

IEC947-2에 따른 전자식 저압 차단기의 EMC 시험 고찰

오준식*, 김명석*, 한규환*

*LG산전 전력시험기술센터 신뢰성시험 연구팀

The study of EMC test for low-voltage circuit-breakers with electronic over-current protection according to IEC947-2

Joon-Sick Oh*, Myoung-Seok Kim*, Gyu-Hwan Han*

*LGIS Power Testing & Technology Institute (PT&T)

Abstract - 전자화 기기의 신뢰성이 요구되는 산업환경에서 외부잡음, 방사잡음, 전도 노이즈 등으로 인한 제품의 오동작 및 기능장애 문제가 발생되고 있다. 저압용 배선용 차단기 또한 네트워크를 통한 통신, 감시(monitoring), 제어(control) 등의 기능을 구현하기 위한 전자회로를 탑재한 전자식 제품의 개발이 활발히 이루어지고 있으며 정확한 시험을 통한 검증이 필요하다. 본 논문에서는 전자회로 트립장치를 가진 전자식 차단기에 대한 IEC947-2에서 요구하는 EMC 시험방법을 고찰하고자 한다..

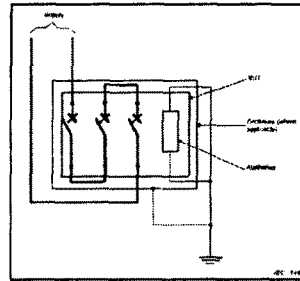
Criterion B : 각 시험동안 설정전류의 0.9배의 전류를 인가하여 트립되지 않아야 한다. 시험 종료 후 설정전류의 2배를 인가하여 tr (I-t 특성곡선)에서 트립되어야 한다.

1. 서 론

반도체 기술과 디지털 기술의 발전으로 기기, 시스템의 소형화, 고밀도화, 다양화, 전자화 및 on-line화 경향으로 불필요한 전자파가 발생된다. 이로 인해 기기나 시스템은 기능의 상실, 장애 등이 발생할 수 있다. 이러한 전자파에 대한 기기의 성능을 검증하기 위해 국제시험규격에서는 전자파 시험에 대한 시험레벨을 규정하고 있다. 본 논문에서는 전자회로 트립장치를 가진 전자식 차단기가 각종 잡음에 대한 기능의 장애나 다른 기기에 영향을 주는가를 시험하는 IEC947-2의 EMC(Electromagnetic Compatibility 전자파 적합성) 시험의 개념을 정리하고 정확한 시험방법을 제시한다. IEC947-2의 EMC시험은 네덜란드 KEMA EMC 시험소에서 진행하였다.

2.3 내성시험 (Immunity tests)

각 시험마다 새로운 시료를 사용할 수 있다. High frequency test의 경우 프레임 사이즈와 전류센서 타입 별로 1대의 차단기로 시험한다. 설정전류 I_R은 최소치로 설정한다. 정한시(Short-time)와 순시(instantaneous) 설정은 최소치로 조정한다. 단, 2.5I_R 이상이어야 한다. 시험회로는 그림1을 적용하였다. 그림1



2. 본 론

2.1 시험의 종류

시험항목은 표.1에 따라 다음과 같이 정리된다.

내성시험 (Immunity tests) :

- Harmonic currents
- Current dips
- Electrostatic discharges(ESD)
- Radiated electromagnetic fields
- Electrical fast transient/burst (EFT/B)
- Surges (1.2/50 μs ~ 8/20 μs)
- Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

방사시험 (Emission tests) :

- Conducted RF 30MHz to 1GHz(CISPR11적용)

2.2 판정기준

시험결과는 다음 성능 검증에 따라 구분된다.

Criterion A : 각 시험동안 설정전류의 0.9배의 전류를 인가하여 트립되지 않아야 하고 설정전류의 2배를 인가하여 0.9tr-min~1.1tr-max 에서 트립되어야 한다.

2.3.1 Harmonic currents

Free air 상태로 시험.

시험회로는 그림.1을 적용하였고 설비 세팅은 그림2와 같다. 합부판정은 Criterion A에 따라 진행하였다. 주회로에 0.9I_R(기본파)에 대한 Harmonic current를 2I_R 트립시간의 10배동안 인가하여 트립되지 않아야 하고 2I_R(기본파)에 대한 Harmonic current를 인가하여 0.9tr-min ~ 1.1tr-max 에서 트립되어야 한다. 시험전류는 2가지중 하나를 선택 가능하며 방법1을 적용하였다..

방법1

2개의 파형 인가

- 기본파+3고조파(72% 기본파 ~ 88% 기본파, peak factor:2.0±0.2)
- 기본파+5고조파(45% 기본파 ~ 55% 기본파, peak factor:1.9±0.2)

방법2

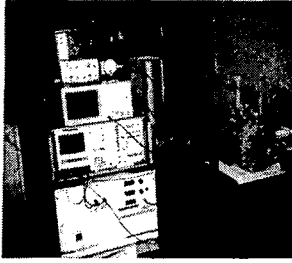
기본파+3고조파(>60%기본파)+5고조파(>14%기본파)+7고조파(>7%기본파)

peak factor≥2.1

여기서 기본파는 0.9I_R 과 2I_R 을 의미한다.

전압은 임의의 전압을 적용한다.

그림2



2.3.2 Current dips

Free air 상태로 시험.

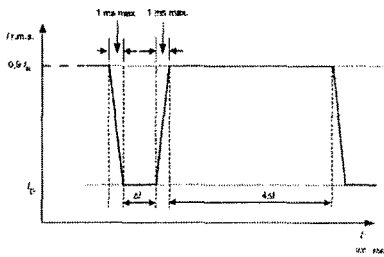
시험회로는 그림1을 적용하였고 설비 세팅은 그림4와 같다. 합부판정은 Criterion B에 따라 진행하였다.

표1의 시험순서에 따라 주회로에 0.9I_R의 current dip 전류를 2I_R 트립시간의 3~4배 또는 10분 중 짧은 시간동안 인가하여 트립되지 않아야 한다. 시험 종료 후 2.0 · I_R을 인가하여 tr (I-t 특성곡선)에서 트립되어야 한다. 시험순서와 인가전류파형은 표1과 그림3을 따른다.

표1

시험순서	I _D	Δt
1		0.5T
2		1T
3	0	5T
4		25T
5		50T
6		10T
7	0.4I _R	25T
8		50T
9		10T
10	0.7I _R	25T
11		50T

그림3



Key
 I₀ resting current
 I₀ dip test current
 Δt dip time
 40I dip decay time

그림4



2.3.3 Electrostatic discharges

금속 외함내에 설치상태로 시험함.

시험회로는 그림1을 적용하였고 설비 세팅은 그림5,6과 같다. 합부판정은 Criterion B에 따라 진행하였다.

주회로에 0.9I_R의 전류를 인가한 상태에서

Electrostatic discharges 시험을 진행하며 시험동안 트립되지 않아야 한다.

시험 종료 후 Electrostatic discharges를 인가하지 않은 상태에서 2I_R의 전류를 인가하여 tr 에서 트립되어야 한다.

시험레벨 :

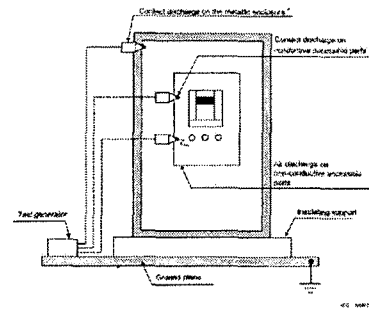
- 8 kV : 접촉방전(contact discharge)

- 8 kV : 기중방전(air discharge)

접촉방전 시험 : 조작부위,키보드,디스플레이,푸시버튼 등의 사용자가 접촉가능한 부위에 1초 이상 간격으로 정,부극 각 10회 인가한다.

기중방전 시험 : 금속 외함의 표면에 1초 이상 간격으로 정,부극 각 10회 인가한다.

그림5



** Contact discharge probe shall be applied perpendicular to the surface under test.

그림6



2.3.4 Radiated electromagnetic fields

Free air 상태로 시험. 별도의 챔버내에서 진행함.

시험회로는 그림1을 적용하였고 설비 세팅은 그림8과 같다. 합부판정은 Criterion A에 따라 진행하였다.

주회로에 0.9I_R의 전류를 인가한 상태에서

80 MHz ~ 1000 MHz로 주파수를 변화시켜가며 10V/m를 인가했을 때 차단기는 트립되지 않아야 한다.

- 각 주파수의 인가시간 : 500 ms ~ 1000 ms

- 주파수 상승간격 : 이전주파수의 1%

주회로에 2I_R의 전류를 인가한 상태에서

80,100,120,180,240,320,480,640,960 MHz의 주파수로 10V/m를 인가했을 때 0.9tr-min~1.1tr-max에서 트립되어야 한다. 트립시간을 측정함.

그림7에 따라 차단기 정면에 대해서만 시험한다.

시험레벨은 10 V/m이다.

안테나를 수평방향과 수직방향으로 각각 시험한다.

(KEMA에서는 안테나 대신 수평판을 적용하고 있음)

그림7

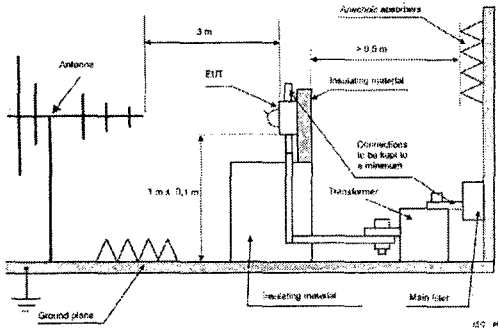
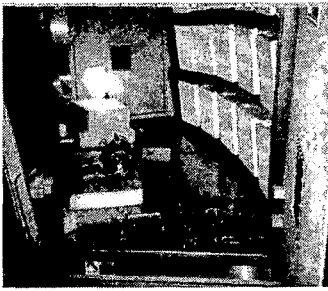


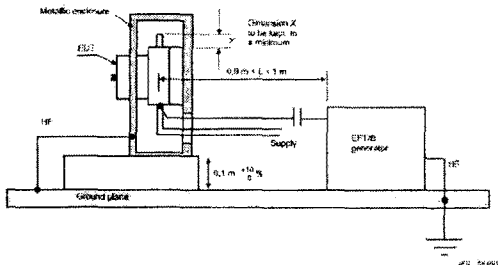
그림8



2.3.5 Electrical fast transient/burst

금속 외함내에 설치상태로 시험함.
 시험회로는 그림1을 적용하였고 설비 세팅은 그림9와 같다. 합부판정은 Criterion A에 따라 진행하였다.
 주회로에 0.9I_R의 전류를 인가한 상태에서 Electrical fast transient/burst(disturbance) 시험을 진행하며 시험동안 트립되지 않아야 한다.
 주회로에 2I_R의 전류를 인가한 상태에서 Electrical fast transient/burst(disturbance)를 인가했을 때 0.9tr-min ~ 1.1tr-max 에서 트립되어야 한다.
 시험레벨 : 주회로 - 4 kV
 보조회로 in/out 단자 - 2 kV

그림9



NOTE: This is a representative example; other test set-ups may be used providing the requirements for the tests are complied with.

2.3.6 Surge

금속 외함내에 설치상태로 시험함.
 시험회로는 그림1을 적용하였고 설비 세팅은 그림7과 같다. 합부판정은 Criterion B에 따라 진행하였다.
 주회로에 0.9I_R의 전류를 인가한 상태에서 Electrostatic discharges 시험을 진행하며 시험동안 트립되지 않아야 한다.
 시험 종료 후 Electrostatic discharges를 인가하지 않은 상태에서 2I_R의 전류를 인가하여 tr 에서 트립되어야

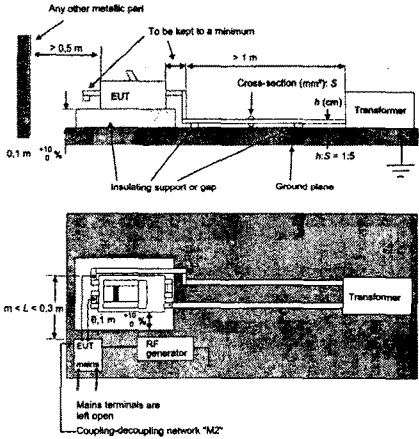
한다.

시험레벨 :

- 8 kV : 접촉방전(contact discharge)
- 8 kV : 기중방전(air discharge)

2.3.6 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

Free air 상태로 시험.
 시험회로는 그림1을 적용하였고 설비세팅은 그림10,11과 같다. 합부판정은 Criterion A에 따라 진행하였다.
 주회로에 0.9I_R의 전류를 인가한 상태에서 150 KHz ~ 80 MHz로 주파수를 변화시켜가며 10V를 인가했을 때 차단기는 트립되지 않아야 한다.
 - 각 주파수의 인가시간 : 500 ms ~ 1000 ms
 - 주파수 상승간격 : 이전주파수의 1%
 주회로에 2I_R의 전류를 인가한 상태에서 0.15, 0.3, 0.45, 0.6, 0.9, 1.2, 1.8, 2.4, 3.6, 4.8, 7.2, 9.6, 12.0, 19.2, 27.0, 49.4, 72.0, 80.0 MHz의 주파수로 10V를 인가했을 때 0.9tr-min ~ 1.1tr-max 에서 트립되어야 한다. 트립시간 측정함.
 시험레벨은 10 V이다.
 그림10



Key
 L: total cable length

3. 결 론

본 논문은 전자회로 트립장치를 가진 전자식 저압차단기의 EMC 시험에 대한 규격내용과 시험절차에 대한 소개로서 의미가 있다.
 아울러 향후 점차 증가되고있는 전자식 차단기 및 스위치류의 EMC시험에 대한 이해와 정확한 성능평가에 도움이 될 거라 생각된다.

(참 고 문 헌)

- [1] IEC947-1 : Low-voltage switchgear and controlgear-part1, 2000
- [2] IEC947-2 : Low-voltage switchgear and controlgear ar-part2, 2001
- [3] IEC61000-4 : Electromagnetic compatibility (EMC) - Test method and measurement technique.