

ISDN 전화기의 전송특성 및 측정법

— 표준(TTA KO-0055)의 소개 —



홍진우 / 한국전자통신연구소 음향통신연구실 선임연구원
전송품질연구위원회(TSG12) 의장

1. 머리말

전기통신의 기반이 되는 단말기술, 전송기술, 교환기술 등의 급속한 발전으로 다양한 서비스를 제공하는 통신망은 아날로그 - 아날로그 - 아날로그 통신망으로 부터 아날로그 - 디지털 - 아날로그 통신망을 거쳐 디지털 - 디지털 - 디지털 통신망으로 까지 전개되어 가고있다[1]. 이러한 과정은 end-to-end 디지털 통신을 실현하는 종합정보통신망 (ISDN : Integrated Services Digital Network) 의 도입으로 더욱 명확해지고 있다. 이에따라, 음성통신 서비스 단말장치의 기능 및 구성은 물론 송화자의 입으로 부터 수화자의 귀까지의 전송특성에 의하여 특성지워지는 전송품질도 더불어 변화되게 되었다. 즉, 종합정보통신망의 도입으로 ISDN 전화기가 탄생되었으며, ISDN 전화기에

의해 구성되는 새로운 음성통신 서비스의 통화로가 구성되고 있다.

이러한 변화는 종합정보통신망의 통화품질과 ISDN 전화기의 전송능력 기준이 기존의 망이나 전화기와는 다르게 규정되어야 한다는 결과를 초래하게 된다[2]. 이것은 종합정보통신망이나 ISDN 전화기만이 갖는 특성이 기존 망의 특성과는 다르기 때문이다. 예를들면, 기존의 아날로그 - 아날로그 - 아날로그 통신망과 아날로그 - 디지털 - 아날로그 통신망에서는 다중 반향신호(multi-echo)와 단일 반향신호(single echo)등이 각각 존재하여 통화품질의 요인으로 작용하였으나 종합정보통신망에서는 반향신호가 존재하지 않기 때문에 통화품질의 열화가 감소되는 특징이 있으며, 아날로그 통신에서 발생하는 가입자선의 전송손실이 디지털 전송에 의해 무시되는 특징이 있게된다.

또한, ISDN 전화기의 경우 기존에 망에서 수행

되었던 A/D 및 D/A 변환이 전화 단말기에서 수행되기 때문에 코덱 입력레벨은 물론 주파수 특성, 왜곡, 지연 등에 의한 음성신호의 품질변화 요인이 다르게 발생하게 된다[1][2]. 그러므로, 종합정보통신망의 통화품질이나 ISDN 전화기의 전송성능에 대한 표준을 새롭게 규정하여 망구성의 운용이나 ISDN 전화기의 상용화 및 인증시험에 적용하여야 할 것이다.

2. 일반적인 설명

본 표준은 ISDN 전화기의 전송특성 및 측정법을 다음과 같이 규정한 것이다.

- ISDN 전화기의 송신측과 수신측의 음량성능을 dB로 표현하는 송화음량정격, 수화음량정격등의 특성과 그 측정법을 규정하고,
- 송화기로 입력된 송화자의 음성이나 실내 소음이 전화기내의 전기적 회로를 통하여 다시 수화기로 재생되어 들리는 측음 마스킹 정격, 수화자 측음정격의 특성과 측정법을 규정하고,
- 통신 시스템 및 전기음향 변환기의 주파수 특성이 평탄하지 않거나 입력레벨에 따른 이득이 비선형적으로 변해서 발생하는 요인인 왜곡의 특성과 측정법을 규정하고,
- 음성신호가 송화단에서 수화단까지 전송되는 시간인 지연특성과 측정법을 규정하고,
- 수화단의 입력신호로부터 송화단의 출력신호까지의 전송손실을 나타내는 단말결합소실 및 이에 의한 안정도의 특성과 측정법을 규정하고,
- 어떠한 신호도 전화기 셋에 가해지지 않았을 때 전화기 셋의 내부에서 발생된 전체 잡음인 휴지 잡음의 특성과 측정법에 대해 규정하고,

- A/D 변환이나 D/A 변환을 위하여 차단 주파수를 이용한 필터링 과정에서 발생하는 대역외 신호의 특성과 측정법에 대해 규정한다.

3. 연구위원회 활동사항

3.1 표준 작성 배경

ISDN 전화기가 사용되어 음성통신 서비스를 제공하는 종합정보통신망의 구성에서 송화측 ISDN 전화기의 핸드셋으로 입력된 음향신호는 전기신호로 변환되어 일반 통화로, 부호화 (A/D 변환), 디지털 인터페이스를 통하여 4선제 전송으로 망중단장치 까지 전송된다. 망중단장치와 ISDN 망과의 사이는 기존 가입자선을 이용한 2선전송을 수행하지만 ECH (Echo Cancell Hybrid) 방법에 의한 전이중 전송을 하기 때문에 등가적으로는 4선 전송이 된다. ISDN 망을 통과한 디지털 음성신호는 같은 방법으로 수화측 ISDN 전화기에 전송되며, 디지털 인터페이스를 통과한 이 신호는 복호화 (D/A 변환) 와 일반 통화로를 거쳐 음향신호로 변환되게 된다[6].

이러한 음성통신 과정중 송화측 기준점에서 수화측 기준점까지의 전송특성이 통화품질의 요인으로 구성되지만 디지털 통신에 의한 전송손실이 0dB 이기 때문에 ISDN의 통화품질은 ISDN 전화기의 전송특성으로만 좌우된다. 그러므로, ISDN 전화기의 전송특성을 적절하게 제어한다면 ISDN의 통화품질은 기존 음성통신망의 통화품질보다 더 좋은 품질을 얻을 수 있다. 이것은 ISDN 전화기의 전송특성 및 측정법에 대한 표준을 합리적으로 규정할 필요성이 있음을 나타내준다.

3.2 활동 경위

- * 과제제안 : 1994. 5. 한국전자통신연구소에서 제안
- * 과제채택 : 1994. 5. 제18차 조정위원회에서 '94년도 표준화 과제로 채택
- * 관련회의 : 1차(5월), 2차(6월), 3차(7월) 회의 개최
- * 이견수렴 : '94. 9. 13. ~ 10. 7.
 - 대상 : TTA 사업참가사(92개사)
 - 이견제출사 : 현대전자산업(주), ETRI
- * 이견검토 : '94. 10. 28. 전송품질연구위원회 제29차 정기회의에서 안건으로 채택하여 검토
- * 분과위심의 : '94. 11. 3.
- * TTA 단체 표준 : '94. 11. 29. 제10차 기술총회에서 확정(표준번호 : TTA KO-0055)
- * 국가표준 : '95. 5. 23. 제1차 통신표준총회에서 심의 확정

4. 표준의 주요내용 및 요약

4.1 적용범위

본 표준은 국내 종합정보통신망에 접속되어 사용되는 음성통화 서비스 단말기인 ISDN 전화기의 전송특성과 그 전송특성을 평가하기 위한 측정법을 규정한 것으로 전송특성의 요인으로 표현되는 음량정격, 왜곡, 잡음, 대역의 신호, 단말 결합손실, 안정손실, 지연 등에 적용한다.

4.2 용어 설명

1) ISDN 전화기

ISDN 전화기라 함은 멀리 떨어져 있는 상대

방과 ISDN을 통하여 양방향, 실시간 음성통신을 할 수 있도록 하는 기본적인 기능을 갖는 단말장치이다.

2) 기본 속도 인터페이스

두개의 B채널과 하나의 D채널, 즉, 2B+D로 구성되어 있으며, B채널 비트속도는 64kbits/s, D 채널 비트속도는 16kbits/s 이다. 접속 규격은 ISDN 사용자-망 인터페이스상에 규정된 "S" 인터페이스 규격을 갖는다.

3) 사용자-망 인터페이스

ISDN 의 접속기준에서 "S"와 "T" 기준점에 존재하고, 액세스 프로토콜이 적용되는 접속점을 나타낸다.

4) 음량정격(LR : Loudness rating)

송신 시스템, 전송시스템, 수신 시스템 등으로 구성된 전기통신에서 완전한 전화 접속시의 음량성능을 dB로 측정한 값을 의미한다. 송신의 경우 송화음량정격(SLR : Sending LR), 전송의 경우 접속음량정격(JLR : Junction LR), 수신시의 경우 수화음량정격(RLR : Receiving LR) 등으로 구분된다.

5) 입 기준점(MRP : Mouth Reference Point)

의사입이나 사람 입의 입술에서 전방으로 25mm 떨어진 점을 의미한다.

6) 귀 기준점(ERP : Ear Reference Point)

기하하적인 기준을 위하여 수화자 귀의 입구에 위치한 가상점으로서 전화의 음량정격을 계산하는데 사용된다.

7) 음량손실 (loudness loss)

송화자의 입에서 수화자의 귀까지 음성의 전달경로를 형성한 전화회선 사이에 발생하는 음량손실차를 의미한다.

8) 측음 (sidetone)

송화기로 입력된 송화자의 음성이나 실내소음이 전화기내의 전기적 회로를 통하여 다시 수화기로 재생되어 들리는 것을 의미하며, 측음 마스킹 정격 (STMR : Sidetone Masking Rating) 과 수화자 측음정격 (LSTR : Listener Side tone Rating) 으로 구분된다.

9) 왜곡 (distortion)

통신시스템 및 전기음향 변환기의 주파수 특성이 평탄하지 않거나 입력레벨에 따른 이득이 비선형적으로 변해서 발생하는 요인을 의미한다. ISDN의 음성통신에서는 아날로그 음성신호를 디지털하는 과정에서 발생하는 양자화 왜곡외에 감쇠/주파수 왜곡, 군지연 왜곡, 비선형 왜곡 등이 있다.

10) 지연 (delay)

음성신호가 입 기준점에서 귀 기준점까지 전송되는 시간을 의미하며, 전송선을 통한 전달지연 (propagation delay), 공기전달에 의한 음향지연 (air-path delay), 코덱 등의 인코더 및 디코더 장치에서 수행되는 처리지연 (processing delay) 등을 포함한다.

11) 단말결합 손실 (TCL : Terminal Coupling Loss)

수화단의 입력신호로부터 송화단의 출력신호까지의 전송손실을 의미하며, 핸드셋의 수화기로부터 송화기까지의 음향 전송손실 뿐만 아니라 송화단

과 수화단의 감도에 의해서 결정된다.

12) 안정도 (stability)

음성 주파수 대역내의 임의의 주파수에서의 단말 결합손실의 최소치에 해당하며, 핸드셋이 단단한 표면 (hard surface)에 놓여 있을 때 얻어지게 되는데 이 경우 전체 이득이 일치되면 전송시스템이 불안정하게 되고, 최악의 경우 송화측에서 긴 피음 (annoying sound)이 들려 통화에 방해된다.

13) 휴지잡음 (idle noise)

어떠한 신호도 전화기 셋에 가해지지 않았을 때 전화기 셋의 내부에서 발생된 전체 잡음을 의미하며, 시스템을 구성하는 백색잡음이나 전송시스템의 상호변조 잡음, 필터의 특성에 의한 주파수의 감쇠 왜곡, 험(Hum) 임펄스 잡음 등에 의해 발생한다.

14) 대역외 신호 (out-of-band signal)

A/D 변환이나 D/A 변환을 위하여 차단주파수 (cut-off frequency)를 이용한 필터링 과정을 수행하게 될 때 이상적인 필터링을 수행할 수 없기 때문에 대역외의 신호가 발생하게 되고, 이 신호는 수화측에서 잡음으로서 귀에 거슬리는 음성이 된다.

4.3 전송특성의 규격

1) 음량정격

(1) 송화음량정격

송화음량정격의 공칭값(nominal value)은 6~8dB이어야 한다.

(2) 수화음량정격

수화음량정격의 공칭값은 0~2dB 이어야 한다.

(3) 측음 마스킹 정격

측음 마스크링 정격의 공칭값은 8~16dB 이어야 한다.

(4) 수화자 측음 정격

확산 실내소음의 측음감도와 실제 음성의 측음감도의 차가 적어도 3dB이상 유지되어야 한다고 규정하면, 공칭 송화 측음정격이 12dB 이므로 수화자 측음정격은 15dB이상이어야 한다.

2) 왜곡

(1) 송화 왜곡

psophometric 잡음 가중치를 사용하여 측정된 신호대 총왜곡 전력비는, MRP에서의 음압이 +10dBPa를 초과하지 않는 한 송화왜곡(sending distortion)은 <표 1>의 한계 이상이어야 한다.

(2) 수화 왜곡

의사귀에서의 신호대 총왜곡 전력비는 의사귀에서 신호가 +10dBPa를 초과하거나 -50dBPa보다 작지 않는 한 수화왜곡(receiving distortion)은 <표 1>의 한계 이상이어야 한다.

<표 1> 신호대 총 왜곡비의 한계

ARI에 대한 송화레벨 (dB)		디지털 인터페이스의 수화레벨 (dBm0)		송화비 (dB)		수화비 (dB)	
A-law	μ-law	A-law	μ-law	A-law	μ-law	A-law	μ-law
-35	-37.5	-45	-47.5	17.5	20	17.5	20
-30	-32.5	-40	-42.5	22.5	24	22.5	24
-20	-22.5	-30	-32.5	30.7	30	30.5	30
-10		-20		33.3	30	33.0	30
0		-10		33.7	30	33.5	
+7		-3		31.7		31.2	
+10	+7.5	0	-2.5	25.5	30	25.5	30

3) 잡음(idle noise)

(1) 송화 잡음레벨

송화 잡음 레벨은 최대 -64dBm0p을 초과할 수 없다.

(2) 수화 잡음레벨

수화 잡음 레벨은 최대 38dB(A)를 초과해서는 안된다.

단, 볼륨제어기능이 없거나, A-law일때 1, μ-law일때 0의 복호기 출력값에 해당하는 PCM 신호에 의해 구동될 때 볼륨조정이 공칭 RLR에 상

당하도록 설정되었을 때의 값이다.

4) 대역외 신호(out-of-band signals)

(1) 대역외 입력신호에 대한 식별

-4.7dBPa의 레벨로 MRP에 가해진 4.6kHz에서 8kHz 사이의 사인파 신호에 대해 디지털 인터페이스에서의 이미지 주파수의 레벨은 1kHz에서의 기준레벨(MRP에서 -4.7dBPa) 보다 적어도 <표 2>의 양만큼 낮아야 한다.

<표 2> 송화식별 레벨

사인파 주파수 (kHz)	한계(minimum*) (dB)
4.6	30
8	40

(2) 대역의 수화 신호에 대한 식별

300 ~ 3400Hz의 디지털로 시뮬레이션된 사인파 신호가 디지털 인터페이스에 0dBm의 레벨로 가해졌을 경우, 의사귀에서 선택적으로 측정된 4.6 ~ 8kHz영역의 대역외 신호의 레벨은 <표 3>에서 규정한 레벨의 1kHz의 디지털 신호에 의한 대역내 음향 레벨보다 낮아야 한다.

<표 3> 수화 식별레벨

image signal 주파수(kHz)	equivalent input signal level (dBm0)*
4.6	-35
8	-50

5) 단말 결합 손실

자유공간 조건에서 종합음량정격이 10dB로 정규화되었을 때, ITU-T 권고 G.122에 의한 가중단말 결합 손실(TCLw)이 40dB 이상이어야 한다.

6) 안정손실

핸드셋이 딱딱한 표면을 향하도록 놓여졌을 때, 디지털 입력에서 출력까지의 감쇠는, 종합음량정격이 +10dB로 정규화되었을 때 200Hz ~ 4kHz의 모든 영역에서 적어도 10dB 이상이어야 한다.

7) 지연(delay)

MRP에서 디지털 인터페이스까지의 지연과 디지털 인터페이스에서 ERP까지의 지연을 합한 총지연은 2ms 이내이어야 한다.

4.4 전송특성의 측정법

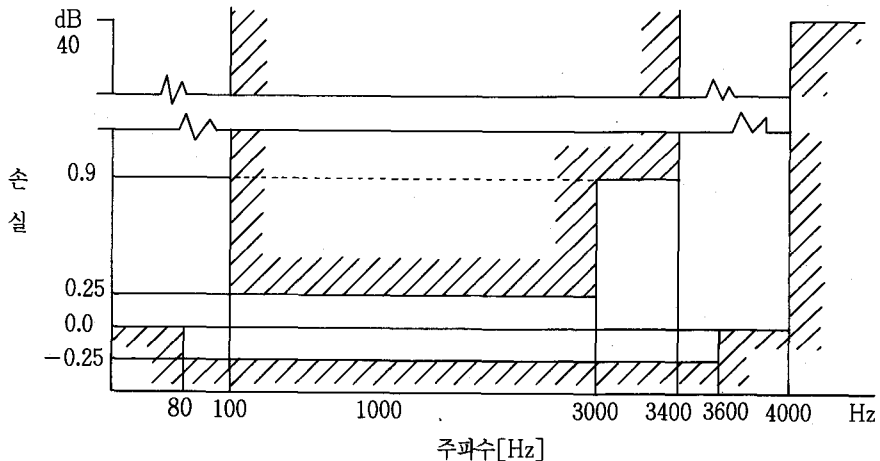
1) 측정을 위한 요구조건

측정용 인터페이스는 전화기가 모든 측정 모드에서 동작하는데 필요한 신호와 감시절차를 제공해야 된다. 인터페이스는 측정하고자 하는 전화기의 디지털 출력 스트림(특별한 형태의 전화기 (ITU-T 권고 I.412)에 따라 여러형태의 구조를 가질 수 있음)을 측정 장비에 호환되는 형태로 변환할 수 있어야 한다. 인터페이스는 여러 형태의 전화기에 연결되는 것을 고려하여 송·수신에 각각 분리하여 적용할 수 있어야 한다. ISDN 전화기의 경우는 ITU-T I.430, I.440, I.450에서 권고하고 있는 사용자-망간 인터페이스 프로토콜을 만족해야 한다.

이상적인 코덱을 실제적으로 구현한 것을 기준 코덱이라 한다(ITU-T 권고 O.133 x.3). 기준 코덱의 감쇠/주파수 왜곡, 휴지채널잡음, 양자화 왜곡 등과 같은 특성은, 이에 상응하는 시험 전화기의 특성을 마스킹하지 않도록 하기 위해 ITU-T 권고 G.714의 규정 조건보다 좋아야 한다. 적절한 기준 코덱은 다음사항을 고려하여 실현할 수 있다.

- 최소한 14 비트 고품질 선형 A/D와 D/A 변환기를 이용하고, 출력신호를 A-law 또는 μ -law PCM형식으로 변환 가능해야 한다;
- <그림 1>과 같은 응답특성을 만족시키는 필터이어야 한다.

<그림 1> 기준 코덱의 송.수화부의 감쇠/주파수 왜곡



기준코덱의 아날로그 인터페이스의 출력과 입력 임피던스 리턴로스와 종변환 손실(longitudinal conversion loss)은 ITU-T 권고 O.133 x3.1.1에 따라야 한다. 또한, 기준 코덱의 디지털 인터페이스의 기본적 요구사항은 ISDN 사용자-망 인터페이스 기본 표준을 따른다. 의사음성(Artificial voice)은 ITU-T 권고 P.50에서 권고하고 있는 신호를 사용하며, 의사귀와 의사입은 IT-UT 권고

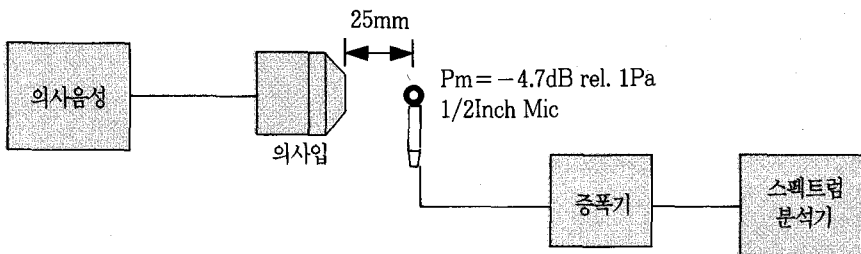
P.54에서 권고하고 있는 것을 사용한다.

2) 음량정격

(1) 송화음량정격

-<그림 2>는 입 기준점에서의 음압을 어떤 특정 주파수 대역에서 측정하기 위한 의사입의 설치 방법을 나타낸다. MRP에서 P_m 이 -4.7dB Pa (89.3dB SPL)이 되도록 조정한다.

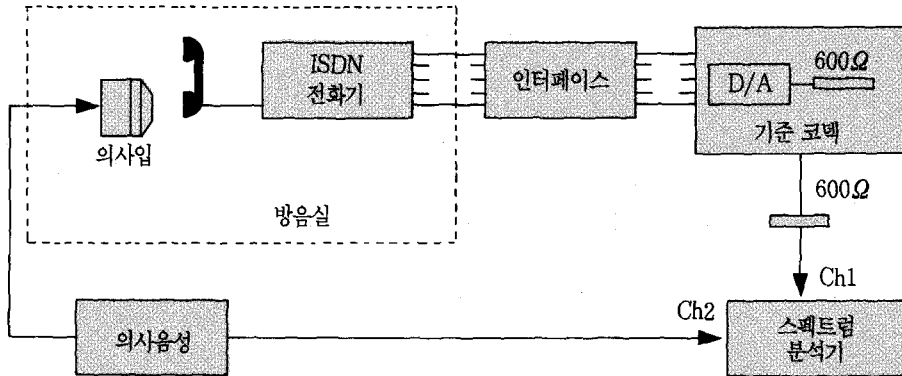
<그림 2> MRP에 있어서 의사입의 교정



-<그림 3>은 송화감도를 측정하기 위한 측정 블록도이다. 핸드셋을 LRGP(Loudness Rating Guardring Position)에 장착하고, earpiece를 의

사귀에 밀착 시킨다. <표 4>에 주어진 20개의 중심주파수에서의 송화감도는 (1)식으로 구할 수 있다.

<그림 3> 송화 주파수 특성 측정도



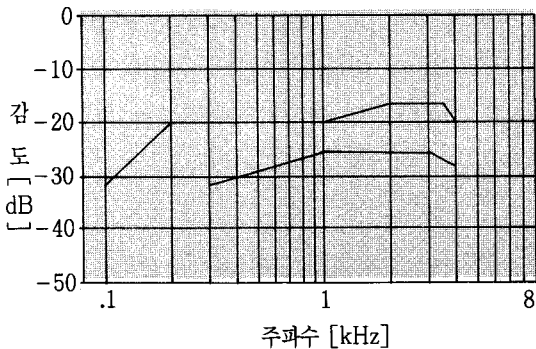
<표 4> SLR, RLR, STMR, LSTR 계산에 필요한 파라미터

n	f_n (Hz)	L_{En} (dB)	W_{Rn} (dB)	W_{Sn} (dB)	W_{Mn} (dB)
1	100	20.0	152.8	154.5	94.0
2	125	16.5	116.2	115.4	91.0
3	160	12.5	91.3	89.0	90.1
4	200	8.4	85.3	77.2	86.0
5	250	4.9	75.0	62.9	81.8
6	315	1.0	79.3	62.3	79.1
7	400	-0.7	64.0	45.0	78.5
8	500	-2.2	73.8	53.4	72.8
9	630	-2.6	69.4	48.8	68.3
10	800	-3.2	68.3	47.9	58.7
11	1000	-2.3	69.0	50.4	49.4
12	1250	-1.2	75.4	59.4	48.6
13	1600	-0.1	70.7	57.0	48.9
14	2000	3.6	81.7	72.5	49.8
15	2500	7.4	76.8	72.9	49.3
16	3150	6.7	93.6	89.5	48.5
17	4000	8.8	114.1	117.3	49.0
18	5000	10.0	144.6	157.3	47.7
19	6300	12.5	165.8	172.2	48.0
20	8000	15.0	166.7	181.7	50.7

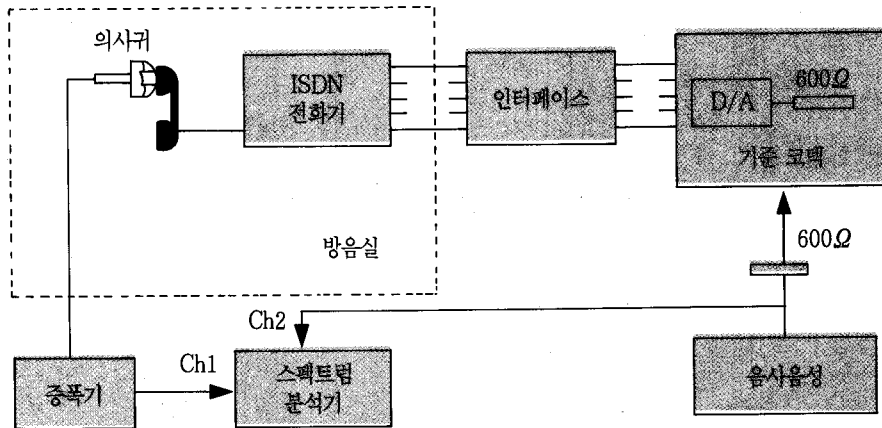
$$S_{mj} = 20 \log_{10} \frac{V_j}{P_m} \text{ dB rel V/pa} \quad (1)$$

여기에서 V_j 는 600ohm 양단의 전압, P_m 은 MRP에서의 음압이다. ISDN 전화기의 송화 주파수 특성은 <그림 4>에 나타나 있는 마스크범위 내에 들어가야 한다.

<그림 4> 송화 감도 주파수 특성의 허용한계



<그림 5> 수화 주파수 특성 측정도



전화기의 수화 주파수 특성은 <그림 6>에 나타나 있는 범위내에 들어가야 한다.

- 수화음량정격은 (4)식으로 계산한다.

- 송화음량정격은 (2)식으로 구할 수 있다.

$$SLR = 57.1 \log_{10} 20 \sum_{n=1}^{n=1} 10^{0.0175(S_{mj} - W_{sn})} \text{ [dB]} \quad (2)$$

여기에서 S_{mj} 는 송화감도(dBV/Pa), W_{sn} 은 <표 4>에 나타난 송화 가중치 요인이다.

(2) 수화음량정격

- <그림 5>는 수화감도를 측정하기 위한 측정 블록도이다. 의사귀는 ITU-T 권고 P.51에 권고되어 있는 IEC-318을 사용한다.

- 신호 발생기의 e.m.f(출력 임피던스 600 Ohm)를 0.25V(-12dBrel 1V)로 조정한다.

- 핸드셋을 의사귀와 결합시킨다.

- 발전기 전압 E_j 에 대해 의사귀에서 음향출력 P_e 를 <표 4>의 주파수에서 측정하고, 수화감도는 (3)식으로 계산한다.

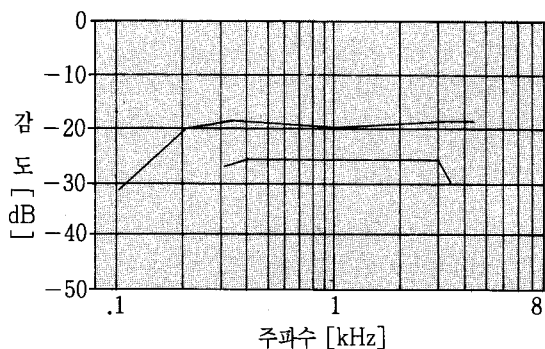
$$S_e = 20 \log_{10}(pe/1/20E_j) \text{ [dB] rel 1 Pa/V} \quad (3)$$

$$RLR = 57.1 \log_{10} 20 \sum_{n=1}^{n=1} 10^{0.0175(S_{en} - L_{En} - W_{Rn})} \text{ [dB]} \quad (4)$$

W_{Rn} 은 <표 4>의 수화 가중치 요인이고,

L_{En} 은 누설손실이다.

<그림 6> 수화 감도 주파수 특성의 허용 한계



(3) 측음 마스크 정격

- <그림 7>은 측음 마스크 정격을 측정하기 위한 블록도이다. 의사입은 <그림 2>와 같이 고정하고, 핸드셋을 LRGP에 장착하여 earpiece를 의사귀에 밀착시킨다. <표 4>의 20개의

중심 주파수에서 의사귀에서의 음압을 측정한다. - 측음감도는 전류 공급 회로의 증계계측을 600ohm으로 종단하고, 송화감도 측정시와 같이 MRP에서 정의되는 입력 음압 Pm을 전화계에 인가하고, 의사귀에서 측정되는 수화기 출력 음압을 Pe라고 할 때, 측음감도는 (5)식으로 구한다.

$$S_{meST} = 20 \log_{10} \frac{P_e}{P_m} [dB] \quad (5)$$

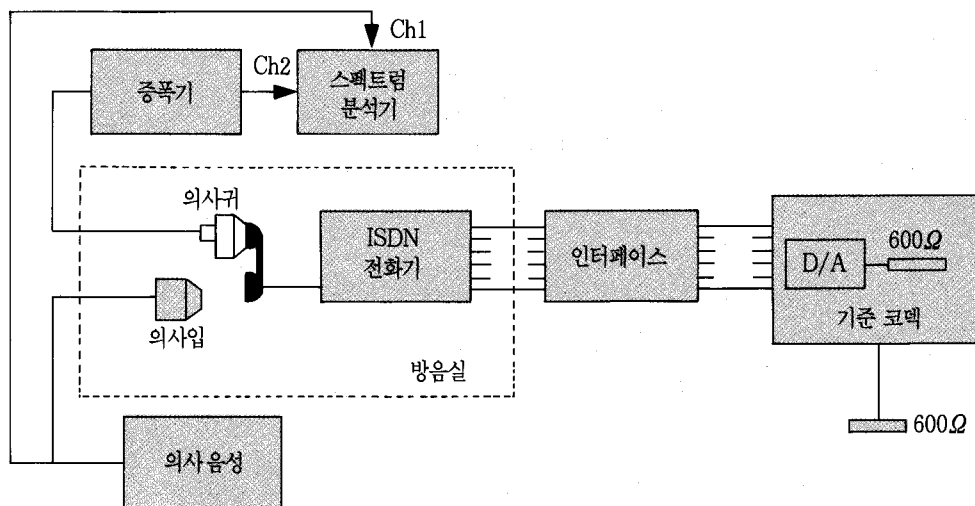
여기에서 Pm은 MRP에서의 음압[Pa]이고, Pe는 의사귀에서 관측되는 음압[Pa]이다.

- 측음 마스크 정격은 (6)식으로 계산한다.

$$STMR = -44.1 \log \sum_{n=1}^{20} 10^{0.025(S_{meST} - L_{En} - W_{Mn})} [dB] \quad (6)$$

여기에서, WMn은 <표 4>의 측음 가중요인, SmeST는 측음감도, LEn은 실이손실이다.

<그림 7> 측음 마스크 정격 측정도



(4) 수화자 측음정격

- <그림 8>은 수화자 측음정격을 측정하기 위한 블록도이다. 측정을 위한 확산음장 (diffusion

sound field) 은 MRP 근처 0.5m 지점에 설치된 스피커를 제외하고 어떠한 장애물도 없는 상태에서 Hoth 스펙트럼(+1dB)을 100

8000Hz(대역번호 1~20) 범위의 1/3 옥타브 대역 주파수에서 측정하였을 때, MRP로부터 0.15m의 반경내에서 +4dB/-2dB 이내로 균 일해야 한다. 이때의 레벨은 50dB(A)(-44dBPa(A))가 되어야하고, 이 레벨의 허용오차는 +1dB이다.

-MRP와 ERP의 측정위치에 의사입과 의사귀를 설치한 상태에서 핸드셋을 LRGF에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다.

-200Hz로부터 4000Hz에 중심 주파수를 가진 대역번호 4 ~ 17의 1/3 oct 대역의 14개의 주파수를 MRP에 입력시키고, ISDN 전화기의 측정경로를 통하여 의사귀에 입력되는 신호를 측정한다.

-수화 측음감도는 (7)식에 따라 계산하며, 수화자 측음정격은 (8)식으로 계산한다.

$$S_{RNST} = 20 \log_{10}(P_e/P_{RN}) \text{ [dB]} \quad (7)$$

여기에서, P_e 는 의사귀에서의 음압레벨이고,

PRN은 장애물이 없을 때 의사귀에서 측정된 확산 실내소음의 음압레벨이다.

$$LSTR = -44.1 \log \sum_{n=1}^{20} 10^{0.025(S_{RNST} - L_{En} - W_{Mn})} \text{ [dB]} \quad (8)$$

여기에서, W_{Mn} 은 측음 가중요인, S_{RNST} 수화 측음감도, L_{En} 은 실이손실이다. 한편, 수화 측음감도는 송화 측음감도로써 다음 (9)식과 같이 표현된다.

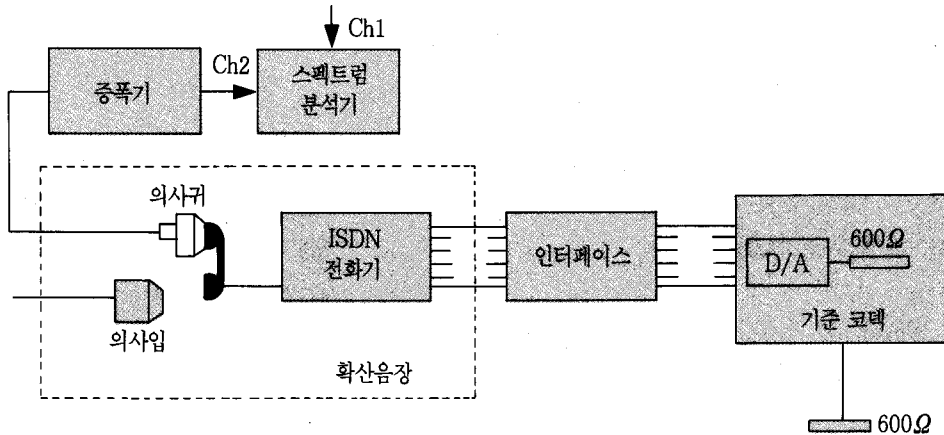
$$S_{RNST} \cong S_{meST} + \Delta S_m \quad (9)$$

여기서, S_{meST} 는 송화 측음감도이고, ΔS_m 은 다음 (10)식과 같다.

$$\Delta S_m = S_{s(diffuse)} - S_{s(direct)} \quad (10)$$

여기서, $S_{s(diffuse)}$ 는 실내소음에 의한 측음 주파수 감도이고, $S_{s(direct)}$ 는 음성에 의한 측음 주파수 감도이다. 이것은 수화자 측음정격과 측음 마스킹 정격이 밀접한 관계에 있음을 나타내며, ΔS_m 은 ISDN 전화기의 선형마이크로폰 특성에 의해 제어될 수 있다.

<그림 8> 수화자 측음정격의 측정도



3) 왜곡

(1) 송화 왜곡

-1,004Hz에서 1,025Hz 사이의 사인파 신호를

MRP에 가한다. ARL(Acoustic Reference level)은 터미날 출력에 -10dBm0의 신호를 발생시키는 MRP에서의 음향레벨로 정의한

다.

- 측정 신호는 ARL에 대해, A-law인 경우 -35, -30, -25, -20, -15, -10, -5, 0, 7, 10dB와, μ -law인 경우 -37.5, -32.5, -22.5, +7.5dB의 상대레벨로 가해진다. 입력 음압레벨은 이 측정에 대해 +10dBPa로 제한한다.

- 디지털 신호출력의 신호 대 총왜곡 전력비는 psophometric 잡음 가중치(ITU-T 권고 P.53)로 측정한다.

(2) 수화 왜곡

- 핸드셋을 LRGP에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다.

- 1,004Hz에서 1,025Hz사이의 디지털적으로 시뮬레이트된 사인파 신호를 다음과 같은 레벨로 디지털 인터페이스에 가한다: -45, -40, -35, -30, -25, -20, -15, -10, -3, 0 dBm0(A-law) 와 -47.5, -42.5, -32.5, -2.5 dBm0(m-law).

- 신호대 총왜곡 전력비는 A보정으로 의사귀에서 측정한다.

4) 잡음

(1) 송화잡음레벨

- 외부잡음이 30dB(A)보다 작은 환경에서 LRGP에 핸드셋을 장착하고, 의사귀에 earpiece를 밀착한다.

- 디지털 출력에서의 잡음레벨을 psophometric 잡음 가중치(ITU-T 권고 P.53)를 포함하는 장비로 측정한다.

(2) 수화잡음레벨

- 핸드셋을 LRGP에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다.

- 디코더 출력값을 A-law인 경우에는 1, 또는

μ -law인 경우에는 0에 대응하는 신호를 디지털 인터페이스에 가한다. A보정 잡음레벨을 의사귀에서 측정한다. 측정시 주위 소음이 30dB(A)를 초과하면 안된다.

5) 대역외 신호

(1) 대역외 입력신호에 대한 식별

- 핸드셋을 LRGP에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다.

- MRP에서의 -4.7dBPa인 1kHz 입력 주파수에 대해 디지털 인터페이스에서 기준레벨을 측정한다.

- 4.65, 5, 6, 6.5, 7, 7.5kHz의 입력신호에 대해, 디지털 인터페이스에서 이미지 주파수의 신호레벨을 측정한다.

(2) 대역외 수화 신호에 대한 식별

- 핸드셋을 LRGP에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다.

- 500, 1000, 2000, 2150Hz 주파수의 입력 신호에 대해, 8kHz까지의 대역외 수화 신호레벨을 의사귀에서 선택적으로 측정한다.

6) 단말 결합손실

단말 결합손실은 핸드셋 고유의 기계적 결합이 영향을 받지 않도록 자유공간(free-air)에서 측정하고, 측정시에는 측정 공간의 음향의 결정적인 영향을 받지 않아야 한다. 측정은 차단 주파수가 275Hz인 무향실에서 실시되어야 하며, 다음과 같은 순서로 실시한다.

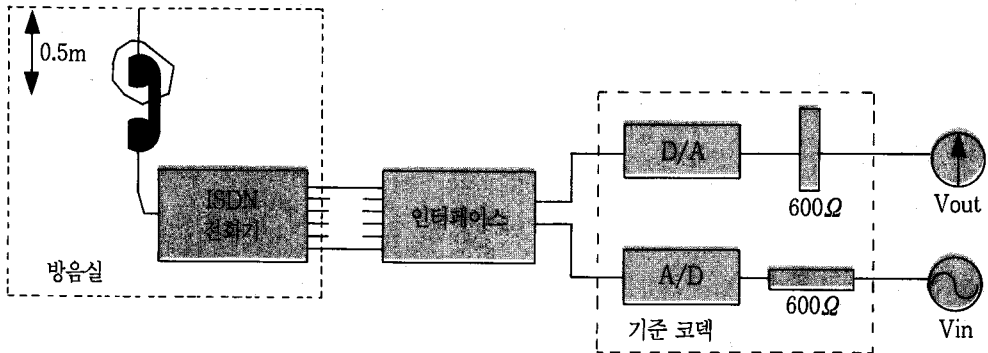
- 측정은 <그림 9>와 같이 핸드셋의 이어캡 부분을 올라미로 지탱하고 핸드셋 코드를 그 아래로 늘어뜨린 상태를 유지한다.

- 300 ~ 3400Hz의 주파수에 대해 ISO 3의 R40 시리즈에 주어진 1/12 oct 주파수에서

디지털 입력으로부터 디지털 출력까지의 감쇠를 측정한다. 주위 소음레벨은 30dB(A)

이하이어야 한다.

<그림 9> 단말 결합 손실 측정도



7) 안정손실

0dBm0의 입력신호레벨에서 200 ~ 4,000 Hz의 주파수에서 1/12oct 간격으로 측정한다. 핸드셋과 전송회로의 동작 상태에서 디지털 입력으로부터 디지털 출력으로의 감쇠는 다음 조건과 같이 측정한다.

- 핸드셋을, 하나의 코너를 형성하는 3개의 서로 수직이고 평탄하며 딱딱한 평면중 한 평면 내부에 위치시킨다. 이때 각 평면의 길이는 코너의 정점으로 부터 0.5m이다. 세 평면중 한 평면을, <그림 10>과 같이 세 평면으로 형성되는 코너에서 이은 대각선과 코너로부터 250mm 떨어진 대각선 상의 점인 기준위치로 표시한다.

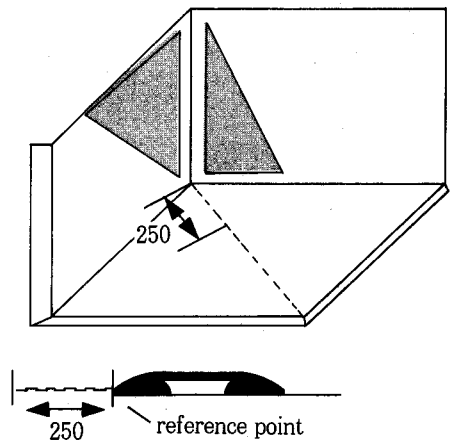
- 전송회로가 전부 동작된 상태에서 전화기는 정해진 평면에 다음과 같이 위치시킨다 :

- a) mouthpiece와 earcap은 표면을 향하게 한다.
- b) 핸드셋의 earcap이 코너 정점을 향하도록 하여, 핸드셋이 대각선상에서 중심에 오도록 위치시킨다.

를 위치시킨다.

- c) 핸드셋의 earcap 최극단이 기준위치에 수직이 되도록 한다.

<그림 10> 기준 코너



8) 지연

핸드셋을 LRGP에 장착하고, earpiece를 의사귀에 밀착시킨다. 송신 신호가 직접 수신 경

로로 변환되도록 디지털 인터페이스에서 루프를 형성한다.

(주1) 디지털 인터페이스에서 신호가 루프를 회기하는 이 직접 측정법은 측음이 거의 없는 경우에 사용될 수 있다.

(주2) 측음이 문제시될 경우, 측정은 두번째 터미널로 loop back해서 분리되는 전송방향으로 이루어질 수 있다. 음향 입력레벨은 ARL로 정의된다.

<표 5>의 각 공칭 주파수 F0에 대해, 각각의 F0에서의 지연은 F1과 F2의 지연을 측정 한 값으로 구한다. 그 측정도는 <그림 11>과 같다. F0의 주파수 각각에 대해 지연은 다음과 같이 구한다.

- a) 주파수 분석기로부터 주파수 F1을 출력한다.
- b) ch1과 ch2사이의 phase shift(도)를 측정한다(P1).
- c) 주파수 분석기로부터 주파수 F2를 출력한다.
- d) ch1과 ch2사이의 phase shift(도)를 측정한다(P2).

다(P2).

e) 아래 (11)식으로 부터 밀리초로 지연을 계산한다.

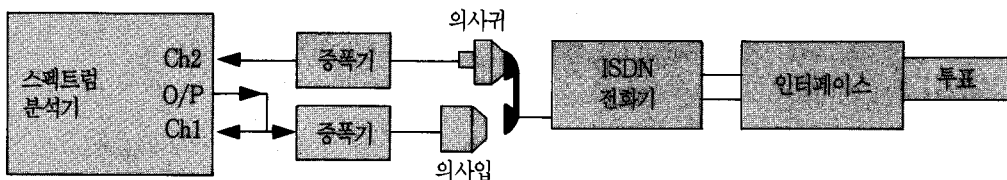
$$D = \frac{1000 \times (P^2 - P^1)}{360 \times (F^2 - F^1)} \quad (11)$$

(주)(P2-P1)는 0 ~ 360o 범위내이어야 한다. 만약 음의 각이면 360o을 더한다. 계산된 지연 값으로 부터 전기음향기기의 지연을 빼면 안 된다.

<표 5> 지연측정 주파수

F0(Hz)	F1(Hz)	F2(Hz)
500	475	525
630	605	655
800	775	825
1,000	975	1,025
1,250	1,225	1,275
1,600	1,575	1,625
2,000	1,975	2,025
2,500	2,475	2,525

<그림 11> 지연 측정



5. 맺음말

지금까지 ISDN 전화기의 통화품질에 영향을 미치는 요인들을 설명하고, 각각의 요인에 대한 권고치를 규정하고, 그 요인들을 평가하는 ISDN

전화기의 전송특성 및 측정법 표준에 대하여 기술 하였다. 본 표준에서는 ISDN 전화기에서 고려하여야 할 전송특성을 송신/수신 주파수 특성, 송화/수화 음량정격, 왜곡, 송화/수화 측음정격, 지연, 안정도, 단말결합 손실, 대역외 신호 등으로

설정하였다.

본 표준은 이용자에게 제공해야 하는 통화품질의 목표를 설정하고, 이것을 실현하기 위한 전송품질을 규정한 것으로서 ISDN 전화기의 설계 및 유지에 기본이 된다. 전송품질의 표준 설정은 외국의 것과 다르기 때문에 통화품질에 영향을 미치는 요인들이 다를 수 있고, 같은 전송품질 조건에 대한 오피니언 평가 결과도 그 나라의 통신환경 및 음향심리등에 따라 다르게 나타날 수 있기 때문에 각국의 통신 실정에 맞는 독자적인 연구로 이루어져야 한다. 또한, 사용자의 품질 욕구의 변화 및 다양화 등 통신망을 둘러싸고 있는 상황이 계속해서 변화되어 가고 있기 때문에 전송품질 기준도 시대적 상황을 적절히 파악하여 대응해 나아가야 할 것이다.

앞으로, 본 표준을 적용한 ISDN 전화기로 구성되는 ISDN 음성통신의 통화품질은 보다 양질의 통화품을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] J. Gruber and G. Williams, Transmission Performance of Evolving Telecommunications Networks, Artech House, INC(1992).
- [2] CCITT Recommendation, "Methods for Evaluating the Transmission Performance of Digital Telephone Sets," Vol. V, Rec. P.76, Geneva(1988).
- [3] 홍진우, 김정환, 강성훈, "ISDN전화기의 음량정격 설계," 한국음향학회 학술발표회 논문집(1993.11).
- [4] H. Nomura, H. Oikawa, and M. Nishinu, "Transmission Performance Design for Digital Telephone Sets Which Eliminates Talker Echo Problems in Mixed Digital - Analogue Networks," The Trans. of the IECE of the Japan, Vol. E.69, No. 12(1986).
- [5] H. Irii, "Performance Evaluation of Digital Telephones," International Seminar on Transmission Quality of Networks and Telephone Terminals(1991).
- [6] 홍진우, 김정환, 강경옥, 장대영, 강성훈, "ISDN 전화기의 전송품질 평가," 한국통신학회 추계 학술발표회 논문집(1993. 11).
- [7] 西野正和, 野村博昭, 雨宮不二雄, "デジタル電話機器の通話品質設計," 研究實用化報告, 第33卷, 第8號(1984).
- [8] CCITT Recommendation, "Methods for evaluating the transmission performance of digital Telephone sets ", P.66, Geneva(1992). TTA