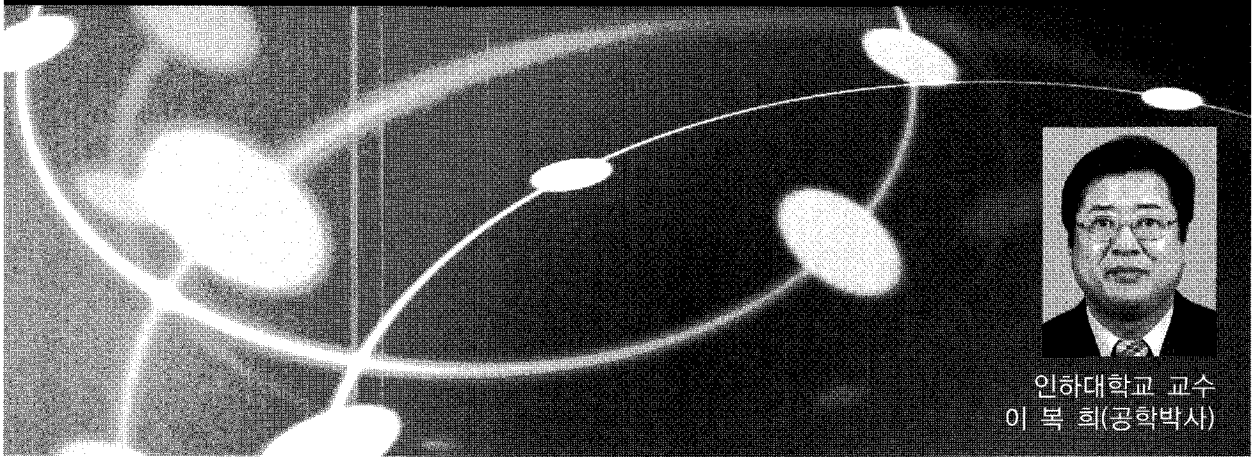


# IEC규격에서 전원계통의 접지방식과 해설 (Types of power system earthing in accordance with IEC standard and their explanation)



인하대학교 교수  
이복희(공학박사)

대한전기협회는 2008년 11월 25일 한전 서울사업본부 대강당에서 '전기설비 기술기준 세미나'를 개최했습니다. 이와 관련 주요 발표내용을 시리즈로 소개하고자 합니다.

## 1. 서론

전기에너지의 합리적인 이용과 안전을 확보하는 수용가 설비의 시설에 관한 내선규정에 국제표준인 IEC 60364 규격을 도입함에 따라 수용가 설비의 운용자는 설비의 기능적 요건 및 경제성에 따라 IEC 60364규격에 의한 전원계통의 접지방식 중에서 어느 하나를 적용할 수 있다. 어느 국가에서는 건물의 용도에 따라 특정한 전원계통의 적용을 규정하고 있다. 즉, 폭발성 위험물질을 저장하거나 취급하는 장소에서 큰 지락전류가 흐르는 접지방식의 적용을 제한하는 등 부하설비의 용도에 따라 특정의 전원계통의 접지방식의 적용을 금지하고도 있다. 따라서 IEC규

격에 의한 전원계통의 접지방식별 특징 및 문제점을 검토하여 적용에 참고가 되도록 해설한다.

## 2. 전원계통의 접지방식

### 2.1 접지방식의 종류

저압 전원계통의 접지방식은 크게 TN접지방식, TT접지방식 및 IT접지방식 3종류로 분류하며, TN접지방식은 TN-C, TN-S 및 TN-C-S접지방식으로 세분된다. 여기서, 제1문자 T(Terre; 접지)와 I (Isolation; 절연)는 전력계통과 대지의 관계를 나타낸다. 제2문자 T(Terre; 접지)와 N(Neutral; 중성점)은 전기설비의 노출된 도전성

부분과 대지와의 관계, 그리고 제3문자 S(Separated; 분리)와 C (Combined; 조합)는 중성선 및 보호도체의 포설 관계를 나타낸다.

(1) TT접지방식

전원회로의 한 점을 그림 1과 같이 대지에 직접 접속한다. 모든 노출도전성 부분은 부하설비에서 별도의 접지극에 접속한다.

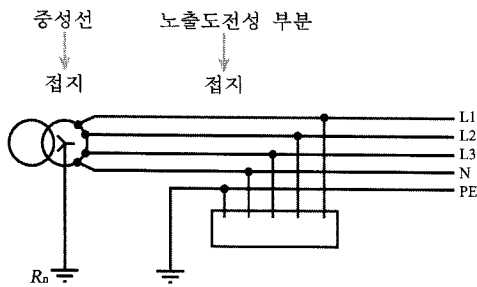


그림 1. TT접지방식

(2) TN접지방식

전원회로의 한 점을 대지에 접지하며, 설비의 모든 노출도전성 부분은 중성선에 접속한다.

① TN-C접지방식

중성선을 그림 2와 같이 보호도체로 사용하며, 보호접지도체와 중성선 겸용도체(protective earth and neutral : PEN)라 한다. PEN도체는 중성선이므로 제3고조파 전류와 같은 상불평형 전류를 흘리는 역할을 하기 때문에 균등한 간격으로 분산된 접지극을 갖는 설비 내에서 효과적인 등전위조건이 필요하다. 또한 중성선은 보호도체이기 때문에 도체의 단선은 인명과 재산상의 위험을 가져올 수 있다.

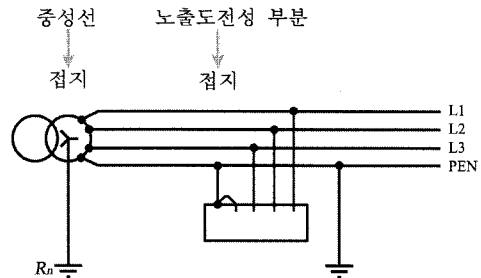


그림 2. TN-C접지방식

② TN-S접지방식

그림 4. TN-C-S접지방식 그림 3과 같이 TN-S접지방식은 보호도체와 중성선은 별도이다. 별도의 보호접지도체와 중성선의 사용은 이동용 기기에 대하여 도체의 단면적이 10 mm<sup>2</sup> 이하인 회로에서는 의무적이다.

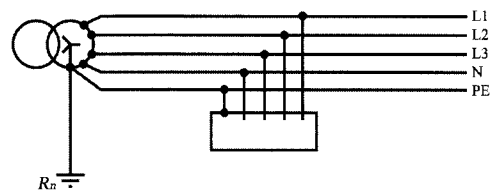


그림 3. TN-S접지방식

③ TN-C-S접지방식

TN-C-S접지방식은 그림 4와 같이 TN-C접지방식과 TN-S접지방식을 동일한 설비에 사용하는 것으로 상위에 있는 중성선이 사고로 단선되면 하위부분의 보호도체가 단선되어 위험을 초래하기 때문에 TN-C접지방식(4선)을 TN-S접지방식(5선)의 하위에 사용하면 안 된다.

TN-C접지방식에서 “보호도체”의 역할은 “중성선의 역할”보다 중요하므로 PEN도체는 항상 부하의 접지단자에 접속해야 하고, 점퍼선으로 중성선 단자에 접속한다.

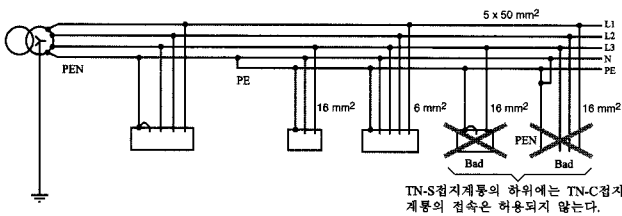


그림 4. TN-C-S접지방식

(3) IT접지방식

그림 5와 같이 변압기 저압권선의 중성점을 접지하지 않거나 1,000~2,000 Ω 정도의 임피던스로 대지에 접속하며, 모든 노출도전성 부분은 접지극에 접속한다.

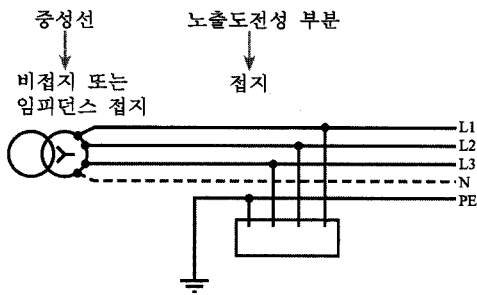


그림 5. IT접지방식

2.2 전원계통의 접지방식의 비교

인명과 재산의 안전의 보장 및 전자기적합성(EMC)을 고려하여 적절한 전원계통의 접지방식을 선정해야 한다. 컴퓨터를 비롯한 정보기술장비로 구성되는 설비에는 EMC문제가 가장 작은 TN-S접지방식의 적용이 바람직하며, 전원계통의 접지방식별 특성의 비교를 표 1에 나타내었다.

2.3 고압계통의 지락사고에 대한 저압설비의 보호

수용가 변압기의 고압 부분에서 지락사고를 일으킨 경우 인체 및 저압 계통에 접속되어 있는 부하기기의 안전을 확보해야 한다. 고압 전원계통의 지락사고로 저압 기기의 노출도전성 부분에 저압 기기의 절연강도를 초과하는 고장전압이 인가되면 저압 기기의 절연이 파괴될 위험이 있다. 따라서 저압 기기에 인가되는 고장전압은 표 2에 제시된 값 이하이어야 한다.

표 2. 저압 기기의 허용고장전압

허용고장전압[V]	차단시간[초]	비고
$U_0 + 250$	>5	$U_0$ : 공칭대지전압
$U_0 + 1200$	≤5	

2.3.1 전이전압

변압기의 고압권선에서 지락사고가 발생하면 전이전압(transferred potential)에 의한 위험이 나타난다. 고압/저압 변압기의 저압 권선의 중성점을 통상 변전소 접지극에 접속한다.

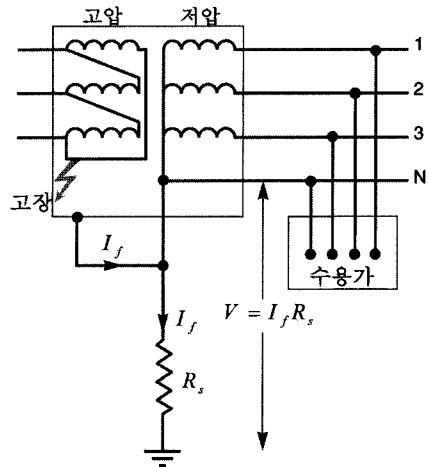


그림 6. 전이전압

표 1. 전원계통의 접지방식별 주요 특성의 비교

	TT접지방식	TN-S접지방식	IT접지방식	TN-C접지방식
인체의 안전 (감전보호)	양호 RCD를 설치해야 한다.	양호		
		보호(PE)도체의 연속성이 설비 전체에 걸쳐 보장되어야 한다.		
재산의 보호	양호	불량	양호	불량
	고장전류 (중간, 수십 A이하)	고장전류 (많음, 약 1 kA)	최초 고장전류 (적음, 수십 mA) 2차고장전류(많음)	고장전류 (많음, 약 1 kA)
전기공급의신뢰도	양호	양호	우수	양호
EMC 특성	양호 - 과전압의 위험성 - 등전위문제 - 누설전류가 많이 흐르는 기기의 관리가 필요	우수 - 등전위문제가 비교적 작음 - 많은 누설전류가 흐르는 기기의 관리가 필요 - 고장전류가 많음(과도적인 교란)	불량(피할 것) - 과전압의 위험성 - 공통모드필터와 서지보호기로 상간 전압을 조절할 것 - 공통모드필터가 있으면 RCD의 오동작이 발생 - 2차고장인 경우 TN접지방식과 동일	불량(사용불가) - 중성선과 PE가 동일 - 노출도전성 부분에 순환 전류가 흐름(높은 자계방사) - 고장전류가 큼(과도적인 교란)

따라서 그림 6에 나타낸 바와 같이 중성선, 저압 상권선 및 모든 상도체가 또한 접지극 전위로 상승한다. 변전소에서 인출된 저압 배전케이블은 이 전압을 수용가 설비까지 전이시키게 된다. 그것 모두가 등전위화되어 있으면 상간 또는 상과 중성선 사이의 저압 절연고장은 발생하지 않으나 상도체와 케이블의 접지 또는 설비의 일부 사이에서 절연고장이 일어날 수도 있다.

### 2.3.2 해결방안

고압계통에서의 지락사고에 의한 위험전압으로부터 저압설비 및 저압 사용자 및 변전소 운영자를 다음과 같은 방법으로 보호할 수 있다.

- ① 지락고장전류 크기의 제한
- ② 변압기 접지저항의 감소
- ③ 변전소와 수용가 설비의 등전위화

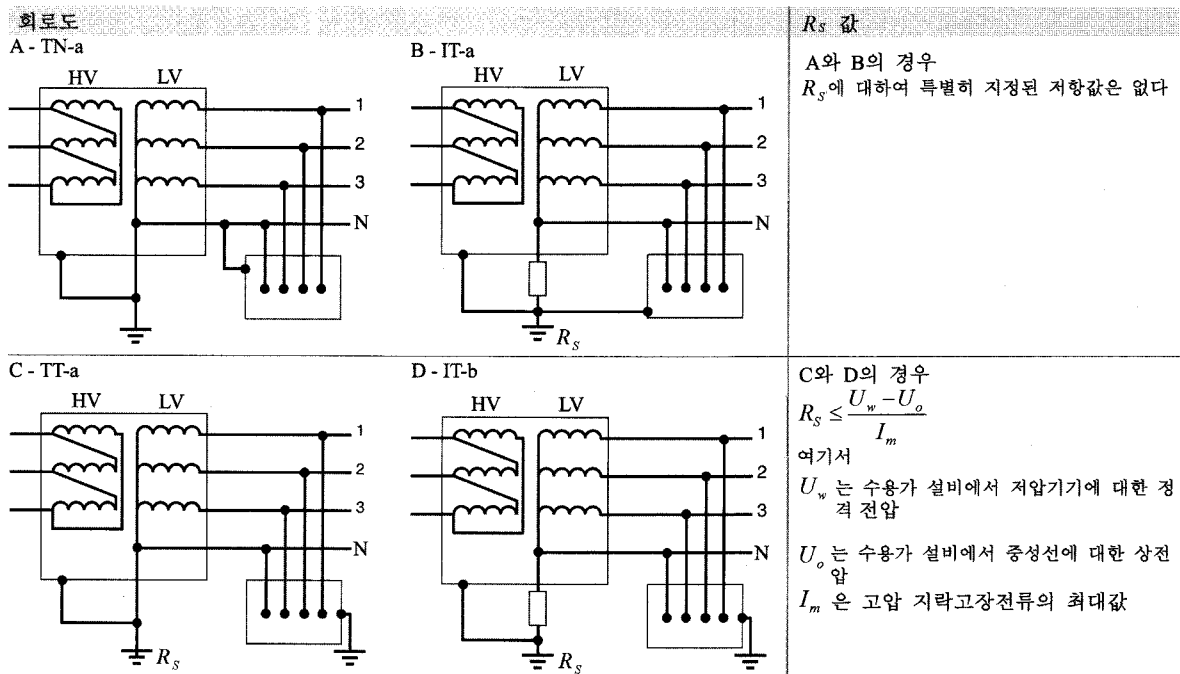
전이전압을 최소화하는 첫 번째 단계는 고압 지락고장전류의 크기를 줄이는 것이다. 이것은 통상 대용량을 공급하는 변전소에 위치한 변압기의 중성점에 저항 또는 리액터를 통해 고압계통을 접지함으로써 이루어진다. 이러한 방법으로는 비교적 높은 전이전압을 완전히 피하지 못하지만 일부 국가에서는 다음과 같은 방법을 채택하고 있다.

수용가 건물에 있는 등전위 접지설비는 원방접지 즉, 0 전위를 나타낸다. 그러나 만약 이 접지설비가 저임피던스의 도체로 변전소의 접지극에 접속된다면, 변전소에 나타

나는 등전위조건은 또한 수용가의 설비에서도 얻게 된다. 낮은 임피던스에 의한 상호 접속은 중성선을 수용가의 등전위설비에 접속함으로써 간단하게 이루어지며, 그림 7(A)에 나타낸 것처럼 TN접지방식으로 된다. TN접지방식은 중성선이 선로길이를 따라 일정한 간격(저압 가공배전선로에서는 매 3전주 또는 4전주마다)으로 그리고 각 수용가의 인입점에 접지되는 보호다중접지방식으로 된다. 여러 가지 전원계통의 접지방식에서 고압권선의 지락사고 동안 안전을 확보하기 위한 고압/저압 변전소에서

최대 접지저항은 그림 7과 같다. 우리나라의 배전계통은 TN-C계통의 직접접지방식을 근본으로 하고 있으므로 지락고장전류를 제한하여 인체의 감전보호 및 저압기기의 절연보호는 현실적으로 불가능한 방법이다. 변압기 고압 권선의 지락고장에 의한 과전압으로부터 인체와 기기의 절연보호를 모두 만족시킬 수 있는 방법은 오직 변압기 접지와 수용가 구내의 모든 접지극을 저저항의 도체로 등전위화시키는 방법이 가장 효과적이다.

그림 7. 각종 접지방식에서 고압권선의 지락고장시 안전을 확보하기 위한 변전소에서 최대 접지저항  $R_s$



\* 주)

- TN-a방식 및 IT-a방식에서, 변전소와 수용가 설비의 고압과 저압 노출도전성 부분은 변압기의 저압측 중성점과 더불어 변전소 접지극을 통하여 모두 접지되어야 한다.
- TT-a방식 및 IT-b방식에서, 변전소의 고압과 저압 노출도전성 부분은 변압기의 저압측 중성점과 더불어 변전소 접지극을 통하여 모두 접지되어야 한다.
- TT-b방식 및 IT-c방식에서, 변압기의 저압 중성점은 변전소 접지극의 영향을 받지 않는 장소에 개별적으로 접지한다.  
 $U_w$ 와  $U_o$ 는 통상  $U_o + 1,200$  V이며, 여기서  $U_o$ 는 해당 저압계통의 공칭 상전압이다.

### 3. 우리나라의 현행 접지관련규정의 검토

우리나라의 전기관련법규인 전기설비기술기준에서 전원계통과 전기설비의 접지공사는 제1종 접지공사, 제2종 접지공사, 제3종 접지공사, 특별 제3종 접지공사의 4종류로 분류한다. 이들 종별의 개별접지를 원칙으로 하며, 법적인 규제사항으로 접지저항의 제한이 규정되어 있다. 접지공사 등의 기준/규정/규격 등에 의하면 부분적으로 접지극의 공유가 가능한 경우를 표 3에 나타내었으며, 접지저항이 2 Ω 이하인 경우에는 공통접지를 할 수 있는 것으로 해석된다.

우리나라의 현행 전기관련법규에서도 특정조건에서는 공통접지방식으로 규정되어 있으며, 전원공급계통이 구성되어 운영되고 있다. 접지공사에 대한 검사는 전기설비 기술기준과 내선규정에 따라 접지의 종별에 따른 접지저

항으로 실시하며, 공통접지의 경우 개별접지의 종별에 따라 별도로 접지저항을 측정할 뿐 공통접지에 대한 검사/시험방법과 기준이 미흡한 상태이다. 또한 IEC 60364규격에 의한 전원계통의 접지방식의 형태에 따른 검사와 시험이 이루어질 필요가 있다.

### 4. 결론

우리나라의 배전계통은 TN-C접지방식을 근간으로 구성되어 있으나 전기설비기술기준상의 수용가 설비의 접지공사는 TT접지방식에 적용되는 개별접지방식을 원칙으로 규정되어 있다. 따라서 IEC 60364규격이 내선규정으로 도입됨에 따라 기술적/법적인 구체적 사항이 국내의 기술기준에 부합되지 않아 개선이 요구되는 부분이 있다. 또한 기존 전기설비의 대부분이 개별접지방식으로 시설되어 있어 IEC규격의 적용에 혼동을 가져오는 경우 면밀

표 3. 현행 기술기준·규정·규격에 의한 공통접지

공통접지의 예	관련 기준·규정·규격
제1종, 제2종 접지공사	전기설비기술기준 제21조(수도관 등의 접지극), 내선규정 제3220-10절(접지공사)
제1종, 제2종, 제3종, 특별 제3종 접지공사	내선규정 제1445-12절(접지공사의 겸용), 제1445-13절(접지선 및 접지극의 공유 제한)
제3종, 특별 제3종 접지공사	전기설비기술기준 제20조(제3종 접지공사의 특례)
피뢰침용 접지	내선규정 제1445-16절(피뢰침용 접지선과 거리), KS C IEC 62305-3 제3부 5.4절(접지시스템)

한 검토를 통한 점진적인 적용이 바람직하다. 부하의 종류, 밀도, 지역의 특성을 고려하여 경제성과 기술적 특성이 우수한 접지방식의 전원계통을 적용할 수 있으며, 여기에서 기술한 내용이 전기설비의 설계에 있어 최적인 전원계통의 방식의 선정에 활용되기를 기대한다.

〈참고문헌〉

- [1] 대한전기협회, IEC규격에 의한 전기설비 설계 가이드, pp.50~55, 151~158, 509~510, 2008.
- [2] KS C IEC 60364-3, 건축전기설비 - 제3부 일반특성 평가, 2002.
- [3] KS C IEC 60364-4-442, 건축전기설비 - 제4부 안전보호 - 제442절 고압계통의 지락사고에 대한 저압설비의 보호, 2002.
- [4] 대한전기협회, 전기관계법령집, pp.284~285, 2006.
- [5] 대한전기협회, 내선규정, pp.114~115, 396~397, 2006.
- [6] KS C IEC 62305-3, 피뢰시스템 - 제3부 구조물의 물리적 손상 및 인명위험, 2007.

