

IEC60947-4에 따른 전자개폐기 전기적 수명시험설비의 과도현상을 고려한 SCR 최적 정격선정에 대한 연구

*류행수, 김갑동, 한규환
LG산전 전력시험기술센터

The transient analysis for choosing the optimal SCR ratings of AC3 utilization category testing equipment used for electrical durability test for magnetic switch

Haeng-soo Ryu, Kab-dong Kim, Gyu-hwan Han
PT&T(Power Testing & Technology Institute), LG Industrial Systems Co. Ltd.

Abstract - This paper is the transient analysis for choosing the optimal SCR ratings of AC3 utilization category testing equipment(AC3 TE) used for electrical durability test for magnetic switch according to IEC60947-4 Annex B by utilizing EMTP -ATPDraw. Magnetic contactor closes and opens the motor load with ON/OFF switch of electronic contactor. It is also used for protecting and controlling the load. Magnetic contactor detects the over-current flow in the load with a over-current relay and disconnects the load by opening its control power. The key cost of AC3 TE is the SCR ratings. The more decreases SCR ratings, the more decreased the cost is, but it is impossible to ensure the reliability. On the other hand, the more increases SCR ratings, the more increased the cost is. Thereupon, in this paper after the testing circuit is simulated by using EMTP-ATPDraw the SCR ratings will be applied in order to guarantee the testing reliability of PT&T(Power Testing and Technology institute in LG Industrial Systems Co.,Ltd.).

1. 서 론

본 논문은 배전계통에서 많이 사용되고 있는 전자개폐기(Magnetic Switch)를 IEC60947-4의 Annex B에 따른 전기적 수명시험(Electrical Durability)에 사용되는 AC3급 설비의 SCR(Silicon Control Rectifier) 정격을 선정하기 위한 과도해석을 EMTP(Electro Magnetic Transient Program)-ATPDraw를 활용한 해석을 하여 최적정격을 선정하고자 함에 그 목적이 있다. MS는 전자접촉기(Magnetic Contactor)와 계전기(Relay)의 조합으로 구성되는데 전자접촉기는 모터등의 부하를 운전/정지 시킴으로써 부하를 보호,제어하는 목적으로 사용되며 계전기는 부하에 일정이상의 과전류가 흐르면 이를 감지하여 전자접촉기의 조작전원을 OFF시키는 역할을 한다. 전기적 수명시험설비에서 가장 중요한 비용요인은 SCR의 정격이다. 정격을 너무 낮게하면 비용절감의 효과가 있을지 모르나 사용중의 신뢰성 확보는 보장할 수 없다. 또한 안전율을 너무 크게 고려하면 비용의 증가를 피할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 일반적으로 많이 사용되고 있는 EMTP-ATPDraw를 이용하여 모델링한 후 SCR의 최적 정격을 선정하고

그것을 토대로 향후 투자될 설비에 대해 적용하여 시험신뢰성을 확보하고자 함에 그 목적이 있다.

2. IEC 60947-4 Annex B 전기적 수명시험

규격에 설명된 전기적 수명시험에 대해 개괄적으로 소개하고자 한다.

2.1 일반사항(B.3.1절)

전기적인 마모에대한 저항성에대하여 접촉기(Contactor) 또는 시동기(Starter)는 표 1의 사용범주에 따라 주어진 시험조건에 따라 수리되거나 교체됨없이 부하 동작 시험이 수행된다.

Star-delta 결선, Two-step auto transformer, 그리고 가감저항기 회전자 시동기(Rheostatic rotor starter)에 대해서는 동작이 사용조건에 따라 큰 변화가 있기 때문에 시험조건에 대해 기준값을 주지않는 것이 편리하다고 생각되어진다. 그러나 제조자는 언급된 사용조건에 대해 시동기의 전기적 수명을 나타내도록 하는 것을 권한다. 왜냐하면 이 전기적수명은 시동기의 부품의 시험 결과로부터 검증되어질 것이기 때문이다.

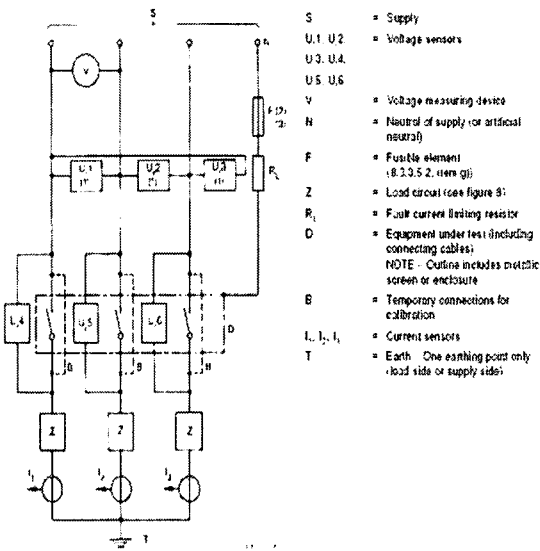
AC3급과 AC4에 대한 시험회로는 유도성부하와 저항성부하로 구성해서 주어진 표 1의 전압,전류,역률값을 적용할 수 있어야 한다. 게다가 AC4급에 대해서는 페로차단용량을 시험하는 시험회로가 사용되어야 한다.

표 1. 사용범주에 따른 시험조건

Table B 1 - Verification of the number of on-load operating cycles - Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories

Utilization category	Value of the rated operational current	Make			Break		
		I_{op}	U_{op}	cos φ	I_{br}	U_{br}	cos φ
AC-1	All values	1	1	0.95	1	1	0.95
AC-2	All values	2.5	1	0.95	2.5	1	0.95
AC-3	$I_{op} < 17A$	4	1	0.95	1	0.17	0.95
	$I_{op} > 17A$	4	1	0.95	1	0.17	0.95
	$I_{op} > 17A$	4	1	0.95	4	1	0.95
AC-4	$I_{op} < 17A$	4	1	0.95	4	1	0.95
	$I_{op} > 17A$	4	1	0.95	4	1	0.95
	$I_{op} > 17A$	4	1	0.95	4	1	0.95
DC-1	All values	1	1	1	1	1	1
DC-3	All values	2.5	1	2	2.5	1	2
DC-5	All values	2.5	1	2.5	2.5	1	2.5

I_{op} = rated operational current
 U_{op} = rated operational voltage
 I = current made
 In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. values but it is understood that the peak value of symmetrical current corresponding to the power factor of the circuit may assume a higher value.
 U = applied voltage
 U_{br} = peak-frequency or d.c. recovery voltage
 I_{br} = current broken
 * Tolerance for cos φ ±0.05
 * Tolerance for I_{br} ±15 %



NOTE 1 U 1, U 2 and U 3 may, alternatively, be connected between phase and neutral.
 NOTE 2 In the case of equipment intended for use in phase-sequence systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent poles of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply. In the case of d.c., F shall be connected to the negative of the supply.
 NOTE 3 In the USA and Canada, F shall be connected
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_n ,
 - to the neutral for equipment marked with a r.m.s. voltage (see note to 5.2).

Figure 5 - Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole equipment (see 8.3.3.5.2)

그림 1. 3상 페로차단시험 시험회로도

모든 경우에 대해, 개폐빈도는 제조사에 의해 선택된다. 공차는 전압과 전류 각각 $\pm 5\%$ 이다. 시험후에 MC는 IEC60947-4 8.2.1.2 Limits of operation of contactors and power-operated starters 과 정격동작전압의 2배의 전압(단 900V이상)으로 주접점에 내전압시험을 실시한다.

2.1.1 MC 동작한계(8.2.1.2절)

개별적으로 사용되거나 시동기내에서 사용되는 전자접촉기는 제어공급전압(U_s)의 85~110%사이의 어떠한 값에서 페로되어야 한다. 페로에 대한 한계는 기준주위온도 +40°C에서 U_s 의 100%를 흘려 코일이 정상상태에 도달한 후에 검증한다.

접촉기가 분리되거나 완전히 개로되는 한계는 교류에서는 제어공급전압(U_s)의 75~20%이다. 개로에 대한 한계는 -5°C에서의 코일회로저항으로 검증한다. 이것은 표준 주위온도에서 얻어지는 값을 이용하여 계산에 의해 검증될 수 있다.

3. AC3급 전기적 수명시험설비

1절과 2절에 따른 전기적 수명 시험을 하기위한 장치가 소개하고자 하는 설비이며, 본 설비의 외관은 다음의 사진과 같다. 본 설비는 정격입력전압 페로시 AC 600V, 차단시 100 V이며, 정격입력전류는 페로시

1200A, 차단시 200A의 전류가 SCR을 통해서 흐르도록 설계된 60 Hz 3상시험기이다. 하기 그림2~4는 AC3급 전기적 수명시험에 사용되는 제어판넬, Cell, 그리고 부하에대한 사진을 첨부하였다. 그림2의 제어판넬 내부에 SCR이 위치한다

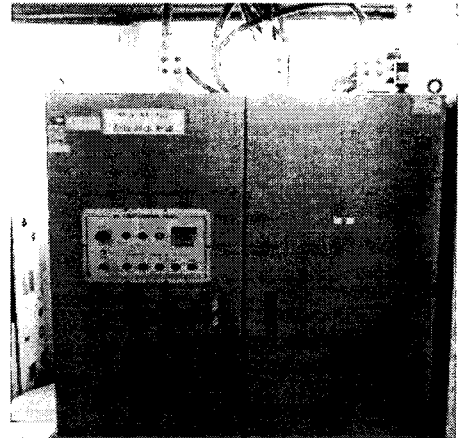


그림 2. AC3급 전기적 수명시험 제어판넬

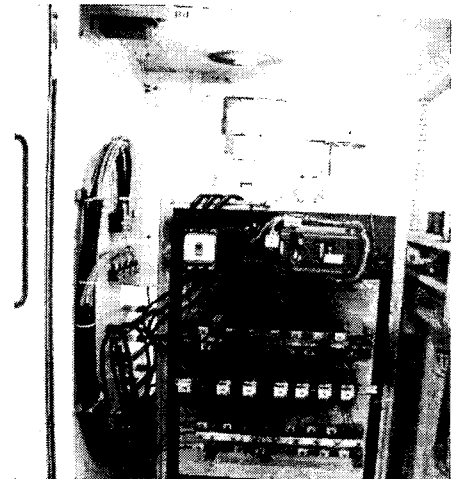


그림 3. 전자기계기 Cell내에서의 시험장면

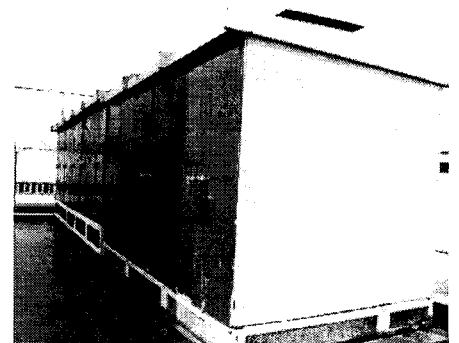


그림 4. 전기적수명시험에 사용되는 부하전경

4. 사례연구

4.1 AC3급 전기적 수명시험대 SCR부

제어판넬 내부에 위치한 SCR은 하기 그림 5와 같다. 본 연구에서는 현재 설치된 SCR의 정격이 적절한지의 검증과 함께 최적 정격을 선정하는데 활용하고자 함에 그 목적이 있다.

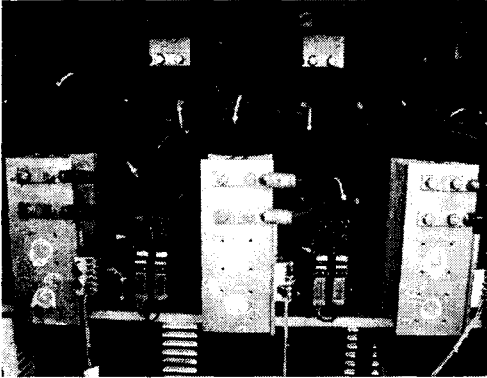


그림 5. AC3급 전기적 수명시험 제어판넬 내부의 SCR

4.2 EMTP 모의 회로

본 연구의 EMTP-ATPDraw 회로는 다음과 같다. 회로는 단상회로로 모델링하였으며 각 Parameter는 최대한 실측치를 반영했다.

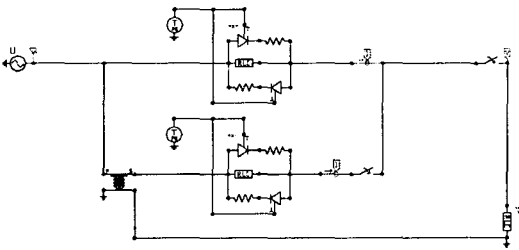


그림 6. Simulation Layout

표 2. 모델링 입력값

Simulation Input Value	
Vig	0.88 V
Ihold	1000 mA
Tdeion	2.5E-6
6In(rms)	2400 A
In(rms)	400 A

4.3 EMTP 모의 결과

4.3.1 SCR 통전전류(6In/In)

모의결과 아래의 그래프와같은 출력파형을 보인다. 앞의 파형은 6In, 뒤의 파형은 In파형이다. 두 파형 사이의 Deadtime은 실제 설비에서 소자를 보호하기위해 PLC(Programmable Logic Controller)에 의해 설정된것이다.

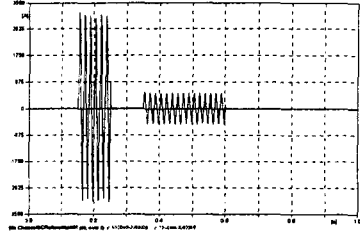


그림 8. SCR에 흐르는 6In/In 전류

4.3.2 SCR양단 전압(6In/In)

모의결과 아래의 그래프와같은 출력파형을 보인다.

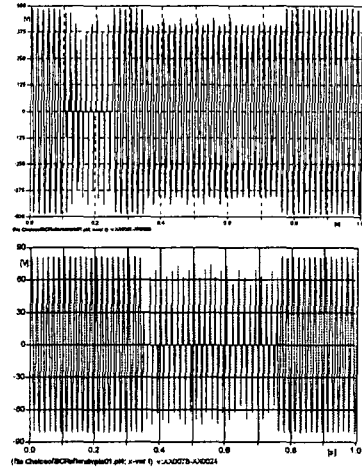


그림 9. SCR 양단전압 6In(위)/In(아래)
5. 결론

상기 결과를 토대로 IEC60947-4의 Annex B에따른 전기적 수명시험을 위해 사용되는 AC3급설비의 SCR 정격을 선정하는데의 활용은 다음과같다. 본 연구결과에서 통전되는 전류와 전압은 SCR 정격과 유사함을 확인했다. 따라서 현재 설비에 사용될 SCR 정격 선정시 본 연구결과를 활용할 수 있으리라 생각한다. 그리고 보다 정도있는 SCR 정격의 선정을 위해 SCR부 후단의 스위치(실제 GMC400)와 시료의 차단현상 모델링을 정확히 한다면 이에대한 영향을 좀 더 정확히 분석하여 증명할 수 있으리라 생각한다. 그리고 이것이 증명된다면 SCR 정격을 올리는 방법외에 보호회로를 추가하는 방법도 고려할 수 있다.따라서 향후 계획은 SCR후단의 자사제품인 스위치부를 EMTP Modeling 하여 시험회로에대해 적용하고자 한다. 본 모델링 완료후 향후 제작하는 시험 설비에 적용함은 물론 기 제작된 설비의 SCR 교체시 최적정격산정에 활용할 수 있으리라 생각한다.

[참 고 문 헌]

- [1] International Electrotechnical Commission, IEC Standard 60947 4, 2002 09
- [2] Phase Control Thyristor, Westcode, 2001 11
- [3] L.Prikler, H.K. Hoidalen, ATPDraw version 3.7p1 for Windows 9x/NT/2000/XP User's Manual, ISBN 82 595 2344 8, Aug. 2002