

IEC60364-4-44의 국내 배전계통 적용을 위한 실증시험

남기영, 최상봉, 정성환, 이재덕, 류희석, 김대경
한국전기연구원 전력연구단 지중시스템 연구그룹

Field Test on IEC60364-4-44 for the Application in Korean distribution system

Nam, Keeyoung, CHoi, Sangbong, Jeong, Seongwhan, Lee, Jaeduck, Ryoo, Heesuk, Kim Daekyeong
K.E.R.I.(Korea Electrotechnology Research Institute) Power Research Lab, Underground Systems Group

Abstract - The authors have studied on the application of IEC 60364-4-44 to Korean electrical installations of buildings from 2004 sponsored by Korean ministry of commerce, industry and energy and the test field is established in K.E.R.I. (Korea Electrotechnology Research Institute). This paper presents the summary results of establishment of test field and analysis for the application of IEC 60364 in Korea. IEC 60364-4-44 provides rules for the protection against the effects of conducted and radiated disturbances on electrical installations. Especially this standard deals with the protection of low voltage facility against the ground fault in the high voltage side of power distribution system. Many countries define the regulations on the use and production of electrical facilities based on their own power system and technical references which are considered to be suitable for them. The background of circuit of IEC 60364-4-44 is based on the ungrounded system as most of European countries. However, since Korean electric power distribution system is based on multi-grounding system different from European system, it is necessary to evaluate or prove the effect of the IEC 60364-4-44 for introducing and applying it to the domestic grounding system as a Korean standard. This paper presents the establishment of test field to get background data to introduce the IEC 60364-4-44 and to evaluate the standard is applicable to domestic rule for the protection against ground fault through the related test.

1. 서 론

전기관련 기술 기준을 다루는 대표적 국제기구로 IEC (International Electrotechnical Commission)를 들 수 있는데, 미국, 일본, 유럽 등의 대부분의 국가가 이 기준을 바탕으로 전기시설물, 전기사용 환경 등 전기에 관련된 자국의 제반규정을 정비하고 있는 추세에 있다.

본 연구의 주 대상인 IEC 60364-4-44 규정은 건축전기설비 기술 기준 중 고압계통의 지락사고에 대한 저압설비의 보호를 위한 각종 기준을 정하고 있다.

세계 각국은 자국의 전기환경에 맞는 시설과 기술 기준을 가지고 각종 전기사용 설비의 제조 및 사용에 대한 규정을 제정하고 있다.

통상적으로 유럽은 전력회사의 1차 측 배전계통이 비접지 계통으로 구성되어 있는데 이러한 비접지 계통의 1선지락 고장 시 저압 측 설비의 고장전압, 스트레스 전압의 관점에서 보면 다중접지 방식의 계통구성을 채용하고 있는 북미나 우리나라의 배전계통과는 다른 특성을 보이고 있다.

IEC60364규격의 적용범위는 공칭전압이 교류 1000V 또는 직류 1500V 이하의 전기설비로서 전기사업자의 배전계통, 송전계통 및 발전계통은 제외하고 있다. 다만, IEC60364-4-44의 저압설비의 접지 계통 종류에 따른 접지방식에서 제시된 계통도에 의하면 변압기 1차 측 계통은 중성선이 없는 고압계통을 도시하여, 비접지 방식인 유럽계통에는 이 기준을 그대로 적용하는 데에는 무리가 없으나 북미의 배전계통과 우리나라의 22.9kV-Y 배전계통에는 이를 그대로 적용할 수 있는지는 의문인데 이는 우리계통과 같은 조건에 대해 실험을 거쳐 입증된 데이터가 제공되지 않기 때문이다. 이와 같은 이유로 기술기준의 세계 표준화에 맞추어 국내의 기술기준을 세계 화합에 있어 국내 계통현실을 전혀 도외시하고 국제기준만을 맹목적으로 따를 수만은 없다. 그러므로 이에 관련된 계통을 구성하여 실증적인 시험을 통하여 근거 데이터를 확보함으로써 타당성 있는 기술 기준을 수립하는 것은 대단히 의미 있는 일일뿐만 아니라 반드시 거쳐야 할 단계다.

본 연구는 IEC 60364-4-44 규격의 KS화를 위해 실증적 연구를 토대로 국내의 계통환경을 고려한 규격을 제정함으로써 건축전기설비의 보호 환경을 더욱 효율적으로 시행하고자 하는 데에 목적이 있다.

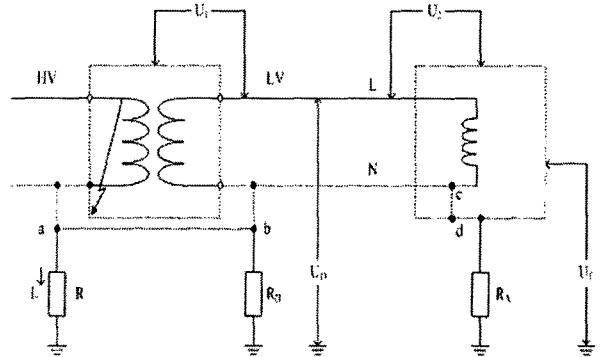
2. 본 론

2.1 실증시험을 통한 평가항목

IEC 60364 규격에 상응하는 여러 가지의 규격, 지침, 전기사업법 등이 한 국전력공사를 비롯한 관련기관 및 건설회사에서 사용되어 오고 있다. 예를 들면, 한국전력공사의 송압설계 지침, 배전설계 기술규격, 내선규정, 전기사업법 기술기준 등이 IEC 60364와 직접적인 관련이 있다. 최근의 전기관련 규격은 IEC를 중심으로 한 표준화 추세에 있는데 본 연구는 접지관련 규격을 IEC 60364로 표준화 함에 있어 국내의 시설과 계통조건을 고려하기 위해 검증되어야 할 항목에 대해 검토하고 이를 중심으로 실증시험을 수행하는 데에 초점이 맞추어져 있다.

2.1.1 스트레스 전압과 접촉전압 계산 공식의 검증

대부분의 국내의 접지시스템 구성은 IE에서 제시하고 있는 접지시스템 중 다음 그림1과 같이 TN 또는 TT와 유사하다.



[기호설명] I_m : 변압기의 접지설비(접지극)를 통해 흐르는 고압측 지락고장전류, R : 변압기 접지설비(접지극)의 공통접지저항, R_A : 저압기기의 노출도전부의 접지설비(접지극) 저항, R_B : 변압기 접지설비(접지극)와 저압계통 중성선이 전기적으로 독립된 저압계통에서 중성선의 접지저항(계통접지저항), U_0 : 저압계통의 상전압, U_f : 지락고장동안 저압기기 노출도전부와 대지간에 나타나는 고장전압, U_1 : 지락고장동안 변압기 저압측 상도체와 노출도전부 사이의 상용주파, 스트레스 전압, U_2 : 지락고장동안 저압측 기기의 상도체와 노출도전부 사이의 상용주파 스트레스 전압

<그림 1> IEC의 TN/TT 방식 접지시스템의 전형적인 저압계통 구성

<표 1> 고압측 지락고장시 저압계통의 상용주파 스트레스전압 및 접촉전압 계산식 적용을 위한 검증항목

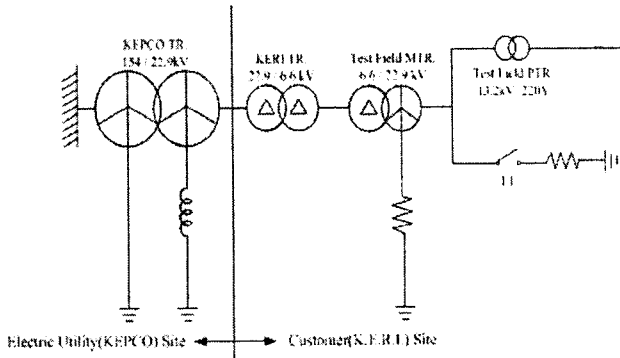
접지 방식	접지시스템의 연결방법	U_1	U_2	U_f	비고
TN	R 및 R_B 연결	U_0	U_0	$R \cdot I_m$	TN-a
	R 및 R_B 분리	$R \cdot I_m + U_0$	U_0	0	TN-b
TT	R 및 R_B 연결	U_0	$R_E \cdot I_E + U_0$	0	TT-a
	R 및 R_B 분리	$R \cdot I_m + U_0$	U_0	0	TT-b

그림 1에서 저압계통의 접지시스템은 다음과 같이 구분된다.

- TN 계통
 - a, b 연결 및 c, d 연결 : TN-a 계통
 - a, b 분리 및 c, d 연결 : TN-b 계통
- TT 계통
 - a, b 연결 및 c, d 분리 : TT-a 계통
 - a, b 분리 및 c, d 분리 : TT-b 계통

그림 1에서 저자는 IEC 60364-4-44의 TN 및 TT 방식의 접지시스템에 대한 근거자료를 취득하기 위해 표 1과 같은 항목을 검증하고자 한다.

표 1의 내용을 검증하기 위해 구성되는 실증시험장의 고압계통 구성은 그림2와 같은데 이는 기존의 설비를 본 시험목적에 맞도록 구성된 것으로 계통용량 등의 여러 가지 제약이 뒤따른다.



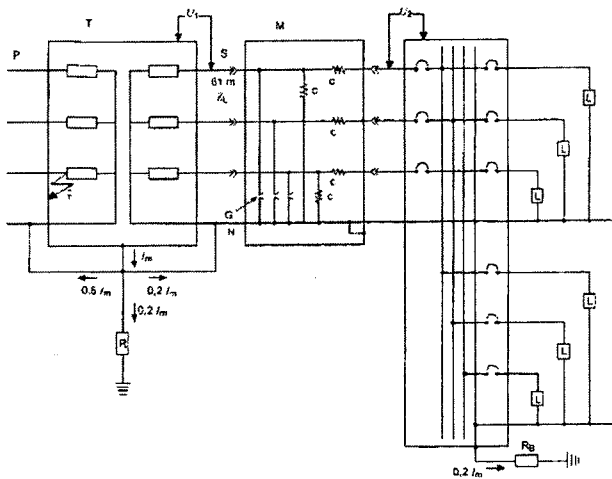
〈그림 2〉 실증시험장의 고압계통 구성도

2.1.2 고압측 지락에 의한 저압측의 인체 및 전기설비에 대한 영향

앞에서 밝혔듯이 실증시험의 초점은 현재의 국내 배전계통을 고려하여 IEC 60364-4-44TN 및 TT 방식의 접지시스템을 검증하는 데에 있으므로 2.1.1항에서 언급한 4가지가 22.9kV 배전계통의 고압측 지락 발생시 저압계통에서의 인체 및 설비 안전성 측면에서 다음의 4가지에 대해 시험되어 평가될 것이다.

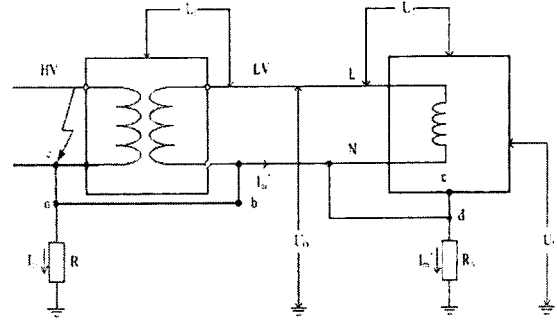
아울러 위의 4가지 경우 외에 저자들은 우리나라 계통구성과 유사한 IEC61643-12에서 제시하는 그림3과 같은 TN-C-S방식에 대해서도 검증할 계획인데 이를 위해 그림1의 계통구성을 그림4와 같이 수정할 필요가 있다.

- ① TN-a : R을 통과하는 전류(I_m) 및 수용가측 기기외합과 대지 간의 전압 U_r 를 측정하고 이 결과를 이용하여 인체안전과 관련, $U_r = R \cdot I_m$ 검증
- ② TN-b : R을 통과하는 전류(I_m) 및 주상변압기 2차측 스트레스 전압 U_1 를 측정하고 이 결과를 이용하여 기기스트레스 전압 $U_1 = R \cdot I_m + U_0$ 검증
- ③ TT-a : R을 통과하는 전류(I_m) 및 수용가측 기기 스트레스 전압 U_2 를 측정하고 이 결과를 이용하여 기기스트레스 전압 $U_2 = R \cdot I_m + U_0$ 검증
- ④ TT-b : R을 통과하는 전류(I_m) 및 주상변압기 2차측 스트레스 전압 U_1 를 측정하고 이 결과를 이용하여 기기스트레스 전압 $U_1 = R \cdot I_m + U_0$ 검증
- ⑤ TN-C-S : 그림4의 계통구성에서 지락지점이 c-a 사이(또는 중성선과 혼측)일 경우 고압측의 1선지락전류(I_{L1})와 R을 통과하는 전류(I_m)를 측정하고 2차측 회로에서 R_A 를 통과하는 전류(I_m') 및 수용가측 기기 스트레스 전압 U_2 를 측정하여 이로 부터 기기스트레스 전압 $U_2 = R \cdot I_m + U_0$ 검증



〈그림 3〉 IEC61643-12의 TN-C-S 방식 계통 구성도

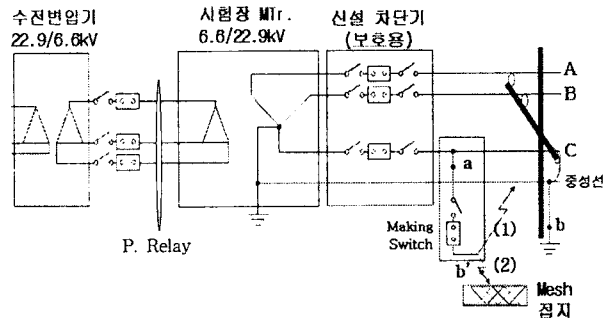
2.1.1과 2.1.2의 내용 외에 본 연구에서는 그림 3에서 제시된 고장전류의 분류계수에 대해서 검증하여 이 결과를 바탕으로 22.9kV 배전계통의 고압계통과 저압계통사이의 접지 시스템에 대한 분리 또는 연결방식에 대한 적용방법에 대해서도 연구가 진행되고 있다.



〈그림 4〉 IEC61643-12의 TN-C-S 방식 검증을 위한 계통구성도

2.2 실증시험장의 구축

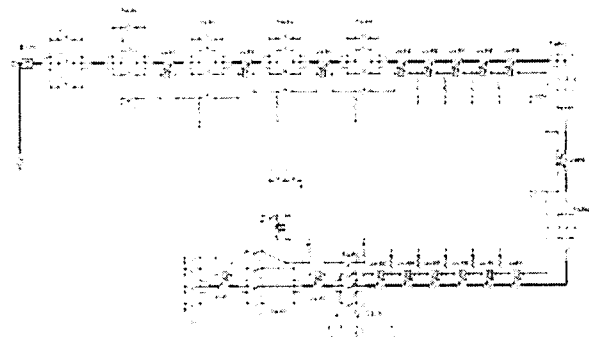
2.1절의 내용을 반영하여 실증시험장이 TN 및 TT 방식의 접지 시스템이 구성될 수 있도록 하고 아울러 (1)모의할 고장 및 회로의 종류, (2)측정방법 및 고장특성 등을 고려하여 그림5와 같이 구성되었는데 기존의 설비를 활용하는 것이기 때문에 고장전류의 크기는 주변압기 용량 1000kVA를 초과하지 못하며 다른 전원설비가 접속이 되어 있어 공휴일만 시험을 수행할 수 있다.



〈그림 5〉 실증시험을 위한 전체 계통구성

2.3 EMTP 시뮬레이션 및 고장전류 분석

시험장에서 모의될 수 있는 고장전류의 크기가 제한되어 있어 이를 보완하기 위한 방법으로 EMTP를 사용하면 고장전류의 크기에 따른 제한은 없게 된다. 그러나 EMTP에서 필요로 하는 초기데이터는 실증시험장 및 실증시험을 통해 얻어진 데이터가 대단히 중요한 역할을 한다. 따라서 정확하고 유용한 결과를 도출하기 위해 실증시험장에서의 모의 고장전류를 여러 단계별로 변화시켜 시험을 함으로써 거기서 얻은 데이터를 기반으로 고장전류의 패턴을 분석하고 EMTP해석을 통한 모델을 개발하고자 한다. 다음의 그림은 그림5의 실증시험장의 EMTP 모델이다.



〈그림 6〉 실증시험장의 EMTP 모델

3. 결 론

본 연구는 2004년부터 수행되어 올해가 3년차로 본격적인 시험이 이루어지고 있다. 지면의 제약으로 실증시험에 대한 데이터의 발표는 학회장에서 발표할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC Electrical Installations of Buildings, IEC Standard 60364-4-44, 2003
- [2] IEC Power Installations exceeding 1kV a.c.-Part: Common rules, IEC Standard 61936-1, 2002-10