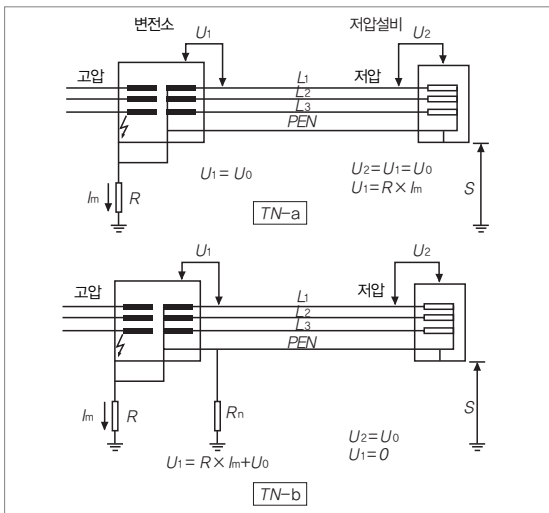


IEC는 International Electrotechnical Commission(국제전기표준회의)의 약자로 전기 관계의 국제 표준화를 목적으로 설립된 국제단체로서 각국을 대표하는 표준화 기관으로 구성되어 있다. IEC의 소재지는 제네바 비정부 기구이며 스위스 민법 제60조에 따른 사단법인이다.

International Electrotechnical Commission IEC 60364(건축전기설비)

해설 _ 한찬호 기술사 | (주)천일E&C



【그림 442-1】 TN-C (a) 및 (b)계통의 지락 고장 전류와 전위 상승

2) TN-C(b) 계통

이 접지 계통은 변압기 외함 접지극과 별도로 PEN 도체에

접지극 R_B 를 시설하고 있다. 따라서 고장 전압($R \times I_m$)이 저압 기기의 외함에 인가되지 않아 인체 안전에 영향이 없으므로 저압 기기의 외함 접촉전압에 대해서는 고려할 필요가 없다(그림 442-1의 TN-b 참조).

이 경우 고압/저압 변압기의 2차측과 변압기 외함 간의 고장 전압 $U_1 = R \times I_m + U_0$ 이 스트레스 전압이 되므로 이 크기와 지속시간이 표 442-1을 만족할 필요가 있다.

이 경우의 접지저항 R 은 다음과 같다.

- ① 고압 계통의 지락 고장 지속 시간은 1초 정도이다. 표 442-1에서 5초 이하의 전압값을 적용하면 스트레스 전압 $U_1 = 1.5U_n + 750V$ 이다. 이것은 저압 계통이 100V인 경우 900V, 200V인 경우 1,050V가 된다.

② 따라서 고압측 지락 전류의 최대값을 10A로 했을 때의 접지저항 R 은

100V인 경우 ----- $R = 900 / 10 = 90\Omega$

200V인 경우 ----- $R = 1,050 / 10 = 105\Omega$ 이 되며, 그 이하의 저항값이면 조건을 만족하게 된다.

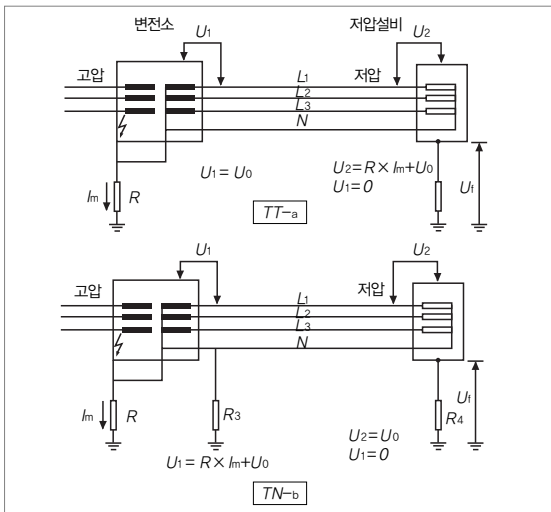
2) TT 계통

(1) TT-a 계통

고장전압($R \times I_m$)이 표 442-1에 규정하는 스트레스 전압의 규정값을 만족하면 이 접지 계통을 적용할 수 있다.

이 접지 계통은 변압기 외함의 접지극과 별도로 저압 기기에 접지극 R_0 를 시설하고 있으므로 고장전압($R \times I_m$)이 저압 기기 외함에 인가되지 않아 인체 안전에 영향이 없다. 따라서 저압 기기 외함의 접촉 전압에 대해서는 고려할 필요가 없다(그림 442-2의 TT-a 참조).

그러나 저압 계통에 접속되는 저압 기기에 대해 $U_2 = R \times I_m + U_0$ 이라는 고장 전압이 스트레스 전압으로 인가되므로 이 크기와 지속 시간이 표 442-1을 만족할 필요가 있다. 구체적인 접지저항 R선정은 앞에서 설명한 TN-C(b) 방식과 동일하다.



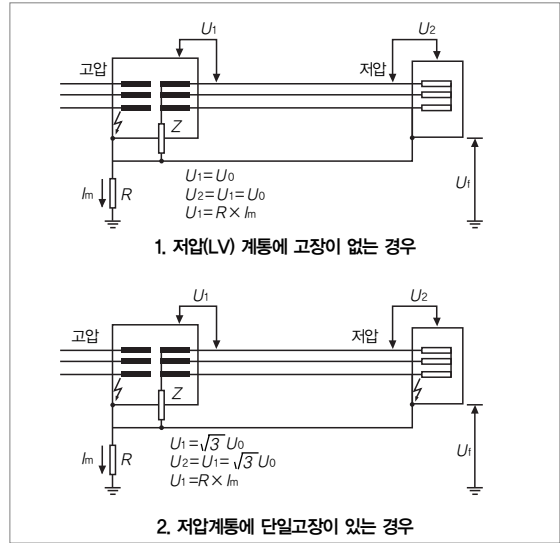
【그림 442-2】 TT (a) 및 (b)계통의 지락 고장 전류와 전위 상승

(2) TT-b 계통

TT-a 계통에서는 고장전압($R \times I_m$)이 표 442-1에 규정하는 스트레스 전압의 규정값을 만족하지 않는 경우 저압기기가 절연파괴될 우려가 있다. 이런 경우에 본 접지계통을 적용한다. 본 접지계통은 고압 계통의 지락고장에 의한 고장 전압이 저압 기기에 인가되는 적이 없으므로 저압 기기에 관한 스트레스 전압을 고려할 필요가 없다(그림 442-2의 TT-b 참조).

그러나 고압/저압 변압기의 2차측과 변압기 외부 상자간의 전압, $U_i = R \times I_m + U_0$ 이 스트레스 전압이 되므로 그 크기와 지속 시간이 표 442-1을 만족할 필요가 있다. 구체적인 접지저항

R 선정은 앞에서 설명한 TN-C(b) 방식과 동일하다.



【그림 442-3】 IT 방식의 지락 고장 전류와 전위 상승

3) IT 계통

(1) IT 계통의 방식

이 접지 계통은 다양한 방식이 있으며 크게 구분하면 다음과 같은 2종류로 구분할 수 있다.

- ① 고압 계통의 지락 고장에 의한 고장 전압이 저압 기기 외함에 인가되어 인체 안전에 영향을 미칠 가능성이 있으므로 그림44A의 F곡선을 고려해야 하는 방식.
- ② 고압 계통의 지락 고장에 의한 고장 전압이 저압 기기 외함에 인가되지 않는 계통으로 그림44A의 F곡선에서 규정하는 고장 전압과 지속 시간을 고려하지 않아도 되는 방식. 단 고장 전압이 저압 기기에 스트레스 전압으로 인가되므로 표 442-1에서 규정하는 스트레스 전압과 지속 시간을 고려할 필요가 있다.

(2) 고장 전압이 저압 기기 외함에 인가되는 방식

고압 계통의 지락 고장 전류가 최대 10A정도로 지속 시간이 1초 이내인 경우 본 접지방식에서의 접지 저항 R을 고려하면 다음과 같다(그림 442-3 참조).

그림 44A의 F곡선에서 고장 지속 시간이 1초 이내인 고장 전압은 60 V이다.

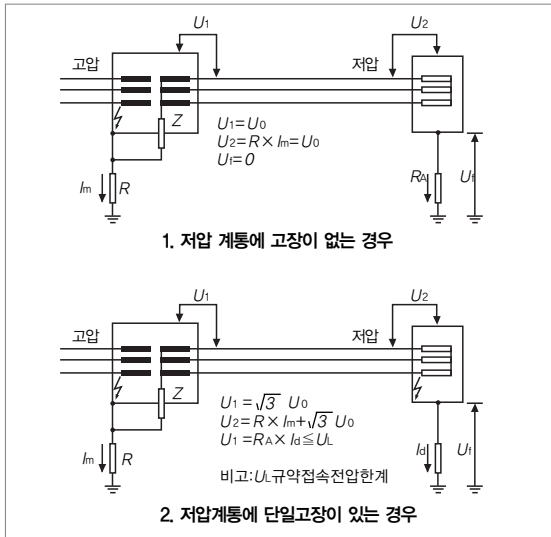
따라서 $U_f = R \times I_m$ 에서 $R = U_f / I_m = 60 / 10 = 6\Omega$ 이다.

위와 같이 접지저항 R = 6Ω 이하이면 본 접지방식의 적용 조건을 만족한다고 할 수 있다. 접지저항 R = 6Ω 이상이 되는 경우

는 인체 안전 확보 면에서 등전위 본딩을 실시할 필요가 있다.

(3) 고장 전압이 저압 기기의 스트레스 전압으로 인가되는 방식이 접지방식에서는 저압 기기의 외함에 대한 고장 전압 인가가 없으며 저압 기기에 대한 스트레스 전압이 인가될 뿐이다 (그림 442-4 참조).

앞에서 설명한 스트레스 전압의 규정값을 만족하는 접지저항 R을 선정하면 된다.



[그림 442-4] IT 방식의 지락 고장 전류와 전위 상승

4. 접지저항 R을 1Ω이하로 한 경우의 개념(IEC 60364-4-442의 442.4)

상기 “3. 저압 설비의 접지 계통 종류에 따른 접지방식(IEC 60364-4-442의 442.4)”에서 각종 접지방식별로 저항 R 선정에 대해 설명했다. 그러나 접지저항 R을 1Ω이하로 한 경우에는 상기 “3”에서 설명한 모든 조건에 적합하다. 이것은 고압 계통의 지락 고장 지속 시간을 1초 이내로 한 경우 허용 고장 전압 UR는 60V이다.

고압 계통의 지락 고장 전류를 최대 10A로 하고 접지 저항 R을 1Ω으로 한 경우 발생하는 고장전압 UR는 10V가 되며 60V를 만족한다. 다만, 특별고압에서 수전하는 설비에서는 지락 고장 전류가 수백 암페어로 대폭 증가하므로 접지저항 R을 1Ω이하로 한 경우에도 상기 “3”에서 설명한 모든 조건에는 적합하지 않다. 따라서 전력회사에 대한 지락 고장 전류값을 확인해 검토할 필요가 있다.

5. 변전소 접지 설비에 접지 금속 외피가 있는 케이블을 접속한 경우의 개념

IEC 60364에서는 변전소 변압기에 다음과 같은 케이블을 접속하면 앞에서 설명한 접지 저항 R을 1Ω이하로 한 경우와 마찬가지로 상기 “3”에서 설명한 모든 조건에 적합한 것으로 한다.

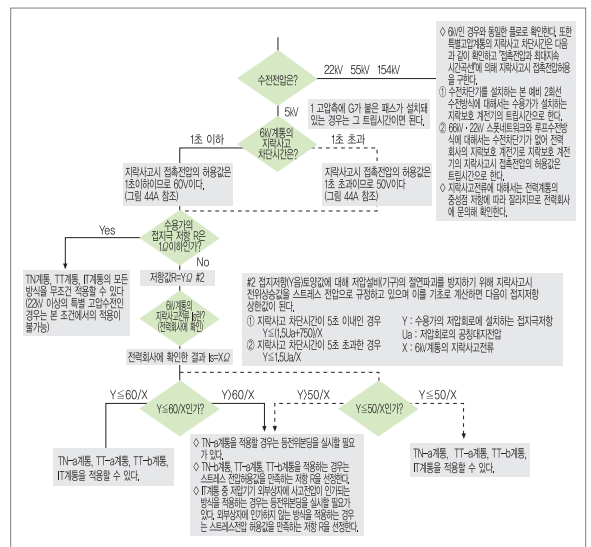
- 1) 적당한 접지 금속 외피가 있는 고압 케이블(케이블 길이는 1km 초과)
- 2) 적당한 접지 금속 외피가 있는 저압 케이블(케이블 길이는 1km 초과)
- 3) 적당한 접지 금속 외피가 있는 고압 케이블 및 저압 케이블(케이블 길이는 1km 초과)

이것은 케이블을 직접 매입해 금속 외피(1 km 초과)를 접지 저항 R과 병렬 접속함으로써 사실상 접지 저항 R을 1Ω이하로 한 경우와 동등한 효과가 있기 때문이다.

케이블 포설방법은 케이블 트렌치나 덕트를 사용하는 예가 많으며 적당한 접지 금속 외피가 있는 케이블을 적용하는 예는 적다. 위에서 설명한 규정의 취지를 만족하지 않는 경우는 분항의 적용이 적합하지 않다.

6. 과전압 보호 검토 흐름도

과전압 보호 면에서 살펴본 수용가의 접지방식 선정과 접지 저항에 대해 그림 442-5에 나타냈다.



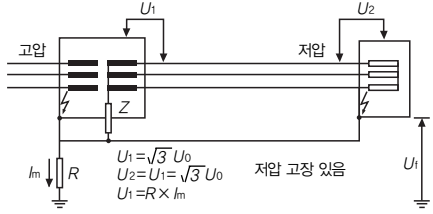
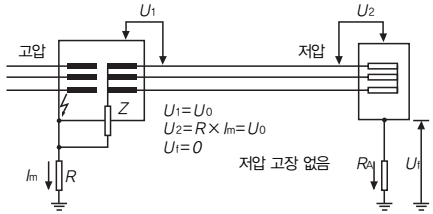
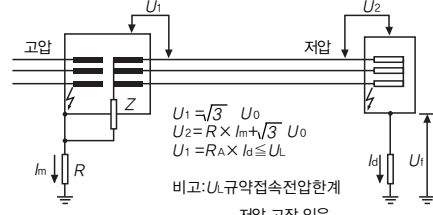
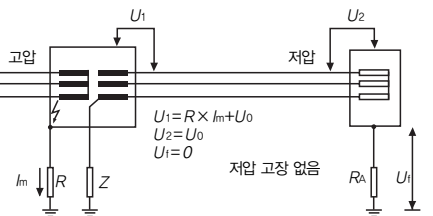
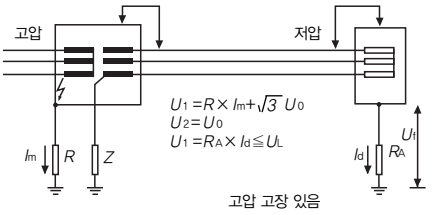
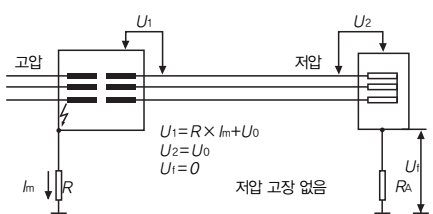
[그림 442-5] 과전압 보호 검토 흐름도

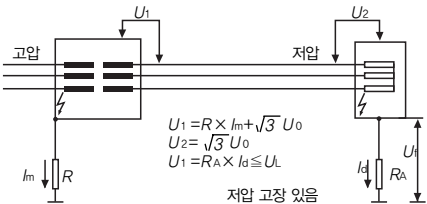
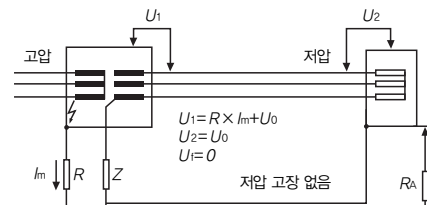
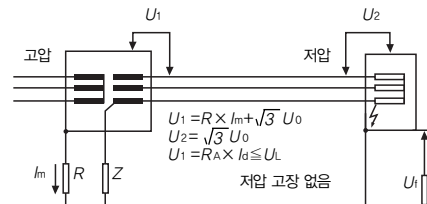
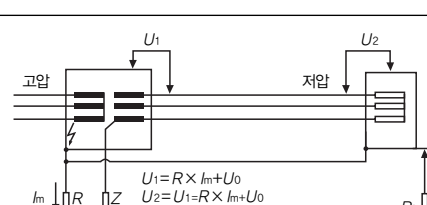
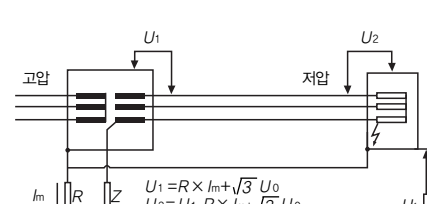
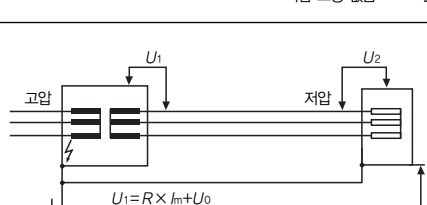
7. 고장 전압과 스트레스 전압의 정리

접지방식에 따른 고압 또는 특별 고압 전로의 1선 지락시의 고장 전압과 스트레스 전압 발생 상황은 표 442-3과 같다.

【표 442-3】 고압 또는 특별 고압 전로의 1선 지락시의 고장 전압과 스트레스 전압 발생 상황

접지 계통	결 선 도	고장전압 U_f	스트레스 전압	
			변전소 저압기기의 스트레스전압 U_1	부하설비 저압기기의 스트레스전압 U_2
TN 계통	<p>변전소 U_1 저압설비 U_2 고압 저압 L_1 L_2 L_3 PEN $U_1 = U_0$ $U_2 = U_1 = U_0$ $U_1 = R \times I_m$ I_m R S TN-a</p>	$R \times I_m$	U_0	U_0
	<p>변전소 U_1 저압설비 U_2 고압 저압 L_1 L_2 L_3 PEN $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_0$ $U_1 = 0$ I_m R R_n S TN-b</p>	0	$R \times I_m + U_0$	U_0
TT 계통	<p>변전소 U_1 저압설비 U_2 고압 저압 L_1 L_2 L_3 N $U_1 = U_0$ $U_2 = R \times I_m + U_0$ $U_1 = 0$ I_m R S TT-a</p>	0	U_0	$R \times I_m + U_0$
	<p>변전소 U_1 저압설비 U_2 고압 저압 L_1 L_2 L_3 N $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_0$ $U_1 = 0$ I_m R R_3 S TN-b</p>	0	$R \times I_m + U_0$	U_0
IT 계통	<p>변전소 U_1 저압설비 U_2 고압 저압 L_1 L_2 L_3 Z $U_1 = U_0$ $U_2 = U_1 = U_0$ $U_1 = R \times I_m$ I_m R S IT 저압 고장 없음</p>	$R \times I_m$	U_0	U_0

접지 계통	결 선 도	고장전압 U_f	스트레스 전압	
			변전소 저압기기의 스트레스전압 U_1	부하설비 저압기기의 스트레스전압 U_2
IT 계통	 <p> $U_1 = \sqrt{3} U_0$ $U_2 = U_1 = \sqrt{3} U_0$ $U_f = R \times I_m$ 저압 고장 있음 </p>	$R \times I_m$	$\sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = U_0$ $U_2 = R \times I_m = U_0$ $U_f = 0$ 저압 고장 없음 </p>	0	U_0	$R \times I_m + U_0$
	 <p> $U_1 = \sqrt{3} U_0$ $U_2 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_f = R_A \times I_d \leq U_L$ 비교: U_L 규약 접속 전압 한계 저압 고장 있음 </p>	$R_A \times I_d \leq U_L$	$\sqrt{3} U_0$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_0$ $U_f = 0$ 저압 고장 없음 </p>	0	$R \times I_m + U_0$	U_0
	 <p> $U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_2 = U_0$ $U_f = R_A \times I_d \leq U_L$ 고압 고장 있음 </p>	$R_A \times I_d \leq U_L$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_0$ $U_f = 0$ 저압 고장 없음 </p>	0	$R \times I_m + U_0$	U_0

접지 계통	결 선 도	고장전압 U_f	스트레스 전압	
			변전소 저압기기의 스트레스전압 U_1	부하설비 저압기기의 스트레스전압 U_2
IT 계통	 <p> $U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_2 = \sqrt{3} U_0$ $U_1 = R_A \times I_d \leq U_L$ 저압 고장 있음 </p>	$R_A \times I_d \leq U_L$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_0$ $U_1 = 0$ 저압 고장 없음 </p>	0	$R \times I_m + U_0$	U_0
	 <p> $U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_2 = \sqrt{3} U_0$ $U_1 = R_A \times I_d \leq U_L$ 저압 고장 없음 </p>	0	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$\sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_1 = R \times I_m$ 저압 고장 없음 </p>	$R \times I_m$	$R \times I_m + U_0$	$R \times I_m + U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_2 = U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_1 = R \times I_m$ 저압 고장 없음 </p>	$R \times I_m$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$
	 <p> $U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_2 = U_1 = R \times I_m + U_0$ $U_1 = R \times I_m$ 저압 고장 없음 </p>	$R \times I_m$	$R \times I_m + U_0$	$R \times I_m + U_0$

접지 계통	결 선 도	고장전압 U_f	스트레스 전압	
			변전소 저압기기의 스트레스전압 U_1	부하설비 저압기기의 스트레스전압 U_2
IT 계통	<p> $U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_2 = U_1 = R \times I_m + \sqrt{3} U_0$ $U_f = R \times I_m$ </p> <p>저압 고장 있음</p>	$R \times I_m$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$	$R \times I_m + \sqrt{3} U_0$

8. 스트레스 전압 보호의 확인

표 442-1의 허용 값을 사용하는 경우에 부하기기를 포함한 전 기기 등의 대지 절연 전압 수준 (level)을 확인하여야 한다.

[해설] 과전압 보호 설계 방법

과전압 보호는 고압계통의 지락사고에 대한 저압설비 보호에 대해 규정하고 있다.

1. 전기설비기술기준 제305조에 근거한 내용

1) 규정내용

IEC 규격에는 고압계통의 지락고장에 기인하여 저압기기에 발생하는 상용주파수 스트레스전압의 크기 및 계속시간은 표 442-1의 값을 초과하지 않아야 한다고 규정하고 있다.

또한 보호목적, 보호범위, 고장전압 및 스트레스전압의 발생 상황과 허용값 등에 대해서는 상과과전압보호를 참조한다.

2) 검토(예)

여러 가지 고압측 지락사고 경우에서 지락전류 값, 지락계속 시간, 접지저항 값 및 저압측 상전압값을 예상하고 발생하는 고 장전압/스트레스전압이 규정 값에 대해 허용범위인지 아닌지를 확인한 사례들이 표 442-6에 있다.

또한 접지계통은 TN 및 TT, 저압측 상전압을 100V로 예상하고 있다.

2. 전기설비기술기준에 근거한 스트레스전압 확인 사례

1) 규정 내용

현행 스트레스전압 허용 값은 표 442-5와 같다.

2) 검토(예)

표 442-5에 근거하여 고압측 지락사고 시 저압기기의 스트레 스전압 확인사례를 표 442-7에 나타낸다.

[표 442-5] 현행 허용 스트레스전압

저압설비 기기 허용 교류스트레스 전압(V)	차단시간(S)
$U_0 + 150$	$t > 2$
$U_0 + 300$	$1 < t \leq 2$
$U_0 + 600$	$t \leq 1$

[비 고] U_0 :저압계통의 상전압



계속 ▶▶