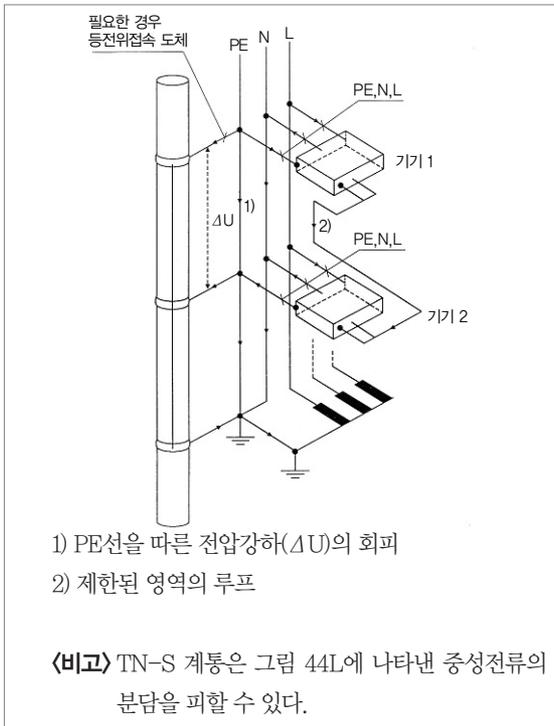


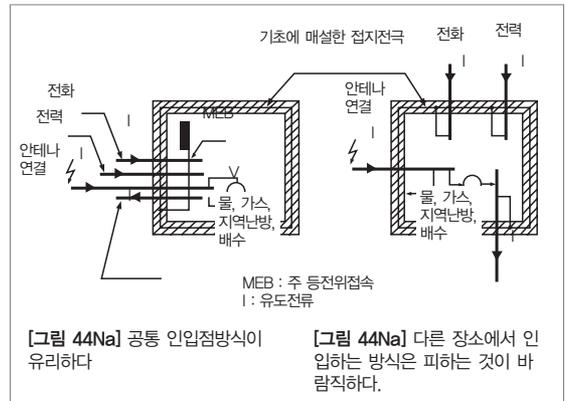
IEC는 International Electrotechnical Commission(국제전기표준회의)의 약자로 전기 관계의 국제 표준화를 목적으로 설립된 국제단체로서 각국을 대표하는 표준화 기관으로 구성되어 있다. IEC의 소재지는 제네바 비정부 기구이며 스위스 민법 제60조에 따른 사단법인이다.

International Electrotechnical Commission IEC 60364(건축전기설비)

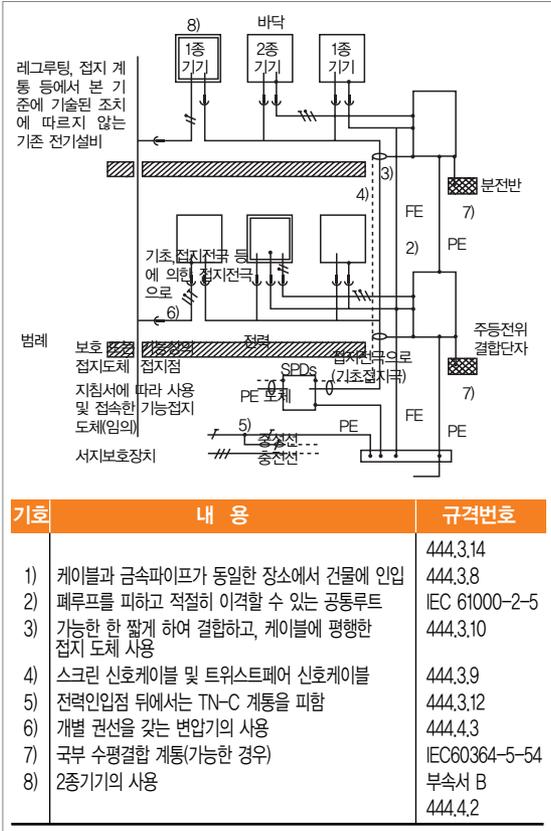
해설 _ 한찬호 기술사 | (주)천일E&C



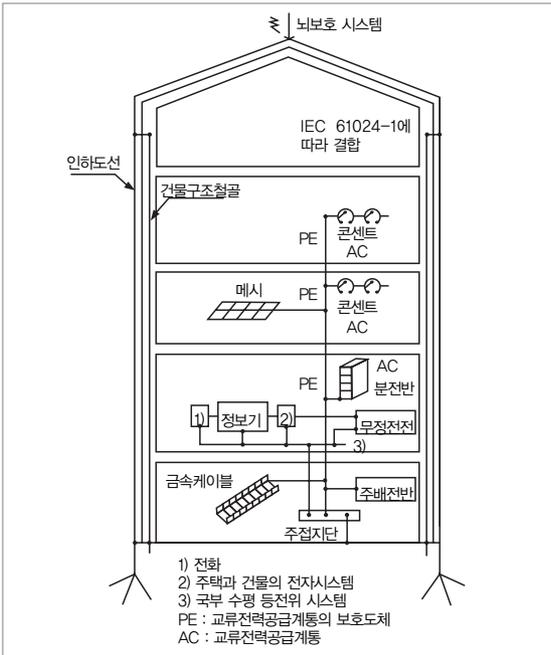
[그림 44M] 건물 계통 내에서 TN-S 계통을 이용한 결합 계통 내 중성선 전류의 회피



[그림 44N] 건물에 외장케이블 및 금속파이프 인입(예시)



【그림 440】 이 규격에서 나타난 기존 건물에 대한 조치 예



【그림 44P】 KS C IEC 60364-5-54, IEC 61000-2-5 및 KS C IEC61024에 따른 건축물의 접지시스템

445 저전압 보호

445.1 일반 요구사항

445.1.1 전압강하 또는 정전 및 후속 복구가 사람과 설비에 위험을 초래할 수 있는 상태가 되는 경우에는 적절한 예방조치를 취해야 한다. 또한 설비의 일부나 전기-사용 기기가 전압강하에 의해 손상될 우려가 있는 경우에도 예방조치를 취해야 한다.

저전압 보호장치는 사람에게 위험한 영향을 미치지 않으면서 설비 또는 전기-사용 기기에 미치는 손상이 허용범위 이내일 경우에는 필요하지 않다.

445.1.2 저전압 보호장치는 피보호기기의 운전으로 전압이 단시간 차단되지 않거나 전압손실이 없을 경우는 그 동작을 지연시킬 수 있다.

445.1.3 저전압 보호장치로 접촉기를 사용하는 경우에 접촉기의 개로 및 재폐로시의 지연이 제어용 또는 보호용 기기의 순시 차단동작을 방해해서는 안된다.

445.1.4 저전압 보호장치의 특성은 기기의 기동 및 사용과 관련된 IEC 규격의 요구사항에 부합하는 것이어야 한다.

445.1.5 보호장치의 재폐로가 위험한 상황을 유발할 우려가 있는 경우, 재폐로는 수동으로 해야 한다.

[부속서 A] 442.1과 442.1.2에 관한 해설(참조)

(KS C IEC 60364-4-442의 부속서 A, 제1판)

442.1 일반

442.1 및 442.1.1의 규정은 고압 계통의 지락사고 시 사람과 저압 계통 기기의 안전을 도모하는 것을 목적으로 한다.

전압이 다른 계통 간에 발생한 사고는 높은 전압에서 동작하는 배전 계통을 통해 저압 계통에 전원을 공급하는 변전설비의 고압측에서 발생할 수 있는 고장을 의미한다. 이 고장은 변전소의 노출도전부에 접속된 접지전극에 전류가 흐르도록 한다.

이 고장전류의 크기는 고장 루프 임피던스, 즉 고압 중성선을 어떻게 접지하는가에 따라 달라질 수 있다.

변전소 노출도전부의 접지전극에 흐르는 고장전류는 변전소 노출도부의 대지전위를 상승시키는 원인이 되며, 그 크기는 다음에 의해 좌우된다.

- 고장전류의 크기
- 변전소 노출도전부의 접지전극의 접지저항
고장전압은 수천볼트의 높은 값이 될 수도 있는데, 설비의 접지계통에 따라 다음을 야기할 수도 있다.
- 저압 계통의 대지전위의 상승. 이것은 저압기기의 절연 파괴의 원인이 될 수도 있다.
- 저압 계통 노출도전부의 대지전위의 상승, 이것은 고장전압과 접촉전압을 상승시킬 수 있다.

과도전류의 불필요 트리핑을 판별하기 위해 계전기는 시연특성을 가지므로, 일반적으로 고압 계통 고장시 차단에 소요되는 시간은 저압 계통보다도 길다. 고압 스위치기어의 동작시간 또한 저압 스위치기어보다 길다. 이것은 저압 계통의 노출 도전부 상의 고장전압 및 이에 대응하는 접촉전압의 지속시간이 저압설비 규정에서 요구하는 시간보다 길어질 수 있다는 것을 의미한다.

변전소 또는 수용가설비의 저압 계통에서 절연과파괴가 발생할 위험이 또한 존재한다. 과도회복전압의 이상 조건하에서 보호장치가 동작하게 되면, 회로의 개방이 어렵게 되거나 심지어 개방이 불가능할 수도 있다.

고압 계통에서는 다음의 고장조건을 고려한다.

유효하게 접지된 고압 계통 이 계통은 중성선을 직접 또는 저임피던스를 통해 대지에 접속되는 계통으로, 지락사고는 충분히 짧은 시간 안에 보호기기에 의해 제거된다.

중성선과 대지와의 접속은 해당 변전소 변압기에서는 시행하지 않는다.

일반적으로 용량성 전류는 무시한다.

절연 고압 계통 고압중전부와 변전설비 노출도전부의 제1지락으로 인한 단일고장조건만을 고려한다. 이러한 (용량성)전류는 그 크기 및 보호 계통에 따라 차단되거나 차단되지 않을 수도 있다.

소호 코일이 설치된 고압 계통 소호 코일은 해당 변전소 변압기에는 설치하지 않는다. 변전소의 고압 전도체와 노출도전부 간에 고압 계통의 지락사고가 발생한 경우, 작은 고장전류만이 발생한다(잔류전류는 약 수십 암페어 정도). 이 전류는 장시간 지속될 수도 있다.

442.1.1 고장전압

그림 44A는 IEC 60479-1의 곡선으로부터 유도된 것이다.

고장전압의 값을 검토할 때에는 다음 사항을 고려하도록 한다.

- 고압 계통은 지락사고의 위험이 낮다.
- KS C IEC 60364-4-41의 413.1.2에서 규정하는 주 등전위접속과 수용가설비 또는 기타 장소에 추가 접지전극이 있으므로 인해 접촉전압은 항상 고장전압보다 작다.

ITU-T에서 제시한 값은 0.2초 동안 650V 및 0.2초를 넘는 자동 차단시간 동안 430V는 그림 44A의 값을 약간 초과한다.

[부속서 B] 가공선로에 적용된 SPD에 의한 과전압 제어 지침(참조)

(KS C IEC 60364-4-443 2판에 대한 개정판 1의 부속서 A)

443.3.2.1의 조건 및 <비고 1>에 따라, 서지보호장치를 설비에 직접 설치하거나, 네트워크 운영자의 동의 하에 배전망의 가공선로에 설치하면 과전압 수준의 보호 제어가 가능하다.

그 예로 다음과 같은 조치들을 적용할 수 있다

- 가공 전원망의 경우 과전압 보호장치는 네트워크 교차점에 시공되는데, 특히 500m이상의 각 급전장치 말단에 시공된다. 과전압 보호장치는 배전선을 따라 매 500m마다 시공되어야 한다. 과전압 보호장치 간의 거리는 1000m이 내인 것이 좋다.
- 전원망이 부분적으로는 가공 망으로서 부분적으로는 시공되거나 지중 망으로 부분적으로 시공된다면, 가공선로의 과전압 보호는 a)에 따라 가공선로에서부터 지중 케이블까지 각 변환 지점에 적용된다.
- 전기설비에 전원을 공급하는 TN배전망에서는 간접접촉에 대한 보호는 자동전원차단에 의해 제공되는데, 선도체에 접속된 과전압 보호장치의 접지도체는 PEN 도체 또는 PE 도체에 접속된다.
- 전기설비에 전원을 공급하는 TT배전망에서는 간접접촉에 대한 보호가 자동전원차단에 의해 제공되며, 과전압 보호장치는 상도체와 중성선에 제공된다. 배전망의 중성선이

계통	변전소 저압 기기의 노출도전부	중성 임피던스 (있는 경우)	저압설비 기기의 노출도전부	U_1	U_2	U_3
a				$\sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$	$R \times I_m$
b			0	$\sqrt{3} U_0$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	0^a
c ^b	0	0	0	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$	0^a
d	0			$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$	0^a
e ^b		0		$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$R \times I_m$

a U_1 는 실제로는 초기지락사고전류와 노출도전부 접지전극 저항의 곱($R \times I_m$)과 같은데 U_1 이하이어야 한다.
 a, b 및 d 계통에서 초기사고로 인해 흐르는 용량성 전류는 특정한 경우에 U_1 의 값을 증가시킬 수 있지만, 이것은 무시한다.
 b c₁과 e 계통에서 임피던스는 중성선과 대지 사이에 설치한다(중성 임피던스).
 c₂와 e₂의 계통에서 임피던스는 중성선과 대지 사이에 설치하지 않는다(절연 중성선).

[그림 44D] 에서 [그림 44K]는 수용가설비에서 초기지락이 있는 경우와 없는 경우의 접지배치에 대한 여러가지 가능성을 보여주고 있다.

효과적으로 접지된 장소에서는, 중성선에 대한 과전압 보호장치가 반드시 필요한 것은 아니다.

<비고> 독일에서는 부속서 B의 내용이 규범이다.

IT 계통에 대한 여러 가지 가능성

(저압설비에서의 초기지락사고발생을 고려)

(442.4.4 및 442.5.2 참조)

(K S C IEC 60364-4-442 제1판 부속서 A 표를 포함)

지중 고압 공급선로의 길이는 무시한다.

차폐된 저압 지중 선로의 길이는 무시한다.

$K_g = 4$: 가공선로와 지중 비차폐 케이블 사이의 스트라이크 영향의 비에 기초한 감소율.

250Ω M의 토양저항률에 대해 계산됨

$K_i = 4$: 일반적인 변압기의 감소율

과전압 보호 해설[IEC 60364-4-442]

IEC 60364-4-442 과전압 보호는 저압 계통에 공급하는 변전소 고압 부분에서의 고압 계통 지락 사고시 인체와 저압 계통에 접속되는 기기의 안전성 도모를 목적으로 한다.

또한 그 적용 범위는 저압 계통에 접속되는 저압기기이다. 다만 뒷부분에서 설명하는“기기의 절연파괴”를 방지하기 위해 규정하는 “스트레스 전압”에 대해서는 “고압/저압 변압기”에도 적용한다. 이것은 고압~저압 전력 계통에 접속하는 기기를 일관되게 절연파괴로부터 지켜 안정적으로 송전하기 위해서이다.

이 규격의 과전압은 상용주파수에서 발생하는 현상이며, 대기현상 등의 과도한 이상전압에 관해서는 IEC 60364-4-443 대기 현상 또는 개폐에 기인한 과전압 보호에 의한다.

1. 고장 전압 및 스트레스 전압의 기준

이 규격에서는 목적별로 다음 2개 항목을 구체적으로 규정한다.

부속서 D (참조)

- 규약 길이 d의 측정 -

저압 배전선, 접지, 절연 수준과 현상(유도 결합, 저항 결합) 등을 고려한 구성은 d에 대한 다른 선택을 유도한다. 아래에서 제시된 사항은 일반적으로 최악의 경우를 나타낸다.

비고. 이 단순화된 방법은 IEC 61662에 기초한다.

$$d = d_1 + \frac{d_2}{K_g} + \frac{d_3}{K_i}$$

일반적으로 d는 1km로 한정한다.

여기에서,

d_1 : 구조물까지의 저압 가공 공급선로의 길이(1km 이내)

d_2 : 구조물의 저압 지중 비차폐선로의 길이(1km 이내)

d_3 : 구조물의 고압 가공선로의 길이(1km 이내)

1) 인체의 안전 확보를 목적으로 한 규정

고압 계통의 지락 고장으로 인해 발생하는 고장 전압이 저압 기기의 외함에 인가되면 인체 안전에 영향을 미친다. 따라서 이 고장 전압 크기와 지속 시간은 그림 44A처럼 구체적으로 규정해 인체의 안전을 확보하는 것이다.

2) 저압 계통에 접속되는 기기의 안전 확보를 목적으로 한 규정

고압 계통의 지락 고장으로 인해 발생하는 고장 전압이 저압 기기에 인가되고 이것이 저압기기의 절연 강도를 초과한 전압이 되면 저압 기기가 절연 파괴될 위험이 있다. 따라서 저압 기기에 인가되는 스트레스 전압을 표 442-1처럼 구체적으로 규정해 저압 기기의 안전을 확보하는 것이다.

【표 442-1】 저압 기기의 허용 교류 스트레스 전압

저압 설비의 기기 허용 교류 스트레스 전압(V)	차단시간(s)
$U_0 + 250V$	>5
$U_0 + 1,200V$	≤ 5

〈비고〉 U_0 : 공칭 대지 전압

※ 우리나라에서 사용되고 있는 저압기기가 이 값을 만족하고 있는가에 대한 확인은 어렵다. 현재 전기설비의 설계 및 시공을 전기설비기술기준에 따라 실시하는 경우에는 표 442-2를 충족시키면 만족하게 된다.

【표 442-2】 허용 스트레스 전압

고압전로 또는 특별고압전로의 1선 지락 시 차단시간(s)	저압기기의 허용 교류 스트레스 전압(V)
$t > 2$	$U_0 + 150$
$1(t \leq 2)$	$U_0 + 300$
$t \leq 1$	$U_0 + 600$

〈비고〉 U_0 : 저압계통의 상전압

2. 변전소내의 접지

(IEC 60364-4-442의 442.2 및 442.3)

1) 변전소내 접지 설비의 접지 저항은 상기 “1. 고장 전압 및 스트레스 전압의 기준”에 따라 부여된 조건을 만족하는 값이어야 한다.

2) 다음 1의 경우에는 상기 “가”의 조건을 만족하는 것으로 한다.

(1) TN 계통, TT 계통 또는 IT 계통에서 변전소내 접지 설비의 접지 저항이 1Ω 이하인 경우

* 특별 고압으로 수전하는 경우에는 지락 고장 전류가 수백 암페어가 되기 때문에 접지저항이 1Ω 이하인 경우라도 하더라도 접지방식을 충분히 검토할 필요가 있다.

(2) 변전소내 접지 설비에 접속되는 고압, 저압 케이블 및 그들 외피의 합계가 길이 1km를 초과하는 금속제 외피를 갖는 케이블(또는 그들 집합)로 해당 케이블의 금속제 외피가 적절하게 접지되어 있는 경우

3. 저압 설비의 접지 계통 종류에 따른 접지방식 (IEC 60364-4-442의 442.4)

1) TN 계통

(1) TN-C(a) 계통

고장전압($R \times I_m$)이 그림 44A와 같은 시간 내에 차단되는 경우 이 접지 계통을 적용할 수 있다(그림 442-1의 TN-a 참조).

고압 비접지 계통의 지락 고장 전류는 최대 10A정도이고 지속시간은 1초 이내로 추정할 수 있다. 이를 기초로 이 접지 계통에서의 저압 계통 접지 저항 R 을 고려하면 다음과 같다.

① 그림 44A의 F곡선에서 고장 지속 시간이 1초 이내인 고장 전압의 허용값은 60V이다. 따라서 $U_f = R \times I_m$ 에서 $R = U_f / I_m = 60 / 10 = 6\Omega$ 이다(고장 지속 시간이 1초 이상인 경우는 고장 전압의 허용값을 50V로 계산한다).

② 상기 “①”에서 접지저항 $R = 6\Omega$ 이하이면 본 접지 계통의 적용 조건을 만족한다고 할 수 있다.

③ 접지저항 $R = 6$ 이상이 되는 경우는 인체 안전성 확보면에서 등전위 본딩을 하거나 다른 접지방식으로 TN-C(b) 계통 또는 TT계통으로 할 필요가 있다.

다만, 22kV이상의 특별 고압으로 수전하는 설비에서 지락 전류가 고압 계통에 비해 대폭 증가 하므로 지락 고장 전류값을 전력회사에 확인해서 검토할 필요가 있다(이후에 설명하는 모든 접지 계통에 대해 특별 고압인 경우는 동일한 검토가 필요하다).

계속 ▶▶