

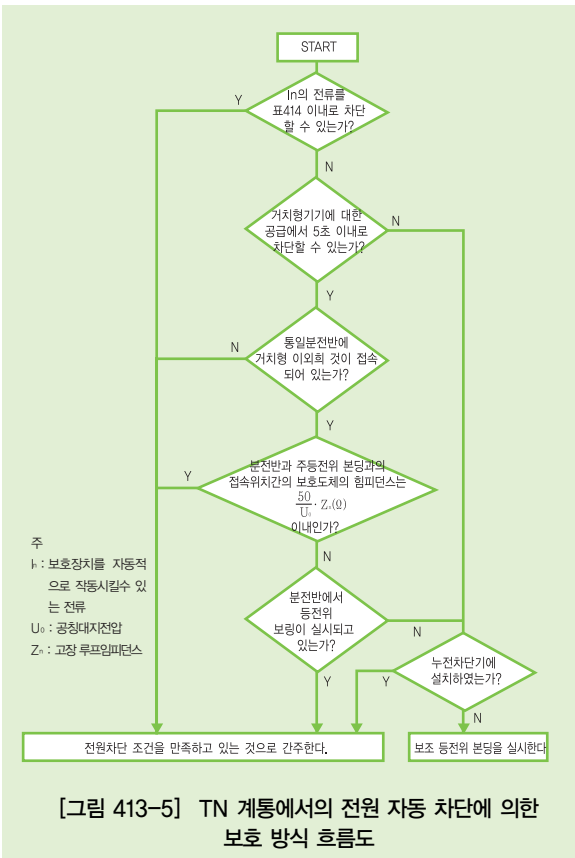
# International Electrotechnical Commission IEC 60364(건축전기설비)

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

## 1. 검토순서

TN 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 검토 순서 흐름도는 [그림 413-5] 및 [그림 413-6]과 같다.



- <비고> 1. 누전차단기를 주요 등전위분당 영향 외 부분의 보호에 사용할 때는 TN 계통에 접속하지 말 것  
2. 상전선과 대지간에 지락이 발생할 가능성이 있는 경우 다음 조건을 만족할 것(413.1.3.7)

$$\frac{R_b}{R_E} \leq \frac{50}{U_o - 50}$$

## 2. 보호장치의 선정

### 1) 과전류 차단기의 선정

과전류 차단기에 의한 보호를 실시할 경우에는 다음과 같다.

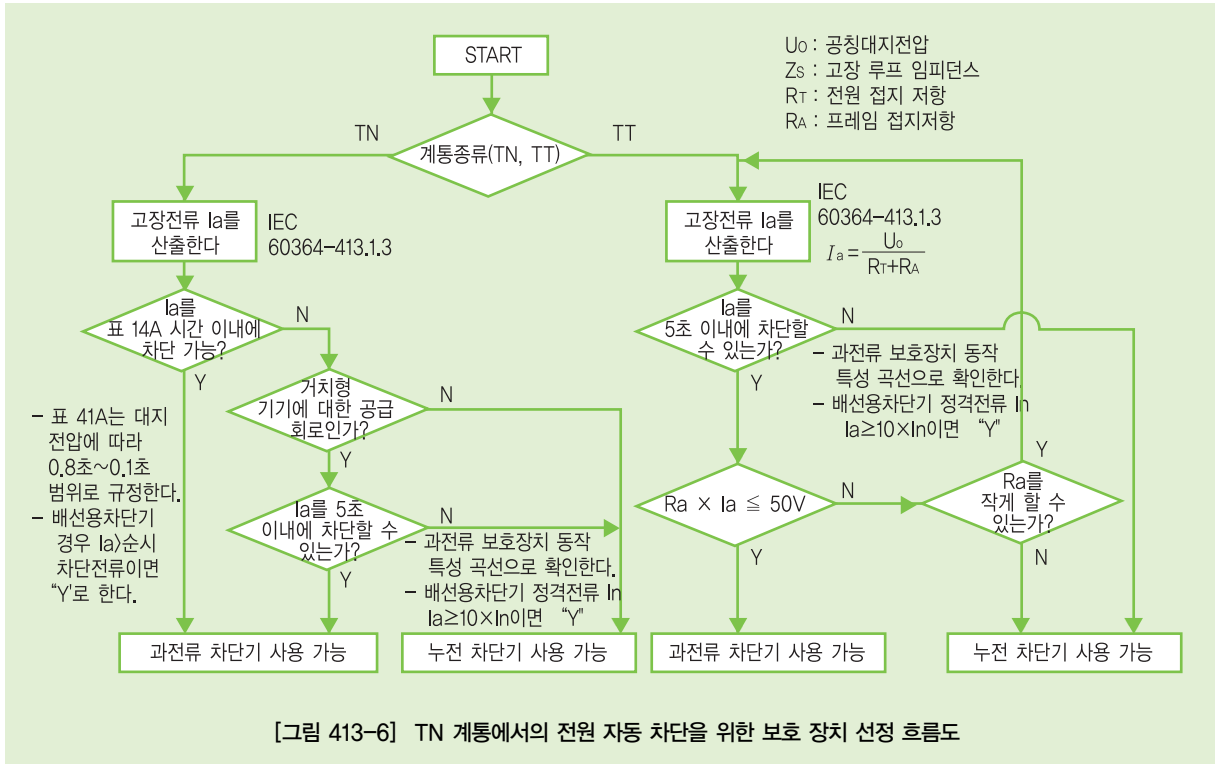
#### (1) 고장전류 산출

변압기 임피던스, 인입선 임피던스, 집중 개폐기에서 각 층의 분전반까지 또한 분전반에서 부하까지 선로 임피던스에서 고장 전류를 산출한다.

#### (2) 적용되는 보호조건(차단시간) 확인[그림 413-7] 참조

- ① 콘센트 회로, 휴대형 기기를 보호하는 회로의 경우 [표 413-1]을 적용한다.
- ② 콘센트 회로, 휴대형 기기에 공급하는 분기 회로 이외는 다음과 같은 이유로 차단시간을 5초 이내로 할 수 있다.

(-) 고장 중에 이런 종류의 회로에서 공급되는 기기에 접촉하고 있는 사람이 적다고 생각된다.



(ㄴ) 이런 종류의 회로에서 공급되는 기기는 일반 인이 잡고 조작하지 않으며 고장이 발생했을 때 쉽게 놓을 수 있다.

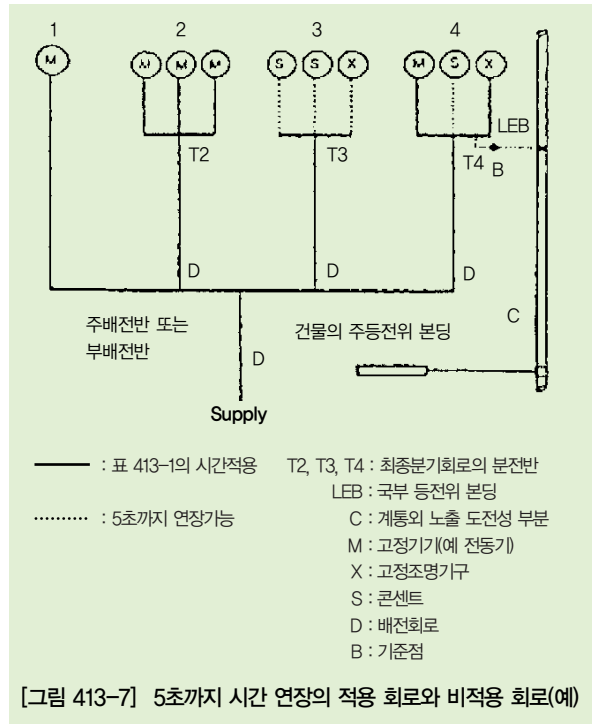
③ 과전류 차단기 선정에 있어서는 지락 전류에 알맞은 과전류 차단특성(순시 차단특성) 표 413-2를 참조한다.

**[비고]** 상기 “②”에 해당하는 경우라도 동일 보호 접지 내에서는 ④의 동작 시간의 영향을 ⑥가 받을 우려가 있으므로 표 413-1의 TN 계통에 있어서의 최대 차단 시간을 적용(“3”의 ④)하는 동시에, 접근할 우려가 있는 것으로 모든 노출 도전성 부분에 등전위 본딩을 하고 있는 경우는 5초를 적용한다(“4”의 ④).

2) 배선용 차단기의 선정

과전류 차단기로 전원의 자동 차단을 실시하기 위해서 규정된 차단 시간 내에 배선용 차단기를 확실하게 작동시키기 위한 전류-시간 특성의 배선용 차단기 인지를 확인할 필요가 있다.

① 배선용 차단기 규격에는 순시 차단 특성을 [표 413-



2)와 같이 규정하고 있다.

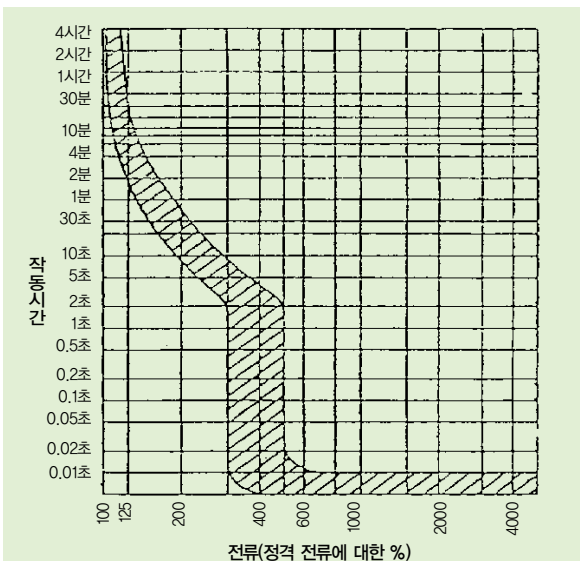
배선용 차단기는 순시 분리 특성이 기호화 되어 순시 동작 전류가 정격 전류에 대한 배율로 구분되고 있다.

- ② 회로 전압 마다 규정된 [표 413-2]에 표시된 최대 차단 시간 또는 5초 이내에 배선용 차단기를 확실하게 동작시키기 위해서는 배선용 차단기가 순시 차단 성능 인지를 확인할 필요가 있다.
- ③ 배선용 차단기 특성 예를 [그림 413-8] 및 [그림 413-9]에 나타낸다.

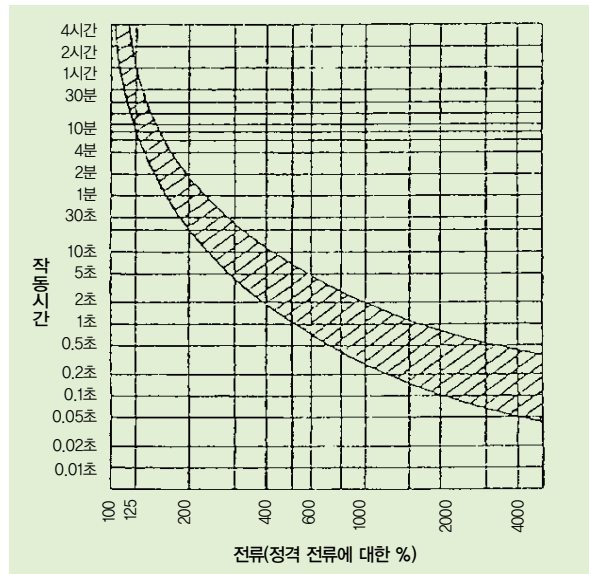
[표 413-2] 과전류 차단기의 순시 차단 특성 비교

| 적용<br>규격   | 순시차단 특성 |        |          | 비고   |
|------------|---------|--------|----------|--|
|            | 종류      | 순시차단기능 | 작동배율     |  |
| 주택용<br>차단기 | 타입 B    | 있음     | 3~5 In   | In은 배선용 차단기의 정격 전류 동작 배율은 0.1s로 작동하는 전류 범위를 나타내고 있다.                               |
|            | 타입 C    | 있음     | 5~10 In  |  |
|            | 타입 D    | 있음     | 10~20 In |  |
| 산업용<br>차단기 | 임의      | 있음     | 제조사 지정   | 본체에 순시차단 기호(Type B 등) 표시가 없으므로 주의 필요. 순시차단 특성이 있는 것은 시방서 등으로 제공되므로 그것을 참조할 필요가 있다. |
|            |         | 없음     | -        |  |

- <비고>** 1. IEC 60898 배선용 차단기는 순시차단 특성이 기호화되어 본체에 표시됨 (예시) B16 : 정격전류 16A Type B  
 2. 규격에는 0.1s의 동작 배율을 규정하고 있다.



[그림 413-8] 순시 차단 기능을 갖고 있는 배선용 차단기의 전류-시간 동작 특성 (예) [Type B(3~5 In 0.1s 동작)]



[그림 413-9] 순시 차단 성능이 없는 배선용 차단기의 전류-시간 동작 특성 (예)

3) 선정(예)

① [표 413-1]의 시간 내에 작동시키기 위한 계산 전원 임피던스 Z0을 0.015 Ω, 상 도체의 선로 임피던스 ZL1을 0.35 Ω, 보호 접지선의 임피던스를 ZPE를 0.35 Ω, 전원 전압 U0를 200V로 했을 때([그림 413-4] 참조)

(-) 고장전류는 Ia는  $Ia = U_0 / (Z_0 + Z_{L1} + Z_{PE}) = 200 / (0.015 + 0.35 + 0.35) \approx 280A$

(-) 회로에 사용된 전선 허용 전류(IZ)의 크기로부터 배선용 차단기의 정격 전류(In)가 선정되며(In ≤ IZ : IEC 60364-4-43 과전류 보호 참조) 또한 배선용 차단기의 순시 차단 타입을 선정한다.

정격전류 In을 32A라고 했을 때 각각 순시 동작에 필요한 전류는 다음과 같다.

- Type B 3~5 In    32 A × 5 = 160A
- Type C 5~10 In    32 A × 10 = 320A
- Type D 10~20 In    32 A × 20 = 640A

(-) 고장전류가 Ia(고장전류) ≥ 순시동작전류라면 0.1s 이내에 동작이 가능하므로 이 경우 Type B를 선정한다면 과전류 보호기능으로 규정 시간 내에 차단할 수 있게 된다.

(㉔) 참고 IEC 60898에 의한 Type B 차단기 및 Type C 차단기를 순시 동작시키기 위한 최대 고장 임피던스를 [표 413-3]에 나타낸다.

- 산출(예)

회로전압( $U_0$ ) = 차단기의 정격 전압( $U_e$ ) : 100V,

차단기 정격전류( $I_n$ ) : 13A

차단기가 순시 동작하는 전류(Type B) :  $5I_n$

고장전류  $I_a$ 가 Type B의 순시 동작 전류( $13 \times 5 = 65$  A) 이상 흐르기 위해서는 최대고장 루프임피던스( $Z_s$ )는  $Z_s = U_0 / I_a$ ,  $I_a = 5I_n$ ,  $Z_s = U_0 / 5I_n$ ,

$Z_s = 100 / 5I_n = 20 / I_n = 20 / 13 = 1.53 \Omega$

- 마찬가지로

Type B 200V에서  $Z_s \leq 40 / I_n$

Type C 100V에서  $Z_s \leq 10 / I_n$

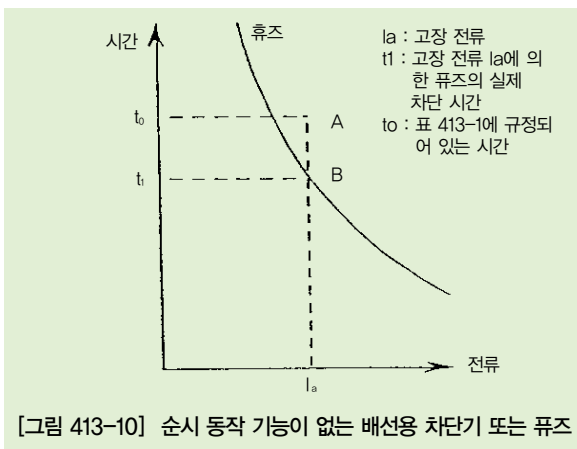
Type C 200V에서  $Z_s \leq 20 / I_n$ 으로 산출된다.

[표 413-3] 최대 고장 루프 임피던스( $Z_s$ ) 단위( $\Omega$ )

| 정격전류<br>구분 | 13A  | 15A  | 16A  | 20A  | 25A  | 30A  | 32A  | 40A  | 50A  | 60A  | 63A  | $I_n$ |          |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|
| Type B     | 100V | 1.53 | 1.33 | 1.25 | 1.00 | 0.80 | 0.60 | 0.63 | 0.50 | 0.40 | 1.20 | 0.32  | $20/I_n$ |
|            | 200V | 3.07 | 2.67 | 2.50 | 2.00 | 1.60 | 1.33 | 1.25 | 0.80 | 0.80 | 0.67 | 0.63  | $40/I_n$ |
| Type C     | 100V | 0.76 | 0.67 | 0.63 | 0.50 | 0.40 | 0.33 | 0.31 | 0.20 | 0.17 | 0.17 | 0.16  | $10/I_n$ |
|            | 200V | 1.53 | 1.33 | 1.25 | 1.00 | 0.80 | 0.60 | 0.63 | 0.40 | 1.20 | 1.20 | 0.32  | $20/I_n$ |

② 순시 차단 기능이 없는 배선용 차단기 또는 퓨즈에 의한 보호

고장 전류  $I_a$ 가 [표 413-1]에서 규정하고 있는 시간 ( $t_0$ )과 교차하는 점 A가 시간-전류특성의 상한보다 위에 있는 것을 확인할 것([그림 413-10] 참조)



#### 4) 누전 차단기

누전차단기에 의한 보호를 실시할 경우에는 다음과 같다.

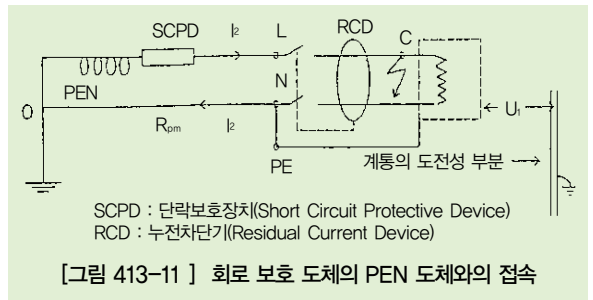
(1) 적용 장소

과전류 보호기 조건이 충족되지 않은 경우에는 누전 차단기로 보호가 가능하다. 콘센트 회로에 접속되는 코드 길이를 특별히 정할 수 없으므로 고장 임피던스의 크기를 정할 수 없다. 따라서 과전류 차단기에 의한 보호 조건을 충족하지 못한다면 단면적이 작고 임피던스가 큰 경우에 누전 차단기에 의한 보호가 바람직하다.

(2) 누전 차단기 사용시 보호 도체의 접속

TN-C 계통에는 누전 차단기를 사용할 수 없다. TN-C-S 계통의 TN-S에서 누전 차단기를 사용하는 경우는 다음과 같다.

기기 보호 도체는 [그림 413-11]과 같이 누전 차단기의 전원측에 접속할 것. 또한 [그림 413-11]의 C점에서 단락고장이 발생한 경우에 기기와 계통의 도전성 부분 간에 접촉 전압  $U_t$ 가 발생하기 때문에 계통의 도전성 부분에는 주등전위 분당을 할 필요가 있다.



(3) 누전 차단기 선정

저압 전로에 시설하는 누전 차단기는 전류 동작형으로 하며 또한 다음 내용에 적합한 것이어야 한다. 그러나 다른 보호기를 사용할 수 없는 특수한 경우에는 전압 동작형 누전차단기를 사용하여도 된다.

① 누전 차단기는 300A 이하는 전기용품안전관리법, 300A 초과는 KSC 4613의 적용을 받는 것을 제외하고, [표 413-4] 또는 [표 413-5]에 나타내는 사항에 해당되어야 한다.

② 누전 차단기 정격 전류는 해당 전로의 부하전류 이

상의 것이어야 한다.

- ③ 누전 차단기 조작용 손잡이는 버튼, 분리 자유구조로 한다.

[표 413-4] 누전 차단기 종류

| 구분   | 정격감도전류[mA] | 작동시간           |
|------|------------|----------------|
| 고감도형 | 고속형        | 5, 10, 15, 30  |
|      | 한시형        |                |
|      | 반한시형       |                |
|      | 반한시형       |                |
| 중감도형 | 고속형        | 50, 100, 200   |
|      | 한시형        | 300, 500, 1000 |

(비고) 누전 차단기 최소 동작 전류는 일반적으로 정격 감도 전류의 50% 이상 값으로 되어 있으므로 선정에 주의가 필요하다.

[표 413-5]

IEC 61008-1, IEC 61009-1(KS C IEC 61009-1) 및 IEC 60947-2(KS C IEC 60947-2) 부속서류 B 누전 차단기

| 구분   | 정격감도전류 [mA]                              | 작동시간   |
|--|--|--|
| 일반형 (61008-1, 61009-1) 비상연형 (60947-2 부속서류 B) | 5, 6, 10, 15, 30, 50, 100, 200, 300, 500 | 정격감도전류에서 0.3초 이내<br>정격감도전류 2배의 전류에서 0.15초 이내<br>정격감도전류 5배의 전류에서 0.04초 이내<br>500A 또는 순시특성의 상한치에서 0.04초 이내                                       |
| S형 (61008-1, 61009-1) 정격 전류 25 A 이하          | 5, 6, 10, 15, 30                         | 정격감도전류에서 0.13초 초과 0.5초 이내<br>정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초 초과 0.2초 이내<br>정격감도전류 5배의 전류에서 0.05초 초과 0.15초 이내<br>500A 또는 순시특성이 상한치에서 0.04초 초과 0.15초 이내    |
| 한시형 (60947-2 부속서류 B)                         | 5, 6, 10, 15, 60, 50, 100, 200, 300      | 정격감도전류에서 $t_c$ 초 초과 0.5초 이내<br>정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초 초과 0.2초 이내<br>정격감도전류 5배의 전류에서 $t_c$ 초 초과 0.15초 이내<br>정격감도전류 10배의 전류에서 $t_c$ 초 초과 0.15초 이내 |

(비고) 한시형(IEC 60947-2 부속서류 B)의  $t_c$ ,  $t_b$ ,  $t_n$ 은 제조자가 지정한다. 또는 정격감도전류 2배의 전류에서 0.06초는 최소값이며, 그 이상의 관성 부동작 전류는 제조자가 지정한다.

(4) TT 계통에서의 보호(IEC 60364-4-41의 413.1.4)

① 자동 차단 조건

(1) TT 계통에서 고장이 발생한 경우에는 다음 조건식을 만족하여야 한다.

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

여기에서,  $R_A$ : 접지극 접지 저항과 노출 도전성 부분을 접속하는 보호 도체 저항의 합

$I_a$ : 보호장치를 자동 차단하는 전류. 보호장치가 누전차단기인 경우는 정격감도전류

(2) 상기“(1)”의 조건을 만족하지 않는 경우는 보조 등전위 본딩(IEC 60364-4-41의 413.1.2.2 및 413.1.6)을 하여야 한다.

② 차단 시간

보호 장치가 과전류 차단기인 경우, 상기  $I_a$ 는 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(1) 반 한시 특성을 가진 경우

: 5초 이내에 자동 차단이 가능한 전류

(2) 순시 차단 특성을 가진 경우: 순시 차단이 가능한 최소 전류

③ 보호장치의 종류

TT 계통에서는 다음 보호기를 사용할 수 있다.

(1) 과전류 차단기

과전류 차단기로 사용할 수 있는 것은 RA 값이 상당히 낮은 경우로 한정한다.

(2) 누전 차단기

TT 계통의 보호 장치로는 누전 차단기 사용을 추천한다.

④ 노출 도전성 부분의 접지

1개의 보호 장치에 의해 공통으로 보호하도록 하는 모든 노출 도전성 부분은 보호 도체와 함께 공통의 동일 접지극에 접속하여야 한다. 여러 개의 보호 장치를 직렬로 사용하는 경우 이 요건은 각각의 보호 장치에서 보호하는 모든 노출 도전성 부분에 별도로 적용한다.

⑤ 고장 루프 임피던스와 접촉 전압

이중 절연 등 다른 감전 보호 수단을 이용하는 경

우 이외에 보호접지를 이용하고 또한 등전위 본딩을 실시한 경우를 가정해서 기술한다.

(㉑) 그림 413-12에서 지락 고장시 사고점-대지간에 발생하는 전압  $U_f$ 는

$$U_f = R_n \times U_0 / (Z_0 + Z_{L1} + Z_C + Z_{pe} + R_A + R_B + Z_n)$$

(주)  $R_n$ 는  $R_{pe} + R_n$ ,  $U_0$ 는 대지 전압

(㉒)  $U_t \geq 50[V]$  이하다 되도록 전선,  $R_A$ ,  $R_B$ , 를 선정할 수 있다면 전원 자동차단에 의한 보호는 필요 없고  $U_t \geq 50[V]$ 의 경우 보호장치 시설이 필요하다.

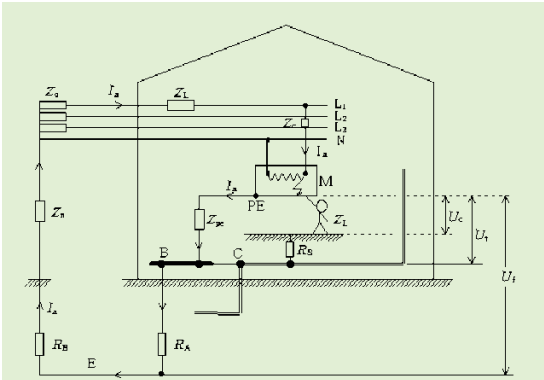
(㉓) 그림 413-12에서  $R_a = (R_{pe} + R_A) \times I_a$ 가 고장전압( $U_f$ )으로 노출 도전성 부분과 대지간에 발생하지만 계통의 노출도전부가 등전위본딩되어 있는 경우 인체에 가해지는 전압(예상접촉전압

:  $U_c$ )과 대지의 저항  $R_a$ 의 전압강하( $R_a \times I_a$ )는 생략되어  $U_m$  더해지는 것이 된다.

(㉔) 즉 보호접지, 등전위본딩이 바르게 실시된 경우 접촉전압이 매우 작아 안전성이 유지된다.

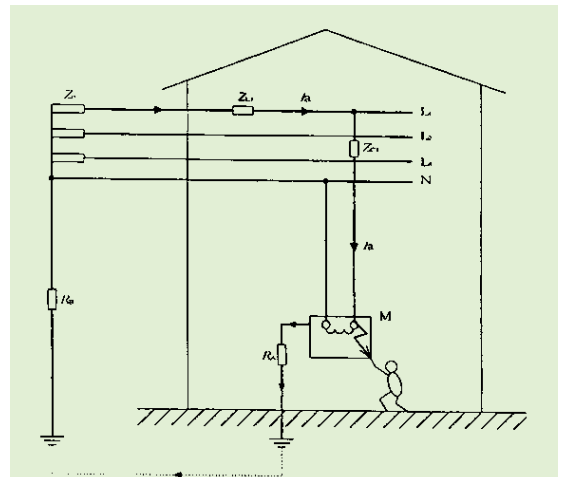
⑥ 고장 루프 구성 간략도(그림 413-13 참조)

$R_A \times I_a \leq 50V$ 에서 과전류 차단기가 사용되는 것은  $R_A$ 가 비상시 작은 값의 경우로 제한된다. 이를 위해 TT 계통의 보호기로서는 누전 차단기 사용이 바람직하다.



- L1, L2, L3 : 중성선
- N : 노출 도전부
- M : 설비 노출 도전부 접지 저항(보호 접지 저항값)
- $R_A$  :  $Z_{pe}$ (기 노출도전성 부분M과 기준점 B)의 보호도체 저항 +  $R_A$ (접지 기준점과 대지간 접지 저항)
- $R_0$  : 보호접지선 저항(M에서 B점까지)
- $U_f$  : 규약 접촉 전압  $U_f = U - (R_a \times I_a)$
- $U_t$  : 고장 전압
- $Z_L$  : 인체 저항
- $R_0$  : 계통의 도전성 부분(건물 금속 구조체 등)과 사람이 접촉하는 표면 간에 분개하는 절연물(예량)등의 저항 또는 인체와 대지와의 접촉면에서 대지까지 저항
- B : 등전위 접속 기준점
- C : 보호 도체와 주접지 단자에 접속하는 외부 도전부
- $P_E$  : 보호 접지선
- T : 건물 접지극
- $R_0$  : 계통 접지 저항
- $U_c$  : 접촉 전압
- $U_s$  :  $R_s$  전압 강하
- $I_a$  : 누설 전류

[그림 413-12] TT 계통 보호 접지와 등전위 본딩



- L1, L2, L3 : 상도체
- M : 노출 도전성 부분
- $R_B$  : 기기의 접지 저항
- $Z_0$  : 전원 변압기 임피던스
- N : 중성선 도체
- $I_a$  : 고장 전류
- $R_B$  : 전원 중성점 접지 저항
- $Z_{L1} \sim Z_{C1}$  : 상도체 임피던스

[그림 413-13] TT 계통의 고장 루프 구성 간략도

<해설> TT 계통에서의 전원 자동 차단에 의한 보호 방식 설계 예시

계속