

# 제9장

## DTV 측정



## ■ DTV 측정 항목

### 1. 디지털 방송 측정 개요

과거 아날로그에서는 시스템을 통과하는 신호의 전기적 특성을 검사하기 위해 DP/DG, 주파수 특성, S/N비, 색도와 휘도의 이득/지연 특성 등을 측정하였다. 이것은 아날로그 신호가 1Vpp(싱크 포함)로 파형이 케이블을 타고 전송되었을 경우에 유용하나, 디지털로 변환되면서는 0 또는 1의 값만 가지는 클럭과 같은 신호가 케이블을 타고 전송된다. 그러므로 아날로그에서처럼 측정하는 항목들이 의미가 없어지고 새로운 측정 항목 및 방법들이 요구된다.

SDTV(Standard Definition TV)의 베이스 밴드 디지털 비디오 신호는 데이터 전송률이 270Mbps이며 이렇게 높은 데이터율을 가정까지 전송하는 데는 문제가 있다. 이러한 문제는 HDTV(High Definition TV)에서는 보다 복잡하게 얽혀진다. HDTV의 베이스 밴드 디지털 신호의 데이터 전송률은 1.485Gbps로 SDTV의 5배가 넘는다.

디지털 텔레비전 신호를 한정된 대역으로 가정까지 전송하기 위해 디지털 압축이 사용되며, 압축은 데이터의 전송률을 크게 줄여 디지털 신호가 채널의 대역폭 내에 들어가도록 한다. MPEG-2 표준이 전세계 비디오 압축의 표준으로 채택 되었으며, 이 표준에는 하나의 전송 스트림에 몇 개의 프로그램을 어떻게 멀티플렉서 하는가를 규정하는 시스템 계층구조가 포함되어 있다. 따라서 MPEG-2 표준을 확인하고 유지시키는 것은 매우 중요하다.

ATSC(Advanced Television System Committe) 표준에는 멀티플렉서된 MPEG-2 TS(Transport Stream) 데이터의 전송률을 약 19.4Mbps로 규정하고 있다. 이 TS는 압축된 한 개의 HDTV 신호일수도 있고 혹은 압축된 여러 개의 SDTV 신호일수도 있다. 8VSB 변조는 이 19.4Mbps 스트림을 6MHz 채널의 대역 내로 전송하는데 사용되며 디지털변조는 아날로그 AM 변조와 거의 유사하다.

### 2. 디지털 베이스밴드 측정

SDTV와 HDTV의 베이스 밴드 디지털 신호들은 포매팅과 시리얼 전송을 위해 다양한 산업 표준에 부합되어야 한다. 이러한 계층들 내의 변수들을 디지털 파형 모니터로 측정할 수 있으며, 이런 측정 장비들로 SAV(Start of Active Video), CRC(Cyclic Redundancy Checks), 그리고 다른 부가 데이터

정보와 같은 순수한 포매팅 정보를 체크할 수 있다. 이것은 장비내의 여러 부분들 사이에서의 상호 운용 가능성(Interoperability)을 확인할 때 특히 유용하다. 전송 계층의 품질측정에는 시리얼 디지털 신호내의 jitter 혹은 noise, 그리고 시스템내의 여러 포인트에서의 수신 전력 레벨이 포함된다.

MPEG-2 압축과정에서 손실이 생기며 이로 인해 텔레비전 화면에 새롭고 특이한 손상(예를 들어 blocking, jerkiness, 그리고 mosquito noise)이 생길 수도 있다.

지금까지 사용한 신호의 화질 분석으로는 이러한 손상을 검출할 수 없으며, 압축으로 인해 생긴 손상의 형태나 정도는 주로 엔코딩 알고리즘, 출력 데이터율, 그리고 화면자체의 내용에 영향을 받는다. 따라서 미래의 디지털 스튜디오에서는 화질을 직접 측정하는 방법이 필수사항이 될 것이다.

- ▷ 베이스밴드 측정 부분으로 디지털 카메라의 출력이나, 신호 발생기 (TG2000, TG700)을 이용하여 신호를 발생시키고 Encoder 전단에서 측정한다.
- ▷ PQA300의 동영상을 발생시키고 신호를 압축한 후 다시 디코딩하여 PQA300으로 입력하여 동화상 화질을 측정한다.

Eye Pattern Analysis : 시리얼 데이터 스트림의 다수의 비트들을 하나의 그림으로 표시하는 것으로 시리얼 데이터 신호의 전기적 특성을 관찰하고 확인할 수 있다

### 1) Eye Pattern 진폭 특성

Eye Pattern이란 함은 디지털 신호가 클럭과 같은 형태로 움직이므로 트리거 점을 잡아 파형을 계속 중첩시킬 때 나타나는 것을 말한다. 이런 디지털 신호에서 규정된 값은 800mV이며 허용오차는 10%이내로 규정하고 있다. 만약 이런 진폭 특성이 떨어져 레벨이 낮아지면 신호를 원래대로 복원하지 못하게 되어 화질에 큰 영향을 미친다.

### 2) Eye Pattern 상승시간

1)항에서 설명처럼 디지털 신호가 클럭처럼 움직이고 고주파이므로 시스템을 통과할 때 상승시간이 커진다면 0이 1로 1이 0으로 변경되는 사항이 초래된다. 그러므로 SMPTE259M에서는 신호 진폭의 20%에서 80%까지 도달하는 시간으로 정의하며 0.4ns~1.5ns로 규정하고 있다.

3) Eye Pattern 하강시간

2)항의 내용과 동일하며 신호 진폭의 80%에서 20%에 도달하는 시간으로 정의하며 0.4ns~1.5ns로 규정하고 있다.

4) Eye Pattern 상승오버슈트

디지털 신호가 케이블을 타고 전송될 때 케이블 길이가 길어지면 진폭이 감쇠하게 된다. 그러므로 중간 에 증폭기를 사용하여 원래의 진폭으로 만든 다음 다시 전송하는 과정을 거치게 된다. 이때 증폭기의 특성에 따라 파형이 왜곡되는데 SMPTE259M에서는 파형의 상승 에지의 오버슈트 크기로 정의하며 진폭이 10% 이내로 규정하고 있다.

5) 지터

지터라함은 디지털 신호가 신호의 이상적인 위치에서 이동한 변화량으로 정의한다. 즉 떨림 현상이다. 이런 지터에 의해 타이밍 관계가 틀어져 신호의 왜곡을 일으킨다. SMPTE259M에서는 0.2UI이내로 규정하고 있다. UI란 unit interval로 eye pattern에서 하나의 eye를 가리킨다.

측정항목	정 의	허용범위	측정장비	비 고
Eye Pattern Analysis	시리얼 데이터 스트림의 다수의 비트들을 하나의 그림으로 표시하는 것으로 시리얼 데이터 신호의 전기적 특성을 관찰하고 확인		SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
진폭 특성	신호의 크기를 p_p로 측정한 값으로 800mV±10% 이내로 규정하고 있다. [mVolt]	SD:800mV±10% 이내 HD:800mV±10% 이내	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
Rise time	신호의 진폭이 20%에서 80%에 도달하는 시간	SD:0.4ns ~ 1.5ns HD:100ps~270ps	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
Fall Time	신호의 진폭이 80%에서 20%에 도달하는 시간	SD:0.4ns ~ 1.5ns HD:100ps~270ps	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
Rise/Fall Time Difference	Rise/Fall Time의 시간 차이 [p/nsec]	SD:0.5nsec 이내 HD:0.5nsec 이내	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
Fall Overshoot	파형의 Falling edge의 undershoot 크기 [%]	SD:진폭의 10% 이내 HD:진폭의 10% 이내	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
DC Offset	신호크기의 중간지점으로 정의 [V]	SD:0V±0.5V HD:0V±0.5V	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M
Jitter Analysis	디지털 신호가 신호의 이상적인 위치에서 이동한 변화량으로 정의. SDI Jitter를 통해 신호의 P_P timing 과 alignment timing을 측정함으로써 SDI 전송계의 전기적 특성을 알 수 있다.	SD:Timing 0.2UI이내 Alignment 0.2UI이내 HD:Timing 1 UI이내 Alignment 0.2UI이내 [UI=Unit Interval]	SD:VM700T WFM601M HD:WFM700M	SMPTE259M SMPTE292M

측정 항목	정의	허용범위	측정장비	비고
PQR (Picture Quality Rate)	미국의 Sarnoff 연구소에서 HVS(Human Visual System) 모델을 사용해 기준 화면과 테스트 화면 사이의 차이에 대한 평가등급을 ITU-R BT.500의 기준에 맞게 자동으로 정확하게 측정 할 수 있는 JND(Just Noticeable Difference) 이미지 품질 측정 시스템을 개발하였으며, 이를 기초로 JND map과 많은 연속된 필드들을 모아 수치화 시킨 데이터를 PQR(Picture Quality Ratio)이라고 한다.	Tektronix사에서는 PQR 값을 10이하로 권고하고 있음	PQA300	ITU - R BT500 ITU - R BT710 ATSC A/53
PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)	화면의 비교 방법으로 어떠한 필터링이나 처리 없이 두 개의 화면 차이를 확인해, 만일 그 차이가 제로로 나오면 두 화면은 동일하다고 할 수 있다. 이와 같이 기준 화면과 측정 대상 화면간의 차이를 픽셀 단위로 연산 처리하여 수치화 한 것을 MSE(Mean Square Error)라고 하며, 이 값이 클수록 비교되는 두 화면간의 차이가 크다는 것을 의미한다. PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)은 아날로그 시스템에서 신호 대 잡음비(SNR)를 측정하는 것처럼, MSE에 대하여 최고 신호의 제곱(8비트 시스템에서 255hex) 비율을 아래의 식에 의해 산출한다. [dB]	Tektronix사에서는 PSNR 값을 27dB이상으로 권고하고 있음	PQA300	
MPEG Blocking	신호가 존재할 경우 실시간 MPEG 결함을 모니터링 및 보고하며, PDI(Picture Defect Indicator)레벨은 비디오 영상 품질을 지속적으로 즉시 표시한다		PQM300	
Uncorrelated Gaussian Noise	비디오 신호의 백색 가우시안 잡음을 표시		PQM300	
Repeated Frames	입력 신호의 부재 또는 비디오 영상 신호가 정지 되었는지를 알수 있다		PQM300	

### 3. 디지털 MPEG 측정

전송을 하기 전 디지털 텔레비전 신호들은 데이터 율을 줄이기 위해 반드시 압축을 해야한다. 압축 후 비디오 스트림은 압축된 오디오 스트림과 또 다른 데이터 스트림과 함께 멀티플렉서 되어 19.4Mbps ATSC 전송 스트림을 형성하게 된다. 이러한 새로운 엔코더, 디코더 그리고 멀티플렉서들을 평가할 때는 MPEG-2 프로토콜 표준을 따르는가를 확인해야 한다. 이것은 서로 다른 프로그램들이 멀티플렉서된 전송 스트림에서 IN/OUT될 때 특히 중요하다. 프로토콜을 분석함으로써 업데이트된 후 전송 스트림으로 운반되어진 PSI(Program Specific Information) 데이터를 확인할 수 있다.

압축된 비디오 신호의 상태를 분석하는 부분으로 ETR290에 근거한 에러 검출을 확인할 수 있다. 우선 순위에 따라 3 부분으로 나누어져 있으며 이 중에 First Priority는 반드시 확인하여야 하는 항목이고 Second Priority 중에

PCR\_error, PCR\_accuracy\_error, PTS\_error는 측정되어야 합니다. 이외에 항목은 선택 사항으로 측정해도 되고 안 해도 되는 것입니다.

First Priority : TS가 디코더될 수 있는가를 체크하는 것으로 반드시 모니터 하도록 권고하고 있으며, 에러 발생시 방송에 치명적 장애가 발생한다.			
항 목	정 의	장비명	비 고
TS_sync_loss	MPEG-2 TS의 데이터를 분석하기 위한 가장 중요한 기능은 sync를 추출하는 것으로, sync를 추출 후 다른 변수들을 분석한다	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
Sync_byte_error	TS의 188 혹은 244byte에 이어 정확한 sync byte(0x47)가 나타나지 않는 에러를 말한다	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PAT_error	PAT는 단지 PID 0x0000 패킷에만 나타나는 것으로, 프로그램 번호와 패킷의 PID 값을 가지며 PAT에 에러가 생기면 프로그램을 재생할 수가 없다.	MTS300 MTM300	
Continuity_count_error	"Incorrect packet order", "Lost packet" 그리고 "a packet occurs more than twice"등을 체크한다. "Lost packet"은 ATM 링크상에서 발생 할 수 있는 패킷의 손실도 체크하며, ATM 패킷의 손실은 MPEG-2 패킷 전체를 잃을 수도 있다. "a packet occurs more than twice"는 더욱 심각한 문제가 될 가능성이 있으므로 서비스 공급자는 주의 깊게 관찰해야 한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PMT_error	프로그램 번호와 프로그램을 구성하는 요소 스트림 사이의 매핑을 나타내는 것으로, 개별 프로그램의 정의를 포함한 개별 섹션으로 구성된다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PID_error	각 PID에 데이터 스트림이 존재하는지를 체크하는 것으로, TS가 Mux, 혹은 Demux 되는 곳과 다시 Remux 되는 곳에서 발생한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65

Second Priority : TS 스트림 변수들이 범위내에 있는지를 체크하는 것으로 지속적으로 모니터 하도록 권고하는 항목들이다			
항 목	정 의	장비명	비 고
Transport_error	TS 패킷의 전송에 에러가 있는지를 체크하는 것으로, 주요 에러 인디케이터는 Boolean(불 논리 연산)이며, 에러가 있는 TS 패킷을 카운터하는 2진 카운터가 반드시 있어야 한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
CRC_error	CAT, PAT, PMT, NIT, EIT, BAT, SDT와 TOT에서의 CRC 체크를 함으로써 해당 테이블의 내용에 손상이 있는 지를 체크한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PCR_error	PCR은 시스템 자체의 27MHz 클럭을 다시 만들어 내는데 사용된다. PCR이 규칙적으로 나타나지 않을 때 이 클럭은 jitter 혹은 drift 성분이 되고 수신기와 디코더는 lock되지 않는다. * DVB에는 PCR의 반복 주기를 40ms 이내로 권하고 있다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PCR_accuracy_error	칼라 서브캐리어가 시스템 클럭으로부터 합성되기에 충분하도록 정확도가 ±500ns가 요구된다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
PTS_error	33비트 값으로 이 값은 요소 스트림 n의 액세스 단위 k가 시스템 타겟 디코드에서 나타날 시간을 표시하는 것으로, PTS의 반복주기는 적어도 700ms 이내로 규정하고 있다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
CAT_error	CAT는 IRD가 CA 시스템과 관련된 EMMs를 찾도록 하는 기준으로써, CAT가 없으면 수신기는 메시지를 수신할수없다	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65

Third Priority(DVB): 특별한 목적과 필요에 따라 몇몇 부가 변수들을 체크하는 것이다.			
항 목	정 의	장비명	비 고
NIT_error	NIT에는 디코더가 사용할 수 있는 여러 프로그램들의 주파수, 코드 레이트 변조, 극성 등과같은 정보를 가지고 있으며, TS에 NIT가 있는지 그리고 NITs가 정확한 PID를 가지고있는지를 체크한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
SI_repetition_error	SI 테이블에 관한 최대와 최소 주기를 측정하는 것으로 이 최대, 최소 주기는 ETR211(8)에 규정되어 있다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
Buffer_error	MPEG-2 기준 디코더의 많은 버퍼들에 underflow 혹은 overflow가 있는지를 체크한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
Unreferenced_error	각 non-private 프로그램 데이터 스트림이 PMTs에 명시된 PID를 가지고 있는지 체크한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
SDT_error	SDT는 시청자에게 서비스 가능한 항목을 표시해주는 것으로 SDT가 없으면 IRD는 서비스 가능한 목록을 시청자에게 보여줄 수 없다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
EIT_error	EIT는 현재의 서비스 내용과 다음에 서비스 할 내용을 표시한다. 즉, EIT는 개별 프로그램들에 관계되며 개별 프로그램의 이름과 시작 시간, 방영 기간등과 같은 정보를 전달한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
RST_error	RST는 EIT에 실린 상태정보를 빠르게 업 데이터 시켜주는 메카니즘으로 개별 프로그램이 현재 방영중 여부에 대한 정보를 전달한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
TDT_error	TDT는 현재의 UTC 타임과 날짜정보를 운반하며, TDT에 이어 로컬 타임 오프셋에 대한 정보를 가진 TOT를 전송할 수 있다. 이 정보는 자주 변경되어야 하는 관계로 별도의 테이블로 전송된다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
Empty_buffer_error	MPEG-2 기준 디코더와 관련된 버퍼들이 remultiplexing 장비들을 위해 적어도 1초당 한 번씩 비워지는지를 체크한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
Data_delay_error	MPEG-2 기준 디코더를 통과하는 모든 데이터(정지화상 비디오 데이터는 제외)의 지연이 적어도 1초 이하인지, 또한 정지화상 비디오 데이터의 지연은 1초 이하인지를 체크한다	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65

Third Priority(ATSC) : 특별한 목적과 필요에 따라 몇몇 부가 변수들을 체크하는 것이다.			
항 목	정 의	장비명	비 고
MGT_error	PSIP를 구성하는 다른 테이블들의 관계를 맺어주고 수신기가 디코딩 하는 동안 PSIP를 위해 필요한 메모리의 크기를 할당시키며, 버전 번호, 바이트 길이, 그리고 다른 테이블과는 독립적으로 작용하는 STT를 제외한 PSIP 테이블의 모든 PIDs를 보여준다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
VCT_error	물리적인 지상방송에서 전달되는 여러 채널에 대한 정보를 포함하며, 이러한 채널의 이름과 채널에 구성되어 있는 방송 프로그램의 종류, 채널 전달 변조방식, 주파수 및 개별 방송 프로그램에 해당하는 source-id 정보를 전달한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
EIT_error	EIT는 시간대별로 구성되며 한 개의 EIT는 3시간에 대한 안내정보(타이틀, 시작시간 등)를 갖고 있다. EIT는 전체 128개까지 사용할 수 있으며, 방송사는 이를 이용하여 최대 16일 분의 프로그램 안내 정보를 광고할 수 있다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
RRT_error	TV 수신기의 시청 연령 제한이 지역에 따라 차이가 있으므로 지역과 적용하는 등급에 관한 정보를 전달한다. 각 RRT의 크기는 1024byte(header와 trailer 포함) 이상일 수 없다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65
STT_error	현재의 날짜와 시간 정보 및 GPS 시간과 UTC 시간의 차이 시간을 전송한다.	MTS300 MTM300	ETR290 ATSC A/65

## 4. RF 측정

☞ RF로 변조되는 신호의 품질을 검사하는 부분이다.

8-VSB 변조에서는 아날로그 파형을 전송하는 것이 아니라 심볼(Symbol)을 사용해 정보를 전송하는 것으로 아날로그 측정 기술과 똑같은 측정 기술들이 많이 사용되며, 디지털 전송의 적정 품질 유지를 위해 새로운 측정 기술들 또한 사용된다.

RF 변조신호의 파형 분석을 통해 S/N비와 디지털 반송파의 파워 레벨을 확인할 수 있으며, 성좌도(Constellation Diagram)를 사용함으로써 유일하게 8VSB 변조에만 존재하는 변수들을 즉시 체크할 수 있다. 또한 잡음이나 위상의 편이로 인한 패턴의 기울어짐으로 인해 생기는 성좌도 패턴상의 어떠한 왜곡도 쉽게 알 수 있다. 성좌도 외에 모니터링할 수 있는 또다른 유효한 변수들로 ISI(Intersymbol Interference)와 MER(Modulation Error Ratio) 등이 있으며, 이 MER을 통해 비트 에러가 실제로 생기기 직전의 열화를 감지할 수 있다.

측정항목	정의 및 영향	장비명	비 고
Out fo Channel Emissions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 500kHz 대역내에서 채널의 방사 전력과 송신기의 총 평균 전력비를 dB로 표시한 것으로, -110dB 까지 채널 마스킹을 정의함(FCC)</li> <li>- 영향 : FCC 필수 측정 항목으로 인접채널 방송 및 타 서비스를 방해한다</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 FCC Mask 정통부 규정
Peak to Average Power Ratio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 신호의 첨두전력 대비 평균전력의 비로 정의하며 ATSC 규정 A/54의 특성도표(6dB이내)를 만족해야 한다. [dB]</li> <li>- 영향 : 방송수신 가능지역의 감소에 영향을 미친다.</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정
EVM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 이상적인 심볼점과 실제 심볼점의 차이를 실효치로 나타낸 것이다 [%] 27 dB이하로 관리.</li> <li>- 영향 : EVM을 분석함으로써 필터와 변조의 품질상태를 알 수 있다.</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정
Pilot Amplitude Error	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 전송되는 신호와 비교한 파일럿 신호의 진폭 에러를 말한다. [dB] <math>\pm 0.5\text{dB}</math>이내인가 확인</li> </ul>	RFA300A	정통부 규정
S/N Ratio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 이상적인 수신신호 전력과 실제 수신전력의 차이와 이상적인 수신신호 전력과의 비로써 27dB 이상을 권고하고 있다. [dB]</li> <li>- 영향 : 시스템의 문제점들이 비트 에러로 되기전의 이상조짐을 미리 알 수 있으며 BER 테스터보다 변조 에러를 감지하는데 훨씬 민감하다.</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정
Amplitude & Phase Error	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 신호의 진폭으로 인해 증폭기의 이득과 위상에 변화가 생기는 에러</li> <li>- 영향 : 수신된 I/Q 신호의 이상적인 크기와 위상을 실제 신호와 비교해 측정한다. [dB/deg]</li> <li>- 진폭에러 : 1dB 이내</li> <li>- 위상에러 : <math>\pm 5</math>도 이내</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정
Phase Noise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 송신기내부 주파수 신세사이즈 시스템에 의해 더해지는 8VSB 신호의 위상변동을 말한다. 104dBc/Hz@20kHz 이하 [dBc/Hz]</li> <li>- 영향 : 심볼간 간섭을 유발하며 신호대 잡음비 저하 및 방송수신 가능지역을 감소시킨다.</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정
Frequency Response & Group Delay	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정의 : 송신기의 주파수 평탄특성과 군지연 정도를 측정하는 것이다.</li> <li>- 영향 : 디지털 송신기에서의 군지연 문제는 심볼간 간섭을 증대하여 비트 에러를 유발하며, 아날로그에서의 색도대 휘도 지연 전달특성보다 심각한 문제를 유발시킨다.</li> <li>- 주파수응답특성 : <math>\pm 0.5\text{dB}</math>이내</li> <li>- 군지연 특성 : <math>\pm 25\text{nS}</math>이내</li> </ul>	RFA300A	ATSC A/53 정통부 규정