

KSKSKSKS

KS X 3077

KSKSKSK

KSKSKS

KSKSK

KSKS

KSK

KS

KS

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터
통신 단말장치의 적합성평가 시험방법

KS X 3077:2020

방 송 통 신 표 준 심 의 회

2020년 7월 30일 개정

심 의: 전송통신 기술심의회

	성명	근무처	직위
(회장)	송호영	한국전자통신연구원	본부장
(위원)	김광준	한국전자통신연구원	교수
	김성운	부경대학교	교수
	김원	한국인터넷진흥원	연구위원
	이배호	전남대학교	교수
	최현균	한국전자통신연구원	책임
(간사)	김영문	과학기술정보통신부 국립전파연구원	과장

원안작성협력: 국립전파연구원 기술기준과

	성명	근무처	직위
(작성 책임자)	안상기	국립전파연구원 기술기준과	주무관
(참여 연구원)	구한승	한국전자통신연구원	책임
	라상중	한국전자통신연구원	책임
	송정식	(주)코스텍	부장

표준열람: 국립전파연구원(<http://www.rra.go.kr>)

제정자: 방송통신표준심의회 위원장 담당부처: 과학기술정보통신부 국립전파연구원
 제정: 2014년 12월 31일 개정: 2020년 7월 30일
 심의: 방송통신표준심의회 전송통신 기술심의회
 원안작성협력: 국립전파연구원 기술기준과

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 국립전파연구원 웹사이트를 이용하여 주십시오.

이 표준은 방송통신표준화지침 제18조의 규정에 따라 매 5년마다 방송통신표준심의회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

목 차

머 리 말	3
개 요	4
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 정의 및 약어	1
4 일반적인 시험 대상 단말장치의 조건	2
5 주파수 대역 파라미터 평가.....	2
5.1 시험 배경 및 목적	2
5.2 시험 장비 및 구성	2
5.3 장비 상태.....	2
5.4 적합성 요구 조건	3
5.5 시험절차	3
5.6 기록 사항.....	5
5.7 기타 사항.....	5
6 상향 신호 출력 최소 범위 측정	5
6.1 시험 배경 및 목적	5
6.2 시험 장비 및 구성	5
6.3 장비 상태.....	6
6.4 적합성 요구 조건	6
6.5 시험 절차.....	7
6.6 기록 사항.....	7
6.7 기타 사항.....	7
7 출력 임피던스 및 반사 손실	7
7.1 시험 배경 및 목적	7
7.2 시험 장비 및 구성	8
7.3 장비 상태.....	8
7.4 적합성 요구 조건	8
7.5 시험 절차.....	8
7.6 기록 사항.....	9
8 송신 버스트 중 스퓨리어스 발사.....	9
8.1 시험 배경 및 목적	9
8.2 시험 장비 및 구성	9
8.3 장비 상태.....	9
8.4 적합성 요구 조건	10
8.5 시험 절차.....	13
8.6 기록 사항.....	18
8.7 기타 사항.....	18
9 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 스퓨리어스 발사	18
9.1 시험 배경 및 목적	18
9.2 시험 장비 및 구성	18
9.3 장비 상태.....	19
9.4 적합성 요구 조건	19
9.5 시험 절차.....	21
9.6 기록 사항.....	22

KS X 3077:2020

9.7 기타 사항.....	22
참고문헌	23
KS X 3077:2020 해 설	24

머 리 말

이 표준은 방송통신발전기본법에 따라 방송통신표준심의회 심의를 거쳐 제정한 방송통신표준이다.

이 표준은 저작권법에서 보호 대상이 되고 있는 저작물이다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 관계 중앙행정기관의 장과 방송통신표준심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

개 요

이 표준은 광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터통신 단말장치의 적합성평가 시험방법에 대해서 기술한다. 이를 위하여 광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터통신 단말장치의 여러 가지 변조방식 설정 여부, 채널 주파수대역폭에 따른 출력신호의 기준, 송신 신호에 따른 스퓨리어스 출력의 기준치, 전력 스펙트럼 밀도 등에 대한 항목별 시험 조건 및 시험방법을 기술하고 있다.

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신 단말장치의 적합성평가 시험방법

Conformity assessment test methods for data communication terminal equipments
connected to hybrid fiber coaxial(HFC) facilities

1 적용범위

이 표준은 광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치의 성능 요구 적합성평가에 필요한 시험 방법을 규정한다.

2 인용표준

해당 사항 없음

3 용어 정의 및 약어

이 표준의 목적을 위해 다음의 용어 정의가 적용된다.

3.1 용어 정의

3.1.1

광동축 혼합

전송장비부터 옥내 주변까지 광케이블로 신호가 전달되다가 광망 종단 장치(Optical Network Unit, ONU)를 통해 동축케이블로 바뀌어서 각 옥내로 서비스되는 것

3.1.2

광망 종단 장치

광통신망에서 가정이나 사무실에 설치되어 광섬유를 통해 수신된 광신호를 전기 신호로 변환하여 주고 사용자의 전기 신호를 광신호로 변환시켜 주는 종단 장치

3.2 약어

- FFT Fast Fourier Transformation
- OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access
- ONU Optical Network Unit
- QAM Quadrature Amplitude Modulation
- QPSK Quadrature Phase Shift Keying
- SCDMA Synchronous Code Division Multiple Access
- TDMA Time Division Multiple Access

4 일반적인 시험 대상 단말장치의 조건

시험을 위한 시험 장치(케이블 모뎀 중단 장치, 케이블 모뎀, 벡터 신호 분석기 등)의 구성을 위해 분배기, 감쇠기, 다이플렉서 등을 사용하는 경우 시험 설정 및 시험 결과의 분석에 이들 장치에 의한 신호 감쇠 영향을 고려하여야 한다.

5 주파수 대역 파라미터 평가

5.1 시험 배경 및 목적

케이블 모뎀은 상향 및 하향 주파수 대역 내에서 양 방향 통신을 하게 되는데 상향 주파수에서는 적합성 요구 조건에서 제시한 변조 방식(4 096QAM, 2 048QAM, 1 024QAM, 512QAM, 256QAM, 128QAM, 64QAM, 32QAM, 16QAM, 8QAM, QPSK) 및 최대 채널 주파수 폭으로 송신할 수 있어야 한다.

적합성 요구 조건에서 제시된 상향 주파수 범위를 케이블 모뎀이 각 변조 방식(4 096QAM, 2 048QAM, 1 024QAM, 512QAM, 256QAM, 128QAM, 64QAM, 32QAM, 16QAM, 8QAM, QPSK) 및 최대 채널 주파수 폭으로 송신할 수 있는지를 시험하기 위한 것이다.

5.2 시험 장비 및 구성

5.2.1 시험 장비

- 케이블 모뎀 중단 장치
- 케이블 모뎀
- 벡터 신호 분석기
- 측정 제어기

5.2.2 시험구성

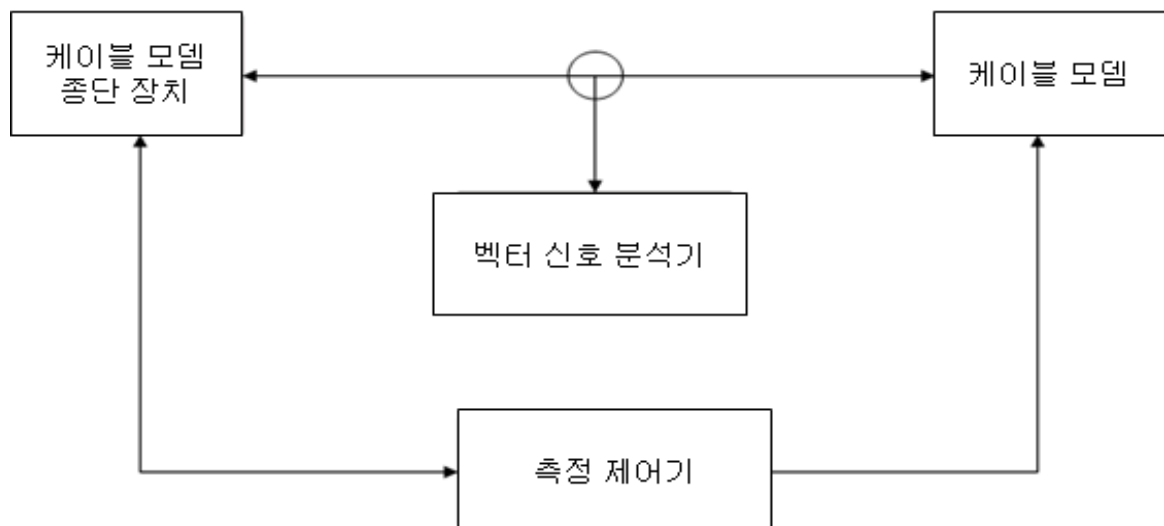


그림 1 — 시험 장비 연결 구성

5.3 장비 상태

케이블 모뎀에서 케이블 모뎀 중단 장치로 측정하고자 하는 전송 속도로 데이터의 전송이 이루어지고 있는 상태에서 시험한다.

5.4 적합성 요구 조건

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치는 최대 채널 주파수 폭에 따라 표 1, 표 2 및 표 3의 조건에 적합하여야 한다.

표 1 — 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz인 단말장치

구 분	조 건
최소 동작 주파수 범위(상향)	5.75 MHz에서 41.75 MHz 또는 5.75 MHz에서 65 MHz
변조 방식(상향)	QPSK 및 16QAM
전송 심볼 속도별 최대 채널 주파수 폭 (상향) (-30 dB 대역폭)	200 kHz(심볼 속도: 160 ksym/sec) 400 kHz(심볼 속도: 320 ksym/sec) 800 kHz(심볼 속도: 640 ksym/sec) 1 600 kHz(심볼 속도: 1 280 ksym/sec) 3 200 kHz(심볼 속도: 2 560 ksym/sec)

표 2 — 최대 채널 주파수 폭이 6 400 kHz인 단말장치

구 분	조 건
최소 동작 주파수 범위(상향)	5.75 MHz에서 41.75 MHz 또는 5.75 MHz에서 65 MHz
변조 방식(상향)	TDMA: QPSK, 16QAM, 64QAM SCDMA: 64QAM, 128QAM
전송 심볼 속도별 최대 채널 주파수 폭 (상향) (-30 dB 대역폭)	1 600 kHz(심볼 속도: 1 280 ksym/sec) 3 200 kHz(심볼 속도: 2 560 ksym/sec) 6 400 kHz(심볼 속도: 5 120 ksym/sec)

표 3 — 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

구 분	조 건
최소 동작 주파수 범위(상향)	5 MHz~42 MHz 또는 5 MHz~65 MHz 또는 5 MHz~85 MHz 또는 5~117 MHz 또는 5 MHz~204 MHz
변조 방식(상향)	OFDMA: QPSK, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 512QAM, 1 024QAM, 2 048QAM, 4 096QAM
부반송파 간격(상향)	25 kHz 또는 50 kHz
최대 유효 반송파 수(상향)	1 900(50 kHz 부반송파 간격, 2 048 FFT) 3 800(25 kHz 부반송파 간격, 4 096 FFT)
최대 점유 대역폭(상향)	95 MHz
최소 점유 대역폭(상향)	6.4 MHz(25 kHz 부반송파 간격) 10 MHz(50 kHz 부반송파 간격)

5.5 시험절차

5.5.1 최소 동작 주파수 범위 측정

5.5.1.1 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치

- a) 측정하고자 하는 채널 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 채널의 중심 주파수를 다음과 같이 설정한다.
 - 하한 주파수 측정 시: $5.75 \text{ MHz} + (\text{심볼 속도} \times 1.25)/2$
 - 상한 주파수 측정 시
 - 상한 주파수가 41.75 MHz인 기기: $41.75 \text{ MHz} - (\text{심볼 속도} \times 1.25)/2$
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기: $65 \text{ MHz} - (\text{심볼 속도} \times 1.25)/2$
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- d) 상향 데이터 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수: 채널의 중심 주파수
 - 스패: 채널 폭
 - 모드: 복조 모드(demodulation mode)
 - 측정 필터: root raised cosine
 - 참조 필터: raised cosine
- f) 신호의 중심 주파수를 측정하여 설정한 중심 주파수와 오차가 $\pm 50 \text{ PPM}$ 이하인지를 확인한다.
- g) 측정하고자 하는 변조 방식 및 주파수 폭에 대해 e)와 f) 과정을 반복한다.
- h) 측정 결과 중 하나라도 f)의 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

5.5.1.2 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

- a) 측정하고자 하는 채널 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 채널의 중심 주파수를 다음과 같이 설정한다.
 - 상한 주파수가 42 MHz인 기기: $42 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기: $65 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 85 MHz인 기기: $85 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 117 MHz인 기기: $117 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 204 MHz인 기기: $204 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- d) 상향 데이터 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수: 채널의 중심 주파수
 - 스패: 채널 폭
 - 모드: 복조 모드(demodulation mode)
 - 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치의 경우 다음과 같이 추가 설정한다.
 - 부반송파 간격: 25 kHz 또는 50 kHz
 - 최대 유효 반송파 수: 1 900개(50 kHz 부반송파 간격, 2 048 FFT) 또는 3 800개(25 kHz 부반송파 간격, 4 096 FFT)
 - 최대 점유 대역폭: 95 MHz
 - 최소 점유 대역폭: 6.4 MHz(25 kHz 부반송파 간격) 또는 10 MHz(50 kHz 부반송파 간격)
- f) 신호의 중심 주파수를 측정하여 설정한 중심 주파수와 오차가 $\pm 50 \text{ PPM}$ 이하인지를 확인한다.
- g) 측정하고자 하는 변조 방식 및 주파수 폭에 대해 e)와 f)의 과정을 반복한다.
- h) 측정 결과 중 하나라도 f)의 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

5.5.2 변조 방식 및 주파수 폭 측정

- a) 측정하고자 하는 채널의 주파수 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- c) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- d) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수: 사용된 상향 신호 채널의 중심 주파수
 - 스패: 사용 채널 폭
- e) 벡터 신호 분석기의 복조 모드로 변조 방식을 확인한다.
- f) 벡터 신호 분석기로 사용 대역의 -30 dB 대역폭을 확인한다.
- g) 측정하고자 하는 변조 방식 및 주파수 폭에 대해 d)~f)의 과정을 반복한다.
- h) 측정 결과 중 하나라도 d)와 f)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

5.6 기록 사항

- 적합성 요구 조건에서 제시한 최소 및 최대 주파수 전송 스펙트럼
- 시험된 변조 방식에 대한 -30 dB 대역폭

5.7 기타 사항

- 시험실 환경의 주파수 특성을 측정하여 시험 시 외부적인 변수가 없도록 측정한다.
- 각 케이블의 감쇠를 측정하여 신호 전력 측정 시 반영한다.
- 심볼 속도별 오프셋(offset)은 50 ppm 이내이어야 하며 벡터 신호 분석기에서 주파수 보정을 해야 한다.

6 상향 신호 출력 최소 범위 측정

6.1 시험 배경 및 목적

케이블 모뎀은 전송 선로 상태에 따라 신호 레벨을 변화시키는 기능이 있어야 한다. 전송 선로의 손실이 없을 경우는 최저 레벨로 송신을 해야 하며 전송 손실이 많아짐에 따라 통신을 유지할 수 있도록 신호 레벨을 증가시켜 전송할 수 있어야 한다.

케이블 모뎀이 적합성 요구 조건에서 제시한 최저 및 최대 신호 레벨을 전송할 수 있는지 여부를 시험하는 것이다.

6.2 시험 장비 및 구성

6.2.1 시험 장비

- 케이블 모뎀 종단 장치
- 케이블 모뎀
- 벡터 신호 분석기
- 측정 제어기

- 감쇠기
- 다이플렉서

6.2.2 시험 구성

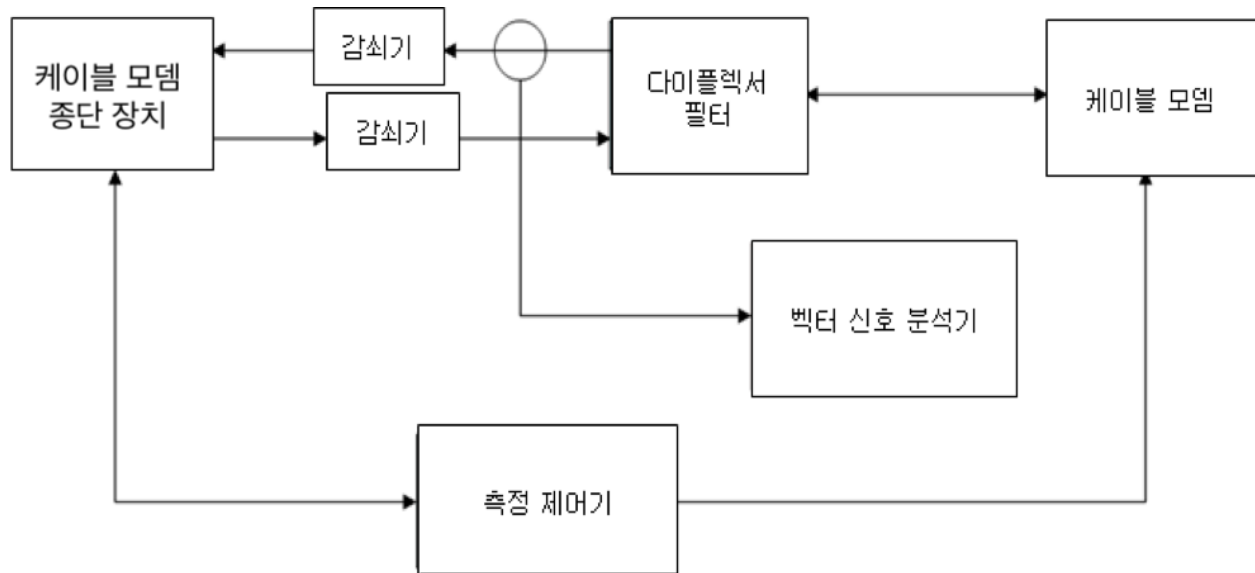


그림 2 — 시험 장비의 연결 구성

6.3 장비 상태

케이블 모뎀에서 케이블 모뎀 중단 장치로 측정하고자 하는 전송 속도로 데이터의 전송이 이루어지고 있는 상태에서 시험한다.

6.4 적합성 요구 조건

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치는 최대 채널 주파수 폭에 따라 표 4, 표 5 및 표 6의 조건에 적합하여야 한다.

표 4 — 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz인 단말장치

구 분	조 건
신호 출력 최소 범위(상향)	+ 8 dBmV~+ 58 dBmV(QPSK) + 8 dBmV~+ 55 dBmV(16QAM)

표 5 — 최대 채널 주파수 폭이 6 400 kHz인 단말장치

구 분	조 건
신호 출력 최소 범위(상향)	+ 23 dBmV~+ 61 dBmV(QPSK) + 23 dBmV~+ 58 dBmV(16QAM) + 23 dBmV~+ 57 dBmV(64QAM) + 23 dBmV~+ 56 dBmV(128QAM)

표 6 — 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

구 분	조 건
신호 출력 최소 범위(상향)	~+ 65 dBmV

6.5 시험 절차

- a) 측정하고자 하는 채널 중심 주파수를 전송 심볼 속도에 맞추어 설정한다.
 - 단일 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
 - 결합 채널 전송 시: 4 개 채널 주파수 선정
 - OFDMA 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
- b) 채널 주파수 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 중단 장치를 연결한다.
- d) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수: 사용된 상향 신호 총 대역의 중심 주파수
 - 스캔: 사용 채널 주파수 폭(결합 채널이 사용된 경우 전송 채널 전체 대역)
- f) 상향의 감쇠를 6 dB 단위로 증가시키면서 케이블 모뎀이 최고 신호 레벨을 전송하도록 한다. 감쇠를 변경시킨 후 케이블 모뎀 중단 장치와 케이블 모뎀 간의 정상적인 통신이 이루어지도록 약 30 초를 기다린다.
- g) 벡터 신호 분석기로 사용 채널의 대역 전력을 측정한다.
- h) 정하고자 하는 변조 방식 및 전송 심볼 속도에 대해 f)와 g)의 과정을 반복하여 케이블 모뎀의 최대 출력에 대한 대역 전력이 적합성 요구 조건의 최대 출력 범위 이상인지를 확인한다.
- i) 상향의 감쇠를 6 dB 단위로 감소시키면서 케이블 모뎀이 최저 신호 레벨을 전송하도록 한다. 감쇠를 변경시킨 후 케이블 모뎀 중단 장치와 케이블 모뎀 간의 정상적인 통신이 이루어지도록 약 30 초를 기다린다.
- j) 벡터 신호 분석기로 사용 채널의 대역 전력을 측정한다.
- k) 측정하고자 하는 변조 방식 및 전송 심볼 속도에 대해 i)와 j)의 과정을 반복하여 케이블 모뎀의 최소 출력에 대한 대역 전력이 적합성 요구 조건의 최소 출력 범위 이하인지를 확인한다.
- l) 측정 결과 중 하나라도 h)와 k)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

6.6 기록 사항

- 케이블 모뎀의 최대 출력 및 최소 출력 레벨

6.7 기타 사항

- 시험실 환경의 주파수 특성을 측정하여 시험 시 외부적인 변수가 없도록 측정한다.
- 시험 전 사용된 케이블의 주파수 별 감쇠를 측정하여 신호 전력 측정 시 반영한다.

7 출력 임피던스 및 반사 손실

7.1 시험 배경 및 목적

케이블 모뎀의 출력 단 임피던스는 동축 케이블의 특성 임피던스와 같아야 신호 전송에 따른 손실이 적어지며, 반사 손실이 커야 전송 효율이 높아진다.

케이블 모뎀의 출력 반사 손실이 7.4에서 요구하는 적합성 요구 조건을 만족하는지의 여부를 시험하기 위한 것이다. 반사 손실이 만족되면 출력 임피던스는 75 Ω(불평형, 공칭)이다.

7.2 시험 장비 및 구성

7.2.1 시험 장비

- 네트워크 분석기
- 케이블 모뎀

7.2.2 시험 구성



그림 3 — 시험 장비의 연결 구성

7.3 장비 상태

케이블 모뎀에 전원을 공급한 상태에서 시험한다.

7.4 적합성 요구 조건

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치의 출력 임피던스 및 반사 손실은 최대 채널 주파수 폭에 따라 아래 표 7, 표 8 및 표 9의 조건에 적합하여야 한다.

표 7 — 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz인 단말장치

구 분	조 건
출력 임피던스	75 Ω(불평형, 공칭)
출력 반사 손실	6 dB 이상(상향 주파수 범위)

표 8 — 최대 채널 주파수 폭이 6 400 kHz인 단말장치

구 분	조 건
출력 임피던스	75 Ω(불평형, 공칭)
출력 반사 손실	6 dB 이상(상향 주파수 범위)

표 9 — 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

구 분	조 건
출력 임피던스	75 Ω(불평형, 공칭)
출력 반사 손실	6 dB 이상(상향 주파수 범위)

7.5 시험 절차

- 케이블 모뎀을 그림 3과 같이 연결한다.

- b) 네트워크 분석기를 상향 주파수 대역으로 설정 후 교정한다.
- c) 케이블 모델의 전원을 공급한다.
- d) 네트워크 분석기를 이용하여 반사 손실을 측정하여 기준값 이상인지 확인한다.

7.6 기록 사항

- 케이블 모델의 반사 손실값

8 송신 버스트 중 스푸리어스 발사

8.1 시험 배경 및 목적

케이블 모델이 최대 및 최소 전력으로 신호를 송신 중 나타날 수 있는 스푸리어스와 노이즈가 다른 채널이나 하향 대역에 영향을 줄 수 있으므로 스푸리어스와 노이즈는 충분히 작아야 한다. 케이블 모델이 최대 및 최소 전력으로 신호를 송신하는 중에 나타나는 스푸리어스와 노이즈가 8.4의 적합성 요구 조건에서 제시한 규정치 이하인지를 시험한다.

8.2 시험 장비 및 구성

8.2.1 시험 장비

- 케이블 모델 중단 장치
- 케이블 모델
- 벡터 신호 분석기
- 다이플렉스 필터
- 외부 트리거 소스
- 측정 제어기

8.2.2 시험 구성

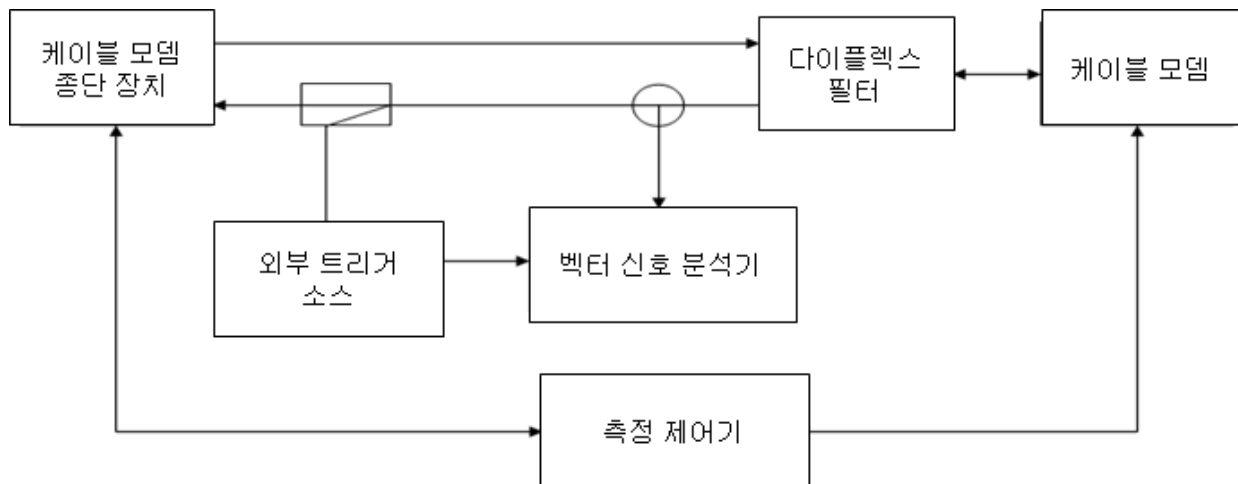


그림 4 — 시험 장비 연결 구성

8.3 장비 상태

케이블 모델에서 케이블 모델 중단 장치로 측정하고자 하는 전송 속도로 데이터의 전송이 이루어지

고 있는 상태에서 시험한다.

8.4 적합성 요구 조건

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치의 버스트(burst) 송신 중에 있어서의 송신 출력 신호 스퓨리어스 발사 크기는 아래 기준에 적합하여야 한다.

8.4.1 전송 채널의 스퓨리어스 발사 크기

전송 채널의 대역 내 스퓨리어스 발사 크기는 다음과 같아야 한다.

8.4.1.1 버스트(burst) 송신 중:

- 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 및 6 400 kHz인 단말장치: -40 dBc 이하
- 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치: -45 dBc 이하(OFDMA 100 % 사용 대역), -51 dBc 이하(OFDMA 5 % 사용 대역), -50 dBc 이하(TDMA)

8.4.1.2 송신버스트 간(송신버스트가 없을 때)

- 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 및 6 400 kHz인 단말장치: -72 dBc와 -59 dBmV 중 큰 값 이하
- 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치: -72 dBc 이하

8.4.2 인접 채널의 스퓨리어스 발사 크기

버스트 송신 중 인접 채널에서 스퓨리어스 발사 크기는 다음 표 10, 표 11 및 표 12와 같아야 한다.

표 10 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

전송 채널 심볼 속도	기준값	측정 주파수대역 (송신 반송파기장자리로부터 떨어진 주파수)	인접 채널 심볼 속도
160 ksym/sec	-45 dBc	20 kHz에서 180 kHz까지	160 ksym/sec
	-45 dBc	40 kHz에서 360 kHz까지	320 ksym/sec
	-45 dBc	80 kHz에서 720 kHz까지	640 ksym/sec
	-42 dBc	160 kHz에서 1 440 kHz까지	1 280 ksym/sec
	-39 dBc	320 kHz에서 2 880 kHz까지	2 560 ksym/sec
160 ksym/sec 이외의 심볼 속도	-45 dBc	20 kHz에서 180 kHz까지	160 ksym/sec
	-45 dBc	40 kHz에서 360 kHz까지	320 ksym/sec
	-45 dBc	80 kHz에서 720 kHz까지	640 ksym/sec
	-44 dBc	160 kHz에서 1 440 kHz까지	1 280 ksym/sec
	-41 dBc	320 kHz에서 2 880 kHz까지	2 560 ksym/sec

표 11 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

구 분	기준값	측정 주파수대역 (송신 반송파 가장자리로부터 떨어진 주파수)	인접 채널 심볼 속도
2 개 이상 채널 송신	-50 dBc	160 kHz에서 1 440 kHz까지	1 280 ksym/sec
	-47 dBc	320 kHz에서 2 880 kHz까지	2 560 ksym/sec
	-44 dBc	640 kHz에서 5 760 kHz까지	5 120 ksym/sec
단일 채널 송신	-44 dBc	160 kHz에서 1 440 kHz까지	1 280 ksym/sec
	-41 dBc	320 kHz에서 2 880 kHz까지	2 560 ksym/sec
	-38 dBc	640 kHz에서 5 760 kHz까지	5 120 ksym/sec

표 12 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

측정 대역폭(B_M)	기준값 (dBc) ^a
0.4 MHz	$10\log_{10}((10^{F_{SF}/10} + 10^{-57/10}) \times (B_M/B_{UGHB}))$
비고 1 B_{100} (100% 할당 대역): 상향 신호 전송을 위해 단말이 사용할 수 있는 전체 주파수 대역 비고 2 F_{SF} (SpurFloor, 스퍼리어스 기저값): $[-57 + 10\log_{10}(B_{100}/192 \text{ MHz})]$ 와 -60 dBc 중 큰 값 비고 3 B_{UGHB} (Under-Grant Hold Bandwidth): B_{100}/N_{UGHU} 비고 4 N_{UGHU} (Under-Grant Hold number of Users): $[0.2 + 10^{(-44-F_{SF})/10}]$ 을 넘지 않는 최대 정수 값 비고 5 측정주파수대역: 전송대역(In-band)에 인접한 좌우 양측 각각 400 kHz 대역	
^a 기준값은 반올림하여 소수점 첫째 자리까지로 함	

8.4.3 전송 채널 반송파 주파수의 제2 이상 고조파 주파수 대역에서 스퍼리어스 발사 크기

전송 채널 반송 주파수의 제2 이상 고조파 주파수 대역에서의 스퍼리어스 발사 크기는 다음과 같아야 한다.

8.4.3.1 버스트 송신 중:

- 2개 이상 채널 송신 가능 장치: 규정하지 않음.
- 단일채널 송신장치: -47 dBc 이하

8.4.3.2 송신버스트 간(송신버스트가 없을 때)

- 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 및 6 400 kHz인 단말장치: -72 dBc 와 -59 dBmV 중 큰 값 이하
- 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치: 규정하지 않음

8.4.4 전송 및 인접 채널 대역을 제외한 상향 대역

이상의 대역을 제외한 상향 대역 내의 기타 대역에서의 스퍼리어스 발사 크기는 다음 표 13, 표 14 및 표 15와 같아야 한다.

표 13 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

기타 대역에서의 가능한 심볼 속도	기준값	첫 측정 주파수 대역 (송신 반송파 가장 자리로부터 떨어진 주파수)
160 ksym/sec	-53 dBc	220 kHz에서 380 kHz까지
320 ksym/sec	-50 dBc	240 kHz에서 560 kHz까지
640 ksym/sec	-47 dBc	280 kHz에서 920 kHz까지
1 280 ksym/sec	-44 dBc	360 kHz에서 1 640 kHz까지
2 560 ksym/sec	-41 dBc	520 kHz에서 3 080 kHz까지

표 14 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

구 분	기타 대역에서의 가능한 심볼 속도	기준값	측정 주파수대역 (송신 반송파 가장 자리로부터 떨어진 주파수)
2 개 이상 채널 송신	1 280 ksym/sec	-50 dBc	360 kHz에서 1 640 kHz까지
	2 560 ksym/sec	-47 dBc	520 kHz에서 3 080 kHz까지
	5 120 ksym/sec	-44 dBc	840 kHz에서 5 960 kHz까지
단일 채널 송신	1 280 ksym/sec	-44 dBc	360 kHz에서 1 640 kHz까지
	2 560 ksym/sec	-41 dBc	520 kHz에서 3 080 kHz까지
	5 120 ksym/sec	-38 dBc	840 kHz에서 5 960 kHz까지

표 15 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

100% 할당 대역 (B_{100}) ^a	측정 대역폭(B_M)	기준값(dBc) ^b
64 MHz까지	1.6 MHz	$F_{SF} + 10\log_{10}(B_M/B_{UGHB})$
64 MHz에서 96 MHz	3.2 MHz	
96 MHz에서 192 MHz	9.6 MHz	
192 MHz 이상	12.8 MHz	
비고 1 F_{SF} (SpurFloor, 스퍼리어스 기저값): $[-57 + 10\log_{10}(B_{100}/192 \text{ MHz})]$ 와 -60 dBc 중 큰 값		
비고 2 B_{UGHB} (Under-Grant Hold Bandwidth): B_{100}/N_{UGHU}		
비고 3 N_{UGHU} (Under-Grant Hold number of Users): $[0.2 + 10^{(-44-F_{SF})/10}]$ 을 넘지 않는 최대 정수 값		
비고 4 측정주파수대역: 전송대역 및 인접대역(전송대역에 인접한 양측 각각 400 kHz)을 제외한 상향 주파수 대역		
^a B_{100} (100% 할당 대역): 상향 신호 전송을 위해 단말이 사용할 수 있는 전체 주파수 대역		
^b 기준값은 반올림하여 소수점 첫째 자리까지로 함		

8.4.5 상향 대역 외 스퍼리어스 발사 크기

상향 대역 외 스퍼리어스 발사 크기는 측정 대역폭을 4 MHz 단위로 측정할 때 다음과 같아야 한다.

- 종합 스퍼리어스 발사 크기는 다음 표 16, 표 17 및 표 18에서의 기준값 이하이어야 한다.

표 16 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	기준값
42 MHz에서 54 MHz까지	-40 dBc 또는 -26 dBmV 중 큰 값
54 MHz에서 60 MHz까지	-35 dBmV
60 MHz에서 88 MHz까지	-40 dBmV
88 MHz에서 1 002 MHz까지	-45 dBmV

표 17 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	기준값
65 MHz에서 88 MHz까지	-40 dBc
88 MHz에서 108 MHz까지	-30 dBmV
108 MHz에서 1 002 MHz까지	-45 dBmV

표 18 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

주파수 대역		버스트 송신 중
5 MHz에서 42 MHz까지 상향 전송	42 MHz에서 54 MHz까지	-40 dBc
	54 MHz에서 60 MHz까지	-35 dBmV
	60 MHz에서 88 MHz까지	-40 dBmV
	88 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV
5 MHz에서 85 MHz까지 상향 전송	85 MHz에서 108 MHz까지	-45 dBc
	108 MHz에서 136 MHz까지	-40 dBmV
	136 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV
5 MHz에서 204 MHz까지 상향 전송	204 MHz에서 258 MHz까지	-50 dBc
	258 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV

— 이산(discrete) 스퓨리어스 발사 크기는 다음 표 19, 표 20 및 표 21에서의 기준값 이하이어야 한다.

표 19 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	기준값
42 MHz에서 54 MHz까지	-50 dBc 와 -36 dBmV 중 큰 값
54 MHz에서 88 MHz까지	-50 dBmV
88 MHz에서 1 002 MHz까지	-50 dBmV

표 20 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	버스트 송신 중
65 MHz에서 88 MHz까지	-50 dBc
88 MHz에서 108 MHz까지	-30 dBmV
108 MHz에서 1 002 MHz까지	-50 dBmV

표 21 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

주파수 대역		버스트 송신 중
5 MHz에서 42 MHz까지 상향 전송	42 MHz에서 54 MHz까지	-50 dBc
	54 MHz에서 88 MHz까지	-50 dBmV
	88 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV
5 MHz에서 85 MHz까지 상향 전송	85 MHz에서 108 MHz까지	-50 dBc
	108 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV
5 MHz에서 204 MHz까지 상향 전송	204 MHz에서 258 MHz까지	-50 dBc
	258 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV

8.5 시험 절차

8.5.1 인접 채널의 스푸리어스 발사 크기 측정

8.5.1.1 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치

- a) 전송 채널 중심 주파수, 심볼 속도 및 변조 방식을 설정한다.
 - 단일 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
 - 결합 채널 전송 시: 4 개 채널 주파수 선정
- b) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- c) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.
- d) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 전송 채널 중심 주파수
 - 스패 = 전송 채널 심볼 속도 \times 1.25
 - 벡터 신호 분석기를 이용하여 스패 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 다음의 파라미터를 구한다.
 - 전송 채널 대역폭 = 전송 채널 심볼 속도 \times 1.25
 - 인접 채널 대역폭 = 인접 채널 심볼 속도 \times 1.25
 - 경계 주파수 1 = 전송 채널 중심 주파수 - 전송 채널 대역폭/2
 - 경계 주파수 2 = 전송 채널 중심 주파수 + 전송 채널 대역폭/2
 - 중심 주파수 = 경계 주파수 2 + 인접채널 대역폭/2
 - 스패: 인접채널 대역폭
 - 마커 1 = 경계 주파수 2 + 인접 채널 대역폭/10
 - 마커 2 = 경계 주파수 2 + (인접 채널 대역폭 \times 9/10)
- g) 벡터 신호 분석기를 이용하여 마커 1과 마커 2 사이의 대역 전력(BP2)을 측정한다.
- h) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 경계 주파수 1 - 인접 채널 대역폭/2
 - 스패: 인접 채널 대역폭
 - 마커 1 = 경계 주파수 1 - 인접 채널 대역폭/10
 - 마커 2 = 경계 주파수 1 - (인접 채널 대역폭 \times 9/10)
- i) 벡터 신호 분석기를 이용하여 마커 1과 마커 2 사이의 대역 전력(BP3)을 측정한다.
- j) (BP2 - BP1)과 (BP3 - BP1)이 인접 채널 스푸리어스 기준값보다 작은지를 확인한다.
- k) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- l) 측정 결과 중 하나라도 j)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.1.2 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

- a) 측정하고자 하는 채널 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 채널의 중심 주파수를 다음과 같이 설정한다.
 - 상한 주파수가 42 MHz인 기기: 42 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기: 65 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 85 MHz인 기기: 85 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 117 MHz인 기기: 117 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 204 MHz인 기기: 204 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- d) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.

- e) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 전송 채널 중심 주파수
 - 스패 = 전송 채널 부반송파간격 × 최대유효반송파수
 - 벡터 신호 분석기를 전송 채널 OFDM 샘플링 클럭과 동기화시킨다.
 - 벡터 신호 분석기를 이용하여 스패 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- g) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 다음의 파라미터를 구한다.
 - 전송 채널 대역폭 = 전송 채널 부반송파간격 × 최대유효반송파수
 - 경계 주파수 1 = 전송 채널 중심 주파수 - 전송 채널 대역폭/2
 - 경계 주파수 2 = 전송 채널 중심 주파수 + 전송 채널 대역폭/2
 - 마커 1 = 경계 주파수 2
 - 마커 2 = 경계 주파수 2 + 400 kHz
- h) 벡터 신호 분석기를 이용하여 마커 1과 마커 2 사이의 대역 전력(BP2)을 측정한다.
- i) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 경계 주파수 1 - 인접 채널 대역폭/2
 - 스패: 인접 채널 대역폭
 - 마커 1 = 경계 주파수 1
 - 마커 2 = 경계 주파수 1 - 400 kHz
- j) 벡터 신호 분석기를 이용하여 마커 1과 마커 2 사이의 대역 전력(BP3)을 측정한다.
- k) (BP2 - BP1)과 (BP3 - BP1)이 인접 채널 스푸리어스 기준값보다 작은지를 확인한다.
- l) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- m) 측정 결과 중 하나라도 k)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.2 전송 채널 반송파 주파수의 제2 이상 고조파 주파수 대역에서 스푸리어스 발사 크기 측정

- a) 전송 채널 중심 주파수를 전송 대역 내의 주파수로 설정한다.
 - 단일 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
 - 결합 채널 전송 시: 4 개 채널 주파수 선정
- b) 전송 방식, 심볼 속도 및 출력 레벨을 설정한다.
- c) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 설정한다.
- d) 전송 채널 중심 주파수의 제2, 제3, 제4 및 제5 고조파를 측정한다.
 - 1) 벡터 신호 분석기의 중심 주파수를 전송 채널 중심 주파수의 2 배 주파수로 설정한다.
 - 2) 측정 대역폭 160 kHz로 대역 전력을 측정한다.
 - 3) 전송 채널 중심 주파수의 3, 4, 5 배 주파수에 대해 1)~3)을 반복한다.
- e) 측정된 고조파 신호 레벨 중 하나라도 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.3 전송 및 인접 채널 대역을 제외한 상향 대역 내의 스푸리어스 발사 크기 측정

8.5.3.1 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치

- a) 채널 중심 주파수, 심볼 속도 및 변조 방식을 설정한다.
 - 단일 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
 - 결합 채널 전송 시: 4 개 채널 주파수 선정
- b) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.

- c) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.
- d) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 채널 중심 주파수
 - 스패 = 전송 채널 심볼 속도 $\times 1.25$
 - 벡터 신호 분석기를 이용하여 스패 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭
 - 최대 폭 3 200 kHz 지원 단말장치 = 160 kHz
 - 최대 폭 6 400 kHz 지원 단말장치 = 1 280 kHz
 - 스패 = 채널 파워 대역폭 $\times 1.25$
 - 중심 주파수 = 채널 대역 및 인접 대역을 제외한 전송 대역 내 주파수
- g) 측정 대역폭 내의 대역 전력(BP2)을 측정한다.
- h) (BP2 - BP1)이 전송 및 인접 채널 대역을 제외한 상향 대역 내의 스퓨리어스 발사 기준값을 만족하는지 확인한다.
- i) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- j) 측정 결과 중 하나라도 h)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.3.2 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

- a) 측정하고자 하는 채널 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 채널의 중심 주파수를 다음과 같이 설정한다.
 - 상한 주파수가 42 MHz인 기기: $42 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기: $65 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 85 MHz인 기기: $85 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 117 MHz인 기기: $117 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
 - 상한 주파수가 204 MHz인 기기: $204 \text{ MHz} - (\text{부반송파간격} \times \text{최대유효반송파수})/2$
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 종단 장치를 연결한다.
- d) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.
- e) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 전송 채널 중심 주파수
 - 스패 = 전송 채널 부반송파간격 \times 최대유효반송파수
 - 벡터 신호 분석기를 이용하여 스패 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- g) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭
 - 상한 주파수가 42 MHz인 기기 = 1.6 MHz
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기 = 3.2 MHz
 - 상한 주파수가 85 MHz인 기기 = 3.2 MHz
 - 상한 주파수가 117 MHz인 기기 = 9.6 MHz
 - 상한 주파수가 204 MHz인 기기 = 12.8 MHz
 - 스패 = 전송 채널 부반송파간격 \times 최대유효반송파수
 - 중심 주파수 = 전송 채널 중심 주파수
- h) 측정 대역폭 내의 대역 전력(BP2)을 측정한다.

- i) (BP2 - BP1)이 전송 및 인접 채널 대역을 제외한 상향 대역 내의 스퓨리어스 발사 기준값을 만족하는지 확인한다.
- j) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- k) 측정 결과 중 하나라도 i)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.4 대역 외 스퓨리어스 발사 크기 측정

8.5.4.1 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치

- a) 채널 중심 주파수, 심볼 속도 및 변조 방식을 설정한다.
 - 단일 채널 전송 시: 1 개 채널 주파수 선정
 - 결합(bond) 채널 전송 시: 4 개 채널 주파수 선정
- b) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 중단 장치를 연결한다.
- c) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.
- d) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 채널 중심 주파수
 - 스펜 = 전송 채널 심볼 속도 \times 1.25
 - 벡터 신호 분석기를 이용하여 스펜 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭 = 4 MHz
 - 중심 주파수 = (42 MHz - 1 002 MHz) 또는 (65 MHz - 1 002 MHz) 대역 내의 측정 주파수
- g) 측정 주파수에서의 대역 전력(BP2)을 측정한다.
- h) BP2가 종합 스퓨리어스 발사 크기 기준값을 만족하는지 확인한다.
- i) 동일한 4 MHz 대역 내에서 채널 파워 대역폭을 160 kHz로 한 경우 측정되는 침투값이 기준(이산 스퓨리어스)을 만족하는지 확인한다.
- j) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- k) 측정 결과 중 하나라도 h)와 i)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.5.4.2 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

- a) 측정하고자 하는 채널 폭 및 변조 방식을 설정한다.
- b) 채널의 중심 주파수를 다음과 같이 설정한다.
 - 상한 주파수가 42 MHz인 기기: 42 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 65 MHz인 기기: 65 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 85 MHz인 기기: 85 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 117 MHz인 기기: 117 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
 - 상한 주파수가 204 MHz인 기기: 204 MHz - (부반송파간격 \times 최대유효반송파수)/2
- c) 케이블 모뎀과 케이블 모뎀 중단 장치를 연결한다.
- d) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력 레벨을 최대 또는 최소 레벨로 맞춘다.
- e) 상향 데이터의 전송을 시작한다.
- f) 벡터 신호 분석기를 이용하여 모뎀 전송 채널의 대역 전력(BP1)을 측정한다.
 - 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 중심 주파수 = 전송 채널 중심 주파수

- 스패 = 전송 채널 부반송파간격 \times 최대유효반송파수
- 벡터 신호 분석기를 이용하여 스패 대역 내의 대역 전력을 측정한다.
- g) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭 = 4 MHz
 - 중심 주파수 = (42 MHz - 1 218 MHz) 또는 (65 MHz - 1 218 MHz) 또는 (85 MHz - 1 218 MHz) 또는 (117 MHz - 1 218 MHz) 또는 (204 MHz - 1 218 MHz) 대역 내의 측정 주파수
- h) 측정 대역폭 내의 대역 전력(BP2)을 측정한다.
- i) BP2가 종합 스퓨리어스 발사 크기 기준값을 만족하는지 확인한다.
- j) 동일한 4 MHz 대역 내에서 채널 파워 대역폭을 160 kHz로 한 경우 측정되는 첨두값이 기준(이산 스퓨리어스)을 만족하는지 확인한다.
- k) 최대 및 최소 신호 레벨, 전송 채널 및 인접 채널의 각 심볼 속도에 대해 위 과정을 반복한다.
- l) 측정 결과 중 하나라도 i)와 j)의 항목에서 적합성 요구 조건을 만족하지 못하는 경우 대상 장비는 적합하지 않은 것으로 판정한다.

8.6 기록 사항

- 인접 채널 스퓨리어스 발사 크기
- 고조파 주파수 대역에서의 스퓨리어스 발사 크기
- 인접 채널을 제외한 상향 대역 내 주파수에서의 스퓨리어스 발사 크기
- 대역 외 스퓨리어스 발사 크기

8.7 기타 사항

- 시험실 환경의 주파수 특성을 측정하여 시험 시 외부적인 변수가 없도록 측정한다.
- 각 케이블의 감쇠를 측정하여 신호 전력 측정 시 반영한다.
- 하향 대역 측정 시 다이플렉서 필터를 사용한다.
- 심볼 속도별 오프셋(offset)는 50 ppm 이내이어야 하며 또한 벡터 신호 분석기에서 주파수 보정을 해야 한다.

9 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 스퓨리어스 발사

9.1 시험 배경 및 목적

케이블 모뎀이 케이블 모뎀 종단 장치로 신호 송신 중 버스트와 버스트 사이에 나타날 수 있는 스퓨리어스와 노이즈가 다른 채널이나 하향 대역에 영향을 줄 수 있으므로 스퓨리어스와 노이즈가 충분히 작아야 한다.

케이블 모뎀이 케이블 모뎀 종단 장치로 신호를 전송하는 경우 버스트와 버스트 간의 스퓨리어스가

9.4 적합성 요구 조건에서 정한 기준값 이하인지 확인하기 위한 것이다.

9.2 시험 장비 및 구성

9.2.1 시험 장비

- 케이블 모뎀 종단 장치
- 케이블 모뎀
- 벡터 신호 분석기
- 외부 트리거 소스
- 측정 제어기

- 다이플렉스 필터

9.2.2 시험 구성

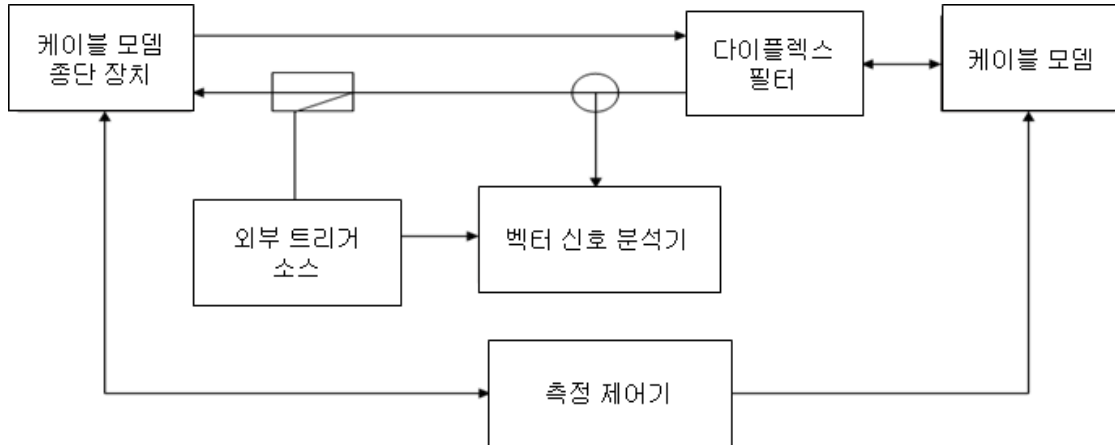


그림 5 — 시험 장비의 연결 구성

9.3 장비 상태

케이블 모뎀에서 케이블 모뎀 종단 장치로 측정하고자 하는 전송 속도로 데이터의 전송이 이루어지고 있는 상태에서 시험한다.

9.4 적합성 요구 조건

광동축 혼합 설비에 접속되는 데이터 통신용 단말장치의 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때)의 송신 출력 신호 스퓨리어스 발사 크기는 아래 열거한 기준에 적합하여야 한다.

- 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치가 아래의 각 경우에 해당될 경우 스퓨리어스 발사 크기가 -72 dBc와 -59 dBmV 중 큰 값 이하이어야 한다. 반면 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치가 아래의 각 경우에 해당될 경우 스퓨리어스 발사 크기가 -72 dBc 이하이어야 한다.
 - 전송 채널의 대역 내
 - 인접 채널
 - 전송 채널 반송 주파수의 제2 이상 고조파 주파수 대역
 - 이상의 대역을 제외한 상향 대역 내의 기타 대역
- 상향 대역 외 대역의 스퓨리어스 발사 크기는 측정 대역폭을 4 MHz 단위로 측정할 때 다음과 같아야 한다.
 - 종합 스퓨리어스 발사 크기는 아래 표 22, 표 23 및 표 24에서의 기준값 이하이어야 한다.

표 22 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
42 MHz에서 54 MHz까지	-26 dBmV
54 MHz에서 60 MHz까지	-40 dBmV
60 MHz에서 88 MHz까지	-40 dBmV
88 MHz에서 1 002 MHz까지	-45 dBmV와 -40 dBc 중 큰 값

표 23 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
65 MHz에서 88 MHz까지	-26 dBmV
108 MHz에서 136 MHz까지	-40 dBmV
136 MHz에서 1 002 MHz까지	-45 dBmV와 -40 dBc 중 큰 값

표 24 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

주파수 대역		송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
5 MHz에서 42 MHz까지 상향 전송	42 MHz에서 54 MHz까지	-26 dBmV
	54 MHz에서 60 MHz까지	-40 dBmV
	60 MHz에서 88 MHz까지	-40 dBmV
	88 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV와 하향신호세기에서 -40 dB를 뺀 값 중 큰 값
5 MHz에서 85 MHz까지 상향 전송	85 MHz에서 108 MHz까지	-31 dBmV
	108 MHz에서 136 MHz까지	-40 dBmV
	136 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV와 하향신호세기에서 -40 dB를 뺀 값 중 큰 값
5 MHz에서 204 MHz까지 상향 전송	204 MHz에서 258 MHz까지	-72 dBc
	258 MHz에서 1 218 MHz까지	-45 dBmV와 하향신호세기에서 -40 dB를 뺀 값 중 큰 값

— 이산(discrete) 스퓨리어스 발사 크기는 다음 표 25, 표 26 및 표 27에서의 기준값 이하이어야 한다.

표 25 — 최대 채널 주파수 폭 3 200 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
42 MHz에서 54 MHz까지	-36 dBmV
54 MHz에서 88 MHz까지	-50 dBmV
88 MHz에서 1 002 MHz까지	-50 dBmV

표 26 — 최대 채널 주파수 폭 6 400 kHz 지원 단말장치

주파수 대역	송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
65 MHz에서 88 MHz까지	-36 dBmV
88 MHz에서 108 MHz까지	-59 dBmV
108 MHz에서 1 002 MHz까지	-50 dBmV

표 27 — 최대 채널 주파수 폭 96 MHz 지원 단말장치

주파수 대역		송신 버스트 간 (송신 버스트가 없을 때)
5 MHz에서 42 MHz까지 상 향 전송	42 MHz에서 54 MHz까지	-36 dBmV
	54 MHz에서 88 MHz까지	-50 dBmV
	88 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV
5 MHz에서 85 MHz까지 상 향 전송	85 MHz에서 108 MHz까지	-36 dBmV
	108 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV
5 MHz에서 204 MHz까지 상향 전송	204 MHz에서 258 MHz까지	-36 dBmV
	258 MHz에서 1 218 MHz까지	-50 dBmV

9.5 시험 절차

9.5.1 최대 채널 주파수 폭이 3 200 kHz 또는 6 400 kHz인 단말장치

- 각 채널 주파수를 최대 전송 상태로 설정한다.
 - 단일 채널 송신 장치: 1 개 채널
 - 결합(bond) 채널 전송 시: 4 개 채널
- 벡터 신호 분석기의 스패를 채널 대역폭보다 넓게 설정한다.
- 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력을 최대 또는 최소 레벨로 조절한다.
- 모뎀의 출력 신호의 대역 파워를 측정한다.
- 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 160 kHz
 - 스팬 대역폭: 200 kHz
- 전송 채널 주파수 이외의 상향 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 대역 파워를 측정한다.
- 측정된 대역 파워가 기준에 적합한 지를 확인한다.
- 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 4 MHz
 - 스팬 대역폭: 4 MHz
- 상향 주파수 대역 이외의 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 대역 파워를 측정한다.
- 대역 파워가 종합 스퓨리어스 기준에 적합한 지를 확인한다.
- 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 160 kHz
 - 스팬 대역폭: 4 MHz
- 상향 주파수 대역 이외의 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 스퓨리어스 침투 전압을 측정한다.

- m) 첨두 전압이 이산 스퓨리어스 기준에 적합한 지를 확인한다.

9.5.2 최대 채널 주파수 폭이 96 MHz인 단말장치

- a) 채널 주파수를 최대 전송 상태로 설정한다.
- b) 벡터 신호 분석기의 스패를 채널 대역폭보다 넓게 설정한다.
- c) 감쇠기를 조절하여 모뎀의 출력을 최대 또는 최소 레벨로 조절한다.
- d) 모뎀의 출력 신호의 대역 파워를 측정한다.
- e) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 160 kHz
 - 스패 대역폭: 200 kHz
- 전송 채널 주파수 이외의 상향 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 대역 파워를 측정한다.
- f) 측정된 대역 파워가 기준에 적합한 지를 확인한다.
- g) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 4 MHz
 - 스패 대역폭: 4 MHz
- h) 상향 주파수 대역 이외의 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 대역 파워를 측정한다.
- i) 대역 파워가 종합 스퓨리어스 기준에 적합한 지를 확인한다.
- j) 벡터 신호 분석기를 다음과 같이 설정한다.
 - 채널 파워 대역폭: 160 kHz
 - 스패 대역폭: 4 MHz
- l) 상향 주파수 대역 이외의 주파수 대역에 대해 송신 버스트 간(송신 버스트가 없을 때) 스퓨리어스 첨두 전압을 측정한다.
- m) 첨두 전압이 이산 스퓨리어스 기준에 적합한지를 확인한다.

9.6 기록 사항

- 인접 채널 스퓨리어스 발사 크기
- 고조파 주파수 대역에서의 스퓨리어스 발사 크기
- 인접 채널을 제외한 상향 대역 내 주파수에서의 스퓨리어스 발사 크기
- 상향 대역 외 스퓨리어스 발사 크기

9.7 기타 사항

- 시험실 환경의 주파수 특성을 측정하여 시험 시 외부적인 변수가 없도록 측정한다.
- 각 케이블의 감쇠를 측정하여 신호 전력 측정 시 반영한다.
- 심볼 속도별 오프셋(offset)는 50 ppm 이내이어야 하며, 또한 벡터 신호 분석기에서 주파수 보정을 해야 한다.

참고문헌

다음 문서들은 이 표준의 이해를 돕기 위한 문서로서 특정 문서(발행일 및 판 번호 또는 개정 번호를 명시한 것)와 일반 문서로 구별된다.

- 특정 문서인 경우, 해당 판본 이후의 개정판은 적용되지 않는다.
- 일반 문서인 경우, 최신 판본이 적용된다.

[1] 국립전파연구원고시, ‘단말장치 기술기준’

KS X 3077:2020

해 설

이 해설은 본체 및 부속서(규정)에 규정한 사항, 부속서(참고)에 기재한 사항 및 이들과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 2014년 제정 주요 내용

1.1 제정의 취지

유선방송설비에 접속하는 단말장치의 세부 시험방법을 규정하려는 것이다.

1.2 주요 제정 내용

유선방송설비에 접속되는 단말장치의 최대채널 주파수 대역폭 3 200, 6 400 kHz에 대한 각각의 항목별 시험방법을 기술하였다.

추가된 내용의 주요 항목은 다음과 같다.

- 주파수대역 파라미터 평가
 - 각 변조방식(128QAM, 256QAM 등) 및 최대 채널 주파수대역폭 설정 가능 여부 확인시험
- 신호 출력 최소범위 측정
 - 최대 채널 주파수대역폭 설정 시 종류별 출력값 측정
- 출력 임피던스(75 Ω, 불평형, 공칭) 및 반사손실(6 dB 이상) 측정
- 송신 신호 유무에 따른 스퓨리어스 출력신호 기준치 준수 여부 확인

2 2020년 개정 주요 내용

2.1 개정의 취지


방송통신기술 발전에 따른 새로운 서비스 기술을 제공하는 단말장치의 세부 시험방법을 규정하려는 것이다.

2.2 주요 개정 내용

2014년에 제정된 시험방법을 포함하여 새롭게 기술기준에 추가된 광동축 혼합 설비에 접속되는 단말장치의 최대채널 주파수 대역폭 96 MHz에 대한 각각의 항목별 시험방법을 기술하였다.

추가된 내용의 주요 항목은 다음과 같다.

- 주파수대역 파라미터 평가
 - 추가된 OFDMA기반 변조방식(512QAM, 1 024QAM, 2 048QAM, 4 096QAM 등) 및 최대 채널 주파수대역폭(96 MHz 등) 설정 가능 여부 확인시험
- 신호 출력 최소범위 측정
 - 최대 채널 주파수대역폭(96 MHz 등) 설정 시 종류별 출력값 측정
- 출력 임피던스(75 Ω, 불평형, 공칭) 및 반사손실(6 dB 이상) 측정
- 송신 신호 유무에 따른 스퓨리어스 출력신호 기준치 준수 여부 확인



KS
KS
KS
KS
KS
KS
KS
KS
KS
KS

ICS 19.020