

NTSC 간섭원에 대한 T-DMB 혼신보호비

□ 전희영, 조석현, 김영석 / 문화방송 모바일기술부

I. 서론

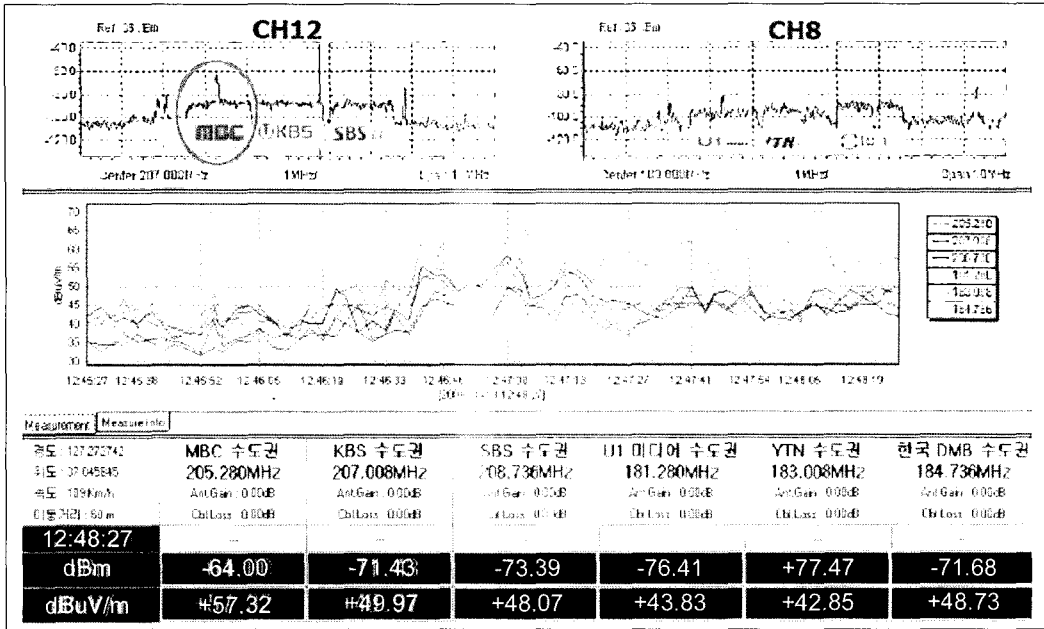
국내에서는 2005년 12월 1일 세계 최초로 T-DMB 상용서비스를 시작하였다. T-DMB는 NTSC TV 대역인 VHF 대역을 사용하고 있어 NTSC 종료 예정인 2012년까지 두 신호는 상당기간 동안 공존할 것으로 보인다.

현재 T-DMB는 수도권 관악산, 남산, 용문산 3곳의 기간 송신소에서 VHF CH 12와 CH 8로 송출하고 있는데, CH 8번은 강원도 화악산에서 KBS1 NTSC 방송을 하고 있고, CH 12번은 충청도 가업산에서 KBS1 NTSC 방송을 하고 있어 수도권 일부 지역에서 동일채널 간섭이 예상된다. 또한 T-DMB 전국 방송시 NTSC 신호와의 상호 간섭이 곳곳에서 발생할 것으로 예상된다. 본 고에서는 NTSC 간섭원에 의한 T-DMB 혼신보호비 측정을 위한 환경 설정 방법 및 실험 결과를 제시하고자 한다.

II. 연구 배경

1. NTSC 간섭원에 의한 T-DMB 동일채널 간섭 사례

수도권 T-DMB 방송망 관리를 위해 전계강도 및 수신품질 측정 결과를 분석하던 중 충청도 가업산 KBS1 CH12 NTSC 신호가 경기도 용인 및 안성 지역에서 T-DMB 신호에 간섭을 주고 있는 것을 발견하였다. 이 지역에서 측정한 스펙트럼을 보면 CH12 T-DMB A 양상블인 MBC DMB 채널에 블록 튀어나온 NTSC 영상반송파를 볼 수 있다(그림 1). CH12 T-DMB B 양상블인 KBS와 C 양상블인 SBS의 수신 상태는 양호한 반면, A 양상블인 MBC의 경우 수신 전계는 높게 나왔으나 실제 수신은 전혀 되지 않았다.



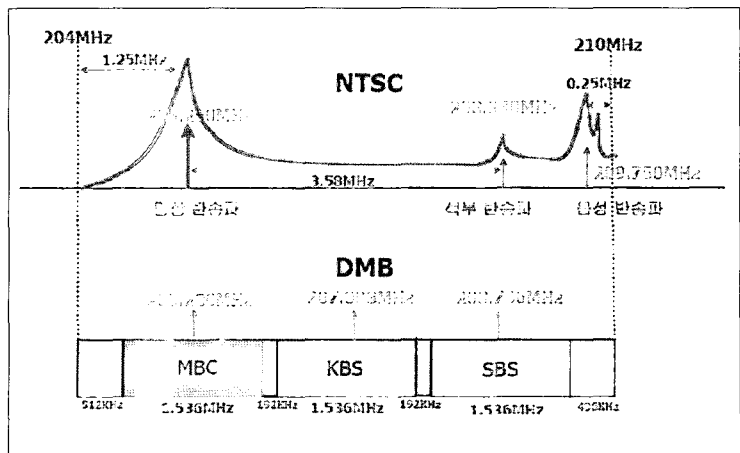
(그림 1) NTSC 신호의 동일채널 간섭시 T-DMB 스펙트럼

2. NTSC 간섭원에 의한 T-DMB 간섭 원인

NTSC 신호에 의한 T-DMB 간섭 영향은 동일채널일 경우 A 양상블 채널에 가장 큰 간섭을 일으킬 것으로 예상된다. 이는 NTSC 영상반송파의 주파수가 T-DMB A 양상블의 중심주파수와 거의 일치하기 때문이다. 그림 2는 CH12번의 NTSC와 T-DMB의 스펙트럼 구조를 간략하게 그린 것이다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 NTSC 신호의 영상반송파가 205.250MHz에 위치

하여 A 양상블인 MBC DMB의 중심 주파수인 205.280MHz와 거의 일치한다.

이렇듯 영상반송파의 간섭을 직접적으로 받는 A



(그림 2) CH12의 NTSC 신호와 T-DMB 신호 스펙트럼 구조

양상블이 동일채널 간섭시 타 양상블에 비해 높은 혼신보호비가 필요할 것으로 예상된다. 여기서 혼신보호비란 수신기 출력단에서 규정된 수신 품질 조건을 만족하기 위해, 수신기 입력단에 요구되는 수신 신호 대 간섭 신호의 전력비(D/U Desired Undesired Ratio)를 의미하며 dB로 표현된다. 이는 동족 혹은 이종 전송 시스템간의 주파수 공유가 요구되는 상황에서 각 전송 시스템의 운용 및 채널 배치에 반드시 필요한 정보이다.

T-DMB 신호는 녹화되어 있는 ETI 신호를 T-DMB 변조기에 넣어 발생된 I, Q 신호를 SFQ 송신기(제조사:R&S)에 넣어 RF 신호가 나오도록 하였다. NTSC 신호는 TV 신호를 Teleview 수신기 입력에 넣은 후, NTSC 신호를 변조기에서 변조하여 RF 신호가 나오도록 하였다. 그리고 NTSC RF 신호와 T-DMB RF 신호를 합한 후 다시 2분배하여 스펙트럼 분석기와 DAB 752 수신기(제조사:Philips)로 공급하였다. 비디오채널은 DAB 752 수신기의 RDI(Receiver Data Interface)를 통해 추출한 비디오를 모니터 하였다.

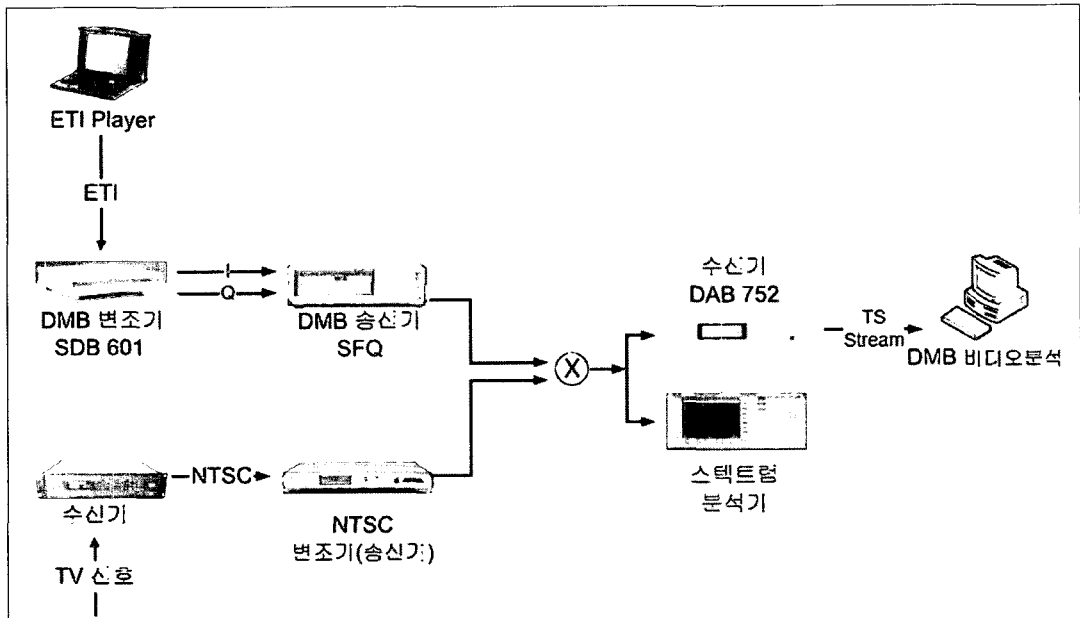
III. 실험 방법

1. 실험 시스템

본 논문을 위한 실험 장비 및 구성은 다음과 같다.

2. 측정기준

비디오채널은 비디오를 모니터하며 화면이 깨지는 시점의 T-DMB 전력을 스펙트럼 분석기를 이



〈그림 3〉 실험 장비 및 구성

용하여 측정하였다. 오디오채널의 경우 노이즈가 발생하기 시작하는 상태를 임계치로 하여 전력을 측정하여 혼신보호비를 구하였다. 실험에 사용된 T-DMB 수신기의 최저 수신 전력은 약 -98dBm 이었다.

정확한 실험을 위해서는 NTSC 신호와 T-DMB 신호가 일정 전력으로 안정적으로 발생되어야 하는데, 실험에 쓰였던 NTSC 변조기의 RF 레벨이 1~2dB 정도의 변화가 계속 있었다. 이를 반영한 실험 오차는 1~2dB이다.

각 -21.7dB, -15.8dB인 반면 A 양상블의 경우 2.5dB의 높은 혼신보호비를 나타냈다. 즉, B 양상 블의 경우 NTSC 신호보다 -21.7dB 보다 크면 수 신이 가능한 반면, A 양상블은 2.5dB가 커야 수신 이 가능하다. 상대적으로 A 양상블이 B 양상블에 비해 약 24dB 더 높은 혼신보호비가 필요했다. 반 면 NTSC 신호가 T-DMB 신호의 상, 하 인접채널 간섭시에는 양상블별 혼신보호비의 차이는 거의 없 었으며, 하측 인접채널(N-1)시에는 약 -61dB, 상 측 인접채널(N+1)시에는 약 -59dB의 혼신보호비 가 필요하였다.

IV. 실험 결과

1. 동일채널 및 인접채널 혼신보호비

NTSC 전력이 -35dBm일때 수신 가능한 T-DMB 신호의 전력을 측정하여 각 양상블 별 혼신보 호비를 구하였다. 실험 결과(표 1) NTSC 신호가 T-DMB 신호에 동일채널로서 간섭을 일으킬 때 A 양상블이 B, C 양상블에 비해 훨씬 많은 간섭을 받 고 있었다. B와 C 양상블의 경우 혼신보호비가 각

2. NTSC와 T-DMB 주파수 차이별 T-DMB 혼신보호비

T-DMB 주파수를 205.200MHz를 기준으로 NTSC 신호를 0.2MHz 간격으로 +값(오른쪽), -값(왼쪽)으로 이동시키면서 혼신보호비를 구하 였다. NTSC 전력은 -45dBm과 -35dBm 두 가지 경우로 실시하였다. NTSC 주파수 기준은 영상반송파로 하였다. 실험 결과 NTSC 전력이 -45dBm일때, T-DMB 중심주파수 기준으로

(표 1) NTSC 간섭원의 동일 및 인접채널 간섭시 T-DMB 혼신보호비

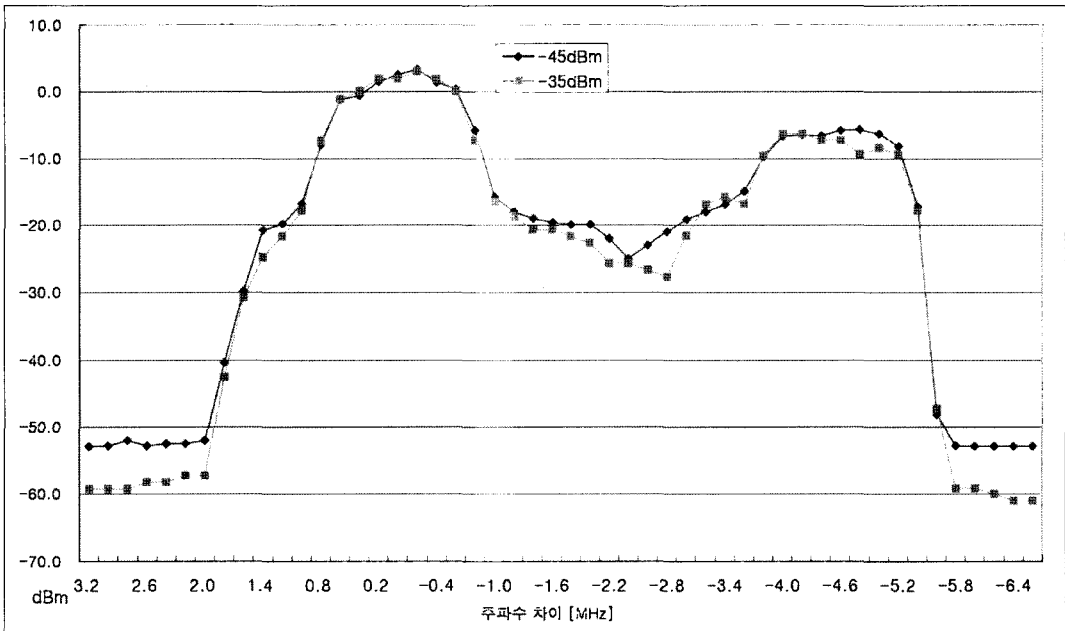
NTSC 전력 -35[dBm]	T-DMB 중심주파수[MHz]	NTSC 영상반송파 주파수[MHz]	최소수신전력[dBm]	혼신보호비 [dB]
동일채널 N	205.280 (A 양상블)	205,250	-32.5	2.5
	207.008 (B 양상블)		-56.7	-21.7
	208.736 (C 양상블)		-51.7	-15.8
인접채널 N-1	205.280 (A 양상블)	199,250	-96.1	-61.1
	207.008 (B 양상블)		-96.2	-61.2
	208.736 (C 양상블)		-96.3	-61.3
인접채널 N+1	205.280 (A 양상블)	211,250	-94.2	-59.2
	207.008 (B 양상블)		-94.2	-59.2
	208.736 (C 양상블)		-94.3	-59.3

<표 2> 주파수 차이($f_s = f_{NTSC} - f_{DMB}$)별 혼신보호비(NTSC 전력 -45dBm)

주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]	주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]
3.2	-97.9	-52.9	-1.6	-64.6	-19.6
3.0	-97.8	-52.8	-1.8	-64.9	-19.9
2.8	-97.0	-52.0	-2.0	-64.9	-19.9
2.6	-97.8	-52.8	-2.2	-67.0	-22.0
2.4	-97.5	-52.5	-2.4	-70.0	-25.0
2.2	-97.5	-52.5	-2.6	-68.0	-23.0
2.0	-97.0	-52.0	-2.8	-66.0	-21.0
1.8	-85.4	-40.4	-3.0	-64.1	-19.1
1.6	-74.8	-29.8	-3.2	-63.0	-18.0
1.4	-65.8	-20.8	-3.4	-61.9	-16.9
1.2	-64.8	-19.8	-3.6	-59.9	-14.9
1.0	-61.8	-16.8	-3.8	-54.8	-9.8
0.8	-52.9	-7.9	-4.0	-51.7	-6.7
0.6	-46.2	0.2	-4.2	-51.5	-6.5
0.4	-45.6	0.5	-4.4	-51.6	-6.6
0.2	-43.5	1.5	-4.6	-50.8	-5.8
0.0	-42.4	4.0	-4.8	-50.7	-5.7
-0.2	-41.6	4.4	-5.0	-51.3	-6.3
-0.4	-43.6	1.4	-5.2	-53.2	-8.2
-0.6	-44.6	0.4	-5.4	-62.2	-17.2
-0.8	-50.8	-5.8	-5.6	-93.2	-48.2
-1.0	-60.8	-15.8	-5.8	-97.8	-52.8
-1.2	-63.0	-18.0	-6.0	-97.9	-52.9
-1.4	-64.0	-19.0	-6.2	-97.9	-52.9

<표 3> 주파수 차이($f_s = f_{NTSC} - f_{DMB}$)별 혼신보호비(NTSC 전력 -35dBm)

주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]	주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]
3.2	-94.2	-59.2	-1.8	-56.7	-21.7
3.0	-94.2	-59.2	-2.0	-57.7	-22.7
2.8	-94.2	-59.2	-2.2	-60.7	-25.7
2.6	-93.2	-58.2	-2.4	-60.7	-25.7
2.4	-93.2	-58.2	-2.6	-61.7	-26.7
2.2	-92.2	-57.2	-2.8	-62.7	-27.7
2.0	-92.2	-57.2	-3.0	-56.6	-21.6
1.8	-77.5	-42.5	-3.2	-51.8	-16.8
1.6	-65.8	-30.8	-3.4	-50.8	-15.8
1.4	-59.8	-24.8	-3.6	-51.8	-16.8
1.2	-56.7	-21.7	-3.8	-44.5	-9.5
1.0	-52.8	-17.8	-4.0	-41.3	-6.3
0.8	-42.4	-7.4	-4.2	-41.3	-6.3
0.6	-36.1	-1.1	-4.4	-42.3	-7.3
0.4	-34.9	0.1	-4.6	-42.3	-7.3
0.2	-33.0	2.0	-4.8	-44.4	-9.4
0.0	-33.0	2.0	-5.0	-43.4	-8.4
-0.2	-31.9	3.1	-5.2	-44.4	-9.4
-0.4	-33.0	2.0	-5.4	-52.8	-17.8
-0.6	-34.9	0.1	-5.6	-82.3	-47.3
-0.8	-42.3	-7.3	-5.8	-94.1	-59.1
-1.0	-51.6	-16.6	-6.0	-94.1	-59.1
-1.2	-53.7	-18.7	-6.2	-94.9	-59.9
-1.4	-55.7	-20.7	-6.4	-96.0	-61.0
-1.6	-55.7	-20.7	-6.6	-96.0	-61.0



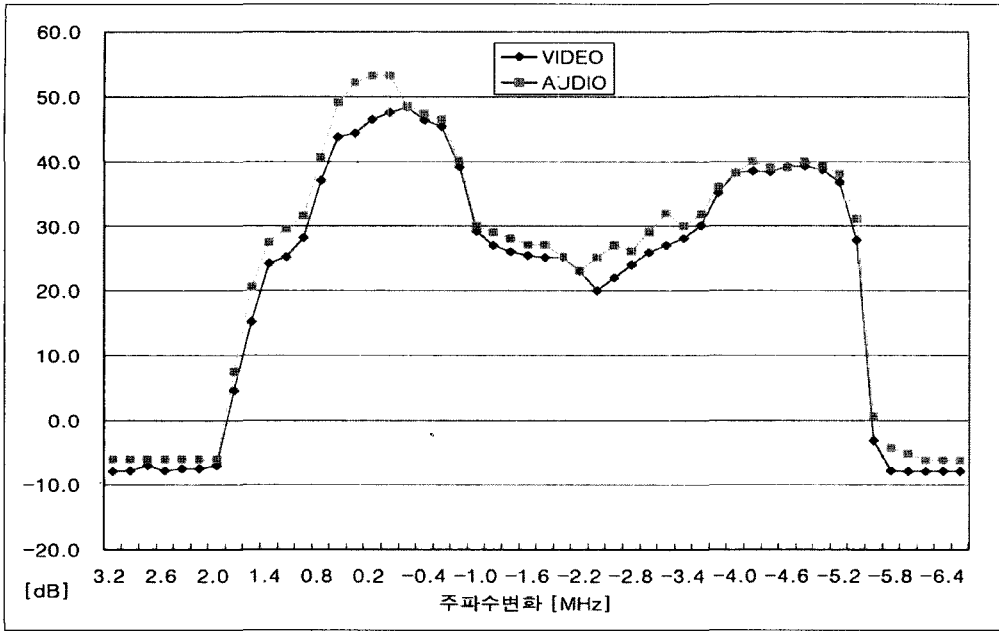
〈그림 4〉 주파수 차이($f_s = f_{NTSC} - f_{T-DMB}$)별 혼신보호비

NTSC 영상반송파가 +2.0MHz 이상 또는 -5.8MHz 이상 떨어지면 간섭의 영향이 없었다. 반면 NTSC 영상반송파와 T-DMB 양상블이 겹치는 -0.6MHz~0.6MHz 사이에서 높은 혼신보호비가 필요하였다 (그림 4 참조).

NTSC 전력을 -35dBm로 올린 다음 동일한 방법으로 실험하였다. 실험 결과는 -45dBm일때와 비슷했다. T-DMB 중심주파수 기준으로 NTSC 영상반송파가 +2.0MHz 이상 또는 -5.8MHz 이상 떨어지면 간섭의 영향이 없었고 NTSC 영상반송파의 직접적 영향을 받는 -0.6MHz~0.6MHz 사이에서 높은 혼신보호비가 필요하였다. 그림 4에서 간섭의 영향이 없는 +2.0MHz 이상과 -5.8MHz 이하에서 NTSC 전력의 차이에 따라 혼신보호비 값의 차이는 T-DMB 수신기의 최소 수신전력으로 인해 차이가 나는 것이다.

3. NTSC와 T-DMB 주파수 차이별 T-DMB 오디오채널의 혼신보호비(NTSC 전력 - 45dBm)

T-DMB 오디오채널인 DAB 채널의 혼신보호비도 실험하였다. T-DMB 비디오채널의 경우 에러 정정 효과를 높이기 위해 채널 코딩을 추가로 한다. 비디오채널과 오디오채널의 혼신보호비를 구하여 비디오채널의 채널 코딩에 의한 영향을 알아보았다. 실험 결과 대체적인 경향은 비디오채널과 비슷하게 나왔으나 T-DMB 오디오채널의 혼신보호비는 비디오채널보다 높거나 같게 나왔다 (그림 5). 즉, 오디오채널이 비디오채널보다 간섭의 영향을 더 많이 받거나 비슷하게 받았다. 이는 비디오채널에 채널 코딩을 한 번 더 했기 때문에 오디오채널보다 같거나 더 나은 오류 정정을 한



(그림 5) 주파수 차이($f_s = f_{NTSC} - f_{DMB}$)별 비디오채널과 오디오채널의 혼신보호비

(표 4) 주파수 차이($f_s = f_{NTSC} - f_{DMB}$)별 오디오채널의 혼신보호비 (NTSC 전력 -45dBm)

주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]	주파수차이 [MHz]	DMB 레벨 [dBm]	혼신보호비[dB]
3.2	-96.1	-51.1	-1.8	-62.9	-17.9
3.0	-96.1	-51.1	-2.0	-64.8	-19.8
2.8	-96.1	-51.1	-2.2	-66.9	-21.9
2.6	-96.1	-51.1	-2.4	-64.9	-19.9
2.4	-96.1	-51.1	-2.6	-63.0	-18.0
2.2	-96.1	-51.1	-2.8	-63.9	-18.9
2.0	-96.1	-51.1	-3.0	-60.9	-15.9
1.8	-82.5	-37.5	-3.2	-58.0	-13.0
1.6	-69.4	-24.4	-3.4	-60.0	-15.0
1.4	-62.5	-17.5	-3.6	-58.1	-13.1
1.2	-60.4	-15.4	-3.8	-53.9	-8.9
1.0	-58.4	-13.4	-4.0	-51.8	-6.8
0.8	-49.4	-4.4	-4.2	-50.0	-5.0
0.6	-40.9	4.1	-4.4	-50.9	-5.9
0.4	-37.8	7.2	-4.6	-50.9	-5.9
0.2	-36.8	8.2	-4.8	-50.0	-5.0
0.0	-36.8	8.2	-5.0	-50.8	-5.8
-0.2	-41.4	3.6	-5.2	-51.9	-6.9
-0.4	-42.6	2.4	-5.4	-58.9	-13.9
-0.6	-43.5	1.5	-5.6	-89.4	-44.4
-0.8	-49.9	-4.9	-5.8	-94.3	-49.3
-1.0	-60.0	-15.0	-6.0	-95.2	-50.2
-1.2	-61.0	-16.0	-6.2	-96.2	-51.2
-1.4	-61.9	-16.9	-6.4	-96.2	-51.2
-1.6	-62.9	-17.9	-6.6	-96.2	-51.2

것으로 보인다. 표 4는 NTSC 신호의 주파수 변화에 다른 T-DMB 오디오 채널의 혼신보호비를 정리한 것이다.

4. NTSC 동일채널 간섭시 T-DMB 앙상블별 페이딩의 영향

NTSC CH12와 T-DMB CH12에 대한 동일채널 간섭시 페이딩에 의한 혼신보호비를 실험하였다. NTSC 전력은 -45dBm, -35dBm으로 하여 각각에 대해 앙상블 별 혼신보호비를 구하였다. 페이딩은 SFQ 송신기가 지원하는 3가지 모드에서 실험하였다. 첫 번째는 도심에서 시속 3Km / 12경로 페이딩, 두 번째는 도심에서 시속 50Km / 12경로 페이딩, 세 번째는 교외에서 시속 100Km / 12경로 페이딩으로 실험하였다. 실험 결과 페이딩에 의한 간섭에서도 A 앙상블이 타 앙상블에 비해 높은 혼신보호비가 필요했다. 이는 A 앙상블이 페이딩에도 취약함을 의미한다. 페이딩 실험시 장비 여건상 T-DMB 신호에 대해서만 페이딩을 발생시켰다.

V. 결론

NTSC 간섭원에 의한 동일채널 간섭시 T-DMB의 혼신보호비는 각 앙상블마다 큰 차이를 보였다. A 앙상블은 2.5dB, B 앙상블은 -21.7dB, C 앙상블은 -15.8dB의 혼신보호비를 보였다. A 앙상블 신호는 NTSC 신호보다 2.5dB가 높아야 수신이 가능한 반면, B 앙상블과 C 앙상블은 각각 -19.2dB, -15.8dB 높으면 수신이 가능했다. 상대적으로 보면 NTSC TV 신호의 간섭(NTSC 전력 -35dBm)이 있을 경우 A 앙상블은 B 앙상블보다 약 24dB 보다 높은 혼신보호비가 필요하였으며, C 앙상블보다는 약 18dB 높은 혼신보호비가 필요했다. A 앙상블은 페이딩 간섭에도 상대적으로 취약했다.

실험 결과와 같이 T-DMB의 A 앙상블의 경우, NTSC 동일채널 간섭에 가장 취약하며 그 정도가 매우 심각함을 알 수 있다. 또한 B 앙상블의 경우 영상반송파, 색부반송파, 음성반송파가 존재하지 않는 주파수에 위치하고 있어 간섭의 영향을 덜 받았다. 또한 T-DMB 신호가 NTSC 신호의 간섭을 받지 않기 위한 주파수 이격 거리는 T-DMB 중심 주파수를 기준으로 NTSC 영상반송파가 +2.0MHz 이

〈표 5〉 동일채널시 각 앙상블 별 혼신보호비(NTSC 전력 -45dBm)

NTSC 전력 -45[dBm]	T-DMB 중심 주파수[MHz]	T-DMB 전력[dBm]	혼신 보호비[dB]
도심 시속 3Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-28.4	16.6
	207.008(B 앙상블)	-59.3	-14.3
	208.736(C 앙상블)	-50.7	-5.7
도심 시속 50Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-32.6	12.4
	207.008(B 앙상블)	-59.3	-14.3
	208.736(C 앙상블)	-52.7	-7.7
도심 시속 100Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-33.8	11.2
	207.008(B 앙상블)	-59.3	-14.3
	208.736(C 앙상블)	-52.7	-7.7

〈표 6〉 동일채널시 각 앙상블 별 혼신보호비(NTSC 전력 -35dBm)

NTSC 전력 -35[dBm]	T-DMB 중심 주파수[MHz]	T-DMB 전력[dBm]	혼신 보호비[dB]
도심 시속 3Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-21.2	13.8
	207.008(B 앙상블)	-48.2	-13.2
	208.736(C 앙상블)	-43.8	-8.8
도심 시속 50Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-22.3	12.7
	207.008(B 앙상블)	-48.2	-13.2
	208.736(C 앙상블)	-45.8	-10.8
도심 시속 100Km/12경로	205.280(A 앙상블)	-23.4	11.6
	207.008(B 앙상블)	-43.2	-8.2
	208.736(C 앙상블)	-45.6	-10.6

상 또는 -5.8MHz 이상이였다. T-DMB 비디오채널의 경우 오디오채널 보다 NTSC 간섭에 강하거나 비슷한 양상을 보였다. 이는 비디오채널은 오디오채널에 비해 리드솔로몬 코딩과 컨벌루션 인터리빙 등의 채널 코딩을 추가로 적용하여 오류 정정기능이 향상되었기 때문으로 보인다. 본 논문에서 알

수 있듯이 NTSC 인접채널에 의한 T-DMB 간섭 영향은 적으나 동일채널에 의한 간섭 영향이 있으며, 특히 A 앙상블의 경우 동일채널 간섭에 가장 취약하므로 T-DMB 소출력 증세기 설치 등의 정책적인 지원이 필요할 것으로 보인다.

● 참고 문헌 ●

- [1] ETSI EN 300 401 V1.3.3, "Radio Broadcasting System; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers", ETSI, May 2001
- [2] 정영호, 김건, 양규태, 이수인, "NTSC 간섭원에 대한 Eureka 147 DAB 시스템의 혼신보호비", 한국방송공학회지, pp.207-211 2002.
- [3] 한국정보통신기술협회, "초단파 디지털라디오(지상파 DMB) 비디오 송수신 정합표준", 정보통신단체표준, pp.8-13, August 2004.
- [4] ETSI TR 101 758 V2.1.1, "Digital Audio Broadcasting(DAB); Signal strengths and receiver parameters: Targets for typical operation", ETSI, November 2000
- [5] EN 300 798 V1.1.1, "Digital Audio Broadcasting(DAB); Distribution interfaces ; Digital baseband In-phase and Quadrature(DIQ) interface", ETSI, March, 1998
- [6] ETS 300 799 V1.1.1, "Digital Audio Broadcasting(DAB); Distribution interfaces: Ensemble Transport interface", ETSI, September, 1997
- [7] ETSI TS 102 428 V1.1.1, "Digital Audio Broadcasting(DAB); DMB video service: User Application Specifications", ETSI, June 2005

필자소개



전희영

- 2002년 : 연세대학교대학원 전자공학과 공학박사
- 1997년~1999년 : 차세대방송 컨소시엄 DAB분과 부위원장
- 1999년~2000년 : DTV 실험방송전담반 SG-1 의장
- 2000년~2003년 : DTV 방송방식 발전위원회 위원
- 2001년~2005년 : DTV 전송방식 비교시험 실무추진팀장
- 2002년~2003년 : 캐나다 연방통신연구소(CRC) TV 전송연구실 객원연구원
- 1987년~현재 : (주)문화방송 디지털전환팀장/뉴미디어기술부장/모바일기술부장

필자소개



김영석

- 1996년 : 성균관대학교 전자공학과 학사
- 1995년~현재 : (주)문화방송 모바일기술부 차장대우
- 2005년~현재 : 연세대학교 공학대학원 석사과정



조석현

- 2000년 : 인하대학교 전자공학부 학사
- 2000년~현재 : (주)문화방송 모바일기술부