

국내 NTSC 및 디지털 TV 수신기의
안테나 입력 방해 내성 한계치 결정

조원서 · 장태현 ·

조희곤*

산업기술시험원,

*(주)대우일렉트로닉스

I. 개 요

TV 방식은 전세계적으로 NTSC, PAL, SECAM 등 3가지 방식이 있는데, 우리 나라는 미국방식인 NTSC 방식을 채택하여 1956년에 TV 방송을 시작하였으며, 1980년에 컬러 TV 방송을 실시하였다. 2001년부터 수도권에서 디지털 지상파 TV 방송을 시범적으로 실시하고 있으며, 지상파 TV의 디지털화를 위해 2002년 수도권 디지털방송망 완성에 이어 2003년 광역시, 2004년 도청 소재지, 2005년 시·군 지역으로 디지털 방송 확대 추진되고 있다. ITU 권고기준에 따라 54~806 MHz 대역에서 채널 2~69번까지 68개의 채널을 사용(1개 채널당 6 MHz)하면서, 아날로그 TV 방송과 디지털 지상파 TV 동시방송을 위해 채널 14~18, 61~69번을 디지털 TV 채널로 확보하고 있다. 이처럼 아날로그 TV에서 디지털 TV로의 전환이 빠르게 진행되고 있으며, 우리나라가 디지털 TV의 최다 생산국이라는 보도도 있었다.

한편, 디지털 TV에 대한 전자파환경 문제 즉, 전파 스펙트럼을 오염시키는 문제, 동일한 조건에서 아날로그 TV보다 전자파 내성이 저하될 수 있는 문제 등에 관한 국제 표준화 활동에는 활발하게 참여하지 못하고 있는 실정이다.

최근 국제무선장해특별위원회(CISPR)에서는 방송수신기에 대한 전자파 내성 기술기준인 CISPR 20에 개정안을 통과시켰다. 주요 내용으로서 일본 방식 NTSC에 대한 입력내성(Input Immunity)기준 및 디지털 방송 기기에 대한 시험조건 등이 추가되었다. 입력내성 기술기준은 각 나라에서 채택하고 있

는 TV 방송 방식, 사용되는 중간 주파수에 따라서 구별된 기술기준을 제시하고 있다. 개정된 CISPR 20에는 PAL 방식 및 SECAM 방식, 일본의 NTSC 방식만이 입력내성 기술기준을 포함하고 있다. 우리나라 NTSC TV 수신기에 대한 전자파 내성기술 기준은 국제규격과의 조화를 위해 CISPR 20을 인용할 것으로 예상되지만, CISPR 20에서는 NTSC 방식 입력기술기준이 58.75 MHz를 중간주파수로 사용하는 일본방식으로 되어 있어 중간주파수 45.75 MHz를 사용하는 우리나라 NTSC 방식과는 다소 차이점이 있다. 따라서 일본 NTSC 방식에 대한 입력 내성 기준을 우리나라의 TV 수신기에 그대로 적용하는 데는 적잖은 문제점이 있을 수 있다. 따라서 우리나라의 NTSC 방식에 적합한 내성기술기준 연구 및 기준안 마련이 시급한 실정이다. 또한 CISPR 20에 디지털 방송 기기에 대한 내성기술 기준이 추가됨에 따라 우리나라에서도 디지털 방송 기기에 대한 전자파 내성 기술기준을 정립하는 것이 시급한 과제가 아닐 수 없다.

본 고에서는 TV 수신기의 수신 성능에 영향을 미치는 요인들을 조사하였으며, 국내 NTSC 및 디지털 TV 수신기의 입력내성 기준안을 제시하였으며, 제시된 기준안을 국내 NTSC TV 및 디지털 TV에 적용하여 타당성 및 문제점을 고려하여 보았다.

II. TV 수신 성능에 영향을 미치는 요인

2-1 아날로그 TV의 수신 장애 요소

TV 수신기에서 양호한 수신화질을 얻기 위해서

는 내부잡음, 비직선 왜율, 외부에서의 방해파가 화질을 열화시키지 않도록 하는 것이 중요하다. 이것은 TV 수신기의 성능에 관계되는 것이 많다. TV 수신기의 내부 잡음에 대한 성능은 잡음 제한 감도나 잡음 지수로 표시되고 TV 수신기의 CN비 및 SN비에 관계된다. TV 수신기 내부에서 발생하는 비직선 찌그러짐에 의하여 혼변조 방해, 상호변조 방해 등이 발생하며 이러한 것에 의한 장애가 발생하지 않도록 성능 레벨을 정할 필요가 있다.

또, 외부로부터의 방해파에 대한 성능이 방해배제 능력이며, 방해파의 주파수에 따라 인접채널방해(Adjacent channel Interference), 이미지 방해(Image interference), 중간주파수 방해(IF interference) 등으로 표시된다. 또한, TV 수신기 주변의 강한 전파가 TV 수신기에 직접 들어와 방해를 일으키며 TV 수신기 자체의 국부발진에 의한 방해도 발생된다. TV 수신기를 설계하는 경우 TV 수신기가 이러한 방해에 대해 어느 정도 방해배제능력이 있는가를 고려하는 것이 중요하다. <표 1>은 일반 아날로그 TV 수신기가 가져야 할 최소한의 성능규격이다.

2-1-1 인접채널방해(N±1 채널)

하측 인접채널에 신호가 있으면 주로 그 음성반

<표 1> 아날로그 TV 수신기의 성능규격

성능 항목	전기적 성능	
	VHF	UHF
하측 인접채널 감쇠도	≥33 dB	
상측 인접채널 감쇠도	≥12 dB	
이미지 방해 억압비	≥60 dB	≥45 dB
중간주파수방해 억압비	60 dB 이상	
혼 변조 방해	88 dB μ V	
상호변조 방해		
중간주파수 비트 방해	80 dB μ V	

송파와 수신채널의 영상반송파의 간격은 1.5 MHz로서 하측 인접채널의 음성반송파는 수신채널의 영상반송파에 비트 방해를 발생시킬 수 있다. 또 상측 인접채널에 신호가 있으면 비트나 Window wipe 장애가 발생된다

2-1-2 혼변조 방해 및 상호변조 방해(N±2, N±3, N±4, N±5 채널)

혼변조(Cross modulation) 방해란 수신대상의 영상반송파가 방해채널의 변조파형에 의해 진폭 변조되는 것으로 실제로 일어나는 중요한 현상은 방해 채널의 수평 동기 신호가 TV 수신기 화면에 반전되어 나타나는 것으로서 화면에 세로로 흰 줄무늬가 생기는 현상(Window wipe 장애)이다. 상호변조(Intermodulation) 방해란 수신채널에서 전송 채널 상호간에 비트(Beat)로 인하여 생기는 새로운 주파수 성분이 화면에 들어가 비트 줄을 만드는 현상을 말한다.

2-1-3 국부 발진기 방해(Oscillator, N±7 채널)

동조된 채널에 대하여 UHF 텔레비전 수신기의 국부 발진 주파수는 N+7 채널에 위치해 있다. 그러므로 N 채널에 동조된 수신기로부터 국부 발진기의 방사는 N+7 채널에 동조된 다른 인근의 수신기에 공동채널(Co-channel)간섭을 발생시킬 수 있다. 공동채널 국부 발진 신호는 N+7 채널의 낮은 쪽 경계로부터 3.75 MHz에 주로 위치한다. 이곳은 수신기가 공동채널간섭에 대하여 영향을 받기 쉬운 영역이다. 아래에 설명된 IF 비트 간섭도 위의 채널 분리에서도 발생될 수 있다.

2-1-4 IF 비트(N±8 채널) 방해

두 방송국이 수신기의 중간 주파수(IF)만큼 분리되어 있을 때, 두 방송국의 신호가 결합되어 비트 신호를 발생하게 되며, 이 비트 신호는 수신기의 IF 증폭기에 의해 증폭된다. 현재 NTSC 포맷인 45.75

MHz IF가 사용되므로, 이러한 비트 신호들이 희망 방송 채널과 7 내지 8 채널 떨어진 채널에서 존재할 수 있다. (7 채널 분리는 수신기의 국부 발진기 복사에 근거한 제약조건에도 포함된다.)

2-1-5 음성 이미지(N+14 채널) 방해 및 화상 이미지 (N+15 채널) 방해

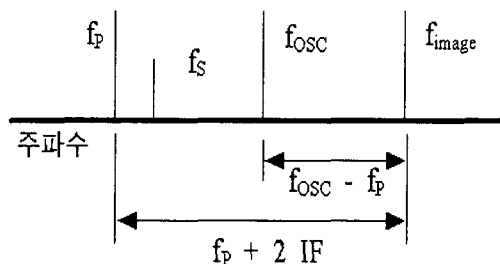
이미지 주파수 방해란, 수퍼헤테로다인 수신기에서 발생할 수 있는 치명적인 문제이다. 국부발진주파수, 화상 반송파 주파수, 중간주파수, 이미지 주파수의 관계는 다음과 같다.

$$f_{osc} - f_p = f_{IF} \quad (1)$$

$$f_{image} = f_{osc} + f_{IF} \quad (2)$$

여기서, f_{osc} 는 국부발진주파수, f_p 는 화상 반송파 주파수, f_{IF} 는 중간주파수, f_{image} 는 이미지 주파수를 나타낸다[그림 1].

이미지 주파수는 튜너의 혼합회로에 의해 국부발진주파수와 차에 의한 IF 주파수와 같은 주파수를 만들어내 TV 수신기의 화면상에 비트가 되어 나타난다. 이미지 채널내의 한 주파수는 음성 이미지 채널(N+14)의 음성 캐리어 주파수이다. 다른 하나는 화상 이미지 채널(N+15) 채널의 화상 캐리어 주파수이다. 화상 이미지 채널의 화상 캐리어 주파수가 음성 이미지 채널의 음성 캐리어 주파수보다 수신기의 이미지 채널에서 영향을 더 받기 쉽다. 텔레비전 채널



[그림 1] 이미지주파수와 화상반송파와의 관계

널의 화상 캐리어에 비해 음성 캐리어가 더 작은 진폭을 가지므로 화상 이미지 채널에 비해 음성 이미지 채널의 간섭효과도 감소한다. 음성 캐리어는 시험을 위해 영상 캐리어보다 10 dB 낮게 조정되며 결과적으로 영상 이미지 내성 대 음성 이미지 내성 간섭레벨 차이가 10 dB라는 것을 반영한다.

2-1-6 직접파 방해

강전계 지역에서 사용되는 TV 수신기에서 특히 문제가 되는 것으로 TV 수신기 주변의 전파가 수신 안테나를 통하지 않고 TV 수신기에 직접 들어옴으로서 TV 수신시스템으로 들어오는 정상적인 전파와 경로의 길이가 달라 수신 화질을 열화시킨다. 이 경로길이의 차가 크게 되면 고스트 장애가 된다.

2-2 디지털 TV의 수신 장애 요소

세계 지상파 디지털 TV 방송 표준은 미국의 ATSC 방식, 유럽의 DVB-T 방식 그리고 일본의 ISDB-T 방식이 있다. 여기서는 미국의 ATSC 방식과 유럽의 DVB-T 방식을 주로 검토하였다.

이 두 방식의 가장 큰 차이는 변조방식으로 각각 8-VSB와 COFDM으로 변조하는 것이다. ATSC 방식은 NTSC 주파수 대역을 기본으로 하고 있다. 반면에 DVB-T는 PAL을 중심으로 개발되었다. ATSC 방송 방식은 단일반송파 진폭변조 잔류 측파대 방식(VSB)으로써 단일 6 MHz 대역폭으로 비디오, 오디오 및 보조 데이터를 전송하며 두 가지 방송모드 즉, 동시 지상파 방송모드와 고속 케이블 방송모드를 지원하게 되어 있다. 이 방식의 가장 큰 특징은 변조방식에 있는데 기존의 아날로그 VSB 방식을 변형하여 디지털 신호의 변조가 가능하도록 8-VSB 방식을 제안한 것이다. 유럽의 DVB-T 규격은 현재 아날로그 전송채널로 할당되어 있는 UHF 채널을 이용하도록 설계되었다. 이 시스템은 오류 정정을 위해 외부 부호화(outer coding), 외부 인터리빙, 내부 부호화(inner

coding), 내부 인터리빙을 사용한다. 또 데이터의 중요도에 따라 다른 레벨의 QAM 변조와 부호화를 사용한다. 이 방식은 다중경로 채널에 강하고, 공존채널 및 인접채널 간섭에 강하기 때문에 단일 주파수 방송망(Single Frequency Network, SFN)이 가능하다. DVB-T는 2k 모드와 8k 모드 두 가지가 존재한다. 2k 모드는 이동수신에 적합하고, 8k 모드는 넓은 지역에서의 SFN에 적합하다. 일본 방식인 ISDB-T 방식은 기술적으로 유럽의 COFDM 방식과 기술적으로 맥락을 같이 한다.

디지털 TV의 수신 장애 요소는 다음과 같다.

2-2-1 일정 주파수(Tone) 간섭

기본적으로 일정 주파수 간섭은 디지털 방송에서는 채널 재 배치상에서 그 발생을 최소화 할 수 있기 때문에 이에 따른 성능은 중요한 요소는 아니라고 할 수 있고, 일정 주파수 간섭 중 가장 큰 요소는 동일채널내의 아날로그 신호 간섭이다.

2-2-2 동일 채널 아날로그 신호 간섭

지상파 디지털 방송의 구현면에서 본다면 동일 채널 상에서의 아날로그 신호 간섭은 그다지 중요한 고려요소는 되지 않고 오히려 기존의 아날로그 신호에 대한 디지털 방송의 간섭을 더욱 세심히 고려해 주어야 한다.

2-2-3 동일 채널 디지털 TV 신호 간섭

두 시스템의 스펙트럼특성은 잡음신호와 유사하기 때문에 동일 채널상에서 DTV 신호에 미치는 간섭특성은 그 시스템의 C/N 마진 특성과 비례한다.

2-2-4 위상 잡음

수신기의 위상 잡음 특성은 단일 변환방식이나 또는 이중 변환방식이냐에 따라 약간 차이가 있다. 일반적으로 단일 변환방식은 적은 위상 잡음 특성을 나타낼 수 있으나, 인접 채널에 대한 간섭을 더 받을

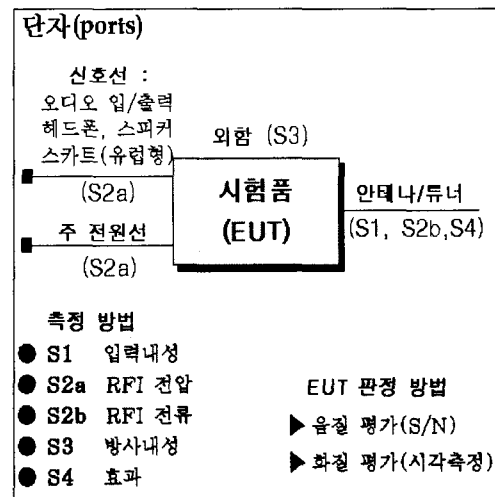
수 있고 이중 변환방식은 위상 잡음 특성은 떨어지나 인접 채널에 대한 간섭은 우수할 수 있다.

Ⅲ. 입력방해내성 한계치 국제기준

TV 수신기가 외부의 전자파에 의해 영향을 받지 않고 안정된 수신 성능을 확보하기 위해서 CISPR 20에서는 외부 신호가 안테나 단자를 통하여 직접 들어올 때와 그 외의 경우를 구분하여 규제하고 있다. 안테나 단자를 통하여 직접 들어오는 경우의 수신능력을 입력 방해 내성으로 규정한다. 입력방해 내성에서 고려되는 방해 현상들은 앞장에서 설명된 수신 성능에 영향을 미치는 요소들이다. 인접채널 방해와 이미지 주파수 방해, 중간주파수 비트방해 등이 이에 해당한다.

3-1 방송수신기에 대한 EMS 시험항목

CISPR 20에서 요구하는 방송수신기에 대한 EMS 시험항목을 살펴보면 다음과 같이 간략하게 정리할 수 있다. [그림 2]는 방송수신기의 내성 측정 개념도를 나타낸다.



[그림 2] 방송수신기 내성 측정 개념도

- 1) 입력방해에 대한 내성(S1) : 안테나 입력 단자로 들어오는 간섭신호들에 대한 내성을 측정하기 위함.
- 2) RFI 전압 내성(S2a) : 오디오 입출력 단자, 전원 입력단자로 유기되는 간섭신호에 대한 내성시험. 용량성 결합에 의해 전파(전원단자, 스피커 단자, 헤드폰, 오디오 입출력)
- 3) RFI 전류 내성(S2b) : 기기에 연결된 케이블에 흐르는 공통모드 간섭 전류에 대한 내성시험. 유도성 결합에 의해 전파(안테나 및 튜너 입력 단자)
- 4) 복사 RFI 내성, Open Stripline TEM Cel (S3) : 기기에 대한 복사 전자기장 간섭에 대한 내성 시험. 복사 결합(엔클로저, 커버, 보드)
- 5) 차폐효과(S4) : 외부 전류가 내부 전압으로 변환되는 것을 감쇄시키는 동축 커넥터 단자의 특성을 측정한다.

3-2 TV 수신기에 대한 입력내성 국제기준

CISPR 20에서는 TV 수신기 및 TV 수신 튜너가 내장된 기기에 대한 입력내성 국제기준으로 <표 2>와 같이 PAL B, G, I에 대한 기준과 <표 3>과 같이 58.75 MHz의 중간주파수를 사용하는 일본 NTSC에 대한 기준, 그리고 여기서는 나타내지 않았지만 SECAM 방식에 대한 기준을 규정하고 있다.

안테나 단자에서 희망 입력 신호는 75 Ω을 기준으로 하여 영상 반송파의 레벨이 VHF 대역인 경우에는 70 dB μV, UHF 대역인 경우에는 74 dB μV인 표준 TV 신호이며, 영상 변조는 수직 클러 바 패턴이다. B, G, I 시스템에서 음성 반송파는 30 kHz의 주파수 편이에서 1 kHz로 변조되며, 음성 반송파 레벨은 VHF 대역에서는 70-X dB μV, UHF 대역에서는 74-X dB μV이다. 여기에서 B, G TV 시스템에 대해서 X=13이고, I 시스템인 경우에는 X=10이다. <표 2>와 같이 방해 신호 채널로는 N±1, N±5, N+11채널,

그리고 이미지 주파수 방해 채널인 N+9를 채택하였다. 반면에 58.75 MHz를 중간주파수로 사용하는 NTSC 방식을 채택한 일본은 <표 3>과 같이 N±1, N±2, 그리고 이미지 주파수 채널인 N+19를 방해 신호 채널로 채택하였다.

희망신호와 방해신호의 각 형태는 [그림 3] 및 [그림 4]와 같다.

IV. 국내 NTSC 및 디지털 TV의 입력 내성 한계치 결정

방송수신기 및 주변기기에 대한 전자파 장애(EMI) 및 전자파 내성(EMS)에 관한 규격인 CISPR 13과 CISPR 20의 개정판에는 일본방식에 대한 입력내성 기준이 일부 포함되긴 했지만, 주로 유럽방식의 입력내성 기준이 규정되어 있다. 또한, CISPR 20에 규정된 일본 NTSC방식은 중간주파수로 58.75 MHz를 사용하고 있으나 45.75 MHz의 중간 주파수를 사용하는 우리 나라 NTSC 방식에 대한 입력내성 기준은 규정되어 있지 상태이다.

따라서, TV 수신기에 대한 EMS 국내기준을 국제 규격과 일치시키기 위해 CISPR 20을 국내기준으로 채택한다고 했을 경우 입력 내성 기술기준을 우리나라 NTSC 방식에 맞도록 변경하여야 한다.

본 장에서는 중간주파수로 48.75 MHz를 사용하는 우리 나라 NTSC 방송수신기에 대한 입력내성 국내기준 한계치를 유도하여 제시하였으며 국내에 시판되고 있는 TV 수신기에 대하여 유도된 기준을 사용하여 시험하여 보았다.

4.1 아날로그 TV수신기에 대한 입력내성 한계치 유도

우리 나라 TV 방송방식은 일본과 같은 NTSC 방식을 채택하고 있지만 중간주파수에 차이가 있다. 중간주파수는 국내 입력 내성 한계치를 결정하는데

<표 2> 텔레비전 주파수 대역 내의 불요 신호에 대한 B, G, I 시스템 텔레비전 수신기의 입력 내성 허용한계

원하는 채널 N	채널 M에서 불요 신호						형 태
	레벨 dB(μV)						
	M=N-5	N-1	N+1	N+5 ²⁾	N+9 ²⁾	N+11	
N_b, N_{III} 및 N_{HI}	-	73	73	-	68 ¹⁾	-	A
	-	61	61	-	56 ¹⁾	-	B
	70	73-x	73-x	70	68-x ¹⁾	68	C(C _I)
	-	73-y	73-y	-	68-y ¹⁾	-	C2
	70	-	-	70	-	68	D
N_{iv}	-	77	77	80	68	-	A
	-	65	65	68	56	-	B
	74	77-x	77-x	80-x	68-x	-	C(C _I)
	-	77-y	77-y	80-y	68-y	-	C2
	74	-	-	-	-	-	D
N_v	80	77	77	80	-	-	A
	68	65	65	68	-	-	B
	80-x	77-x	77-x	80-x	62	-	C(C _I)
	80-y	77-y	77-y	80-y	-	-	C2
	-	-	-	-	62	-	D

시스템 B와 G에 대해서 x=13 dB, y=20 dB, 시스템 I에 대해서(모노에서만) x=10 dB

1) 하이퍼대역 N_H 에 대해서만

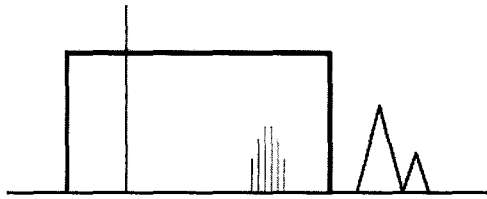
2) 이 레벨들은 채널 간격이 8 MHz 이고 IF 주파수가 38.9 MHz인 텔레비전 시스템에만 적용된다. 다른 채널 간격 및 IF 주파수에는 다른 이미지 채널 혹은 국부 발생기 간섭에 대한 제한이 적용된다.

주1) x는 화상 반송파에 대한 첫번째 음성 반송파(모노 음성 채널)의 상대적 레벨(dB)이다. y는 화상 반송파에 대한 두번째 음성 반송파(스테레오 음성 채널)의 상대적 레벨(dB)이다.

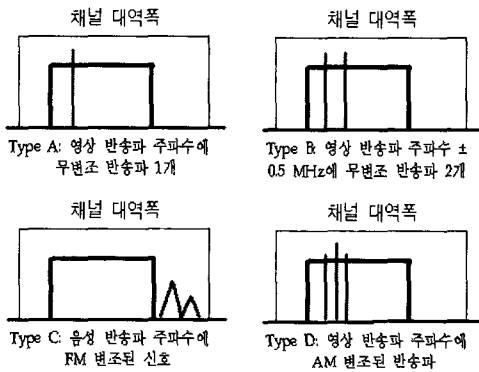
주2) (중국에 대해서만). D-PAL 시스템과 K-PAL 시스템에 대해서 표 12의 M에 N-4와 N+4를 추가해서 적용하며 허용치는 N-5와 N+5에서 x=10 dB인 경우와 동일하다.

<표 3> 일본 NTSC (IF 주파수=58.75 MHz) 입력내성 기술기준

원하는 채널 N	채널 M에서 간섭 신호					형 태
	레벨 dB(μV)					
	M=N-2	N-1	N+1	N+2	N+15	
N_I N_{II}	-	-	60	-	70	A
	-	49	-	-	-	C
	70	-	-	70	-	D
N_{IV}	-	-	64	-	74	A
	-	53	-	-	-	C
	70	-	-	74	-	D



[그림 3] 회상신호: ITU-R BT.471-1의 수직 컬러바 패턴, 1 kHz 듀얼 톤, FM 30 kHz 편이



[그림 4] 입력내성을 위한 회상신호와 방해신호의 형태

- A: 해당 채널 M의 영상 반송파 주파수에서 무 변조된 신호
- B: 변조되지 않은 두 신호로서, 한 신호는 해당 영상 반송파 주파수의 +0.5 MHz에 위치하고 다른 한 신호는 영상 반송파 주파수의 -0.5 MHz에 위치한다.
- C: 해당 음성 반송파 주파수에서 30 kHz 편이로 1 kHz FM으로 변조된 신호
- C1: 첫째 음성 반송파의 해당 주파수에서 30 kHz 편이로 1 kHz FM으로 변조된 신호
- C2: 둘째 음성 반송파의 해당 주파수에서 30 kHz 편이로 1 kHz FM으로 변조된 신호
- D: 해당 영상 반송파 주파수에서 1 kHz AM 80 %로 변조된 신호

있어 중요한 변수가 된다. 수퍼헤테로다인 수신 방식에 있어서 중간주파수는 이미지 간섭, 중간주파수 비트 방해 등에 영향을 미치므로 한계치 결정에 있어서 이러한 부분들이 고려되어야 한다.

45.75 MHz를 사용하는 경우 이미지 주파수 간섭

채널은 중간주파수(IF)의 2배인 N+15 채널이 된다. 각 방식의 TV 수신기에서 채택한 동조회로의 선택도를 계산하면 영상신호(f_p)에 대한 이미지 주파수 간섭에 대한 내성 레벨을 유도할 수 있다. 즉, IF 주파수의 차이에 따른 선택도 차이를 통하여 우리나라의 NTSC 방식 입력 내성을 산출할 수 있다. [그림 5]와 [그림 6]은 각각 TV 튜너의 RF 회로와 방식별 동조곡선을 보여준다.

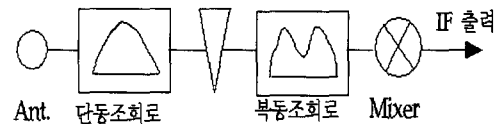
IF 주파수 차이에 따른 선택도는 단동조기와 복동조기의 선택도를 합한 값으로 표시된다. 식 (3)과 식 (4)는 각각 단동조 선택도와 복동조 선택도를 나타낸다.

$$(S) = 10 \log(1 + 4Q^2(\Delta f/f_p)^2) \quad (3)$$

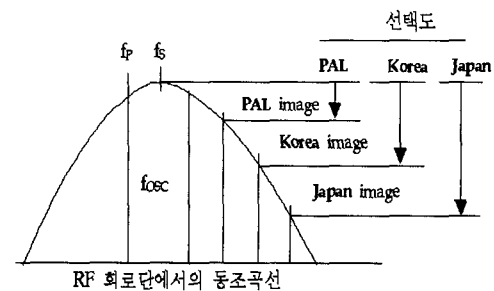
$$(SS) = 10 \log[1 + 4\sqrt{(2)Q}^4(\Delta f/f_p)^4] \quad (4)$$

여기서, $Q = f_p/f_q$ 이며, $\Delta f = f_{image} - f_p$ 즉 $2 \times IF$ 이며, $f_q =$ 동조기의 3 dB 대역폭이다.

우리 나라와 동일방식인 미국용 TV 튜너의 실제 값(VHF 대역: $f_p=200$ MHz, 단동조기 $f_q=40$ MHz,



[그림 5] TV 튜너에서 선택도에 관련된 RF 회로



[그림 6] IF 주파수 차이에 의한 이미지 주파수의 선택도

복동조기 $f_p=20$ MHz, UHF 대역: $f_p=600$ MHz, 단동조기 $f_q=50$ MHz, 복동조기 $f_p=30$ MHz)을 적용하여 선택도를 <표 4> 및 <표 5>와 같이 계산하였다.

<표 4>에서 IF 주파수가 높을수록 선택도가 증가 되었으며, <표 5>에서는 선택도가 높을수록 CISPR 20에서 이미지 간섭레벨로 설정된 레벨이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 IF 주파수가 높을수록 선택도가 커지고 선택도가 높을수록 외부입력에 대한 내성 레벨이 크다는 것을 나타낸다고 할 수 있다. 일본 NTSC 방식과 PAL 방식과의 선택도 차이가 약 10 dB이고, PAL 방식과 한국 방식의 차이는 약 4 dB이다. 따라서, 우리 나라의 방식은 PAL 방식과 일본 방식의 이미지 간섭레벨 사이의 값을 가질 것으로 추정할 수 있다.

4-2 국내 NTSC 방식의 입력내성 한계치(안)

일본의 경우 PAL 방식과 비교해 보았을 경우 10

<표 4> IF 차이에 대한 선택도 계산결과

방 식	이미지 주파수 (MHz)	VHF 선택도 (dB)			UHF 선택도 (dB)		
		단동 초기 (S)	복동 초기 (SS)	합계	단동 초기 (S)	복동 초기 (SS)	합계
PAL	$f_p+77.8$	12.07	35.64	47.71	10.28	28.60	38.88
Korea	$f_p+91.5$	13.41	38.46	51.87	11.58	31.42	43.00
Japan	$f_p+117.5$	15.50	42.80	58.30	13.63	35.76	49.39

<표 5> 선택도와 이미지 간섭레벨 비교표

방 식	IF 주파수 MHz	VHF대역 선택도 (dB)	VHF대역 이미지 간섭레벨	UHF대역 선택도 (dB)	UHF대역 이미지 간섭레벨
PAL	38.9	47.71	68	38.88	68
Korea	45.75	51.87	72	43.00	72
Japan	58.75	58.30	78	49.39	78

dB의 이미지 간섭레벨의 증가가 예상되나 VHF 대역인 N_{II} 및 N_{III} 에서 70 dB μ W를 UHF 대역인 N_{IV} 에서는 74 dB μ W로 결정하였다. 이는 일본 TV 수신기 제조업체들을 고려한 것으로 판단된다. 우리 나라의 경우 이미지 간섭레벨을 PAL 방식보다 4 dB 높은 레벨로 정하는 것이 타당할 것으로 보인다. 따라서 우리 나라 입력레벨 간섭채널 및 간섭레벨을 일본과 유사하지만 이미지 간섭 채널 및 간섭레벨을 다르게 한 <표 6>과 같이 제시할 수 있다.

4-3 국내 NTSC TV에 대한 입력내성 비교시험

유도된 국내 NTSC 입력내성 기준안의 타당성을

<표 6> 국내 NTSC 방식의 입력내성 한계값(안)

요구 채널 N	M 채널에서의 불요 신호					형태
	레벨 dB μ W					
	M=N-2	N-1	N+1	N+2	N+15	
N_{II} N_{III}	-	-	60	-	72	A
	-	49	-	-	-	C ₁
	-	49-y	-	-	-	C ₂
	70	-	-	70	-	D
N_{IV} N_V	-	-	64	-	72	A
	-	53	-	-	-	C ₁
	-	53-y	-	-	-	C ₂
	74	-	-	74	-	D

"y" = 7 dB

주1) 망신호: 15 kHz 편이, 1 kHz FM 변조 음성반송파 수직 클러바 패턴을 가진 표준 TV 신호 대역 I, III: 70 dB μ W, 대역 IV, V: 74 dB μ W

주2) 음성반송파 레벨: 대역 I, III: 64 dB μ W, 대역 IV, V: 68 dB μ W

주3) A: 무변조 화상 반송파, B: 화상 반송파 ± 0.5 MHz 에 무변조 두 신호, C1, C2: 첫째, 둘째 음성반송파 주파수에서 FM 변조 신호, D: 1 kHz AM 80 % 화상

검토하기 위하여 우리 나라 NTSC 방식의 TV를 CISPR 20에서 규정하고 있는 PAL B, G, I 시스템에 대한 입력내성 기준을 적용하여 어떻게 영향을 받는지를 조사하였으며, 또한 4-2항에서 제시한 국내 NTSC 입력내성 기준을 적용하여 그 영향 정도를 비교하였다.

시험에 사용된 시험품은 A사 21인치, 25인치, B사 25인치 모델로서 4개의 서로 다른 튜너에 대하여 실시하였다. 이를 각각 A-21, A-25, B-25a, B-25b, B-25c, B-25d로 구분하였다. 시험을 위하여 선택한 채널은 각 주파수 대역별로 하나의 채널로 결정하였다. 제 I 대역(Band I)에서는 채널 4(영상반송파 주파수=67.25 MHz)를, 제III대역(Band III)에서는 채널 12(영상반송파 주파수=205.25 MHz)를, 제V대역(Band V)에서는 채널 41(영상반송파 주파수=633.25 MHz)을 시험하였다.

본 시험에서 CISPR 20 입력내성 기준과의 차이점은 PAL 방식은 중간주파수로서 38.9 MHz를 사용하고 우리 나라는 45.75 MHz를 사용하고 있으므로 중간주파수와 관련이 있는 간섭채널인 N±5채널대신에 N±8채널을 사용하였으며, 이미지 주파수 간섭채널인 N+9채널 대신 N+15채널을 선택한 것이다. 간섭신호의 레벨은 CISPR 20의 PAL 입력내성 기준과 동일하게 적용하였다. 실험 결과로서 인가기준레벨에 대하여 각각의 시험품이 가지고 있는 내성레벨과의 차이인 마진을 <표 7-a>~<표 7-c>에 나타내었다.

국내 NTSC 방식의 입력내성 기준으로 시험한 결과를 <표 8-a>~<표 8-c>에 나타내었다.

실험 결과로부터 국내 TV 수신기의 경우, PAL 입력내성기준에 대하여 주로 영향을 받는 채널은 N±1 및 N+15채널이었으며, 간섭신호 Type C 및 Type D에 의한 영향이 크게 나타났다. 이미지 주파수 간섭(N+15) 측면에서는 변조가 되지 않은 Type A보다는 표준 영상신호로 변조된 방해신호에 의해 영향을 많이 받았다. NTSC 방식 TV의 이미지 주파수간섭 채

<표 7-a> 대역 I(4채널, 67.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

시험품 간섭채널		A-21	A-25	B-25 a	B-25 b	B-25 c	B-25d
Type A	N-1	10	10	10	10	10	10
	N+1	10	10	10	10	10	7
Type B	N-1	10	10	10	10	10	8
	N+1	10	10	10	10	10	10
Type C	N-8	10	10	10	10	10	10
	N-1	10	10	10	-1	10	3
	N+1	10	10	10	10	10	8
	N+8	10	10	10	10	10	10
	N+15	10	10	10	10	10	10
Type D	N-8	10	10	10	7	10	6
	N+8	10	10	10	10	10	9
	N+15	10	10	10	6	10	10

<표 7-b> 대역 III(12채널, 205.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

간섭채널		A-21	A-25	B-25a	B-25b	B-25c	B-25d
Type A	N-1	10	10	10	10	10	10
	N+1	10	10	10	10	10	10
Type B	N-1	10	10	10	10	10	10
	N+1	10	10	10	10	10	10
Type C	N-8	10	10	10	10	10	10
	N-1	5	10	10	2	10	3
	N+1	10	10	10	10	10	10
	N+8	8	10	10	10	10	10
	N+15	10	10	8	10	10	8
Type D	N-8	10	10	10	10	10	8
	N+8	10	10	10	10	10	8
	N+15	10	4	4	-4	2	10

<표 7-c> 대역 V(41채널, 633.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

간섭채널		A-21	A-25	B-25a	B-25b	B-25c	B-25d
Type A	N-1	10	10	10	10	10	10
	N+1	10	10	10	10	10	10
Type B	N-1	3	10	10	10	10	10
	N+1	9	10	10	10	10	10
Type C	N-8	10	10	10	10	10	10
	N-1	10	10	10	10	10	10
	N+1	9	10	10	10	10	10
	N+8	8	10	10	10	10	10
	N+15	10	10	10	10	10	10
Type D	N+15	-3	3	7	3	10	2

<표 8-c> 대역 V(41채널, 633.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

간섭채널		B1	B2
Type A	N+1	10	20
	N+15	10	8
Type C	N-1	10	17
Type D	N-2	10	20
	N+2	10	20

널에 대한 내성시험의 방해신호로서 A타입뿐만 아니라 다른 유형의 방해신호에 대한 검토가 필요할 것으로 보인다. 국내 NTSC 방식의 입력내성 기준으로 시험한 결과에서는 인가된 방해신호의 레벨과 유형에 큰 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

<표 8-a> 대역 I(4채널, 67.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

간섭채널		B1	B2
Type A	N+1	10	20
	N+15	10	20
Type C	N-1	10	20
Type D	N-2	10	20
	N+2	10	20

4.4 국내 디지털 TV 수신기 입력내성 시험

4-2에서 제시된 국내 NTSC 방식에 대한 입력내성 한계치(안)를 디지털 TV에도 적용하여 지금까지 EMS 시험에 적용되지 않았던 디지털 TV의 EMS 특성을 분석해 보았다. 시험에 사용된 시험품은 국내에서 제조된 3개 업체에 생산된 디지털 TV로서 각각 A, B, C사로 표기하였다. [그림 7]은 측정장면을 보여준다.

CISPR 20 Ad. 1 : 2003-02에 따른 디지털 TV 수신

<표 8-b> 대역 III(12채널, 205.25 MHz)에서의 내성레벨 마진

간섭채널		B1	B2
Type A	N+1	10	20
	N+15	10	8
Type C	N-1	10	20
Type D	N-2	10	20
	N+2	10	20



[그림 7] 디지털 TV에 대한 입력내성 측정장면

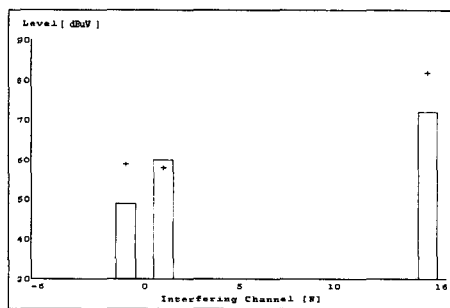
기에 대한 희망신호 조건은 다음과 같다.

- 디지털 음성 신호 : 신호레벨 50 dB(μ W), 모든 음성채널의 기준레벨 1 kHz에서 full range -6 dB
- 디지털 TV 신호 : 지상파 시스템 VHF 50 dB (μ W), UHF 54 dB(μ W), 표준 동영상은 6 Mbit/s로 부호화된 작은 동영상(Small moving element) 과 함께 ITU BT471-1의 수직 컬러 Bar로 구성된 패턴
- Source coding : MPEG-2 Video, AC-3 Audio

<표 9>와 [그림 8]은 A사 디지털 TV에 대한 입력 내성 시험결과이다.

<표 9> A사 디지털 TV에 대한 입력내성 시험결과

A사 디지털 TV					
채널	희망 주파수	간섭 채널	방해레벨 (dBuV)	한계치 (dBuV)	마진 (dB)
12	204.31	N-1	59	49	10
		N+1	58	60	-2
		N+15	82	72	10
41	632.31	N-1	77	53	24
		N+1	88	64	24
		N+15	90	74	16



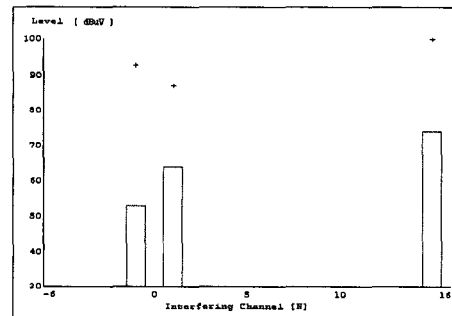
[그림 8] A사 디지털 TV에 대한 입력내성 측정결과 그래프(12 CH)

<표 9>와 [그림 8]을 통해 알 수 있듯이 A사 TV는 희망신호를 12채널로 선택하고 13 (N+1)채널에 방해신호를 인가했을 때 한계치보다 약 2 dB 낮은 내성 특성을 보여 시제품으로서 EMC 대책이 미흡한 면을 보여주었다. 반면, 다른 채널과 방해신호 대역에서는 10 dB 이상의 강한 내성특성을 보여 주었다.

<표 10>과 [그림 9]는 B사 디지털 TV에 대한 입력 내성 시험결과이다.

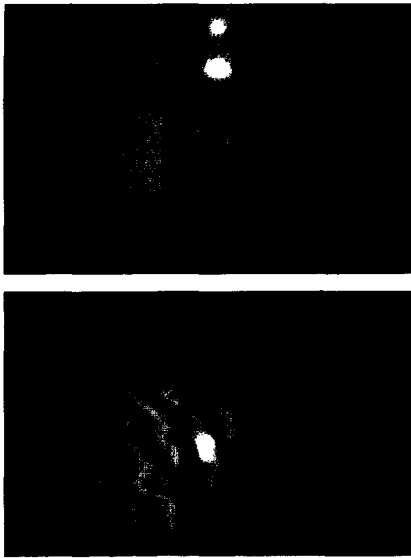
<표 10> B사 디지털 TV에 대한 입력내성 시험결과

B사 디지털 TV					
채널	희망 주파수	간섭채널	방해레벨 (dBuV)	한계치 (dBuV)	마진 (dB)
12	204.31	N-1	95	49	46
		N+1	88	60	28
		N+15	100	72	28
41	632.31	N-1	93	53	40
		N+1	87	64	23
		N+15	100	74	26



[그림 9] B사 디지털 TV에 대한 입력내성 측정결과 그래프(41 CH)

B사 TV는 선택된 각 채널에 대한 방해신호에도 20 dB 이상의 강한 내성특성을 보여 주고 있다. B사 TV는 시장에서 샘플링한 제품으로서 A사의 시제품



[그림 10] N+1 인접채널 간섭으로 인한 영향

보다 EMC 대책이 잘 적용된 것으로 보이며 또한 동작면에 있어서 보다 안정적이었다.

C사 디지털 TV에 대한 입력내성 시험결과도 선택된 각 채널에 대한 방해신호에도 20 dB 이상의 강한 내성특성을 나타내었다.

[그림 10]은 각 제품에 대한 입력내성 시험에서 방해 신호의 영향을 받은 화면의 상태를 보여준다.

[그림 10]에서처럼 인접채널인 N+1 채널에 방해 신호가 인가될 때, 움직이는 커서의 모양이 찌그러지거나 물결무늬의 간섭현상이 나타났다. 본 실험에서 디지털과 아날로그모드를 동시에 갖는 제품에서 입력방해내성 시험의 결과는 시제품에서 나타난 현상을 제외하고 디지털 모드 쪽이 더 강한 것으로 나타났다. CISPR 20 최근 규격에서도 두 개의 모드를 갖는 TV는 아날로그모드에서 시험하며, 이 모드에서 입력내성 시험이 만족되면 디지털 모드도 만족하는 것으로 판단한다.

V. 결 론

우리 나라 NTSC 방식의 TV 수신기에 대한 입력 방해 내성기준은 이미지 주파수 간섭 채널 설정에 있어서 45.75 MHz의 중간주파수를 사용하므로 이미지 간섭 채널이 N+15로 정해져야 하며, 간섭레벨은 PAL 방식보다는 높으며 일본 NTSC 방식보다는 낮을 것으로 예측되었다. 그 외의 인접채널 간섭 등은 일본의 NTSC 방식과 유사하므로 일본의 기술기준과 유사한 기술기준안으로 만들어질 수 있을 것이다. 그러나 시험에서도 나타났듯이 다른 유형의 방해신호에 대한 연구도 필요하다. 또한, 2010년까지 제조되는 TV 수신기는 아날로그 방식과 디지털방식을 혼용하여 사용되므로 NTSC 방식의 TV 수신기에 대한 내성 기준은 디지털 TV에도 일부를 제외하고는 그대로 적용된다. 그러므로 우리 나라 NTSC 방식의 기술기준 정립은 앞으로 디지털 TV에 대한 전자파 내성 시험 적용을 위해서 반드시 필요하다. 또한, 우리 나라 NTSC 방식의 입력 내성 기술 기준을 국제 권고안인 CISPR 20에 반영하도록 하여 국제 규격과 조화를 이루고 국제적 위상을 높여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] ATSC Standard A/53B : Digital Television Standard, Revision B, with Amendment 1.
- [2] 서성하, CATV 기초이론과 기술, 진한도서, 2000년.
- [3] William H. Inglis, *A Study of UHF Television Receiver Interference Immunities*, 1991.
- [4] CISPR 20: 2002-02, Sound and television broadcast receivers and associated equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- [5] CISPR 20 Amendment 1: 2002-10.

[6] CISPR 20 Amendment 1: 2003-02.

[7] 조원서 외 4인, "NTSC 및 디지털 TV수신기의

안테나 입력 방해 내성 한계치 결정", 한국전자
과학회 하계학술대회 논문집, 2003년 6월.

≡ 필자소개 ≡

조 원 서



2000년 8월: 중앙대학교 전자공학과 (공
학박사)

1991년 8월~1999년 3월: 생산기술연구
원 선임연구원

1999년 4월~2000년 12월: 산업기술시
험원 선임연구원

2000년 12월~현재: 산업기술시험원 전 자과 팀장

2001년 3월~현재: CISPR 국내전문위원회 간사

2002년 10월~현재: Asia Network Forum, EMC Group
Leader

장 태 헌



1996년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공
학사)

2002년 2월: 아주대학교 산업대학원 정
보전자공학과 (공학석사)

1996 5월~현재: 산업기술시험원 전자과
팀

2002~현재: CISPR I 소위원회 국내간사

[주 관심분야] EMI/EMC 측정 표준화, EMI/EMC 대책기술

조 희 곤

1988년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학사)

1998년 8월: 연세대학교 산업대학원 전자공학과 (공학석사)

1988년 1월~현재: (주)대우일렉트로닉스

[주 관심분야] EMI/EMC 대책기술, EMI/EMC Simulation