

KOSHA GUIDE

E - 116 - 2021

과전류 보호장치의 선정 및 설치에 관한 기술지침

2021. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단 김종운
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 개정자 : (전) 산업안전보건연구원 최상원

○ 제정경과

- 2008년 7월 전기안전분야 제정위원회 심의
- 2008년 9월 총괄 제정위원회 심의
- 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2021년 9월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격

- IEC 60364-4-43 : Electrical installations of buildings - Protection for Safety - Protection against over-current
- 미국전기공사규정(NEC : National Electrical Code) Article 240
- KOSHA GUIDE (전기설비설치상의 안전에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE (저압감전방지장치 등의 선정 및 설치에 관한 기술지침)
- 한국전기설비규정(KEC)핸드북

○ 관련법령·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제305조 (과전류 보호장치) 및 전기설비기술기준

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 설명서 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2021년 12월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

과전류 보호장치의 선정 및 설치에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제305조 (과전류 보호장치)의 규정에 따라 과전류로 인한 재해를 방지하기 위한 과전류 보호장치의 선정과 설치를 위한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장 내에 설치된 전기설비에서 발생하는 과부하전류와 고장 시의 단락전류를 차단하기 위한 과전류 보호장치를 선정·설치하는 경우에 대하여 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “과부하전류”라 함은 정격용량을 초과한 부하설비를 운전하는 경우, 정격전류 값을 초과하여 흐르는 전류를 말한다.
- (나) “단락전류”라 함은 회로 간에 단락이 발생한 경우, 선로에 흐르는 매우 큰 값의 전류를 말한다.
- (다) “과전류”라 함은 전기기기의 정격전류 또는 전선의 허용전류를 초과하는 전류로서 과부하전류 및 단락전류를 말한다.
- (라) “전원의 자동차단”이라 함은 고장이 발생한 경우, 보호장치가 동작하여 전원을 공급하는 전용도체 1개 이상을 자동적으로 차단하는 것을 말한다.
- (마) “보호장치”라 함은 배선용차단기, 과부하 차단 기능이 있는 누전차단기, 퓨즈 등을 말한다.
- (바) “TN계통”이라 함은 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는

전원측 접지극에 보호도체로 접속하는 방식을 말한다.

(사) “TT계통”이라 함은 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 이와는 별도의 접지극에 접속하는 방식을 말한다.

(아) “IT계통”이라 함은 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 임피던스 접지시키고, 전기기기의 노출 도전부는 독립접지 또는 공통접지한 방식을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 일반사항

(1) 전원회로에는 과전류가 흐를 경우 전선의 절연피복, 접속부, 단자부 또는 전선 주위의 온도가 위험한 수준이 되기 전에 과전류를 차단할 수 있는 보호장치를 설치한다.

(2) 과부하전류와 단락전류에 대한 보호장치는 설치된 지점에서의 최대 예상단락전류를 차단할 수 있는 용량이어야 한다.

(3) 단락전류에 대한 보호장치가 설치된 선로는 과부하전류 또는 유사한 크기의 과전류에 대해서도 보호가 가능하도록 설치한다.

(4) 전원회로에 대한 보호장치가 회로에 연결된 전기기기를 보호하는 것은 아니므로, 전기기기에 대한 별도의 보호장치를 설치한다.

(5) 전선의 허용전류 이상의 전류는 자동차단이 되는 전원회로는 과부하전류 및 단락전류에 대한 보호장치가 설치된 것으로 간주한다.

5. 과전류 보호장치 설치시의 안전조치

(1) 차단기의 개폐상태 표시

(가) 차단기에는 개방 또는 투입의 상태가 명확하게 표시되도록 한다.

(나) 배전반 내에서 차단기의 조작이 수직방향으로 행해지는 경우에는 손잡이를 올릴 때 전원이 투입되도록 설치한다.

(2) 차단기 또는 퓨즈의 작동

(가) 퓨즈 또는 차단기는 이의 작동 시 발생하는 전기불꽃에 의해 작업자가 화상을 입지 않도록 차폐를 하거나, 화상위험이 없도록 조치한다.

(나) 차단기의 손잡이 또는 레버가 순간적으로 작동하여 작업자를 다치게 할 수 있는 경우에는 이를 격리시키거나 충돌 예방조치를 한다.

(3) 단로기의 설치

(가) 대지전압 150 V 이상의 퓨즈 및 컷아웃 스위치가 설치된 곳에 유자격자 이외의 사람이 접근할 우려가 있을 경우에는 단로기를 함께 설치한다.

(나) 단로기는 전원을 개방할 수 있도록 설치한다.

(4) 접지도체

전동기의 과전류 보호장치는 모든 극을 동시에 개방하는 경우를 제외하고는 접지도체를 차단하여서는 안 된다.

6. 전원공급회로의 보호

(1) 상 도체의 보호

(가) 전원을 공급하는 모든 상 도체에 대하여 과전류 검출을 실시하고, 과전류가 검출되면 6항(1)(나)호의 경우를 제외하고는 해당 전선만을 차단한다.

(나) TT 계통 또는 TN 계통에서 상 도체만을 이용하여 전원을 공급하는 회로의 경우 다음 조건들이 충족되면 상 도체 중 어느 하나에는 과전류 검출기를 설치하지 않아도 된다.

- ① 동일 회로 또는 전원 측에서 불평형을 감지하고 모든 상도체를 차단하기 위한 보호장치를 갖춘 경우
- ② ①에서 규정한 보호장치의 3상 회로의 부하 측에 위치한 회로의 인위적 중성점으로부터 중성선을 설치하지 않은 경우

(다) 3상 전동기 등과 같이 단상 차단 위험이 발생할 수 있는 경우 적절한 보호 조치를 해야 한다.

(2) 중성선의 보호

(가) TT 또는 TN계통

- ① 중성선의 단면적이 상 도체의 단면적 이상이고 그 중성선의 전류가 상도체의 전류보다 크지 않을 것으로 예상되는 경우, 중성선에 과전류 검출기 또는 차단기를 설치할 필요가 없다.
- ② 중성선의 단면적이 상 도체의 단면적보다 작은 경우에는 그 단면적에 적합한 과전류 검출기를 설치하고, 설계전류를 초과한 과전류가 검출되면 상도체를 차단한다. 이 경우 중성선은 차단할 필요가 없다.
- ③ ①과 ②의 경우 모두 단락전류로부터 중성선을 보호해야 하며, 중성선에 관한 요구사항은 차단에 관한 것을 제외하고 중성선과 보호도체 겸용(PEN) 도체에도 적용한다.
- ④ 다음의 두 가지 조건을 동시에 만족하는 경우에는 중성선의 과전류 검출을 시행할 필요가 없다.
 - ㉠ 중성선이 전원회로의 상 도체 보호장치를 통해 단락전류에 대해서 보호되는 경우
 - ㉡ 정상운전 시 중성선에 흐르는 최대전류가 전선의 허용전류 값 이하인 경우

(나) IT계통

- ① IT계통에서 중성선을 설치한 경우에는 각 회로의 중성선에 과전류 검출기능을 구비하도록 한다.

② 과전류가 검출되는 경우 중성선을 포함한 모든 전선을 차단한다. 다만, 다음의 경우에는 필요하지 않다.

㉠ 설비의 공급전원 측에 설치된 보호장치에 의해서 중성선이 과전류로부터 보호가 되는 경우

㉡ 중성선 허용전류의 0.2배를 넘지 않는 누전차단기로 중성선을 보호하는 경우로서, 누전 차단기가 중성선을 포함한 모든 전선을 차단하는 경우

(3) 중성선의 차단 및 재접속

중성선을 차단하는 경우에는 중성선이 상 도체보다 늦게 차단되어야 하며, 재접속하는 경우에는 중성선이 상 도체보다 동시 또는 그 이전에 접속되어야 한다.

7. 과부하 보호장치의 선정 및 설치

(1) 과부하 보호장치의 선정

과부하전류에 대해 전원공급선로를 보호하기 위한 보호장치는 다음의 식 (1), (2)를 만족하도록 선정한다.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z \quad \dots\dots\dots (2)$$

여기에서 I_B : 회로의 설계전류

I_n : 보호장치의 정격전류

I_Z : 선로의 연속 허용전류

I_2 : 보호장치를 응답시간 이내에 동작시키는 전류

① 조정할 수 있게 설계 및 제작된 보호장치의 경우, 정격전류 I_n 은 사용현장에 적합하게 조정된 전류의 설정값이다.

② 보호장치의 유효한 동작을 보장하는 전류 I_2 는 제조자로부터 제공되거나 제품 표준에 제시되어야 한다.

③ 식 (1), (2)에 따른 보호는 조건에 따라서는 보호가 불확실한 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에는 식 (2)에 따라 선정된 케이블보다 단면적이

큰 케이블을 선정하여야 한다.

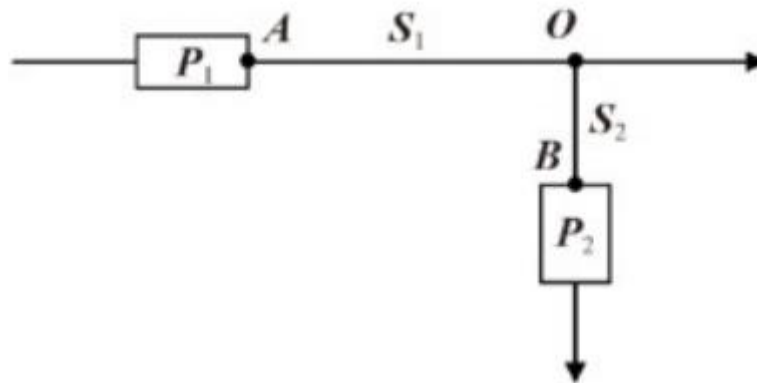
- ④ I_B 는 상도체를 흐르는 설계전류이거나 함유율이 높은 영상분 고조파가 지속적으로 흐르는 경우 중성선에 흐르는 전류이다.

(2) 과부하 보호장치의 설치

(가) 전선의 단면적, 종류, 설치방법 등의 변경으로 인해 전선의 허용전류 값이 저하되는 지점에는 과부하 보호장치를 설치한다.

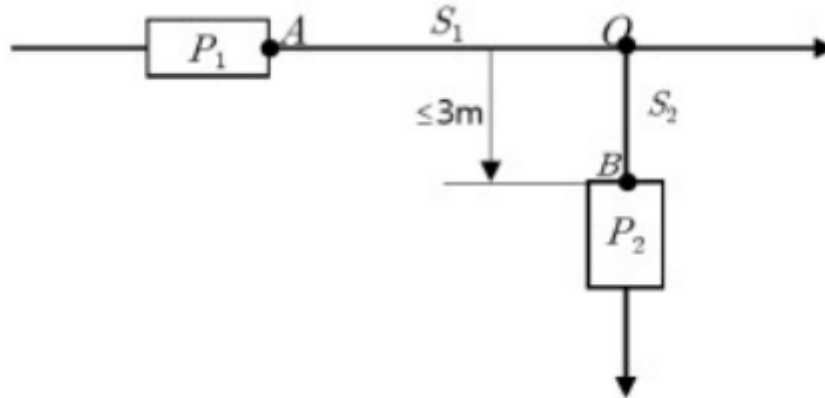
(나) 과부하 보호장치는 분기점(O)에 설치해야 하나, 분기점(O)과 분기회로의 과부하 보호장치의 설치점 사이의 배선 부분에 다른 분기회로나 콘센트 회로가 접속되어 있지 않고, 다음 중 하나를 충족하는 경우에는 변경이 있는 배선에 설치할 수 있다.

- ① 다음 <그림 1>과 같이 분기회로(S_2)의 과부하 보호장치(P_2)의 전원측에 다른 분기회로 또는 콘센트 접속이 없고 8항의 ‘단락전류에 대한 보호’ 조치가 되어 있는 경우, P_2 는 분기회로의 분기점(O)으로부터 부하측으로부터 거리와 상관없이 설치할 수 있다.



<그림 1 > 분기회로(S_2)의 분기점(O)에 설치되지 않는 분기회로 과부하 보호장치

- ② 다음 <그림 2>와 같이 분기회로 (S_2)의 과부하 보호장치(P_2)는 전원측에서 분기점(O) 사이에 다른 분기회로 또는 콘센트 접속이 없고, 단락의 위험과 화재 및 인체에 대한 위험성이 최소화되도록 시설된 경우, 분기회로의 보호장치는 분기회로의 분기점(O)으로부터 3 m까지 이동하여 설치할 수 있다.



<그림 2> 분기회로(S_2)의 분기점(O)에서 3 m 이내에 설치된 과부하 보호장치

(3) 과부하 보호장치의 생략

(가) 다음의 경우에는 당해 선로에 대한 과부하 보호장치를 생략할 수 있다. 다만, 화재 또는 폭발위험이 있는 장소에 설치되는 설비 또는 특수설비 및 특수장소의 요구사항을 별도로 규정하는 경우에는 과부하 보호장치를 생략할 수 있다.

- ① 전선의 단면적, 종류, 설치방법 등이 변경된 선로에서 전원측의 보호장치에 의해 과부하전류 보호가 유효한 경우, 부하측 전선의 보호장치는 생략할 수 있다.
- ② 8항의 ‘단락전류에 대한 보호’ 조치가 되어 있고, 분기회로나 콘센트가 없어 과부하전류가 흐를 가능성이 없는 선로중 부하에 설치된 과부하 보호장치가 유효하게 동작하여 과부하전류가 분기회로에 전달되지 않도록 조치를 하는 경우에는 보호장치를 생략할 수 있다.
- ③ 통신선, 제어선, 신호선 등의 약전류 선로 및 과부하로 인한 위험성이 크지 않은 지중선 또는 가공선으로 구성된 배전선로에는 보호장치를 생략할 수 있다.

(나) IT 계통에서 과부하 보호장치의 생략

- ① 상기 (가)호의 ‘과부하 보호장치의 생략’은 IT계통에는 적용되지 않는다. 다만, IT계통의 과부하 선로에 대하여 다음의 조치 중 하나 이상의 방법으로 보호되는 경우에는 생략할 수 있다.
- ㉡ 기본적인 감전보호조치가 된 경우 안전보건기술지침 “저압 감전방지장치 등의 선정 및 설치에 관한 기술지침” 5항 참조)

㉔ 2차 고장발생시 즉각 동작하는 누전차단기에 의해 각 회로가 감전으로부터 보호되는 경우

㉕ 다음의 기능을 구비한 절연감시 장치를 사용하는 경우

- 초기 고장이 발생할 경우 회로를 차단하는 기능 또는
- 고장 시 운전의 연속성과 2차 고장의 위험성을 판단하여 수리 또는 지속운전을 결정할 수 있도록 신호를 보내는 기능

② 중성선이 없는 IT계통에서 전원을 공급하는 모든 상 도체에 누전차단기가 설치된 경우에는 상 도체 중 하나의 선로에 과부하 보호장치를 생략할 수 있다.

(다) 안전상의 이유로 과부하 보호장치의 생략

예상치 못한 선로의 개방이 오히려 위험을 초래할 수 있는 경우 전원공급 회로에 과부하 보호장치의 설치에 생략하고, 과부하 경보장치를 설치하는 것이 안전하다. 이러한 예로서는 회전기계의 여자회로, 인양설비의 전자석 전원회로, 변류기의 2차 회로, 소방설비의 전원회로 및 가스누출경보 등이 있다.

(4) 병렬도체에서의 과부하 보호장치

한 개의 과부하 보호장치가 여러 개의 병렬도체를 보호하는 경우에는 병렬도체 내에 분기회로가 있어서는 안되며, 병렬도체를 분리시키는 단로기나 개폐기를 사용하여도 안된다. 병렬도체 구성시 유의사항은 다음과 같다.

(가) 병렬도체를 구성하는 각 도체는 전류가 균등하게 분담되어야 한다.

(나) 병렬도체는 같은 재질 및 단면적을 갖고 길이가 동일해야 한다. 또한 전체 구간에서 회로의 분기가 없어야 하며, 다심케이블, 꼬인 단심케이블 또는 절연전선을 사용하여야 한다.

(다) 병렬도체의 전류는 전류차가 각 도체의 설계전류 값의 10 % 이하가 되어야 한다. 전류차가 10 %를 초과하는 경우에는 균등하지 않은 것으로 간주한다.

(라) 병렬도체의 전류차가 10 %를 초과하는 불균등한 경우에는 각 도체의 설계전류와 과부하에 관한 요건을 개별적으로 고려하여야 한다. 이와 같은 경우에는 각 도체별로 보호장치를 설치하는 것이 바람직하다.

8. 단락 보호장치의 선정 및 설치

(1) 단락전류의 결정

단락전류로부터 전기기기를 보호하기 위하여는 보호장치가 설치될 지점에서의 단락전류를 예측하여야 한다. 이는 계산식에 의하거나 측정값에 의해 결정된다.

(2) 단락 보호장치의 선정

단락 보호장치는 다음의 두 조건을 만족하는 용량을 선정한다.

(가) 단락전류 차단용량은 해당 설치지점에서의 단락전류 예측치보다 큰 값을 선정한다. 다만, 상기 차단용량의 보호장치가 전원측에 설치되어 있을 경우 부하측의 보호장치는 이보다 낮은 차단용량을 선정할 수 있다.

(나) 단락 보호장치는 단락전류의 열작용에 의한 온도상승이 전선의 허용온도를 초과하기 전에 차단될 수 있도록 선정한다. 단락전류의 지속시간이 5초 이하인 경우, 통상 사용조건에서의 단락전류에 의해 절연체의 허용온도에 도달하기까지의 시간 t 는 식 (3)을 통해 계산된다.

$$\sqrt{t} = k \times S / I \quad \dots\dots\dots (3)$$

여기에서 t : 단락전류 지속시간 (s)

S : 전선의 단면적 (mm²)

I : 단락전류의 실효치 (A)

k : 전선의 계수(도체의 저항률, 온도상수, 열용량을 고려한 값)

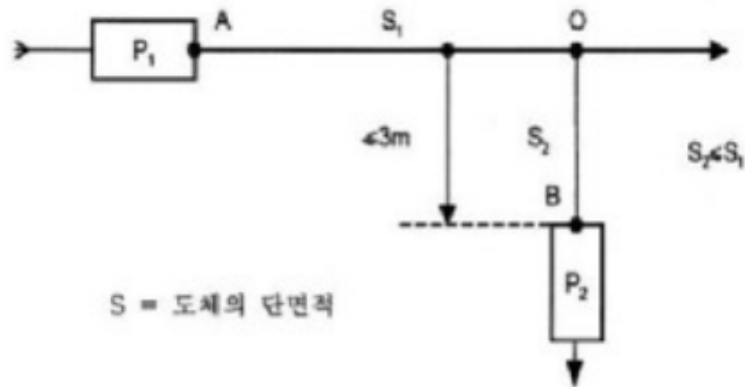
(다) 단락전류의 비대칭 부분이 발생하는 0.1초 미만의 매우 짧은 시간에 대하여, 단락전류 보호장치의 k^2S^2 값이 제조자가 제시하는 통전허용에너지 I^2t 의 값보다 크도록 선정한다.

<표 1> 상 도체에 대한 k 의 값

구 분	도체절연 형식							
	PVC (열가소성)		PVC (열가소성) 90 °C		에틸렌프로필 렌 고무/ 가교 폴리에틸렌 (열경화성)	고무 (열경화성) 60 °C	무기 재료	
							PVC 외장	노출 비외장
단면적(mm ²)	≤300 mm ²	>300 mm ²	≤300 mm ²	>300 mm ²				
초기 온도(°C)	70		90		90	60	70	105
최종 온도(°C)	160	140	160	140	250	200	160	250
도체 재료 :								
구리	115	103	100	86	143	141	115	135/115 ^{주)}
알루미늄	76	68	66	57	94	93	-	-
땀납접속의 구리도체	115	-	-	-	-	-	-	-
주) 사람이 접촉할 우려가 있는 노출도체에 대하여는 이 값을 적용한다.								
1) 다음 사항에 대한 다른 k 값은 검토중임 - 가는 도체(특히, 단면적이 10 mm ² 미만) - 기타 다른 형식의 전선 접속 - 노출 도체 2) 단락보호장치의 정격전류는 케이블의 허용전류보다 클 수 있음 3) 위의 계수는 KS C IEC 60724(정격전압 1 kV 및 3 kV 전기케이블의 단락 온도 한계)에 근거 4) 계수 k 의 계산방법에 대해서는 IEC 60364-5-54(전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호 도체)의 부속서 A 참조								

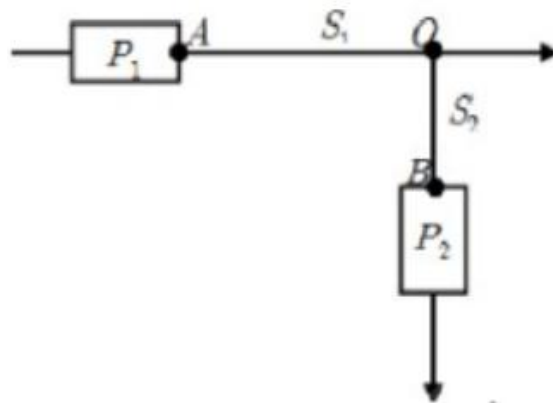
(3) 단락 보호장치의 설치

(가) 단락 보호장치는 분기점(O)에 설치해야 한다. 다만, 다음 그림 3과 같이 분기 회로의 단락 보호장치 설치점(B)과 분기점(O) 사이에 다른 분기회로 또는 콘센트의 접속이 없고 단락, 화재 및 인체에 대한 위험이 최소화되는 경우 분기 회로의 단락 보호장치 P_2 는 분기점으로부터 3 m까지 이동하여 설치할 수 있다.



<그림 3> 분기회로 단락보호장치(P_2)의 제한된 위치 변경

(나) 도체의 단면적이 줄어들거나 다른 변경이 이루어진 분기회로의 시작점(O)과 이 분기회로의 단락 보호장치(P_2) 사이에 있는 도체가 전원측에 설치되는 보호장치(P_1)에 의해 단락보호가 되는 경우에 P_2 의 설치위치는 분기점(O)로부터 거리제한 없이 설치할 수 있다. 즉, 전원측 단락 보호장치(P_1)은 부하측 배선(S_2)에 대하여 8항의 ‘단락전류에 대한 보호’에 따라 단락보호를 할 수 있는 특성을 가져야 한다.



<그림 4> 분기회로 단락보호장치(P_2)의 설치 위치

(4) 단락 보호장치의 생략

배선의 단락위험을 최소화할 수 있는 방법과 가연성 물질 근처에 설치하지 않는 조건이 모두 충족되는 다음의 경우에는 단락전류에 대한 보호장치를 생략할 수 있다.

(가) 제어반에 연결되어 있는 발전기, 변압기, 정류기, 축전지와 연결전선 및 제어반 보호장치에 연결되어 있는 전선

(나) 7항(3)의 (다)호에서 언급된 안전상의 이유와 마찬가지로, 설비의 전원차단이 오히려 더 큰 위험을 초래할 수 있는 경우

- ① 회전기의 여자회로, 전자식 크레인의 전원회로, 변류기 2차회로
- ② 소방설비의 전원회로, 가스누출경보 등

(다) 계기용 변압기 및 변류기 2차측의 측정회로

(5) 병렬회로에서의 단락 보호장치

(가) 병렬회로에서 발생한 어떠한 단락전류에 대해서도 보호장치가 효과적으로 작동된다는 것이 보장되는 경우, 한 개의 보호장치만 설치하여도 된다. 병렬회로에서 단락전류가 전선별로 분담이 되고, 병렬회로의 양단에서 유입되는 것을 고려하여야 한다.

(나) 한 개의 보호장치는 단락전류로부터의 보호가 효과적이지 못할 경우 다음의 추가조치를 취하도록 한다.

- ① 병렬회로에서의 단락위험을 최소화하도록 전선관 설치 등 외부로부터의 기계적 손상에 대한 보호조치를 한다.
- ② 병렬회로의 선로가 가연성 물질 근처에 배치되지 않도록 한다.
- ③ 병렬회로의 선로가 상 도체 2개로 구성된 경우에는 각 전선도체의 전원측에 단락 보호장치를 설치한다.
- ④ 병렬회로의 선로가 상 도체 3개 이상으로 구성된 경우에는 단락 보호장치를 각 전선도체의 전원측과 부하측에 각각 설치한다.

9. 과부하 및 단락 보호장치의 기능조정

(1) 한 개의 보호장치로 두 가지 기능 수행

설치되어 있는 과부하 보호장치가 7항의 ‘과부하 보호장치의 선정 및 설치’ 내용 및 8항의 ‘단락 보호장치의 선정 및 설치’ 내용에 부합하여야 한다.

(2) 개별 보호장치로 각각의 기능 수행

- (가) 과부하전류와 단락전류에 대한 보호를 위하여 각각의 보호장치를 설치한 경우에는 7항의 ‘과부하 보호장치의 선정 및 설치’ 내용과 8항의 ‘단락 보호장치의 선정 및 설치’ 내용의 요구사항을 보호장치 각각에 대하여 적용한다.
- (나) 과부하전류와 단락전류에 대한 보호를 위하여 각각 설치한 보호장치는 단락 보호장치의 통전허용에너지가 과부하 보호장치에 손상을 주지 않고 견딜 수 있도록 조정을 하여야 한다.

지침 개정 이력

□ 개정일 : 2021.00.00

○ 개정자 : 최상원

○ 개정사유 : 한국전기설비규정(KEC) 제정에 따른 개정사항 반영

○ 주요 개정내용

- 6. 전원공급회로의 보호에서 (1) 상도체의 보호, (2) 중성선의 보호
- 7. 과부하 보호장치의 선정 및 설치에서 식 (1), (2) 구체화
- 7. 과부하 보호장치의 선정 및 설치에서 설치조건 구체화
- 8. 단락 보호장치의 선정 및 설치에서 설치조건 구체화