



International Electrotechnical Commission IEC 60364(건축전기설비)

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.

해설 _ 한찬호 기술사 / (주)천일E&C

410.3.3.5 (471.2.2)

다음 기기는 간접접촉에 대한 보호수단을 적용하지 않아도 된다.

- 가공선로 애자벽 브래킷 및 가공선로 부속품에 접속된 금속부 다만, 팔의 접근거리 밖에 설치되어 있는 것
- 철근 강화 콘크리트주의 그 철근에 접촉할 우려가 없는 것
- 크기가 작거나(약 50×50mm) 또는 그 배열로 인하여 손으로 집을 수 없는 것
- 인체에 접촉할 수 없는 노출도전부 또는 보호선으로 접속이 어렵거나 접촉할 가능성이 없는 것

[비고] 이 요구사항의 적용 예로 볼트, 리벳, 명판 및 케이블 클립 등이 있다.

- 413.2에 따른 기기를 보호하는 금속관 또는 기타 금속 외함

410.3.4 외부 영향과 관련한 보호수단의 적용

410.3.4.1 (481.1.1)

410.3.4.2의 요구사항은 본 규격에 정의된 감전에 대한 보호수단은 평가된 외부 영향 조건의 함수로 적용되는 규정이다.

[비고]

- 실제는 다음에 제시된 외부 영향 조건만 감전에 대한 보호수단의 선택과 관련이 있다.
 - BA - 작업자의 기술 숙련도
 - BB - 인체의 전기저항
 - BC - 접지전위와 사람간의 접촉
- 위에서 제시된 조건 이외의 기타 외부 영향 조건은 감전에 대한 보호수단 선정 및 적용에는 실질적으로 영향을 미치지 않지만, 장비를 선정할 때 고려하여야 한다(KS C IEC 60364-5-51, [표 51A] 참조)

410.3.4.2 (481.1.2)

제시된 외부영향의 조합에 대하여 몇 가지 보호수단이 허용되는데, 그 중 적절한 수단의 선정은 장소의 조건과 대상기기의 특성에 따라 결정된다.

[비고] 특수설비 또는 특수 장소에 대해서는 KS C IEC 60364-7 참조

410.3.4.3 (481.3.1 일부)

413.1에 따른 자동전원차단에 의한 보호수단은 모든 설비에 적용할 수 있다.

410.3.4.4 (481.3.2)

2종기기의 사용 또는 이와 동등한 절연의 사용(413.2)을 통한 보호수단은 모든 상황에서 적용가능하다(단, KS C IEC 60364-7에 제시된 제한조건의 경우는 제외)

[비고] 안전을 위해 외부 영향을 고려하여 기기를 선정하는 것이 중요하다.

410.3.4.5 (481.3.3)

절연장소에 의한 보호수단은 413.3항에 따라 허용된다.

410.3.4.6 (481.3.4)

비 접지 국부 등전위접속을 이용한 보호수단은 외부영향 조건 BC 1에서만 허용된다.

410.3.4.7 (481.3.5)

전기적 이격에 의한 보호수단은 모든 상황에서 적용할 수 있다. 다만, 조건 BC 4에서는 전원공급이 한 개의 변압기에

서 한 개의 이동형 장비로 제한될 때에만 적용가능하다.

410.3.4.8 (481.3.6)

411.1.4에 따른 SELV 이용 또는 411.1.5에 따른 PELV 이용은 모든 상황에서 간접접촉에 대한 보호조치로 간주된다.

[비고]

- 1. 어떤 경우에는 KS C IEC 60364-7에서 특별 저압의 값을 50V이하(예, 25V 또는 12V)로 제한하는 경우도 있다.
- 2. FELV를 사용하는 경우에는 간접접촉에 대한 부가적인 보호수단이 필요하다(411.3.3 참조).

410.3.4.9 (481.3.7)

KS C IEC 60364-7의 해당 부에서(예를 들어 사람이 물에 입수될 수 있는 곳)에서의 설비 또는 설비의 일부는 특별한 보호수단이 필요하다고 규정하고 있다.

감전보호 해설 [IEC 60364-4-41]

ELV, SELV, PELV 및 FELV의 기호는 다음과 같다.

- ELV : Extra Low Voltage
- SELV : Safety Extra Low Voltage
- PELV : Protective Extra Low Voltage
- FELV : Functional Extra Low Voltage

1. 일반사항

① 전기설비에 있어서 감전보호는 직접접촉보호와 간접접촉보호의 조합 또는 특별저압(ELV)에 대한 보호(SELV, PELV, FELV) 중 어느 것인가에 따라 시행한다.

② 직접접촉보호는 전기설비가 정상으로 운전하고 있는 상태에서 해당 전기설비에 사람 또는 동물이 접촉되는 경우를 대비하여 감전방지를 위한 보호를 하고 다음 방법에 따라 실시한다.

- 가. 충전부의 절연에 의한 보호
- 나. 격벽 또는 외함에 의한 보호
- 다. 장애물에 의한 보호
- 라. 손의 접근한계(arm's reach) 외측 시설에 의한 보호
- 마. 누전차단기에 의한 추가 보호

[해설] 직접접촉보호는 상기“가~라”항을 단독으로 적용할 수 있는 방법이다.“마”항의 누전차단기에 의한 추가보호는 “가~라”항에 추가적으로 이용하는 보호방법이며, 단독으로 적용할 수 없다.

③ 간접접촉보호는 전기설비에 지락 등의 고장이 발생한 경우에 해당 전기설비에 사람 또는 동물이 접촉한 경우를 대비하여 감전방지를 위한 보호로서 다음 중 하나의 방법에 의해 실시한다.

- 가. 전원의 자동차단에 의한 보호
- 나. II 급기기의 사용 또는 이것과 동등 이상의 절연에 의한 보호
- 다. 비도전성 장소에 의한 보호
- 라. 비접지용 국부적 등전위 접촉에 의한 보호
- 마. 전기적 분리에 의한 보호

④ 특별저압에 의한 보호는 직접접촉보호 및 간접접촉보호를 동시에 시행하고 사용전압은 교류 50V이하, 직류 120V 이하의 전압으로 다음 중 하나의 방법에 의해 시행한다.

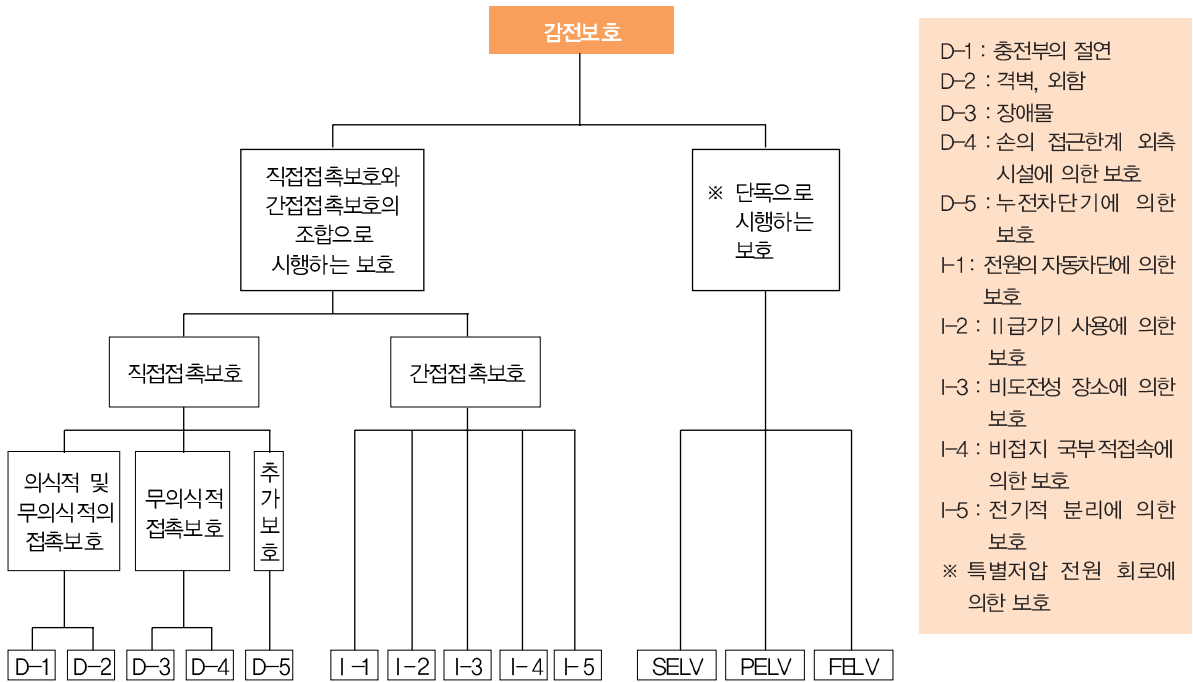
- 가. 비접지회로에 적용하는 SELV 시스템
- 나. 접지회로에 적용하는 PELV 시스템
- 다. 기능상 ELV를 사용하는 경우에 적용하는 FELV 시스템

2. 감전 보호 체계

전기 설비에서 감전 보호는 사람의 생명에 관계된 가장 중요한 보호이다. 이를 위해 [그림41-1]과 같이 전기설비에서 감전 보호는 2개의 보호 수단을 조합해서 시행할 수 있도록 규정하고 있다. 이 2개의 보호 수단이 실시되었을 때 비로소 감전 보호를 시행하고 있다고 본다. 또한, 특별 저압에 의한 보호는 직접 접촉 보호와 간접 접촉 보호를 1개의 보호 수단으로 실현하는 것이다.

3. 간접접촉보호의 기본

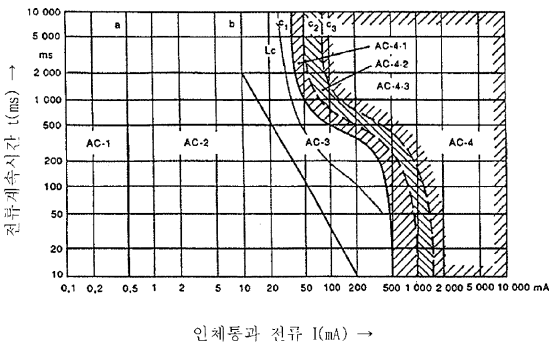
[그림 41-2]은 IEC 60479(인체통과전류의 영향)에서 인용된 것으로 인체통과전류와 통전지속시간과의 관계를 표시하고 있다. 전원차단에 의한 보호를 시행하는 경우는 그림의 Lc(차단시간과 전류의 함수) 곡선의 좌측 및 하측의 범위에서 동작(차단)하는 보호기를 사용해야 한다. 또한, 통상적인 상태에서 최대 허용접촉전압은 50V이다. 이 50V는 규약접촉전압 한도로서 연속허용접촉전압이 된다. 특별한



[그림 41-1] 감전 보호 체계

환경조건에서 허용접촉전압의 한계 값은 이 값보다 낮은 값이 요구된다.

[그림 41-2] 5Hz에서 100Hz 교류전류의 영향 시간/전류영역



[표 41-1] 시간/전류 영역에 따른 인체의 생리학적 영향

영역	영역 범위	생리학적 영향
AC-1	0.5mA(선a)까지	보통 반응하지 않는다.
AC-2	0.5mA에서 선 b까지	보통 유해한 생리학적 영향은 없다.
AC-3	선 b에서 곡선 C까지	보통 예상되는 기관장애는 없고 전류가 2초보다 길게 지속하는 경우 경련성의 근육수축이나 호흡곤란 가능성이 있다. 전류 값과 시간의 증가에 따라서 심실세동이나 일시적 심장정지를 포함한 심장 임펄스의 생성과 전도의 회복 가능한 혼란이 심실세동의 원인이 된다.
AC-4	곡선 C의 위쪽	전류 값과 시간의 증가에 따라서 심장정지, 호흡 정지 3도 화상 등 위험한 병태 생리학적 영향이 영역 AC-3의 영향에 증가되어 일어날 가능성이 있다.
AC-4.1	C - C ₂	심실 세동의 확률이 5%까지 증대
AC-4.2	C ₂ - C ₃	심실 세동의 확률이 약 50% 이하
AC-4.3	C ₃ 초과 영역	심실 세동의 확률은 약 50% 초과

[비고] 통전 계속 시간이 10ms 미만의 경우, 선 b의 인체 통과 전류 한계 값은 200mA로 일정함

이를 위한 보호수단은 일반적으로 다음 2가지 조건의 조합에 의존한다.

1) 고장 전류가 순환하는 루프 설정

이것은 접지 계통 종류에 의존한다.

각 접지계통(TN, TT 또는 IT)에서 사용하는 기기의 모든 노출 도전성 부분을 접속해 고장루프를 형성하기 위한 보호도체 설치를 필요로 한다(각 접지 계통 : TN, TT, IT에 따라 고장루프가 다르다). 보호도체는 IEC 60364-5-54로 규정하는 단면적 및 접속·공사방법에 기초해 설치해야 한다.

2) 인체의 전기임피던스

접촉 전압을 결정하기 위한 인체의 전기적 임피던스는 다음 2가지 조건으로 양상이 달라진다.

- 인체에서 가장 고장 전류 통전 가능성이 높은 경로
- 환경 조건, 예를 들어 물의 존재 및 사람과 대지와의 접촉 상태

인체의 다른 부분에서 전기적 임피던스의 경로, 곧 손에서 손으로, 손에서 발로 등 그 값이 인가되는 전압에 의존한다. 또한 피부 상태는 그 임피던스에 큰 영향을 미친다. 접촉전압의 한계 선정시 인구의 95%가 그 값을 상회하는 최저 임피던스 값을 고려한다.

그 때 양손에서 양발로 흐르는 전류 경로를 가정한다. 이것은 최소저항으로 대부분이 심근을 포함하는 경로이다.

실제로 생길 조건을 고려하면 일반적인 상태는 다음과 같은 일반 특성을 가질 것으로 여겨진다.

- 건조 또는 습한 시점(또는 장소)
 - 밀접한 관계를 가진 저항을 나타내는 바닥
- 일반 상황에서의 보호 조건은 다음과 같은 전기적 임피던스 Z를 고려해 결정한다.

$$Z = 1,000 + 0.5Z_{T5\%} [\Omega] \text{-----} \textcircled{1}$$

1,000 Ω 이라는 값은 신발(양쪽 발)과 바닥 저항 양쪽을 고려해 선정된 것이다.

건조 지점에서의 경험과 측정에 의해 상당히 광범위한 각종 값을 구한다. 그 결과로 전형적인 신발과 바닥 면에서는 적어도 1,000Ω 정도의 값을 갖는다.

이 값은 안전성 면에 상당한 여유를 준 것으로 여겨진다.

물에 젖은 상태로 건조가 힘든 환경조건에서는 주어진 임피던스보다 낮은 값을 이용해야 한다. $Z_{T5\%}$ 는 인구의 95%가 이 값을 상회하는 것으로 하고 IEC 479-1, [표 1]에 나타난 인체 전체의 임피던스 값이다(최소 수치는 IEC 479-1 [표 1]에 나타낸다). $Z_{T5\%}$ 값은 인체 임피던스가 추정 접촉 전압(U_t)에 의존한다는 가정에 따라 선정된 것이다.

접촉 전압은 감전 전류가 흐르지 않는 경우에 인체에 적용할 수 있는 전위차이다. 실제로 인체는 통전 중에 좀더 낮은 전압(U_c)을 경험한다. 따라서 위와 같은 가정에 따라 도출된 추정 접촉 전압값은 좀더 안전 여유를 가진 것이라고 할 수 있다.

① 식에서 계수 0.5는 IEC 479-1의 [제2그림]에 나타난 한손과 양발 사이의 접촉에 대해 양손, 양발의 이중 접촉을 고려한 것이다.

3) 추정 접촉 전압과 차단 시간의 관계

위에서 설명한 개념에 따라 일반 상태에서의 추정 접촉전압과 차단시간 사이의 관계로 IEC에서는 추정 접촉 전압(U_t)의 함수로 [표 41-2]처럼 나타내며 [그림 41-3]의 L곡선으로 나타낸다. 추정 접촉 전압(U_t)의 함수로 [표 41-2]에는 다음 값을 규정하고 있다.

- 앞에서 설명한 전기적 임피던스(Z)
- 인체 통과 전류(I)
- [그림 41-3]의 L곡선에서 구하는 차단시간(t)

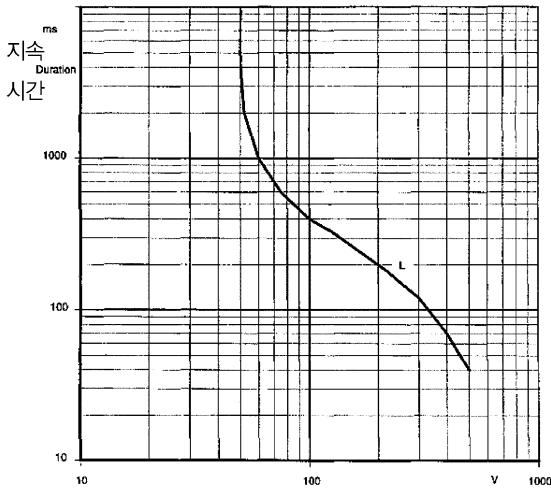
여기에서 [표 41-2]의 50V 값은 규약 접촉 전압 한도(U_L)(conventional touch voltage limit)로 정해져 있다. 바꾸어 말해 이 값은 연속 허용 접촉 전압이라고 할 수 있다.

[표 41-2] 추정 접촉 전압과 최대 차단 시간의 관계

추정접촉전압(U_t) [V]	Z [Ω]	I [mA]	t [s]
≤ 50	1,725	29	∞
75	1,625	46	0.60
100	1,600	62	0.40
125	1,562	80	0.33
220	1,500	147	0.18
300	1,460	205	0.12
400	1,425	280	0.07
500	1,400	350	0.04



[그림 41-3] 일반 상태에서 추정 접촉 전압 Ut의 최대시간



추정 접촉 전압 Ut

411 접지 및 간접접촉에 대한 보호

411.1 SELV와 PELV

411.1.1 다음의 경우는 감전에 대한 보호가 이루어진 것으로 간주한다.

- 공칭 전압이 전압밴드 I (KS C IEC 60449, 건축전기설비의 전압 밴드 참조)의 상한을 초과할 수 없을 때
- 전원이 411.1.2에 제시된 전원 중 하나에서 공급되었을 때
- 411.1.3의 모든 조건을 충족하고 다음 사항 중 어느 하나를 충족할 때
 - 비접지 회로(SELV)의 경우 411.1.4, 또는
 - 접지회로(PELV)의 경우 411.1.5

[비고]

1. 계통이 단권 변압기, 전위차계, 반도체 장치 등과 같은 기타 기기에 의해 더 높은 전압계통으로부터 전원을 공급받는 경우, 출력회로는 입력회로의 확장으로 간주하고 입력회로에 적용되는 보호수단에 의해 보호되어야 한다.
2. 어떤 종류의 외부 영향에 대해서는 더 낮은 전압이 필요할 수도 있다. KS C IEC 60364-7(특수설비 또는 특수장소에 대한 요구사항) 참조
3. 전지가 있는 직류 계통은 전지 종류에 따라 전지 충전 및 부동전압이 전지의 공칭전압을 초과한다. 이 경우 이 절에서 규정하는 보호 조치 이외의 어떠한 보호조치도 필요하지 않다. IEC 61201의 표1에 제시된 환경상태에 따라

충전전압은 최대 값이 교류 75V 또는 직류 150V를 초과하지 않는 것이 바람직하다.

411.1.2 SELV와 PELV용 전원

411.1.2.1 IEC 60742에 적합한 안전 절연변압기

411.1.2.2 411.1.2.1에서 규정하는 안전 절연변압기 및 이와 동등한 안전등급을 갖는 전원(예 : 동등한 절연의 제공하는 권선을 갖춘 전동 발전기)

411.1.2.3 전기화학적 전원(예 : 전지) 또는 보다 높은 전압 회로와 무관한 독립전원(예 : 디젤구동발전기)

411.1.2.4 적절한 기준에 부합하는 전자장치는 내부고장이 발생한 경우도 출력단자의 전압이 411.1.1에서 규정한 값을 초과하지 않아야 한다. 다만, 출력단자의 전압이 직접 또는 간접 접촉되는 즉시 해당 값 이하로 내려가는 경우는 출력단자의 전압이 높아도 무방하다.

[비고]

1. 이러한 장치의 예로 절연시험기기가 있다.
2. 출력단자에 더 높은 전압이 존재하는 경우, 출력단자의 전압을 내부저항이 3,000Ω 이상의 전압계로 측정하여 411.1.1에서 규정한 한계 값 이내에 있다면 이 절에 적합한 것으로 간주할 수 있다.

411.1.2.5 안전 절연변압기, 전동발전기 등의 이동형 전원은 2중기기 또는 이와 동등한 절연보호 요구사항이 충족되도록(413.2 참조) 선정하여 공사를 시행하여야 한다.

411.1.3 회로 배치

411.1.3.1 SELV 및 PELV 회로의 충전부는 각각 그리고 다른 회로에서 전기적으로 이격되어 있어야 한다. 이렇게 배치하면 안전 절연변압기의 입력회로와 출력회로가 서로 전기적으로 확실하게 이격되어 있어야 한다.

[비고]

1. 이 요구사항은 PELV 회로의 접지를 배제하는 것은 아니다(411.1.5 참조)

2. 특히 계전기, 접촉기, 보조 개폐기, 고압회로의 일부 등과 같은 전기기기의 충전부 사이는 안전 절연변압기의 입출력 권선 간에 설치한 것 이상의 전기적 이격이 필요하다.

3. 반도체 변환기(IEC 60146-2 참조)에 의해 생성되는 SELV 및 PELV 회로용 직류전압은 정류기 스택에 공급하기 위한 내부 교류전압회로를 필요로 한다. 이 내부 교류전압은 물리적 이유로 인해 직류전압을 초과한다. 이 절은 내부 교류회로를 “보다 높은 전압회로”로 간주하지 않았다. 내부회로와 외부의 보다 높은 전압회로 사이의 회로 보호이격이 필요하다(KS C IEC 61140의 3.2.4에 따름)

411.1.3.2 SELV와 PELV 각 계통의 회로전선은 가능한 한 다른 모든 회로전선과 물리적으로 이격해야 한다. 이를 실행할 수 없을 때는 다음과 같은 조치가 필요하다.

- SELV와 PELV의 각 회로전선은 기본절연을 하고 비금속 외장으로 밀봉할 것
- 다른 전압을 갖는 회로전선은 접지된 금속 스크린 또는 접지된 금속외장을 이용하여 이격할 것

[비고]

위에서 전선의 기본절연은 그 부위의 회로전압에 대해서 충분해야 한다.

- 전압이 서로 다른 회로는 다심케이블이나 기타 전선의 집합체에 포함될 수 있다. 그러나 SELV와 PELV회로의 전선은 최대전압에 맞도록 개별 또는 한꺼번에 절연하여야 한다.

411.1.3.3 SELV 및 PELV 계통의 플러그와 콘센트는 다음 요구사항에 적합해야 한다.

- 플러그를 다른 전압 계통의 콘센트에 연결할 수 없어야 한다.
- 콘센트를 다른 전압 계통의 플러그에 연결할 수 없어야 한다.
- 콘센트는 보호접지선 접촉이 없어야 한다.

411.1.4 비 접지회로(SELV)에 대한 요구사항

411.1.4.1 SELV 회로의 충전부는 대지 또는 다른 회로의 일부를 구성하는 충전부 혹은 보호선에 접속되지 않아야 한다.

411.1.4.2 노출도전부를 고의로 다음과 같은 곳에 접속해서

는 안 된다.

- 대지
- 다른 회로의 보호선 또는 노출도전부
- 계통외 도전부. 다만, 전기기기가 계통외 도전부에 접속하는 것이 필요하고, 계통외 도전부가 411.1.1에서 규정한 공칭전압을 초과하는 전압에 도달하지 못하는 것이 확실할 경우는 제외

[비고] SELV회로의 노출도전부가 우연 또는 고의로 다른 회로의 노출도전부에 접촉할 우려가 있는 경우에 감전보호는 SELV에 의한 보호뿐만 아니라 다른 회로의 노출도전부에 대한 보호조치를 하지 않는다.

411.1.4.3 공칭전압이 교류 25V(실효 값) 또는 직류 60V(비 맥동)를 초과하는 경우에 직접접촉에 대한 보호는 다음을 이용해 시행한다.

- 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 장벽 또는 외함
 - 1분간 교류 500V(실효 값)의 시험전압에 견디는 절연 케이블
- 공칭전압이 25V(실효 값) 또는 직류 60V(비 맥동) 이하인 경우 직접접촉에 대한 감전보호는 일반적으로 불필요하다. 다만, 외부 영향이 있는 경우에는 필요할 수도 있다. (검토 중).

[비고] 비 맥동(ripple-free)이란 맥동성분이 10%(실효 값) 이하의 정현파 맥동전압으로 정의한다. 공칭전압 120V 맥동-직류 계통은 최대피크 값이 140V를 초과하지 않으며 공칭전압이 60V 맥동-직류 계통은 70V를 초과하지 않는다.

411.1.5 접지회로(PELV)에 대한 요구사항

회로가 접지되어 있고 411.1.4에서 규정하는 SELV가 필요하지 않은 경우에는 411.1.5.1 및 411.1.5.2에서 규정하는 요구사항을 충족하여야 한다.

411.1.5.1 직접 접촉에 대한 감전보호는 다음 중 하나를 이용하여 시행한다.

- 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 장벽 또는 외함
- 1분간 교류 500V(실효 값)의 시험전압에 견디는 절연 케이블

계속