz)	16-QAM (kbps)	주파수효율 (bit/sec/Hz)	64-QAM (kbps)	주파수효율 (bit/sec/Hz)
30	63	2.100	90	3.000
40	83	2.075	119	2.975
50	104	2.080	150	3.000
60	125	2.083	180	3.000
70	146	2.086	210	3.000
80	167	2.087	240	3.000
90	188	2.089	270	3.000
100	208	2.080	300	3.000

다. 기술개발 현황

(1) 방식 (기술표준)

DRM Plus의 기술표준은 DRM컨소시엄에서 진행되고 있으며, 2009년 8월 31일 ETSI 기술표준(ETSI 201 980 Ver.3.1.1) 으로 제정되었으며, 방송시스템은 개발이 되었으나, 아직 상용수신기가 개발되지 않은 상황이다.



<그림 3-23> 2009 NAB에
처음 공개된 DRM+ 방송시스템

제 2 절 미국방식 디지털라디오 기술 및 서비스

1. HD Radio 기술 개요

HD Radio는 iBiquity Digital Corporation의 디지털 라디오 시스템은 현재

의 아날로그 AM과 FM 라디오에서 완전한 디지털 방송으로 무리 없이 진화하기 위해 개발된 기술이다. 이 방식은 디지털 오디오와 데이터를 기존의 사용하고 있는 중파 및 초단파 라디오 주파수 대역을 이용하여 이동식, 휴대용, 또는 고정형 수신기로 전달할 수 있는 기술이다. 방송사 입장에서는 현재의 아날로그 AM과 FM을 방송을 유지하면서 새로운 고품질의 디지털 신호를 함께 송출할 수 있으며, 청취자들이 아날로그에서 디지털 라디오로 전환할 동안 현재 방송 청취를 유지할 수 있다는 장점이 있다. 다음은 HD Radio의 특징에 따른 장점들이다.

- 고품질의 디지털 AM/FM 오디오 송신 : CD 수준의 오디오 품질을 제공
- 이동수신차량에 고속 및 저속 무선 데이터 송신 : 교통, 날씨, 금융 정보와 전자 상거래 등의 데이터 서비스를 제공
- 현재 사용 중인 AM/FM 방송 유지 : 기존 청취자에게 디지털 서비스 연계 가능

가. HD Radio의 전송 방식 특징

HD Radio 전송 방식은 현재 라디오 방송에 할당된 주파수 내에서 사용하고 있는 아날로그 방송 대역 위에 디지털 방송 신호를 전달하는 방식이기 때문에, 기존의 AM·FM 방송 대역을 그대로 사용할 수 있다.

구체적으로, 대역 할당 방식은 다음과 같이 크게 3가지로 나눌 수 있다. 아날로그 음성신호의 양 옆에 디지털 정보를 배치하여 전송하는 혼합(hybrid)모드와 디지털 대역을 확대한 Extended hybrid 모드, 아날로그 대역을 모두 디지털 신호를 보내는 전디지털(All-digital) 모드가 있다.

<표 3-13> HD Radio 방식의 특징 및 장점

특징	장점
* 고품질의 디지털 AM/FM 오디오 수신	* FM HD Radio은 CD 수준의 오디오 품질을 제공하고 다양한 잡음 및 신호 누락을 감소시킨다.
* FM HD Radio은 차량 내에서 고속 무선 데이터 수신 가능 * AM HD Radio은 차량 내에서 저속 데이터 수신 가능 * AM/FM 방송사는 현재 할당된 주파수에 HD Radio 신호를 방송할 수 있음	* 관련 업체가 소비자에게 교통, 날씨, 금융 정보나 전자 상거래와 같은 데이터 서비스를 제공할 수 있게 한다. * HD Radio 데이터 수신은 사용자의 설정 사항이나 현재 위치에 맞게 최적화 될 수 있다. * 사용자는 간단한 프로그램 정보를 받을 수 있다. (노래 제목, 가수 이름 등) * 데이터 수신을 통해 받은 연예와 전자 상거래 콘텐츠는 고품질 오디오와 연결해서 복합적인 연예 서비스가 가능하다.

<표 3-14> HD Radio 방식의 기본 사양

비교 사항	HD Radio			
	AM		FM	
사용 주파수 대역	중파		88~108Mhz	
대역 할당 방법	In-Band			
점유 대역폭	H:30Khz A:20Khz		H:140Khz A:400Khz	
오디오 코딩	PAC 기반 방식			
동시 방송	가능			
전송 방식	OFDM			
변조 방식	QAM		QPSK	
비트율	오디오	36	오디오	96
	데이터	1.2	데이터	48
비고				

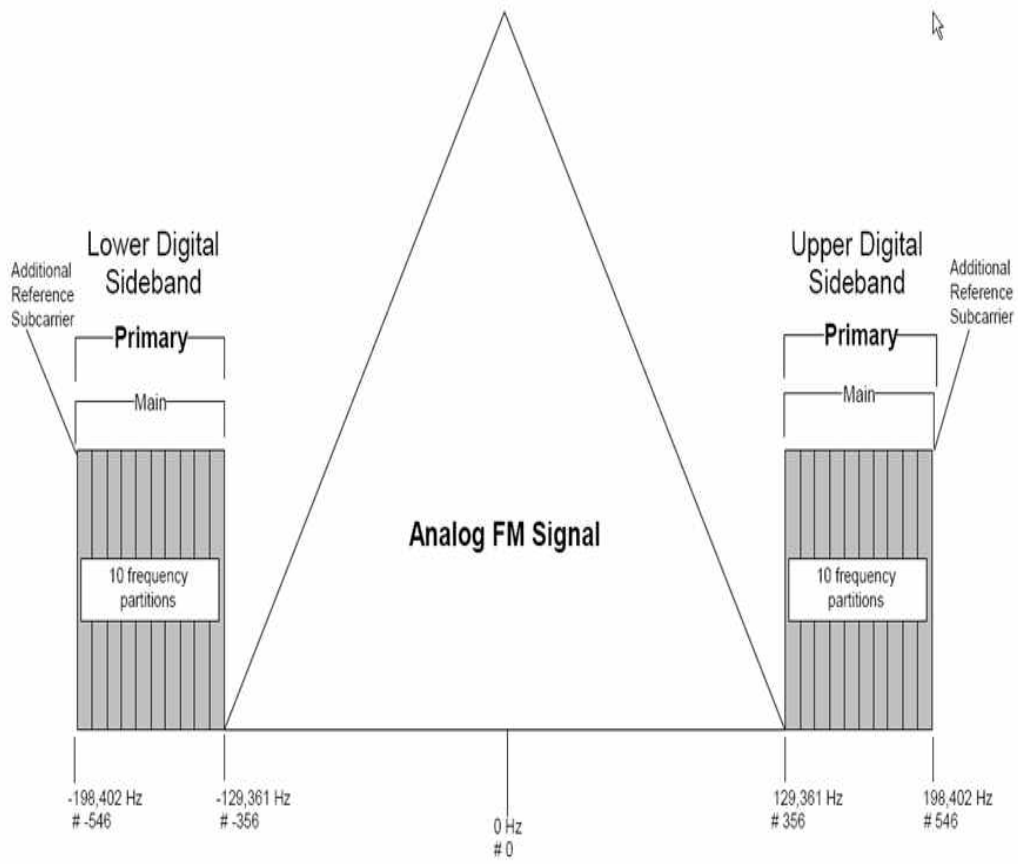
(1) 혼합(Hybrid) 모드

디지털 신호가 아날로그 FM 신호 외곽의 양측대역을 통해 송출되는 방식이다. 각 측대역의 강도는 아날로그 FM 신호 강도보다 약 23dB 낮게 전송된다. 아날로그 신호는 모노 또는 스테레오이며, 부가 서비스 채널(SCA)도 포함된다. 양측대역은 총 20개의 주파수 대역으로 구성되며 Primary Main 대역이라 불린다. 각각은 356에서 545, -356에서 -545 사이의 부반송파(subcarrier)에 할당된다.

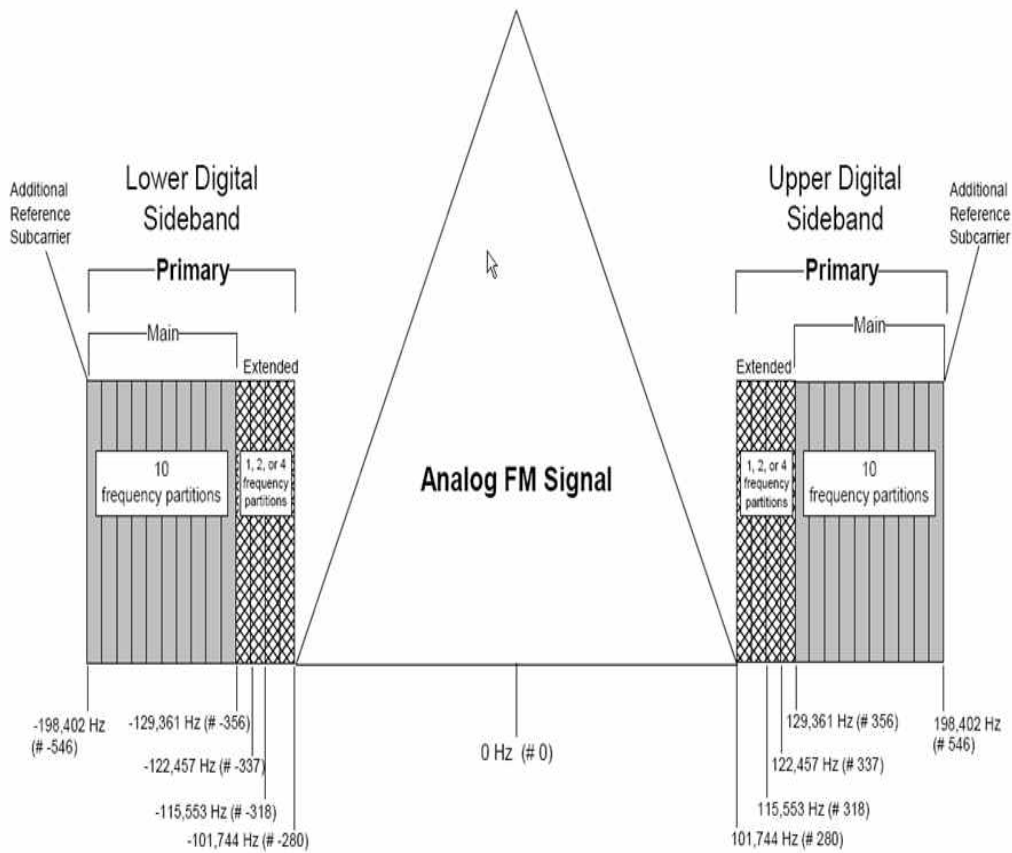
(2) 확장 혼합 (Extended Hybrid) 모드

Extended Hybrid 모드에서는 Primary Main 대역에 Primary Extended 대역을 추가로 할당하여 디지털 전송 신호의 대역폭을 확장한 모드이다. 추가된 Primary Extended 대역은 기존의 아날로그 FM 대역 안쪽으로 놓이게 된다.

Extended Hybrid 모드는 서비스 모드에 따라 1개, 2개, 혹은 4개의 새로운



<그림 3-24> Hybrid 모드의 주파수 스펙트럼 형태



<그림 3-25> Extended Hybrid 모드의 주파수 스펙트럼 형태

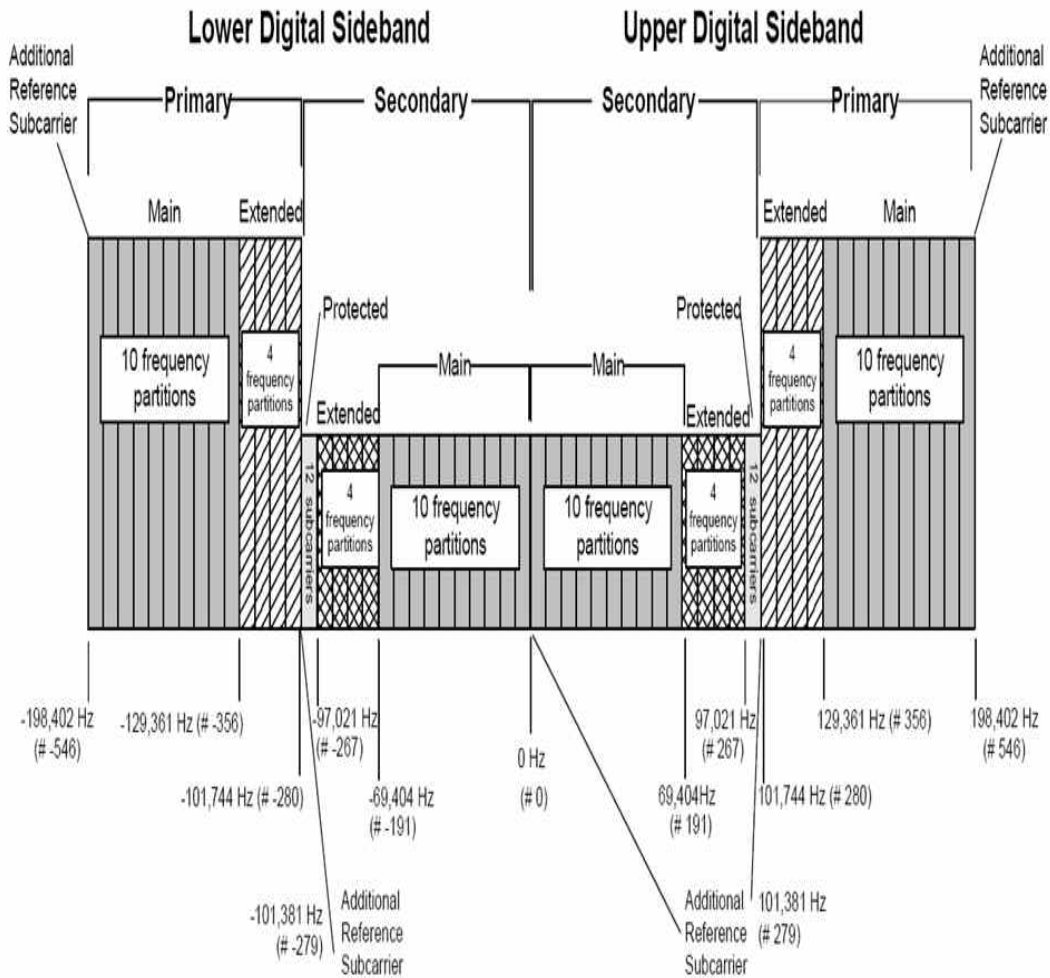
디지털 서비스용 주파수 대역이 기본 Primary Main 대역 안쪽에 추가되는 방식으로, 337에서 355(1개 주파수 대역), 318에서 355(2개 주파수 대역), 280에서 355(4개 주파수 대역)을 포함하게 된다. <표 3-15>는 확장 혼성 모드의 위쪽과 아래쪽의 기본 사이드밴드를 요약한 것이다.

<표 3-15> 확장 혼성 모드 개요

Sideband	주파수 대역의 수	주파수 대역 순서	부반송파 범위	부반송파 주파수 (중앙부터 Hz)	주파수 대역폭 (Hz)	비고
Upper Primary Main	10	A	356 to 546	129,361 to 198,402	69,041	부가적 참조 부반송파 546 포함
Lower Primary Main	10	B	-356 to -546	-129,361 to -198,402	69,041	부가적 참조 부반송파 -546 포함
Upper Primary Extended (1 frequency partition)	1	A	337 to 355	122,457 to 128,997	6,540	none
Lower Primary Extended (1 frequency partition)	1	B	-337 to -355	-122,457 to -128,997	6,540	none
Upper Primary Extended (2 frequency partitions)	2	A	318 to 355	115,553 to 128,997	13,444	none
Lower Primary Extended (2 frequency partitions)	2	B	-318 to -355	-115, 553 to -128,997	13,444	none
Upper Primary Extended (4 frequency partitions)	4	A	280 to 355	101,744 to 128,997	27,253	none
Lower Primary Extended (4 frequency partitions)	4	B	-280 to -355	-101, 744 to -128,997	27,253	none

(3) 전 디지털 (All Digital) 모드

기존의 아날로그 방송대역을 전부 디지털 방송 신호로 대체하는 모드인 All Digital 모드는 Primary Digital 측대역을 완전히 확장하여 아날로그 신호의 빈 대역에 낮은 전력의 Secondary Digital 대역을 추가하여 만들어진다.



<그림 3-26> All Digital 모드의 주파수 스펙트럼 형태

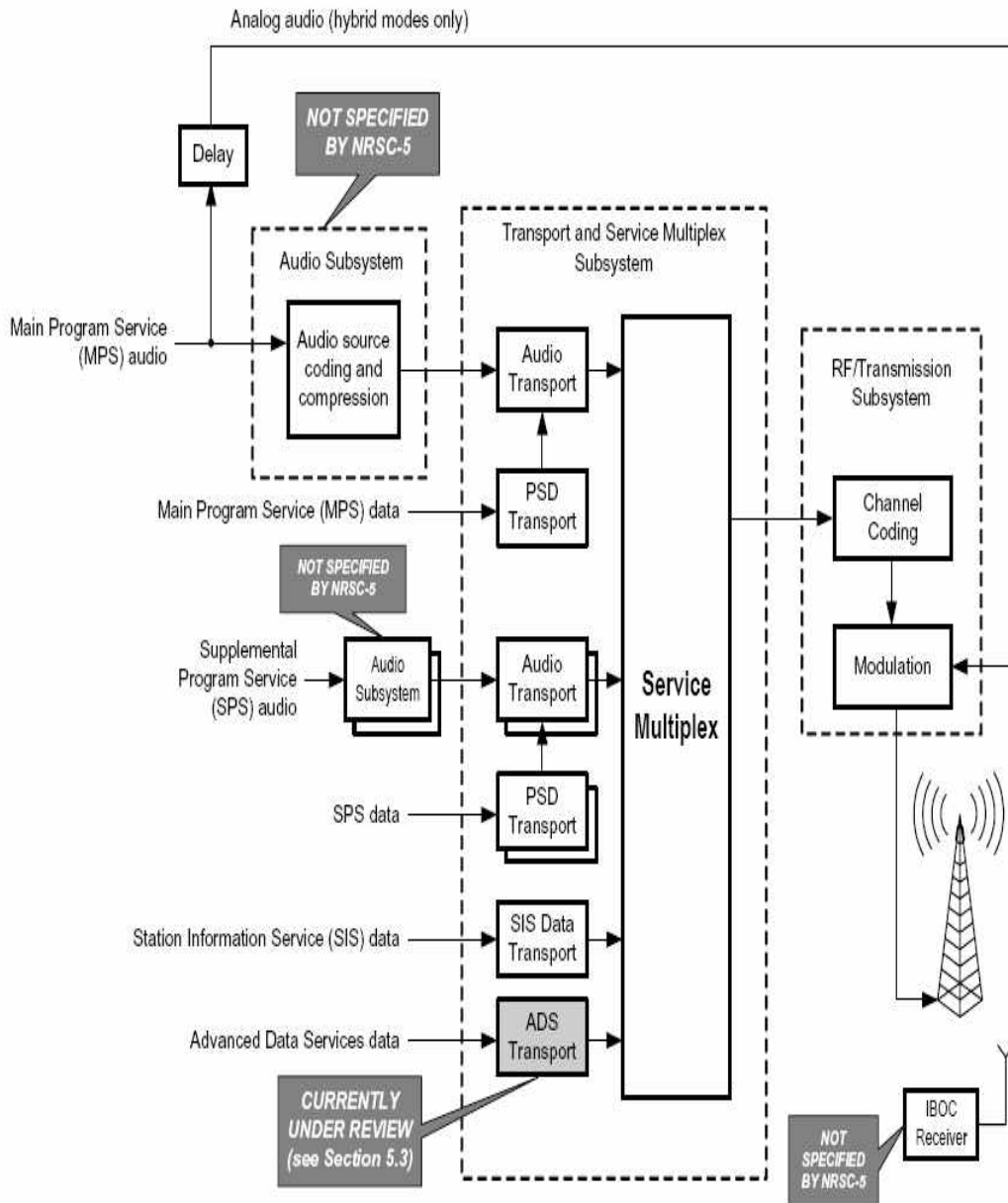
Extended Hybrid 모드에서 지원하는 10개의 Primary Main 대역과 4개의 Extended 대역에다가 기존의 아날로그 대역에 각각의 10개의 Secondary

Main과 4개의 Extended 대역을 더 추가하여 지원하는 모드이다.

각 Secondary 대역은 Additional Reference 반송파를 이용하여 보호 대역을 채널의 정중앙(0)과 Primary 대역과 경계부분에 위치하게 하였다.

나. HD Radio 송신 시스템

HD Radio 는 디지털 신호를 Primary와 Secondary 영역(All Digital 모드 일 경우)으로 구분하여 기존 아날로그 AM 및 FM 채널에 방송할 수 있는 방식으로 압축된 디지털 오디오 신호를 인터리빙, 오류 정정부호와 같은 기저대역 신호 처리 기술을 사용하여 전송채널에 안정적인 수신을 보장하고, 기존의 아날로그 신호와의 간섭을 최소화 할 수 있도록 한다. 오디오 및 데이터 정보 신호를 멀티플렉싱하여 Punctured convolution 부호화 후 시간 및 주파수 영역에서 diversity 이득을 얻도록 인터리빙을 시킨 다음 QAM(BPSK, QPSK, 16-QAM 및 64 QAM) 변조를 한다. 최종적으로 OFDM 변조된 RF 신호를 기존의 아날로그 방송신호와 blending을 시켜 전송하게 된다. 이 blending 기법을 통하여 HD Radio는 기존의 방송 대역이 그대로 유지되기 때문에 이동시 또는 일반적인 정지 기간 동안에 수신 성능을 보다 높일 수 있도록, 디지털 신호의 수신 감도가 떨어질 때 아날로그 신호를 대신 수신할 수 있게 된다.



<그림 3-27> HD Radio의 송신 시스템 블록 다이어그램

HD Radio 송신 시스템에서 사용하는 오디오 코딩 방법은 Perceptual Audio Coding (PAC)이다. FM 시스템에서는 96kbps의 비트율로 CD 음질의 스테레오 오디오를 수용하며 이를 위해 PAC는 향상된 분석필터뱅크를 사

용한다. 필터뱅크는 변화가 적은 오디오신호에 효율이 좋은 MDCT 필터뱅크와 오디오 신호가 급격히 변할 때 효과가 좋은 웨이브렛 기반 필터뱅크로 구성된다. 또한 PAC는 잡음 할당에서 향상을 기하기 위해 binaural과 interaural 마스킹을 채용하였으며, 개선된 다차원 양자화 기술을 적용 호프만 부호에 기반을 둔 효율적인 무잡음 부호화에 결합하여 사용한다.

HD Radio 송신 시스템에서 오류정정부호로는 complementary puncture pair convolutional channel coding (CPPCC)을 시간, 주파수 인터리빙과 결합하여 사용한다. 인터리빙은 페이딩 효과를 다수의 부호 심볼을 이용하여 분산시키며, 인터리빙의 폭을 깊게 할수록 전송성능이 좋아진다.

다. 기술 개발 현황

(1) 기술표준화

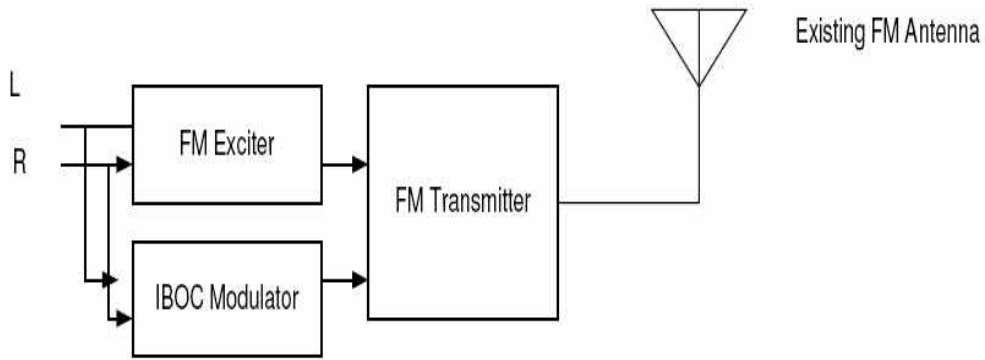
美 FCC가 디지털 라디오 표준안 마련에 본격적으로 착수한 1998년에 들어서 HD Radio에 관련한 개발 업체는 USADR(USA Digital Radio), LDR(Lucent Digital Radio), DRE(Digital Radio Express)의 3사로 압축되었다. 그러나 같은 해 10월 USADR사가 FCC에 CFP를 제출한 뒤, 1999년 DRE사는 HD Radio 시스템 개발을 포기했다. 그리고 2000년 8월 전송 방식 iDAB를 보유하고 있는 USADR과 오디오 압축 기술인 PAC(Perceptual Audio Coding) 기술을 보유하고 있는 LDR이 합병하여 iBiquity사로 탄생하였으며, 이를 계기로 HD Radio 시스템 개발이 단일화되었다.

현재 HD Radio는 In Band, On Channel의 방식으로서 오디오 코딩은 PAC에 기반을 두고, 전송 방식은 OFDM을 채택하고 있으며, 변조방식은 QAM 및 QPSK를 적용하고 있다.

(2) 방송 시스템

(가) Low level Combining

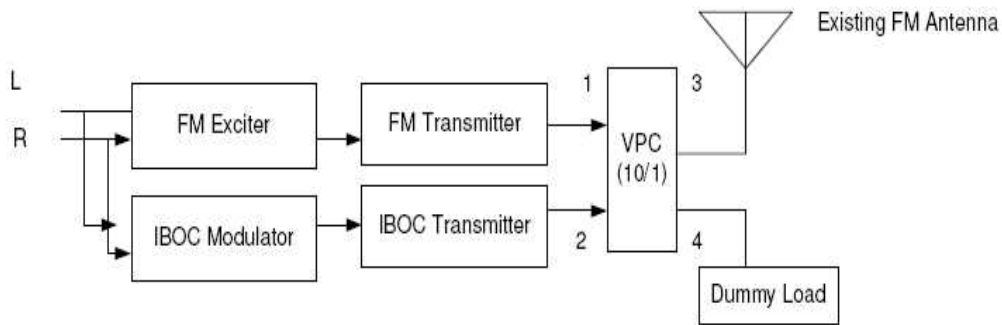
- o 송신출력 : 14kWatt 이하
- o Amplifier/Antenna 공유



<그림 3-28> Low Level Combining 송신방식 블록도

(나) High level Combining

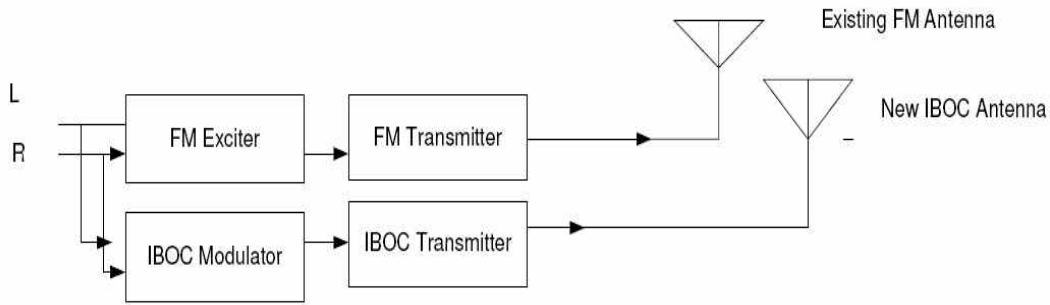
- o 송신출력 : 14kWatt 이상
- o Antenna 공유



<그림 3-29> High Level Combining 송신방식 블록도

(다) Separate Antenna

- 송신출력 : 14kW 이상
- 별도 Amplifier/Antenna 사용



<그림 3-30> Separate Antenna 송신방식 블록도

2. HD Radio 서비스 현황

HD Radio 방식은 미국에서 개발되어 2001년 8월에 시스템의 필드 테스트가 완료되었으며, 그 해 9월 NAB Radio에서 HD Radio FM에 대한 일반인의 최종 평가가 이루어졌다. 이러한 결과를 NRSC와 FCC에 제출하여, 2002년 중반에 HD Radio AM/FM에 대한 승인을 얻었고 2003년부터 송출을 시작하여 성공적으로 디지털 전환이 추진 중인 것으로 평가된다.

가. 서비스 도입배경

- 1990년
 - NRSC(National Radio System Committee)를 중심으로 디지털라디오 방송에 대한 인식을 갖기 시작하여, 기존 지역 라디오 방송국을 보호하며 지상파 전송방식을 지지하는 NAB(National Association of Broadcasters)와 위성 전송방식을 지지하는

EIA(Electronic Industry Association)의 두 그룹을 중심으로 연구가 시작되었다.

o 1996년

- Eureka-147 DAB, Eureka-147 DAB(SFN), AT&T IBAC(In-Band, Adjacent-Channel), VOA/JPL 시스템이 필드 테스트에 참가하였고, 모든 면에서 Eureka-147 DAB의 우수성이 입증되었으나, 기존 아날로그 라디오 방송의 반발로 기존의 AM, FM 주파수 대역에서 사용 가능한 독자적 기술 개발을 진행하게 되었다.

o 1998년

- NRSC DAB Committee가 재구성되면서 HD Radio 방식을 디지털 라디오 방송 방식으로 한정하였다.

o 2000년 8월

- USADR사(전송방식 iDAB를 보유)와 LDR사(오디오 압축 기술인 PAC(Perceptual Audio Coding) 기술을 보유)가 합병하여 iBiquity사로 탄생하였고 이를 계기로 HD Radio 시스템 개발이 단일화되었다.

o 2001년 8월~9월

- HD Radio 시스템의 필드 테스트가 완료되어, 9월 NAB Radio에서 HD Radio FM에 대한 일반인의 최종 평가가 이루어졌다.

o 2002년 중반

- 평가 결과를 NRSC와 FCC에 제출하여 HD Radio AM/FM에 대한 승인을 얻고 2003년부터 송출을 시작하였다.

나. FCC의 디지털 라디오 방송 정책 추진 현황

- 1999년
 - 디지털 라디오 규정 마련

- 2002년
 - AM과 FM 디지털 방송을 위한 미국의 유일한 솔루션으로서 HD Radio 승인

- 2004년
 - 분리 안테나 시행 승인

- 2005년
 - 실험적으로 멀티캐스팅 승인
 - 미국 텔레비전 방송 규격 심의회(National Radio Systems Committee)는 HD Radio TM 시스템 기반의 HD Radio 표준을 채택하게 된다.

- 2007년
 - 승인된 multicasting, datacasting, nighttime AM의 최종 규정을 채택하였다.

다. HD Radio 서비스 현황

- 2009년 4월 현재, 2,000여개 이상의 HD Radio 방송국이 방송 서비스 중에 있다. 거대 시장의 대규모 방송국들은 HD Radio 방송으로 전환하였고, 인구의 85%는 현재 HD Radio 방송 수신이 가능하다.

- 가장 대중적인 HD Radio Multicasting 서비스를 제공 중에 있으며 900개 이상의 방송국들은 HD2 또는 HD3 오디오 채널을 방송하고

있다.

- o HD Radio는 폭넓은 선택을 할 수 있는 다양한 채널을 제공하고, 잡음이 없는 음질 및 iTunes Tagging을 제공한다.
- o 600개 이상의 방송국이 현재 iTunes Tagging와 같은 데이터 application을 지원하고 있고, 100개 이상의 방송국은 실시간 교통 정보 및 내비게이션 서비스와 같은 다른 형태의 HD Radio 데이터 서비스를 지원한다.

1,876 On The Air	
241 Markets	
197 Top 200 Markets	
52 States Served (incl. DC & PR)	
Population Served	246M (85%)
Listeners Served	138M (48%)

1,005 Multicasts	
892 Stations	
168 Markets	
95 Top 100 Markets	
187 Broadcast Groups	
Population Served	204M (71%)
Listeners Served	87M (30%)

Rnk	Market	On	HD2	Rnk	Market	On	HD2
1	New York	30	16	26	Riverside, CA	5	2
2	Los Angeles	42	21	27	Sacramento	19	9
3	Chicago	39	21	28	Cleveland	15	9
4	San Francisco	27	17	29	Cincinnati	19	10
5	Dallas	33	17	30	San Antonio	19	5
6	Houston	29	15	31	Salt Lake City	16	10
7	Philadelphia	28	17	32	Kansas City	9	5
8	Atlanta	29	16	33	Las Vegas	11	7
9	Washington, DC	26	12	34	Orlando	17	11
10	Boston	27	17	35	San Jose	5	4
11	Detroit	27	16	36	Milwaukee	18	9
12	Miami	25	12	37	Columbus, OH	17	8
13	Puerto Rico	6	0	38	Middlesex, NJ	1	1
14	Seattle	30	18	39	Providence	11	3
15	Phoenix	22	11	40	Indianapolis	19	11
16	Minneapolis	19	12	41	Norfolk, VA	14	10
17	San Diego	14	8	42	Austin	13	11
18	Nassau-Suffolk	3	2	43	Raleigh-Durham	11	5
19	Tampa	22	16	44	Nashville	14	5
20	St. Louis	23	15	45	Winston Salem	10	10
21	Baltimore	14	7	46	West Palm Beach	13	9
22	Denver	31	13	47	Jacksonville	13	7
23	Portland, OR	15	9	48	Oklahoma City	12	5
24	Pittsburgh	14	11	49	Memphis	10	8
25	Charlotte	26	10	50	Hartford	12	8

<그림 3-31> HD Radio 방송서비스 현황



<그림 3-32> HD Radio 방송 커버리지 현황 (2009년 1Q)

(1) HD Radio 서비스 국가

HD Radio 는 미국에서 시작이 되어 유럽의 우크라이나, 아시아의 태국, 베트남 등 일부 국가에서 채택을 한 바 있으며, 도입을 위한 시험방송을 실시하는 국가들이 각 대륙별로 몇 개국씩 존재한다. HD Radio 미국의 서비스 추진 현황은 <표 3-16> 과 같다.

<표 3-16> HD Radio 서비스 국가

구분	방송 서비스	시험방송 서비스	도입 예정
유럽	우크라이나	프랑스, 라트비아, 폴란드, 스위스	오스트리아, 호주
미주/남미	미국	브라질, 캐나다, 멕시코, 푸에르토리코	아르헨티나, 칠레
아시아	태국, 베트남	홍콩, 인도네시아, 필리핀	
중동/아프리카		나이지리아	
대양주		뉴질랜드	

(2) 주요 국가별 HD Radio 도입 사례

○ 아르헨티나

- 2004년 부에노스아이리스에 FM HD Radio 시험방송 초기 시행하여 2007년 초, FM HD Radio 추가 시험방송을 시작하였다.

○ 브라질

- 2005. 9월, 최초 HD Radio 방송 서비스 실시 이후, 브라질의 약 25개 방송국은 3천만 인구 지역을 커버하는 HD Radio로 전환하였다.
- 2006년 방송사들은 “Brazilian Alliance for Digital Radio”를 설립하여 HD Radio기술 개발 촉진 및 지원하였고 ANATEL(브라질 라디오 운영 감독 규제기관)는 최종 정부 승인이 필요한 HD Radio 시험방송을 실시하였다.
- 2008. 12월, Minicom(브라질 통신부)은 약 3년 6개월 간 미국 DR(Digital Radio) 표준 HD Radio 기술의 도입 가능성을 지지하

던 입장을 철회하였다..

o 캐나다

- 2006. 9월, 캐나다 방송사(CBC)는 Toronto 및 Peterborough, Ontario의 송출에 초점을 맞추어 HD Radio 시험서비스를 시작하였다. 캐나다 라디오 텔레비전 원거리 통신 위원회(CRTC)는 Public Notice CRTC 2006-160에 따라 HD Radio 운영을 허가하기 위해 디지털 라디오 정책을 개편하였다.

o 콜롬비아

- 2008년 초기에 Caracol Radio는 AM과 FM 대역에서 HD Radio 시험방송을 시작하였다.

o 중국

- 2008. 2월말, 베이징에서 중국 최초 HD Radio 시험방송 실시하였으며, SARFT (State Administration of Radio, Flim & Television)주재로 다단계의 시험 방송을 실시 중이다.

o 독일

- 2007. 12. 3일, Radio Regenbogen은 정부의 시험인증기관에 의해 Heidelberg에 102.8MHz 대역의 HD Radio 방송을 시작하였다.

o 인도네시아

- MW-AM 및 VHF-FM은 Jakarta와 Surabaya에서 각각 시험방송 실시하고 있다.

o 멕시코

- 미국의 경계로부터 320km 이내, 모든 멕시코 라디오 방송은 HD Radio 기술을 사용하여 AM과 FM 대역의 프로그램 송출을 허가

하여 약 9개의 멕시코 AM과 FM station은 미국과 멕시코의 경계에 HD Radio 기술을 운영하고 있다.

- 2008. 6월에 Grupo Imagen은 멕시코 시티에서 XHDL과 XEDA의 HD Radio 방송을 시작하였다.

o 뉴질랜드

- Auckland 주의 Sky tower에서 106.1MHz 대역의 시험방송이 성공함에 따라 2006. 12월 라디오 방송국 협회(RBA)는 HD Radio 기술의 시범서비스를 시작하였다.

o 필리핀

- 2005. 11. 9일 최초 HD Radio station은 방송을 시작, 2007. 11. 11일 필리핀 통신 위원회는 FM 디지털 라디오 방식을 HD Radio로 결정하였다.

o 스위스

- 2006. 4월, Radio Sun Shine와 Ruoss AG는 Lucerne에서 VHF 시험방송을 시작하였다.

o 태국

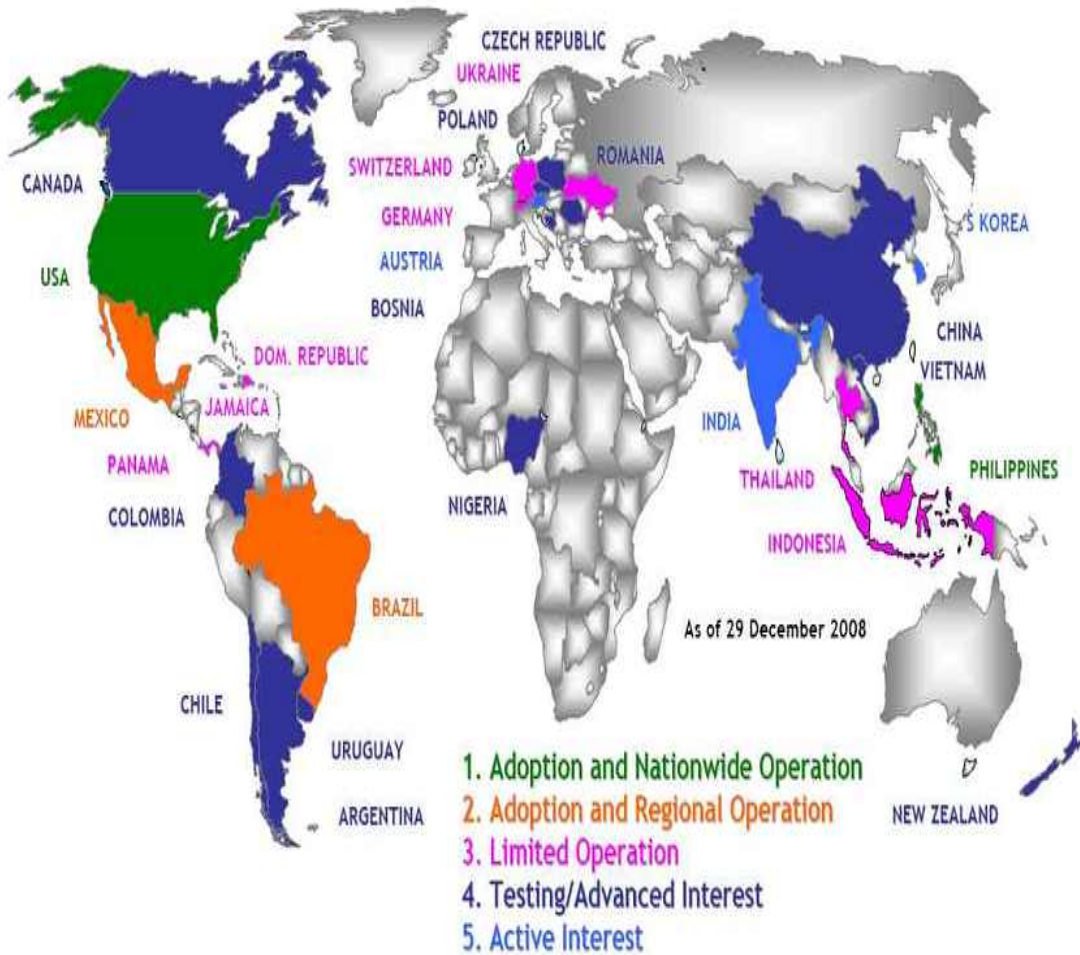
- 2006. 3월, 공공 버스에 HD Radio 수신기들을 설치하여 방콕지역의 많은 통근자를 대상으로 공공 라디오 방송서비스를 시작하였다.

o 우크라이나

- 2006. 10월, Kiev의 최초 FM HD Radio 방송사들은 우크라이나 라디오 그룹이 운영하는 두 개의 FM 채널 방송을 시작하였다.

o 베트남

- 2008. 6월, VOV(Voice of Vietnam)는 HD Radio 기술 표준제정을 위해 Hanoi에서 multicasting, AM 및 FM HD Radio 송출을 시작하였고 2009. 2월, VOV와 아시아태평양 방송연합(ABU)과의 합작 시범서비스가 Hanoi에서 실시되었으며, 본 시범서비스는 2009년 현재 Hanoi와 HoChi Minh City에서 지속되고 있다.



<그림 3-33> HD Radio 보급 현황

(3) HD Radio Royalties (특허 사용료)

- o iBiquity사는 HD Radio 시스템의 개발자로 송수신 장비를 제조하지 않으나, 제조 파트너 사에게 iBiquity사의 기술 면허를 허가하였다. iBiquity사의 모든 수익은 특허, 저작권, 상표 및 업무상 비밀(trade secrets)에 대한 권리를 포함하는 지적 재산 가치에 있고 모든 지적 재산권에 대하여 단순 특허권 사용료를 청구한다. 미국 이외에서 exciter와 HD Radio 송신기를 판매하는 경우, 제조사들은 iBiquity 사에게 장비판매에 대한 특허 사용료를 지불하고, 방송사들은 직접적인 지불을 하지 않는다. 양도 면허는 HD-1, HD-2 및 HD-3의 기본 HD Radio 시스템을 포함, 이 3개 채널에 관련 PSD(프로그램 서비스 데이터) 서비스를 추가하였으며 어떤 비용도 방송사에게 부과되지 않는다.
- o 모든 디지털 시스템은 지적 재산 소유에 대한 몇 가지 형태를 가지고 있다. 각각은 특허권 사용료의 일부를 산정하는데, 예를 들어, DRM exciter에 대한 특허권 사용료는 HD Radio exciter에 부과된 것보다 훨씬 더 크다. 송신기 제조업체가 HD Radio exciter를 구축하기 위해 iBiquity에 의한 면허 허가를 원할 경우, iBiquity사는 제조업체에게 reference design, 많은 기술 정보 및 제품 운송에 대한 도움을 제공한다.
- o iBiquity사는 방송사들에게 추가 수익을 가져오는 어플리케이션과 서비스개발을 지속하고 있으며 방송사들 및 제조 파트너사와의 협력을 통해 합리적인 조건으로 이 어플리케이션과 서비스를 가능토록 하고 있다.
- o 각각의 칩과 수신기 판매에 부과되는 칩, 수신기에는 특허료가 있다. 수신기의 총 판매 비용 퍼센트에 따라 특허료가 부과되며, 특허

료는 매우 작다. 이 특허료는 수신기 가격을 바탕으로 높거나 낮게 조정되며 정확한 양은 수신기 제조 파트너 사들에 의해 공개된다.

3. 시장 동향

HD Radio 는 2003년 상용서비스를 시작한 이래 비교적 빠른 속도로 보급이 되고 있으며, 자동차 회사, 대형 유통점들과의 연계 및 단말기 구입 보조금 지원 등에 힘입어 더욱 가속화 되고 있는 것으로 파악되었다.

가. HD Radio 수신기 유형별 제조사 현황

미국 디지털 라디오 표준으로 채택된 HD Radio 서비스에 대응하는 단말기들은 미국제조사들뿐 아니라 일본, 유럽 등 여러나라에서 다양한 종류의 단말기를 출시하고 있다. 특히 삼성전기, 광성전자, LG 등 국내 업체들도 단말기 및 수신기 칩셋을 제작하여 수출하고 있다.

<표 3-17> HD Radio 수신기 유형별 제조사

구분	제조사
Automotive (Aftermarket & Factory Installed)	Alpine, Autonet, Clarion, Continental, Delphi, DICE Electronics, Dual, Fujitsu 10 / Eclipse, Harman Becker, Kenwood, Metra Electronics Corp., Mitsubishi Electronic, Panasonic, Pioneer, Sanyo, Visteon
A/V Components	Denon, Harman Kardon, Onkyo, Marantz, McIntosh, Rotel, Sangean, Yamaha
Custom	Audio Design Associates(ADA), AudioScience, Colorado VNet, DaySequerra, Elan HS, Magnum Dynalab, NuVo, Russound
Full CE	Binaura, Boston Acoustics, Cambridge SoundWorks, Crosley, Directed, FreePlay Energy, Griffin Technology, JVC, Niles Audio, Panasonic, Pioneer, Polk Audio, Radiosophy, Sangean, Sanyo/SFC, Tech Time Technologies

Modules / Components / S/W		
	Tuner	Alps, LG Innotek, Mitsumi, Sanyo, Sanshin, Toko
	Modules	Ace Technology, Kensen Technologies, Kiryung, Kwang Sung Electronics, LG Innotek, PowerTech Industrial, Samsung, Toko
	Applications	Elektrobit
	Design/Software	Kensen Technologies
	OEM/ODM	Kiryung, Wistron NeWeb Corporation(WNC), Aeonpower International Co., Ltd, A-MAX Technology Co., Ltd, C&C Tech Co. Ltd., City Electronics, Dahaam e-Tec Co., Ltd., Dongguan Alllike Electronics Co., Ltd, Elytone Electronic Co., Ltd., Freeway China Ltd, For You Electronics, Hip Shing Electronics Ltd., iLab, Intelligent Micro Electron Co., Ltd., Jazz Hipster Corporation, Namsung Corporation, Ngai Lik Digital Technology Limited, Opus A&T, Orient Power, RockRidge Sound, Sangean, Skypine Electronics (Shen Zhen) Co., Ltd., Soundmax Electronics Ltd., Tonic Digital Products Limited, Zylux Acoustics

나. HD Radio 수신기 판매업체 현황

- 현재 HD Radio 수신기는 인터넷 판매와 미국 내의 여러 대형 할인 마트를 포함하여 14,000여개 이상의 업체에서 판매 중에 있다.



<그림 3-34> HD Radio 수신기 판매업체

다. HD Radio 수신기 장착 자동차 제조사 현황

자동차 문화가 발달한 미국에서 디지털 라디오가 성공적으로 보급되기 위해서는 자동차에 탑재되는 것이 중요하다고 판단되었다. 이에 따라 벤츠, BMW 등을 비롯한 유수의 자동차제조업체에서는 HD Radio 수신기가 탑재된 자동차를 출시하고 있다. 최근 현대자동차에서 수출되는 제네시스에 HD Radio 수신기가 탑재되고 있다.



<그림 3-35> HD Radio 수신기 장착 자동차 제조사

라. HD Radio 수신기 현황

표 3-18 제조사 별 HD Radio 수신기

구분	제조사/모델명		부가기능	소비자가
Home/ Office		Accoustic Research ART7 Table-Top	MP3 iPod port	\$179.95
		iLuv i169 Table-Top	MP3 iPod port	\$189.99
		LG Electronics PC-12 Table-Top	CD MP3 iPod port	\$249.99
		Visteon HD Pulse Table-Top	-	\$199.99

AV System		DaySequerra M4.2R Componenet	-	\$2,795.00
		Integra DTR-8.9 Home Theartre	CD DVD MP3 iPod port	\$2,600.00
		Yamaha RX-Z11	iPod port	\$5,499.95
Car		Jensen Mobile VM8023HD Head Unit	CD DVD MP3 iPod port	\$449.00
		JDC Arsenal KD-AHD59 Head Unit	CD MP3 iPod port	\$199.95
		Pioneer GEX-P10HD Converter	-	\$120.00
Portabl e		Coby Electronics Corporation HDR-700	MP3	\$149.99
		Portable JVC KT-HDP1	MP3	\$149.99
		Plug & Play Visteon HD Jump	-	\$249.00
Margin e		Alpine CDA-9886M Marine Head Unit	MP3 iPod port	\$400.00

		Kenwood KTS-MP400MR Marine Head Unit	CD MP3 iPod port	-
		Sony CDX-M50IP Marine Head Unit	CD MP3 iPod port	\$199.00
iTunes Tagging		Gigaware 12-551 Table-Top	CD MP3 iPod port	\$129.99
		Insignia NS-HD3113 Table-Top	CD DVD MP3 iPod port	\$199.99
		Sony XDR-S10HDIP Table-Top	MP3 iPod port	\$179.00

마. 방송장비 동향

(1) HD Radio 방송장비 제조사 현황

HD Radio 방송장비들은 BE, Continental, Harris 등 세계적으로 우수한 방송장비제조사들이 개발을 완료하여 시장에 공급을 하고 있으며, 상세한 상황은 표 3-19와 같다.

<표 3-19> HD Radio 방송장비 제조사

방송 장비	제조사
HD Radio Exciters/Signal Generators	Broadcast Electronics (BE), Continental Electronics, Continental Lensa, Elettronika S.r.l, Harris, Nautel, RVR Electronica, Rohde & Schwarz
Advanced Service Equipment (HD Radio Importers/Data Generators)	Broadcast Electronics (BE), Harris, Nautel, Prophet Systems innovations
HD Broadcast Monitors	Audio Design Associates, Audemat-Aztec, Belar, DaySequerra, Deva Broadcast, Inovonics
Transmission Equipment Development Partners	
Transmitters	Armstrong Transmitter, Broadcast Electronics, Continental, Continental Lensa, Elettronika S.r.l, Harris, Nautel, RVR
Studio Transmitter Links	Broadcast Electronics, Harris, Moseley Associates
Antennas	Dielectric, ERI, Jampro RF Systems, Inc., MYAT, Shively Labs
Combiners & Filters	Dielectric, Jampro RF Systems, Inc., ERI, MYAT, Shively Labs
Audio Processors	Inovonics, Orban, QEL, Telos/Omnia
Data Traffic Partners	Traffic.com, e-Radio, NAVTEQ, TeleAtlas, ClearChannel Traffic, TrafficCast, SmartRoute Systems, Shadow Broadcast Services
Program Associated Data/Program Service Data Support	ARCTIC PALM, DALET Digital Media Systems, D.A.V.I.D Systems, DataPlus, dMarc Broadcasting, ENCO Systems, Inc., omt technologies, Prophet Systems innovations, The Radio Experience, RCS, Scott Studios, Unique Interactive



<그림 3-36> NAB 2009에 출품된 HD Radio 방송시스템 (Neutel)

(2) 기타 HD Radio 기술 및 현황 관련 사항

- o Multicasting : HD1 외에 HD2, HD3 등 오디오 채널 추가가 가능하고 현재 미국에서 1,000여개의 추가 오디오 채널이 방송되고 있다.
- o iTunes Tagging : 라디오 청취 중 Tag 버튼을 누르면 해당 노래에 대한 구매 정보가 저장되어 iPod 서비스를 통해 노래를 구매할 수 있으며, 방송사는 이에 대한 수수료를 받는 형태의 수익모델을 가지고 있다.
- o Traffic and Navigation Based Services : 실시간 교통정보 및 위치 기반 서비스 제공이 가능하고, 현재 Clear Channel과 Navteq에서 서비스를 준비 중에 있다.

- o Conditional Access : 암호화는 HD Radio FM 방송국이 보호 오디오 및 데이터 콘텐츠 전송을 가능하게 하고, 수신기 등록 및 타겟 서비스에 대한 메카니즘 제공을 가능하게 한다.
- .
- o 2009년 4월 현재 개발 중인 HD Radio 서비스들은 다음과 같다.
 - Expanded Tagging
 - Synchronized Image Support
 - Electronic Program Guide
 - Emergency Alerts
- o 76-88MHz 대역에서 HD Radio 적용 가능성
 - 현 HD Radio 기술규격이 76-88MHz 대역을 지원하지 않지만, 제조업체에서 익사이터 제어 소프트웨어를 조정하면 가능할 것으로 예상된다. 현재 iBiquity사에서 제공하는 수신기 모듈은 76-88MHz 대역을 지원하지 못하고 있으나, 수신기 개발용 소프트웨어 키트 (software development kits)를 개선하면 가능할 수 있으며, 당사의 수신기 모듈을 사용하지 않고 상용 칩셋을 사용하여 자체적으로 수신기를 제조하는 회사도 이 부분을 지원할 수 있을 것으로 예상된다.
- o 미국은 2003년 HD Radio 방식으로 디지털라디오 서비스를 개시한 이래 많은 방송사들이 디지털로 전환하여 방송을 실시하고 있다.
 - NPR (National Public Radio)은 공영방송이 원활하게 라디오 방송 서비스를 실시하는 데 관심이 많다. 특히 디지털 전환 시에 본방송 구역뿐만 아니라 디지털 라디오 서비스 구역 외곽지역에서의 인접 채널 및 동일채널간섭 영향에 대해 분석을 진행하고 있다. 현재 미국 내에서 디지털라디오 방식을 채택한 NPR 회원사들은 2개 이상의 디지털 라디오 채널을 방송하고 있으며, 디지털 전환으

로 부가적인 채널을 얻는 것에 만족하고 있다.

특히 아날로그 방송에서는 공영 라디오 방송 채널이 매우 부족하였으나 이를 디지털라디오를 통해 일부나마 해결 할 수 있었다. HD Radio 방식을 도입함으로써 해서 2~3개의 신규채널을 얻을 수 있으나 NPR 입장에서는 더 많은 신규채널을 얻기를 희망하고 있으며, 호주의 예에서 보듯이 별도의 주파수를 할당받아 많은 부가채널을 받는 모델에 대해서도 관심이 있다.

- 향후 약 5~10 년 정도는 아날로그와 디지털방송 동시방송이 실시될 것으로 예상하고 있으며, 완전 디지털 전환에 대한 방안 등에 대해서는 이제 논의를 시작해야 한다는 필요성만 공감하고 있는 단계이며, 조만간 미국 내에서 논의가 시작될 것으로 전망된다.

o HD radio 방송의 수신율

- HD radio 방송에서 주요 이슈는 실내수신율이며 NPR에서 디지털라디오 실내수신율이 아날로그 수신율대비 50% 정도라고 파악, 이러한 문제점을 해소하기 위해 최근에 디지털라디오 송출전력을 10dB 증가시키는 실험을 진행하고 있다.
- NPR에서는 수신전력을 높여 디지털라디오의 실내수신 등 수신율을 증가시키는 것에는 긍정적으로 생각하고 있으나, 출력증강에 따른 서비스 외곽지역에서의 혼신증대에 대해서는 매우 우려하고 있으며, 이러한 점을 종합적으로 검토하여 FCC에 테스트 결과를 보고할 예정이다. 또한, 실내수신율 등 수신율의 증가시키는 방안으로 사이드 밴드의 전력을 비대칭적으로 증가시켜 인접채널 간섭을 감소시키는 방안, 디지털 방송신호만 동일채널 중계기를 사용하여 전력을 증가시키는 방안과 수신기의 수신감도를 증가시키는 방안 등을 검토하고 있다.

<표 3-20> 디지털 라디오 방식별 비교

	IBOC	Eureka-147	DRM	DRM+
Frequency band	AM:MF FM:88~108MHz	Band-I, II, III, IV, L-Band	<30MHz	<120MHz
Occupied BW(KHz)	AM:30(H ¹), 20(A ²) FM:140(H), 400(A)	1536	4.5/5/9/10/18/20	100
Audio coding	PAC ³	MUSICAM -24KHz:Mpeg-1 AL II -48KHz:Mpeg-2 AL II	AAC/CELP/HXVR +SBR	- AAC/CELP/HXVR +SBR -MPS 5.1/7.1 ch
Transmission scheme	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM
Used subcarriers	AM:105, FM:1093	192/384/768/1536	288/256/176/112 ⁵)	-
Subcarrier spacing(Hz)	AM:181.7, FM:726.74	1/2/4/8 (KHz)	41.67/46.88/68.18/107.14	447.1
Modulation	AM:2/4/16/64QAM FM:QPSK	$\pi/4$ -DQPSK	4/16/64QAM	4/16QAM
Channel coding	CPPCC ⁴	Punctured CC R=1/4,3/8,1/2,3/4	-Punctured CC based MLC	-Punctured CC based MLC - RS+CC for packet
Datarate(kbps)	AM:36(AU), 1.2(DA) FM:96(AU), 48(DA)	1152(PL3)	20-24(9~10KHz)	35 -190
SFN	가능	가능	가능	가능

제 3 장 라디오방송기술 분석 및 개정방안

1. 현행 라디오방송기술기준 분석

라디오 방송에 대한 기술기준은 전파법(이하 “법”이라 한다) 제37조(방송표준방식), 제45조(기술기준), 제47조(안전시설의 설치), 제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등)에 따라 무선설비의 기술기준을 규정함을 목적으로 제정되었다. 또한 현재의 기술기준은 방송통신위원회에 의해 2009년 11월 5일자로 고시된 것이다.

이 중 FM 방송에 대한 규정은 “제5장 업무별 무선설비의 세부 기술기준”, “제1절 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준” 중 “제27조(초단파(FM)방송용 무선설비)”에 규정되어 있다.

이를 참조하여 디지털 라디오 기술기준을 마련한다면 다음의 사항들이 고려되어 포함되어야 할 것이다.

참고로 FM 디지털 라디오는 크게 3가지 방식으로 구별할 수 있으며, 조사된 바와 같이 DAB(DAB+ 혹은 DMB), HD Radio, DRM+ 등이 있다.

2. DAB+ 대상 디지털라디오 기술기준 개정 방향

DAB 와 기본 전송시스템을 공유하는 DMB는 이미 2005년 12월부터 국내에서 상용서비스가 실시되고 있으며, 라디오 매체가 아닌 신규방송매체로서 이에 대한 기술기준이 확보되어 있으며, 무선설비규칙 제29조 “지상파 디지털멀티미디어 방송용 무선설비”에 규정이 되어있다.

앞서 언급한 바와 같이 DMB는 라디오 방송 매체가 아닌, 신규의 이동멀티미

디어 방송매체로 규정이 되어 있으므로, FM 라디오에 대응한 디지털 라디오 매체에 대한 규정이 마련되어야, 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

가. DAB (DAB+, DMB)의 라디오로서의 활용근거

무선설비규칙 제2조 “정의” 62 항에는 DMB 에 대한 정의가 되어 있다. 구체적으로는 ““지상파 디지털멀티미디어방송(DMB)”이란 공중이 직접 수신할 수 있도록 할 목적으로 디지털 오디오, 비디오 및 데이터를 지상의 송신설비를 이용하여 초단파 대역에서 방송하는 것을 말한다.”로 되어 있다. 또한 63항에 ““지상파 디지털멀티미디어방송(DMB) 오디오 서비스”란 지상파 디지털 멀티미디어 방송에서 오디오를 제공하는 서비스를 말하며, 오디오 신호 외에 보조 영상 신호, 보조 데이터 신호 또는 이들의 조합으로 구성할 수 있다.” 와 같이 정의되어 있어, 현재도 라디오(오디오)방송서비스를 위해 DMB 가 일부 활용되고 있다.

따라서 DAB (DAB+, DMB) 에 대한 정의가 무선설비규칙 제2조 “정의” 에 포함되어야 할 것이며, “지상파 디지털오디오방송(안) (DAB, DAB+ 혹은 DMB를 일컫음)”이란 공중이 직접 수신할 수 있도록 할 목적으로 디지털 오디오 및 데이터를 지상의 송신설비를 이용하여 초단파 대역에서 방송하는 것을 말한다.” (안) 이 그 예가 될 수 있다.

나. 라디오 주파수 (채널) 배치

무선설비규칙 [별표 19]에 DMB 서비스를 위한 채널들이 174.512 - 214.736 MHz 사이의 주파수를 대상으로 할당되어 있다. 그러나 이 대역은 비디오 서비스를 포함한 종합 이동 멀티미디어 서비스를 위한 것이고, DAB (DAB+, DMB) 방식을 이용한 디지털 라디오 서비스를 위해서는 추가의 채널이 필요할 것이다. 이를 위해 디지털 라디오 방송 서비스의 목표 품질, 수용 채널 수 등과 가용 채널 등을 고려하여 방송 대역을 제시해야

할 것이다.

다. 오디오 압축 부호화 방식

무선설비규칙 제29조 2항에 오디오 신호에 대하여 규정을 하고 있으며, 오디오 신호의 압축 부호화 형식 및 비트율 등이 포함된다. 현재의 부호화형식은 ISO/IEC 11172-3(MPEG-1 Audio Layer II) 또는 ISO/IEC 13818-3 (MPEG-2 Audio Layer II)와 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4 BSAC Audio)를 따르도록 하고 있다. 또한 오디오 신호 대역에 대해 20KHz 이하, 표본화 주파수 상한을 48KHz 이하, 표본당 비트 수 24 이하 및 비트율에 대해 최대, 최소값을 각각 912-112KBPS, 256-64KBPS 로 규정하고 있다.

그러나 AAC+를 오디오부호화 방식으로 채택한 DAB+ 표준을 적용한 서비스를 2009년 8월부터 호주가 상용서비스를 개시하였으며, 영국 역시 DAB+를 채택하여, DAB 서비스와 병행하여 제공하고 있다.

국내의 경우에도 오디오서비스를 위한 오디오 부호화 방식 변경이 필요할 것이다. 이 부호화 방식의 후보로서는 현재의 DMB 비디오 서비스에 포함되어 있는 MPEG-4 BSAC 과 DAB+에 포함되어 있는 MPEG-4 AAC+ 등이 가능할 것이다. 다만 이에 대해서는 방송계 및 단말제조사 등의 전문가들이 참여한 별도의 논의 과정이 필요할 것이다.

라. 제한수신

유료서비스와 기타 목적의 제한적 수신을 위한 제한 수신기술에 대한 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

마. 다중화 조건

오디오와 데이터 서비스를 다중화 하기 위해서 서비스 컴포넌트 단위로 제한 수신 기능을 부가할 수 있어야 한다. 상세한 다중화 형식은 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

바. 오류정정 및 분산

전송과정에서 발생될 수 있는 오류를 정정할 수 있는 오류정정을 위해서는 Convolutional Code 가 적용되며, 부호화율이 가변 가능하여야 한다. DMB 및 DAB+ 방식인 경우 Reed Solomon Code 가 추가로 적용된다. 또한 신호분산을 위해서는 시간 인터리빙(Time Interleaving)과 주파수 인터리빙(Frequency Interleaving)이 적용된다.

또한 FIC (Fast Information Channel) 에는 수신기에서의 신속한 복호화를 위해 주파수 인터리빙만이 적용된다.

사. 변조도 및 송신조건 외

대역 외 발사강도에 대한 규정이 무선설비기술기준 제29조 8항에 다음과 같이 정의되어 있다.

(1) 변조된 신호의 주파수 대역폭은 1.536MHz로 할 것

(2) 발사전파의 형식은 G7W일 것

(3) 변조는 $\pi/4$ -DQPSK 방식이고, 전송은 OFDM 방식으로 할 것

(4) 유효 전송 속도는 0.8 Mbps 이상 1.7Mbps 이하로 할 것

(5) 전송 프레임의 형식은 “지상파 디지털멀티미디어방송 송수신 정합 표준”에서 규정하는 방식을 따를 것

(6) 송신장치의 기술적 조건

(가) 대역외 방사강도는 다음 조건을 만족할 것

○ 그림 3-37과 같이 4kHz의 분해대역폭(RBW)으로 측정한 경우에 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.97\text{MHz}$ 에서 -71dB 이하이며, 중심주파수로부터 $\pm 1.75\text{MHz}$ 에서 -106dB 이하일 것. 다만, 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 경우 그림 3-38과 같다.

○ 제98조제6항의 중계용 특정소출력무선기기인 경우, 그림 3-39와 같이 4kHz의 분해대역폭(RBW)으로 측정한 경우에 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.97\text{MHz}$ 에서 -56dB 이하이며, 중심주파수로부터 $\pm 1.75\text{MHz}$ 에서 -73dB 이하일 것. 다만, 연속한 3개의 채널을 수용한 6MHz 통합 중계용 특정소출력무선기기인 경우에는 그림 3-40과 같으며, 다음의 조건을 만족할 것.

- A채널의 중심주파수로부터 -1.75MHz에서 -73dB 이하이고, 중심주파수로부터 -0.97MHz에서 -56dB 이하이며, $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 +0.864

MHz에서 -40dB 이하일 것

- B채널의 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.864\text{MHz}$ 에서 -40dB 이하일 것

-6 C채널의 중심주파수로부터 -0.864MHz 에서 -40dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이며, 중심주파수로부터 $+0.97\text{MHz}$ 에서 -56dB 이하이고, 중심주파수로부터 $+1.75\text{MHz}$ 에서 -73dB 이하일 것

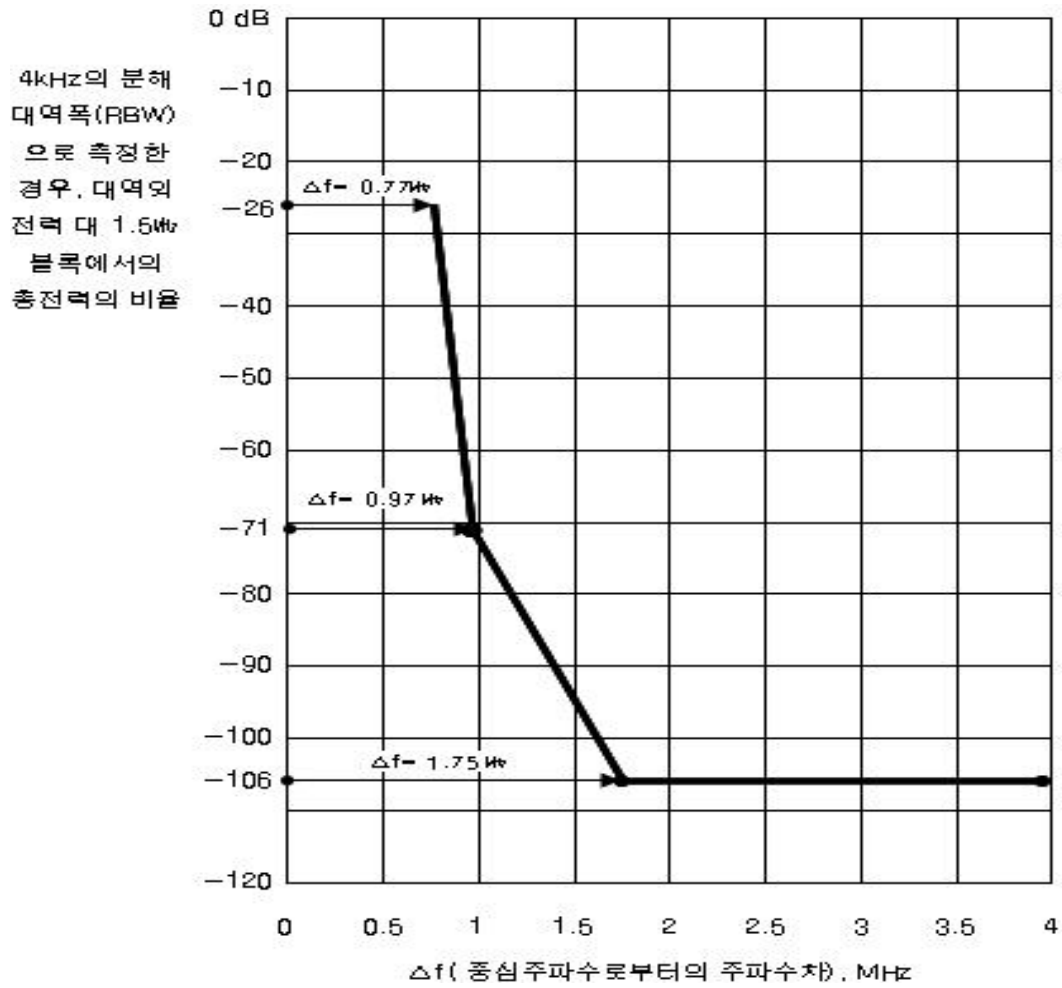
(나) 첨두전력 레벨은 평균 전력 레벨의 13dB 이상을 초과하지 않을 것

(다) 신호대잡음비는 길쌈부호율 0.5일 때 별표 18을 기준으로 편차가 1dB 이내일 것

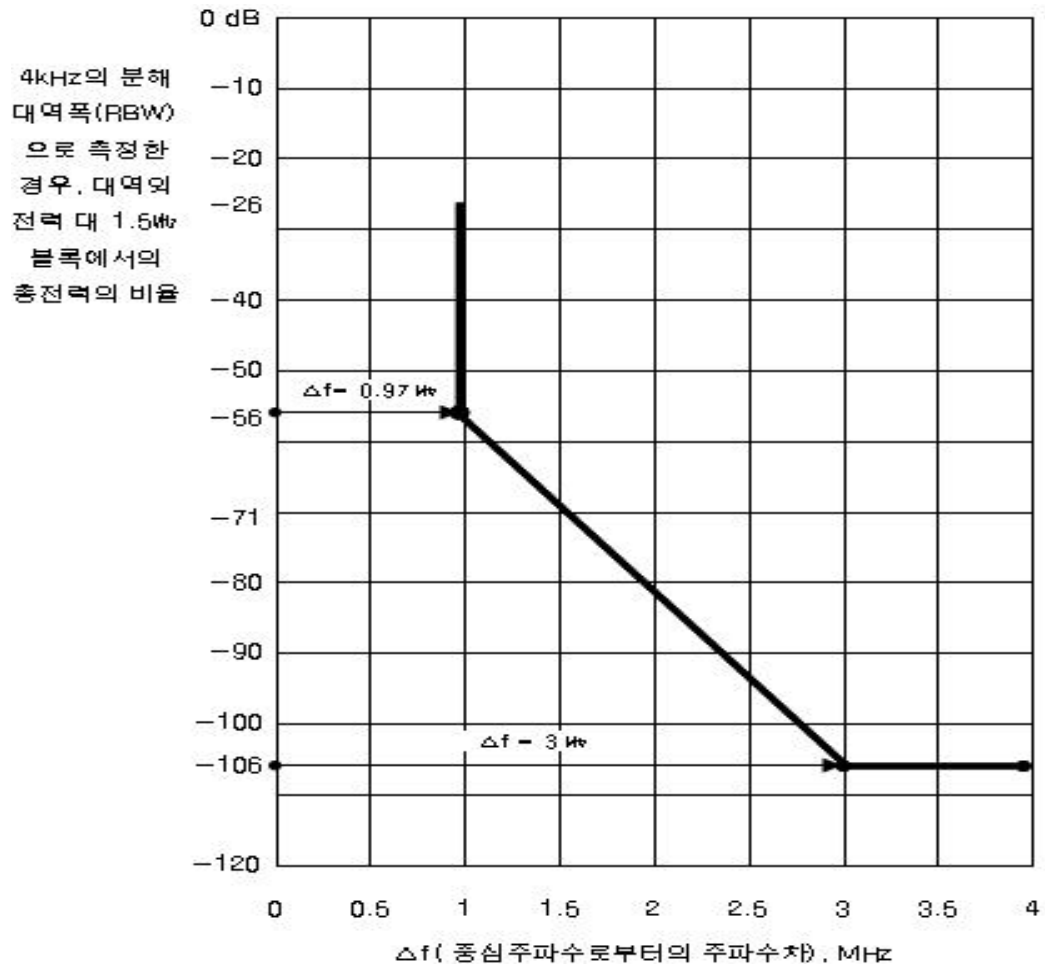
(라) 반송파의 주파수 허용편차는 중심주파수로부터 $\pm 10\text{Hz}$ 이내일 것. 다만, 다중주파수망(MFN)일 경우 $\pm 100\text{Hz}$ 이내

(마) 공중선 전력의 허용편차는 상한 12%, 하한 11%로 할 것

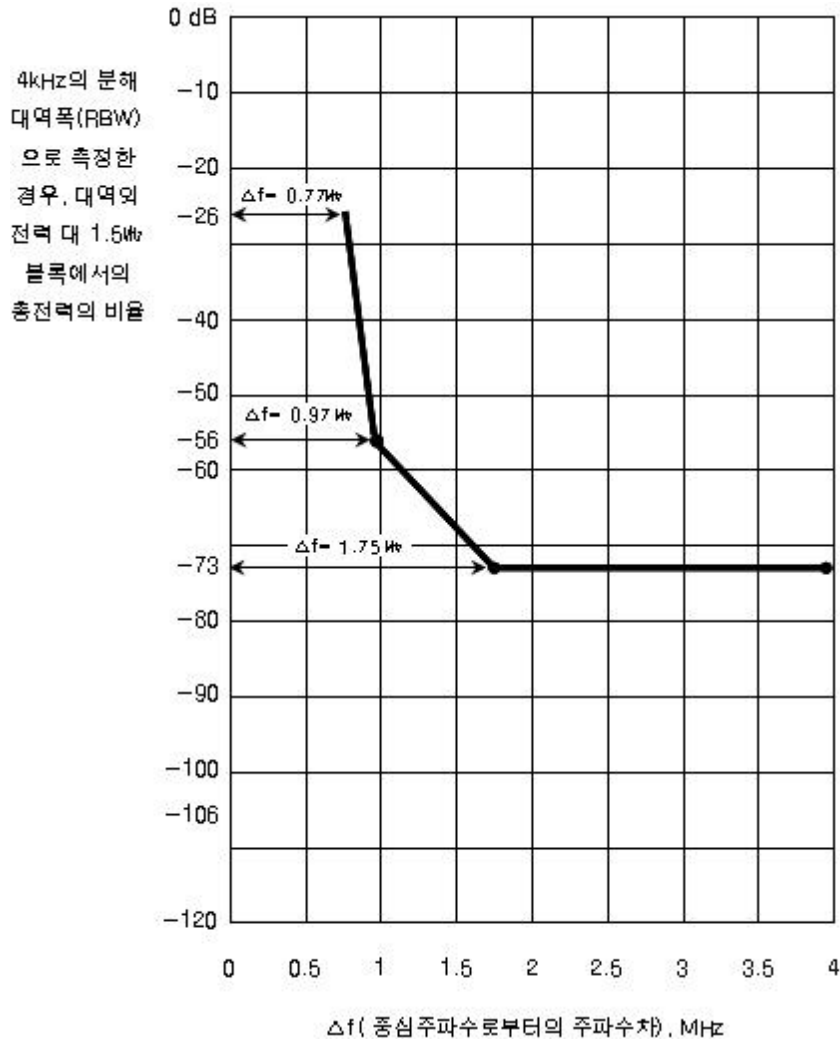
(바) 주파수응답특성은 전송대역폭내에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내일 것



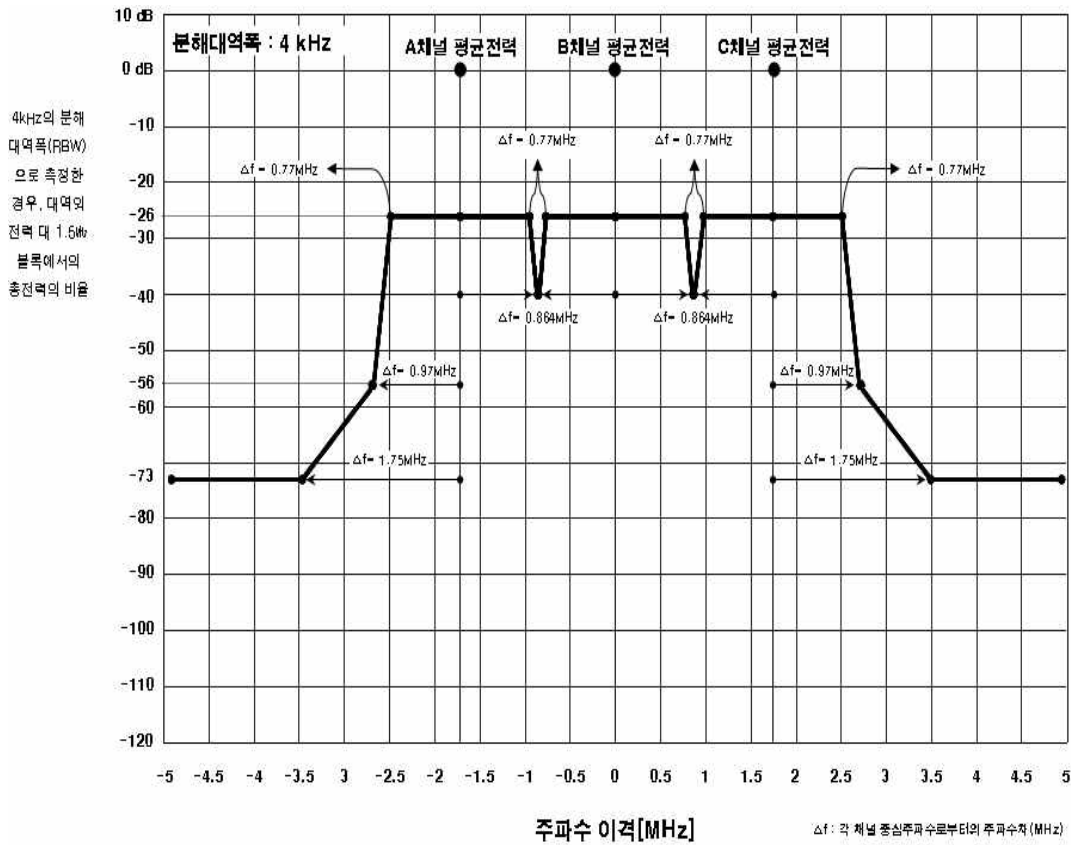
<그림 3-37> 대역외발사강도의 허용범위(1)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)



<그림 3-38> 대역외발사강도의 허용범위(2)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)



<그림 3-39> 대역외발사강도의 허용범위(3)(제29조 제1항 제8호 바목
관련)



<그림 3-40> 대역외발사강도의 허용범위(4)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)

아. 기타

편파면, 전력 혹은 전계강도, 공중선의 지향특성, 채널 배치 표 등 송신공중선과 발사전파의 편파면 관계, 실효복사 전력 혹은 전계강도 등에 대한 규정 여부에 대한 검토 및 포함여부에 논의가 요구된다.

3. DRM+ 대상 디지털라디오 기술기준 개정 방향

DRM+ 의 경우 기존의 FM 라디오 대역내의 아날로그 방송 신호들 사이 공간에 디지털 신호를 배치하여 추가의 디지털 라디오 서비스 제공이 가능하다. DRM+는 전송방식이나 프레임 구조 등은 DAB 와 유사한 구조를 가지고 있으나, 다양하고 성능이 강화된 오디오 코덱들이 탑재되어 이들 내용들이 포함된 개정을 요구한다.

가. 정의 및 방송신호의 구성

무선설비규칙 제2조 “정의” 62 항에 “DRM+ 방식의 디지털 라디오”에 대한 정의가 필요하다. “지상파 디지털오디오방송(안) (DRM+를 일컫음)”이란 공중이 직접 수신할 수 있도록 할 목적으로 디지털 오디오 및 데이터를 지상의 송신설비를 이용하여 초단파 대역에서 방송하는 것을 말한다.“ (안) 이 그 예가 될 수 있다.

나. 오디오 서비스 신호의 형식

오디오 신호의 대역, 표본화 주파수 상한, 표본당 비트수 등에 대한 규정 및 오디오 압축 부호화 형식과 최대, 최소 비트율 등에 대한 규정이 필요하다.

DRM+ 는 고음질 음악서비스 제공이 가능한 AAC와 뉴스, 대담 프로그램 등에 적절한 저 비트율을 갖는 HVXC 와 중간급 서비스 품질을 갖는 CELP 등 3개의 오디오 코덱이 지원되며, 선택적인 SBR 적용도 가능하다. 또한 5개의 전송모드 별 적용 기준이 달라 각 경우에 기준의 제시가 요구된다.

다. 데이터 신호의 형식

DRM+ 는 DAB 와 유사한 데이터 서비스 구조를 가지고 있으며, 다른 방식들과 마찬가지로 크게 세 가지로 구분된다. 라디오 방송 프로그램과 관련 있는 방송 프로그램 연동 데이터 서비스인 PAD, 방송국 ID 와 전송 파라미터 등을 제공하기 위한 Data 및 방송 프로그램과 상관 없는 응용서비스 (예 : TPEG) 의 제공이 가능한 NPAD 가 있다. 기술기준에서는 이 정도의 구분이 필요하며, 보다 상세한 데이터 신호의 형식에 대해서는 별도의 기술표준으로 규정함이 요구된다.

라. 제한수신

유료서비스와 기타 목적의 제한적 수신을 위한 제한 수신기술에 대한 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

마. 다중화 조건

오디오 및 앞서 언급한 데이터 서비스 등에 대해 서비스 컴포넌트 단위로 제한 수신 기능을 부가할 수 있어야 한다. 상세한 다중화 형식은 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

바. 오류정정 및 분산

전송과정에서 발생할 수 있는 오류를 정정할 수 있는 오류정정을 위해서는 DAB에서 지원하는 Convolutional Code 외에 새롭게 Reed Solomon Code 가 추가되었으며, 가변 부호화율이 지원된다.

사. 변조 및 송신조건 외

DRM+ 는 4, 16, 64 QAM 변조방식과 OFDM 전송방식이 적용되며, 전송 프레임 형식에 대해서는 별도의 기술표준에서 규정함이 요구된다.

송신조건 관련하여서는 신호 레벨 및 주파수 대역폭 등에 대한 상세한 기술자료분석을 통한 기술기준의 제시가 요구된다. 그러나 최근에 기술표준이 제정된 DRM+ 의 경우 기술표준인 ETSI EN 201 908 v1.3.1.1, *Digital Radio Mondiale (DRM) System Specification* 에 송신조건 등에 대한 상세한 규정이 없어 추가 자료 확보를 통한 분석 및 기술기준의 제시가 요구된다.

4. HD Radio 대상 디지털라디오 기술기준 개정 방향

HD Radio 의 경우 기존의 FM 라디오 대역에서 아날로그라디오와 병행서비스 및 전(全)디지털로 서비스가 가능하다. 또한 변조 및 오디오 부호화 등 DMB 와는 전적으로 다른 디지털라디오 방식이므로 대대적인 기술기준의 개정이 요구된다.

HD Radio 서비스 실시를 위해 다음과 같은 사항들에 대한 개정이 요구된다.

가. 정의 및 방송신호의 구성

무선설비규칙 제2조 “정의” 62 항에 “HD Radio 방식의 디지털 라디오”에 대한 정의가 필요하다. “지상파 디지털오디오방송(안) (HD Radio를 일컫음)”이란 공중이 직접 수신할 수 있도록 할 목적으로 디지털 오디오 및 데이터를 지상의 송신설비를 이용하여 초단파 대역에서 방송하는 것을 말한다.“ (안) 이 그 예가 될 수 있다.

나. 오디오 서비스 신호의 형식

오디오 신호의 대역, 표본화 주파수 상한, 표본당 비트수 등에 대한 규정 및 오디오 압축 부호화 형식과 최대, 최소 비트율 등에 대한 규정이 필요하다.

참고로 HD Radio 의 본국인 미국의 표준 (NRSC ; National Radio Standard Committee) 에는 오디오 신호 대역에 대해 20KHz 이하, 표본화 주파수 상한을 44.1KHz 이하, 표본당 비트 수 16 이하 및 비트율에 대해 최대, 최소값을 95-12KBPS로 규정하고 있다.

또한 오디오 압축 부호화에 대해서는 오디오 신호 특별한 규정이 없이 PAC (Perceptual Audio Codec) 이라고만 언급하고 있다. 따라서 국내 오디오 방송서비스를 위한 오디오 부호화 방식 결정이 요구되며, DAB 계열 방식에서와 마찬가지로 오디오 부호화 방식의 후보로서는 현재의 DMB 비디오 서비스에 포함되어 있는 MPEG-4 BSAC 과 DAB+에 포함되어 있는 MPEG-4 AAC+ 등이 가능할 것이다. 다만 이에 대해서는 방송계 및 단말제조사 등의 전문가들이 참여한 별도의 논의 과정이 필요할 것이다.

다. 데이터 신호의 형식

HD Radio 에서의 데이터 서비스는 크게 세 가지로 구분할 수 있으며, 라디오 방송 프로그램과 관련 있는 방송 프로그램 연동 데이터 서비스(Main Program Service Data, Supplemental Program Service Data), 방송국 ID 등을 제공하기 위한 Station Information Data 및 방송 프로그램과 상관 없는 응용서비스 (예 : TPEG) 의 제공이 가능한 Advanced Data Service 가 있다.

기술기준에서는 이 정도의 구분이 필요하며, 보다 상세한 데이터 신호의 형식에 대해서는 별도의 기술표준으로 규정함이 요구된다.

라. 제한수신

유료서비스와 기타 목적의 제한적 수신을 위한 제한 수신기술에 대한 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

마. 다중화 조건

오디오 (Main Program Service Audio, Supplemental Program Service Audio) 및 앞서 언급한 데이터 서비스 등에 대해 서비스 콤포넌트 단위로 제한 수신 기능을 부가할 수 있어야 한다. 상세한 다중화 형식은 별도 기술표준에서 규정함이 요구된다.

바. 오류정정 및 분산

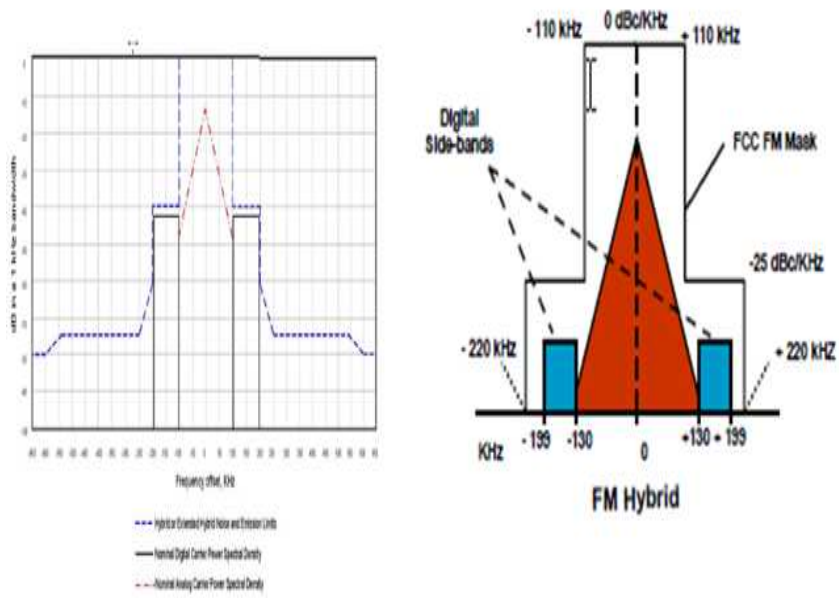
전송과정에서 발생될 수 있는 오류를 정정할 수 있는 오류정정을 위해서는 Convolutional Code 와 Reed Solomon Code 가 적용되며, 부호화율이 가변되어야 한다. 또한 신호분산을 위해서는 시간인터리빙이 적용된다.

DAB 계열과 달리 주파수 인터리빙과 FIC (Fast Information Channel) 및 MSC (Main Service Channel)에 대한 구분이 없이 적용된다.

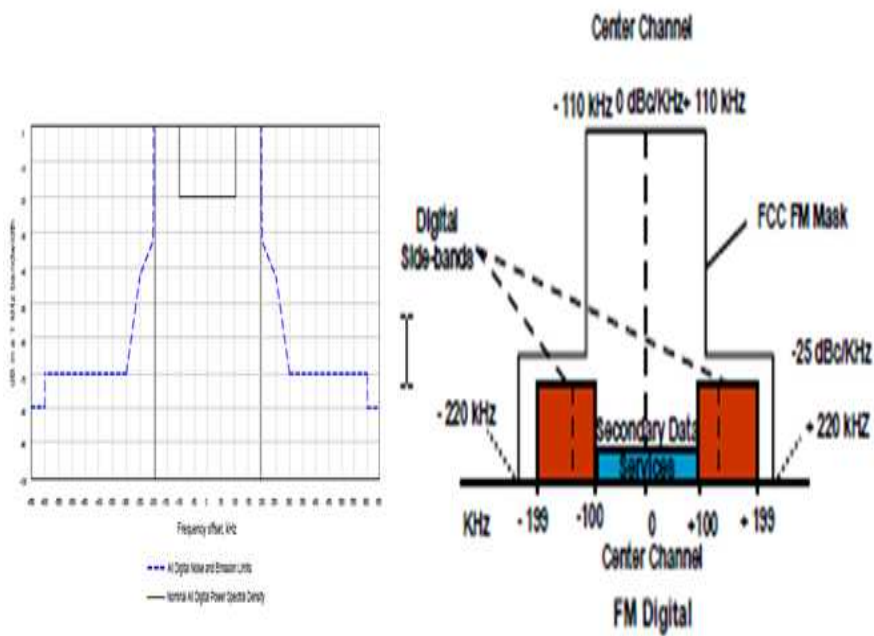
사. 변조 및 송신조건 외

HD Radio 는 QPSK 변조방식과 OFDM 전송방식이 적용되며, 존송 프레임 형식에 대해서는 별도의 기술표준에서 규정함이 요구된다. 또한 점유 주파수 대역폭은 혼합 모드 및 전(Full)디지털 모드에 따라 다르나 전디지털 모드인 경우 400KHz 대역폭을 갖는다.

대역 외 방사강도에 대해서도 규정이 필요하며, 혼합모드인 경우 아날로그 FM 신호와 디지털 방송신호와와는 -25dB 의 신호레벨 차이가 있어야 하며, 다음의 스펙트럼 마스크가 적용되어야 한다.



<그림 3-41> 혼합모드인 경우의 스펙트럼 마스크



<그림 3-42> 전디지털모드인 경우의 스펙트럼 마스크

아. 기타

편파면, 전력 혹은 전계강도, 공중선의 지향특성, 채널 배치 표 등 송신공중선과 발사전파의 편파면 관계, 실효복사 전력 혹은 전계강도 등에 대한 규정 여부에 대한 검토 및 포함여부에 논의가 요구된다.

제 4 장 디지털 라디오방송기술기준 (안)

본 연구에서는 DAB+, HD Radio 및 DRM+ 로 결정되었을 경우의 디지털 라디오 기술기준(안)을 다음과 같이 제시토록 한다. 그러나 본 기술기준(안) 중 일부 내용 향후 기술방식의 결정 후 기술기준개정 연구반 등 전문가집단에 의한 논의가 필요한 부분들도 있다. 아울러 DAB+ 로 결정되었을 경우에는 기존의 DMB 에 대한 기술기준의 대부분 내용을 그대로 유지하면서, 오디오 관련 부분의 내용만을 개정하는 방법과 DAB+ 라는 디지털 라디오방송에 대한 규정을 전체적으로 추가하는 형식의 기술기준 고시가 가능할 것이다.

1. DAB+ 방식 디지털 라디오 기술기준(안)

제XX조(초단파 지상파 디지털라디오방송용 무선설비) ① 초단파 지상파 디지털멀티미디어방송용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 방송신호는 오디오 서비스 신호 및 데이터 서비스 신호로 구성될 것
2. 오디오 서비스 신호의 형식
 - 가. 오디오 신호의 부호화
 - (1) 오디오 신호의 대역은 20,300Hz 이하로 할 것.
 - (2) 오디오 신호의 표본화 주파수는 최대 48,000Hz로 할 것
 - (3) 오디오 신호의 표본당 비트 수는 최대 24 이하일 것
 - 나. 부호화 형식 및 조건은 다음과 같을 것
 - (1) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 11172-3(MPEG-1 Audio Layer II) 또는 ISO/IEC 13818-3(MPEG-2 Audio Layer II)를 따르는 경우
 - (가) 오디오 서비스의 최대 비트율은 912kbps로 할 것

- (나) 오디오 부호화기로부터 출력되는 신호의 최소 비트율은 112kbps로 할 것
- (다) 보조 데이터 신호는 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준" 및 "초단파 지상파 디지털라디오방송 데이터 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것
- (2) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4 BSAC Audio) 방식을 따르는 경우
 - (가) 오디오 서비스의 최대 비트율은 256kbps로 할 것
 - (나) 오디오 부호화기로부터 출력되는 신호의 최소 비트율은 64kbps로 할 것
- (3) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4) High-Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC)을 따르는 경우
 - (가) 오디오 서비스의 최대 비트율은 96kbps로 할 것
 - (나) 오디오 부호화기로부터 출력되는 신호의 최소 비트율은 4kbps로 할 것

3. 다중화는 다음 조건에 적합할 것

- 가. 오디오 서비스 신호, 데이터 서비스 신호 및 시스템 정보를 하나의 전송스트림으로 다중화할 것
- 나. 다중화 형식은 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것

4. 제한수신

- 가. 서비스 컴포넌트 단위로 제한수신 기능을 부가할 수 있을 것

5. 오류 정정 및 분산

- 가. 오류 정정 방식은 길쌈부호(Convolutional Code) 와 리드솔로몬

코드 (Reed Solomon Code)를 적용하며, 부호화율을 가변할 수 있을 것

나. 오류 분산 방법은 시간 인터리빙(Time Interleaving) 및 주파수 인터리빙(Frequency Interleaving)을 적용하고, “고속정보채널(Fast Information Channel)”에는 주파수 인터리빙만을 적용할 것

6. 변조 및 송신조건은 다음을 만족할 것

가. 변조된 신호의 주파수 대역폭은 1.536MHz로 할 것

나. 발사전파의 형식은 G7W일 것

다. 변조는 $\pi/4$ -DQPSK 방식이고, 전송은 OFDM 방식으로 할 것

라. 유효 전송 속도는 0.8 Mbps이상 1.7Mbps이하로 할 것

마. 전송 프레임의 형식은 “초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준”에서 규정하는 방식을 따를 것

바. 송신장치의 기술적 조건

(1) 대역외 방사강도는 다음 조건을 만족할 것

(가) 그림4-1과 같이 4kHz의 분해대역폭(RBW)으로 측정한 경우에 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.97\text{MHz}$ 에서 -71dB 이하이며, 중심주파수로부터 $\pm 1.75\text{MHz}$ 에서 -106dB 이하일 것. 다만 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 경우 그림 4-2와 같다.

(나) 제98조제6항의 중계용 특정소출력무선기기인 경우, 그림4-3과 같이 4kHz의 분해대역폭(RBW)으로 측정한 경우에 중심주파수로부터 $\pm 0.77\text{MHz}$ 에서 -26dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 0.97\text{MHz}$ 에서 -56dB 이하이며, 중심주파수로부터 $\pm 1.75\text{MHz}$ 에서 -73dB 이하일 것. 다만, 연속한 3개의 채널을 수용한 6MHz 통합 중계용 특정소출력무선기기인 경우에는 별표 그림 4-4와 같다.

- (2) 침투전력 레벨은 평균 전력 레벨의 13dB 이상을 초과하지 않을 것
- (3) 신호대잡음비는 길쌈부호율 0.5일 때 그림 4-5를 기준으로 편차가 1dB 이내일 것
- (4) 반송파의 주파수 허용편차는 중심주파수로부터 $\pm 10\text{Hz}$ 이내일 것. 다만, 다중주파수망(MFN)일 경우 $\pm 100\text{Hz}$ 이내
- (5) 공중선 전력의 허용편차는 상한 12%, 하한 11%로 할 것
- (6) 주파수응답특성은 전송대역폭 내에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내일 것

7. (편파면) 송신공중선은 그 발사전파의 편파면이 수직일 것. 다만, 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니한다.

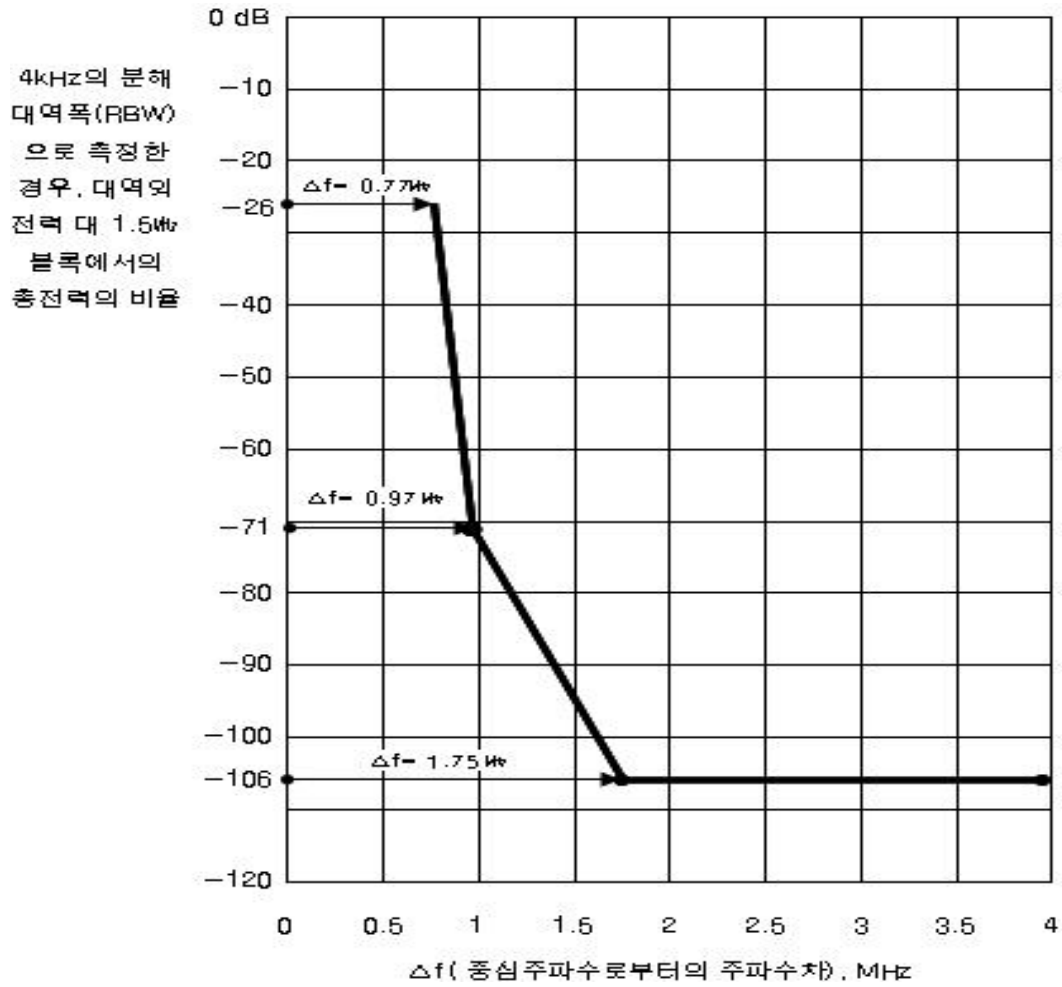
8. 실효복사전력 또는 전계강도는 제30조제1항제13호에 따른다.

(실효복사전력 또는 전계강도) 송신공중선으로부터 100m이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 45도 마다 8지점, 지향성 공중선의 경우 30도 마다 12지점에서 전계강도를 측정하여 산출한 실효복사전력이 허용치 이내일 것

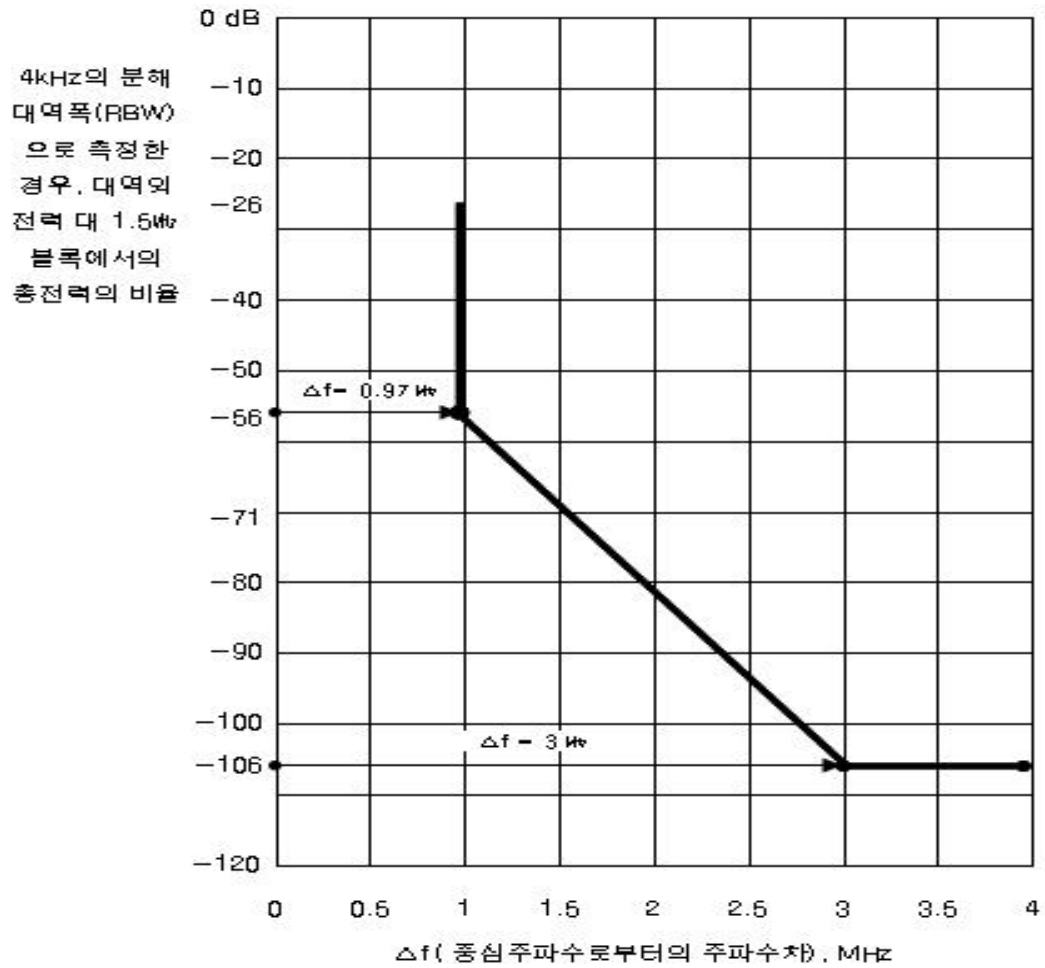
9. 공중선의 지향특성은 제30조제1항제17호에 따른다.

(공중선의 지향특성) 송신공중선으로부터 100m이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 30도 마다 12지점, 지향성 공중선의 경우 15도 마다 24지점에서 전계강도를 측정한 후 허가 받은 지향특성 일 것

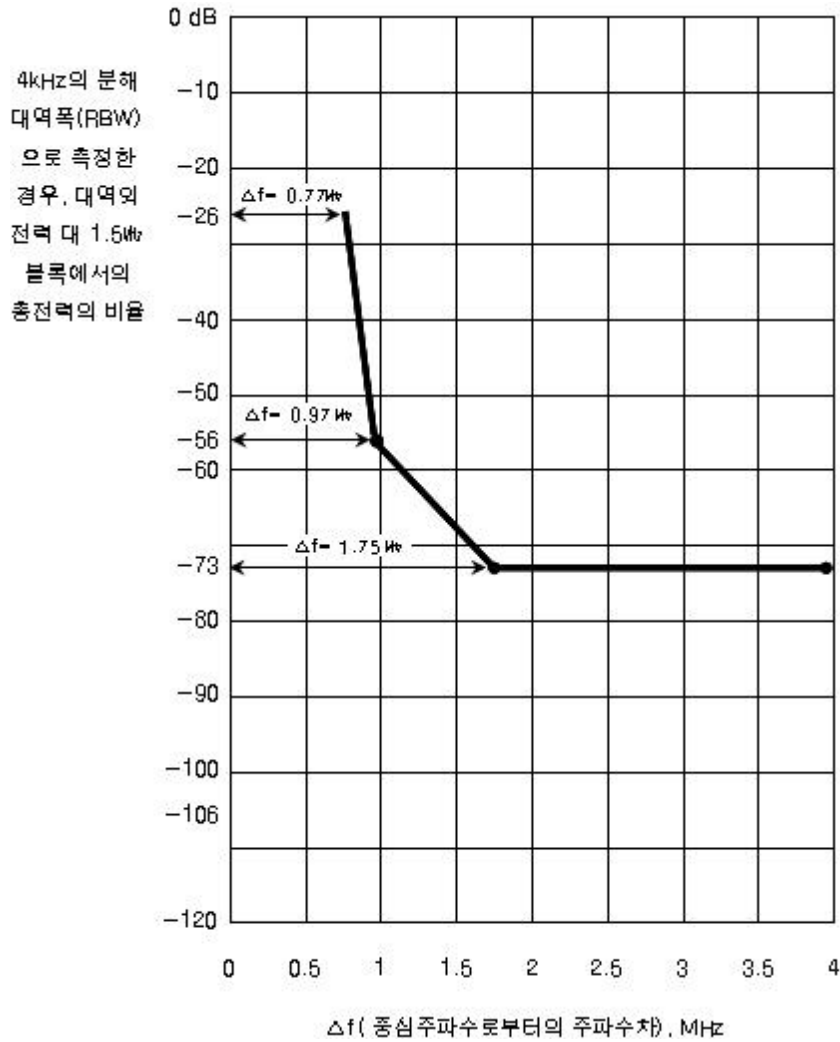
② 초단파 지상파 디지털라디오방송용 채널은 별표 xx와 같다. (별도의 채널 할당 및 지정 필요)



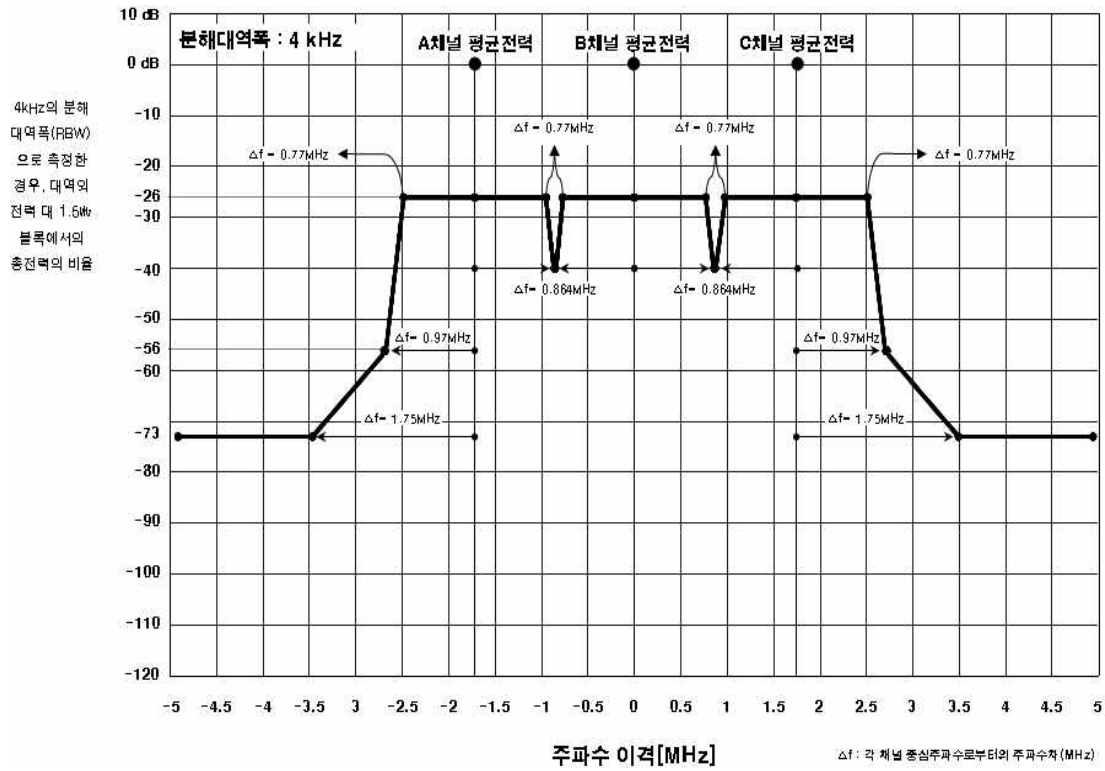
<그림4-1> 대역외발사강도의 허용범위(1)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)



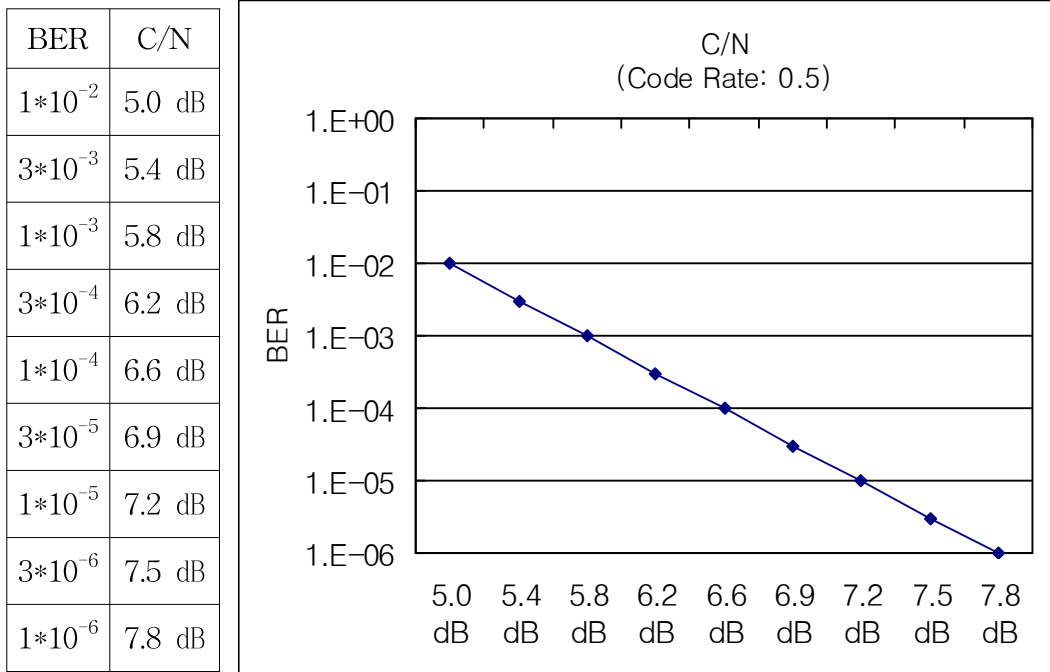
<그림 4-2> 대역외발사강도의 허용범위(2)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)



<그림 4-3> 대역외발사강도의 허용범위(3)(제29조 제1항 제8호 바목
관련)



<그림 4-4> 대역외발사강도의 허용범위(4)(제29조 제1항 제8호 바목 관련)



<그림 4-5> 신호대 잡음비(제29조제1항제8호바목 관련)

2. DRM+ 방식 디지털 라디오 기술기준(안)

제XX조(초단파 지상파 디지털라디오방송용 무선설비) ① 초단파 지상파 디지털멀티미디어방송용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 방송신호는 오디오 서비스 신호 및 데이터 서비스 신호로 구성될 것
2. 오디오 서비스 신호의 형식
 - 가. 오디오 신호의 부호화
 - (1) 오디오 신호의 대역은 20,300Hz 이하로 할 것.

나. 부호화 형식 및 조건은 다음과 같을 것

(1) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4) AAC를 따르는 경우

(가) 오디오 비트율은 강건모드 A, B, C, D 일 경우는 20kbps 이며, 강건모드 E 일 경우에는 40kbps 로 할 것

(나) 표본화 주파수는 강건모드 A, B, C, D 일 경우는 12KHz 혹은 24KHz이며, 강건모드 E 일 경우에는 24KHz 혹은 48KHz로 할 것. 단 48KHz는 SBR이 적용이 않된 경우에만 허용됨

(다) 보조 데이터 신호는 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준" 및 "초단파 지상파 디지털라디오방송 데이터 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것

(2) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4) CELP를 따르는 경우

(가) 오디오 비트율은 4kbps ~ 16kbps 사이 일 것

(나) 표본화 주파수는 8KHz 혹은 16KHz 일 것

(다) CELP 스피치 코딩은 강건모드 A, B, C, D 일 경우에만 허용됨

(라) 아날로그, 디지털 동시 서비스에서의 오디오 비트율은 8kbps만이 허용됨

(마) 보조 데이터 신호는 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준" 및 "초단파 지상파 디지털라디오방송 데이터 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것

(3) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4) HVXC를 따르는 경우

(가) 오디오 비트율은 2kbps 혹은 4kbps 일 것

(나) 표본화 주파수는 8KHz 일 것

(다) 보조 데이터 신호는 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준" 및 "초단파 지상파 디지털라디오방송 데이터 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것

3. 다중화는 다음 조건에 적합할 것

가. 오디오 서비스 신호, 데이터 서비스 신호 및 시스템 정보를 하나의 전송스트림으로 다중화할 것

나. 다중화 형식은 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준"에서 규정하는 형식을 따를 것

4. 제한수신

가. 서비스 컴포넌트 단위로 제한수신 기능을 부가할 수 있을 것

5. 오류 정정 및 분산

가. 오류 정정 방식은 리드솔로몬 코드 (Reed Solomon Code)를 적용하며, 부호화율을 가변할 수 있을 것

나. 오류 분산 방법은 시간 인터리빙(Time Interleaving) 및 주파수 인터리빙(Frequency Interleaving)을 적용하고, "고속정보채널(Fast Information Channel)"에는 주파수 인터리빙만을 적용할 것

6. 변조 및 송신조건은 다음을 만족할 것

가. 변조된 신호의 주파수 대역폭은 100KHz로 할 것

나. 발사전파의 형식은 G7W일 것

다. 변조는 4/16/64QAM 방식이고, 전송은 OFDM 방식으로 할 것

라. 유효 전송 속도는 35 kbps이상 190kbps이하로 할 것

마. 전송 프레임의 형식은 "초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준"에서 규정하는 방식을 따를 것

7. (편파면) 송신공중선은 그 발사전파의 편파면이 수직일 것. 다만, 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니한다.
8. 실효복사전력 또는 전계강도는 제30조제1항제13호에 따른다.
(실효복사전력 또는 전계강도) 송신공중선으로부터 100m이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 45도 마다 8지점, 지향성 공중선의 경우 30도 마다 12지점에서 전계강도를 측정하여 산출한 실효복사전력이 허용치 이내일 것
9. 공중선의 지향특성은 제30조제1항제17호에 따른다.
(공중선의 지향특성) 송신공중선으로부터 100m이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 30도 마다 12지점, 지향성 공중선의 경우 15도 마다 24지점에서 전계강도를 측정한 후 허가 받은 지향특성 일 것

② 초단파 지상파 디지털라디오방송 대역은 88-108MHz 이다. (필요 시 별도의 채널 할당 및 지정 필요)

3. HD Radio 방식 디지털 라디오 기술기준(안)

제XX조(초단파 지상파 디지털라디오방송용 무선설비) ① 초단파 지상파 디지털멀티미디어방송용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 방송신호는 오디오 서비스 신호 및 데이터 서비스 신호로 구성될 것
2. 오디오 서비스 신호의 형식

가. 오디오 신호의 부호화

- (1) 오디오 신호의 대역은 20,300Hz 이하로 할 것.
- (2) 오디오 신호의 표본화 주파수는 최대 44,100Hz로 할 것
- (3) 오디오 신호의 표본당 비트 수는 최대 16 이하일 것

나. 부호화 형식 및 조건은 다음과 같을 것

- (1) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4 BSAC Audio) 방식을 따르는 경우
 - (가) 오디오 서비스의 최대 비트율은 96kbps로 할 것
 - (나) 오디오 부호화기로부터 출력되는 신호의 최소 비트율은 4kbps로 할 것
- (2) 오디오 압축 부호화 형식이 ISO/IEC 14496-3(MPEG-4) High-Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC)을 따르는 경우
 - (가) 오디오 서비스의 최대 비트율은 96kbps로 할 것
 - (나) 오디오 부호화기로부터 출력되는 신호의 최소 비트율은 4kbps로 할 것

3. 다중화는 다음 조건에 적합할 것

- 가. 오디오 서비스 신호, 데이터 서비스 신호 및 시스템 정보를 하나의 전송스트림으로 다중화할 것
- 나. 다중화 형식은 “초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준”에서 규정하는 형식을 따를 것

4. 제한수신

- 가. 서비스 컴포넌트 단위로 제한수신 기능을 부가할 수 있을 것

5. 오류 정정 및 분산

- 가. 오류 정정 방식은 길쌈부호(Convolutional Code) 와 리드솔로몬

코드 (Reed Solomon Code)를 적용하며, 부호화율을 가변할 수 있을 것

나. 오류 분산 방법은 시간 인터리빙(Time Interleaving) 을 적용할 것

6. 변조 및 송신조건은 다음을 만족할 것

가. 변조된 신호의 주파수 대역폭은 400MHz 이내로 할 것

나. 발사전파의 형식은 G7W일 것

다. 변조는 QPSK 방식이고, 전송은 OFDM 방식으로 할 것

라. 전송 프레임의 형식은 “초단파 지상파 디지털라디오방송 송수신 정합 표준”에서 규정하는 방식을 따를 것

마. 송신장치의 기술적 조건 (혼합 모드 기준)

(1) 대역외 발사강도는 다음 조건을 만족할 것

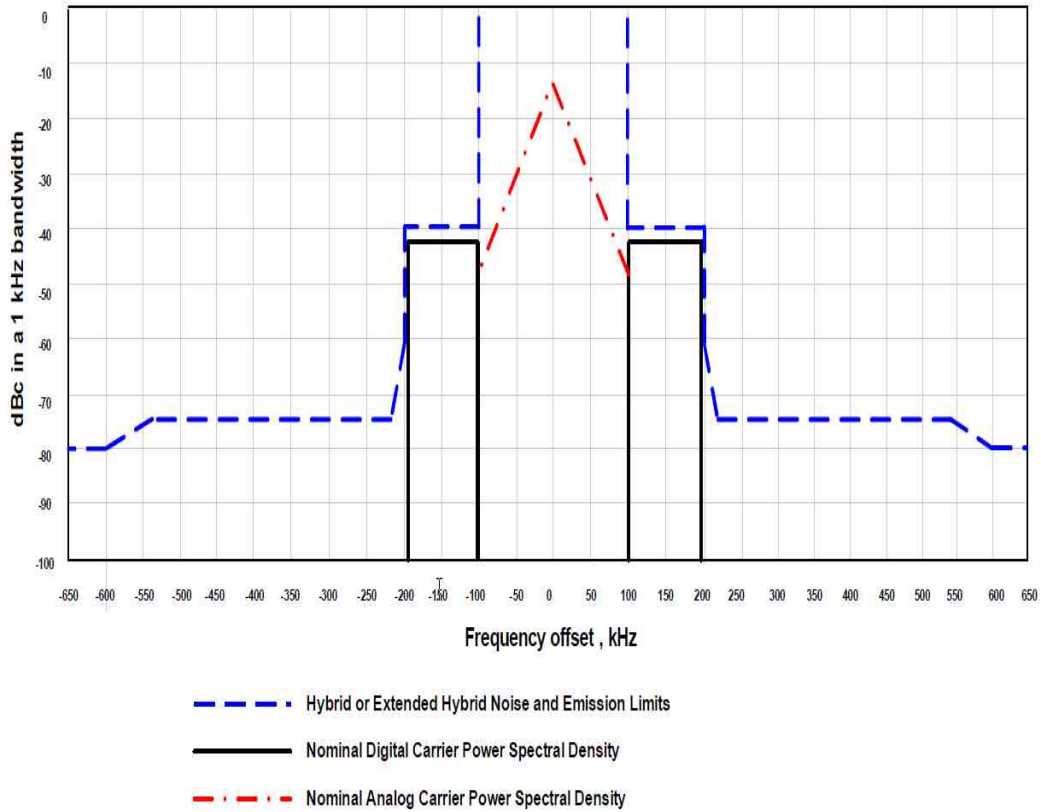
(가) 혼합 모드일 경우, 별표 16-1과 같이 1kHz의 분해대역폭 (RBW)으로 측정한 경우

중심주파수로부터 $\pm 100\text{--}200\text{KHz}$ 에서 -40dB 이하이고, 중심주파수로부터 $\pm 200\text{--}250\text{KHz}$ 에서 $-61.4 - (\text{주파수}[\text{KHz}] - 200) \times 0.260$ 이며, 중심주파수로부터 $\pm 250\text{--}540\text{KHz}$ 에서 -74.4dB 이하이고, 주파수로부터 $\pm 540\text{--}600\text{KHz}$ 에서 $-74.4 - (\text{주파수}[\text{KHz}] - 540) \times 0.293$ 일 것

(나) 전디지털 모드일 경우, 별표 16-2과 같이 1kHz의 분해대역폭 (RBW)으로 측정한 경우

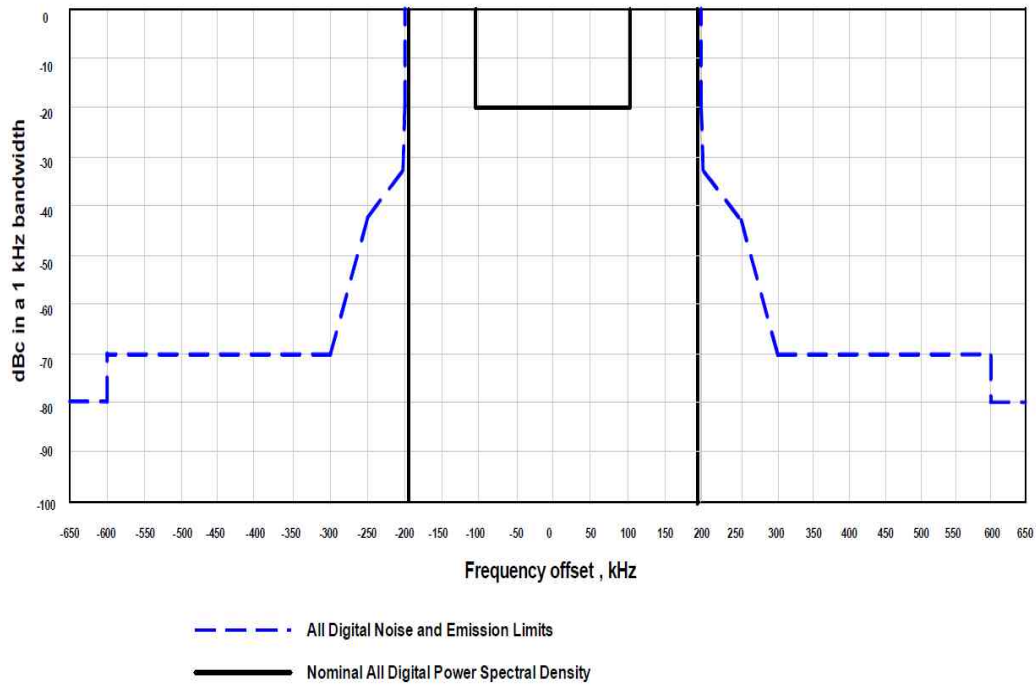
중심주파수로부터 $\pm 200\text{--}207.5\text{KHz}$ 에서 $-20 - (\text{주파수}[\text{KHz}] - 200) \times 1.733$ 이며, 중심주파수로부터 $\pm 207.5\text{--}250\text{KHz}$ 에서 $-33 - (\text{주파수}[\text{KHz}] - 207.5) \times 0.2118$ 이며, 중심주파수로부터 $\pm 250\text{--}300\text{KHz}$ 에서 $-42 - (\text{주파수}[\text{KHz}] - 250) \times 0.56$ 이며, 주파수로 $\pm 300\text{--}600\text{KHz}$

- 에서 -70 이며, 주파수 $\pm 600\text{KHz}$ 이상에서 -80 이하 일 것
- (2) 반송파의 시간동기 정확도 및 안정성은 동기화 레벨 1 에 대해서는 최대 $\pm 0.01 \text{ ppm}$, 동기화 레벨 II 에 대해서는 최대 $\pm 1.0 \text{ ppm}$ 을 만족할 것.
- (3) 반송파의 정확도 및 안정성은 동기화 레벨 1에 대해서는 최대 $\pm 1.3 \text{ Hz}$, 동기화 레벨 II에 대해서는 최대 $\pm 130\text{Hz}$ 를 만족할 것.
- (4) 아날로그 다이버서티 지연은 절대적 정확도가 동기화 레벨 1 및 동기화 레벨 II에 대해 모두 최대 $\pm 68\mu\text{Sec}$ 이내일 것
7. (편파면) 송신공중선은 그 발사전파의 편파면이 수직일 것. 다만, 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니한다.
8. 실효복사전력 또는 전계강도는 제30조제1항제13호에 따른다.
(실효복사전력 또는 전계강도) 송신공중선으로부터 100m 이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 45 도 마다 8 지점, 지향성 공중선의 경우 30 도 마다 12 지점에서 전계강도를 측정하여 산출한 실효복사전력이 허용치 이내일 것
9. 공중선의 지향특성은 제30조제1항제17호에 따른다.
(공중선의 지향특성) 송신공중선으로부터 100m 이상 떨어진 전방에 장애물이 없는 공간의 지점에서 무지향성 공중선의 경우 30 도 마다 12 지점, 지향성 공중선의 경우 15 도 마다 24 지점에서 전계강도를 측정한 후 허가 받은 지향특성 일 것
- ② 초단파 지상파 디지털라디오방송 대역은 $88-108\text{MHz}$ 이다. (필요 시 별도의 채널 할당 및 지정 필요)



Frequency Offset Relative to Carrier	Level, dBc/kHz
100-200 kHz offset	-40
200-215 kHz offset	$[-61.4 - (\text{frequency in kHz} - 200 \text{ kHz}) \cdot 0.867]$
215-540 kHz offset	-74.4
540-600 kHz offset	$[-74.4 - (\text{frequency in kHz} - 540 \text{ kHz}) \cdot 0.093]$
>600 kHz offset	-80

<그림 4-6> 대역외발사강도의 허용범위(1)



Frequency Offset Relative to Carrier	Level, dBc/kHz
200-207.5 kHz offset	$[-20 - (\text{frequency in kHz} - 200 \text{ kHz}) \cdot 1.733]$
207.5-250 kHz offset	$[-33 - (\text{frequency in kHz} - 207.5 \text{ kHz}) \cdot 0.2118]$
250-300 kHz offset	$[-42 - (\text{frequency in kHz} - 250 \text{ kHz}) \cdot 0.56]$
300-600 kHz offset	-70
>600 kHz offset	-80

<그림 4-7> 대역외발사강도의 허용범위(2)

제 5 장 결 론

아날로그 라디오 방송의 디지털 전환에 필수적으로 요구되는 기술기준안의 제시를 위하여 본 연구가 수행되었다.

기술기준은 방송시스템 및 방송 단말기들의 세부 기능을 정의하는 기술표준과 달리, 최소한으로 요구되는 필수적인 핵심 기술 사항들을 대상으로 유지되어야 하는 기준을 정하여 법령으로 고시하는 것이다. 따라서 기술기준은 방송서비스의 품질을 보장하고, 방송채널 간 혹은 방송 및 통신채널 간에 발생될 수 있는 간섭 등 문제 요인을 사전에 방지하기 위한 목적으로 제정 고시가 되어야 한다.

본 연구에서는 FM 라디오 방송의 디지털 전환을 위해 요구되는 기술기준의 연구를 위해 국내 방식으로 선정이 가능한 디지털 라디오 방식들에 대한 기술적 분석과 서비스 현황을 조사하고, 현행 FM 라디오방송에 대한 기술기준을 검토하였다.

이와 아울러 디지털 라디오 방송 기술기준의 실효성 있는 연구 및 방안제시를 위해 방송기술기준연구반 활동을 수행하였으며, 디지털 라디오 방송의 후보 방식인 DMB를 포함한 디지털 방송기술기준 관련 연구 및 개정안 도출을 위한 논의를 실시하였다.

그 결과 FM 방식의 디지털라디오 도입을 위한 후보 방식들 중 가능성이 높은 DAB 계열방식 및 HD Radio 방식을 대상으로 한 국내 디지털 라디오 기술기준 개정 방안 및 기술기준(안)을 도출하였다.

본 연구결과는 디지털라디오 상용서비스를 위한 정책 수립 및 기술기준제정, 후속 기술표준들의 개발 및 제정 등에 활용이 가능할 것으로 판단된다. 기술기준 제정 관련하여 오디오 부호화 방식 등 일부 사항들은 관련 전문가들의 심도있는 논의에 의해 결정되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] NRSC-5-B : IBOC Digital Radio Broadcasting Standard (April 2008).
- [2] NRSC-G201 : NRSC-5 RF Mask Compliance: Measurement Methods and Practice (April 2009).
- [3] ETSI EN 201 908 v1.3.1.1, *DigitalRadioMondiale (DRM) System Specification*, Aug. 2009.
- [4] ETSI EN 300 401 v1.4.1, *Radio Broadcasting Systems ; Digital Audio Broadcasting (DAB) mobile, portable and fixed receivers*, June. 2006
- [5] ETSI TS 102 428 v1.1.1, *Digital Audio Broadcasting (DAB) ; DMB video service ; user application specification*, June 2005.
- [6] ETSI TS 102 427 v1.1.1, *Digital Audio Broadcasting (DAB) ; data broadcasting-MPEG-2TS streaming*, July 2005.
- [7] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC, *Advanced Video Coding for generic audio visual services*, Mar. 2003.
- [8] K. Fazel, S. Aign, A. Romanowski, and M.J. Ruf, "Digital Multimedia Services via DAB: DMB," *IEEE, Globecom '97 Conference Proc.*, Nov. 1997.
- [9] ISO/IEC 14496-3, *Information Technology - Coding of Audio-Visual Objects Part 3: Audio*, Dec. 1999.
- [10] ETSI TR 101 758 v2.1.1, *Digital Audio Broadcasting (DAB) ; signal strength and receiver parameters ; target for typical operation*, November 2000.
- [11] YoungJin Lee, SangWoon Lee, etc. "Field Trials for Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting System", *IEEE TRANSACTION ON BROADCASTING*, Vol. 53, 2007. 3
- [12] TTAS.KO-07.0024 초단파 디지털라디오방송 송수신 정합표준, 2007
- [13] HD Radio FM Transmission System Specification, Rev. D. Feb. 18. 2005