

I. 서 론

□ 特輯 I / 전자파 펄스 (EMP) □

Surge 시험 기술 기준에 대한 고찰

(A study on technical standard
of Surge tests)

기술의 발달과 정보화 사회로의 이행은 각종 전기, 전자 기기 사용의 양적, 질적 증가를 가져 왔으며 이에 따른 불요 전자파는 전기, 전자 기기 상호간의 장애, 인체에의 유해 등 기술적, 사회적 문제로 나타나고 있다.

따라서, 전자파 환경을 보호하기 위하여 전자파 장애 검정 제도가 국, 내외 적으로 시행되고 있으며 또한 열악한 전자파 환경에서 정상적인 동작을 보장하기 위한 전자파 내성이 요구되고 있다.

이러한 전자파 내성을 국제 전기 표준 위원회(IEC)에서는 그 원인에 따라 ESD 내성(정전기 방전), 방사 내성, EFT 내성(급격한 과도 현상), Surge 내성, 전도 내성 등으로 분류하고 있으며 원인별 시험 기술 기준도 작성되고 있다.(IEC 801 시리즈)

이중에서 Surge란 선이나 회로를 따라 전달되는 전류, 전압, 전력의 이상 형태로서 느린 감소, 빠른 증가의 특성을 갖고 있으며 주요 원인으로서는 뇌 Surge와 전기 회로 계통의 과도 현상에 의한 개폐 Surge로 구별 된다.

Surge는 통상 1Km의 거리 이내에서 소멸되는 것이 보통이나 통신 선로에서는 이러한 Surge에 의해 기기의 파손과 통신 본래의 목적을 이룰 수 없기 때문에 기기의 보호와 공중통신망을 보호하기 위하여 국내에서는 '전기 통신 설비의 기술 기준에 관한 규칙(체신부령제 839호)' '형식 승인 세칙에 의한 시험 업무 규정'에 따라 통신 단말기에 대한 Surge 시험을 하도록 되어 있다.

또한 독일에서는 통신 설비, 기기등에 대한 전자파 내성 강화 차원에서 Surge 내성 시험을 요구하고 있으며(VDE 0878 Teil 200) 현재 국제적으로 권고 또는 사용되고 있는 Surge 시험 규격은 표1과 같다.

따라서 본 고에서는 국내외적으로 시행, 권고 되고 있는 각종 Surge 시험 기술 규격에 대하여 비교 검토 하고자 한다.

II. Surge 시험 규격

가. 국내 규격('전기 통신 설비의 기술 기준에 관한 규칙' 및 '형식 승인 세칙에 의한 시험 업무 규정')

양 윤 석*, 위 규 진**

*전파 연구소 공업연구소

**전파연구소 공업연구소

표 1. Surge 시험규격 및 적용설비

구 분	한 국	IEC	CCITT	독 일
적 용 규 격	<ul style="list-style-type: none"> 전기 통신 설비의 기술기준에 관한 규칙 형식승인 세칙에 의한 시험 업무 규정 	IEC 801-5	CCITT Blue book 제9권 K 계열	VDE 0878 Teil 200
적 용 장 비	단 말 장 치	전기 및 전자기기	<ul style="list-style-type: none"> 교환기 단말기 중계기 ISDN T/S bus에 접속되는 장치 	통신기술의 설비 및 기기 : 가입 장치

1) 목 적

국내에서는 전기 통신 기본법(이하 “법”이라 한다.) 제25조 1항 및 제33조 3항의 규정에 의한 전기 통신 설비의 기술 기준에 관한 규칙에 따라 단말장치(전기 통신망에 접속되는 단말기기 및 그 부속설비를 말한다.)에 대한 Surge 시험을 충격 전압 시험을 규정하고 있다.

시험 목적은 낙뢰등에 의하여 통신선에 유기되어 발생할 수 있는 단말장치의 선간 충격 전압, 선-접지간 충격전압 및 전원단자에 가해지는 충격 전압으로부터 인체 및 단말장치를 보호하는 기능을 구비하였는지 확인하기 위한 것이다.

2) 시험 설비

충격전압 발생기(Surge Simulator)

3) 충격전압 발생조건

표 2. 충격전압 발생조건(1)

구 분		특 성	비 고	
첨두 전압		800V	충격 전압을 가하는 조건	
첨두전압 최대 상승 시간		10 μ s		
반폭전압 최소 하강 시간		560 μ s		
전류 용량	2선식	100 A 이상	충격 전압 발전기의 조건	
	4 선식	전이중		100 A 이상
		반이중		200 A 이상

가) 단말장치의 신호 단자에 가해지는 경우(회선 압)

<비고> 충격 방법

(1) 2선식의 경우: 단말장치 신호단자의 팁과 링간에 극성을 바꾸면서 각각 1회씩 가한다.

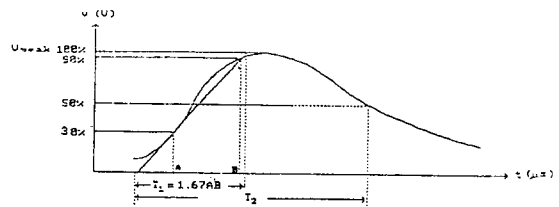
(2) 4선식의 경우

○ 전이중 통신방식: 단말장치 신호단자의 팁1과 링1간 및 팁2와 링2간에 극성을 바꾸면서 각각 1회씩 가한다.

○ 반 이중 통신방식: 단말장치 신호단자의 팁1과 링1을 연결하고 팁2와 링2를 연결한 상태에서 팁1과 팁2간에 극성을 바꾸면서 각각 1회씩 가한다.

<주> 4선식인 경우 충격전압이 인가되지 않는 선간은 사용 중의 임피던스 조건과 동일하게 종단한다.

(3) 시험 파형



T1: 첨두 전압 최대 상승시간

T2: 반폭 전압 최소 하강시간

Vpeak: 첨두 전압

A-B: 첨두 전압 30%인 점과 90%인 점 간의 시간

나) 단말 장치의 신호 단자와 접지 및 전원단자에 가해지는 경우

표 3. 충격전압 발생조건(2)

구 분	신호 단 자	전 원 단 자	비 고
첨 두 값	1,500V	2,500V	충격 전압을 가하는 조건
첨두전압 최대 상승시간	10 μ s	2 μ s	
반폭전압 최소 하강시간	160 μ s	10 μ s	
전 류 용 량	200 A 이상	1000 A 이상	발전기 조건

<비고> 충격 방법

- 신호단자에 가하는 충격 전압은 단말 장치의 접지와 각각의 신호단자에 극성을 바꾸면서 각각 1회씩 가한다.
- 전원단자에 가하는 충격전압은 단말 장치의 교류 전원선의 중성 단자와 각각의 극성단자에 극성을 바꾸면서 각각 3회씩 가한다.

4) 시험 구성도

가) 단말 장치의 신호 단자에 가해지는 경우

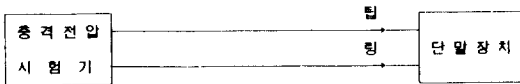


그림 1. Surge 시험 구성도(1)

나) 단말 장치의 신호 단자와 접지 및 전원단자에 가해지는 경우

(1) 신호 단자와 접지에 가해지는 경우

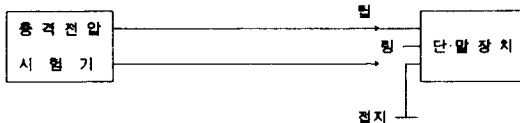


그림 2. Surge 시험 구성도(2)

(2) 전원 단자에 가해지는 경우 (전원부)

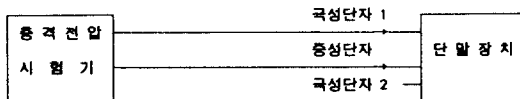


그림 3. Surge 시험 구성도(3)

5) 시험 결과

가) 단말 장치의 외관 및 구조를 확인한다.

나) 단말 장치와 충격전압 시험기를 그림1-그림3과 같이 구성한다.

다) 3) 항의 발생조건에 의해 신호 단자에 가해지는 경우는 시험전압을 단말 장치의 팁과 링간에 극성을 바꾸면서 1회씩, 신호단자와 접지 사이에 가해지는 경우는 신호단자(팁, 링)와 접지선간에 극성을 바꾸면서 각각 1회씩, 전원단자에 가해지는 경우는, 단말 장치의 교류 전원선의 중성단자와 각각의 극성단자에 극성을 바꾸면서 각각 3회씩 가한다.

라) 충격전압 인가후 단말 장치의 외관 및 구조를 확인한다.

6) 기준치

시험 항목	시험 기준	시험 결과	비 고
외관 및 부품의 손상 여부	손상이 없어야 함		
기능 및 성능 이상 여부	시험항목별 2차 시험결과가 기준치에 적합하여야 함		

나. IEC 801-5

1) 범 위

본 규격은 스위칭과 lightning, transient로 부터의 과전압에 의해 야기될 비의도적 전압에 대한 장비의 내성 요구사항, 시험방법, 권고된 시험레벨을 다루고 있으며 전기 및 전자기기에 적용된다. 이 표준의 목적은 전력과 고에너지 방해가 일어날때 장비의 성능 평가를 위한 일반적 규격을 수립하기 위함이다.

2) 시험 레벨

표 4. Surge 시험 레벨

레 벨	개방 회로 시험 전압 $\pm 10\%$
1	0.5KV
2	1.0KV
3	2.0KV
4	4.0KV
X	Special

3) 시험 장비

가) 복합파 발생기(전압 Surge : 1.2/50 μ s, 전류 Surge : 8/20 μ s)

- 개방회로 출력전압 : 0.5KV-4.0KV ($\pm 10\%$)
- 단락 회로 전류 : 12.5A-100A ($\pm 10\%$)
- Surge 전압파형 : 그림4참조
- Surge 전류파형 : 그림5참조

나) CCITT에 따른 시험 발생기(전압 Surge : 10/700 μ s)

- 개방회로 출력전압 : 0.5KV-4.0KV ($\pm 10\%$)
- 단락 회로 전류 : 12.5A-100A ($\pm 10\%$)
- Surge 전압 파형 : 그림6참조

다) 결합/비결합 회로망

(1) AC/DC 전원을 사용하는 회로의 결합/비결합

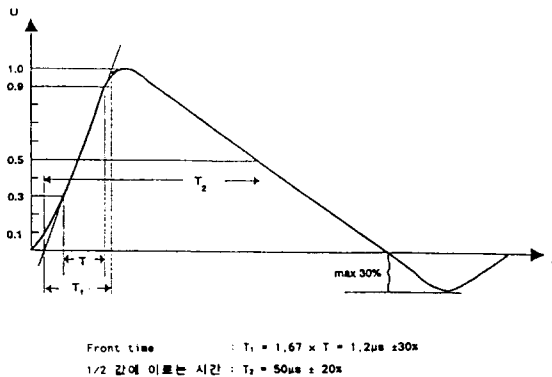


그림 4. 개방회로 전압의 파형(1.2/ μ s) : IEC 60-1에 따른 파형 정의

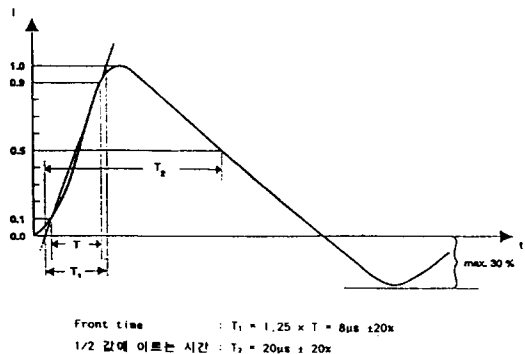


그림 5. 단락 회로 전류의 파형(8/20 μ s) : IEC 60-1에 따른 파형 정의

회로망

(1.2/50 μ s 펄스 인가용으로만 사용)

- 전원 공급 장치용 용량성 결합(우선적)
 - 전원 공급 장치용 유도성 결합(대안으로 인정)
- (2) 상호연결선용 결합/비결합 회로망
- 용량성 결합
 - 유도성 결합
 - 어레스터를 통한 결합

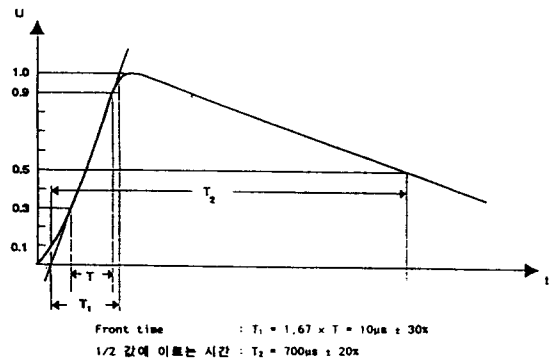


그림 6. 개방 회로 전압의 파형(10/700 μ s) : CCITT에 따른 파형 정의

4) 시험 구성

가) 시험 장비

- 피시험체
- 보조 장비
- 규정된 형태 및 길이의 케이블
- 결합 장치(용량성, 유도성 또는 어레스터)
- 시험 발생기(복합파 발생기 : 10/700 μ s 발생기)
- 비결합 회로망/보호장치 등

나) 피시험체 전원 공급에 적용되는 시험을 위한 구성

Surge는 그림 7, 8, 9, 10의 선택된 방법에 따라 용량 결합망을 거쳐 피시험체 전원 단자에 가해진다.

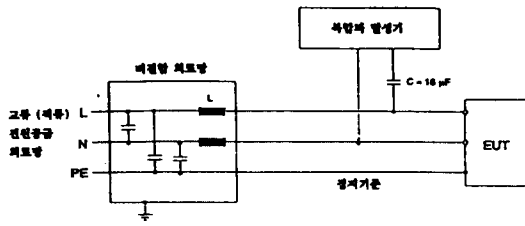


그림 7. AC/DC 라인에의 용량성 결함을 위한 시험 설치 ; 규격 7.2절에 따른 라인-라인간 결함, 발생기 출력 floating

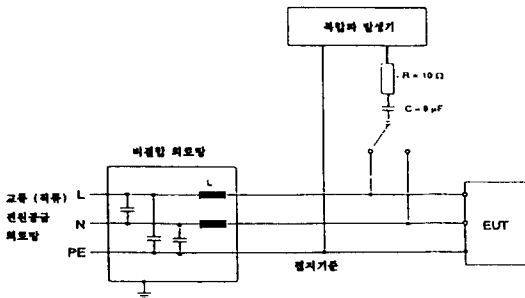


그림 8. AC/DC 라인에의 용량성 결함을 위한 시험 설치 ; 규격 7.2절에 따른 라인-접지간 결함, 발생기 출력 접지

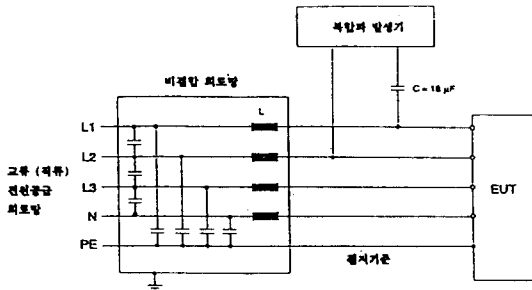


그림 9. AC 라인(3상)에의 용량성 결함을 위한 시험 설치 ; 규격 7.2절에 따른 L1, L2 라인-라인간 결함, 발생기 출력 floating

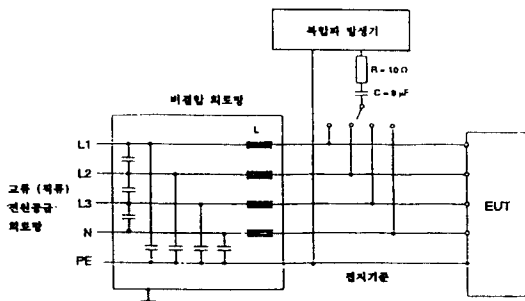


그림 10. AC 라인(3상)에의 용량성 결함을 위한 시험 설치 ; 규격 7.2절에 따른 L2 라인-접지간 결함, 발생기 출력 grounded

다) 비차폐 상호 연결 line에 적용되는 시험구성
일반적으로 시험 신호는 용량 결함을 통해 그림11
그림12에 따라 line에 공급된다.

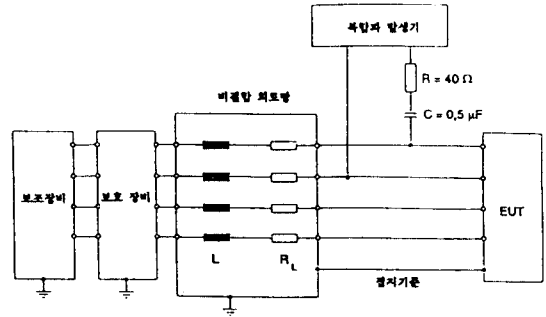


그림 11. 비차폐 연결선에 대한 시험 설치 ; 7.3절 캐패시터를 통한 결함에 따른 라인-라인간 결함 발생기 출력 floating, RL은 임피던스 L의 reactive part를 나타냄.

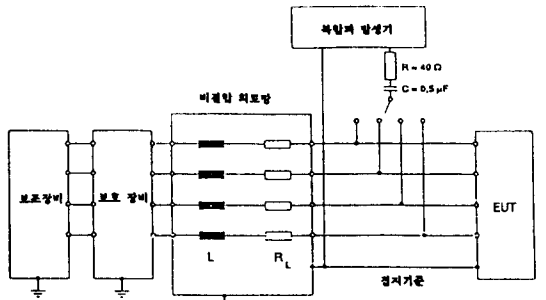


그림 12. 비차폐 연결선에 대한 시험 설치 ; 7.3절 캐패시터를 통한 결함에 따른 라인-접지간 결함 발생기 출력 접지

라) 비차폐된 대칭형 동작 상호 연결 라인 및 전기 통신라인에 적용되는 시험 구성(그림 13)

: 평형 상호 연결 및 전기 통신 회로에 대해서는 용량성 결함을 사용할 수 없다. 이 경우에는 가스 에스테르를 통해 결함된다.(CCITT 권고 K17)

다음과 같은 두가지로 시험 설치에 대해 고려해야 한다.

- 저레벨 즉 0.8KV 또는 1KV의 이차보호를 갖춘 기기 레벨 내성시험
- 고레벨 즉 2KV 또는 4KV의 별도의 일차보호를 갖춘 시스템 레벨 내성시험
- 스위치 S1 :

- 라인대 접지: 위치 0
- 라인대 라인: 위치 1-4(차례로 접지됨)
- 내부 정합 저항 $R_{m2}(25\Omega)$ 은 도선당 외부 $R_{m2} = n \times 25\Omega$ 으로 대체됨
(n 이 2보다 큰 도선에 대해)
 $n = 4$ 에 대한 예
 $R_{m2} = 4 \times 25\Omega = 100\Omega$, R_{m2} 은 250Ω 을 초과하지 않는다.
- 5KHz 이하 전송신호 주파수에 대해 $C = 0, 1\mu F$: 보다 높은 주파수에서는 C 가 사용되지 않는다.
- $L = 20mH$, R_L : 전송신호의 무시할 수 있는 감쇠에 의존되는 값

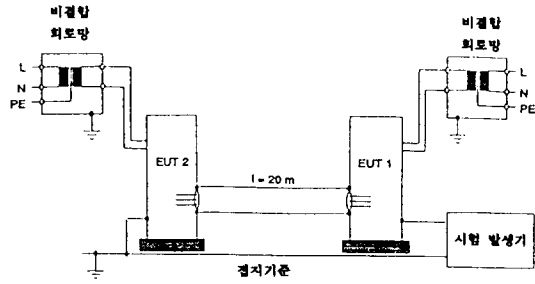


그림 14. 7.5절 galvanic 결합에 따라 전위차를 공급하며 차폐 라인에 적용되는 시험을 위한 시험 구성예

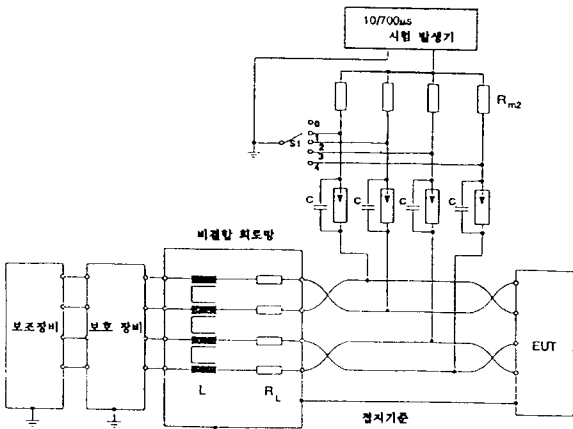


그림 13. 비차폐 대형형 동축 라인에 대한 시험 구성예(전기 통신 라인); 규격 7.4에 따른 라인 대 라인/라인 대 접지 결합

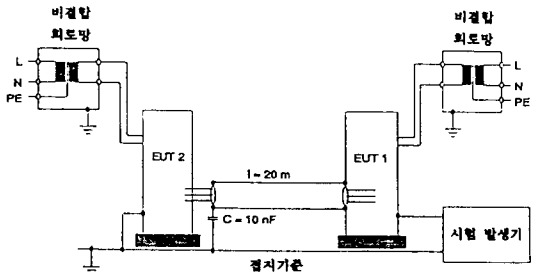


그림 15. 7.6절 galvanic 결합에 따라 한쪽끝만 접지된 차폐라인과 비차폐라인에 전위차를 공급하기 위해 적용되는 시험을 위한 시험 구성 예

위차는 그림 14에 따라 시험 되어질 수 있으며 비차폐선 또는 단지 한쪽끝만 접지된 차폐선을 가진 분리된 장비의 하우징 사이의 전위차는 그림 15에 따라 시험될 수 있다.

마) 차폐 라인에 적용되는 시험 구성

: 차폐 라인의 경우에는 결합/비결합 회로망이 흔히 적용될 수 있다.

시험 전압/전류는 그림 14에 따라 라인의 차폐 연결 부위와 피시험체의 하우징에 공급된다. 한쪽 끝에 연결된 차폐에 대해서는 그림 15가 적용된다.

바) 전위차를 공급하는 시험구성

간혹 전위차에 의한 시스템 상황을 시험 하는것이 필요하다.

차폐선을 가지는 분리된 장비의 하우징 사이의 전

5) 시험 절차

가) 시험실 참고 조건

시험결과에 영향을 미치는 환경요소의 충격을 최소화 하기 위하여 다음 (1)과 (2)에서 지정된 기후 조건과 전자계 조건하에서 수행해야 한다.

(1) 기후 조건

- 주위 온도: $18^{\circ}C - 35^{\circ}C$
- 상대 습도: $10\% - 75\%$
- 기 압: $86KP_a (860mbar) - 106KP_a$

(1060mbar)

(2) 전자계 조건

시험실의 전자계 환경은 시험 결과에 영향을 미치지 않아야 한다.

나) 시험실에서의 시험 전압/전류의 인가

시험은 다음과 같은 규정된 시험 구성 계획에 따라 수행된다.

(두 종류의 시험으로 구별된다; 장비레벨 및 시스템 레벨)

- (1) 발생기 및 이용된 다른 장비
- (2) 시험 레벨(전압/전류)
 - 시험 레벨의 선택은 설치 조건에 근거를 두어야 한다.
이 목적을 위해 도표 5가 설치 분류와 함께 사용되어야 한다.
 - 설치 분류
 - Class 0: 잘 보호된 전기적 환경
 - Class 1: 부분적으로 보호된 전기적 환경
 - Class 2: 케이블들이 잘 분리되어져 있는 전기적 환경
 - Class 3: 케이블들이 병렬로 뻗쳐있는 전기적 환경
 - Class 4: 상호 연결이 전원 케이블을 따라 옥외 케이블로서 뻗쳐져 있고, 케이블들이 전기 및 전자회로 모두에 사용되는 전기적 현상
 - Class 5: 인구가 조밀하지 않은 지역에서 통신 케이블 및 고가 전력선(overhead)에 연결된 전자 장비에 대한 전기적 환경

Class X: 제품 규격에서 규정한 특수조건 시스템 레벨을 검증하기 위해서는 부가적인 방법 즉 일차보호가 실제 설치에서 사용되는 대로 시뮬레이트 되어져야 한다.

- (3) 발생기 소스 임피던스
- (4) Surge의 극성
- (5) 내부 또는 외부 발생기 트리거
- (6) 시험 회수: 선택 지점에서 최소 정극성 5회, 부극성 5회
- (7) 반복율: 최대, 1번/분당
- (8) 시험되어지는 입력과 출력
- (9) 피시험체의 대표적 동작조건
- (10) 회로에 대한 Surge의 인가 순서
- (11) AC 전원 공급의 경우 위상각
- (12) 실제 설치조건

달리 규정이 없는 경우 Surge는 AC 전압파(정파부)의 Zerocrossing과 접두값에서 전압 위상에 동기 되도록 공급 되어져야 한다.

시험 절차는 또한 피시험체의 비선형 전류-전압 특성을 고려해야 한다. 따라서 시험 전압은 제품 표준 또는 시험계획에서 규정된 시험레벨까지 단계적으로 증가되어져야 한다.

Surge는 라인 대 라인 그리고 라인 대 접지에 공급 되어져야 한다. 라인 대 접지를 시험하는 경우 시험 전압은 만약 다른 규격이 없다면 각 라인과 접지 사이에 계속적으로 공급 되어져야 한다.

표 5. 시험레벨의 선택(설치 조건에 의존)

설치	시험레벨							
	전원공급 결합모드		비대칭 동작회로, LDB 결합 모드		대칭 동작회로/라인 결합 모드		SDB : DB(1) 결합 모드	
	라인 대 라인	라인 대 접지	라인 대 라인	라인 대 접지	라인 대 라인	라인 대 접지	라인 대 라인	라인 대 접지
Class	KV	KV	KV	KV	KV	KV	KV	KV
0	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
1	N.T.	0.5	N.T.	0.5	N.T.	0.5	N.T.	N.T.
2	0.5	1.0	0.5	1.0	N.T.	1.0	N.T.	0.5
3	1.0	2.0	1.0	2.0(3)	N.T.	2.0(3)	N.T.	N.T.
4	2.0	4.0(3)	2.0	4.0(3)	N.T.	2.0(3)	N.T.	N.T.
5	(2)	(2)	2.0	4.0(3)	N.T.	4.0(3)	N.T.	N.T.
X								

<주> 2또는 그 이상의 라인 대 접지 시험에 복합과 발생기를 사용할 때 시험 펄스의 주기는 감소될 수 있다.

선택된 시험레벨을 포함한 보다 낮은 모든 레벨에 만족해야 한다. 이차보호를 시험하기 위하여 발생기의 출력 전압은 일차보호의 최악의 전압 breakdown 레벨까지 증가 되어야 한다.

실제 동작 신호원이 없는 경우는 시뮬레이션 될수 있다. 장비 duty cycle의 모든 임계점을 찾아내기 위하여 충분한 수의 정 및 부 시험 펄스가 인가 되어져야 한다.

- (1) 제한된 거리, 특수한 배치, 10m부터 최대 30m : 10m이내의 상호 연결 케이블에 대해서는 시험이 권고되지 않음.
- (2) 국부적인 전원공급 시스템의 분류에 의존
- (3) 일차 보호 장치를 가지고 정상적으로 시험

설 명

- DB = Data Bus(Data Line)
- SDB = Short Distance Bus
- LDB = Long Distance Bus
- N.T. = No Test

서로 다른 Class에 관련되는 Suge 발생기(시험 발생기)는 다음과 같다.

- CLASS 1-4 : 1,2/50 μ s(8/20 μ s)
- CLASS 5 : 전원선과 단거리 신호회로/라인의 포트에 대해서는 1,2/50 μ s(8/20 μ s) 장거리 신호회로/라인의 포트에 대해서는 10/700 μ s

6) 시험결과 및 시험 보고서

시험하고자 하는 기기 및 시스템이 다양하기 때문에 Surge가 기기 및 시스템에 미치는 영향을 평가하기 위한 일반적인 기준을 설정하는 것은 어려운 일이다. 제품 위원회(product committee)나 제품 명세서에 다른 규정이 없는 한 아래의 성능 평가 기준에 따라 피 시험체의 동작 조건 및 규격에 의거하여 시험 결과를 분류할 수 있다.

- 가) 규격내에서 정상 동작
- 나) 자기 회복성의 일시적인 성능 저하 또는 기능 상실
- 다) 오퍼레이터의 개입이나 시스템 리셋에 의해서

회복이 가능한 일시적인 성능 저하 또는 기능 상실

라) 기기(소자)나 소프트웨어의 손상, 또는 데이터의 손실 등으로 회복이 불가능한 기능의 저하 또는 상실

인증(acceptance)시험의 경우에는 시험 프로그램과 시험 결과의 해석이 제조자와 사용 자간에 일치하여야 한다.

일반적으로 시험 surge를 인가하는 동안 기기가 보이고 시험 종료시에 피시험체가 기술 기준에 명시된 기능상 요구조건을 만족하면 시험 결과는 긍정적이다. 기술 기준은 피시험체에 영향을 주지 않는 따라서 인정할 수 있는 영향에 대해서 규정할 수도 있다.

이러한 조건들에 대해서 시험 필드를 인가한 후에 기기가 스스로 자신의 기능을 회복할 수 있다는 것을 확인하여야 하며, 기기가 기능을 잃은 시간 간격을 기록할 필요가 있다. 이와 같은 검증은 시험 결과의 명확한 평가를 위해서 필수적이다.

시험 보고서에는 시험 조건과 결과가 포함되어야 한다.

다. CCITT Blue Book 제9권 권고 K계열

CCITT에서는 surge에 대한 시험으로서 과전압 및 과전류 시험을 권고하고 있으며 대상 장비로는 교환 장치, 단말장치, 중계기, ISDN T/S bus와 접속되는 장치를 열거하고 있다. surge 시험과 관련된 권고는 도표6과 같으며 여기서는 K.20, K.21, K.22을 다루기로 한다.

권고번호	제 목
K.11	과전압 및 과전류에 대한 보호 원칙
K.12	통신설비 보호용 가스 방전관의 특성
K.15	낙뢰와 인접 전선으로부터의 간섭에 대한 원격 급전 시스템 및 선로 중계기의 보호
K.17	외부 간섭으로부터 보호를 위한 설비를 검사하기 위하여 교체 상태 장치를 사용한 급전 중계기의 시험
K.20	통신 교환 장치의 과전압 및 과전류에 대한 감내
K.21	가입자 단말의 과전압 및 과전류에 대한 감내
K.22	ISDN T/S 버스 접속된 장치의 과전압 감내
K.25	광섬유 케이블의 낙뢰에 대한 보호

1) K.20(통신 교환장치의 과전압 및 과전류에 대한 내성)

본 권고는 과전압 및 과전류에 대한 통신 교환 장

치의 내성에 대한 기본적인 시험 방법과 기준을 살펴본 것으로 전화회선이나 통신 교환국과 관계있고 2선식 가입자 회선을 연결하고자 하는곳에 적합하도록 하기 위한 시험조건을 다룬다.

가) 감내의 종류 및 레벨

(1) 과전압 및 과전류가 낮은 노출되지 않은 환경에 적합한 하위레벨

:도표 7의 시험조건 및 전압은 노출되지 않은 환경의 선로에서 발생하리라 예상된 조건 반영

(2) 노출된 환경에 적합한 상위레벨

:도표 8의 시험조건 및 전압은 본 배선반 보호기에 의해 보호받는 장치상에 노출된 환경의 효과를 모사하고 더욱 더 악조건의 환경에서 외부 보호 및 적당한 기능이 양립하기 위한 부가적인 요건들을 구성

나) 시험 회로

3개의 과전압 또는 과전류에 사용되는 시험 회로는 다음과 같다.

교환기 장치의 유형이 다양하므로 교환기는 A, B, 접지(E) 3개 단자를 갖는 box로 간주한다.

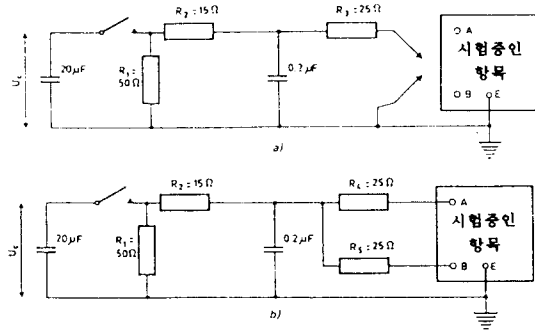


그림 16.

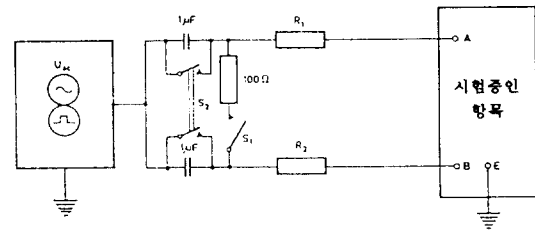


그림 17.

표 7. 노출되지 않은 환경에서의 시험조건 및 전압

번호	시험	간격	시험회로	최대시험전압 및 지속 시간	시험횟수	채택기준
1	번개 Surge 시뮬레이션	접지된 B의 A 및 E	그림 16 a)	$U_c(\max) = 1kV$ 주 1 참조	10	다. 1).(다) 기준 A
		접지된 A의 B 및 E	그림 16 a)	$U_c(\max) = 1kV$ 주 1 참조	10	
		A+B 및 E	그림 16 b)	$U_c(\max) = 1kV$ 주 1 참조	10	
2	전력 유도	A+B 및 E	그림 17 $R_1 = R_2 = 600\Omega$ S2 비작동 S1의 작동 및 비작동시의 시험	$U_{ac}(\max) = 300V_{rms}$ 200ms 주 2 참조	S1의 각 위치에 대해 5회	다. 1).(다) 기준 A
3	전력 접촉	A+B 및 E	그림 18 각 위치에서 스위치 S로 시험 수행 주 3 참조	$U_{ac}(\max) = 220V_{rms}$ 15 min 주 2 참조	S의 각 위치에 대해 1회	다. 1).(다) 기준 B

주1-주관청은 $U_c(\max)$ 의 더 낮은 값을 명시할 수 있다.

주2-주관청은 $V_{ac}(\max)$ 의 더 낮은 값을 명시하고 국부적인 요건(즉 국부 간섭 전압)을 만족하기 위한 시험 지속 시간을 변화할 수 있다.

주3-열 코일, 퓨즈, 퓨즈 케이블 등은 이들 시험 동안 회로상에 남아 있을 수 있다.

표 8. 노출된 환경에서의 시험조건 및 전압

번호	시 험	간 격	시험회로	최대시험전압 및 지속 시간	시험횟수	첨가된 보호 (6.5 참조)	채택기준
1	번 개 Surge 시뮬레이션	접지된 B A 및 E	그림 16 a)	$U_c(max) = 1kV$ 주 1 참조	10	무	다., 1), (다) 기준 A
		접지된 A의 B 및 E	그림 16 a)	$U_c(max) = 1kV$ 주 1 참조	10	무	
		A+B 및 E	그림 16 b)	$U_c(max) = 1kV$ 주 1 참조	10	무	
2	번 개 서 지 시뮬레이션	접지된 B의 A 및 E	그림 16 b)	$U_c(max) = 4kV$ 주 2 참조	10	동의된 1차적인 보호	다., 1), (다) 기준 A
		접지된 A의 B 및 E	그림 16 a)	$U_c(max) = 4kV$ 주 2 참조	10	동의된 1차적인 보호	
		A+B 및 E	그림 16 b)	$U_c(max) = 4kV$ 주 2 참조	10	동의된 1차적인 보호	
3 (a)	전 력 유 도	A+B 및 E	그림 17 $R1 = R2 = 600\Omega$ S2 작동	$U_c(max) = 300V$ 200ms 주 3 참조	5	동의된 1차적인 보호	다., 1), (다) 기준 A
4 (b)	전 력 유 도	A+B 및 E	그림 17 $R1 = R2 = 200\Omega$ S2 작동	주 4 참조	1	동의된 1차적인 보호	다., 1), (다) 기준 B

주1-동의된 주요 보호의 최대 충격 스파크-오버 전압이 발생하는 곳이 1kV보다 적은 경우에, 주관청은 $U_c(max)$ 를 감소하도록 할 수 있다.

주2-주관청은 그들의 과부적 요구를 충족하기 위해 $U_c(max)$ 를 변화시킬 수 있다.

주3-주관청은 U_{ac} 의 값을 낮게 하고 적용 기간을 변화시킬 수 있다.

주4-전압과 지속 시간은 CCITT 지침 또는 주관청이 설정하는 다른 한계치에 따라야 한다.

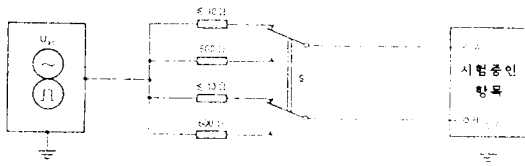


그림 18.

다) 허용되는 오기능 및 손상

오기능 및 손상에 대한 두가지 레벨이 다음과 같이 인정된다.

- 기준 A: 장치는 손상 또는 다른 교란, 즉 소프트웨어의 훼손 또는 고장 방지설비의 오동작 없이 시험을 견디어야 하며, 시험후의 특정한 한계내에서 적절하게 동작되어야 한다. 시험 조건이 처리되는 동안에는 정확한 동작을 요구하지 않는다.

- 기준 B: 시험의 결과로 장치에서 화재의 위험이 있어서는 안된다. 발생하는 손상 또는 영구적인 오기능은 작은수의 외부 선로 인터페이스 회선에 한정 되어야 한다.

2) K.21(가입자 단말의 과전압 및 과전류에 대한 안내)

본 권고는 통신망에 직접적으로 접속된 장치의 과전압, 과전류에 대한 안내를 평가할 때 적용되며 원칙적으로 탁상식 장치를 취급한다.

이 권고는 단지 형식시험에 한정되며, 선로 보호기가 노출 구역에서 외부적으로 장치에 고정되어 있는 것으로 가정한다.

가) 내성의 종류 및 레벨

표 9. 내성의 종류 및 레벨

번호	시험	단말접속	시험 회선	최대 시험 전압 및 기간	시험 횟수	추가된 보호	허용 기준
1	낙뢰 Surge 시뮬레이션	T 및 A, B 등 모든 다른장치 단말을 접지시킨 상황에서 교대로 (주 1)	그림 19	$U_c = 1.0kV$ (주 2)	10	무	기준 A
				$U_c = 4kV$ (주 3)	10	합의된 차 보호	기준 A
		T ₁ 및 A T ₂ 및 B	그림 19	$U_c = 1.5kV$ (주 2)	10	무	기준 A
				$U_c = 4kV$ (주 3)	10	합의된 1차 보호	기준 A
2	전력 유도	T ₁ 및 A T ₂ 및 B	그림 20 S 미작동	$U_{ac(max)} = 300$ $V_{rms} 200ms$ 동안 (주 4)	5	무	기준 A
			그림 20 S 작동	(주 5)	1	합의된 1차 보호	기준 B
3	전력 접촉	T ₁ 및 A T ₂ 및 B	그림 21 각각의 위치에서 S를 사용한 시험 (주 6)	$U_{ac(max)} = 230$ $V_{rms} 15 min$ 동안 (주 4 참조)	1	무	기준 B

주1- 접지된 시험이 이루어질 때 정상 동작 조건의 설정을 방해 할 수 있다. 이 경우에 다른 시험 절차가 이 시험의 요구를 충족하기 위해 뒤따라야 한다.(예, 저전압 스파크 캡 또는 접지 접속에서의 다른 변화가 사용 되어져야 한다.)

주2- 주관청은 국내 환경에 적합하게 하기 위해서, 즉 보호기의 사용을 피하기 위해서 또는 정상적으로 사용되는 보호기의 임펄스 스파크-오버 전압으로 정렬시키기 위해 $U_{c(max)}$ 의 다른 값을 취할 수 있다.

주3- 주관청은 그들의 국내 요구를 충족시키기 위해 $U_{c(max)}$ 를 다양하게 할 수 있다.

주4- 주관청은 $U_{c(max)}$ 의 최저값을 규정할 수 있고 그들의 국내 요구(예, 국내 주전압)를 충족시키기 위해서 시험 기간을 다양하게 할 수 있다.

주5- 전압과 기간은 CCITT 지침 또는 주관청과 같은 다른 한계를 따라야 한다.

주6- 시험 기간 동안 퓨즈 케이블 등은 회선에 남아 있을 수 있다. 배선에 의해 전도된 전류는 장치가 위치한 구내에서 화재의 위험이 없어야 한다.

나) 시험 회로

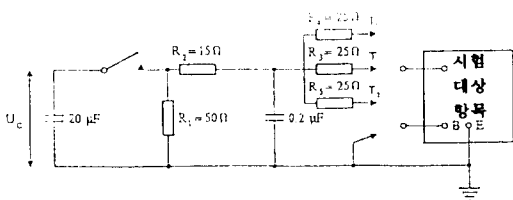


그림 19. 낙뢰 surge서지에 대한 시험 회선

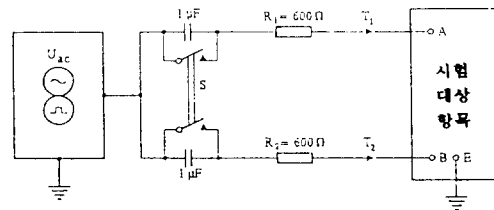


그림 20. 전력 유도에 대한 시험 회선

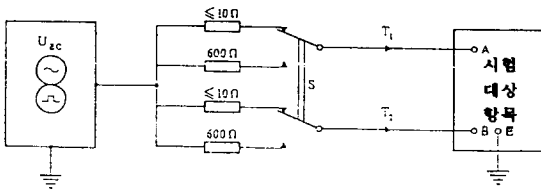


그림 21. 전력 접촉에 대한 시험 회선

다) 허용되는 오기능 및 손상

: K.20 권고에서와 동일

3) K.22(ISDN T/S 버스와 접속된 장치의 과전압 내성)

본 권고는 ISDN 4선 T/S 버스에 접속된 전기 통신 장치의 저항력에 대한 기초 시험방법과 기준을 세우고 있으며 ISDN 장치의 4선 T/S 버스에 접속하려고 하는 단말은 어느 것이나 관계된다.

가) 내성의 종류 및 레벨

다음과 같은 세개의 다른 시험 회로가 사용될 수 있다.

- (1) 1.2/50 μ s 개방회로 전압 파형의 surge 신호 발생기 및 8/20 μ s 단락 전류파형
- (2) 2/10 μ s 개방회로 전압 파형의 surge 신호 발생기 및 똑같은 단락 전류파형
- (3) 1.2/50 μ s 개방회로 전압 파형의 surge 신호 발생기 및 동일한 단락 전류파형 Surge 신호 발생기에 의해 제공되는 단락 전류는 대략 100A 이어야 하며 개방 회로 전압은 1KV 이어야 한다. 시험회수는 10 회이다.

나) 시험 회로

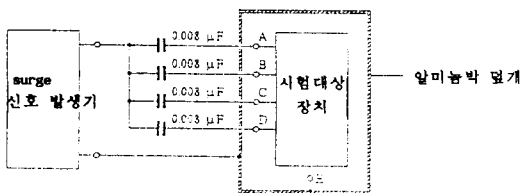


그림 22. Surge 신호 발생기의 시험중인 장치에로의 접속

다) 시험 승락

장치는 모든 시험에 손상 또는 기타 교란, 즉 소프

트웨어의 훼손, 고장 보호 설비의 오동작없이 견디어 내야 하며, 시험후에 규정된 한계내에서 정확히 동작하여야 한다. 시험 조건이 존재하는 동안에 정확히 동작될 필요는 없다.

라. VDE 0878 Teil 200

VDE 0878 teil 200은 '전기 통신 기술의 설비 및 기기의 무선방해 억제: 가입자 장치의 방해내성'에 관한 것으로 내성 규제 항목을 전도내성, 방사내성, ESD로 구분하고 있고, 이중 전도 내성은 주파수 범위 10KHz-15MHz 내의 전도 협대역 방해량의 측정법과 전도 임펄스형 방해량으로 나누어진다. 전도 임펄스 방해량은 다시 다음 3가지 형태로 구분 되는데 Surge 시험과 관계되는 항목은 *표와 같다.

- 전도 임펄스형 방해량의 측정법(임펄스 burst)
- 교류 전원 도선상의 전도 임펄스형 방해량의 측정법(*)
- 통신선, 신호선 및 제어 도선상의 전도 임펄스형 방해량의 측정법(*)

1) 교류 전원 도선상의 전도 임펄스형 방해량의 측정법

이 측정법은 교류 전원 회로망 속에서 개폐 동작 및 대기중 방전에 의해 생긴것과 같은 고에너지의 과도 방해량에 대한 방해내성을 입증하는데 이용된다. 시험 방해량은 교류 전원 도선의 경우에는 결합 회로를 도입 결합된다.

가) 시험 방해량

임펄스 발생기에 조정된 다음의 무부하 전압 값을 시험 방해량으로 간주한다.

시험 전압: 1.0KV, 단락 전류: 0.5KA

- (1) 측정은 정 및 부의 임펄스를 이용해 행한다.
- (2) 시험 임펄스의 최대수는 60초를 넘는 시간간격을 갖고 각 극성마다 5개로 한다.

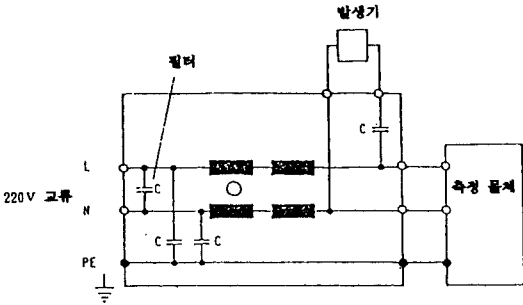
나) 시험 구성

(1) 측정 장치 구성

측정 장치는 임펄스 발생기, 결합 회로망 및 각각의 경우 감시장치에 의해 구성된다. 임펄스 발생기의 전원 임피던스는 측정 물체에 의한 부하에 따라 측정 물체가 1.2 μ S/50 μ S의 전압 임펄스 또는 8 μ S/20 μ S의 전류 임펄스를 이용해 시험 되도록 선정된다.

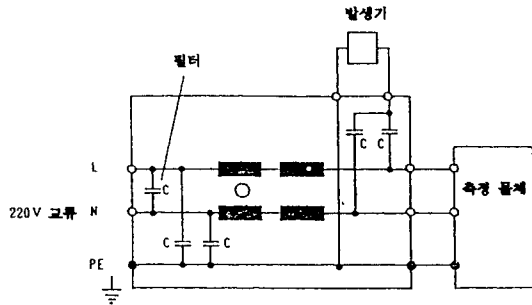
(2) 교류 전원 도선용의 결합장치

결합 장치는 각각의 임피던스 형상을 가진 시험 방해량을, 시험용 발생기로부터 측정 물체까지 전송한다. 결합장치는 그림 23 및 24와 같다.



- 전력특성 :
- 주파수 범위 : 3 - 300KHz
 - 결합 condenser : 18 μ F
 - 결합 감쇠도 : < 3dB
 - 결합 저지 감쇠도 : > 20dB
 - 회로간의 누파 감쇠도 : > 30dB

그림 23. 교류전원 도선상의 용량결합도입(대칭)

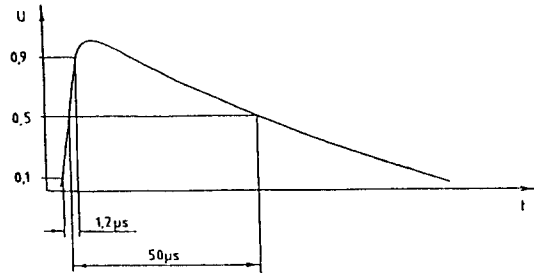


- 전력특성 :
- 주파수 범위 : 3 - 300KHz
 - 결합 condenser : 18 μ F
 - 결합 감쇠도 : < 3dB
 - 결합 저지 감쇠도 : > 20dB
 - 회로간의 누파 감쇠도 : > 30dB

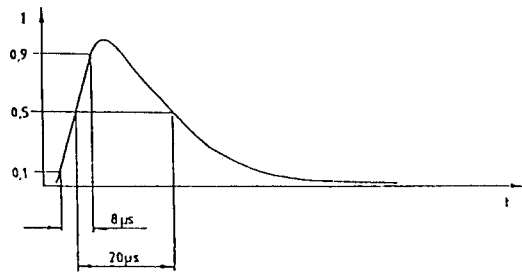
그림 24. 교류전원 도선상의 용량결합도입(불평형적)

(3) 시험용 발생기

시험방해량을 발생시킨 데에는 그림 25에 나타난 단일 펄스를 발생하는 임펄스 발생기가 적용되고 있다.



a) 시험 임펄스의 무부하 전압 1.2 μ s/50 μ s



b) 시험 임펄스의 단락 전류 8 μ s/70 μ s

그림 25. 발생기의 시험 방해량

(4) 측정 구성도

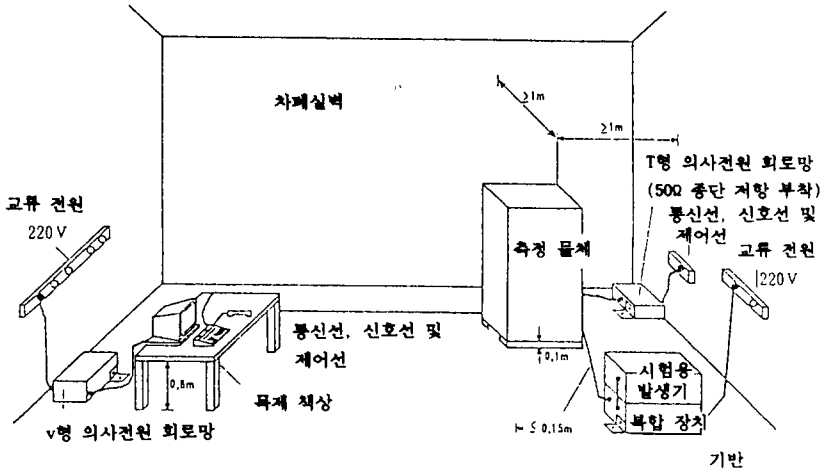


그림 26. 전원 도선상에 임펄스를 도입 결합하기 위한 측정배치

2) 통신선, 신호선 및 제어 도선상의 전도 임펄스형 방해량의 측정법

이 측정법은 긴 무차폐의 통신선, 신호선 및 제어선에 대해서 대기의 영향이 있는 경우에 발생하는 것과 같은 에너지의 과도방해량에 대한 방해내성의 입증에 이용된다.

가) 시험 방해량

시험 방해량은 임펄스 파형이 $10\mu\text{s}/700\mu\text{s}$ 이며 내부 저항이 15Ω 인 임펄스 발생기가 사용된다.

나) 시험 구성

(1) 측정 관련 사항

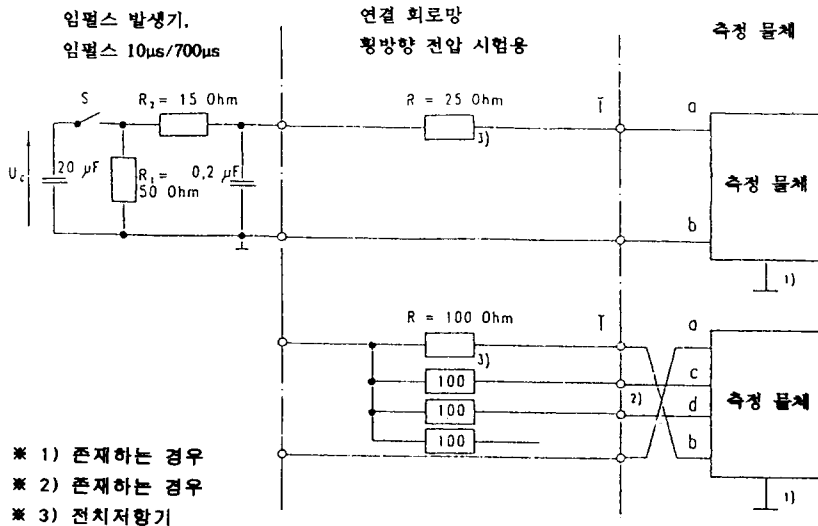
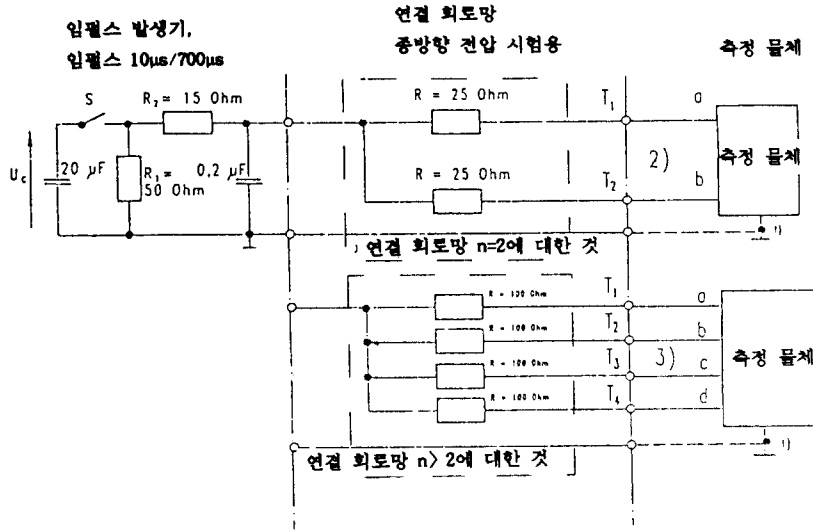


그림 27. 횡방향 전압시험 측정회로



n = 상관하는 심선수

- 1) 존재하는 경우
- 2) 상관하는 심선이 2개인 측정물체
- 3) 상관하는 심선이 2개와 같이 다수있는 측정물체
- 4) 25Ω 이하의 R은 n > 2의 경우, R=n × 25Ω으로 한다. (예 : n=4 : R=100Ω)

그림 28. 종방향 전압시험 측정회로

시험 방해량은 결합저지 회로망 없이 측정 물체의 통신선, 신호선 및 제어선 용의 접속 단자에 직접 가해진다. 이들 도선은 동작상 올바른 형태로 접속되어 있지 않기 때문에 측정 물체의 각각의 입력/출력 단자에 대해 파괴강도의 시험이 행해진다. 보통 측정물체는 동작상, 각 동작 상태의 시험을 해야 하는 영향 도입점에 관해 조정 가능하도록 접속된다.

(2) 측정 구성도

횡방향 전압 시험과 종 방향 전압 시험에 대한 측정 구성도는 그림 27, 그림 28과 같다.

III. Surge 시험 규격 비교 및 분석

2장에서는 한국 규격을 포함한 4개 규격에 대한 적용범위, 시험 방해량 크기 및 형태, 시험 장비 및 시험 구성등에 대해 기술 하였다.

이들 규격에서 언급하고 있는 중요 공통 항목은 다음과 같다.

- 시험 방해량의 인가부위 및 시험 구성도(시험 구성도는 2장 참조)

- 시험 파형의 크기와 형태(시험 파형 형태는 2장 참조)
- 시험 간격
- 시험 회수
- 결과 판정

가. Surge 시험 규격 비교

각 규격의 중요 공통 항목을 도표 10에 나타냈으며 CCITT 규격의 경우는 다른 3개의 규격과 비교하기 곤란하여 도표11로 별도 작성하였다.

결과 판정 방법을 간단히 언급하면 다음과 같다.

- 한국 규격
 - : 손상 무, 기능 및 성능 이상 무
- IEC
 - : 시험 Surge 인가동안 기기가 내성을 보이고 피 시험체가 기술기준에 명시된 요구조건을 만족 하면 긍정적
- CCITT
 - : 오동작 없이 적절히 동작
- VDE

표 10. Surge 규격 비교

인가부위	항 목	규 격	한 국	IEC	VDE	
라인 사이에 가해지는 경우	첨 두 전 압		800V	500-2000V	2000V	
	첨두전압 최대상승 시간		10 μ s	1.2 μ s 또는 10 μ s	10 μ s	
	첨두전압 최소하강 시간		560 μ s	50 μ s 또는 700 μ s	700 μ s	
	전류 용량	2 선식		100A 이상	(12.5-100A) \pm 10%	
		4선식	전이중	100A 이상		
반이중	200A 이상					
단락전류 최대상승 시간			8 μ s	8 μ s		
단락전류 최소하강 시간			20 μ s	20 μ s		
시 간 간 격			최대 60초	60초 이상		
시 험 회 수			2회	최소 10회	10회	
라인과 접지 사이에 가해 지는 경우	첨 두 전 압		1500V	500-4000V	2000V	
	첨두전압 최대상승 시간		10 μ s	1.2 μ s 또는 10 μ s	10 μ s	
	첨두전압 최소하강 시간		160 μ s	50 μ s 또는 700 μ s	700 μ s	
	전 류 용 량		200A 이상	(12.5-100A) \pm 10%		
	단락전류 최대상승 시간			8 μ s	8 μ s	
단락전류 최소하강 시간			20 μ s	20 μ s		
시 간 간 격			최대 60초			
시 험 회 수			2회	최소 10회		
전원 단자에 가해지는 경우	첨 두 전 압		2500V		1000V	
	첨두전압 최대상승 시간		2 μ s		1.2 μ s	
	첨두전압 최소하강 시간		10 μ s		50 μ s	
	전 류 용 량		1000A 이상	해당 없음	500A	
	단락전류 최대상승 시간			(IEC는 라인 대 라인, 라인 대 접지에 대해 서만 시험)		
단락전류 최소하강 시간						
시 간 간 격				60초 이상		
시 험 회 수			6회	10회		

표 11. CCITT Surge 시험 규격

시험종류	구 분	통신 교환 장치		가입자 단말장치
		노출되지 않은 환경 에서의 시험조건 및 전압	노출된 환경에서의 시험조건 및 전압	
전 력 유 도	첨 두 값	최대 300V(rms)	최대 300V(rms)	최대 300V(rms)
	지속시간	200ms	200ms	200ms
	시간간격	1분	1분	1분
	시험회수	10회	1-5회	1 또는 5회
번개 Surge	첨 두 값	최대 1000V	최대 1000-4000V	최대 1000-4000V
	지속시간			
	시간간격	1분	1분	1분
	시험회수	10회	10회	10회
전 력 접 촉	첨 두 값	최대 220V(rms)		최대 230V(rms)
	지속시간	15분		15분
	시간간격	1분		1분
	시험회수	2회		2회

: 방해 판정 기준은 각각의 기기 규격 참조

나. Surge 시험 규격 분석

도표 10 및 도표 11(시간 간격 및 시험 회수만 참조)로 부터 IEC와 VDE를 비교하면 모든 시험 항목에서 거의 비슷한 특성을 가지고 있음을 알 수 있으며 단지 VDE 규격에서는 전원단자에 시험 방해량을 인가하여 Surge 시험을 하고 있으나 IEC에서는 실시하지 않고 있다는 점과, 라인과 라인 사이, 라인과 접지 사이 시험의 경우 VDE가 전류 용량을 명시하고 있지 않는 점만이 다르다.

따라서 여기서는 분석의 효율성을 높이기 위해 강제 규격인 VDE 규격을 이용하여 한국규격과의 비교 분석을 먼저 행하여 도표 12에 나타냈으며 한국 규격과 IEC 규격과의 분석내용은 도표13에 나타내었다.

이상의 분석을 최종 요약하면 한국 규격의 경우 국외 규격과 비교하여 다음과 같은 특성을 갖고 있음을 알 수 있다.

- 1) 전류 Surge에 대한 모양과 크기 언급없음
- 2) 전압 Surge의 최소 하강 시간이 140 μ s 정도 짧음
- 3) 시험 간격 언급없음
- 4) 시험 회수 적음

한편 Surge 시험에 대한 파형 크기 및 모양, 시간 간격, 시험 회수와 같이 Surge 시험에 있어 중요한 파라미터를 정하는데 있어서는 낙뢰전압 및 전류의 파형, 낙뢰빈도 등에 대한 통계적 자료 및 시스템, 회로 분석 기술이 필요하게 되는데 CIGRE(국제 고전압 대전력 회의) SC-No.33에서는 전류 파고치에 대한 누적 빈도 분포를 이용하여 낙뢰 전류의 파형을 모델화하여 제시하고 있고, 선진 각국에서는 자국의 낙뢰 예측 파악하기 위해 IKL도(Iso Kelonic Level: 뇌우 일수가 같은 지점을 연결하는 선)를 이용해 뇌우 분포 표시에 이용하고 있다.

우리나라의 경우 1961-1990년간의 30년간의 통계에 의한 연간 뇌우 일수는 나와 있으나 낙뢰 전압 및

표 12. Surge 시험 규격 분석표 -1-

항 목	구 분		차 이 점
	(1)한국 규격	(2)VDE 0878 Teil 200	
첨 두 전 압	800V, 1500V	2000V	(1)이 (2)에 비해 인가 전압 낮음.
첨두전압 최대 상승시간	10 μ s	10 μ s	
첨두전압 최소 하강시간	160, 560 μ s	700 μ s	(1)에 (2)에 비해 하강시간 짧음
단락전류 최대 상승 시간		8 μ s	한국 규격에서는 언급없음
단락전류 최소 하강 시간		20 μ s	한국 규격에서는 언급 없음
시 험 간 격		60초 이상	한국 규격에서는 언급 없음
시 험 회 수	2, 6회	10회	(1)이 (2)에 비해 시험 회수 적음

표 13. Surge 시험 규격 분석표 -2-

항 목	구 분		차 이 점
	(1)한국 규격	(2)IEC 801-5	
첨 두 전 압	800, 1500V	500-2000V, 500-4000V	(1)이 (2)에 비해 하향 및 상향 인가 전압 모두 낮음
첨두전압 최대 상승시간	10 μ s	1.2 μ s 또는 10 μ s	
첨두전압 최소 하강시간	160, 560 μ s	50 μ s 또는 700 μ s	(1)에 (2)에 비해 하강시간 짧음
전 류 용 량		(12.5-100A) \pm 10%	한국 규격에서는 언급 없음
단락전류 최대 상승 시간		8 μ s	한국 규격에서는 언급없음
단락전류 최소 하강 시간		20 μ s	한국 규격에서는 언급 없음
시 험 간 격		최대 60초	한국 규격에서는 언급 없음
시 험 회 수	2, 6회	10회	(1)이 (2)에 비해 시험 회수 적음

전류의 크기 및 파형에 대한 통계적 자료는 없는 실정이며, 현재 기상청 및 전기 연구소에서 LLS(Lightning Location System)을 이용하여 뇌 측정을 시행하고 원시 데이터를 가공 처리하고 있는 상태로, 향후 Surge 연구 및 기술 기준 제정에 상당한 도움이 되리라 예상된다.

이러한 통계적 자료가 축적되고 관련 기술이 향상 되면 향후 내성 시험 차원에서 Surge 시험 규격 제정 시 우리 나라의 실정에 알맞는 Surge 시험 규격을 제정할 수 있게 되리라 생각된다.

IV. 결 론

Surge 시험은 현재 IEC를 비롯하여 CCITT, VDE 등에서 권고 및 요구되고 있으며 국내에서도 '전기 통신 설비의 기술 기준에 관한 규칙'과 '형식승인 세칙에 의한 시험 업무 규정'에 따라 충격 시험을 규정하고 있다.

본 고에서는 이들 Surge 규격과 적용 장비를 비교해 보고 각 규격의 내용을 요약하여 최신 기술동향을 소개 하였으며, 시험 항목들의 차이점에 중점을 두어 분석을 행하므로써 향후 내성 시험 차원에서 국내 시험 규격 제정시 도움이 되도록 하였다.

우리나라의 기술 규격은 국제 규격 및 VDE 규격과 비교하여 특히 시험 파형의 종류 및 크기, 시험 간격, 시험 회수등에 있어 차이가 있으나 각국의 전자파 환경이 다르기 때문에 외국 규격이 우리 실정에 맞는 것이라고는 말할 수 없으며, 통계적 자료 및 관련 기술을 근거로 국제 규격과의 정합을 피하면서 국내 환경에 알맞는 기술 규격을 제정 해야 할 것이다.

한편 관련 제품 수출 업체는 기술 규격이 급변하는 상황을 인지하여 최신 기술 동향을 계속적으로 파악 분석하여 이에 대비해 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 체신부령 제839호, "전기 통신 설비의 기술 기준에 관한 규칙"
2. 한국통신 품질보증단, "형식승인 세칙에 의한 시험 업무 규정," 1993. 4.
3. IEC TC 65A, "IEC 801-5," Jan. 1993
4. CCITT, "Protection against interference," CCITT Blue Book Volume IX
5. VDE, "VDE 0878 Teil 200," May. 1987
6. 橋本信雄, "뇌와 Surge," 電氣書院, 1991.5