

Part
I
1

저압전로의 지락보호에 관한 기술지침

대한전기협회 법령연구실 이주철 부장
대한전기협회 법령연구실 이위문 전문위원

전기사업법의 규정에 의한 기술기준은 전기설비의 안전 확보를 위하여 필요한 최소한의 사항을 준수하도록 의무화 하고 있다. 또 전기관련기관·학계·단체 및 업계의 참여로 작성되는 전기설비의 「기술규정」은 이러한 기술기준에 필요한 기술적인 사항을 규정함과 동시에 민간자율규정으로 설계, 시공, 유지, 검사 등에 관한 사항을 구체적이고 알기 쉽게 풀이하여 전기사업자를 비롯한 전기설비의 시설자, 공사 관계자가 지켜야 할 사항을 그 내용에 따라 의무적 사항, 권고적 사항, 권장적 사항으로 구분하여 규정하고 있다.

그렇지만 급속한 기술발전에 따라 신기술에 관한 사항, 안전상 필요한 사항 등에 관해서 지금까지 연구과제로서 불확정 요소가 많은 사항, 미해결된 것으로서 일률적으로 규정화 하는 것이 곤란 또는 부적절한 사항이 수없이 존재하고 있다.

따라서, 일반적으로는 준수해야 하는 사항이지만 그 방법, 대책 등에 대해서 즉시 규정에 반영하여 운용하기에는 이르다고 생각되는 사항 등을 「기술지침」으로 정리하는 것으로 하였다. 예를 들면

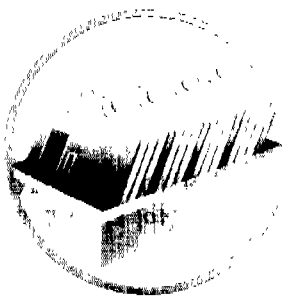
- (1) 신기술에 관한 사항으로서 기준화 또는 규정화하기에는 국내외의 적용사례나 사용실적이 적은 것
- (2) 안전상 필요한 사항이지만 그 방법, 대책 등에서 학술적으로 이론, 방법론이 반드시 확립되어 있지 않은 경우 또는 그 논리를 일반적으로 적용하여 기준화 또는 규정화가 곤란한 경우
- (3) 미해결, 확정되지 않은 요소가 있어 세부적으로 의무, 권고, 권장 등의 사항으로 명확하게 구분하는 것이 곤란한 것
- (4) 사회정세가 급격하게 변화함에 따라 기준화 또는 규정화 하는 것이 반드시 좋다고 판단하기 어려운 경우 등이 이에 해당한다.

이러한 지침은 정부를 비롯하여 전력산업계에서 참여하고 있는 한국전기기술기준위원회(KEC)에서 심의한 것으로 기술지침의 내용은 기술지표적 사항 및 참고사항을 많이 수록하여 안전의 확보에 필요한 사항을 적용할 수 있도록 한 것이다.

따라서, 기술지침은 원칙적으로 기술규정에 준하여 준수되어야 할 것으로서 다음 사항에 유의해서 운용하여 주시기 바란다.

- (1) 실제 적용에 있어서 기술의 진보를 저해하지 않도록 해석할 것
- (2) 내용을 충분히 이해하여 설계, 시공 등에 있어서 잘못 적용되는 일이 없도록 할 것
- (3) 이 지침에 기재 되어 있지 않은 사항, 방법 등이라도 그것이 안전상 적절한 것인 경우에는 채용할 것

이 기술지침의 내용에 관해서는 누구나 의견제출, 이의신청 또는 심의요청을 한국전기기술기준위원회(KEC, 사무국 대한전기협회)에 제출할 수 있다. 이와 같은 목적으로 작성된 “저압전로의 지락보호에 관한 기술지침”의 내용중 현장적용에 필요한 사항을 지명 관계상 발췌하여 지침문과 해설을 소개합니다.



CONTENTS

- I. 총 칙
- 1. 목적
- 2. 적용범위
- 3. 용어 정의
- 4. 지락보호방식의 종류
- 5. 허용접촉전압
- 6. 지락보호방식의 적용
- II. 보호방식
- III. 누전차단방식

1. 종 직

1. 목 적

이 지침은 저압전로에 대한 지락보호방식의 종류와 그 적용 및 시설방법 등에 대하여 기술기준에서 규정하고 있는 내용 이외에 기술해설과 참고자료를 첨부하여 저압전로의 지락보호방법을 체계적으로 설명함으로써 누전차단기 등의 지락보호 장치를 시설하는 경우에 지락보호의 기술적인 지침으로 활용되도록 하기 위함이다.

2. 적용 범위

이 지침은 저압전로(해당전로에 접속하는 이동전선, 전구선 및 전기기계기구를 포함한다. 이하 같다.)에 지락이 생겼을 때 인축의 감전사고, 화재사고 및 전로, 기기, 기타의 손상 등을 방지하기 위한 보호 수단에 대하여 적용한다. 이 지침은 600V 이하 60Hz의 저압전로에서 적용하기 위하여 정한 것이며, 직류회로 및 고조파회로를 제외한다.

3. 용어의 정의

이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음 각호와 같다.

가. "지락"이라 함은 전로와 대지간의 절연이 저하하여 아크 또는 도전성 물질에 의해 서로 연결되어 전로 또는 기기의 외부에 위험한 전압이 나타나거나 전류가 흐르는 상태를 말한다.

나. "지락전류"라 함은 지락에 의하여 전로의 외부로 유출되어 화재, 인축의 감전 또는 전로나 기기의 손상 등 사고를 일으킬 우려가 있는 전류를 말한다.

<해설>

지락전류는 보호목적에 따라 일반적으로 다음과 같이 구분한다.

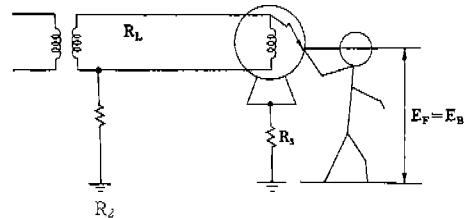
표1 보호대상 지락전류

보호목적	보호대상지락전류
감전보호	수 mA 이상
화재보호	100mA 정도 이상
아크에 의한 설비·기기의 손상방지	수 A 이상

다. "접촉 전압"이라 함은 지락이 발생된 전기기계기구의 금속제 외함 등에 인체가 접촉되었을 때 인체에 가해지는 전압을 말한다.

<해설>

이 지침에서는 최악조건을 고려하여 접촉전압을 고장전압과 같다고 간주한다. 또 일반적인 전기회로에서는 제2종 접지저항이 제3종 접지저항에 비해 훨씬 작기 때문에 지락시 고장전압은 기준 대지에 대한 전로의 사용전압에 근사한 값이다. 이 관계는 그림 2에 나타낸다.



$$E_B = E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_L}$$

$$R_1 \ll R_2$$

$$R_L \ll R_2$$

$$E_B \approx E$$

E_F : 고장전압

E_B : 접촉전압

E : 사용전압

R_L : 전로임피던스

R_2 : 제2종 접지저항

R_1 : 제3종 접지저항

<해설>

단락과 지락은 다음과 같이 구분한다.

(1) 단락은 전로의 선간이 임피던스가 적은 상태로 고장 또는 과실에 의하여 접촉한 다음 그림 1의 a 또는 a'의 상태를 말한다.

(2) 지락은 다음 그림 1의 b상태를 말한다.

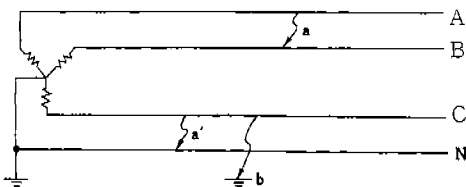


그림 1 단락과 지락

그림2 전로의 사용전압과 접촉전압과의 관계

라. "보호 접지"란 접촉전압을 허용 값 이하로 억제하기 위하여 전기기계기구의 금속제 외함 등을 접지하는 것을 말한다.

<해설>

보호 접지는 전기설비 및 전기기기의 구조체의 일부 및 전로에 속하지 않는 도전성부분을 기준대지와 전기적으로 접속하여 지락발생시의 접촉전압을 허용 값 이하로 억제하는 방법으로서 그림 2에서는 R_2 와 R_3 의 크기의 관계가 반대가 되어 R_3 보호 접지는 전기설비 및 전기기기의 구조체의 일부 및 전로에 속하지 않는 도전성부분을 기준대지와 전기적으로 접속하여 지락발생시의 접촉전압을 허용 값 이하로 억제하는 방법으로서 그림 2에서는 R_2 와 R_3 의 크기의 관계가 반대가 되어 $R_3 \ll R_2$ 로 되어야 한다. 이 경우의 접촉전압은 아래 식과 같다. 단, 전로의 임피던스 R_1 은 무시한다.

$$E_B = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot E$$

마. "누전차단장치"라 함은 전로에 지락이 생겼을 때 부하기기, 금속제 외함 등에 발생하는 영상전압 또는 영상전류를 검출하는 부분과 차단기 부분을 조합하여 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 말한다.

바. "누전차단기"라 함은 누전차단장치를 일체로 하여 용기 속에 넣어서 제작한 것으로서 전로의 개폐 및 자동 차단 후에 복귀가 가능한 것을 말한다.

사. "누전경보장치"라 함은 전로에 지락이 생겼을 경우에 부하기기, 금속제 외함 등에 발생하는 고장전압 또는 지락전류를 검출하는 부분과 경보를 내는 부분을 조합하여 자동적으로 소리, 빛 및 기타의 방법으로 경보를 내는 장치를 말한다.

아. "누전경보기"라 함은 누전경보장치를 일체로(직접 경보를 내는 부분을 제외한 것도 포함한다)하여 용기 속에 넣은 것을 말한다.

4. 지락보호방식의 종류

저압전로에서 적용하는 지락보호 방식의 종류는 다음 각호와 같다.

가. 보호접지 방식

보호접지방식은 전기기계기구의 금속제 외함 및 철대, 배선용의 금속관, 금속몰드, 플로어덕트, 금속덕트, 버스덕트 등을 낮은 저항 값으로 접지하여 전로에 지락이 생긴 경우에 이들에 발생하는 접촉전압을 허용 값 이하로 억제하는 것이다. 그 접촉 전압의 크기를 제한하는 값에 따라 1급, 2급 및 3급 보호 접지의 3종류로 구분하고 있다. 이 방식은 감전 방지를 주 목적으로 하는 것이다.

나. 과전류차단 방식

전술한 보호접지방식에서의 지락전류는 그 접지공사의 접지 극에서부터 토양을 통하여 제2종 접지 극에 도달한다. 즉, 지락전류는 비교적 접지 저항이 큰 토양 등에 의하여 그 값이 제한되고 부하기기 등에 공급하는 전로 중에 장치한 과전류 보호기를 동작시킬 만한 값에 달하지 못하는 경우가 많다. 과전류차단방식은 그림 3에 나타내는 바와 같이 제2종접지공사의 접지선과 부하기기 등을 충분한 전류용량을 가지는 금속체로 전기적으로 완전히 접속함으로써 지락전류의 대부분이 금속체를 통하여 흐르며 선간단락전류에 준하는 큰 지락전류가 흐르게 된다. 그 결과 부하기기 등의 전원측 과전류보호기를 동작시켜 회로를 자동차단함으로써 부하기기 등의 금속제외함 등에 생기는 위험한 접촉전압을 단시간에 소멸시켜 감전 사고를 방지하는 것이다.

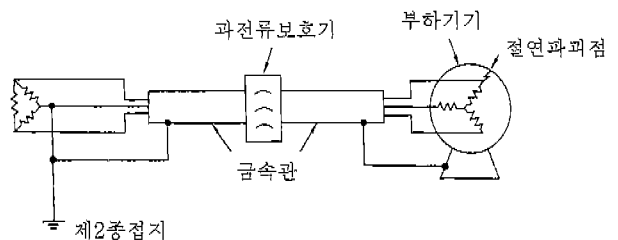


그림 3 과전류차단방식의 예

다. 누전차단 방식

누전 차단 방식은 전로에 지락이 생겼을 때 부하기기, 금속제 외함 등에 발생하는 영상전압(접촉 전

압을 포함한다. 이하 같다) 또는 영상전류를 검출하여 해당 전로를 자동차단하는 방법으로서 전압 동작형, 전류동작형 및 전압전류동작형의 3종류가 있고, 보호목적에 따라 검출부를 다음과 같이 시설하여 적용한다.

- 1) 변압기 2차측 중성점 또는 제2종 접지공사의 접지선에 설치하여 해당 변압기의 2차측 전로 전체의 지락에 대해서 전로를 자동 차단한다.
- 2) 인입구 부근의 전로에 설치하여 옥내전로 전체의 지락에 대해서 전로를 자동 차단한다.
- 3) 간선, 분기회로 또는 개개의 부하기에 설치하여 전로의 지락을 부분적으로 판별해 전로를 자동 차단한다.

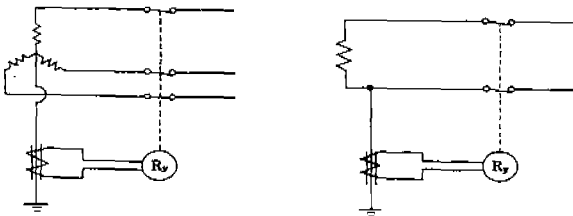


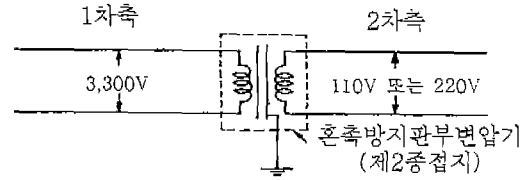
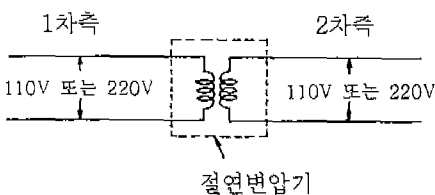
그림 4 누전차단방식의 예

라. 누전경보방식

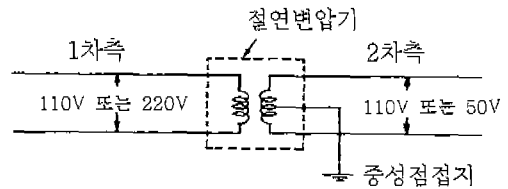
누전경보방식은 전로에 지락이 생겼을 때 부하기, 금속제 외함 등에 발생하는 고장전압 또는 지락전류를 검출하여 경보하는 것으로서 누전차단 방식과 같이 사용목적에 따라 적용한다.

마. 절연변압기 방식

절연변압기 방식은 전로의 도중에 절연변압기 또는 혼촉 방지관부 변압기를 사용하여 그 변압기의 2차측 전로를 비접지 또는 중성점접지로 하는 방법이며 다음과 같이 시설하여 적용한다.



(a)비접지식 전로



(b)중성점접지식 전로

그림5 절연변압기방식의 예

5. 허용접촉전압

저압전로에 지락이 생겼을 경우의 접촉전압은 사람이 접촉하는 상태에 따라서 다음 표 2의 허용접촉전압 값 이하로 억제하여야 한다.

표 2 허용접촉전압

구분	접촉상태	허용접촉전압
1종	· 인체의 대부분이 수중에 있는 상태	2.5V이하
2종	· 인체가 젖어 있는 상태 · 금속제의 전기기계장치나 구조물에 인체의 일부가 상시 접촉하고 있는 상태	25V이하 ^{주)}
3종	· 1종, 2종 이외의 경우로서 통상의 인체상태에서 접촉전압이 가하여지면 위험성이 높은 상태	50V이하
4종	· 1종, 2종 이외의 경우로서 통상의 인체상태에서 접촉전압이 가해지더라도 위험성이 낮은 상태 · 접촉전압이 가하여질 우려가 없는 경우	제한 없음

주) 2종 허용접촉전압은 IEC와의 부합화를 고려하여 25V 이하로 채택함. 현행 전기설비기술기준 제21조(접지공사의 종류)에서는 허용접촉전압을 15V를 원칙으로 하

고 있으므로 이를 고려하여 이 지침을 운용할 것. 이하 이 지침에서 같다.

〈허용접촉전압 해설(표2의 보충설명)〉

표2 허용접촉전압의 제정기준은 다음 표3과 같다. 이 내용의 접촉전압의 해설 및 보충설명에 대하여는 지침을 참고하기 바란다.

표3 저압전로 지락보호 판단 기준

항목	접촉상태	1종	2종	3종	4종
접촉상태		· 인체의 대부분이 수중에 있는 상태	· 인체가 현저하게 젖은 상태 · 금속체의 전기기계 기구에 인체의 일부가 항상 접촉하고 있는 상태	· 1종, 2종 이외의 경우로서 통상의 인체상태에 있어서 접촉전압이 가하여지면 위험성이 높은 상태	· 1종, 2종이외의 상태에서 접촉전압이 가해져도 위험성이 낮은 상태 · 접촉전압이 가해질 우려가 없는 경우
대상전로		· 옥조, 수영 풀 또는 사람이 출입할 우려가 있는 수조, 못 등의 내부에 시설하는 전로	· 옥조, 수영 풀, 수조, 못의 주변, 터널 내 등 습기나 수분이 많이 존재하는 장소의 전로 · 금속체의 전기 기계 기구나 구조물에 상시 접촉하여 취급하는 장소의 전로 · 주택, 상점 등의 전로 · 자동판매기, 냉동쇼케이스	· 사람이 접촉할 우려가 있는 장소의 전로(예를 들면 주택, 공장, 사무실 등의 일반장소에서 사람이 직접 접촉하여 취급하는 전기설비)	· 사람이 접촉할 우려가 없는 장소의 전로 · 보호 접지를 요구하지 않는 전로(예를 들면 주택, 공장, 사무실 등의 일반장소의 은폐장소 또는 높은 곳에 시설하는 전기설비)
종합위험도		가장 높음	대단히 높음	높음	낮음
기본적인 사고방식		· 접촉전압이 가해지는 환경이 가혹하기 때문에 접촉전압이나 인체통전전류와 같은 개별요소만으로 규정하는 것은 부적당하며 (전류) × (시간)적으로 생각해야 한다. · 또 환경이 수중이기 때문에 전격에 의한 2차적 재해를 초래할 우려가 있고 또 환경으로부터 용이하게 탈출할 수 없으므로 전로를 고속으로 자동 차단하는 방법으로 대처하여야 한다.	· 접촉전압이 가해진 경우의 위험도는 인체저항이 1종과 동등하다고 간주되기 때문에 작기와 같다. · 1종과 다른 점은 영향을 받는 범위가 1종은 면적인 것에 비해 2종은 점적이며, 환경은 1종이 수중이어서 용이하게 이탈할 수 없는 것에 비해 2종은 공중이어서 용이하게 이탈할 수 있다.	· 접촉전압이 가해진 경우의 위험도는 폭이 넓고 경우에 따라서는 2종에 가까운 경우도 생각된다. · 1종, 2종과 다른 점은 절연 파괴가 발생하여도 그 전로에 항상 사람이 접촉하고 있지 않은 것이다. · 또 인체가 통상의 상태이기 때문에 인체저항은 비교적 높다. 따라서 일반적으로 접촉 전압은 50V 이하로 하여도 되고 또는 절연파괴시에 경보를 하는 것이나 회로를 자동 차단하는 것으로도 대처할 수 있다.	· 저압전로에 사람이 접촉할 우려가 없고 또 접촉해도 위험성이 낮은 것이면 1차적으로는 보호는 불필요하다고 생각되지만 화재방지 측면에서 현행 제3종 접지공사는 필요하다.
허용접촉전압		· 2.5V이하	· 25V이하	· 50V이하	제한 없음
전류동작형 누전차단기의 정격감도전류		· 5mA이하(0.03초이내 고속누전차단)	· 15mA 또는 30mA 이하(0.03초이내 고속누전차단)	· 30, 100mA · 부하에 가까운 곳 · 200, 500mA ^(주) 전전로의 길이가 긴 곳	· 200, 500mA ^(주)

주) 소방법에 의한 누전경보기 및 산업안전보건법에 의한 전동기계·기구에 접속되는 누전차단기의 정격감도전류는 200mA이하이다.

6. 지락보호방식의 적용

저압전로에 지락이 발생했을 때의 보호방식의 종류는 각종 접촉상태에 따라 표4에 나타난 방식의 하나를 적용하여야 한다.

표4 지락보호방식의 적용

접촉상태(허용접촉 전압)		1종(2.5V)	2종(25V)	3종(50V)	4종
보호접지	1급	X	○	○	○
	2급	X	X	○	○
	3급	X	X	X (누전경보)취	○
과전류 차단		X	X	○ (가변형기기 제외)	○
누전 차단	전압 동작형	X	○ (고속 고감도 형에 한함)	○ (시연형 제외)	○
	전류 동작형	○ (고속 고감도 형에 한함)	○ (고속 고감도 형에 한함)	○ (시연형 제외)	○
	전압 전류 동작형	X	○ (고속 고감도 형에 한함)	○ (시연형 제외)	○
누전경보		X	X	○ (가변형기기 제외)	○
절연 변압기	비접 지식	X	○ (2차측 사용 전압600V 이하)	○	○
	중성점 접지식	X	○ (2차측 사용 전압50V 이하)	○ (2차측 사용 전압100V 이하)	○
병용방식 (예 새)		절연변압기(용량 3kVA이하)에 한함+ 전류동작형 누전 차단방식 (보통형)	절연변압기(용량 3kVA이하)에 한함+ 누전차단 방식(보통형)	절연변압기(용량 제한 없음)+ 누전경보방식	-

주) 3종 접촉상태에서 누전경보기를 시설하는 경우 3급 보호접지의 적용이 가능하다.

비고) 1. "○" 표시는 각 접촉상태에서 단독으로 보호방식의 적용이 가능함을 나타내고 "X"표시는 단독으로는 보호방식의 적용이 불가능한 것을 나타낸다.

2. 병용방식은 최저 안전수준과 동등한 것을 나타낸다.
3. 2종 절연구조의 부하기기에 대하여는 예외로 한다.

4. 2종 및 3종 접촉상태에서 가변형기기를 사용할 때 인체통과전류가 수백 mA 정도가 될 우려가 있는 경우는 0.03초 정도에서 동작하는 것이 필요하다.
5. 1, 2, 3급 보호접지는 "II. 보호접지방식"에서 정하는 것에 의한다.

II. 보호접지방식

1. 적용 범위

이 장은 저압전로에 지락이 생겼을 때 보호접지방식에 의하여 위험보호를 하는 것에 적용한다.

<해설>

제3종 및 특별 제3종 접지공사는 지락 점의 전위를 안전한 값으로 억제하는 이론적인 뒷받침이 없었기 때문에 충분한 보호효과를 얻을 수 없었던 것에 비해 본 지침에서의 보호접지방식은 허용접촉전압의 이론을 뒷받침함으로써 감전방지 측면에서 신뢰하고 적용할 수 있는 보호방식으로 한 것이다.

2. 보호접지방식의 종류

보호접지방식에서의 접지저항 값은 보호대상물의 허용접촉전압에 따라 표5에 적합하여야 한다.

표5 보호접지의 종류와 접지저항 값

구분	허용접촉전압(V)	접지저항(Ω)
1급	25	$r \leq \frac{25}{E-25} R_2$
2급	50	$r \leq \frac{50}{E-50} R_2$
3급	제한 없음	$R \leq 100$

주) r 보호접지저항의 최대 값[Ω]

E_1 : 저압전로의 사용전압[V]

R_2 : 저압전로의 제2종 또는 중성점 접지저항[Ω]

다음호에계속 →

인간이 추구해야 할 것은 돈이 아니다.

항상 인간이 추구해야 할 것은 인간이다. - 푸시킨