

Surge 내성시험에 관한 국제표준규격

김 세 윤*

(*한국과학기술연구원 책임연구원)

1. 서 론

우리 주변에서 각종 전기 및 전자기기들의 사용이 늘어나, 여기서 방출되는 불필요한 전자파의 방사량이 증가함에 따라 주변의 전자기적인 환경이 날로 나빠져가고 있다. 따라서 이러한 불필요한 전자파의 전도 및 방사강도를 제한하기 위하여 각국에서는 이미 법으로 규제안을 제정하여 시행하고 있다.[1,2].

그러나 궁극적으로는 이러한 나빠진 전자기적인 환경하에서도 전기 및 전자기기들이 본래 의도한 성능을 충분히 발휘하여야 한다. 최근 유럽을 중심으로 전기 및 전자기기들이 이러한 외부의 전자기적인 충격에 충분한 내성을 갖추도록 규제하려는 추세가 강화되고 있으므로 이에 대한 적절한 대비가 요구된다. 현재 국제적으로 논의되고 있는 내성시험의 항목에는 여러가지가 있지만, 본고에서는 스위칭이나 낙뢰시의 과도현상에서 발생하는 과전압으로 인한 surge에 대한 장비의 내성요건, 시험방법, 시험등급에 대해서 살펴보기로 한다.

일반적으로 Surge는 스위칭에 의한 과도현상[3, 4]과 낙뢰시의 과도현상[5,6]시의 두 경우에서 발생하는 것으로, 먼저 시스템 스위칭시의 과도현상은 다음과 같은 4부류로 나눈다.: ① 송전시의 스위칭에 의한 과도현상, ② 배전시의 스위칭에 의한 과도현상, ③ thyristor와 같은 스위칭 소자에 의한 과도현상, ④ 회로가 단락되거나 접지사고시의 과

도현상.

그리고 낙뢰에 의해 유기된 과전압이 발생하는 경우는 다음과 같은 4부류로 나눈다.: ① 직격뢰로 인한 옥외 가공선이나 지중선의 과전압, ② 유도뢰로 인해 옥내 또는 옥외 선로에 유기되는 과전압, ③ 직격뢰를 맞은 물체에서 방사되는 전자파에 의해 인접 선로에 유기되는 과전압, ④ 직격뢰를 맞은 지표면에 흐르는 과전류가 시스템접지에 인입시의 과전압.

따라서 본고에서는 위에서 언급한 두 가지의 surge에 대한 내성시험을 다룬 여러가지 규격들 중에서 가장 대표적인 국제표준화규격으로 알려진 국제전기기술위원회(IEC)에서 제정한 규격 IEC801-5(현재 이 규격은 IEC 1000-4-5로 통합되어 정리중임)에 대해 자세히 기술하였다.

2. 규격범위

본 규격은 스위칭이나 낙뢰시의 과도현상에서 발생하는 과전압으로 인한 surge에 대한 장비의 내성요건, 시험방법, 시험등급을 정의한다. 여러가지의 시험등급은 주변 환경과 설치조건에 따라 달리 정의한다. 이러한 요건들은 전기 및 전자장비들에 적용하도록 만들었다. 본 규정의 목적은 강한 에너지 변동이 있는 전력선이나 접속선에 연결된 장비의 성능을 평가하기 위한 일반적인 기준을 만들기 위함이다. 여기서의 시험업무는 어떠한 위협 수준의

스위칭이나 낙뢰시의 surge 전압에 의해 야기되는 특정한 동작조건하의 EUT 반응을 찾아내는 것이다. 그러나 고전압 인가시의 절연능력을 시험하고자 하는 정도까지는 아니며, EUT 자체에 직격뢰가 가해지는 경우도 고려하지 않는다.

본 국제규격은 IEC 기술위원회(NO.65: 산업공정 측정 및 제어)하의 소위원회(NO. 65A: 시스템 측면)에서 준비해 왔다. 본 규격의 자료는 IEC 지침 107에 의거하여 준비된 기본적인 전자과장해검정에 관한 출판물로서 문서 65A/77B (Secretariat) 120/87에 근거하였다. 등록된 국제규격안(DIS)은 'surge 내성에 관한 요건'과 관련된 것으로 각국의 견해에 따라 수정조항들을 포함한다.

본 국제표준화 규격은 각국의 국가위원회(NC)에게 다음과 같은 의미로 받아들여 지도록 하고 있다. 첫째, 모든 국가위원회(NC)가 관심을 갖고 있는 문제에 관하여 기술위원회(TC)가 준비한 기술적인 사항들에 대한 IEC의 공식적인 결정이나 동의안들은 해당사항에 관해 국제적인 합의를 가능한 한 표현한다. 둘째, 이들은 국제적인 사용을 권고하는 형태로서, 이러한 의미로 각 국가위원회에서 받아들여 진다. 셋째, 국제적인 규격 통일을 증진시키기 위하여 모든 국가위원회들은 자국에서 허용하는 한 IEC 권고안을 국내 규정으로 받아들일기를 바란다. IEC 권고안과 해당 국내 규정간의 어떠한 차이도 가능한 한 명백하게 서신로 밝혀야만 한다.

다음의 규격들은 본 국제규격의 조항들을 포함하고 있다. 이들 규격이 개정되는 새로운 조항을 따르도록 한다.

- ① IEC 50(161):1990, 국제 전자기술 용어집 161장, 전자과 양립성
- ② IEC 1024: 낙뢰로부터 구조물의 보호
- ③ CCITT 권고안, Blue Book, Vol. IX

3. 시험등급

표 1의 시험등급을 surge 전압 시험용으로 권고한다.

표1에서 "X"는 시험전압이 규정안된 등급으로 물품규격에 규정가능하다. 또한 시험등급은 설치 조건에 따라 선택을 달리해야 한다. 설치에 관한 분류는 부록 B에 기술되어 있다. 이와 함께 다음 사

표 1. 시험등급

등 급	개방회로 시험전압 ± 30%
1	0.5 KV
2	1.0 KV
3	2.0 KV
4	4.0 KV
X	special

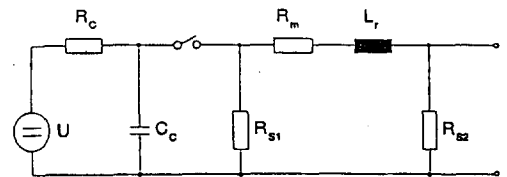
항들도 고려해야 한다.:

- ① 등급 3 보다 높은 등급은 통상 적절한 일차보호가 주어지거나 충분한 내절연성을 가질 경우에 적용함
- ② 다른 접속선을 사용시 시험등급의 선정에 관해서는 부록 B 참조.
- ③ 주어진 등급보다 낮은 등급에서는 당연히 만족되어야 함.

4. 시험장비

4.1 복합파 발생기

그림 1은 복합파 발생기의 간략화된 회로도이다. 여기서 R_{s1} , R_{s2} , R_m , L_r , C_c 는 개방회로시 1.2/50 μ s 전압 surge와 단락회로시 8/20 μ s 전류



- U: 고전압원
- Rc: 충전 저항
- Cc: 에너지 축적 캐패시터
- Rs: 펄스의 지속시간 조정 저항
- Rm: 임피던스 정합용 저항
- Lr: 상승시간 조정 인덕터

그림 1. 복합파 발생기의 간략화된 회로도

표 2. 1.2/50 μ s 파형의 정의

정 의	IEC 60-1		IEC 496-1	
	T_1 (μ s)	T_2 (μ s)	상승시간 (μ s)	지속시간 (μ s)
개방회로전압	1.2	50	1	50
단락회로전류	8	20	6.4	16

surge를 발생토록 선정해야 한다. surge 전원의 유효출력 임피던스는 2Ω 으로, 편이상 개방회로시 최대출력 전압과 단락회로시 최대출력전류의 비로 정의한다. 전압에서 전류로의 전환은 장착된 보호소자들의 정상동작이나 아니면 보호소자들이 없거나 작동안될 경우의 설팅 또는 부품파손에 의하여 장비에 인가되는 surge의 입력 임피던스 변화로서 발생한다. 따라서 $1.2/50\mu s$ 전압과 $8/20\mu s$ 전류 파형은 부하의 순간적인 변화에 따라 동일한 시험전원으로부터 공급되어야 한다. 본 규격에서 설명한 복합파 발생기라는 용어는 다른 규격에서 종종 사용되는 혼합 발생기(hybrid generator)와 동일하다. 복합파 발생기의 특성과 성능은 다음과 같다.

- ① 개방회로 출력전압:
 - (크기) 최저 0.5KV이하, 최고 4.0KV이상
 - (파형) 그림 2 및 표 2 참조
 - (오차) $\pm 10\%$
- ② 단락회로 출력전류:
 - (크기) 최저 0.25KA이하, 최고 2.0KA이상
 - (파형) 그림 3 및 표 2 참조
 - (오차) $\pm 10\%$

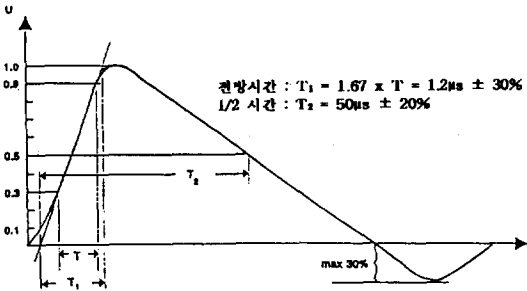


그림 2. 개방회로 전압파형(1.2/50 μs)

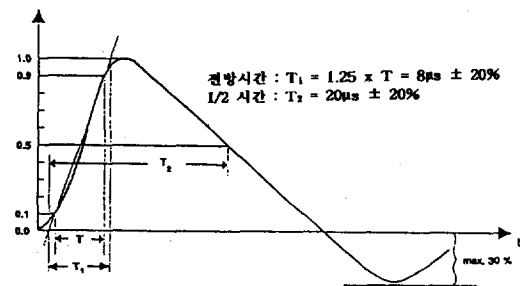


그림 3. 단락회로 전류파형(8/20 μs)

- ③ 극성: 양/음
- ④ 위상변이: 교류선로의 위상각에 대해 0° 와 360° 이내
- ⑤ 반복율: 분당 1회 이상(출력이 가변되는 전원을 쓰는 것이 좋음)

규정된 시험조건(부록 B 참조)에 요구되는 유효전원 임피던스의 증가를 위해 10 또는 40 Ω 의 저항을 추가한다. 이 경우에는 $1.2/50\mu s$ 전압과 $8/20\mu s$ 전류파형이 더 이상 유지되지 않는다. 서로 다른 발생기를 써서 시험한 결과들을 비교하기 위해, 시험 발생기의 특성은 검증되어야 한다. 가장 중요한 사항은 개방회로조건(부하저항 10K Ω 이상)과 단락회로조건(부하저항 0.1 Ω 이하)하에서 동일한 충전전압에 대해 발생기의 특성시험을 해야 한다는 점이다.

4.2 결합/감결합 회로망

결합/감결합 회로망은 발생기의 규정된 개방회로 전압과 단락회로 전류의 특성과 오차허용 범위에 영향을 끼쳐서는 안된다(피뢰기에 의한 결합시는 예외). 이때 손실매질로 된 인덕터는 ringing을 감소시킨다.

4.2.1 AC/ DC 전력선에 대한 결합/ 감결합 회로망(1.2/ 50 μs 펄스 인가용으로만 사용)

시험 발생기 출력 또는 그것의 결합회로망상의 적절한 측정점들에서 개방회로 전압파형을 감시할 수 있는 충분한 주파수대역과 전압능력을 갖춘 측정시스템을 연결해야 한다. 단락회로 전류파형은 전류 변환기를 써서 측정해야 하는데, 그의 단면은 동일한 측정점들간의 단락회로 연결경로를 통과해야 한다. 시험발생기의 모든 다른 성능과 함께 파형에 관한 정의는 발생기 자체의 출력단에서와 마찬가지로 결합/감결합 회로망의 출력단에서도 4.1절에 규정한 것과 동일해야 한다. 시험배치상의 필요에 따라 발생기의 임피던스를 2Ω 에서 12 또는 42 Ω 으로 증가시킬 경우 결합회로망의 출력단에서의 시험펄스의 지속기간은 현저하게 달라질 수도 있다.

전원에 대한 용량성 결합은 EUT 전원의 감결합 회로망이 연결되어 있을 경우 선간 또는 선과 접지간에 시험전압이 인가되도록 한다. 삼상 시스템인 경우의 회로도도 그림 4와 5에 보였다. 결합 캐패시

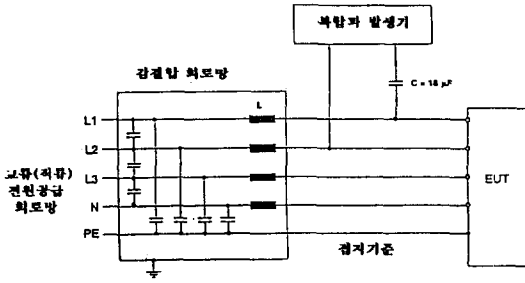


그림 4. 3상 AC 선로상의 용량성 결합에 관한 시험구성에
 (L₁과 L₂선로간 결합, 발생기출력은 접지 안됨)

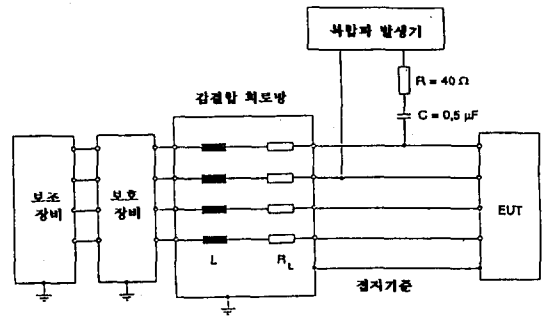


그림 6. 차폐안된 접속간에 관한 시험구성 예(선간 결합, 캐피터를 통한 결합, 발생기출력은 접지 안됨)

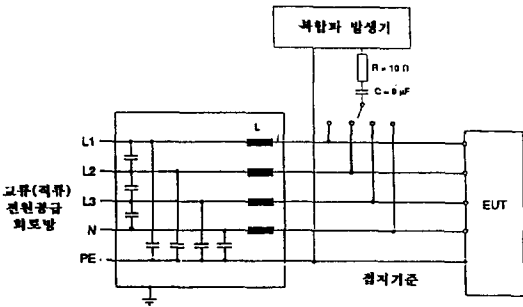


그림 5. 3상 AC 선로상의 용량성 결합에 관한 시험구성에
 (L₂선로와 접지간 결합, 발생기출력은 접지시킴)

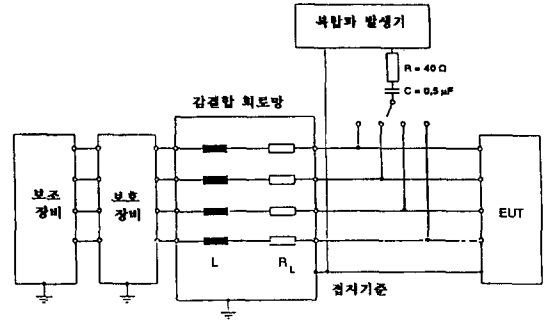


그림 7. 차폐안된 접속선에 관한 시험 구성 예(선로와 접지간 결합, 캐피터를 통한 결합, 발생기출력은 접지시킴)

터 C는 $9\mu\text{F}$ 또는 $18\mu\text{F}$ 를 취한다. 또한 감결합 인덕턴스 L은 220-240V 전원인 경우 2.5 mH, 110-120V 전원인 경우 1.5 mH를 취한다. EUT가 떨어져 있을때 surge가 가해지지 않는 선로상의 잔류 시험펄스 전압은 인가가능한 시험전압의 최대 값에 15%를 넘지 않아야 한다. EUT와 전원공급 회로가 연결 안되었을 때 감결합회로망의 입력단에서의 잔류시험 펄스전압은 인가시험 전압의 15%와 전원선의 최대전압의 2배 중 큰 값을 넘지 않아야 한다.

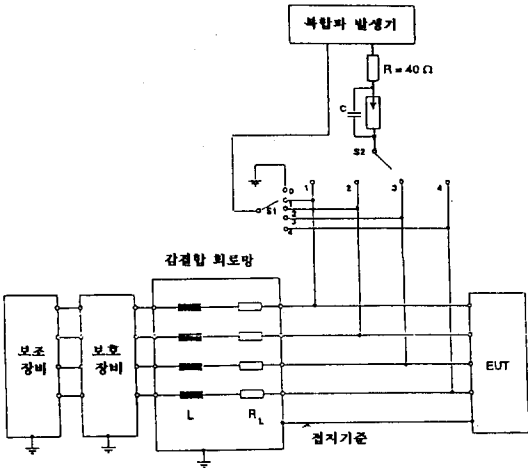
4.2.2 접속선에 대한 결합/ 감결합 회로망

결합 방법은 회로의 기능과 구동조건에 의해 선정되어야 하는데, 이는 기기의 물품규격에 규정되어져야 한다. 결합방법에는 용량성 결합과 피뢰기를 이용한 결합이 있다. EUT의 어떤 특정 단자를 시험하

기 위해 아래의 조항에 정의된 서로 다른 배치는 상호 비교 가능한 결과를 주지 못할 수 있다. 가장 적절한 배치는 물품규격에 정한되도록 하는 것이다.

결합방법은 두가지가 있는데, 먼저 통신기능에 영향이 없을 시 비대칭이고 차폐안된 I/O 회로에 대해서는 용량성 결합이 좋다. 선간결합은 그림 6과 같이 하고, 선과 접지간의 결합은 그림 7과 같이 적용한다. 이때 결합 캐피터는 $0.5\mu\text{F}$, 감결합 인덕터는 20mH로 잔류 보상 안하며 신호전류 능력(정격) 1A로 시험대상 회로에 따른다.

두번째로는 피뢰기를 이용한 결합으로 그림 8, 9와 같이 각각 차폐안된 비대칭, 대칭 회로(원거리 통신)에 좋은 방법이다. 이 방법은 기능적인 이유로 용량성 또는 유도성 결합 방법이 적용 불가능한 경우에도 사용할 수 있다. 피뢰기와 같은 특성을 갖는 다른 소자들도 구동조건이 과도하게 영향받지



개폐기 S_1 : 선로와 접지 (위치 0), 선간(위치 1에서 4)
 개폐기 S_2 : 위치 1에서 4, 단 개폐기 S_1 과는 다른 위치
 $C = 0.1 \mu F$ (5KHz 이하 주파수), $C = 0$ (5KHz 이상 주파수)
 $L = 20mH$, R_L (전송신호의 무시할 만한 감쇠에 종속되는 값)

그림 8. 차폐안된 비대칭 구동되는 선로에 관한 시험구성 예(선간/선과 접지간 결합, 피뢰기를 통한 결합, 발생기출력은 접지안됨)

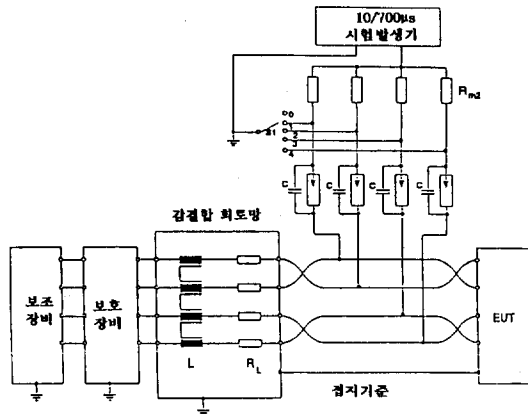
않을 경우 사용가능하다. 원거리 통신선은 2개 이상의 복합도선인 경우가 종종 있다. 이러한 도선들은 상호간에 유도적으로 결합된다.

다중선로에 전압이 유기되는 경우 surge 전류를 수용하는 역할도 결합회로가 한다. 그러므로 결합회로망의 저항 R_{m2} 는 n개의 복합도선일 경우 $n \times 25\Omega$ (이때 n은 2보다 큼) 이어야 한다. 예를 들어 $n=4$ 일때 $R_{m2} = 4 \times 25\Omega$ 이고, 발생기의 임피던스를 더하여 전체값은 약 40Ω 이이므로 R_{m2} 는 250Ω 을 넘지 않도록 한다. 가스충전 피뢰기를 이용하면 피뢰기와 평행한 캐패시터에 의해 결합을 증진시킬 수 있다. 예를 들어 C는 5KHz 이하의 주파수에서는 $0.1 \mu F$ 이내이어야 하고, 고주파대에서는 C가 사용되지 않는다. 결합/감결합 회로망에서 결합저항 R_{m2} 는 $n \times 250\Omega$ ($n > 2$), 피뢰기(가스충전)의 구동전압은 90V 또는 230V, 감결합 인덕터는 환형 코아로 전류보상안된 20mH를 취한다.

그외의 결합방법으로 유전성결합 또는 정류기 브리지(bridge)에 의한 결합이 고려되고 있다. 기술적인 합의에 이르면 이들 결합방법도 포함할 예정이다.

5. 시험배치

시험배치로 규정된 결합방법들 중 어느 하나가 기기 구동상의 이유로 적용할 수 없으면 대체방법(이러한 특수한 경우에 적절하게)을 해당 물품규격에 명시하여야 한다. 작동되는 시험조건과 설치조건은 물품규격과 일치해야 하고, 시험구성 구조(hardware)와 시험순서(software)를 포함해야 한다. 아래 장비들이 시험구성에 요구되는 부분들이다.



- 개폐기 S_1 : 선로와 접지 (위치 0), 선간(위치 1에서 4)
대신 한 선은 접지시킴
- 내부정합 저항 R_{m2} (250Ω)은 2보다 큰 n개의 도선에 대한 도선당 $R_{m2} = 7 \times 25\Omega$ 으로 대체, $n=4$ 인 경우 $R_{m2} = 4 \times 25\Omega = 100\Omega$, R_{m2} 은 250Ω 을 넘지 않아야 함.
- $C = 0.1 \mu F$ (5KHz 이하 주파수)
 $C = 0 \mu F$ (5KHz 이하 주파수)
- $L = 20mH$, R_L (전송신호의 무시할만한 감쇠에 종속되는 값)

그림 9. 차폐안된 대칭적으로 구동되는 선로의 시험구성 예: 원거리 통신선 (선간/선과 접지간 결합, 피뢰기를 통한 결합, 발생기출력은 접지시킴)

- ① EUT
- ② 부속장비
- ③ 선로(규정된 형식 및 길이)
- ④ 결합장치(용량성, 유도성 또는 피뢰기)
- ⑤ 시험발생기(복합파 발생기, 10/700 μs 발생기)
- ⑥ 감결합 회로망/보호소자
- ⑦ 추가저항, 10과 40 Ω (부록 B 참조)

이때 접지된 출력을 갖는 surge 발생기를 사용시 surge 전류가 확장된 접지경로를 통해 다른 장비에 흐르는 것을 막기 위해 EUT의 접지점에서 발

생기의 접지가 이루어져야만 한다.

5.1 EUT 전원측에 적용되는 시험구성

surge는 그림 4,5와 같이 용량성 결합 회로망을 통해 EUT의 전원 단자에 가해져야 한다. 감결합회로망은 동일한 전원선에 연결된 비시험대상기기에 어떠한 영향도 주지 않으며 surge 파에 대해 충분한 임피던스를 주어 시험중인 선로상에 규정된 파를 형성하기 위해 필요하다. 별도의 규정이 없으면 EUT와 결합/감결합 회로망간의 전원선 길이는 2m 이내여야 한다. 대표적인 결합 임피던스를 모의 시험할 경우, 추가로 규정된 저항을 시험에 사용해야 한다.

5.2 차폐안된 접속선에 적용되는 시험구성

일반적으로 시험신호는 그림 6,7과 같이 용량성 결합으로 선로에 인가된다. 결합/감결합 회로망은 시험중인 회로의 규정된 동작조건에 영향을 주어서는 안된다. 다른 시험 구성인 파괴기를 통한 결합은 그림 8에 보인 바와 같이 신호전송이 고속인 회로에 사용된다. 전송 주파수의 관점에서 용량성 부하에 따라 선정한다. 대칭적으로 구동되는 회로는 제외하고, 별도의 규정이 없으면 EUT와 결합/감결합 회로망간의 접속선의 길이는 2m 이내여야 한다.

5.3 차폐안된 대칭적으로 구동되는 접속선/원거리 통신선에 적용되는 시험구성(그림 9)

대칭적인 접속선/원거리 통신망에 대해서는 용량성 결합 방법은 잘 사용되지 않는다. 이 경우의 결합은 파괴기의 점화점(90V 파괴기인 경우 약 300V) 이하의 시험등급은 가스파괴기 없이 2차 보호에 대한 시험 이외에는 필요없다. 이때 다음의 두 가지 시험 구성을 고려해야 한다.

① 기기차원의 내성시험(0.5 또는 1.0KV) : 2차 보호시

② 시스템차원의 내성시험(2.0 또는 4.0KV) : 1차보호와 2차보호 모두 사용시

별도의 규정이 없으면 EUT와 결합/감결합 회로망간의 접속선의 길이는 2m 이내여야 한다. 전압 파형의 지속시간 50 μ s는 많은 수의 평행도선을 시험할 경우 현저하게 줄여도 된다.

5.4 차폐된 선로에 적용되는 시험구성

차폐된 선로의 경우는 대개 결합/감결합 회로망이 사용되지 않는다. 따라서 시험전압/전류는 그림 10과 같이 EUT의 차폐(외장)와 이와 연결된 선로의 차폐물에 인가한다. 선로의 차폐물의 한쪽 끝만이 EUT 차폐에 접속된 경우는 그림 11과 같이 구성한다. 연결되어진 안전을 위한 접지선을 감결합하기 위해 분리형 변압기를 사용해야 한다. 통상 규정된 차폐선의 최대 길이를 사용해야 한다. 시험펄스의 주파수 범위에서 보아 규정된 차폐선의 길이는 20m로 유도성을 띠지 않는 구조에서 사용해야 한다.

5.5 전압차를 인가하기 위한 시험구성

시스템 내에 전압차가 있는 상황에서 시험할 필요가 있는 경우가 있다. 차폐선으로 연결되어 서로 떨어진 기기들의 외장간의 전압차는 그림 10과 같이 시험하고, 차폐가 안된 선로 또는 한쪽 끝만 접지된 차폐선의 경우는 그림 11과 같이 시험한다.

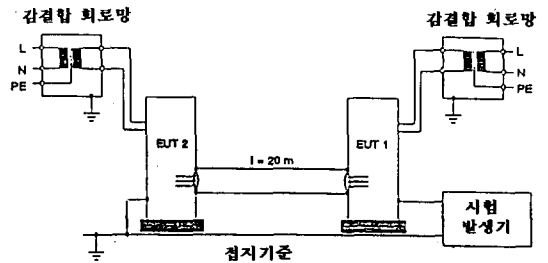


그림 10. 차폐선에 대한 시험구성 예 (전압차 인가를 위한 galvanic 결합)

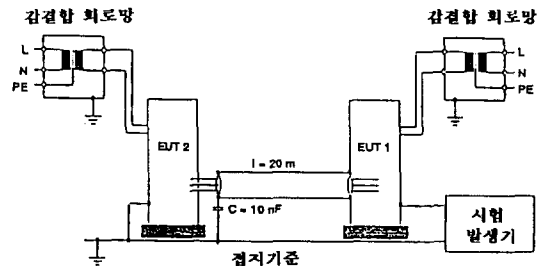


그림 11. 한쪽 끝만 접지된 차폐선의 시험 구성 예 (전압차를 위한 galvanic 결합)

6. 시험순서

6.1 실험실 기준조건

환경적인 요인들이 시험결과에 미치는 영향을 최소화 하기 위해서는 아래와 같이 기후와 전자기적 기준 조건하에서 시험이 수행되어야 한다. 먼저 실험실의 전자기적 환경은 시험결과에 영향을 미쳐서는 안된다. 다음 기후조건은 아래와 같은 요건을 만족해야 한다.

- ① 주변온도 : 15-35°
- ② 상대습도 : 10-75%
- ③ 대기압 : 86-106 kPa(860-1060 mbar)

이외의 수치는 물품규격에 명시해야 한다. EUT는 본래 의도한 기후조건내에서 구동시킨다. 온도와 상대습도는 시험보고서에 기록해야 한다.

6.2 실험실에서의 시험전압/전류의 인가

시험발생기의 특성과 성능은 4장에 명시되어 있으며, 발생기의 조정도 4장에 명시한 바 대로 수행한다. 시험은 아래와 같이 시험구성을 규정한 시험계획표에 따라 시행한다.

- 발생기 및 기타 이용 장비
- 시험수준(전압/전류) : 부록 A 참조
- 발생기 전원 임피던스
- surge 극성
- 내부 또는 외부의 발생기 접화장치
- 시험회수(선정된 위치에서 최소 양극 5회와 음극 5회)
- 반복율(최대 분당 1회)
- 시험되어야 할 입력과 출력
- EUT의 대표적인 구동조건
- 회로에 surge를 인가하는 순서
- AC 전원공급시 위상각
- 실제 설치 조건. 이를 들어 실제 접지조건을 모의 시험하기 위한 AC : 자연적인 접지, DC : (+) 또는 (-) 접지

여기서 보통 사용되는 대부분의 보호소자들은 비록 대전류를 수용할 수 있는 순간 최대전력 또는 에너지가 크다고 해도 감당할 수 있는 평균전력은 낮은 편이다. 그러므로 최대 반복율(두 surge간의 시간, 회복시간 각각)은 내장된 EUT의 보호소자에 달려있다. 여러 개의 동일한 회로인 경우는 몇개의

회로를 선정하여 대표로 측정해도 충분하다.

시험을 수행하기 위한 모드(mode)에 대한 정보는 부록 B에 있다. 별도로 규정하지 않으면 surge는 AC 전압파형의 0과 최대치에서의 위상과 동기되도록 인가되어야 한다. 시험과정에서 시험대상기기의 비선형 전류-전압 특성도 고려해야만 한다. 그러므로 시험전압은 물품규격 또는 시험계획표에 명시된 시험등급까지 단계별로 증가시켜야 한다. surge는 선간 그리고 선과 접지간에 인가시킨다. 선과 접지간의 시험시 특별한 규정이 없으면 모든 선에 대해 잇달아 시험전압을 인가시킨다. 둘 또는 그 이상 갯수의 선로들과 접지간에 복합과 발생기를 사용시는 시험펄스의 지속시간을 줄일 수 있다.

선정된 시험등급을 포함한 모든 하위 등급에 대해서 만족해야 한다. 2차보호를 시험시 발생기의 출력 전압은 1차보호의 전압에 의한 파괴의 가장 나쁜 수준까지 증가시켜야 한다. 실제 구동 신호원이 없을 경우는 모의로 발생시켜야 한다. 어떠한 상황에서도 시험수준은 물품 규격을 넘지 않도록 한다. 시험은 시험계획표에 따라 수행한다. 장비의 충격계수(duty cycle)에서 모든 임계점들을 찾아내기 위하여 충분한 갯수의 양극과 음극의 시험 펄스를 인가시킨다. 승인시험을 위해 충격받지 않은 기기를 사용하거나 보호소자를 교환해 주도록 한다.

7. 시험결과 및 시험보고서

시험될 장비와 시스템은 매우 다양하여 surge의 영향을 명확히 하기는 어렵다. 시험결과는 물품규격에서 별다른 명시가 없다면 구동조건과 시험대상기기의 동작 규정에 근거하여 분류한다.

- ① 규격제한 범위내에서 정상적인 성능
- ② 자체회복 가능한 일시적인 성능저하나 오동작
- ③ 사용자의 개입 또는 시스템의 복귀(reset)를 필요로 하는 일시적인 성능저하 또는 오동작
- ④ 장비(부품)나 소프트웨어의 손상 또는 Data의 손실에 의해 회복 불가능한 성능저하 또는 오동작

본 규격에서 정의된 시험들을 적용한 결과 장비가 위험하거나 불안전하게 되어서는 안된다. 승인 시험인 경우 시험프로그램과 시험결과와 해석은 규

정된 물품규격에 명시되어야만 한다. 일반적인 규칙으로, 시험 surge의 인가 기간내내 기기가 내성을 갖고 있으며 시험 완료후 기술규격에 명시된 동작 요건을 만족하면 시험결과는 양호하다. 기술규격은 EUT에 미치는 영향을 정의하는데, 관련성이 없으면 승인이 가능하다. 시험문서는 시험조건과 시험결과를 포함해야 한다.

부록 A: 시험등급선정

시험등급의 선정은 시험대상기기의 설치조건에 따른다. 이를 위하여 표 A-1을 부록 B에 있는 정보와 사례들과 함께 사용해야 한다. 시스템 수준의 내성을 확인하기 위하여 1차보호와 같은 첨가물이 있을 경우 실제 설치상황에서 시험하여야 한다. 서로 다른 등급에서의 surge(그리고 시험 발생기)들은 아래와 같다.

- ① 등급 1-4: 1.2/50 μs (8/20 μs)
- ② 등급 5: 전원선과 단거리 신호선: 1.2/50 μs (8/20 μs)

원거리 신호선: 10/700 μs

차폐선의 surge 시험에 적용하기 위한 규칙으로 양단에 접지되어진 차폐시 surge의 인가는 그림 10과 같이 한다. 그리고 한쪽 끝만이 접지되어진 차폐

시는 그림 11과 같이 한다. 이때 캐패시터 C는 접지에 대한 선로의 정전용량으로 계산하면 100pF / m이나 10nF를 대표값으로 사용한다. 차폐물상에 인가하는 시험등급은 선로와 접지간의 값으로 한다.

부록 B: 시험분류

B.1 전원임피던스 분류

발생기의 전원임피던스는 다음 사항에 따라 선정한다.

- ① 케이블/도선/선로의 종류 (전원공급 AC, 전원공급 DC, 접속선 등)
- ② 케이블/선로의 길이
- ③ 옥외/옥내 조건
- ④ 시험전압의 인가 방법(선간 또는 선과 접지간)

저전압 전원공급 회로망의 전원 임피던스는 2Ω이다. 2Ω의 실효출력 임피던스를 갖는 발생기를 사용한다. 저전압 전원공급 회로망과 접지의 임피던스는 12Ω이다. 추가로 10Ω저항이 직렬된 발생기를 사용한다. 모든 다른 선과 접지간의 전원 임피던스는 42Ω이다. 추가로 40Ω저항이 직렬된 발생기를 사용한다. 몇몇 국가 (예컨대 미국)에서는 AC선로

표 A-1. 시험등급 선정(설치조건에 따름)

설치 등급	시험등급(결합 모드)							
	전원선		비대칭구동회로 및 장거리 bus		대칭 구동회로 및 선로		단거리 bus, 데이터 bus①	
	선간전압 [KV]	선전압 [KV]	선간전압 [KV]	선전압 [KV]	선간전압 [KV]	선전압 [KV]	선간전압 [KV]	선전압 [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	2.0③	N.T.	2.0③	N.T.	N.T.
4	2.0	4.0③	2.0	4.0③	N.T.	2.0③	N.T.	N.T.
5	②	②	2.0	4.0③	N.T.	4.0③	N.T.	N.T.
X								

(N.T. = No Test)

- ① 제한거리, 특수한 구조, 특수한 구성, 10m부터 최대 30m
- ② 국부 전원 시스템의 등급에 따름
- ③ 1차 보호와 함께 시험

의 규정으로 그림 5처럼 2 Ω 임피던스인 좀 더 엄격한 시험을 요구한다. 일반적인 요건은 10 Ω 이다.

B.2 시험분류

시험은 기기 수준과 시스템 수준의 두 가지가 있다. 먼저 한개의 EUT에 대해 측정실에서 시험을 행하고, 여기서 시험되는 EUT의 내성은 기기수준의 내성이라고 한다. 이때 시험전압은 고전압 충격을 견디는 절연에 대한 명시된 한계를 넘어서는 안 된다.

기기수준은 내성은 모든 경우에 시스템의 내성을 보장하지 못한다. 이러한 이유로 시스템 수준의 시험은 실제 동일한 모의 상황에서 행하기를 권고한다. 모의사항의 설치는 보호소자(피뢰기, 바리스터, 차폐선 등)과 실제 길이와 형식의 접속선을 포함한다. 이러한 시험은 EUT의 기능이 향후 의도한 대로 작동되는 설치조건과 가능한 한 유사하도록 꾸며서 수행하는데 있다. 실제 설치조건하의 내성인 경우 좀 더 높은 전압등급을 인가시킨다. 그러나 이때의 에너지는 전류제한 특성을 갖는 보호소자들에 의해 제한 받을 수 있다. 시험은 보호소자에 의해 발생하는 2차적인 영향(파형, 모우드, 전압 또는 전류의 크기들의 변화)이 EUT가 수용할 수 없는 효과를 주지 못함을 보여 주고자 하는데 있다.

B.3 설치분류

등급 0: 특수처리된 실내처럼 보호가 잘 된 전기 환경

모든 인입 케이블은 과전압 (1차와 2차) 보호를 받는다. 전자기기의 단위부분들은 전원설비나 낙뢰에 의한 영향을 본질적으로 받지 않도록 잘 설계된 접지시스템에 접속된다. 전자기기는 별도의 자체만의 전원공급 장치를 갖는다. surge 전압은 25V를 넘지 않도록 한다.

등급 1: 부분적으로 보호된 전기환경

모든 옥내 인입 케이블은 과전압 (1차) 보호를 받는다. 기기의 단위부분들은 전원설비나 낙뢰에 의한 영향을 본질적으로 받지 않도록 잘 설계된 접지시스템에 접속된다. 전자기기는 다른기기와 완전히 격리된 자체 전원공급장치를 갖는다.

surge 전압은 500V를 넘지 않도록 한다.

등급 2: 짧은 거리일지라도 케이블들이 잘 격리되어 있는 전기환경

기기설치는 설치 자체 또는 낙뢰로부터 발생하는 전압에 본질적으로 간섭받기 쉬운 전원설치의 접지시스템에 별도의 접지선으로 접지된다. 전자기기의 전원공급장치는 대부분 특수 변압기로서 다른 회로들과 분리한다. 비보호된 회로들이 설치되지만 일부는 잘 격리시킨다. surge 전압은 1KV를 넘지 않도록 한다.

등급 3: 전력 케이블과 선로케이블이 나란히 놓여진 전기환경

설치 자체 또는 낙뢰로부터 발생하는 전압에 본질적으로 간섭받기 쉬운 전원설치의 공통접지시스템에 기기설치가 접지된다. 전원 설치내에서의 접지 결합에 의한 전류, 스위칭 작동과 낙뢰는 접지시스템에 상대적으로 높은 크기의 간섭 전압을 발생시킨다. 보호가 된 전자기기와 민감하지 않은 전기기기가 동일한 전원공급 회로망에 연결된다. 접속 케이블은 부분적으로 옥외에 있을 수 있지만, 접지시스템의 근방에 있다. 억제안된 유도성 부하가 설치내에 있으며, 통상 서로 다른 케이블들이 격리되지 않는다. surge 전압은 2KV를 넘지 않도록 한다.

등급 4: 기기간 접속이 옥외케이블로 전력선과 나란하며 전기 및 전자회로 모두를 위해 사용되는 전기환경

설비 자체 또는 낙뢰로부터 발생하는 전압에 간섭받기 쉬운 전원설치의 접지시스템에 기기설치가 접지된다. 전원설치내에서 접지결합에 의한 KA 대의 전류 스위칭 작동과 낙뢰는 접지시스템에 상대적으로 높은 크기의 간섭전압을 발생시킨다. 전원공급 회로망은 전기 및 전자기기 모두에게 동일하다. 접속케이블은 고전압 기기에 대해서도 옥외선으로 한다. 이러한 환경의 특수한 경우로는 전자기기가 인구밀집내의 원거리 통신망에 연결된 경우가 있다. 접지시스템은 단지

배관, 케이블등으로 구성될 뿐 전자기기 외부에 어떠한 체계적으로 제작된 접지 시스템이 없다. surge 전압은 4KV를 넘지 않도록 한다.

등급 5: 인구밀도가 낮은 지역의 원거리통신 케이블과 가공전력선이 전자기기에 접속된 전기환경

이러한 모든 케이블과 선로들은 과전압(1차) 보호를 갖추고 있다. 전자기기 외부에는 넓게 펼쳐진 접지시스템이 없다. 접지결합(최대전류 10KA)과 낙뢰(최대전류 100KA)에 의한 간섭전압은 극도로 높을 수 있다. 이 등급에 관한 요건은 시험등급 4(부록 A 참조)로 보완한다.

등급 X: 물품규격에 규정된 특수한 조건

접속회로망에 대한 surge 전압시험은 (케비넷 / 외장 밖) 외부 접속에 한하여 요구된다. 만약 시스템 수준의 시험이 가능하면 특히 접속케이블의 차폐물의 보호수단 일부인 경우에는 기기수준의 내성 시험을 필요하지 않다. 만약 기기 제작자가 아닌 타인에 의해 설비설치가 된다면 EUT 입출력(특히 공정접속)의 허용전압이 명시되어야 한다. 제작자는 EUT 단자에서 0.5KV 수준의 2차 보호를 갖춘 경우와 같이 기기수준의 내성을 증명할 수 있도록 규정된 등급에 근거하여 제작장비를 시험하여야 한다. 설치장소의 사용자나 설치 책임자는 예를 들어 낙뢰로 야기되는 간섭 전압이 선정된 내성등급을 초과하지 않음을 보장하는 데 필요한 수단들을 적용해야 한다.

참 고 문 헌

[1] C.W.Wintzer, International Commercial EMC Standards. A Handbook Series on

Electromagnetic Interference and Compatibility, vol 10, ICT : Gainesville, VA, 1988.

- [2] 체신부령 제825호, 전자파 장해 검정규칙, 1990년 9월.
- [3] G.W.Mills, "The mechanisms of the showering arc," IEEE Trans. Parts, Materials and Packaging, vol. PMP-5, no.1, pp. 47-55, 1969.
- [4] E.K.Howell, "How switches produce electric noise," IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol.EMC-21, no.3, pp.47-55, 1969.
- [5] M.A.Uman, The Lightning Discharge, Academic Press :Orland, FL, 1987.
- [6] S.Y.Kim and H.T.Ha, "Transient response of nonlinear protective devices for suppression of lightning surges on a pair-wire line," IEICE Trans.A, vol.E74, pp. 3018-3023, 1991.

김세운(金世潤)

1955년 8월 22일생. 1978년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1984년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학). 현재 한국과학기술연구원 정보전자연구부 책임연구원.