

음량정격에 의한 전화기의 통화품질 기준 개정

강성훈 / 한국전자통신연구소

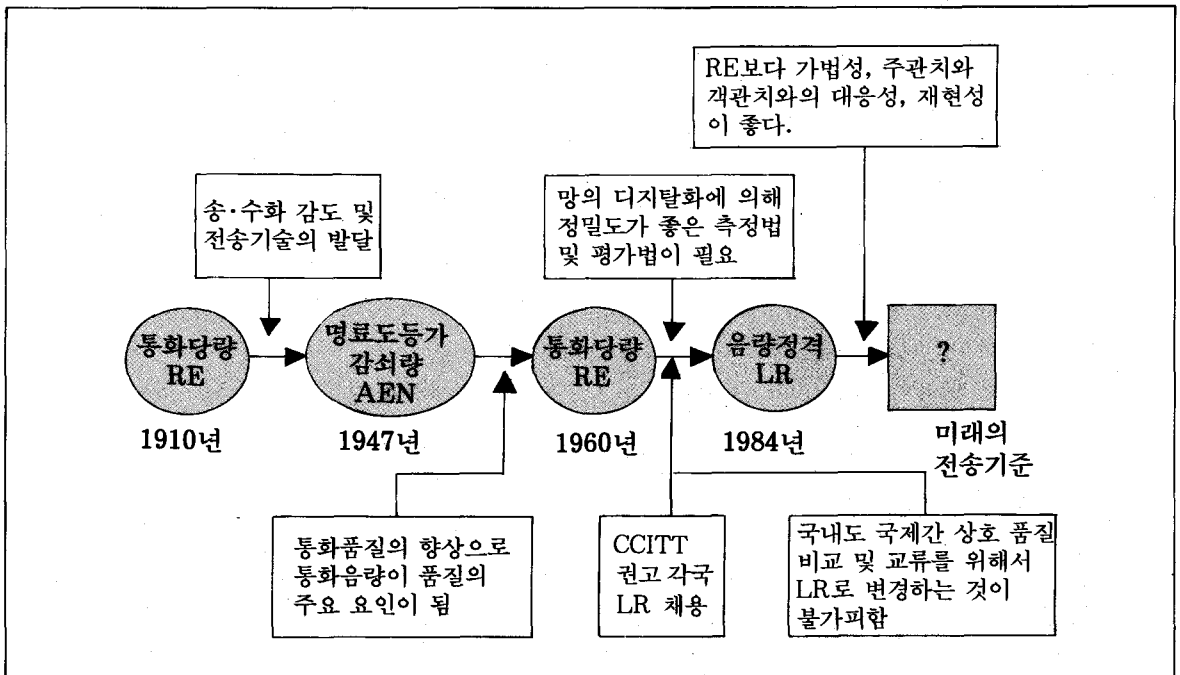
1. 서론

전화 통화품질 기준은 전화 서비스 품질 중에서 명료하게 잘 들리는 정도를 나타내는 척도로써 통화품질이 어느 정도 이어야 하는가를 정하고, 그 품질을 확보하기 위해서 통신 시설이 구비해야 하는 전송상의 품질을 규정하는 것이다.

전화 통화품질 기준은 전화전송 기술의 발전 단계에 따라 통화품질의 열화 요인도 변하므로 <그림 1>과 같이 변천해 왔다. 즉, 초기의 전화기는 송·수화기의 감도가 낮고, 더구나 전송기술이 미약했기 때문에 전송 손실도 컸다. 이 때문에

전화계의 설계 목표는 수화 음량을 크게 하는 것이었고, 통화품질은 음량의 크기로 평가되었다. 그러나 전화에서 요구되는 기본적인 역할은 언어의 정보를 명료하게 전달하는 것이며, 음량의 크기는 반드시 통화의 명료성과 대응되지 않는다. 명료성을 결정하는 주요 요인은 통화 음성에 대한 잡음의 비율과 전송 주파수 대역이다. 이러한 관점으로부터 명료성에 착안한 품질 척도를 사용하게 되었다. 최근에는 회선 손실의 감소, 잡음의 감소, 전화기 감도의 향상 등 전화 전송계가 개량되어 명료성은 충분히 확보되었다. 이러한 전송계에서는 통화 만족도는 대부분 음량에 의존

<그림 1> 통화품질 기준의 변천



하고, 또한 품질 측정시 명료도에 비해 음량이 비교적 간편하므로 음량을 다시 통화품질 척도로 사용하게 되었다[1].

국내에서는 1975년 시외 및 국제전화 전송 기준을 명료도 등가 감쇠량(AEN)에서 통화당량(RE)으로 개정하여 현재까지 사용하고 있다. 그러나 통화당량도 가법성 및 재현성 등의 측면에서 통화품질 척도로써 문제점이 많았다[2]. CCITT에서는 1984년에 통화당량의 여러가지 문제점을 해결한 음량정격(LR)을 통화품질 척도로써 권고하였으며, 각국에서 음량정격을 통화품질 기준으로 사용하고 있다[3]. 따라서 국제간의 상호 품질 비교와 통화품질 향상을 위하여 국내에서도 통화품질 기준을 음량정격으로 개정할 필요가 있다. 또한, 이러한 정세의 변화에 따라 전화 전송 기준의 역할도 변화하여 왔으며, 〈통화할 수 있는 전화〉에서 〈쾌적한 전화 통화〉의 실현, 새로운 서비스의 제공 등 전화망의 품질기능 향상이라는 새로운 요구에 대응해 나갈 필요가 있다. 이러한 배경으로 부터 보다 쾌적한 통화품질의 제공을 목표로 하고, 전화망의 품질 향상을 꾀하기 위해서 전화 통화품질 기준을 재정립할 시점에 와 있다.

본고에서 기술하는 전화 통화품질 기준은 최근 전기 통신 환경 및 설비등의 변화에 대응해 가기 위하여 새로이 규정한 기준으로써, 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 1) CCITT에서 권고하고 있는 음량정격을 통화품질 척도로 사용하였다.
- 2) 통화품질 척도로써 이용자의 만족도를 직접 표현할 수 있는 평균 오피니언 점수(Mean Opinion Score:MOS)를 이용하였다[4][5][6].
- 3) 음량은 같더라도 주파수 감도 특성에 따라 명료도가 달라지므로, 음량정격과는 별도로 송·수화 감도 주파수 특성을 규정하였다[6].

2. 통화품질 설계

2장에서는 송화·수화 음량정격 및 측음 마스크 정격의 표준치의 도출 근거를 기술하는 데 목적이 있다. 먼저 오피니언 테스트에 의해 얻어진 음량정격과 평균 오피니언 점수와의 상관으로부터 최저 한계품질로써 단말간 전체 음량정격(Overall Loudness Rating ; OLR)20dB를 도출하여, 이 품질을 목표로 하여 송화·수화 음량정격을 규정하였으며, 측음 마스크 정격과 평균 오피니언 점수와의 상관으로부터 측음 마스크 정격의 표준치를 도출하였다[7][8][9].

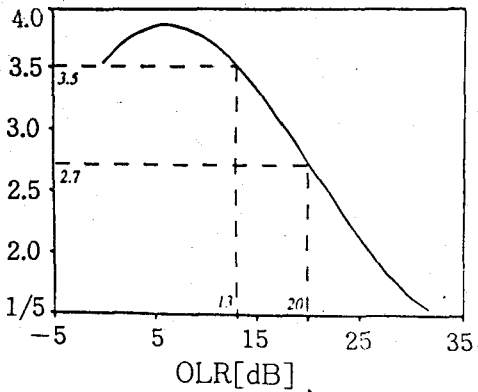
오피니언 평가법은 통화의 좋은 정도를, 실제로 전화를 사용자의 주관적 판단을 수량화하여 나타내는 방법이다. 통화품질을 측정하고자 하는 전송계를 통하여 송·수화자가 서로 통화를 한 후에 통화의 좋고 나쁜 정도에 대해 “매우 좋다”, “좋다”, “보통이다”, “나쁘다”, “매우 나쁘다”의 5점 척도상의 한 범주에 평가한다. 이런 방법으로 여러 사용자에 대해 자료를 수집하여, 5점 척도의 각 범주에 5, 4, 3, 2, 1점의 가중치를 주고, 주어진 통화계에 대한 모든 평가자의 판단을 점수화하여, 그 평균을 구한 것이 “평균 오피니언 점수(Mean Opinion Score : MOS)”이다. MOS는 주어진 통화계의 통화의 좋은 정도를 나타내는 척도로, 여러 회선조건의 통화품질을 직접 비교할 수 있는 장점이 있다[6].

가. 음량정격과 MOS와의 상관

〈그림 2〉는 음량정격의 변화에 대한 평균 오피니언 점수(Mean Opinion Score : MOS)의 변화를 나타내고 있다. OLR이 -5dB로부터 점점 증가함에 따라 MOS도 증가하고, 8dB에서 MOS가 최대가 된다. OLR이 8dB 이상에서는 OLR의 증가(즉, 소리의 크기가 감소)와 함께 MOS가 거의 선형적으로 감소되는 것을 알 수 있다. 즉, OLR 8dB가 통화하는데 있어서 최적 음량이고, 8dB 이상에서는 소리의 크기가 점점 감

소되어 통화하는데 노력이 소요되므로 MOS가 감소하고, OLR 8dB 이하에서는 소리의 크기가 너무 커서 불편감을 유발시켜 MOS가 감소하는 것을 의미하고 있다.

〈그림 2〉 OLR과 MOS의 관계
(회화 오피니언 테스트)



오피니언 테스트를 통해 음량손실 정도에 대한 전화 사용자의 의견, 즉 MOS 함수로부터 OLR 8dB가 최적 음량정격임을 알았다. 그러나 MOS가 가장 높은 OLR을 목표로 하면 이 성능을 유지하는 비용도 동시에 올라가게 되고, 반면에 비용을 낮추기 위하여 MOS를 낮게 잡으면 품질이 저하되어 통화가 어렵게 된다. 따라서 품질기준이 경제적으로 실현 가능한 범위를 찾아내고, 실제로 이용자에게 제공되고 있는 품질을 파악하기 위해서는 어떠한 기준점이 있어야 한다. 이를 위해서는 사용자가 오피니언 척도의 각 카테고리에 응답하는 확률에 기초하여 사용자의 만족의 정도를 분석할 필요가 있다[7][8].

오피니언 테스트에 있어서 MOS와 오피니언 척도의 각 카테고리에 대한 평정의 비율을 구한 결과에서 전화 사용자의 50% 이상이 보통 이상으로 판단하는 MOS는 2.7이고, 전화 사용자의 90% 이상이 '보통' 이상, 또는 50% 이상이 '좋다' 이상으로 판단하는 MOS는 3.5이다. 따라서 MOS 2.7에 해당하는 품질을 한계품질(또는 최저품질; 통화 가능한 최저품질)로, MOS 3.5에 해당하는 품질을 쾌적 통화품질로 규정할 때, 한

계 통화품질은 OLR 20dB이고, 쾌적 통화품질은 OLR 13dB이다.

따라서 현재의 아날로그 전화망에서는 최저 통화품질을 OLR 20dB로 설정하고, 이것을 SLR(송화LR), RLR(수화LR), 그리고 전송손실, 전송특성의 변동 및 감쇠왜곡 등에 기인하는 회선의 음량손실 CLR(Circuit LR)로 분배한다 [6]. 배분은

$$OLR = SLR + RLR + CLR$$

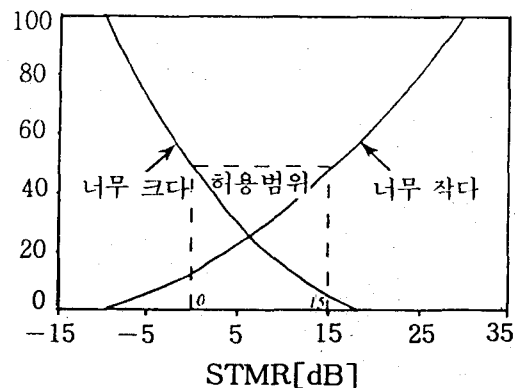
의 가법성이 성립되는 것을 이용하여 결정한다 [3].

LR은 최악의 상태에 있어서도 한계 품질 목표를 만족하도록 배분하고, 가입자선 손실은 7dB를 한계로 한다. 송·수화계의 LR에 대해서는 가입자선과 전화기를 독립으로 규정하는 것은 곤란하기 때문에 케이블 0.5mm, 손실7dB(1,020Hz)의 선로와 전화기를 포함하여 규정한다. OLR 20dB의 배분은 국내 통신망의 품질을 고려하여 통신망에 15dB를 배분하고, 송화계 및 수화계의 음량손실을 $SLR < 8dB$, $RLR < -3dB$ 로 한다. 또 최소 SLR은 0 dB로 하며, 최소 RLR은 $-10dB$ 로 한다.

나. 측음 마스크 정격과 MOS와의 상관

〈그림 3〉은 STMR과 심리적으로 지각된 측음의 크기의 관계를 나타낸 것이다[9][10]. 50%의 피험자가 '측음이 너무 작다'고 응답한

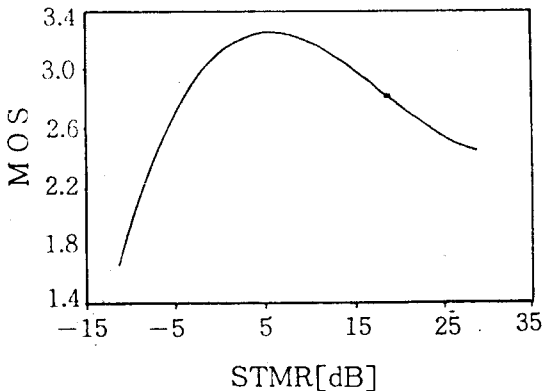
〈그림 3〉 STMR과 지각된 측음의 크기의 관계



STMR을 상용전화에서 허용 가능한 STMR의 상한선으로, 50%의 피험자가 '측음이 너무 크다'고 응답한 STMR을 그 하한선으로 볼 때, STMR 0 dB 이하이면 너무 커서 불쾌하다고 지각되며, 15dB 이상이면 너무 작아서 부자연스럽다고 지각된다. 따라서 STMR의 허용범위는 0 - 15dB이다.

(그림 4)는 STMR과 MOS와의 관계를 나타낸다. STMR 5dB일 때 MOS가 최대이며, STMR 0-13dB범위에서 MOS 3이상의 좋은 회선으로 평가된다. STMR이 이 범위보다 커지거나 작아지면 불쾌감이나 부자연성을 유발하여 MOS는 감소한다[9][10]. 측음 오판니언 평가에 의하면 불쾌감이나 부자연스러움을 유발하지 않는 허용 가능한 측음의 범위는 STMR 0-15dB이고, STMR 5dB에서 MOS가 최대가 되는 결과들을 종합해 볼 때, 선로손실 7dB에서 측음은 STMR 3 dB 이상으로 하면 7dB 이하 손실에서는 STMR 5dB를 만족하게 될 것이다.

(그림 4) STMR과 MOS의 관계



다. 주파수 특성

명료성은 통화계가 어느 정도의 정보 전달 능력을 가지고 있는가를 나타내는 성능평가라고 할 수 있는데, 전화는 본래 정보 전달을 목적으로 하는 기계이므로 중요하다. 송·수화 주파수 특성은 통신 음성의 명료성과 자연성을 좌우하는 중요한 요인중의 하나이다. 또한, 전화기가 통화품질 기

준에서 권고하고 있는 음량정격을 만족하고 있더라도, 송·수화 주파수 특성에 따라 명료성 및 자연성이 달라지므로 명료성과 자연성이 충분히 확보된 상태에서 최적 음량이 얻어져야 한다. 따라서 전송 주파수 특성과 함께 음량정격을 규정하는 것이 바람직하며[11][12], 모든 나라에서 전화기의 통화품질 기준과 함께 규정하고 있다.

CCITT Question 10/XII에서 전화기의 바람직한 송·수화 주파수 특성이 자주 논의되어 왔지만, 각 나라마다 의견이 달라 국제적인 권고에는 이르고 있지 못하고, 각국의 통신실정에 적절한 특성을 규정하고 있다. 일반적으로 음성전송 대역내에서는 청취용 수화기가 전화기 수화기이든 고품질 수화기이든 상관없이 평탄한 수화 주파수 특성으로 가정되어 있다.

송·수화 주파수 특성을 결정할 때는 다음 요인들을 고려하여야 한다[12].

1. 명료성
2. 자연성
3. 핸드셋이 실제로 사용되는 방법
4. 핸드셋의 감도 편차
5. 전기-음향 변환기의 감도 기복(Undulation)

이상과 같은 요인 중에서 어떤 규정된 응답으로 인해 전화기 비용이 비싸지지 않도록 하기 위해 4와 5의 요인은 특히 중요하다. 이러한 주요 요인 이외에 전화기가 사용되는 환경의 소음과 사용자의 선호도도 고려해야 한다. 또한 이러한 요인들은 서로 독립적이지 않고 상호 간섭을 일으킨다는 점에 주의해야 한다.

전화계의 전송대역내에서 3종류의 전송 특성에 대한 자연성은 평탄특성, 저역강조특성, 고역강조특성 순으로 좋다. 또한 명료도에 가장 공헌이 큰 2,000~3,500Hz의 레스폰스를 강조하면 명료도의 면에서는 유리하지만, 자연성이 떨어진다. 따라서 자연성을 유지하면서 명료성을 높이기 위해서는 10dB 정도 강조시키면 된다. 또한, 실제적으로 전화기를 사용할 때, 저주파수 대역

정 블록도이다. 의사귀는 Rec. P. 51에 권고되어 있는 IEC-318을 사용한다.

② 신호 발생기의 e.m.f.(출력 임피던스 600 Ohm)를 0.25V(-12 dB rel 1V)로 조정한다. 단, 이 전압은 모든 주파수 대역에서 일정해야 한다.

③ 핸드셋을 의사귀와 결합시킨다.

④ 전화기를 의사선로와 피딩 브릿지(600 ohm)에 연결한다.

⑤ 발전기 전압 E_j 에 대해 의사귀에서 음향출력 P_e 를 <표 1>에 나타난 주파수에서 측정한다. 수화감도는 ③식으로 나타난다.

$S_{je} = 20 \log_{10}(P_e / 1/2 E_j) [dB] \text{ rel } 1Pa/V$ ③ 수화음량정격[dB]은 ④식으로 계산한다.

$$RLR = -57.1 \log_{10} \sum_{n=1}^2 10^{0.0175(S_{je} - L_{En} - W_n)} [dB] \quad ④$$

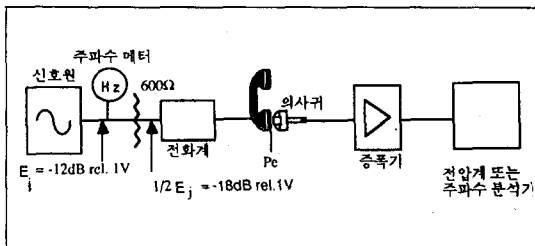
W_{Rn} 은 <표 1>에 주어진 수화 가중치 요인이고, L_{En} 은 누설손실이다.

(2) 표준치

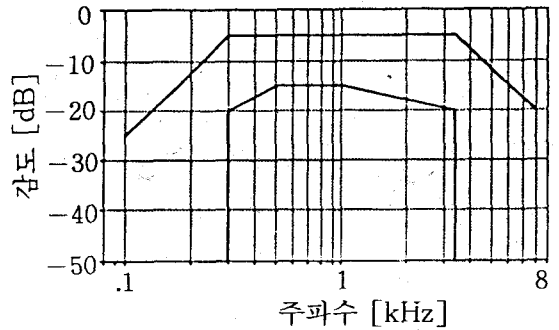
① 전화기의 수화음량정격(RLR)은 7dB 의사선로(0.5mm, 180ohm/km, 40nF/km)를 사용하여 측정하였을 때, -10dB ~ -3dB범위내 이어야 한다.

② 전화기의 수화 주파수 특성은 7dB 의사선로(0.5mm, 180ohm/km, 40nF/km)를 사용하여 측정하였을 때, <그림 11>에 나타나 있는 범위내에 들어가야 한다. 측정은 <그림 10>의 원리에 따라, <표 1>에 나타나 있는 20개 중심 주파수에서 측정한다.

<그림 10> 수화계의 감도 측정



<그림 11> 수화 감도 주파수 특성의 허용 한계



다. 측음 마스크 정격

(1) 측정 방법

① <그림 12>는 측음 마스크 정격을 측정하기 위한 블록도이다. 의사입은 3의 가에서와 같이 교정하고, 의사귀는 3의 나에서와 같이 교정한다.

② 전화기를 의사선로와 피딩 브릿지에 연결한다.

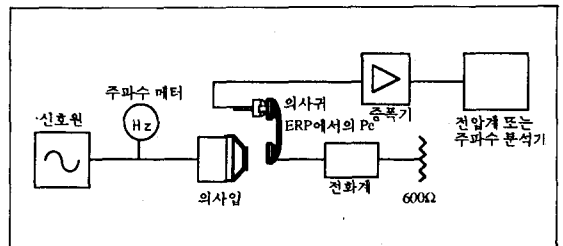
③ 측음감도는 전류 공급 회로의 중계계측을 600Ω으로 중단하고, 송화감도 측정시와 같이 MRP에서 정의되는 입력 음압 P_m 을 전화계에 인가하고, ERP에서 측정되는 수화기 출력 음압을 P_e 라고 할 때, 측음감도는 ⑤식으로 구한다.

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

여기에서 P_m 은 MRP에서의 음압[Pa]이고, P_e 는 의사귀에서 관측되는 음압[Pa]이다. STMR은 ⑥식으로 계산한다.

$$STMR = -44.4 \log \sum_{n=1}^2 10^{0.0225(S_{meST} - L_{En} - W_n)} [dB] \quad ⑥$$

<그림 12> 측음의 감도 측정



여기에서 W_{Mn} 은 <표 1>에 주어진 측음 가중요인, S_{meST} 는 측음감도 [dB], L_{En} 은 실이손실이다.

(2) 표준치

측음 마스크링 정격은 7dB 의사선로(0.5mm, 180ohm/km, 40nF/km)를 사용하여 측정할 때, +3dB 이상 이어야 한다.

4. 결론

지금까지 아날로그 전화 통화품질 기준치의 도출, 표준측정 방법 및 표준치에 관한 개정 내용을 기술하였다. 본 기술 기준은 가입자의 오피니언을 기본으로 하고, 음량정격 척도를 이용한 통화품질 기준이다. 즉, 음량정격 및 측음 마스크링 정

격과 가입자의 오피니언과의 상관, 그리고 오피니언 척도의 가입자 백분율을 구하였고, 이것을 기본으로 아날로그망에서 실현해야 할 최저 한계 품질을 도출하여, 송화 및 수화 음량정격을 각각 8dB, -3dB로 규정하였다. 측음 오피니언 평가에 의하면 불쾌감이나 부자연스러움을 유발하지 않는 허용 가능한 측음의 범위는 STMR 0-15dB이고, STMR 5dB에서 MOS가 최대가 되는 결과들을 종합해 볼 때, 선로손실 7dB에서 측음은 STMR 3dB 이상으로 하면, 7dB 이하 손실에서는 STMR 5dB를 만족하게 될 것이다.

CCITT, 영국, 일본에서의 음량정격 권고치를 <표 2>에 나타낸다. 국내 규정한은 CCITT 권고치를 만족하고 있으며, 국제적으로 보아도 타당한 값으로 생각할 수 있다.

<표 2> 각국의 음량정격 기준치의 비교

정격 \ 국명	한국	CCITT	영국	일본
송화LR(dB)	$0 \leq SLR \leq 8$	$-3 \leq SLR \leq 10$	$2 \leq SLR \leq 10$	$0 \leq SLR \leq 10$
수화LR(dB)	$-10 \leq RLR \leq -3$	$RLR \leq 2$	$-5.5 \leq RLR \leq 1.5$	$-10 \leq RLR \leq -4$
STMR(dB)	$3 \leq STMR$	$0 \leq STMR \leq 17$	$0.5 \leq STMR$	$3 \leq STMR$

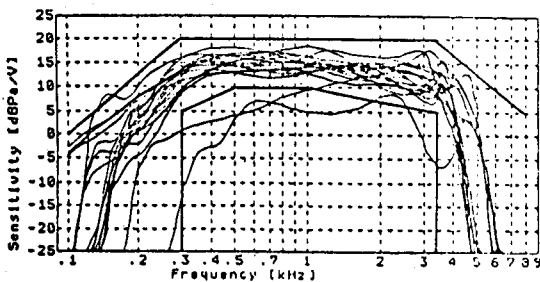
본 기준은 전기통신품질 기준 실무위원회에서 심의된 개정 결과이며[5], 한국통신기술협회 제 4 차 기술총회(1992. 5. 28)의 의결을 통과한 기준이다.

1. 강성훈 외, "통화특성 평가법 및 표준화에 관한 연구", ETRI 연구보고서(1990).
2. CCITT Recommendation, "Measurement of Reference Equivalents and Relative Equivalents", Red Book, Vol. V. Rec. P.72, ITU, Geneve(1984).
3. CCITT Recommendation "Determination of Loudness Ratings; Fundamental Principles", Blue Book Vol. V, Rec. P.76(1988).
4. 김정환, 강성훈, "통신에 있어서 음성품질 주관평가법", ETRI TM, 90-1230-04(1990).
5. 강성훈 외, "음량정격에 의한 전화 전송품질 기준안", 전기통신 품질기준 실무위원회 보고서, 한국통신기술협회(1992. 2).
6. 강성훈, 강경옥, 장대영, 권윤주, "최적 통화품질에 관한 오피니언 평가", 전자통신 동향분석, 제 6 권 제 3 호, 92-100(1991).
7. 강성훈, 권윤주, 강경옥, 장대영, "전화의 통화품질 평가 기준", 전자통신동향분석, 47-56(1992. 4).
8. 권윤주, 장대영, 강경옥, 강성훈, "오피니언 테스트에 의한 전화 음성품질 평가", 한국음향학회지, 제 11 권 제 1 호, 14-21(1991).
9. 권윤주, 강경옥, 장대영, 강성훈, "The subjective effects of telephone sidetone on telecommunication", Korea-Japan Joint Symposium on Acoustics, 212-217(1991. 7).
10. 강성훈 외, "음성통신계의 전송기준연구", ETRI 연구보고서(1991).
11. CCITT Blue Book, Telephone Transmission Quality, Vol. V. Suppl. No.10. Geneva(1989).
12. CCITT Contribution, COM XII-229, "Desirable Sending Frequency Response of Telephone Sets", ITU(1987).

에서 감도가 너무 높으면 Puff가 전기 신호로 변환되어 음성품질을 열화시키고, 주위소음에도 민감하게 되어 상대방의 수화품질에 영향을 미치게 된다. 따라서 저주파수의 감도를 적절하게 떨어뜨려야 한다.

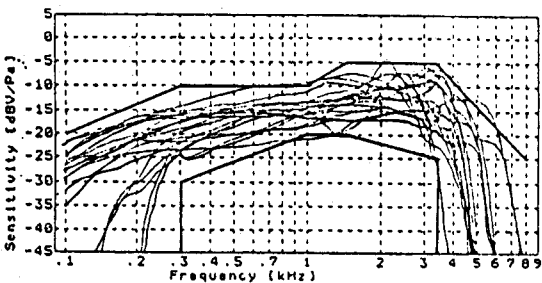
현재 국제적으로 권고된 감도 특성은 없으며, 각국에서 자국의 실정에 따라 감도 특성을 규정하고 있다. 일반적인 감도 특성은 1KHz까지의 저주파 대역에서는 감도레벨이 상승하고, 3.4KHz 고주파 대역에서는 하강하는 특성을 갖는다. 따라서 앞에서 열거한 요인들과 국내 전화기 주파수 특성을 고려하고, 국내 상용전화기의 주파수 특성을 고려하여 규정한 송·수화 주파수 특성을

〈그림 5〉 송화/감도 주파수 특성.



상한과 하한 경계내의 특성은 국내 상용 전화기중에서 무작위로 추출한 20대 전화기의 송화 감도 주파수 특성을 나타낸다.

〈그림 6〉 수화/감도 주파수 특성.



상한과 하한 경계내의 특성은 국내 상용 전화기중에서 무작위로 추출한 20대 전화기의 수화 감도 주파수 특성을 나타낸다.

〈그림 5〉와 〈그림 6〉에 각 20대 전화기에 대한 주파수 특성을 나타낸다. 송화감도/주파수 특성에서, 저주파 영역의 차단은 hum을 감소시키기 위해, 고주파 영역의 차단은 전송신호가 인접주파수 대역에 의해 간섭받지 않도록 고려한 것이다. 수화감도/주파수 특성에서 감도 레벨의 기본 형태는 300Hz~3,400Hz까지 평탄한 특성을 갖는다.

3. 음량정격 표준 측정법 및 표준치

3장에서는 음량정격 표준 측정방법 및 표준치를 기술한다[5][10]. 3장의 내용은 현재의 전화기 표준규격서의 전송품질 특성의 내용을 대체하면 된다.

음량정격측정은 CCITT Blue Book, Vol. V (Geneva, 1988)의 권고를 기본으로 한다. 특히, 다음 권고에 준수해야 한다.

- CCITT Rec. P. 48 : 중간 기준계에 대한 기능
- CCITT Rec. P. 51 : 의사음성, 의사입, 의사귀
- CCITT Rec. P. 64 : 음량정격을 계산하기 위한 감도 주파수 특성의 측정
- CCITT Rec. P. 76 : 음량정격의 측정 : 기본 원리
- CCITT Rec. P. 79 : 음량정격의 계산

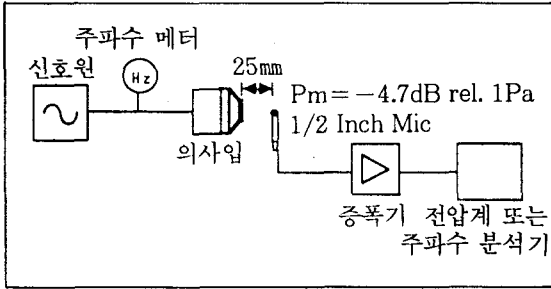
가. 송화음량정격(Sending Loudness Rating : SLR)

(1) 측정방법

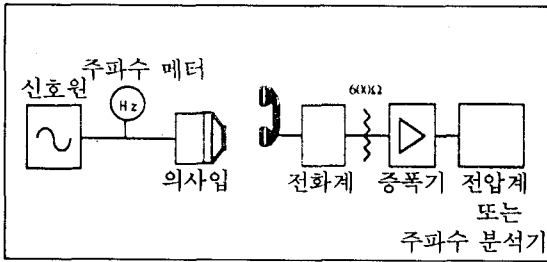
① 〈그림 7〉은 입 기준점(Mouth Reference Point : MRP)에서의 음압을 어떤 특정 주파수 대역(또는 특정 주파수)에서 측정하기 위한 의사입의 설치 방법을 나타낸다. MRP에서 P_{mi} -4.7dB Pa(89.3 dB SPL)이 되도록 조정한다.

② 공급전압은 직류 48V, 피딩 브릿지의 저항 및 용량은 각각 $2 \times 200 \text{ ohm}$, $2 \times 2 \text{ micro-Farad}$ 로 한다.

〈그림 7〉 M.R.P.에 있어서 전화기 입력 음압 감도 측정



〈그림 8〉 송화계의 감도 측정



③ 〈그림 8〉은 송화감도를 측정하기 위한 측

〈표 1〉 SLR, RLR, STMR 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

정 블록도이다. 〈표 1〉에 주어진 20개의 중심 주파수에서 송화감도는 ①식으로 구할 수 있다.

$$S_{mj} = 20 \log_{10} \frac{V_i}{P_m} \text{ dB rel } 1V/\text{Pa} \quad \text{①}$$

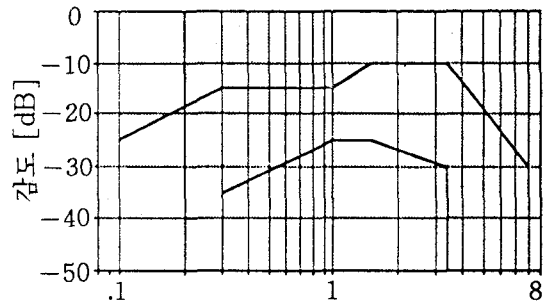
여기에서 V_i는 600Ω 양단의 전압, P_m은 MRP에서의 음압이다.

송화음량정적[dB]은 ②식으로 구할 수 있다.

$$SLR = -57.1 \log_{10} \sum_{n=1}^{20} 10^{0.075(S_{mj} - W_{Sn})} \text{ [dB]} \quad \text{②}$$

여기에서 S_{mj}는 송화감도(dBV/Pa), W_{Sn}은 〈표 1〉에 나타난 송화 가중치 요인을 나타낸다.

〈그림 9〉 송화 감도 주파수 특성의 허용한계



(2) 표준치

① 전화기의 송화음량정적(SLR)은 7dB 의 사선로(0.5mm, 180ohm/km, 40nF/km)를 사용하여 측정할 때, 0dB~8dB 범위내 이어야 한다.

② 전화기의 송화 주파수 특성은 7dB 의사선로(0.5mm, 180ohm/km, 40nF/km)를 사용하여 측정할 때, 〈그림 9〉에 나타나 있는 범위내에 들어가야 한다. 측정은 〈그림 8〉의 원리에 따라, 〈표 1〉에 나타나 있는 20개 중심 주파수에서 측정한다.

나. 수화음량정적(Receiving Loudness Rating : RLR)

(1) 측정방법

① 〈그림 10〉은 수화감도를 측정하기 위한 측