

## 7. 전기통신기자재 시험방법연구

강 선 숙, 오 상 진



## 전기통신기자재 시험방법연구

### 요 약 문

#### 1. 세 목 : 전기통신기자재 시험방법연구

#### 2. 연구목적 및 필요성

통신기술 발달과 WTO 출범으로 인한 전기통신기자재의 다양화와 통신시장의 개방화에 대비하여 국내 산업을 육성하고 통신기자재의 측정기술 향상을 위하여 현행 기준에 의한 측정방법을 선진외국과 비교·분석하여 시험방법을 개선하기 위함이다.

#### 3. 연구내용 및 범위

가. 국내의 전기통신기자재 시험방법 검토·분석

나. 외국의 단말장치 시험방법 조사·분석

다. 국내 및 외국의 시험방법 비교·분석

#### 4. 연구결과

우리나라와 선진외국의 단말장치 기술기준에 의한 시험방법을 비교·분석하여 시험방법 개선에 기초자료로 활용하고자 함.

#### 5. 기대효과

가. 전기통신기자재의 성능 및 품질향상

나. 성능시험 및 측정기술 향상



## A B S T R A C T

### 1. Title

A study on Testing Methods of Telecommunication Equipment

### 2. Purpose and Necessity

In preparation for the variation of telecommunication equipments and the opening of communication market in changed environments by globalization.

It is important to modify testing methods of telecommunication equipments to promote the development of telecommunication industry.

So, we compare and analyze testing methods domestic and foreign.

### 3. Contents and Scope

a. Study and analysis of domestic testing methods of telecommunication equipments.

b. Search and analysis of testing methods of developed countries.

c. Comparison of domestic testing methods with foreign.

### 4. Results

After comparing domestic testing methods of telecommunication equipments with foreign, analyze the difference.

And, we can use the results as materials to improve recent testing methods.

### 5. Effects

a. Improve the quality of telecommunication equipments.

b. Modify testing methods of telecommunication equipments.



## 목 차

제 1 장	서론 .....	449
제 2 장	각 나라의 단말장치 인증제도 및 체계 .....	450
1.	미국의 현황 .....	450
2.	일본의 현황 .....	451
3.	국내의 현황 .....	452
제 3 장	통신회선의 반사손실 .....	454
1.	명음발생의 개요 .....	454
2.	명음의 전기적 특성 .....	454
3.	ITU-TS의 적용개념 .....	459
4.	일본의 규정 및 측정방법 .....	461
5.	미국의 규정 및 측정방법 .....	472
6.	국내의 규정 및 측정방법 .....	477
7.	각국의 반사손실 측정방법 비교·분석 .....	478
제 4 장	직류회로의 전기적조건 등 .....	480
1.	개요 .....	480
2.	일본의 현황 .....	480
3.	미국의 현황 .....	489
4.	국내의 현황 .....	494
5.	각국의 직류회로 전기적조건 측정방법 비교·분석 .....	499
제 5 장	결론 .....	503
참 고 문 헌	.....	504





## 제1장 서론

UR협상의 타결과 WTO(World Trade Organization)가 출범하는등 세계 무역시장은 선진국의 경제적인 힘에 의한 주도과 최고의 기술력만이 세계교역 질서를 주도할 수 있다고 생각된다. 그 만큼 기술력은 동일한 교역환경속에서 경쟁국보다 유리한 입장에 서서 자국의 이익을 대변하고 경쟁력을 주도하는 발판이 되기 때문이다.

이와같이 기술력 확보에 의한 경쟁력 우위 선점이라는 원리는 세계통신시장에 있어서도 예외없이 적용되어 선진국들은 전기통신 기술기준의 차이로 인한 기술장벽을 자국의 효과적인 수입규제의 안으로 활용하는 동시에 다른 한편으로는 다자간에 기술장벽의 제거를 통한 교역증대와 경제이익을 추구하는등 애매한 입장을 계속 주장하고 있다.

또한 국내에서 전기통신설비 기술기준에 대한 표준시험방법이 제시되어 있지 않고 다만 정보통신부장관의 지정을 받은 지정시험기관에서 작성한 전기통신기자재 형식승인시험업무규정을 정보통신부장관의 승인을 받아 시험을 수행하고 있어, 전기통신기자재 형식승인지침에서의 자체 시험성적서 인정 및 지정시험기관의 지정요구의 증가에 따라 다양한 시험방법의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 다변화되는 국.내외의 통신환경에 능동적으로 대처하기 위하여 국내 전기통신기자재 기술기준에 의한 시험방법을 연구하는데 그 목적을 두고자 한다.

본 연구에서는 전기통신기자재 대한 각나라의 인증제도 및 기술기준체계에 대하여, 그리고 전기통신기자재 시험방법중에서 명음의 발생금지와 직류회로의 전기적 조건에 대하여 살펴보기로 한다.

## 제2장 각나라의 단말장치 인증제도 및 체계

본 장에서는 단말장치 시험방법에 들어가기에 앞서 국내 및 각나라의 단말장치에 대한 인증제도 및 인증체계를 살펴보고자 한다.

### 1. 미국의 현황

미국의 통신분야는 민간통신부분과 정부 및 군용통신부분으로 나누어져 있으며 이 두 책임분야를 조정하는 기관으로 부처간 무선자문위원회가 있다.

민간부분의 통신은 Radio, TV 및 유선에 의한 국내외 통신을 규제하고, 방송 서비스 개발 및 운영, 신속하고 효율적인 국내외 전신전화서비스 그리고 전파로부터 생명과 재산상의 안전을 증진하는 것을 임무로 1934년 통신법에 의거 설립된 미연방통신위원회(FCC : Federal Communications Commission)에서 관할하고 있으며, 통신위원회는 대통령에 의해 임명된 5명의 위원으로 구성된다.

FCC 인증은 제품에 따라 Type Approval, Type Acceptance, Certification, Notification, Verification, Registration 나누어 있으며 앞의 5개 항목은 무선설비에 대한 인증제도이고 전화망에 접속되는 단말장치에 대한 인증은 Registration 이다.

등록(Registratin) 수행기관은 Common Carrier Bureau이고, 인증업무는 기술국(OET : Office of Engineering and Technology)에서 담당하며 그 기술기준은 FCC Part 68에 따르고 있다.

FCC Part 68에 대한 공인시험기관은 미국표준기관(NIST : National Institute of Standards and Technology)에 의해 선별된 기관으로서 Akzo Janpan Ltd, Amador corporation, Certecom, Communication Certification Laoratory, Dash, Straus and Goodhue, Elite Electrical Engineering MET, GTE Testmark Labs, RET-LIF이며, FCC 기술국에 관장하는 OET(Office of Engineering and Technology) Bulletin을 통해 고시된 TIA Telecommunications Systems Bulletin No.31 "Part 68 Partionable and Measurement Guidelines"에 의해 시험을 행하고 있다.

그 밖에 FCC 공인시험방법 이외의 시험방법을 사용하였을 때에는 FCC가 충분히 인정할 수 있는 기술적설명과 적용기준을 제시하여야 한다. 등록(Registration) 대상기기는 고객(Customer)의 구내에 설치된 모든 전화와 데이터 단말장비로서

## 전기통신기자재 시험방법연구

- 공중교환망에 접속되는 모든 단말기기
- 월구회선, 집단가입전화, PBX(Private Branches Exchange), PBX와 전화국간의 선로(Tie-trunk), 교환망가입회선에의 접속장비
- 전화회사 시설과 연결되는 PBX
- 전화망과 접속되는 이용자측의 접속설비
- 종속속도 및 1.544Mbps 디지털 통신장비
- LADC(Local Area Data Channel)용으로 등록된 단말기기 또는 등록보호회로
- 전화회사의 음성대역회선에 연결되는 단말장비 또는 시스템
- 전화망의 특성측정, 고장탐지를 위해 이용자 시설측에 연결되는 시험장치이며, 제외대상기기는
- 전화회사가 운영하는 공중전화(단, 개인소유의 주화식 공중전화는 포함)
- 공동회선에 접속된 장비
- 전화회사에 설치된 장비
- 고객의 구내에 설치되어 있다고 할지라도 전화회사에 의해 제공된 전송장비(loop plant 부분)
- 특정한 종류의 시험장비
- "범주 II"로서 임대회선 모델과 같은 사설(임대)회선 요금과 관련이 있다.

## 2. 일본의 현황

일본의 전기통신법률의 주된 체계는 유선통신, 무선통신의 기본이 되는 유선전기통신법(1953년)과 전파법(1950년) 그리고 전기통신 사업운용을 정한 법률로서 새로이 시행된 전기통신사업법(1984년)으로 이루어져 있다.

유선통신 단말기기 인증제도의 제정 및 운영은 전기통신사업법을 근거로 하며 인증제도를 구성하는 법규는 (1) 단말기기의 기술기준 적합신청에 관한 규칙(인증규칙), (2) 단말설비등의 규칙(기술기준), (3) 기술적 조건에 관한 규칙(기술적 조건)의 3가지이다.

인증규칙은 인증대상기기, 인증의 신청, 심사, 결과통지, 인증기관 지정에 관한 일련의 인증절차법이고, 기술기준은 통신망의 손실과 기능장해의 방지, 다른 이용자에의 피해방지 및 책임분계의 명확화를 도모하기 위한 필요 최소한의 조건으로 규정되어 있다.

## 전기통신기자재 시험방법연구

적합인정에는 기술기준적합인정과 기술적조건적합인정으로 구분되어 있으며, 기술기준적합인정은 법 제50조, 제68조를 근거로 하여 우정성령으로 정한 단말설비의 기기(아날로그 전화망에 접속하는 기기)에 대하여 행하는 인정이고, 기술적조건적합인정은 전기통신사업법 시행규칙 제32조제5호 및 공사담임자 규칙 제3조제3호에 근거하여 실시한다.

기술기준등 적합인정은 일원적으로서 공정·중립적인 독립된 기관에서 실시하도록 하고 있으며, 재단법인 전기통신단말기기심사협회로 되어있다.

재단법인 전기통신단말기기심사협회에서 시험 및 인증을 동시에 수행하고 있고, 상해 전기통신단말기기 적합인정 기술기준/기술적조건에 표준시험방법의 제시 및 규제 목적을 설명하고 있으며, 그 이외의 시험방법을 사용하였을 때에는 전기통신단말기기심사협회에서 충분히 인정할 수 있는 기술적 설명과 적용기준을 제시하여야 한다.

기술기준 적합인정 대상기기는

- 전화기
- 구내교환기
- 버튼식 전화장치
- 변복조장치
- 팩시밀리
- 그 이외에 우정대신이 고시하는 기기로 되어 있으며, 제외대상기기는 우정성령에서 정하고 있는 전파를 사용하는 것과 공중전화기 등이다.

### 3. 국내의 현황

국내 형식승인제도는 1980년 6월 4일 전기통신기자재등의 사용승인심사세칙에 관한 정통부훈령 제2549호에 따른 사용승인제도에서 시작되어 1981년 12월 한국전기통신공사가 설립되고, 통신시장 및 전기통신설비가 급신장함에 따라 통신기기에 대한 표준화와 품질향상을 위한 새로운 제도의 도입이 요구되어 1983년 12월 30일 전기통신기본법이 제정되고 이에 따른 관련 세부규정들이 정비되면서 1985년 6월부터 대상기자재별로 형식승인제도가 기존 사용승인제도와 함께 병행되었다. 이후 1990년 9월 3일 형식승인 대상기자재가 모든 전기통신기자재로 확대 적용되면서 사용승인제도가 사실상 폐지되고 형

## 전기통신기자재 시험방법연구

형식승인 제도로 일원화되어 오늘에 이르고 있다.

형식승인 업무는 전기통신기본법 제33조를 근거로 하여 정통부장관의 위임을 받아 전파연구소에서 실시하고 있으며, 그 기술기준은 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 제6장 단말장치 및 전기통신사업자가 공시하는 세부기술기준, 전파관계법령에 의한 기술기준을 따르고 있다.

전기통신기자재에 대한 지정시험기관은 전파연구소, 한국통신품질보증단, 데이콤종합연구소로 지정되어 있으며, 각각의 시험업무규정을 정통부장관의 승인을 받아 그 규정에 의하여 형식승인시험을 실시하고 있다. 단, 지정시험기관 이외의 비지정시험기관에서 시험을 실시하는 경우는 전기통신기자재 형식승인지침 제15조에서 규정하는 조건에 합당하여야 인정을 받을 수 있다.

형식승인 대상기기는 전기통신기본법 제33조 2항에 의해 고시 88호로 지정된

- 전화기류
- 구내교환기
- 데이터 다중화장치
- 정보통신단말장치류
- 정보통신용 신호변환장치류
- 선로접속 장치류
- 유선방송용 전송기자재류
- 기타 통신기기류로 되어 있다.

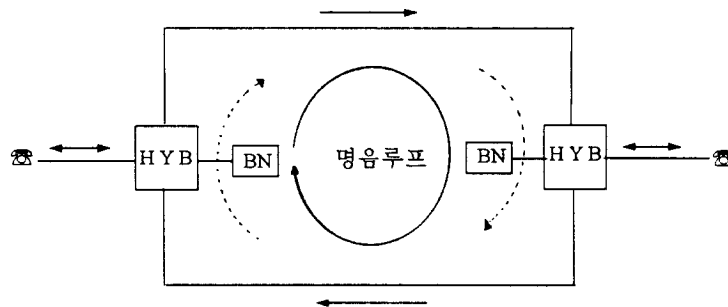
## 제3장 통신회선의 반사손실

## 1. 명음발생의 개요

명음은 전기통신회선 안정도에 있어서 중요한 요소로서, 전기통신회선상에서 이용자 통신설비가 공중교환망에 접속될때, 단말장치가 접속되는 이용자 통신설비의 2선회로와 공중교환 전화망의 평형회로망간 즉, 2선-4선 변환회로에서 임피던스 부정합으로 인해 전화망의 위해요소인 명음이 발생하게 된다.

이 명음은 변환회로 입·출력 단자의 전기적·음향적결합 상태에 따라서 정궤환루프(Positive Feedback)를 형성하여 발진현상을 일으킴으로서 회로에 과대한 전류가 흐르게 되며(그림 3-1), 이 전류는 인접된 전기통신으로 누설되어 다른 이용자의 통신에 악영향을 미칠뿐만 아니라 전기통신사업자의 전송설비에 과대한 부하를 주게 된다.

또한 변환회로 구간내의 임피던스 부정합에 의한 전기적 장애로는 반향손실(echo loss), 수화자반향(listener echo), 송화자 반향(talker echo)등이 있다.



————— : 반향경로

HYB : 하이브리드

BN : 평형회로망

(그림 3-1) 명음발생 개요도

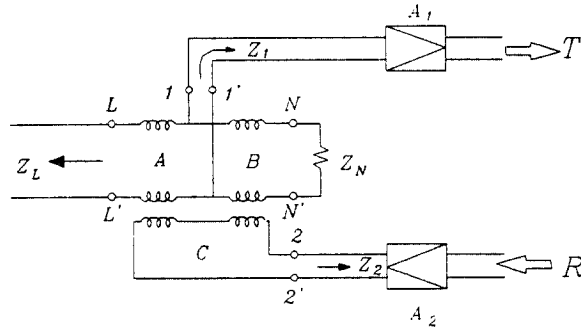
## 2. 명음의 전기적 특성

명음발생 방지를 위한 전기적 사항을 고려할때 전기통신회선에서의 전기적 장애를 최소화하는 길은 2선회로의 임피던스와 평형회로망의 임피던스를 잘 정합시키는 것이다.

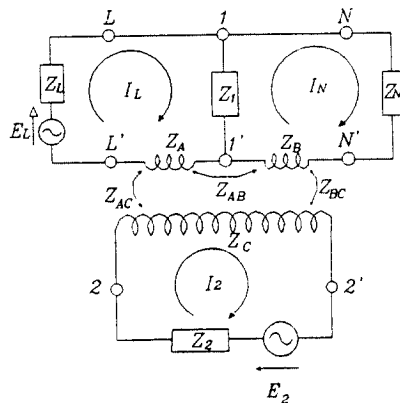
## 전기통신기소재 시험방법연구

그러나 2선 회로의 임피던스는 이용자 통신선로의 길이, 주파수, 단말장치의 등가 임피던스 뿐만 아니라 단말장치의 전기적상태(통화중, 호출중, 보류중등)에 따라 가변적이므로 2선 회로의 평형회로망간의 임피던스 정합은 매우어렵다.

따라서 임피던스 부정합에 의한 명음발생을 방지하기 위해 2선-4선 변환장치인 하이브리드에서의 반사손실은 망 위해 측면에서 어느정도이상으로 규제되어야 하며, 하이브리드에서 명음발생의 전기적특성을 살펴보면 다음과 같다.



(a) 3권성변성기 회로



(b) 등가 회로

$L - L', N - N', 1 - 1', 2 - 2'$  : 하이브리드 단자

$Z_L$  : 2선회로의 임피던스

$Z_N$  : 평형회로망 (balancing network)의 임피던스

$Z_1$  : 증폭기  $A_1$ 의 입력임피던스

$Z_2$  : 증폭기  $A_2$ 의 출력임피던스

(그림 3-2) 명음발생의 전기적 특성 개요

(그림3-2(a))에서 2선 회로의 L-L' 단자에 신호원이 접속되면, 1-1' 에 전압이 발생하여 증폭기 A<sub>1</sub>의 입력에 가해진다. 또 증폭기 A<sub>2</sub>의 입력측에 가해진 전압은 증폭된 후 단자 2-2' 간의 전압이 되어 나타나지만, 평형회로망과 2선 회로간의 선로 임피던스가 정합되었다면 단자 1-1'에는 전압이 발생하지 않는다. 따라서 이 경우에는 L-L' 간 및 N-N' 간에 전압이 발생하며, 전송신호는 좌측의 2선 회로방향으로 전송된다.

(그림3-2(b))는 명음의 전기적 현상을 구체적으로 표현하기 위한 3권 변성기의 등가회로이다. 여기에서 각 권선 A, B, C의 임피던스 Z<sub>A</sub>, Z<sub>B</sub>, Z<sub>C</sub>의 크기가 하이브리드 단자에 접속되는 임피던스 Z<sub>L</sub>, Z<sub>N</sub>, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>에 비해 충분히 크고 각 권선간 상호임피던스 사이에

$$Z_{AB} = -\sqrt{Z_A Z_B}, \quad Z_{AC} = -\sqrt{Z_A Z_C}, \quad Z_{BC} = -\sqrt{Z_B Z_C} \cdots \cdots \cdots \text{(식3-1)}$$

가 성립되면, 이 하이브리드는 거의 이상변성기라고 할 수 있다.

선로측 전압원 E<sub>L</sub>이 Z<sub>L</sub>과 직렬인 경우, 이에대한 각 부분의 전류는 Kirchoff's Law에 의해

$$I_L = \frac{E_L}{X} (Z_2 Z_B + Z_N Z_C + Z_1 Z_C)$$

$$I_N = \frac{E_L}{X} (Z_1 Z_C - Z_2 \sqrt{Z_A Z_B}) \cdots \cdots \cdots \text{(식3-2)}$$

$$I_2 = \frac{E_L}{X} \{ Z_N \sqrt{Z_A Z_C} + Z_1 (\sqrt{Z_A Z_C} + \sqrt{Z_B Z_C}) \}$$

$$\text{단, } X = \begin{vmatrix} Z_L + Z_1 + Z_A & -Z_1 + \sqrt{Z_A Z_B} & -\sqrt{Z_A Z_C} \\ -Z_1 + \sqrt{Z_A Z_B} & Z_N + Z_1 + Z_B & -\sqrt{Z_B Z_C} \\ -\sqrt{Z_A Z_C} & -\sqrt{Z_B Z_C} & Z_2 + Z_C \end{vmatrix}$$

이다. 따라서 (식3-2)에서

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\sqrt{Z_A Z_B}}{Z_C} \cdots \cdots \cdots \text{(식3-3)}$$

이 되면 I<sub>N</sub>=0, 즉 평형회로망에 전류가 흐르지 않게 된다. 마찬가지로 증폭기 A<sub>2</sub>의 출력에 전압원 E<sub>2</sub>가 발생할 경우 이를 Z<sub>2</sub>에 직렬인 전압원으로 나타내면 이에대한 각 부분의 전류는 다음과 같다.



$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_2}{X} \{ Z_1 (\sqrt{Z_A Z_C} + \sqrt{Z_{BC}}) + Z_N \sqrt{Z_A Z_C} \} \\
 I_N &= \frac{E_2}{X} \{ Z_1 (\sqrt{Z_A Z_C} + \sqrt{Z_{BC}}) + Z_L \sqrt{Z_B Z_C} \} \quad \dots \dots \dots (\text{식3-4}) \\
 I_2 &= \frac{E_2}{X} \{ Z_1 (\sqrt{Z_A} + \sqrt{Z_B})^2 + Z_B Z_L + Z_N Z_A \}
 \end{aligned}$$

따라서, 이 경우  $Z_1$  즉, 증폭기  $A_1$ 의 입력측 1-1' 에 전압이 발생하지 않기 위해서는,  $I_L = I_N$  즉,

$$\frac{Z_L}{Z_N} = \sqrt{\frac{Z_N}{Z_B}} \quad \dots \dots \dots (\text{식3-5})$$

이라는 조건이 필요하다.

$$Z_A : Z_B : Z_C = 1 : 1 : 2 \quad \dots \dots \dots (\text{식3-6})$$

이므로 (식3-3), (식3-5)의 각 조건은 각각

$$Z_2 = 2 Z_1 \quad \dots \dots \dots (\text{식3-6})$$

$$Z_L = Z_N \quad \dots \dots \dots (\text{식3-6})$$

이 된다.

(그림3-2(b))에서  $E_L = 0$ 으로 하고, 단자 2-2' 의 전압  $E_2'$  와 단자 1-1' 의 전압  $E_1$ 과의 관계를 다음과 같이 정의하여

$$\alpha_e = 10 \log_{10} \left| \frac{E_2' I_2}{E_1 I_1} \right| \quad \dots \dots \dots (\text{식3-9})$$

이를 반향손실(echo loss)이라고 한다. 이는 하이브리드의 누설정도를 나타내는 것이며,  $Z_1$ 에 흐르는 전류  $I_1$ 은 다음과 같다.

$$I_1 = I_L - I_N \quad \dots \dots \dots (\text{식3-10})$$

하이브리드에서 각 권선의 임피던스  $Z_A, Z_B, Z_C$ 가 단자에 접속되는 임피던스  $Z_L, Z_N, Z_1$ 에 비해 충분히 크고, 또 (식3-7), (식3-9) 및  $Z_L \approx Z_N \approx Z_2$ 이 성립된다고 하면, 반향손실은 (식3-4)에서

$$\alpha_e = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_L + Z_N}{Z_L - Z_N} \right| + 6 \quad \dots \dots \dots (\text{식3-11})$$

이 된다.

여기서(식 3-11)의 우변의 제1항은 하이브리드와 평형회로망간의 선로 부정합에 의한 평형반사손실(balance return loss)이며, (식 3-11)의 우변 6dB의 내용은 하이브리드 4선회로 수신측 R에서 2선회로로 신호를 전송할때 발생하는 하이브리드손실 3dB와 2선회로의 종단점에서 임피던스 부정합으로 인한 전송신호의 반사신호가 다시 2선회로에서 4선회로인 송신측 T로 누설될때 발생하는 하이브리드손실 3dB와의 합을 나타낸다.

만일 하이브리드의 평형회로망과 2선회로간의 임피던스가 잘 정합되었다면 평형 반사손실은 이론적으로 무한대가 되며, 이는 4선회로 R로부터 전송되어온 신호가 송신측T로 누설되는양이 전혀없이 2선회로와 평형회로망으로 양분됨을 의미한다.

그러나, 하이브리드가 이 같은 평형작용을 완전하게 행하지 않으면, E<sub>1</sub>에 의한 전압이 단자 1-1'에 발생하게 되며, 이것은 하이브리드루프를 일주하는 순환전류가 되어 결국 전기적 발진상태의 명음(singing)을 유발하게 된다.

따라서 하이브리드의 불평형에 의한 명음현상은 두개의 증폭기의 이득에도 관계되지만 증폭기의 이득은 필요한 크기만큼 조정하면 되기 때문에, 결국 하이브리드의 평형조건이 가능한 한 만족되도록 설계해야 한다.

이상과 같이 하이브리드1 및 하이브리드2의 반향손실을 각기  $\alpha_{e1}$ ,  $\alpha_{e2}$  이라고 하고 각 증폭기의 이득을 각기  $A_1$ ,  $A_2$  라고 할때, 전기통신회선의 명음발생 여부의 판단척도로써 명음안정도(Singing Margin, Singing Stability)K를 다음과 같이 정의하면

$$K = \frac{1}{2} (\alpha_{e1} + \alpha_{e2}) - (A_1 + A_2) \quad \text{-----}(식 3-12)$$

이고,  $K > 0$ (루프손실 > 루프이득)이면 회선은 안정되고 명음이 발생하지 않는다.

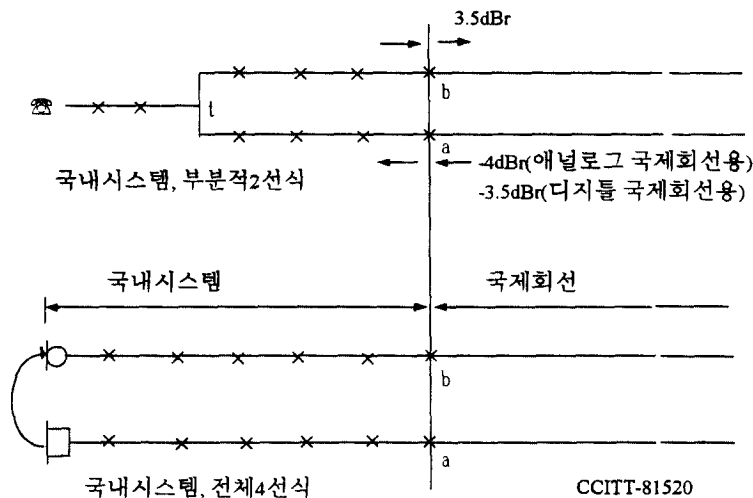
K가 0에 가까울 경우는 명음발생의 위험이 증대함과 동시에 감쇄왜곡이 증가하기 때문에 통화의 명료성이 상실되는 현상을 가져오게 되므로 이 현상을 피하기 위하여 통화상태에서의 최소허용치로서 명음안정도 K의 기준이 설정되어야 한다. 즉 전기통신사업자가 전기통신회선의 명음등의 현상을 피하기 위하여는 어느정도 이상의 누프 전송손실을 주어야 한다.

## 3. ITU-TS(구 CCITT)의 적용개념

## 가. 개요

공중교환전화망의 2선회로와 4선회로의 결합점에서 발생되는 평형반사손실을 CCITT 권고 G.122 (국내시스템에서의 안정도와 송화자 반향과 국제접속로에서의 수화자 반향의 영향)에 설정하여 공중전화망의 안정도 기준의 일환으로 모든 국내 통신망과 국제 애널리로그통신망에 적용된다.

CCITT 권고에서는 (그림 3-3)과 같이 4선 루프회로의 중간점이라 할 수 있는 두개의 가상 애널리로그 교환점 a, b를 설정하고, 이 두점간의 전송손실(a-b)를 통신망의 안정도를 결정짓는 중요한 파라미터로 하고 있다. 이는 국제 접속로의 통신환경에 따라서는 이 전송손실이 전기적 발진현상인 명음 방지를 위한 명음 여유도에 기여하여 통화중의 통화안정도 유지 및 통화신호의 반향(echo)을 조절할 수 있기 때문이다.



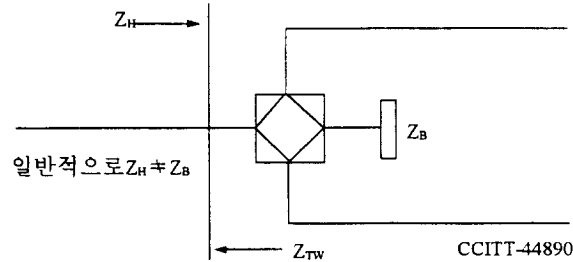
주-a,b는 국제회선의 가상 아날로그 교환점이다.

(그림 3-3) 국내 시스템의 표현과 가상 애널리로그 교환점의 정의

## 나. 기술기준의 정의

CCITT에서 적용하고 있는 평형반사손실은 (그림3-4)와 같이 2선 - 4선회로의 결합점에서 2선회로의 선로임피던스  $Z_{tw}$ 와 종단장치(하이브리드)의 통화상태의 평

형 회로망 임피던스  $Z$  간의 임피던스 부정합에 의한 반사손실을 말하며 다음과 같이 같이 정의된다.



(그림 3-4) 평형 반사손실

$$\text{“평형 귀환 손실”} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ dB} \quad \text{----- (식 3-13)}$$

평형 반사손실과 전송손실(a-b)와의 관계는 (식 3-14)과 같다.

$$\text{loss}(a-b) = \text{loss}(a-t) + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{loss}(t-b) \quad \text{--- (식 3-14)}$$

즉, 특정주파수에서 손실(a-b)는 같은 주파수에서 평형반사손실과 회선손실의 합이 된다. CCITT에서는 0~4kHz 대역에서 계산(측정)된 손실(a-b)의 최소값을 특히 안정도 손실(stability loss)이라고 정의하고 있는데, 이 안정도 손실기준은 세부적으로 회선공칭손실 기준과 평형반사손실 기준으로 나누어 진다. 여기에서 회선공칭손실 기준은 "종단장치 t의 2선입력 부분과 가상 애널로그 교환점 a 및 b사이에서 전송방향 a-t, t-b에 대해 측정된 공칭손실의 합은 (4+n)dB (n은 국내 체인에서 애널로그 또는 애널로그-디지털혼합의 4선식 회선수)이상이어야 하며, 평형반사손실 기준은 "종단장치(하이브리드) t점에서 단말 세트의 정상적 동작상태에서 2dB 이상" 이어야 하며, 회선의 전송손실 변화의 표준편차는 1dB를 초과하지 않아야 한다.

#### 다. 안정손실(a-b)의 측정법

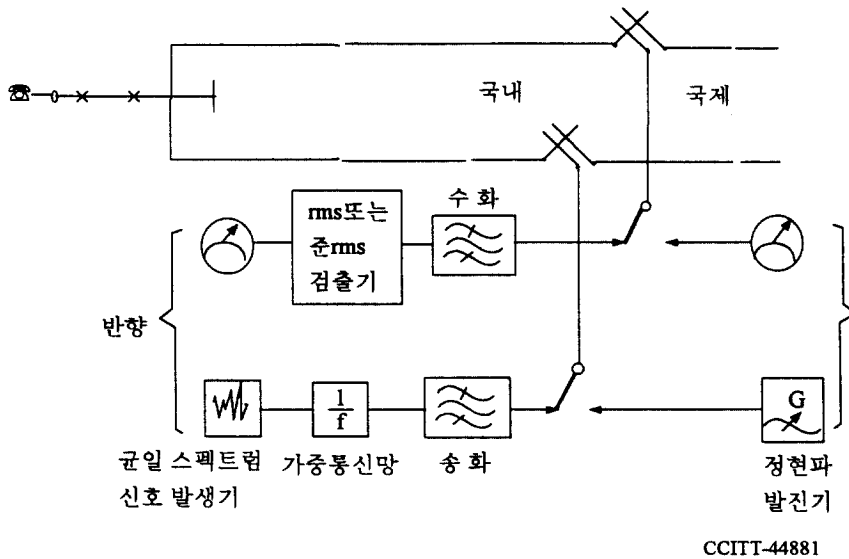
CCITT에서는 안정손실은 국제센터에서 측정하며 (그림 3-5)와 같이 측정회로 구성하여 측정한다. 측정 신호원으로서 가중 잡음신호를 사용하는데 국내 전

## 전기통신기자재 시험방법연구

송시스템에서 전송신호의 무제한 스펙트럼으로 과도한 채널간 간섭을 피하기 위해 백색 잡음 신호 (White noise)는 사용하지 않는다. 또한 오류를 유발시키는 불필요 신호, 즉 험(hum), 회선잡음, 반송 누설신호가 수신기에 유입되지 않도록 방지하여야 한다.

안정도 측정시 스위프 발진기(Sweep Oscillator)를 사용하면, 국내 신호방식이 시스템의 오동작을 일으킬 수 있으므로 주의하여야 한다.

안정도 손실 (a-b)를 측정하기 위해서는 먼저 송신필터의 출력을 수신필터의 입력에 접속하고 적절한 레벨을 설정한 후 이를 관찰하여 측정한 값이 안정도 손실이 된다.



(그림 3-5) 안정도 손실 측정 회로

CCITT에서는 안정도 개선책을 권고 Q.32에 소개하고 있는데, 이는 접속로의 4선식 체인의 각 채널에 3.5dB 감쇄기를 삽입하는 방법, 접속로의 2선식 연장회선에 3.5dB 감쇄기를 삽입하는 방법, 그리고 접속로의 2선식 연장회선 양단에 종단임피던스를 연결하는 방법등이 있다.

### 4. 일본의 규정 및 측정방법

#### 가. 규정

단말설비내에 증폭기등이 있는 경우 입력회로와 출력회로의 전기적 및 음향

## 전기통신기자재 시험방법연구

적 결합의 정도에 따라서 정귀환 루프가 형성되어 발진상태로 되고 회로에 과대한 전류가 흐르게 되면

- 인접하는 전기통신회선에 누설되어 다른 이용자의 통신에 악영향을 주고
- 전기통신사업자의 전송장치에 과대한 부하를 주어 손상하는

문제가 발생하므로 전기적 · 음향적 결합에 의하여 발생한 명음이 다른 사업용 전기통신설비에 위해를 주는 것을 방지하기 위하여 전기통신사업법 제49조 제1항 및 제5조 제1항의 규정에 의하여 기술기준을 우정성령 제31호 단말설비 등 규칙 제3장(안정성등) 제5조에 명음의 발생금지 조항으로 규정하고 있다.

규정을 살펴보면

"제5조 (명음의 발생금지) : 단말설비는 사업용 전기통신설비와의 사이에서 명음 (전기적 또는 음향적 결합에 의하여 발생하는 발진상태를 말한다. )을 발생하는 것을 방지하는 목적에서 우정성 대신이 별호로 고시하는 조건을 만족하여야 한다" 이다.

우정성 대신이 별도로 고시하는 조건은 우정성고시 제563호 ( 소화 60년 7월 20일)로서 " 전기통신회선 설비에서 단말설비에 입력되는 신호에 대하여, 단말설비가 이것을 반사해서 출력하는 신호의 감쇄량 (이하 "리턴로스"라고 한다. )의 값이 이 고시에 의한 측정방법으로 측정하였을 때 2dB이상이어야 한다"라고 규정하고 있다.

이 규정은 단말설비의 사용상태가 다른 경우 즉 회선에 접속되는 각 상태 또는 기기의 기능에 따라 회선에 접속되는 점에서 전기적 중단 조건이 다른 경우 ( 예를들면 통화중, 보류중, 메시지 녹음중, 메시지 송출중, 삼자 통화중, 스피커 수신중, 정전시에 정전용 기기가 접속되는 경우 등 )의 모든 상태에서 만족되어야 한다.

단, 전기통신회선과의 접속이 4선식인 아날로그단말, 직류인터페이스의 데이터 단말 등 명음을 발생할 염려가 없는 단말설비에서는 적용되지 않는다.

### 나. 측정방법

#### (1) 측정회로

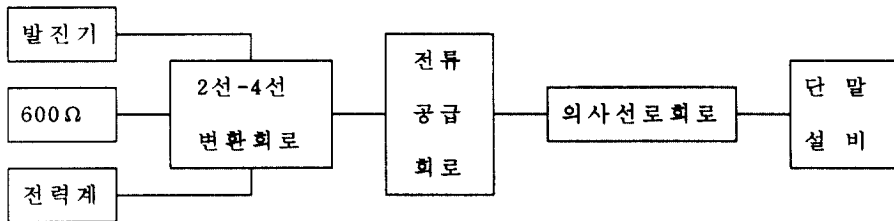
반사손실의 측정회로는 우정성 고시 563호에 전기통신회선을 상호접속하

# 전기통신기자재 시험방법연구

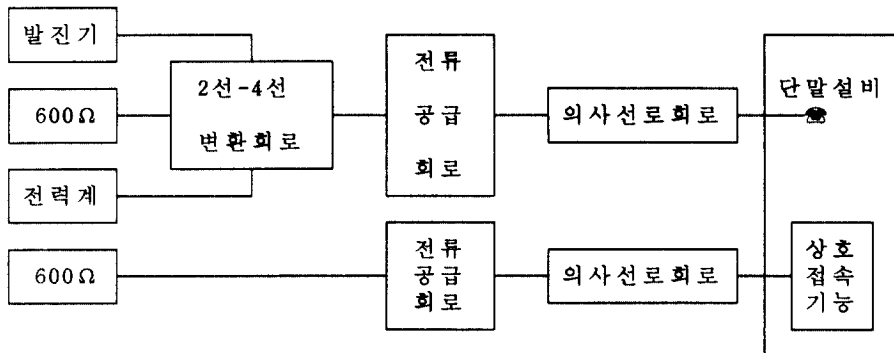
는 기능 유무에 따라 전기통신회선 2회선 이상을 상호 접속하는 기능이 없는 단말설비와 전기통신회선 2회선 이상을 상호 접속하는 기능이 있는 단말설비의 측정회로를 달리 구성하고 있으며, 선로전송손실의 영향을 고려하기 위해 의사선로회로를 사용하고 단말장치의 동작상태를 위해 전류공급회로를 사용하고 있다.

반사손실은 발진기에서 생성된 신호의 일부가 단말설비로 전송되지 않고 하이브리드로 되돌아오는 양을 전력계로 측정한다.

(그림 3-6)은 전기통신회선 2회선 이상을 상호접속하는 기능이 없는 단말설비에 대한 측정회로, (그림 3-7)은 전기통신회선 2회선 이상을 상호접속하는 기능이 있는 단말설비에 대한 측정회로 이고, 이 두가지 측정회로에 대한 의사선로회로 및 회로정수는 우정성고시 제563호 별표 제2호에 전류공급회로는 별표 제3호에 규정되어 있으며, (그림3-8), (그림3-9)와 같다. 또한 단말설비의 측정조건은 별표의 내용과 같다.



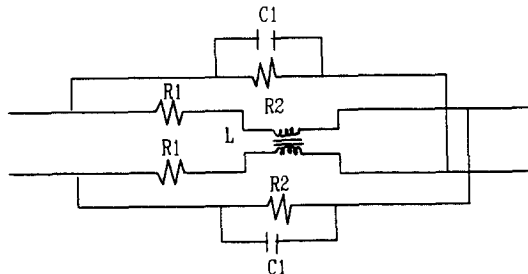
(그림 3-6) 전기통신회선 2회선 이상을 상호접속하는 기능이 없는 단말설비



(그림 3-7) 전기통신회선 2회선 이상을 상호접속하는 기능이 있는 단말설비

- 주 1. 반사손실은 각 측정점에서의 값으로 환산한 단말설비에서 전력계로의 출력신호의 전력에 대한 발진기에서 단말설비로의 입력신호의 전력비를 데시벨로 표시한 값으로 한다.
2. 구내교환설비 이외의 다른 회선절환 기능을 가지는 기기의 반사손실을 측정하는 경우는 해당기기에 접속되는 대표적인 하나의 전화기를 접속해서 측정하는 것으로 한다.

의사선로회로



회로정수

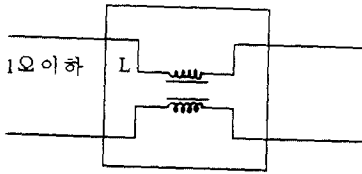
선 조 (mm)	손 실 (dB)	회 로 정 수 (허용오차)			
		R1 ( $\Omega$ ) ( $\pm 1\%$ )	R2 ( $M\Omega$ ) ( $\pm 1\%$ )	C ( $\mu F$ ) ( $\pm 2\%$ )	L (mH) ( $\pm 5\%$ )
0.4	1	65.18	2.148	0.01165	0.307
	2	130.36	1.074	0.02330	0.614
	3	195.50	0.716	0.03495	0.921
	4	260.72	0.537	0.04660	1.228
0.65	1	41.08	1.278	0.01955	0.516
	2	82.16	0.639	0.03910	1.032
	3	123.24	0.426	0.05865	1.548
	4	164.32	0.320	0.07820	2.604

(그림 3-8) 의사선로회로 및 회로정수

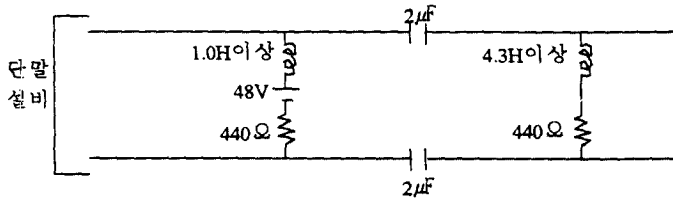
- 주 1. 5dB 이상의 손실에 대해서는, 각 회로의 조합에 따른다.
2. L은 교류 1500Hz, 0.1mW 입력시의 값으로 그 직류저항 값은 아래의 회로에 직류 50mA 입력시의 값이  $1\Omega$  이하로 되는 것을 말한다.



L의 직류저항 측정회로



(그림3-9) 전류공급회로



별표 측정조건

제1 입력신호의 조건

측 정 주 파 수	0.3, 1.0, 2.0 및 3.4kHz
입 력 레 벨	-35dB

주. 입력레벨은 별표제1호에 표시한 측정점에서의 신호전력을 절대레벨로 표시한 값이다.

제2 의사선로회로의 조건

손 실	선 조
0dB	(직 결)
0dB	0.4mm 및 0.65mm
0dB	상 동

주 1. 별표제1호2 "전기통신회선설비 2회선이상을 상호접속하는 기능" 이란 회선2개당 내선1의 3자 통화기능과 전화전송장치기능등을 말한다.

2. 별표제1호의2 의사선로회로는 2회로에서도 동일한 값의 조합으로한다.

(2) 측정방법

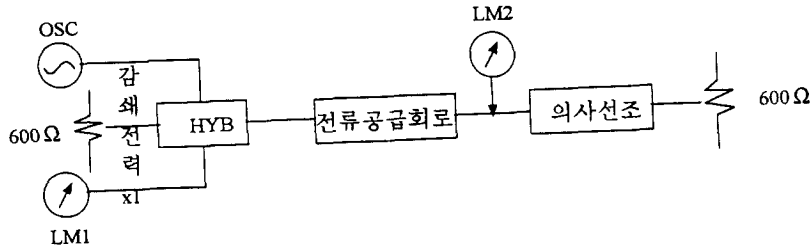
(가) 측정회로의 특성 측정

처음에 측정장치의 수화손실(X) 및 HYB회로(송화 → 수화)의 누설전

# 전기통신기자재 시험방법연구

력 ( $X_1$ )을 측정하며, 또한, 측정은 각 의사선로손실 및 각 주파수에서 실시한다.

측정(1) : 누설전력(a)의 측정



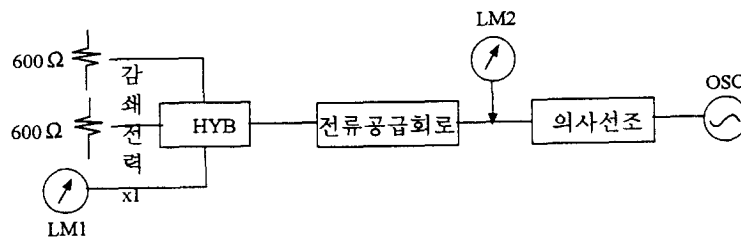
\*.LM : Level Meter

(그림3-10) 누설전력 측정회로

- ① 상기 회로를 구성하고 LM2가 -35(dBm)으로 되게 OSC의 출력을 조하고, 그때의 OSC의 출력(P[dBm])을 읽는다.
- ② 그 때의 LM1의 값을 A[dBm]으로 하고 누설전력을 a[mW]는 다음식에서 구한다.

$$a = 10 \left( \frac{A}{10} \right)$$

측정(2) : 수화손실(X)의 측정



(그림3-10) 수화손실 측정회로

- ① 상기 회로를 구성하고, LM2의 눈금이 -35[dBm]이 되도록 OSC의 출력을 조정한다.

○ 수화손실(X)의 측정과정

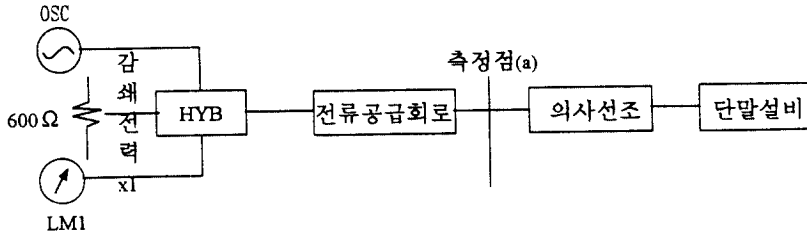
- 그 때의 LM1의 값을 C[dBm]으로 하고, 수화손실(X[dB])는

$X = -35 - C$ 로 구한다.

## 전기통신기자재 시험방법연구

### (나) 반사손실의 측정

(가)에서 측정회로 특성을 구한후에 다음에 따라 리턴로스를 측정한다.



(그림 3-11) 반사손실 측정회로

- ① OSC의 출력을  $P[\text{dBm}]$ 으로 조정한다.
- ② 그때의 LM1의 값( $B[\text{dBm}]$ )을 측정하고, 그의 전력환산값( $b[\text{mW}]$ )에 HYB의 누설전력분( $a$ : 이미알고 있는값)을 뺀값을  $y[\text{mW}]$ 로 하고, 이것을 OSC에서 신청기기로 출력한 경우의 LM1의 접속점의 반사전력으로 한다.

$$y[\text{mW}] = b - a \quad \left( \text{단, } b = 10^{\left(\frac{B}{10}\right)} \right)$$

$$Y[\text{dBm}] = 10 \log y$$

주 : 반드시 계산은 전력환산으로 할것. 또한  $y$ 가  $(-)$ 값이 될때에는 그후의 계산은 불필요하다.

- ③  $Y$ 와 수화손실( $X$ : 이미알고 있는 값)을 더하여  $L$ 로 한다. 이것을 측정점에서의 반사전력으로 한다.

$$L = X + Y$$

따라서 측정점에서의 반사손실( $RL$ ) =  $-35 - L$  이 된다.

주. 측정은 각 주파수, 각 의사선로 손실에서 측정한다. 또한 전기통신회선 2회선 이상을 상호접속하는 기능을 가진 단말설비를 측정하는 경우, 각 회선의 의사선로 조건은 동일하다.

### (3) 측정치

전기통신단말기기심사협회의 기술적조건 적합인정 신청자료 작성예에 나타난 각 상태별 측정치를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 대상기종 : 전화기
- ② 각 상태별 측정치

No.1 (리턴로스 산출표)

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
0dB	0.3kHz	-30.8	-47.7	1.698	-41.2	6.2	-42.8	5.248	3.550	-44.5	-38.3	3.3
	1.0kHz	-31.5	-58.3	0.148	-39.6	4.6	-46.6	2.188	2.040	-46.9	-42.3	7.3
	2.0kHz	-31.6	-63.2	0.048	-39.4	4.4	-47.5	1.778	1.730	-47.6	-43.2	8.2
	3.4kHz	-31.6	-65.6	0.028	-39.3	4.3	-48.0	1.585	1.557	-48.1	-43.8	8.8
3dB	0.3kHz	-33.0	-50.3	0.933	-41.1	6.1	-50.2	0.955	0.022	-66.6	-60.5	25.5
	1.0kHz	-33.3	-51.2	0.759	-39.4	4.4	-56.7	0.214	-0.545	-	-	-
	2.0kHz	-33.2	-50.1	0.977	-39.3	4.3	-55.5	0.282	-0.695	-	-	-
	3.4kHz	-32.8	-48.1	1.549	-39.3	4.3	-52.1	0.617	-0.932	-	-	-
0.4 mm	0.3kHz	-34.1	-48.7	1.349	-41.0	6.0	-49.8	1.047	-0.302	-	-	-
	1.0kHz	-34.0	-47.8	1.660	-39.5	4.5	-49.1	1.230	-0.429	-	-	-
	2.0kHz	-33.1	-46.9	2.042	-39.3	4.3	-47.6	1.738	-0.304	-	-	-
	3.4kHz	-31.6	-45.3	2.951	-39.3	4.3	-45.6	2.754	-0.197	-	-	-

전기통신기자재 시험방법연구

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
3dB	0.3kHz	-32.3	-49.1	1.230	-41.2	6.2	-47.8	1.660	0.429	-53.7	-47.5	12.5
	1.0kHz	-32.6	-50.1	0.977	-39.6	4.6	-53.4	0.457	-0.520	-	-	-
	2.0kHz	-32.2	-47.5	1.778	-39.6	4.6	-51.4	0.724	-1.054	-	-	-
	3.4kHz	-31.0	-43.9	4.074	-39.6	4.6	-46.9	2.042	-2.032	-	-	-
	0.3kHz	-33.1	-47.9	1.622	-41.1	6.1	-49.1	1.230	-0.392	-	-	-
7dB	1.0kHz	-32.5	-46.3	2.344	-39.5	4.5	-48.3	1.479	-0.865	-	-	-
	2.0kHz	-30.7	-43.7	4.266	-39.2	4.2	-44.6	3.467	-0.798	-	-	-
	3.4kHz	-28.5	-41.0	7.943	-39.3	4.3	-41.3	7.413	-0.530	-	-	-

(주) 리턴로스 산출과정에서 y가 음(-)값이 되는 경우에는 Y.L.RL의 칸에 (-)를 기입한 것임.

전기통신기자재 시험방법연구  
스 피 커 수 신 중

No.2 (리턴로스 산출표)

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
- - -	0.3kHz	-30.8	-47.7	1.698	-41.2	6.2	-43.6	4.365	2.667	-45.7	-39.5	4.5
	1.0kHz	-31.5	-58.3	0.148	-39.6	4.6	-	-	-	-	-	-

보 류 중

No.3 (리턴로스 산출표)

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
- - -	0.3kHz	-38.8	-47.7	1.698	-41.2	6.2	-42.3	5.888	4.190	-43.8	-37.6	2.6
	1.0kHz	-31.5	-58.3	0.148	-39.6	4.6	-45.9	-	-	-	-	-

## 통 화 중 ( 정 전 용 전 화 기 )

No.4 (리턴로스 산출표)

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
- - -	0.3kHz	-30.8	-47.7	1.698	-41.2	6.2	-43.6	4.786	3.088	-45.1	-38.9	3.9
	1.0kHz	-31.5	-58.3	0.148	-39.6	4.6	-49.5	-	-	-	-	-

## 삼 자 통 화 중

No.5 (리턴로스 산출표)

Line Loss	Freq.	P dBm	A dBm	a mW	C dBm	X dB	B dBm	b mW	y mW	Y dBm	L dBm	RL dB
		[OSC]	[LM1]	10	[LM1]	-35-C	[LM1]	10	b - a	10log y	X + Y	-35-L
- - -	0.3kHz	-30.8	-47.7	1.698	-41.2	6.2	-44.0	3.981	2.283	-46.4	-40.2	5.2
	1.0kHz	-31.5	-58.3	0.148	-39.6	4.6	-50.3	-	-	-	-	-

## 5. 미국의 규정 및 측정방법

## 가. 규정

CFR Part 68.308(b)(6)에는 이용자 통신설비(CPE)와 공중교환전화망(PSTN)간의 상호 접속점에서 임피던스 부정합으로 인한 전화망의 위해(Harm) 요소인 명음등의 발생방지를 위해 여러가지 안정도 파라미터를 규정하고 있다. 이 안정도 파라미터에는 2선 반사손실(2-wire return loss) 및 4선 반사손실(4-wire return loss)이 규정되어 있으며, 그 외에도 송신 기능이 있는 PBX와 같이 4선 접속점에서 송신 포트에서 수신 포트로의 신호누설에 관한 규정인 transducer loss가 포함되어 있다. 이 안정도 파라미터는 국간 중계선의 2선 인터페이스, 4선 무손실 인터페이스, 4선 회로의 종단장치 등의 인터페이스에 접속되는 등록단말장치와 등록보호회로에 적용되며, 규정을 살펴보면 다음과 같다.

## (1) 2선 인터페이스

2선 인터페이스는 손실이 없는 2선 전송선로를 가진 인터페이스와 단말장치의 2선 또는 4선 전송 기준점 간의 인터페이스를 말하며, 여기에 접속되는 단말장치와 등록보호회로는 다음의 2선 반사손실 기준을 만족하여야 한다.

$$RL \geq \begin{cases} 9 - 3 \frac{\log(f/100)}{\log 2.5} & (dB) ; 200 \leq f \leq 500Hz \\ 6 & (dB) ; 500 \leq f \leq 3200Hz \end{cases}$$

여기서 RL은 2선 인터페이스에서 단말장치 쪽으로 들여다본 등가임피던스인  $Z_{PBX}$ 와 공중전화망을 등가한 기준임피던스  $Z_{ref} (= 600\Omega + j1.16\mu F)$ 와의 임피던스 부정합에 의해 발생하는 반사손실로서 다음과 같이 정의된다.

$$RL = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{PBX} + Z_{ref}}{Z_{PBX} - Z_{ref}} \right|$$

## (2) 4선 무손실 인터페이스

4선 무손실 인터페이스는 손실이 없는 4선 경로와 단말장치의 2선 또는 4선 기준점 간의 인터페이스를 말한다. 여기에 접속되는 4선 단말장치 또는 등록보호회로는 4선 선로의 수신단에서 송신단 혹은 수신단으로 신호누설에 관한 규정인 transducer loss가 적용되며, 600ohm 기준 임피던스에 대한 수신포트 및 반사손실이 적용된다. 이 인터페이스에 대해 적용되는 각 파라미터에 대한 기준치는 다음과 같다.



$$tl_f \geq \begin{cases} 10 - 4 \frac{\log(f/200)}{\log 2.5} & (dB) : 200 \leq f \leq 500Hz \\ 6 & (dB) : 500 \leq f \leq 3200Hz \end{cases}$$

$$tl_r \geq 40 \text{ dB}$$

$$RL_i, RL_o \geq 3 \text{ dB}$$

여기서,  $tl_f$ 는 PBX의 수신포트에서 송신포트를 누설되는 순방향(forward transducer loss를 의미하며

$$tl_f = 20 \log_{10} \left| \frac{I_i}{I_r} \right|$$

로 표현된다.  $I_i$ 는 수신포트로 전송된 신호전류이고,  $I_r$ 는  $600\Omega$ 으로 종단된 송신포트로 누설된 신호전류이다. 또한  $tl_r$ 은 PBX의 송신포트에서 수신포트로 누설되는 역방향(reverse) transducer loss를 의미하며

$$tl_r = 20 \log_{10} \left| \frac{I_i}{I_r} \right|$$

로 표현된다.  $I_i$ 는 송신포트로 전송된 신호전류이고,  $I_r$ 은  $600\Omega$ 으로 종단된 수신포트로 누설된 신호전류이다.

$RL_i$ 는  $600\Omega$  기준임피던스에 대한 단말장치의 입력포트에서의 반사손실을 나타내고,  $RL_o$ 는 출력포트에 대한 반사손실을 나타내며 다음식으로 각각 표현된다.

$$RL_o = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{PBX}(output) + Z_{ref}}{Z_{PBX}(output) - Z_{ref}} \right|$$

$$RL_i = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{PBX}(input) + Z_{ref}}{Z_{PBX}(input) - Z_{ref}} \right|$$

### (3) 4선 종단장치 인터페이스(Four-wire Conventional Terminating Set Interface)

4선 CTS는 2선-4선 또는 4선-2선 변환장치를 말하며, 이 인터페이스에서는 CTS 내의 수신단으로 전송되어 온 신호의 일부가 2선 회로로 전송되지 않고 CTS의 송신단으로 누설되는 양에 관한 기준인 Forward transducer loss  $tl_f$ 와 그 반대의 경우인 Reverse transducer loss  $tl_r$ 이 규정되어 있으며, 4선 무손실 인터페이스와 같이  $RL_i$  및  $RL_o$ 도 규정하고 있다.

이 인터페이스에서 규정하고 있는 각 파라미터에 대한 규정은 다음과 같다

$$tl_f, tl_r \geq \begin{cases} 18 - 4 \frac{\log(f/200)}{\log 2.5} & (dB) ; 200 \leq f \leq 500Hz \\ 14 & (dB) ; 500 \leq f \leq 3200Hz \end{cases}$$

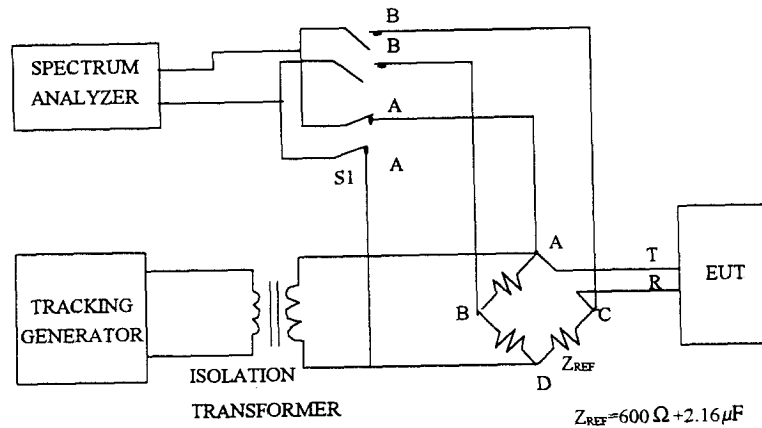
$$RL_i, RL_o \geq 3 dB$$

## 나. 측정방법

### (1) 2선 반사손실

#### (가) 측정회로

2선 임피던스 표준장치인  $600\Omega$ ,  $2.16\mu F$ 을 기준으로 하여 EUT의 여러 인터페이스 포트의 임피던스 정합 정도인 반사손실은 EUT(Equipment Under Test)를 off-hook, idle상태에서 측정하며, 측정회로는 (그림3-12)와 같이 구성한다.



(그림 3 -12) 2선 반사손실 측정회로

#### (나) 측정방법

- ① 측정하고자 하는 단말장치를 측정회로에 연결한다.
- ② 트래킹 발생기를  $0.5rms(0.6dBV)$  또는 그 이상으로 하고, 주파수를  $200Hz \sim 3200Hz$  대역에서 최소로 변화를 주면서 발생시킨다.  
S1스위치를 A에 놓고 A와 D점 사이의 레벨을 스펙트럼아날라이저로 측정한다. 이때의 측정값을 기준값으로 한다.
- ③ 트래킹 발생기의 레벨을 고정한채 B점과 C점 사이의 레벨을 ②와

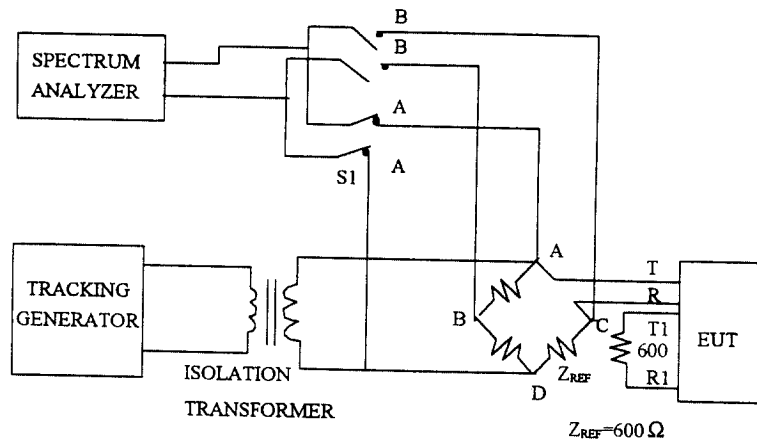
같은 방법으로 측정한다.

④ ②에서 측정한 값과 ③에서 측정한 값의 차이가 임의의 주어진 주파수에서의 반사손실(Return loss)이고, 이 값은 (+)값이 된다.

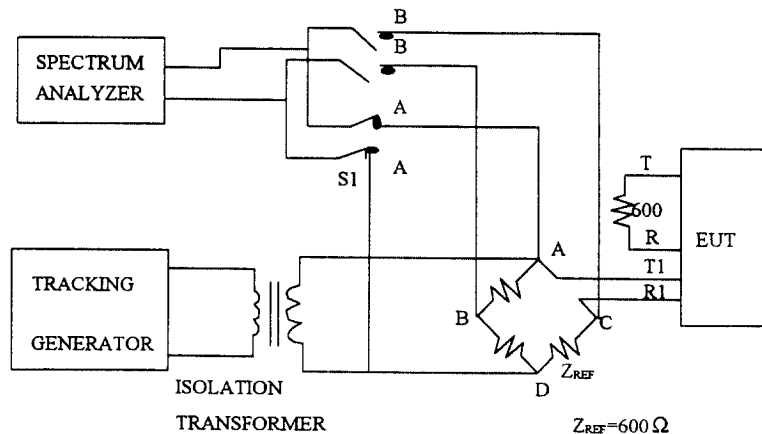
(2) 4선 반사손실

(가) 측정 회로

신호올림은 장비상호간의 간섭을 일으키게 되므로 EUT의 정확한 귀환 손실은 안정도의 향상을 가져 온다. 따라서 여러 통신망의 입 출력 인터페이스에서 적절한 임피던스를 기준으로 하여 (그림 3-13) 및 (그림 3-14)의 측정회로로 기준임피던스는  $600\Omega$ , 측정 단말장치의 상태는 off-hook idle state로 하여 측정한다.



(그림 3-13) 4선 반사손실 측정회로 (T and R)



(그림 3-14) 4선 반사손실 측정회로(T1 and R1)

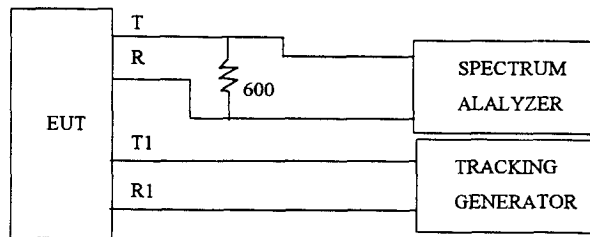
(나) 측정 방법

- ① 측정하고자 하는 단말장치를 측정회로에 연결한다.
- ② 트래킹 발생기의 전압을  $0.5V_{rms}(0.6dBV)$  또는 그 이상으로 하여 주파수를  $200Hz \sim 3200Hz$  대역에서 최소로 변화를 주면서 S1 스위치를 A로 하여 A와 D점 사이의 dBV레벨을 스펙트럼분석기로 측정하며, 이때 측정한 값을 기준값으로 한다.
- ③ 트래킹발생기의 레벨을 고정한채, B점과 C점 사이의 레벨을 ②와 같은 방법으로 측정한다.
- ④ ②에서 측정한 값과 ③에서 측정한 값의 차이가 단말장치의 측정 주파수에서의 반사손실  $RL_i$ 이다.
- ⑤  $RL_0$  측정을 위해 (그림 3-14)와 같이 측정회로를 연결한다.
- ⑥ 단계 ③에서 ④까지 반복하여  $RL_0$ 를 측정한다.

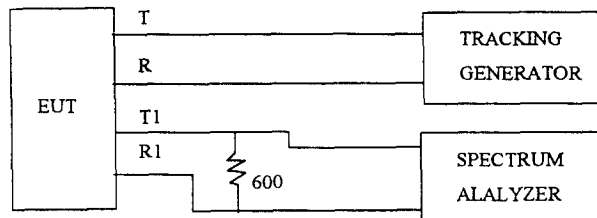
(3) 4선 transducer loss

(가) 측정 회로

4선 인터페이스의 수신포트에서 송신포트로의 누설(순방향 transducer loss) 및 송신 포트에서 수신 포트로의 누설(역방향 transducer loss)를 측정하기 위해 (그림 3-15) 및 (그림 3-16)과 같이 측정회로를 구성한다. 측정되는 EUT의 상태는 off-hook, idle state로 한다.



(그림 3 -15) Transducer loss 순방향



(그림 3 -16) Transducer loss 역방향

(나) 측정방법

- ① Tracking Generator의 출력레벨을  $600\Omega$ 의 부하가 걸린상태에서 주파수  $1004\text{Hz}$ 에서  $10\text{dBV}$ 로 조정하고 스펙트럼분석기를 주파수  $200\text{Hz}$ 에서  $3200\text{Hz}$ 까지 Sweep하여  $\text{dBV}$  레벨을 측정하며, 이때 측정된 값을 기준값으로 한다.
- ② EUT를 (그림 3-15)의 측정회로에 연결한다.
- ③ Tracking Generator의 레벨을 고정하고, 스펙트럼 분석기로 ①의 주파수대역에서 Sweep하여  $\text{dBV}$ 로 레벨을 측정한다.
- ④ ①에서 측정된 기준값과 ③에서 측정한 레벨값과의 차가 임의의 주파수에서 EUT포트의 순방향 Transducer loss이다.
- ⑤ (그림 3-16)에 EUT를 연결한다.
- ⑥ 단계③에서 ④를 반복한다. 이때 측정값된 값이 역방향 Transducer loss가 된다.

6. 국내의 규정 및 측정방법

가. 기술기준

우리나라에서는 정통부령 "전기통신설비의기술기준에관한규칙" 제6장 단말장치 제44조 명음의 발생금지에서 "단말장치는 사업자 통신설비와의 사이에서 명음의 발생방지를 위하여 입력신호에 대한 출력신호의 반사감쇄량이 2데시벨이상 이어야 한다" 라고 규정하고 있으며, 이 반사손실 기술기준은 ITU-T(구 CCITT) 권고를 근거로 하고 있다.

나. 측정방법

명음발생금지의 측정은 2선식 아날로그 단말장치와 공중전기통신설비와의 사이에서 전기적 및 음향적 결합에 의하여 발생하는 발진현상으로 인해 통신회로에 과도한 전류가 야기되어 다른 이용자의 통신에 악 영향을 끼치거나 통신설비에 손상 및 장애를 유발시키지 않도록 하는 명음의 감쇄기능을 확인하기 위함이다.

우리나라의 명음발생금지의 측정방법은 단말장치의 측정상태를 제외하고 일본의 측정방법과 동일하다.

전기통신기자재 시험방법연구

7. 각국의 반사손실 측정방법 비교·분석

본장에서는 명음발생의 개요, 명음의 전기적특성과 국제표준 및 미국·일본의 규정 및 측정방법을 살펴보았으며, 국제표준, 일본, 미국 및 우리나라의 규정을 비교·정리 하면 (표3-1)과 같다.

(표3-1) 각국의 반사손실 비교

	기준항목 및 기준치	특 기 사 항
ITU-T (구 CCITT)	(안정도 손실) - 전송손실과 평형반사손실로서 $(4+n)$ dB 이상, 2dB 이상 ( $n$ 은 국내회선에서 4선 회선수)	- 안정도 손실규정의 만족을 위해 HYB의 전송손실(수신→송신) 규정 및 평형반사손실의 세부규정을 두고 있음. - 안정도 손실의 측정은 국제센터에서 측정을 하며, 측정신호원으로는 주파수가중 잡음신호원을 사용함. - 측정된 전송손실의 표준편차는 1dB 이내이어야 함.
일 본	반사손실 - 0.3~3.4kHz 에서 2dB 이상	- CCITT의 기준을 근거로 하고 있음. - 의사선로 및 전류공급회로를 이용하여 단말기의 동작상태(통화중, 보류중, 메시지송출중등)에서 측정
미 국	(2선 인터페이스) 반사손실 - 본문 참조	- 전화망의 등가임피던스 $Z_{ref}$ ( $600\Omega + 2.1\mu F$ )와 단말의 임피던스 불평형에 의한 손실 - 송수신 기능을 보유하고 있는 단말에 적용
	(4선 무손실 인터페이스) - $RL_i$ , $RL_o$ : 본문참조 - $tlf$ , $tlr$ : 본문참조	- 4선 전송장치와 이에 접속되는 단말장치에 적용 ( $RL_i$ , $RL_o$ 규정 : $Z_{ref} = 600\Omega$ ) - 4선 단말장치의 입출력포트간의 누설 규정인 transducer 손실규정이 포함됨
	(4선 종단장치) - $RL_i$ , $RL_o$ : 본문참조 - $tlf$ , $tlr$ : 본문참조	- 2선-4선 종단장치에 접속되는 2선 단말장치에 적용 - 종단장치의 송·수신단간의 누설규정인 transducer 손실규정이 포함됨
우리나라	반사손실 - 2dB 이상	- CCITT의 기준을 근거로 하고 있음 - 단말기의 측정상태는 Off-hook시

### 전기통신기자재 시험방법연구

우리나라에서는 반사손실 측정시 off-hook상태에서 측정하지만, 명음의 발생개요에서 살펴보았듯이 명음은 단말장치의 동작상태 즉 통화중, 보류중등에 따라서 달라지므로 국내의 반사손실 측정시 일본과 같이 단말장치의 모든 동작상태에서 고려되어야 할 것으로 생각되며, 정리하면 (표3-2)와 같다.

(표3-2) 시험방법 개선안

	현행	의견
○ 측정방법	○ 단말기 측정상태 : off-hook시	○ 단말기측정상태 : 단말기의 모든 동작상태 (ex:통화중,보류중,메세지 송출등)

## 제4장 직류회로의 전기적 조건등

### 1. 개요

단말장치의 이용자가 통신목적이외에 직류회로를 폐쇄하면 단말장치가 통신회선을 계속하여 점유한 상태가 되어 교환설비에 과도한 부하를 주게되고 통신중에 직류회로가 개방되면 접속된 회로가 절단되어 통신이 도중에 중단되는 사례가 발생하게 된다.

따라서 직류회로의 전기적조건은 교환설비에 과전류 유입 방지 및 다이얼 임펄스파형의 변형을 방지하고, 단말장치가 안정된 호출신호를 수신할 수 있도록 한 규정으로서 세계 각국은 이 현상을 방지하기 위하여 자국의 실정에 맞도록 규정하고 있으며, 규제현황과 측정방법을 살펴보면 다음과 같다.

### 2. 일본의 현황

#### 가. 규정

전기통신사업자의 교환설비의 제어에 있어서, 아날로그 전화단말의 직류회로가 구비하여야 할 전기적 조건등을 규정한 것으로서 대기중, 통화중, 보류중, 신호확인중 및 통신중인 모든 단말장치의 상태에서 지켜져야 하며, 기술기준은 우정성령 "단말설비등 규칙" 제12조에 규정되어 있으며, 다음과 같다.

#### 제12조(직류회로의 전기적 조건)

1. 직류회로를 폐로한때의 아날로그 전화단말의 직류회로의 전기적 조건은 다음을 만족하여야 한다.

- ① 직류회로의 직류저항값은 선택신호 송출시를 제외하고, 20mA이상 120mA이하의 전류로 측정한 값이  $50\Omega$  이상  $300\Omega$  이하로 될것.

단, 직류회로의 직류저항값과 제1종 전기통신사업자의 교환설비에서 단말설비까지 선로의 직류저항값의 합이  $50\Omega$  이상  $1700\Omega$  이하인 경우는 예외이다.

- ② 푸시버튼 다이얼신호 송출시에 있어서 직류회로의 직류저항값은 20mA이상 120mA이하의 직류로 측정한 값이  $50\Omega$  이상  $550\Omega$  이하로 될것. 단, 직류회로의 직류저항값과 제1종 전기통신사업자의 교환설비에서 단말설비까지 선로 직류저항값의 합이  $50\Omega$  이상  $1950\Omega$  이하인 경우는 예외이다.



## 전기통신기자재 시험방법연구

- ③ 선택신호송출시에 있어서 직류회로의 정전용량은  $3\mu\text{F}$  이하일 것.
2. 직류회로를 개방했을 때 아날로그전화단말의 직류회로의 전기적조건은 다음을 만족하여야 한다.
- ① 직류회로의 직류저항값은  $1\text{M}\Omega$  이상일 것.
- ② 직류회로와 대지사이의 절연저항은 직류 250V 전압에서 측정한 값이  $1\text{M}\Omega$  이상일 것.
- ③ 호출신호 수신시에 직류회로의 정전용량은  $3\mu\text{F}$  이하이며, 임피던스는 75V, 16Hz 교류에 대하여  $2\text{k}\Omega$  이상일 것.
3. 아날로그전화단말은 직류회로에 대하여 직류전압을 가하는 것이어서는 안될 것.

제1항제1호는 교환설비의 동작개시를 제어하기 위함이며, 아날로그전화단말의 직류회로를 닫은 상태에서 그의 직류저항 값은 극성에 관계없이  $20\text{mA}$  이상  $120\text{mA}$  이하에서 측정하여  $50\Omega$  이상  $300\Omega$  이하의 범위내에 속하도록 규정한 것이다.

하한의  $50\Omega$ 은 교환설비에 과대한 전류가 흐르는 것을 방지할 목적으로 설정된 값이며 상한  $300\Omega$ 은 선로의 저항조건에 관계없이 교환설비가 정상적으로 동작을 개시하는 경우 미리 아날로그전화 단말측에 허용되는 직류 저항치의 상한으로 된다. 단서의 조항은 아날로그전화 단말에 대한 제약을 적게하기 위하여 직류회로의 직류저항값이  $300\Omega$ 을 초과해도 선로의 직류저항값과 아날로그전화단말의 직류저항값을 합하여 교환설비를 정상적으로 작동하는 범위내(즉,  $1700\Omega$ )에 있다면 예외적으로 이것을 인정하기로 한 것이다. 따라서, 단말기기 기술기준의 적합인정에 있어서는, 직류회로를 폐로했을 때 직류저항이  $300\Omega$ 을 초과하는 기기에 대하여는 설치장소에 따라서 기술기준에 적합하지 않는 경우가 생기기 때문에 조건을 붙여서 인정하도록 하고 있다.

또한, 인정기기중 망제어장치, 자동다이얼장치와 같이 타 설정기기와 조합해서 사용하는 기기가 있다. 후위의 기기를 조합한 경우의 단말설비에서는 직류회로의 직류저항값이 변하는 기기는 접속하는 단자를 단락시킬 때의 직류 저항값이  $150\Omega$ 을 초과하는 때에는 조건을 부과하여 인정하는 것으로 하고 있다.

또한 선로와 아날로그전화단말을 포함하는 최악의 직류저항조건은  $1700\Omega$ 으로 하고 있지만, 교환설비의 종류에 따라서는 그의 값이 다르기 때문에 우정성 고시

## 전기통신기자재 시험방법연구

제230호에 예외규정을 별도로 고시하고 있다.

제1항제2호는 푸시버튼다이얼신호 송출시에 한정 한 직류저항값의 규정으로 교환설비의 푸시버튼다이얼신호의 수신조건을 고려하여 제1호와 달리  $50 \sim 550 \Omega$ 으로 규정하고 있다.

제1항제3호는 선택신호의 변형을 규제하기 위하여 규정한 것으로 하나의 단말회선에 여러 단말기기가 접속되면, 합성 정전용량이 증가하게 되기 때문에 정전용량을  $3 \mu F$ 이하로 규정하고 있으며, 푸시버튼 다이얼신호를 송출하는 기기의 경우는 측정할 필요가 없다.

제2항제1호는 아날로그전화단말의 직류회로의 저항값이 극성에 관계없이  $1 M\Omega$ 이상으로 되어야 함을 규정한 것으로 호출신호에 대한 표시 및 발착 충돌방지 등의 목적으로 전기통신회선을 감시하는 경우에도 이 규정을 만족해야 한다.

제2항제2호는 교환설비의 절단동작에 장애를 주는 것을 방지하고, 또한 교환설비의 전력소비량을 제한하는 목적에서 아날로그전화단말의 직류회로와 대지간의 절연저항을 규정한 것이다.

제2항제3호는 아날로그전화단말이 전기통신회선에 호출신호 수신중의 임피던스에 대하여 교환설비의 동작에 지장을 주지 않도록 규정한 것이다.

제3항은 전기통신회선설비에 대하여 직류전압을 가하면 교환기가 복구하는등 오동작의 원인이 되고, 경우에 따라서는 전기통신회선설비를 손상시키는 것이 되기 때문에 직류전압을 가하지 않는 것을 규정하고 있다. 또한 아날로그전화 단말의 전원회로에서 누화되는 전류로 인한 미소 직류전압을 모두 방지할 수 없기 때문에  $1 M\Omega$ 이상에서 전원회로와 분리되어 있으면 직류전압을 가하지 않는 것으로 한다.

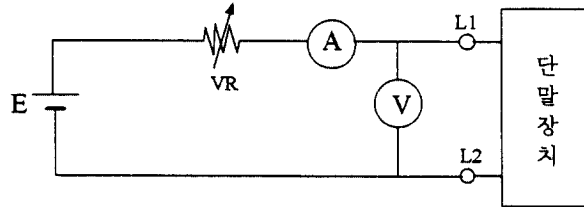
### 나. 측정방법

#### (1) 직류회로를 때로한 경우 (제1항제1호와 제2호)

- ① 측정기틀 접속하여 측정회로를(그림 4-1)와 같이 구성한다.
- ② VR(가변저항)에서 전류를  $20mA$ 에서  $120mA$ 까지 가변시키고, 그때의 전류값, 전압값을 읽는다.
- ③ 직류전원의 극성을 변화시켜 ②의 항목을 측정한다.
- ④ 다음식에 의하여 직류저항값을 계산한다.

전기통신기자재 시험방법연구

$$R = \frac{V}{A} (\Omega)$$



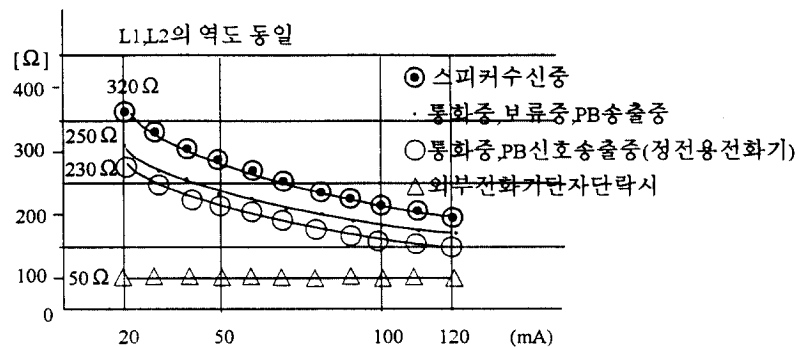
(그림 4-1) 측 정 회 로

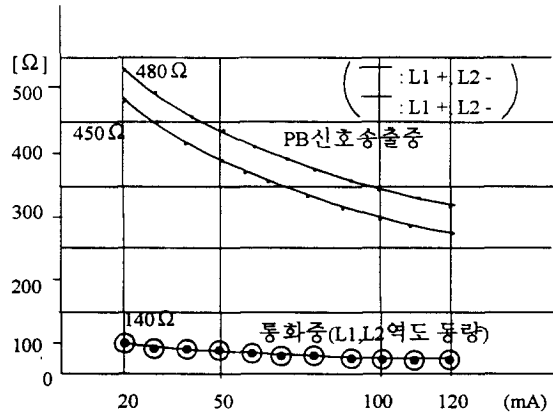
⑤ 전화기의 측정값의 예를 살펴보면 다음과 같다.

< 측 정 치 >

조 건	저 항 치	(Ω)	
		L <sub>1</sub> : ⊕, L <sub>2</sub> : ⊖	L <sub>1</sub> : ⊕, L <sub>2</sub> : ⊖
통 화 중		250	249
보 류 중		320	320
P B 신호 송출 중		250	250
스 피 커 수 신 중		250	250
통화중(정전용전화기)		230	230
PB신호송출(정전용전화기)		230	230
외부전화기 단자 단락시		50	50

< 직류저항의 측정그래프 >

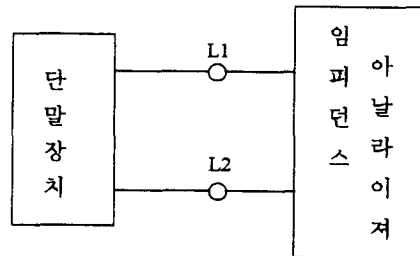




(2) 선택신호 송출시의 직류회로의 정전용량

(가) 전용측정기를 사용하는 경우

- ① 측정기를 접속하여, 측정회로를(그림 4-2)와 같이 구성한다.



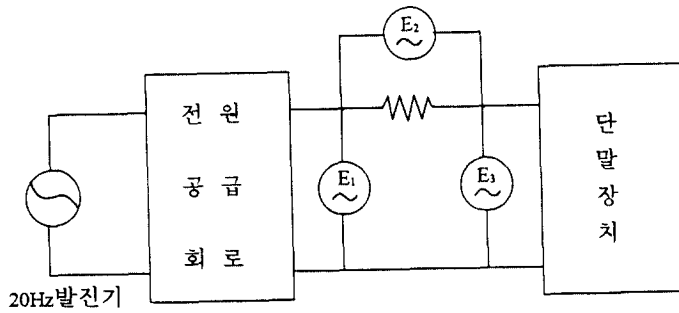
(그림 4-2) 측 정 회 로

- ② 임피던스아날라이저에서 20Hz를 송출한다.
- ③ 단말설비를 다이얼펄스 송출 상태로 하여, 메이커시 및 브레이크시에 대하여 정전용량을 임피던스아날라이저에서 직접 읽는다.

(나) 범용 측정기를 사용한 경우

1) 교류전압계를 이용한 경우

- ① 측정기를 접속하여 측정회로를 (그림 4-3)과 같이 구성한다.



(그림 4-3) 측 정 회 로

- ② 20Hz(DP송출회로)를 OSC에서 출력한다.  
(단, 신청기에서 송출되는 다이얼펄스가 10PPS인 경우는 측정 주파수를 10Hz로 한다)
- ③ 다이얼펄스 송출상태에서, 메이크시 및 브레이크시에 대하여 각각  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ 를 읽는다.
- ④ 다음식에 의하여 정전용량을 계산한다.

$$\frac{E_2}{R} = \frac{E_3}{Z}$$

$$\therefore Z = \frac{R \cdot E_3}{E_2}$$

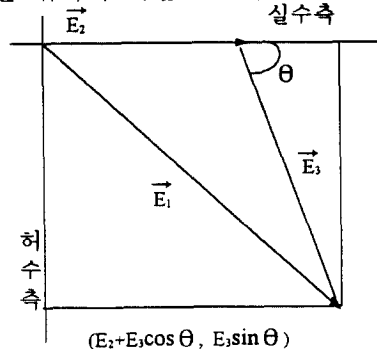
따라서,

$$E_1^2 = (E_2 + E_3 \cos \theta)^2 + (E_3 \sin \theta)^2$$

$$\therefore \cos \theta = \frac{E_1^2 - E_2^2 - E_3^2}{2 E_2 E_3}$$

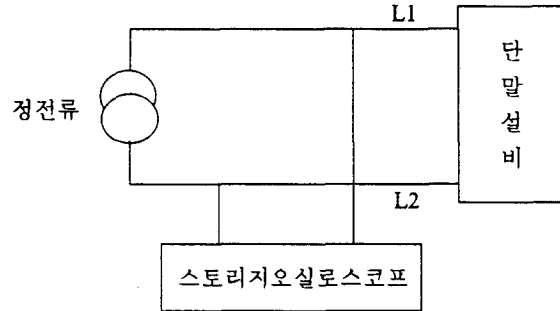
$$C = \frac{1}{\omega Z \sin \theta} = \frac{1}{\omega Z \sqrt{1 - \cos^2 \theta}}$$

Z와  $\cos \theta$ 를 위식에 대입하여 정전용량 C를 계산한다.



2) 오실로스코프를 이용한 경우

- ① 측정기를 연결하고(그림 4-4)와 같이 측정회로를 구성한다.

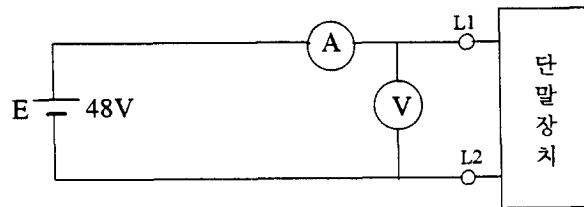


(그림 4-4) 측 정 회 로

- ② (가)와 같이 측정한다.

(3) 직류회로 개로시 직류저항

- ① 측정기를 연결하고 측정회로를(그림 4-5)와 같이 구성한다.



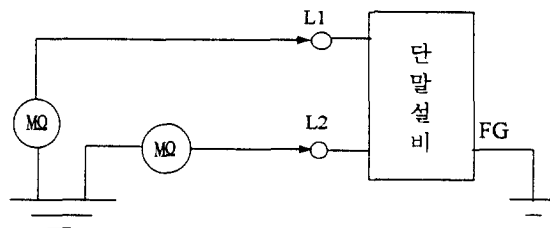
(그림 4-5) 측 정 회 로

- ② 직류전원의 전압을 회로전압과 같거나 그 이상(일반적으로 48V)으로 한다.
- ③ 전압계, 전류계의 측정값을 읽는다.
- ④ 전류와 전압의 측정값에서 다음식에 따라 직류저항값 R을 구한다.

$$R = \frac{V}{A} (\Omega)$$

(4) 직류회로와 대지간의 절연저항

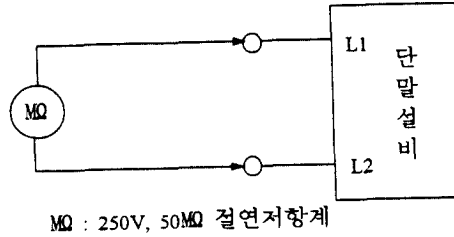
- ① 측정기를 연결하고 측정회로를(그림 4-6)과 같이 구성한다.



(그림 4-6) 측 정 회 로

전기통신기자재 시험방법연구

- ② 절연저항계로 대지와 L1, L2 사이의 절연저항을 측정한다.
- ③ L1, L2간에 충분한 내압을 가진 경우는(그림 4-7)의 측정회로도도 가능하다.

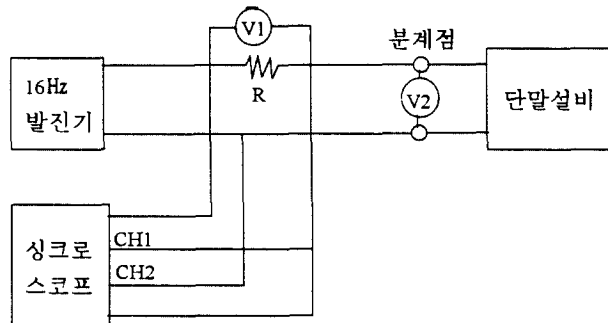


(그림 4-7) 측 정 회 로

(4) 호출신호 수신시의 직류회로의 정전용량

(가) 측정방법 1

- ① 측정기를 연결하고, 측정회로를 (그림 4-8)과 같이 구성한다.



(그림 4-8) 측 정 회 로

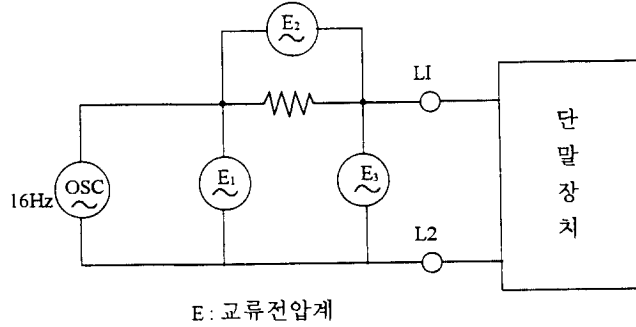
- ② 16Hz 발진기에서 출력전압을 조정하여 V2의 전압을 75V로 한다.
- ③ 그때의 V1을 측정함과 동시에 CH1과 CH2의 위상차  $\theta$ 를 측정한다.
- ④ 다음식에 의하여 임피던스와 정전용량을 계산한다.

$$\text{Impedence}(Z) = \frac{V_2 \times R}{V_1} [\Omega]$$

$$C = \frac{1}{Z \times 2\pi \times 16 \times \sin \theta} (\mu F) \quad (C: \text{정전용량})$$

(나) 측정방법 2

① 측정기를 접속하고 (그림 4-9)와 같이 측정회로를 구성한다.



(그림 4-9) 측 정 회 로

②  $E_3$  의 전압을 75V가 되게 OSC에서 출력한다.

③ 그때의  $E_1$  ,  $E_2$  를 읽는다.

④ 다음식에 의하여 임피던스와 정전용량을 계산한다.

$$\frac{E_2}{R} = \frac{E_3}{Z}$$

$$\therefore Z = \frac{R \cdot E_3}{E_2}$$

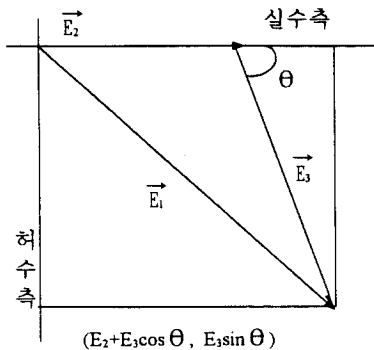
따라서,

$$E_1^2 = (E_2 + E_3 \cos \theta)^2 + (E_3 \sin \theta)^2$$

$$\therefore \cos \theta = \frac{E_1^2 - E_2^2 - E_3^2}{2 E_2 E_3}$$

$$C = \frac{1}{\omega Z \sin \theta} = \frac{1}{\omega Z \sqrt{1 - \cos^2 \theta}}$$

Z와  $\cos \theta$  를 위식에 대입하여 정전용량 C를 계산한다.





(5) 직류전압의 인가방지

직류전압의 인가를 방지하는 회로를 구비하였는가를 시험하며, 또한 아날로그전화 단말의 전원회로에서 누설되는 전류에 따른 미소 직류전압 유입을 방지할 수 없기 때문에,  $1\text{M}\Omega$  이상으로 전원회로와 분리된다면 직류 전압을 가하지 않는 것으로 한다. 단, 국전원으로 동작하는 기기는 해당되지 않는다.

3. 미국의 현황

가. 규정

미국에서는 위해에 대한 전화망의 보호 측면에서 On-hook시 단말장비와 전화망과 원할한 분리, 호(a11) 시도시 전화망이 미리 분리되어 가입자가 계속 호시도를 하게되어 전화망을 불필요하게 점유하게 되는 것을 막기 위하여 직류저항을 규제하고 있으며, 그 기술기준은 FCC Part 68.312 On-hook 임피던스 제한에 규정되어 있다. "On-hook 임피던스 제한(FCC Part 68.312)"

(1) 루프스타트 전화설비의 운용을 위해 설계된 개별기기에 대한 제한

- ① 팁과링도체간, 팁 및 링도체의 각각과 접지어스간의 직류저항은 전압  $100\text{V}$  이하의 임의의 직류전압에서  $5\text{M}\Omega$ 를 초과하여야 한다.
- ② 팁과링도체간, 팁 및 링도체의 각각과 접지어스간의 직류저항은 전압  $100\sim 200\text{V}$ 의 직류전압에서  $30\text{k}\Omega$ 을 초과하여야 한다.
- ③ 의사호출신호를 가하는 동안 전체직류전류는  $3.0\text{mA}$  이하이어야 한다.
- ④ 의사호출신호를 가하는 동안 팁-링도체간의 임피던스는 [표 4 -1]의 규정치를 초과하고  $40\text{k}\Omega$  미만이어야 한다.
- ⑤ 의사호출신호를 가할때 팁과접지간, 링과 접지간의 임피던스는  $100\text{k}\Omega$ 을 초과하여야 한다.

(2) 접지스타트 전화설비의 운용을 위해 설계된 개별기기에 대한 제한

- ① [표 4-1]의 의사호출신호를 가할때 팁과링도체에 흐르는 전체직류전류는  $3\text{mA}$  이하여야 한다.
- ② [표 4-1]의 의사호출신호를 가할때 팁과 링도체간의 교류임피던스와 링도체에서 접지까지의 교류임피던스가 병렬접속된 임피던스는 [표 4 -1]

전기통신기자재 시험방법연구

[표 4-1] 팁-링도체간의 임피던스 규격

링잉형식	양립링잉주파수범위 (Hz)	시뮬레이트된전압 56.5Vdc	임피던스 제한( $\Omega$ )
A...	20 $\pm$ 3.....	40-130Vrms.....	1400
	30 $\pm$ 3.....	40-130Vrms.....	1000
B...	15.3-68.0.....	40-130Vrms.....	1600
C...	15.3-17.4.....	54-120Vrms.....	1600
D...	19.3-20.71(주파수선택)	54-120Vrms.....	1600
E...	24.3-25.7.....	54-120Vrms.....	1600
F...	29.3-30.71(주파수선택)	54-120Vrms.....	1600
G...	32.6-34.0.....	54-130Vrms.....	1600
H...	39.2-40.9.....	62-130Vrms.....	1600
J...	41.0-43.0.....	62-130Vrms.....	1600
K...	49.0-51.0.....	62-140Vrms.....	1600
L...	52.9-55.1.....	62-140Vrms.....	1600
M...	58.8-61.2.....	68-150Vrms.....	1600
N...	65.4-68.0.....	68-150Vrms.....	1600
P...	15.3-34.0.....	54-130Vrms.....	1600
Q...	20 $\pm$ 3.....	40-130Vrms.....	1400

의 값을 초과하고 40k $\Omega$ 미만이어야 한다.

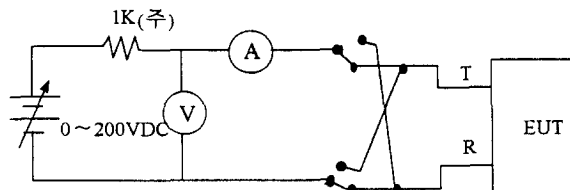
나. 측정방법

(1) 팁과링, 팁 및 링 각각과 접지간의 직류저항

(가) 측정회로

선로의 절연결합을 파악하기 위함으로 측정회로 팁과링간의 직류저항 측정회로 (그림 4-10)와 팁과 링 각각과 접지사이의 직류저항 측정회로 (그림 4-11)로 구성된다.

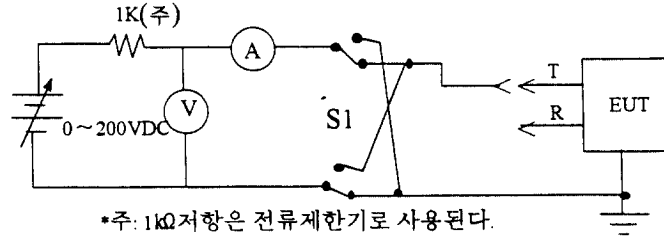
측정시 단말장치의 상태는 idle 혹은 on-hook 상태로 하며 EUT가 외부전원을 필요로 하면 전력이 공급되지 않은 상태와 공급된 상태에서 시험하여야 한다.



\*주: 1k $\Omega$ 저항은 전류제한기로 사용된다.

(그림 4 -10) 팁과 링사이의 직류저항

## 전기통신기자재 시험방법연구



(그림 4 -11) 팁과 접지, 링과 접지사이의 직류저항

### (나) 측정방법

- ① (그림4-10)의 측정 회로에 EUT(Equipment Under Test)를 연결한다.
  - ② 전압을 10Vdc로하고 회로를 안정되게 한다.
  - ③ 직류전압과 전류를 측정한다.
  - ④ ③에서 얻어진 값으로 직류저항을 계산한다.
  - ⑤ 전압이 20, 50, 100, 200Vdc일때 ③과 ④단계를 반복하고 각 전압 레벨에서 회로를 안정되게 한다.
  - ⑥ 시험회로의 극성을 바꾸고 ② ~ ⑤단계를 반복한다.
  - ⑦ (그림 4-11)의 측정 회로에 EUT를 연결한다.
  - ⑧ EUT의 팁과 접지선을 연결하고 ② ~ ⑥단계를 반복한다.
  - ⑨ EUT의 링과 접지선을 연결하고 ② ~ ⑥단계를 반복한다.
- \* 주 : 1. 모든 측정장비의 내부저항을 고려하여야 한다.

2. 직류전류측정에 영향을 끼치는 전자기적 간섭을 막기 위하여 주의하여야 한다.

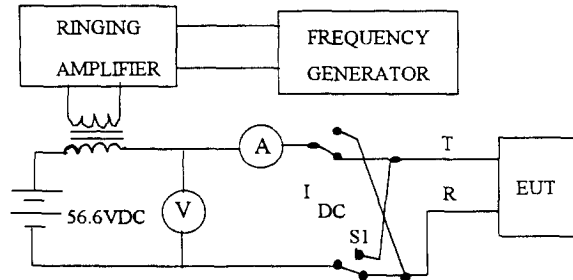
### (2) Ringing 동안의 직류전류

#### (가) 측정회로

Ringtrip 장치가 전화국 교환설비에서 너무 빨리 절단되는 경우 즉 Pretrip이 일어나는 경우 가입자는 Ringback을 받지 못하고 Call이 끝나지 않는 것으로 생각하여 계속해서 호시도를 하게되어 전화망을 바쁘게 하는 원인이 되므로 Ringing 동안의 전류를 제한한다.

측정회로는 (그림 4-12)와 같으며, 측정시 EUT는 idle 또는 on-hook 상태로 하여야 한다. 단, EUT가 외부전력을 필요로하는 경우는 외부

전력 공급시와 무공급시에 측정을 하여야 한다.



(그림 4-12) Ringing 동안의 직류전류 측정회로

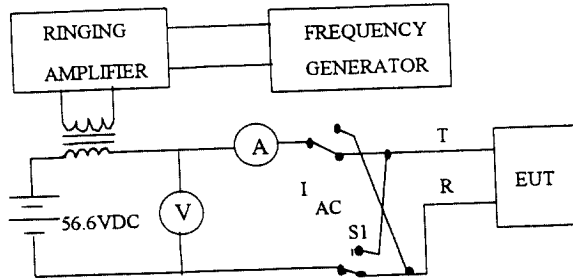
(나) 측정방법

- ① (그림 4-12)에 EUT을 연결한다.
- ② 시험될 Ring type에 대하여 [표 4-1]에서 가장 작은 주파수의 전압을 공급한다.
- ③ 직류전류를 측정한다.
- ④ [표 4-1]에서 선택된 Ring type에 대해 최대한으로 Ringing전압을 증가시킨다.
- ⑤ 그 때의 직류전류를 측정한다.
- ⑥ 다른 선택된 주파수 예를들면 "B"Ringer를 제외하고, 모든 Ringer에 대한 가장낮은, 가장높은, 중간주파수 즉, 15.3, 20, 30, 68Hz에 대해 ③에서 ⑤단계까지 반복한다.
- ⑦ 시험회로의 EUT의 연결을 반대로 하고 ②에서 ⑥단계까지 반복한다.

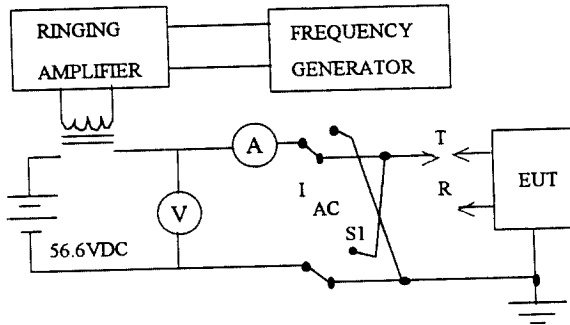
(3) Ringing 동안의 교류임피던스

(가) 측정회로

측정개요는 (2)와 동일하고, 측정회로는 팁과 링사이의 교류임피던스 측정회로 (그림 4-13)와 팁과 링 각각과 접지간의 교류 임피던스 측정회로는 (그림 4-14)와 같다.



(그림 4-13) 팁과 링사이의 교류임피던스



(그림 4-14) 팁과 접지, 링과 접지사이의 교류임피던스

(나) 측정방법

- ① EUT를 (그림 4-13)의 측정회로에 연결한다.
- ② 시험될 Ringing type에 대하여 [표4-1]에서 가장낮은 주파수와 전압으로 주파수발생기를 조절한다.
- ③ 전류를 측정한다.
- ④ EUT의 교류임피던스를 계산한다.
- ⑤ [표4-1]에서 선택된 Ringer type에 대해 전압을 최고 증가시킨다.
- ⑥ 전류를 측정한다.
- ⑦ EUT의 교류임피던스를 계산한다.
- ⑧ 다른 주파수 즉 "B" Ringer를 제외하고 15.3, 20, 30, 50, 68Hz의 주파수에 대하여 최저, 최고, 중간주파수에서 ②에서 ⑦번까지 반복한다.

## 전기통신기자재 시험방법연구

⑨ 시험회로에 연결된 EUT를 반대로 연결하고 ②번부터 ⑧번까지 반복한다.

⑩ EUT를 (그림 4-14)에 EUT를 연결한다.

⑪ ②번부터 ⑨번까지 반복한다.

### 4. 국내의 현황

#### 가. 규정

국내의 직류회로의 전기적 조건은 직류회로 개폐로에 의한 교환설비의 동작개시 및 종료 기능의 보유 여부 단말장치가 교환설비에 과전류를 유입시키는 것을 방지하기 위하여 직류 저항치의 제한, 정전용량 합성에 따른 직류임펄스 파형의 변형금지, 단말장치의 안정된 호출신호 수신 여부등을 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 제48조에 규정하고 있으며, 내용은 다음과 같다.

#### 제48조(제어기능)

- ① 단말장치는 사업자 교환설비의 동작을 개시 또는 종료시키는 제어기능을 직류회로의 개폐로서 운용될 수 있도록 하여야 한다.
- ② 직류회로는 발신 또는 응답때에는 폐로되어야 하고, 통화종료시에는 평상상태로 즉시 개로되어야 한다.
- ③ 직류회로의 개.폐로시 전기적 조건은 다음과 같아야 한다.

#### 1. 직류회로의 폐로시

가. 직류회로의 저항은 다이얼신호 송출시를 제외하고 다이얼펄스방식인 경우에는 30밀리암페어의 전류로 측정하여 50옴이상 220옴이하이어야 하고, 복합주파수 신호방식인 경우에는 20밀리암페어의 전류로 측정하여 50옴이상 300옴이하일 것.

나. 복합주파수신호 송출시에 직류회로의 저항은 20밀리암페어의 전류로 측정하여 50옴이상 540옴이하일 것.

다. 다이얼펄스신호 송출시에 직류회로의 정전용량은 2마이크로페럿이하일 것.

#### 2. 직류회로의 개로시

가. 호출신호 수신시 직류회로의 정전용량은 0.3마이크로페럿이상 1마이

## 전기통신기자재 시험방법연구

크로패럿이하이며, 임피던스는 20헬츠의 주파수와 80볼트의 전압에서 측정하여 4킬로오옴이상일 것.

나. 직류회로의 양선사이 및 직류회로와 대지사이의 절연저항은 직류250볼트의 절연저항계로 측정하여 1메가옴이상일 것.

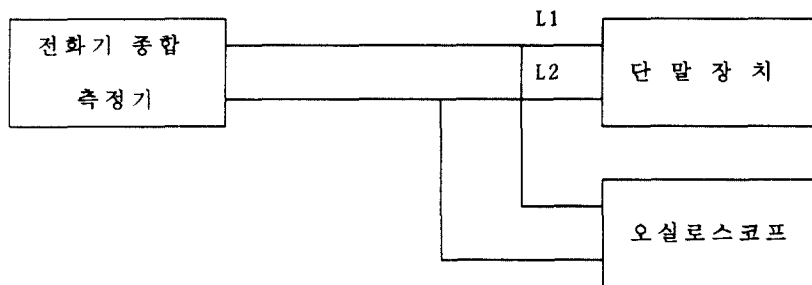
3. 단말장치는 사업용전기통신설비에 직류전압을 보내지 아니할 것.

### 나. 측정방법

#### (1) 직류회로의 개폐로 기능

##### (가) 측정회로

직류회로를 개폐시킴으로서 사업자 교환설비의 동작을 개시 또는 종료 시키는 기능을 보유하고 있는가의 여부를 확인하기 위하여(그림4-15)와 같이 측정회로를 구성하여 측정한다.



(그림4-15) 측 정 회 로

##### (나) 측정방법

- ① 단말장치와 시험설비를 (그림4-15)와 같이 구성한다.
- ② 발신과 응답시 직류회로의 폐로상태를 오실로스코프로 확인한다.
- ③ 평상시와 통화 종료시의 직류회로 개로상태를 오실로스코프로 확인한다.

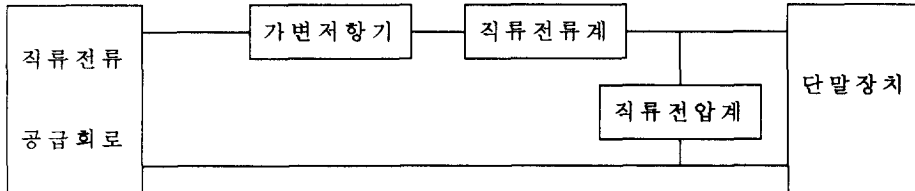
#### (2) 직류회로 폐로시 직류저항

##### (가) 측정회로

단말장치가 교환설비에 과전류를 유입시키는 것을 방지하기 위하여 직류저항의 하한치를 규정하고 있으며, 또한 원활한 개폐로 동작을 보장하기 위하여 직류저항 상한치를 규정하고 있는데 이러한 규정들

## 전기통신기자재 시험방법연구

을 따르므로서 교환설비에 위해를 주지 않고 망제어 기능을 수행할 수 있는가를 확인하기 위하여 (그림4-16)와 같이 측정회로를 구성하여 측정한다.



(그림4-16) 측 정 회 로

### (나) 측정방법

- ① 단말장치와 시험설비를 (그림4-16)과 같이 구성한다.
- ② 가변저항을 조정하여 직류전류를 단말장치가 다이얼펄스방식(직류 임펄스방식)인 경우에는 30mA, 복합주파수 신호방식인 경우에는 20mA가 되도록 한다.
- ③ 이때 선로 양단간에서 전압계를 이용하여 전압 V를 측정한다.
- ④ 임의의 버튼을 눌러 복합주파수 신호송출시 가변저항을 조정하여 직류전류가 20mA가 되도록 조정하고 이때 전압V를 읽는다.
- ⑤ 저항 환산법을 이용하여 직류저항값을 계산한다.

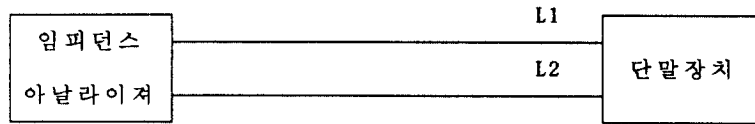
### (3) 직류회로 폐로시 정전용량

#### (가) 측정회로

하나의 통신회선에 여러개의 단말장치를 접속하여 사용하는 경우 각 단말장치가 가지는 정전용량이 합성되어 직류 임펄스 선택신호 파형의 변형을 유발한다. 그러므로 직류회로 개로시의 정전용량을 일정치 이하로 규제하여 선택신호(직류임펄스) 발생시 동일한 통신회선에 접속된 다른 단말장치의 정전용량에 의한 신호파형의 변형을 막음으로써 교환기가 단말장치의 선택신호를 충분히 인지할 수 있게 하기위한 규정에 적합한지 확인하기 위하여 측정회로를 (그림4-17)와 같이 구성하여 측정한다.



## 전기통신기자재 시험방법연구



(그림 4-17) 측 정 회 로

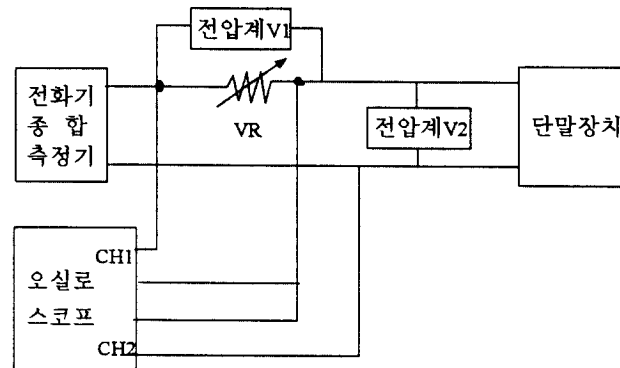
### (나) 측정방법

- ① 시험설비와 단말장치를(그림 4-17)와 같이 구성한다.
- ② 단말장치를 개로상태로 하고, 임피던스아날라이저에서 직류 30V이상 52V이하의 전압을 단말장치에 인가한다. 이때 시험주파수는 1,020Hz로 한다.
- ③ 임피던스아날라이저로 단말장치의 정전용량을 측정한다.

### (4) 직류회로 개로시 정전용량 및 임피던스

#### (가) 측정회로

단말장치가 안정된 호출신호를 수신할 수 있는가를 보기위한 규정에 적합한지를 확인하기 위하여 (그림 4-18)와 같이 측정회로를 구성하여 측정한다.



(그림 4-18) 측 정 회 로

### (나) 시험절차

- ① 단말장치와 시험설비를 (그림 4-18)과 같이 구성한다.
- ② 전화기 종합측정기의 출력전력을 조정하여 V2에서 주파수 20Hz, 전압 80Vrms가 되도록 한다.
- ③ 전압계 V1, V2의 전압을 측정함과 동시에 오실로스코프로 위상차

$\theta$  를 측정한다.

④ 다음식으로 임피던스와 정전용량을 계산한다.

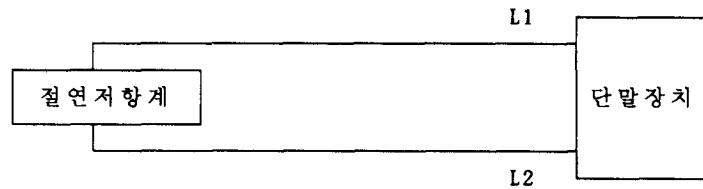
$$Z = \frac{V_2 \times R}{V_1} [\Omega]$$

$$C = \frac{1}{2 \pi Z \sin \theta} [F]$$

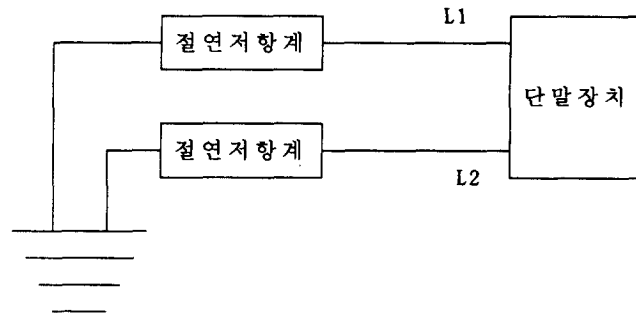
(5) 직류 회로의 개로시 절연저항

(가) 측정 회로

전기통신사업자의 교환설비 절단동작등에 장애를 주는 것을 방지하기 위하여 필요한 최소 저항치 규정에 적합한지를 확인하기 위하여 측정 회로를 신호선 양단간의 절연저항 측정회로 (그림4-19), 대지와 신호선간 측정회로(그림4-20)와 같이 구성하여 측정한다.



(그림4-19) 신호선 양단간



(그림4-20) 대지와 신호선간

(나) 측정 방법

신호선간의 경우 단말장치와 측정장비를 (그림4-19)와 같이 구성하고 대지와 신호선간은 (그림4-20)와 같이 구성한 후 절연저항을 측정한다. 단, 충돌방지회로가 있는 경우에는 충돌방지회로를 제거한 상태에서 대지와 선간의 절연저항을 측정하고, 충격전압 보호기가 신호선에 존재하는 경우, 이를 제거하고 시험한다.

(6) 직류전압 송출

전기통신회선설비에 직류전압을 가하면 교환기가 복구하는등 오동작의 원인이 되어 경우에 따라서는 전기통신회선 설비를 손상시키기 때문에 직류전압을 가하지 않도록 직류전압 송출을 제한하는 규정에 적합한지를 단말장치 및 제출된 회로도들 통해서 확인한다.

5. 각국의 직류회로의 전기적조건 측정방법 비교.분석

직류회로의 전기적조건은 교환설비의 정상적인 동작 및 과전류유입을 방지하기 위하여 규정하고 그 규정에 따라 인증을 하기 위한 측정방법을 각 국은 달리 제시하고 있다. 각국의 기술기준 및 측정방법을 비교하면 [표4-2]와 같다.

[표4-2] 각국의 기술기준 비교표

기준항목 및 기준치	
일 본	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 직류회로 폐로시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선택신호송출 제외시 직류회로저항 : 20mA~120mA에서 측정시 <math>50\Omega \sim 300\Omega</math></li> <li>- 푸시버튼다이얼신호 송출시 직류회로저항 : 20mA~120mA로 측정시 <math>50\Omega \sim 550\Omega</math></li> <li>- 선택신호송출시(DP방식인 경우) 정전용량 : <math>3\mu F</math> 이하</li> </ul> </li> <li>○ 직류회로 개로시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 직류저항 : <math>1M\Omega</math> 이상</li> <li>- 직류회로와 대지사이의 절연저항 : 250Vdc에서 <math>1M\Omega</math> 이상</li> <li>- 호출신호 수신시                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>. 정전용량 : <math>3\mu F</math> 이하</li> <li>. 임피던스 : 75V, 16Hz 교류에서 <math>2k\Omega</math> 이상</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
미 국	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 루프스타트 전화설비                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 팁과링, 팁및 링도체와 접지간의 직류저항                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>. 100V이하에서 <math>5k\Omega</math> 초과</li> <li>. 100~200V에서 <math>30k\Omega</math> 초과</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

전기통신기자재 시험방법연구

	기준항목 및 기준치
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의사호출 송출시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>. 전체 직류전류 : 30mA이하</li> <li>. 팁과링간의 임피던스 : [표4-1] 이상 40k<math>\Omega</math>미만</li> <li>. 팁및 링 각각과 접지간의 임피던스 : 100k<math>\Omega</math>초과</li> </ul> </li> <li>○ 접지스타트 전화설비 [표4-1]</li> <li>- 의사호출신호 송출시 전체 직류전류                             <ul style="list-style-type: none"> <li>. 팁과링사이에서 3mA이하</li> <li>. 팁과 링사이 교류임피던스 : [표4-1]초과 40k<math>\Omega</math>미만</li> </ul> </li> </ul>
우리나라	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 직류회로 폐로시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다이얼신호 송출 제외시 직류회로 저항                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>. 다이얼펄스방식 : 30mA로 측정시 50<math>\Omega</math> ~ 220<math>\Omega</math></li> <li>. 복합주파수 신호방식 : 20mA로 측정시 : 50<math>\Omega</math> ~ 300<math>\Omega</math></li> </ul> </li> <li>- 복합주파수신호 송출시 직류회로 저항                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>: 20mA로 측정시 50<math>\Omega</math> ~ 540<math>\Omega</math></li> </ul> </li> <li>- 다이얼펄스 신호송출시 정전용량 : 2<math>\mu</math>F 이하</li> </ul> </li> <li>○ 직류회로 개로시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호출신호 수신시                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>. 정전용량 : 0.3<math>\mu</math>F ~ 1<math>\mu</math>F</li> <li>. 임피던스 : 20Hz, 80V에서 4k<math>\Omega</math> 이상</li> </ul> </li> <li>- 절연저항                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>. 직류회로 양선사이, 직류회로와 대지사이 : 250Vdc로 측정하여 1M<math>\Omega</math> 이상</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

## 전기통신기자재 시험방법연구

일본 및 미국의 기술기준은 선로상에 흐르는 전류를 고려하여 직류회로저항 측정시 일본의 경우 20mA~120mA, 미국의 경우 100V이하 및 100~200V로 측정조건을 제시하고, 국내의 경우 신호방식에 따라 다이얼펄스방식인 경우 20mA, 복합주파수신호 방식인 경우 30mA로 규정하고 있다. 그러나, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 제2절(아날로그 자동교환설비) 제34조(전화교환설비의 기능 및 특성) 제2항 "전화교환설비의 가입자 회선 공급전압은 직류 30볼트이상 52볼트이하의 정전위 접지전압이어야 하며, 공급전류는 가입자측 선로 끝에서 300옴의 순저항으로 종단하였을때 20mA이상이어야 한다" 고 규정하고 있는바, 국내의 경우도 직류회로 폐로시의 직류저항을 측정할때 측정조건을 실제선로에 흐르는 전류를 고려하여 규정함으로서 과전류 유입이나 교환설비의 오동작 유발을 방지하여야 할 것이다.

또한 직류회로 개폐로시의 정전용량 측정시 국내의 경우 현재 직류회로폐로시 임피던스아날라이저, 직류회로개로시 오실로스코프를 이용한 측정방법만이 제시되어 있으나, 일본에서는 직류회로폐로시 임피던스아날라이저, 교류전압계, 스토리지오실로스코프를 이용하여 측정하고, 직류회로개로시 오실로스코프 및 교류전압계를 이용한 측정방법을 제시하고 있으므로 국내에서도 교류전압계 및 오실로스코프를 이용한 측정방법이 고려되어야 하겠으며, 직류회로폐로시 다이얼펄스방식의 정전용량을 측정할때 우리나라의 경우 측정주파수를 1,020Hz로 하여 측정하고 있으나, 다이얼펄스신호방식의 신호송출은 10PPS식과 20PPS식으로 되어있기 때문에 10PPS인 경우에는 주파수를 10Hz, 20PPS인 경우는 주파수를 20Hz를 인가하여 측정하여야 할 것이다.

위의 내용을 요약해보면 (표4-3)과 같다.

(표4-3) 기술기준 및 시험방법 개선안

현행	의견
<p>○ 기술기준</p> <p>1. 직류회로폐로시(전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙제48조제3항)</p>	

전기통신기자재 시험방법연구

현행	의견
<p>가. 직류회로의 저항은 다이얼신호 송출시를 제외하고 다이얼펄스 방식인 경우에는 30mA의 전류로 측정하여 <math>50\Omega</math> 이상 <math>220\Omega</math> 이하로 하여야 하고, 복합주파수 신호방식인 경우에는 20mA의 전류로 측정하여 <math>50\Omega</math> 이상 <math>300\Omega</math> 이하일 것.</p> <p>나. 복합주파수신호송출시 직류회로의 저항은 20mA의 전류로 측정하여 <math>50\Omega</math> 이상 <math>540\Omega</math> 이하일 것.</p> <p>○ 측정방법</p> <p>1. 직류회로폐로시 정전용량</p> <p>- 시험주파수 : 1020Hz</p> <p>- 사용측정기 : 임피던스 아날라이저</p> <p>2. 직류회로개로시 정전용량</p> <p>- 사용측정기 : 오실로스코프</p>	<p>가. 직류회로의 직류저항은 선택 및 제어신호 송출시를 제외하고, 20mA이상, 120mA이하의 전류로 측정하여 <math>50\Omega</math> 이상 <math>300\Omega</math> 이하일 것.</p> <p>나. 복합주파수신호송출시에 직류회로의 저항은 20mA이상 120mA이하의 전류로 측정하여 <math>50\Omega</math> 이상 <math>540\Omega</math> 이하일 것.</p> <p>1. 직류회로폐로시 정전용량</p> <p>- 시험주파수 : 20Hz(단, 신호방식이 10PPS인 경우는 10Hz로 한다.)</p> <p>- 사용측정기 : 임피던스아날라이저, 교류전압계, 스토리지오실로스코프</p> <p>2. 직류회로개로시 정전용량</p> <p>- 사용측정기 : 오실로스코프, 교류전압계</p>

\* PPS(Pulse Per Second) : 1초간에 단속하는 임펄스의 수

## 제5장 결 론

본 연구에서는 통신시장 개방화와 전기통신기자재 측정방법 향상을 도모하기 위하여 단말기기 인증제도와 전기통신기자재 기술기준과 시험방법에 대하여 미국, 일본과 국제 표준인 ITU-T 권고를 중심으로 비교·분석하였다.

우리나라의 기술기준 및 시험방법은 ITU-T 권고를 중점적으로 수용하고 신진외국의 기술기준 및 측정방법을 도입하여 우리의 실정에 맞도록 규정하고 있으나 기술기준에 대한 명확한 해설 및 측정방법에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않고 있어 지속적인 연구와 투자가 요구된다.

또한 단말장치의 복잡·다양화 및 멀티미디어화로 단말기간의 상호운용성 및 호환성의 중요성이 부각됨에 따라 국제적으로 이에 대한 표준을 제정하고 이 표준에 대한 적합성 시험을 실시하는등 선진 각국에서는 이것을 하나의 비관세무역장벽으로 이용하려고 있으나 우리나라에서는 표준에 대한 인식부족 및 표준제정의 미흡, 표준에 대한 시험실 확보가 거의 전무한 실정이다. 따라서 국내 산업보호 및 국제시장에서의 우리나라 제품의 경쟁력확보를 위하여 표준에 대한 인식의 제고 및 투자가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

마지막으로 본 연구에서 실시한 전기통신기자재 시험방법중 명음의 발생금지와 직류 회로의 전기적 조건에 대한 연구결과는 지정시험기관의 확대실시 및 자체시험성적서 인정을 위하여 국가표준시험방법의 제정의 필요성이 요구되므로 이에 대한 참고자료로 쓰여졌으면 한다.

## 참 고 문 헌

1. 정통부령, 전기통신설비의기술기준에관한규칙 한국무선국관리사업단, 1993. 12
2. 정통부고시 "전기통신기자재의 형식승인처리지침", 한국무선국관리사업단, 1993.12
3. 전화망과 단말장치간 전기적접속기준연구, 한국전자통신연구소, 1991. 12
4. 전자통신동향분석, 한국전자통신연구소, 1993. 1
5. 일본정보통신육법 발췌번역집, 한국통신학회, 1992. 3
6. 양해 전기통신단말기기적합인정 기술기준/기술적조건, 전기통신협회, 1993
7. FCC, Code of Federal Regulations, FCC part 68. 1992. 9
8. CCITT Recommendations, Q.32
9. CCITT, Recommendation G.122., Influence of Nationd Systems on stability,  
Talker Echo and Listener Echo in international Connections. Vol.Ⅲ,  
Facicle Ⅲ.1, 1988
10. EIA/TIA Bulletin, Part 68 Rationale and Measurement Guidelines, TSB 31,  
· EIA, Dec., 1990
11. 기술적조건 적합인정 신청자료 작성예, JATE(전기통신단말기기심사협회), 1993