부하개폐 시험설비 개선을 통한 설비효율 향상에 대한 고찰

오준식*, 한규환*, 김명석*
*LG산전 전력시험기술센터 신뢰성시험 연구팀

Study of efficiency increase through the improvement of making and breaking equipment

Joon-Sick Oh*, Gyu-Hwan Han*, Myoung-Seok Kim*
LS Industrial Systems Co., Ltd.

Abstract - 전기설비에 있어서 저압회로의 과전류 보호기기로는 배선용 차단기, 기중차단기, 한류퓨즈,전자개폐기 등이 있다. 배선용 차단기가 주 회로에 대한 과전류와 단락보호가 목적이라면 전자개폐기는 주 회로의 개폐, 즉 전동기 전원의 개폐를 주 목적으로 하므로 빈번하고 불규칙한 개폐동작에 의해 발생되는 Arc 에너지에 대해 전기적으로 내구 성능을 확보하는 것이 중요하다. 전기적 내구 성능은 수명과 품질을 결정하는 중요한 요인으로 관련업체에서는 전기적 내구성능을 향상시키기 위한 활동을 활발히 하고 있다. 성능 향상을 위해서는 시험규격에 적합한 시험회로와 설비구성을 통한 시험진행이 필수적이다. 여기서는 시험설비의 효율적인 활용을 통해 제품과 시험규격이 요구하는 여러 시험조건을 동시에 만족시켜 시험기간을 단축 할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

주 회로의 개폐를 주목적으로 하는 전자개폐기는 장시간 사용을 위해 전기적 내구성능의 확보가 필요하다. 전기적 내구성능은 시험방법, 회로구성, 인가전압, 전류크기, 회로역률, 개폐주기 등의 인자들에 의해 수명이 결정된다. 따라서 전기적 내구성능을 평가하기 위해서는 이러한 여러 인자들의 조건을 변경해가며 시험해야 한다.
여기서는 시험설비의 개선을 통해 효율적인 활용방안을 제시하고 개선내용을 설명하고 있다.

2. 본 론

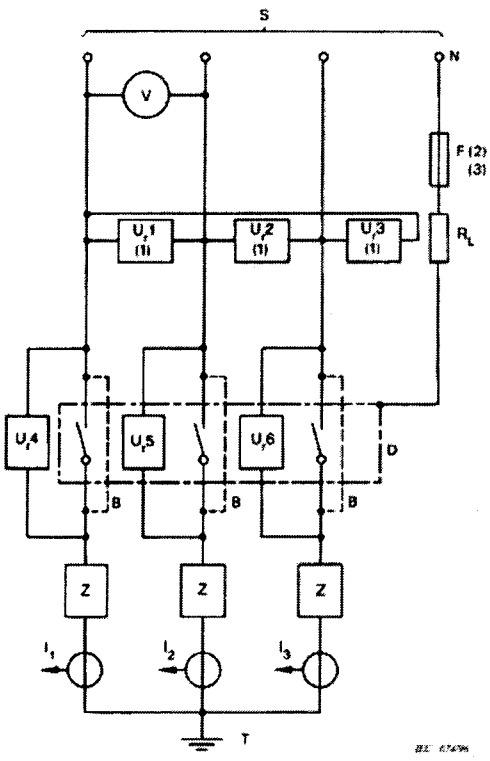
2.1 IEC60947-1에서 요구하는 부하개폐시험회로의 요구조건과 시험회로

2.1.1 부하개폐시험회로의 요구조건

- 시험회로는 전원S, 저항R_1과 리액터X, 시험시료 D로 구성
- 시험 회로의 저항과 리액터는 규정된 시험 조건을 만족시키도록 조정이 가능
- 리액터X는 공심형(air-cored)이어야 하며 저항 R_1과 직렬로 연결
- 각 상의 공심형 리액터는 리액터를 통과하는 전류의 약 0.6%가 흐르도록 병렬저항을 연결
- 시험회로의 접지는 전원측의 중성점이나 시험 회로의 단락 링크 중 한 곳만을 접지
- 금속 외함은 50mm 길이와 0.8mm의 직경을 가진 동선으로 구성된 휴즈F와 전류제한 저항으로 구성 전류
- 전류제한 저항은 1500A±10%로 전류를 제한하도록 저항값을 갖는다.

2.1.2 시험회로

규격에서 요구하는 시험회로는 다음과 같다.



〈그림1〉

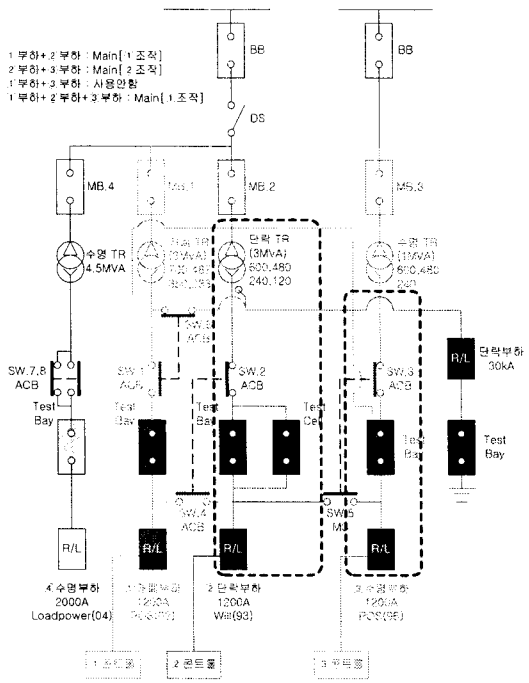
2.2 개선 전 설비현황과 개선 내용

2.2.1 개선 전의 부하개폐 시험설비 현황

전원용량 〔변압기 용량 :11.5 MVA〕
- 개폐변압기:3 MVA (233/350/467/700 V)
- 단락변압기TR:3 MVA (120/240/480/600 V)
- 수명변압기:1 MVA (240/480/600 V)
- 수명변압기:4.5 MVA (220/440 V)

부하용량 〔3Φ 5600 A〕
- 개폐부하:1200 A
  (400A×3세트, 역률:0.45 / 0.75)
- 단락부하:1200 A
  (400A×3Ch_0.45/0.75)
- 수명부하:1200 A
  (400A×3Ch_0.45/0.75)

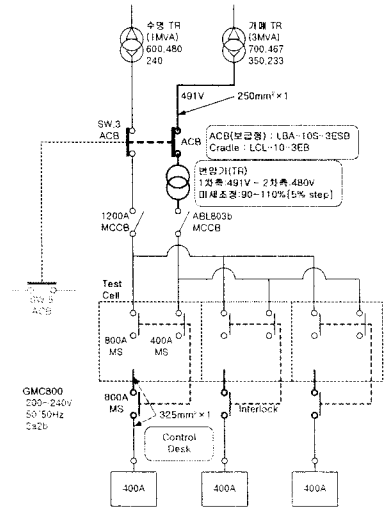
- 수명부하:2000 A
  (400A×3Ch & 800A ×1Ch_0.35)



〈그림2〉

2.2.2 개선내용

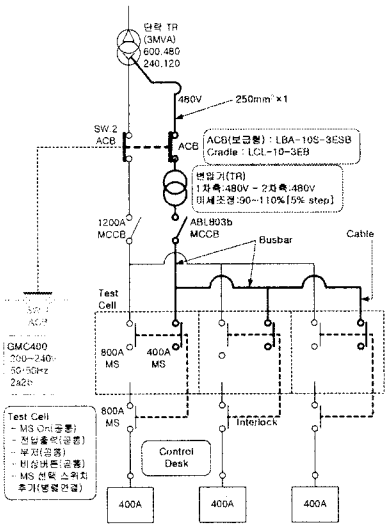
기존 시험회로를 사용하여 400A 이하 시험을 할 경우 동일 전압에서 3세트의 부하를 이용하여 3가지 시험전류의 시험을 할 수 있고 전압이 다를 경우 1세트의 부하를 사용하고 나머지 2세트는 사용이 불가능하여 부하사용 효율 측면에서 불합리 하였다.
이러한 문제를 개선하여 부하설비를 효율적으로 운영하기위해 400A 각 세트를 독립적으로 분리하여 시험전압 및 역률을 자유롭게 조정하여 다양한 시험조건을 동시에 만족하도록 하였다.



〈그림3〉

시험전압을 조정하기 위해 미세전압 조정용 1대1 변압기를 사용하고 시험역률을 조정하기 위해 각 400A 부하세트의 역률조작회로를 분리하였다.

세부시험회로는 〈그림3〉,〈그림4〉와 같다



〈그림4〉

2.3 미세전압 조정용 1대1 변압기

개폐변압기와 단락변압기의 2차측에 결선하여 주전압은 개폐변압기와 단락변압기로 조정하여 400A 부하2세트를 사용하고 미세전압 조정용 변압기를 사용하여 나머지 400A 부하 1세트를 사용할 수 있다.

개폐변압기 2차측 미세전압 조정용 변압기(#1)와 단락변압기 2차측 미세전압 조정용 변압기(#2)의 2차출력전압의 사양은 다음과 같다.

- 개폐변압기
  정격용량 : 400 KVA, D-Y결선
  1차측전압 : 491 V
  2차측 전압 : 480 V

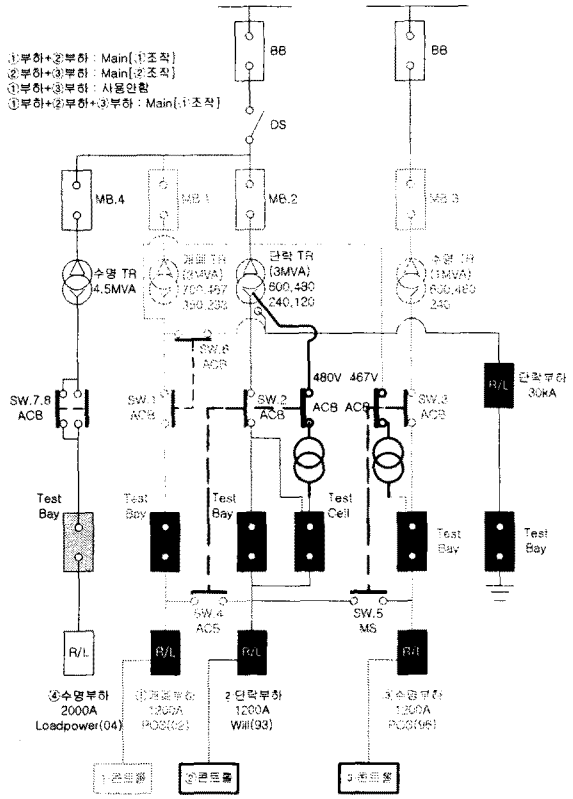
		11-21	12-21	12-22	13-22	13-23	14-23	14-24
		421	442	467	491	505	563	585
480 V	90%	371	389	411	432	444	496	515
	95%	391	411	434	456	469	523	543
	100%	412	432	457	480	494	551	572
	105%	433	454	480	504	518	578	600
	110%	453	476	503	528	543	606	629

- 단락변압기
  정격용량 : 400 KVA, D-Y결선
  1차측전압 : 480 V
  2차측 전압 : 480 V

		11-21	12-21	12-22	13-22	13-23	14-23	14-24
		415	441	460	480	502	531	544
480 V	90%	373	397	414	432	452	478	490
	95%	394	419	437	456	477	504	517
	100%	415	441	460	480	502	531	544
	105%	436	464	483	504	527	558	571
	110%	456	486	506	528	552	584	599

개폐변압기와 단락변압기의 전압을 먼저 조정한 후 미세전압 조정용 변압기로 90~110%사이의 미세조정을 할 수 있다.

2.4 개선후의 부하개폐 시험회로



3. 결 론

이상에서 살펴 본 바와 같이
비 효율적인 회로구성으로 인해 제품사양과 규격에서 요구하는 다양한 시험조건을 동시에 시험함에 있어 제약이 있었으나 시험회로의 개선 후 시험설비의 효율적인 사용을 통해 다양한 시험조건을 동시에 진행하여 결과적으로 시험기간 단축을 통해 개발일정을 줄이고 개발제품의 수명과 품질의 신뢰성 확보에도 많은 도움이 될 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

[1] 박송배, "회로이론", 문운당, p.353~356
[2] 이동인, 박정순 "新編 電力傳送", 동명사, p.444~461, p.465~517
[3] Arthur Seidman,H. Wayne Beaty, Haroun Mahrous, "Handbook of electrical power calculations", McGraw-Hill, p.4.1~4.4
[4] 안길영, "송배전 공학", 동일출판사, p.395~407, p.435~441.
[5] 提捨男, "過渡現象", p.35~37
[6] IEC947-1 : Low-voltage switchgear and controlgear-part1, 2000
[7] IEC947-2 : Low-voltage switchgear and controlgear-part2, 2001
[8] UL489 : Molded-Case Circuit Breakers.