

특집논문-00-5-2-07

국내 FM 간섭환경에서 대역폭에 따른 IBAC DAB 시스템의 성능 분석

조 병 록*, 김 태 훈**, 오 길 남***

Performance Analysis of IBAC DAB System for Bandwidth in Korea FM Interference Environment Levance Feedback

Cho Byung Lok*, Kim Tae Hoon** and Oh Kil Nam***

요 약

IBAC DAB 시스템은 기존의 FM 방송 대역내의 가드밴드를 사용하게 됨에 따라 기존의 FM 방송신호로 인해 간섭을 받게 된다. IBAC(In Band Adjacent Channel) DAB 시스템의 성능평가에 있어서 FM 간섭신호는 중요한 요소가 된다. 국내 FM 공중파 방송신호를 실제 측정하여 수시로 변하는 FM 스펙트럼의 특성과, FM 채널 특성에 따라 FM 신호의 평균적인 스펙트럼의 특성을 구하였다. 본 논문에서는 제안한 IBAC DAB 시스템을 기반으로 한 이런 다양한 FM 간섭신호를 C로 모델링하여 IBAC DAB 시스템의 성능과 점유 대역폭에 따른 FM 간섭의 영향을 분석하고, 본 시스템의 성능이 유지될 수 있는 FM 간섭비를 제시한다. 실험결과 FM PSD의 평균 특성에 따라 IBAC DAB 시스템의 성능변화가 크며, 시스템의 성능이 유지 될 수 있는 FM 간섭 혼신비가 10dB임을 알 수 있었다.

Abstract

The IBAC DAB system was interfered by existing FM broadcasting signal as was used guardband within existing FM broadcasting. The FM interference signals are very important parameter in performance evaluation of IBAC DAB system. We got the characteristic of FM PSD in according to instantaneous change and average characteristic of FM broadcasting signal in according to characteristic of FM channel.

In this paper, based on proposed IBAC DAB system, we analyze effects of FM interference for occupied bandwidth and performance of IBAC DAB modeling various FM interference signals with sum of sinusoid function using C language, suggest FM interference ratio that can maintain performance. We was know that IBAC DAB system have a great performance variation in according to average characteristic of FM PSD by simulation results, also, FM interference ration that can maintain performance of system is 10dB.

I. 서 론

하루가 다르게 급변하는 정보통신의 시대에는 사용자들

의 여러 가지의 종류의 서비스가 요구되면서 다양한 고속통신이 폭발적으로 증가하고 있다. 이와 같은 시대의 변화에 발맞춰 방송, 통신, 컴퓨터의 기술을 결합하는 멀티미디어 서비스의 디지털화 추세에 따라 디지털오디오 방송수현을 위한 많은 연구와 기술개발이 필요로 하게 되었다. DAB(Digital Audio Broadcasting)는 다중반송파 전송 방식을 사용함으로써 다중경로 환경에 강하며, 이동 수신품질이 우수하므로 FM 방송에서 문제시되는 잡음과 간섭에 의한 수신품질의 열화를 최소화할 수 있으

* 순천대학교 전자공학과
Dept. of Electronic Engineering, Suncheon National University

** EASTEL systems

*** 광주대학교 컴퓨터 전자통신공학부
Dept. of Computer, Electronics and Communications Engineering

※ 본 논문은 1999년도 ETRI 위탁연구과제 연구비에 의하여 지원되었으며 ETRI DAB 연구팀에 감사드립니다.

며 CD급 음질 제공 이외에 영상이나 문자와 같은 디지털 데이터를 고속으로 송신할 수 있는 특성을 가지며, FM송신출력의 수십 분의 일이 되는 저 출력을 사용하여 FM 방송과 동일한 가청범위를 제공할 수 있다. 이와 같이 DAB는 기존의 아날로그 AM, FM 방송의 단점을 해소하고 고품질과 새로운 형태의 고부가 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 차세대 방송방식으로 인정되고 있으며, DAB의 범세계적 실용화 시기가 임박함에 따라 국내에서도 DAB 실용화를 위한 연구개발이 시급한 형편이다^[1].

국내의 DAB 방송은 기존의 아날로그 FM 주파수 대역내에서 전환할 예정으로 이에 따라 DAB와 기존 아날로그 방송과의 상호 간섭을 최소화하고 고품질의 음질과 고속의 데이터 서비스를 위한 COFDM 방식의 DAB에 대한 연구가 필요하다. DAB시스템 성능에 큰 영향을 미치는 FM 간섭신호에 대해서 기존의 FM 신호와 다른 방법으로 모델링을 했다^[2]. 즉, 본 논문에서 FM 공중파 신호를 측정된 결과, 주파수편이로 인해 FM PSD (Power Spectral Density)특성이 수시로 변화하며, FM 방송채널의 특성에 따라 FM average PSD 특성이 각각 다르므로, 이런 다양한 FM 공중파 간섭 신호를 C로 모델링하여 DAB 시스템의 성능을 분석하고, FM 대역에서 DAB 시스템의 차지 대역폭에 따른 FM 간섭신호의 영향을 분석하며, DAB 시스템의 성능이 유지될 수 있는 FM 간섭비를 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 In-Band DAB 방식에 대해서 간략한 설명을 하고, 제3장에서는 본 논문의 DAB 시스템 구조와 양청구역 내에서 요구되어지는 SNR 및 C로 모델링된 FM 신호의 특성을 보이고, 제4장에서는 FM 신호의 간섭에 따른 시뮬레이션 결과를 설명과 함께 보이고, 제5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. In-Band DAB

1. IBOC(In Band On Channel)

새로운 주파수 대역을 할당하지 않고 현재의 AM/FM 신호와 같은 주파수에서 서비스하는 방식으로써 주로 미국에서 연구되고 있으며, 기존의 방송체제를 그대로 유지할 수 있다는 점으로 미국의 방송사업자들은 이 방식을

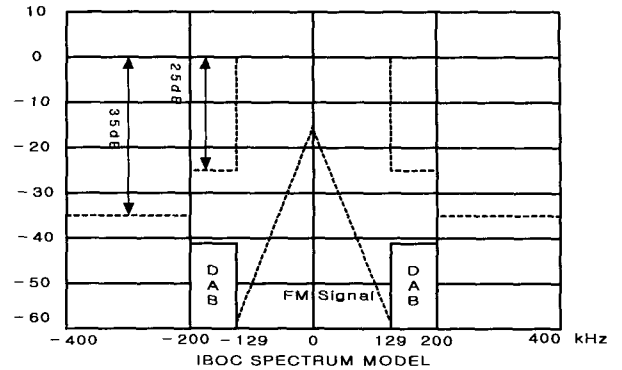


그림 1. USADR IBOC 모델

Fig. 1. USADR IBOC model

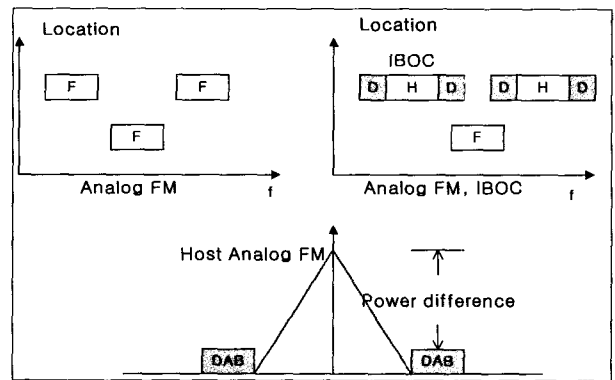


그림 2. IBOC 스펙트럼 배치도

Fig. 2. IBOC Spectrum arrangement plan

선호하고 있으나, 세계의 많은 방송 관계자들은 IBOC 방식이 디지털 오디오 방송의 많은 이점을 수용할 수 없고, 기존 아날로그 방식과의 차별성이 부각되지 않는다는 점을 들어 미국의 제안방식에 회의적인 견해를 갖고 있는 상태이다. 이 시스템의 특징은 디지털 오디오 신호를 기존 FM 신호에 동시에 실어 보내는 것으로 상호간섭이 가장 중요한 요인이 된다. 그림1, 그림2와 같으며, DAB 신호는 FM 총 파워 레벨보다 25[dB] 낮게 구성되어 있다^[3].

2. IBAC(In Band Adjacent Channel)

IBAC는 88~108[MHz]의 FM 방송 대역에서 가용한 가드밴드 또는 인접채널 주파수에 할당하여 서비스하는 방식이다. 대부분의 경우 FM 송신기의 인접 채널간에는

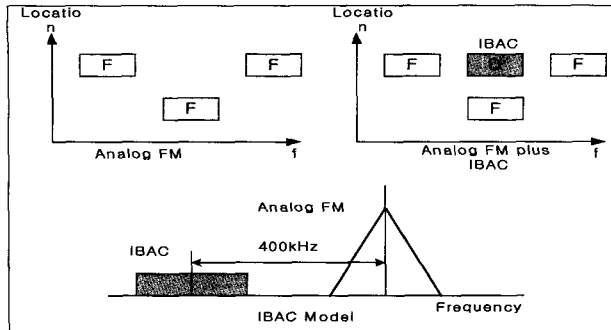


그림 3. IBAC 스펙트럼 배치도
Fig. 3. IBAC Spectrum arrangement plan

상당한 공간이 있으며 IBAC 시스템은 이와 같은 스펙트럼상의 공간을 이용하여 낮은 레벨의 DAB 신호를 전송한다. IBAC의 모델은 그림3과 같다^[3].

3. FM 스펙트럼 구조

FM 신호를 수학적으로 삼각모형으로 묘사할 수 있으며, 필드테스트 결과 FM 방송 신호의 PSD는 0.36[dB/KHz]의 기울기를 가진다^{[4][5]}.

$$tri(f) = \begin{cases} 0.00036 \cdot f & f < 0 \\ -0.00036 \cdot f & f > 0 \end{cases} \quad (1)$$

1[KHz]의 주파수 해상도를 가지는 FM 전력은 식(2), 식(3)와 같다^[5].

$$P_{total} = \int_{-\infty}^{\infty} P_{peak} \cdot 10^{-0.36|f|/10} df = 24.12747 \cdot P_{peak} \quad (2)$$

$$10 \log \frac{P_{total}}{P_{peak}} = 13.8 [dB] \quad (3)$$

위의 수식처럼 FM 신호의 peak power level는 FM total power level 보다 13.8[dB]낮고 0.36[dB/KHz]의 기울기를 가지는 삼각형 형태로 나타낸다.

III. IBAC DAB시스템 구조 및 FM신호 모델링

1. IBAC DAB시스템 구조 및 양청구역 내의 SNR

본 논문의 IBAC방식의 DAB시스템의 구조는 그림4와

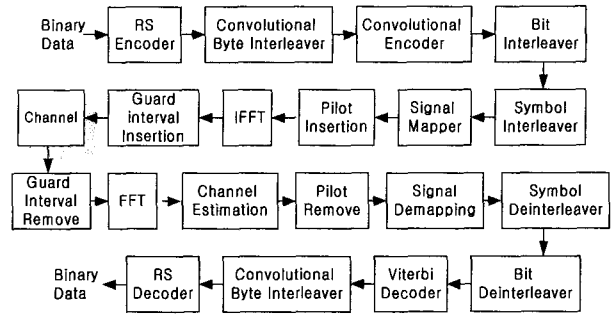


그림 4. IBAC DAB 시스템 블록도
Fig. 4. IBAC DAB System block diagram

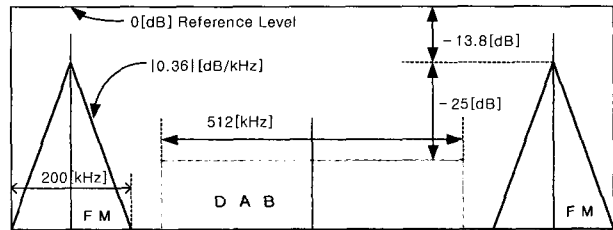


그림 5. FM 과 IBAC DAB의 파워 스펙트럼 구조
Fig. 5. Power spectrum structure of FM and IBAC DAB

같이 COFDM 구조를 갖는다.

국내의 FM방송파 주파수는 88 ~ 108[MHz]대역에서 200[KHz]간격으로 채널이 할당되어 있으나, 일반적으로 인접지역의 두 방송국은 최소 800[KHz]간격으로 할당되어 있으므로, 본 논문에서의 동일 사이트내의 FM채널 환경에서의 IBAC DAB의 모델은 그림5와 같이 구성할 수 있다.

FM 총파워가 0[dB]일 때 그 꼭지점의 파워가 13.8[dB]아래에 놓여지게 되고, IBAC DAB PSD는 OFDM의 특성상 사각모형으로 근사화해서 나타낼 수 있다. IBAC DAB PSD는 FM의 꼭지점의 파워보다 -25[dB]낮게 구성하게 되며, IBAC DAB시스템이 512[KHz]의 대역폭을 갖는 경우 FM 총파워 보다 11.707[dB]낮게 IBAC DAB신호를 전송하게 된다.

$$\begin{aligned} DAB Power &= -13.8 [dB] - 25 [dB] + 10 \log(BW) \\ &= -38.8 [dB] + 27.09 [dB] \\ &= -11.707 [dB] \end{aligned} \quad (4)$$

전파법시행령 제2조 제75호 규정에 의한 방송을 양호하게 수신할 수 있는 전계강도의 기준은 표1과 같다. 초단파

표 1. 방송구역 전계강도
Table 1. Electric field strength of service area

방 송 국	방송구역 전계강도(mV/m)			비 고
	고잡음 지역	중잡음 지역	저잡음 지역	
표준방송을 하는 방송국	7.0	5.0	3.5	초단파 및 텔레비전 방송을 하는 방송국의 전계강도 (텔레비전 방송의 경우 동시신호파형의 첨두치에 의한)의 측정은 지상 4미터 높이를 기준으로 한다
초단파방송 및 초단파 다중방송을 하는 방송국	3.16	1.0	0.25	
텔레비전방송 및 텔레비전 문자다중방송을 하는 방송국	VHF	5.0	2.5	
	UHF	3.16		

표 2. 잡음 등급
Table 2. Noise grade

지 역	잡음 등급	지 역	잡음 등급
서울 특별시	중 잡 음	여 수 시	중 잡 음
부산 광역시		청 주 시	
인천 광역시		전 주 시	
대전 광역시		포 항 시	
광주 광역시		성 남 시	
마 산 시		기 타 지역	저 잡 음

방송 및 초단파 다중방송을 하는 방송국의 잡음등급은 표 2와 같다.

Noise PSD는 모든 주파수에서(약 10^{12} Hz)상수로 취급하므로 Noise PSD N_0 는 (Noise Power in a 1-Hz Bandwidth) 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned}
 N &= kT \cdot W \quad [watts] \\
 K &= 1.38 \cdot 10^{-23} J/K \text{ or } W/K-Hz \\
 &= -228.6 [dBW/K-Hz] \\
 T^\circ &= \text{절대온도} \\
 W &= \text{Bandwidth}
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$N_0 = \frac{N}{W} = kT \quad [watts/hertz] \tag{6}$$

FM주파수 밴드에서 대기중의 절대온도는 10,000K로 나타낼 수 있다^{[6][7]}. 그러므로 FM 대역에서의 Noise PSD는 식(7)과 같다.

$$\begin{aligned}
 N_0 &= 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 10,000 [K \cdot W / K \cdot Hz] \\
 &= 1.38 \cdot 10^{-19} [W / Hz] \\
 &= -188.6 [dBW / Hz]
 \end{aligned} \tag{7}$$

초단파 방송구역의 전계강도의 기준인 1[mv/m]전계를 이용해서 필요한 반송파 전력을 구하기 위해서 포인팅(Poynting)이론을 적용한다. 공간내의 한 점의 단위부피 중에는 전계에너지와 자계에너지가 분포되어 있는데 이때 전계에너지 밀도와 자계에너지 밀도는 각각 $\frac{1}{2} \epsilon E^2 [J/m^3]$ 과 $\frac{1}{2} \mu H^2 [J/m^3]$ 이 되며 전체 자계에너지 밀도는 식(8)과 같다.

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{2} \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2 \\
 &= \frac{1}{2} (\epsilon E^2 + \mu H^2) \\
 &= \frac{1}{2} (\epsilon \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} EH + \mu \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} EH) \\
 &= \sqrt{\mu \epsilon} EH [J/m^3]
 \end{aligned} \tag{8}$$

이러한 에너지 밀도를 가지는 전자파가 자유공간을 $v[m/s]$ 의 속도로 전파할 때, 파의 진행방향에 직각인 단위면적을 통과하는 전력(단위시간에 통과하는 에너지)은 다음과 같다.

$$P = W \cdot v = \sqrt{\mu \epsilon} EH \times \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} = EH [W/m^2] \tag{9}$$

한편 $Z_0 = \frac{E}{H}$ 의 관계에서 $H = \frac{E}{Z_0} = \frac{E}{120\pi}$ 이므로 안테나에 수신된 전력은 식(11)과 같다.

$$P = EH = E \cdot \frac{E}{120\pi} = \frac{E^2}{120\pi} [W/m^2] \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Received Carrier Power} \\
 &= \text{포인팅전력} \times \text{실효개구면적} \\
 &= \frac{E^2}{120\pi} \times A_e
 \end{aligned} \tag{11}$$

등방성 안테나의 실효개구면적은 $0.08\lambda^2$, $E = 1[mv/m]$ 이므로 수신된 carrier power는 $C = 0.191 \times 10^8 [W] = -87.19 [dBW]$ 이다. 여기서 주파수는 100[MHz]로 가정하였다. 이상에서 우리는 초단파 방송구역내의 1[mv/m] 전계강도 기준레벨에서 수신된 carrier power를 구했다. 여기서 다음 식을 이용해서 수신된 IBAC DAB Carrier

Power를 구할 수 있다.

$$\frac{DAB\ Power}{FM\ Power} [dB] = -11.707 [dB] \quad (12)$$

그러므로, 수신된 IBAC DAB power = $-98.897 [dBW] = 1.289 \times 10^{10} [W]$ 이다.

초단파 방송구역내의 방송을 양호하게 수신할 수 있는 SNR를 구하기 위해서 다음 식을 이용한다.

$$\begin{aligned} E_b &= P_s \cdot T_b \\ &= 1.289 \times 10^{-10} \times 1 \times 10^{-6} \\ &= 1.289 \times 10^{-16} \end{aligned} \quad (13)$$

IBAC DAB시스템의 최대전송률을 1[Mbps]를 목표로 했을 때, $T_b = \frac{1}{1 \times 10^3}$ 과 같다. N_0 는 $1.38 \times 10^{-19} [W/Hz]$ 이므로 양청구역 내의 요구되어지는 SNR1은 다음과 같다.

$$E_b / N_0 = 10 \log \frac{1.289 \times 10^{-16}}{1.38 \times 10^{-19}} \approx 29.703 [dB] \quad (14)$$

그러므로, 모의실험을 통하여 동일성능의 SNR2를 구했을 때 IBAC DAB시스템의 마진을 구할 수 있게 된다.

$$M(\text{margin}) = \text{SNR1} - \text{SNR2} \quad (15)$$

2. FM 신호 모델링

본 논문에서 구성된 FM 신호 모델은 C로 구현했으며 다음과 같다.

- ▶ FM 스펙트럼은 주파수 편이로 인해 수시로 변화했다. 실제 공중파의 FM신호를 측정해보면 수시로 주파수의 파워레벨이 변함을 알 수 있으며, FM의 평균 PSD의 특성도 변함을 그림 6, 그림 7을 통해서 알 수 있다.
- ▶ 주파수 특성이 수시로 변화하게 하기 위해서 변조 신호를 정현함수의 합으로 랜덤 하게 표현했으며^[3], C로 모델된 FM PSD특성의 일부분은 그림8과 같으며, 각각 다른 FM의 평균 PSD의 특성^[6]은 그림9와 같다. 그림9는 Vector Signal Analyzer(HP89441A)로 여수 문화 FM방송(100.7MHz)을 측정 한 결과다.
- ▶ FM 스펙트럼의 주파수 특성이 수시로 변화하게 하되 평균 PSD모양이 가우시안 형태를 가지며, 식(2)을 이용해서 중심주파수에서 주파수가 $|f| \leq 25 [KHz]$ 로 떨어진 범위에서, 즉 대역이 50[KHz]내에서 0.36 [dB/KHz]의 기울기를 가지게 하면, $B(\text{대역폭}) = 50 [KHz]$ 일 때는 FM 삼각모델 전체 파워에 87.4%를 차지하므로 가우시안 형태의 FM스펙트럼은 FM의 기본 모델인 삼각모델로 근사화 시킬 수 있다. 그림 9는 50[KHz]내에서 0.36[dB/KHz]기울기를 가지

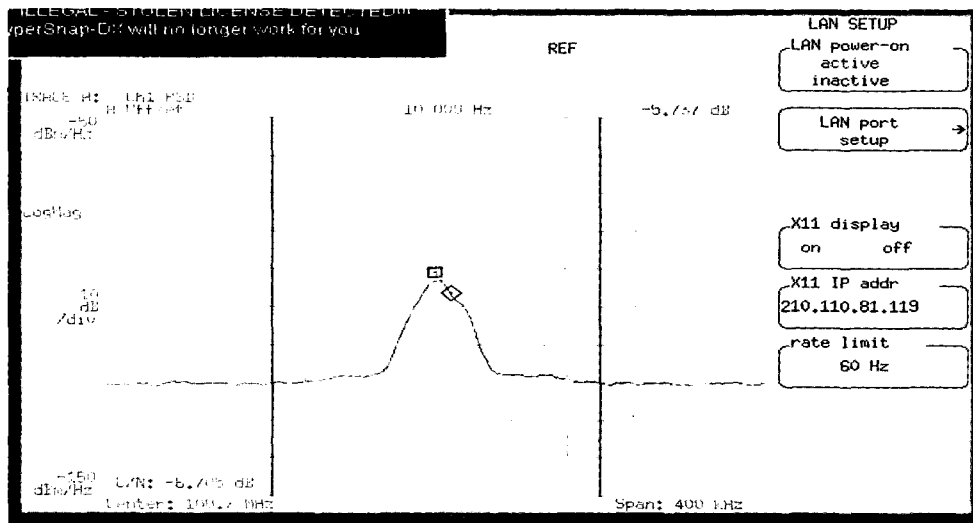


그림 6. 공중파 FM(Average) 측정 스펙트럼(I)
Fig. 6. Sky wave FM(Average) measurement spectrum(I)

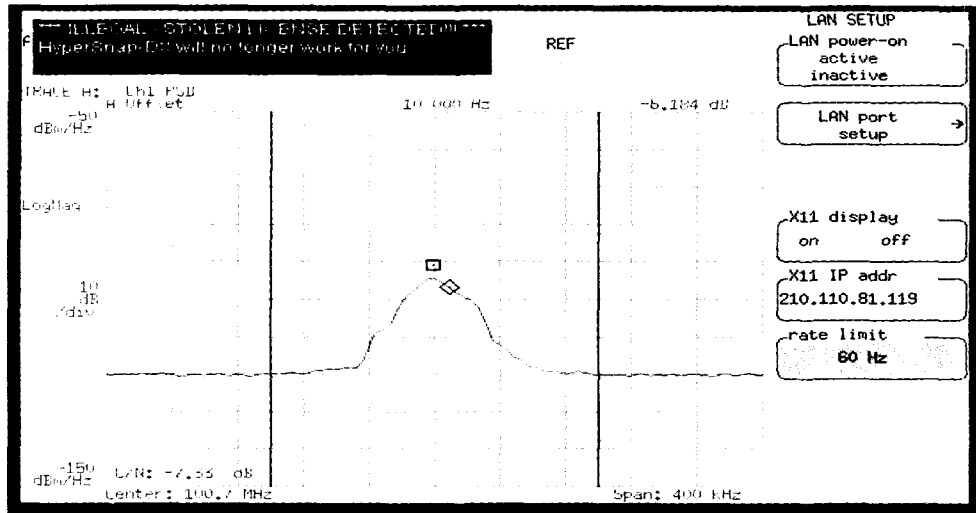


그림 7. 공중파 FM(Average) FM 측정 스펙트럼 (II)

Fig. 7. Sky wave FM(Average) measurement spectrum(II)

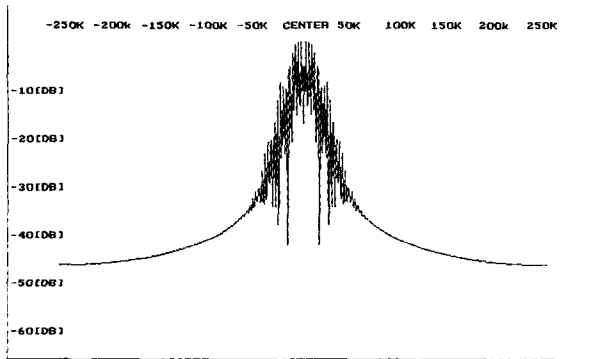


그림 8 C로 모델된 FM PSD

Fig. 8. FM PSD model by means of C

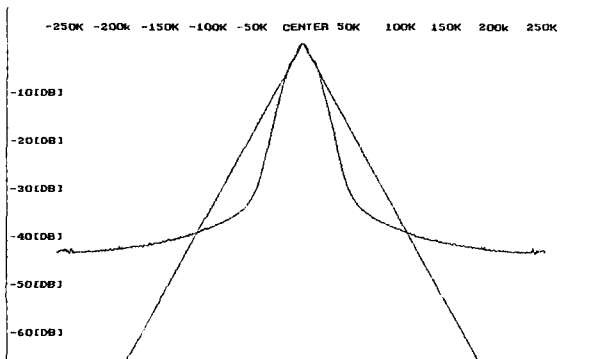


그림 9. FM PSD의 평균 특성(I)

Fig. 9. Average character of FM PSD(I)

지므로 삼각모델로 근사화 시킬 수 있으며, 식 (2)을 이용해서 다음과 같이 나타낼 수 있다^[8].

$$P_{total} = -\frac{2 \cdot P_{peak}}{0.036} \left[\frac{10^{-0.036 \cdot f}}{\ln 10} \right]_0^{25} \quad (16)$$

$$= 21.09 \cdot P_{peak}$$

when $B = 50[KHz]$ $P_{Total} = \frac{21.09}{24.1247} \cdot 100 \quad (17)$
 $= 87.4\%$

공중파 FM 신호를 측정해보면 그림 6과, 그림 7처럼 FM 신호의 평균적 PSD의 특성이 시간대 별로 주파수 편이로 인해 변하게 되는데 본 논문에서는 그림 8, 그림 9처럼 다양한 FM 특성을 갖는 간섭신호를 모델링 하여 IBAC DAB 시스템의 성능을 분석하였다.

IV. 모의 실험

본 논문의 FM 간섭 모의실험 모델은 그림 10과 같다. 동일 FM 간섭신호, 인접채널 FM 간섭신호의 순간적 주파수 특성은 그림 11과 같으며 FM PSD의 특성이 시간에 따라 변하게 된다.

시간상에서 IBAC DAB 시스템에 FM 인접채널의 간섭신호로 성능평가 하기가 어려우므로, 시간상에서 FM 간섭신호는 잡음처럼 부가되므로, 주파수상에서도 부가하

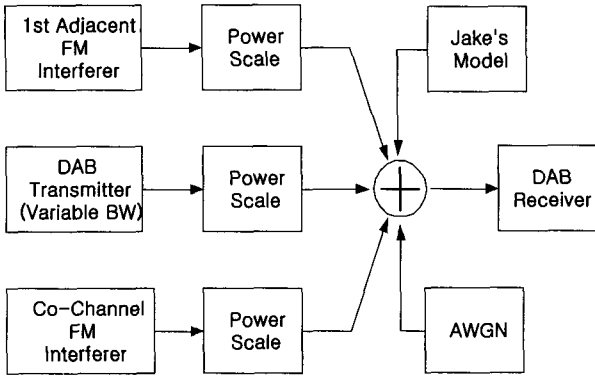


그림 10. FM 간섭 모의실험 모델
Fig. 10. FM interference simulation model

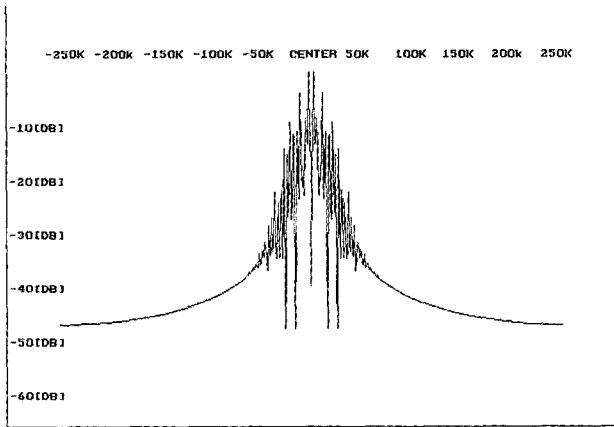


그림 11. (a) 동일채널 FM 신호
Fig. 11. (a) Co-channel FM signal

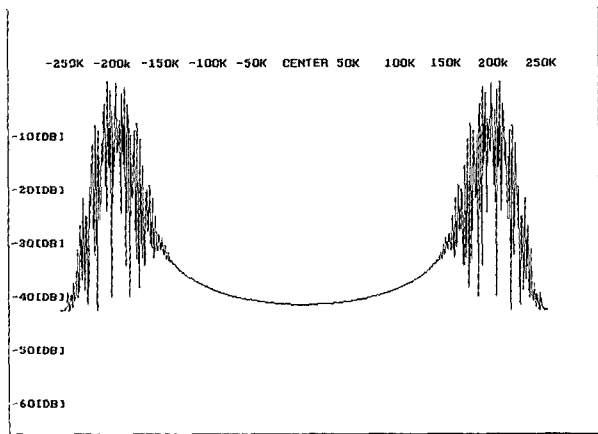


그림 11. (b) 인접채널 FM 신호
Fig. 11. (b) Adj-Channel FM Signal

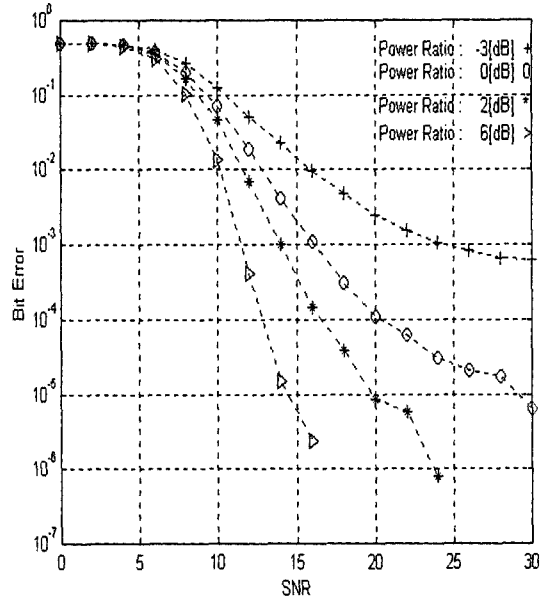


그림 12. FM 동일채널 간섭(AWGN 환경)에 따른 비트 오류(1)
Fig. 12. Bit error by FM Co-Channel interference(AWGN Environment)(1)

게 된다. 이 원리를 이용하여 FM 신호를 FFT하여 인접 채널 간섭을 주었다.

그림9의 FM평균 PSD의 특성을 갖는 FM 동일 채널간섭 모의 실험결과는 그림12와 같다. 모의실험에서 DAB시스템은 DAB의 평균파워가 FM 평균파워비보다 6[dB]정도 높으면, 낮은 SNR에서도 성능이 유지됨을 알 수 있다. 기본 모델에서 DAB시스템의 파워레벨은 FM 총파워 레벨보다 11.707[dB]정도 낮으므로 FM 파워레벨이 18[dB]감쇠 되는 지점에서 FM간섭을 받으면, IBAC DAB시스템에 큰 영향을 미치지 못하지만, 간섭이 크면 성능이 크게 저하됨을 알 수 있다.

이처럼 FM 주파수 특성 모양에 따라 IBAC DAB시스템성능의 차이가 나타나며, 다양한 특성을 갖는 FM간섭 모의 실험결과 IBAC DAB와 간섭되는 FM신호의 평균파워비가 10[dB]정도 차이를 유지하게 되면, FM주파수 특성에 상관없이 낮은 SNR에서도 시스템의 성능을 유지할 수 있다.

그림 13는 512[KHz]대역폭 과 256[KHz]대역폭을 갖는 IBAC DAB시스템의 FM인접채널 간섭모의 실험 결과이다. 그림(a)는 가우시안 채널환경에서의 모의실험 결과이고, 그림(b)는 오실레이터가 16개인 Jake's Model 환경에서의 모의실험 결과이다.

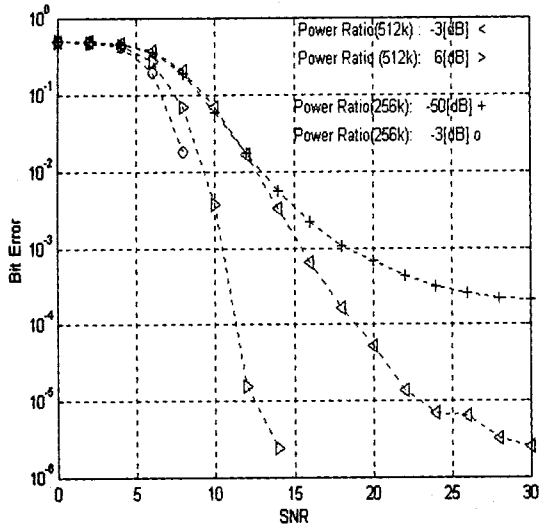


그림 13a. FM 인접채널 간섭(AWGN)

Fig. 13a. Bit error by FM Adj-Channel Interference(512k, 256k)

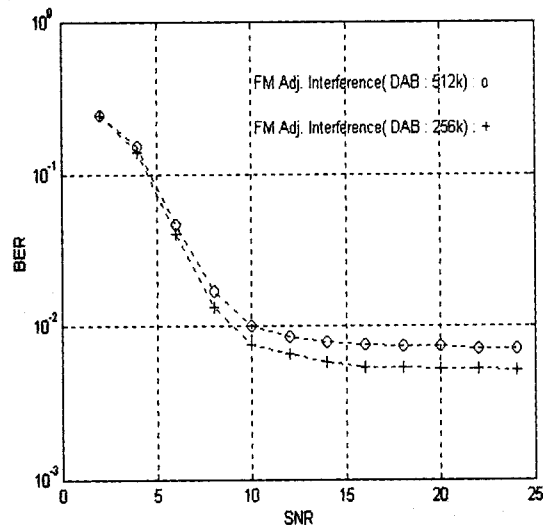


그림 13b. FM 인접채널 간섭(Jake's)

Fig. 13b. Bit error by FM Adj-Channel Interference(512k, 256k) (Jake's Model)

512[KHz]을 점유하고 있는 IBAC DAB시스템은 FM대역 내에서 2개의 채널을 점유하고 있기 때문에 인접채널의 FM 중심주파수에 중첩(overlap) 되지만, 256[KHz]을 점유하고 있는 시스템은 인접채널의 FM 중심주파수에 중첩이 안되므로 FM 인접채널 간섭에 대한 성능의

차이가 있음을 알 수 있지만, 이동환경에서는 채널에 대한 보상이 없을 때 대역폭에 상관없이 성능이 크게 저하된다. 이처럼 가우시안 채널환경에서 대역폭에 따라 FM 간섭에 대한 성능의 차이가 있게 되는데 시스템의 전송률과 FM 인접채널 간섭의 면역성과의 절충(trade off)가 있어야 되고, 이동환경에서는 채널에 대한 보상이 필수적이다.

V. 결 론

본 연구에서는 FM 방송신호의 PSD 특성을 수학적으로 0.36[dB/KHz]의 기울기를 가지는 삼각 모델로 근사화하고, IBAC DAB 신호의 PSD 특성을 사각모형으로 나타내었다. 공중파 FM신호를 측정해 본 결과, 주파수 편이로 인해 FM PSD의 특성이 수시로 변화하는 것을 측정 관찰할 수 있었다.

이런 FM 특성을 모델링 하기 위해 랜덤한 정현함수의 합으로 FM 신호를 C로 모델링 했으며, FM PSD의 평균 특성을 삼각모델로 근사화 시킬 수 있었다. 컴퓨터 모의 실험결과 FM PSD의 평균특성에 따라 IBAC DAB 시스템의 성능변화가 크다. 즉 간섭되는 FM의 중심주파수의 부근의 파워레벨이 크게 되면 IBAC DAB 시스템의 성능을 더 저하시키게 된다. 이처럼 FM 주파수 특성에 따라 IBAC DAB 시스템의 성능변화가 차이가 있게 되는데, 시스템의 성능이 유지될 수 있는 FM간섭 혼신비가 10[dB]임을 제시하였다.

모의실험결과 IBAC DAB의 차지 대역폭에 따른 FM 인접채널 간섭의 면역성이 가변 되므로 대역폭과 전송률 간의 절충(trade off)가 요구되어지며, FM간섭에 따른 안정적인 CD수준의 음질을 제공하기 위해서는 FM신호를 제거할 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 서종수, "디지털 오디오 방송(DAB)", 한국통신 학회지, vol. 15, no. 9, pp. 2494-2507, 1998. 9.
- [2] 유형석, 계선형, 서종수, "FM In-Band DAB 신호와 FM 방송신호의 상호 간섭", 한국통신학회 하계종합 학술대회 pp. 675-679, 1998. 7.
- [3] Carl-Erik W.Sundberg, "Digital Audio Broadcasting in

the FM Band," *ISIE'97*, pp. 37-41, 1997.

[4] Michael Chrysochoos, "Performance of an In-Band Adjacent-Channel DAB System for Frequency-Selective Rayleigh and Ricean Slow Fading Channels under Analog FM Interference," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 44, no. 2, pp. 243-249, June 1998.

[5] Brain W. Kroeger, "Robust IBOC DAB AM and FM Technology for Digital Audio Broadcasting," http://www.usader.com/Technical/Tech_ibocdab.html

[6] USA Digital radio, "Petition for rulemaking to the united states federal communications commission for in-band on-channel digital audio broadcasting," Oct. 1988.

[7] 김태훈, 조병록, 오길남외3명, "FM 환경에서 DAB 시스템의 성능 검증", *한국방송공학회 학술대회*, pp. 167-172, 1999. 11.

[8] 김태훈, 조병록, 오길남외4명, "국내FM 간섭환경에서 IBAC DAB시스템 성능검증 및 분석", *JCCI'2000*, pp. 96-99, 2000. 5.

저 자 소 개



조 병 록

1987년 2월 : 성균관대학교 전자공학과(공학사)
 1990년 2월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1994년 2월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 1987년 1월 ~ 1988년 3월 : 삼성전자 (주)종합연구소
 1994년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 전자공학과 부교수
 주관심분야 : 디지털 통신이론, 디지털 통신시스템 ASIC설계, 무선멀티미디어용 고속 모뎀 설계, 무선망 성능분석



김 태 훈

1999년 2월 : 순천대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
 2001년 2월 : 순천대학교 공과대학 전자공학과(공학석사)
 2000년 12월 ~ 현재 : Eastel System 근무
 주관심분야 : IMT-2000, 디지털 통신이론, 디지털 통신시스템 ASIC설계



오 길 남

1982년 2월 : 경희대학교 공과대학 전자공학과 (공학사)
 1984년 2월 : 경희대학교 공과대학 전자공학과 (공학석사)
 1996년 2월 : 경희대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 1984년 3월 ~ 2000년 2월 : 한국전자통신연구원 (ETRI) DAB시스템 연구 팀장, 책임연구원
 2000년 3월 ~ 현재 : 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 교수
 주관심분야 : 통신채널의 등화기/블라인드, 무선통신용 신호처리, 멀티캐리어 변조 & OFDM, 디지털 방송