

설비신뢰성 향상을 위한 무수은형 카드릴레이 개발 및 운영

이세일, 안준기, 장재원, 김정권, 양재원
한국전력공사

The Development of no-mercury type card relay for Improving the reliability of electrical facilities

S.I Lee, J.K.Ahan, J.W Jang, J.K Kim, J.W Yang
KEPCO

Abstract - 수은접점형 전기기계식 릴레이는 동작 속도와 no-bounce 특성이 우수하여 전력설비 보조 릴레이로 많이 사용되고 있으며 우리 한국전력공사 직류송전방식 HVDC 설비에도 설치되어 운영 중이다. 그러나 수은접점은 장기 사용시 열화현상으로 수은 증발, 접점 고착과 용침현상에 의한 빈번한 오동작 발생 및 환경오염 우려로 2002년 전세계적으로 생산중단 되어 설비운영상 문제점으로 부각되고 있다. 본 논문은 운영중인 설비 유지보수를 위하여 동일한 기능수행이 가능한 무수은형 카드릴레이 개발과정, 비교시험 및 설치운영에 대한 방안에 대하여 고찰하였다.

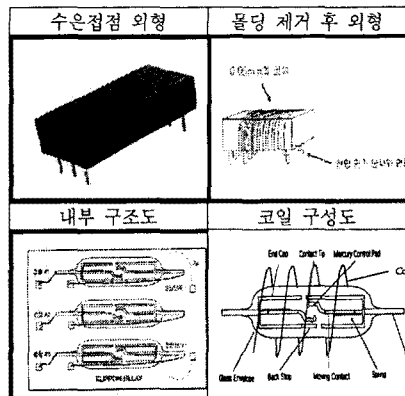
1. 서 론

표면장력 특성을 이용한 수은접점형 릴레이는 동작전원 인가시 체터링이 현상이 없으며 no-bounce 장점과 동작 속도가 일반적인 전자기계형 릴레이에 비해 빠르다. 따라서 개발이후 여러분야의 전력설비 제어회로에 이용되고 있었으나 장기간 부동작 상태 유지와 수은증발로 활성저하에 의한 수은접점 고착 및 여자전압 인가 없이 동작하는 사례가 발생되고 있다. 그러나 환경오염문제로 2002년부터 수은형릴레이 생산까지 중단되어 운영중인 설비 유지보수를 위한 예비품 확보 또한 문제점으로 부각되어 수은접점형릴레이 기능을 대체할 무수은형 카드릴레이를 개발함으로써 설비신뢰도 향상은 물론 환경친화적 전력설비 운영에 기여하였다.

2. 본 론

제주도 전력수요의 40% 이상을 공급하는 변환설비의 제어용으로 사용중인 수은접점 열화로 설비정지 고장이 수회 반복 발생되어 설비 신뢰도 확보가 현실적인 문제로 대두되었다. 따라서 수은형릴레이 구조와 문제점을 분석하여 대체용으로 개발한 무수은형 카드릴레이 개발과정을 공유하고자 한다.

2.1 수은형 카드릴레이 구조 및 특징

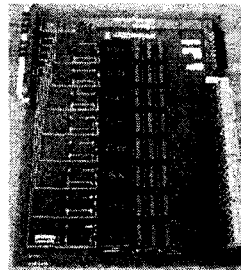


<그림 1> 수은형 카드릴레이 접점 내부구조도

장점이기엔 변환설비에 적용 설계되었다. 그러나 장기간 사용시 상시여자에 따른 코일 온도상승(40℃)으로 코일 및 수은접점의 열화현상이 진행되어 오동작 발생의 주원인이 되고 있음을 파악하였다.

2.2 수은형카드릴레이 오동작 증가

사용 연수 증가에 따른 수은접점 열화에 의한 고장유형으로는 24v DC 여자전원 인가 없이 특정 수은접점만 동작하는 현상으로 28회의

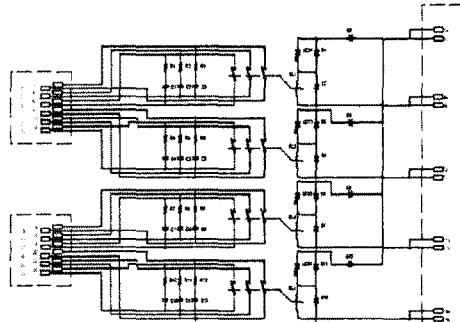


<그림 2>변환소 적용 수은형 카드릴레이

변환설비 불시정지를 경험하였고 또한 수은 활성 부족으로 접점이 고착되어 부동작하는 현상 84회가 있었다. 이러한 고장은 초기에 비하여 장기적으로 증가 추세에 있으며 병렬 TRIP회로에 BLOCKING DIODE설치등 개선을 시행하였으나 고장예방효과가 없었다. 장기 부동작에 따른 활성저하를 예방하고자 전용시험기를 개발하여 연차접점시 수심회 반복동작 전압인가에 의한 동작시험을 시행하여 추이분석을 통한 고장 진행을 사전 판단하는등의 방법도 적용하였다.

2.3 수은형 카드릴레이 회로분석

2.3.1 수은형 카드릴레이 회로도



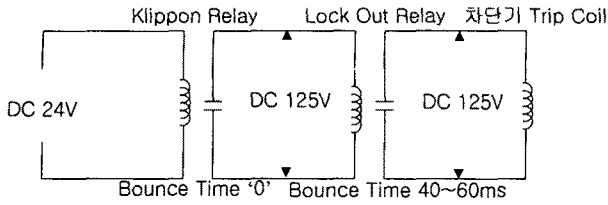
<그림 3> 수은형 카드릴레이 회로도

2.3.2 수은형 카드릴레이 회로분석

동작전원인가 회로 : 다양한 직류전압을 사용하기 위한 전압저감 회로이며 변환소는 24V DC 로 결선, LED 동작회로 : 코일에 동작전압 인가 여부 상태를 표시 하며 동작상태 여부를 확인하는 타겟트 역할 회로, 다이오드 및 프리휠링 회로 : 오결선에 의한 역전압 인가방지 및 인가전압 소진회로, 수은접점회로 : 카드형식에 따라 'a', 'b'접점 구성이 상이하며 3개 접점으로 구성되고 연동동작하며 회로에 따라서 0 ~ 120v AC/DC 등이 인가됨, R, C 회로 : 수은접점 후단과 연결된 인덕턴스 회로 개방시 고전압 유기에 의한 접점 소손을 방지 및 바운스 저감하기 위한 필터회로 R혹은 C단락시 후단회로 부동작 하도록 설계, 카드소켓 : 보호회로와 카드내부 접점을 연결구성하는 부위등 6개 구성요소로 제작된 카드이다.

2.3.3 수은접점 릴레이 회로분석 결론

최대의 문제점인 동작속도는 소형 경량화는 물론 동작속도가 빠르게 개발된 전기기계형 릴레이를 사용하여 R, C필터회로를 개선적용하여 수은형과 동일한 노 바운스 특성개발이 가능하였고 R, C 적용치는 R, C 단락시 접촉된 회로의 오동작 발생 예방에 중점을 두었다, 변환설비 정지와 관련한 수은릴레이를 무수은형카드릴레이로 대체시 수은릴레이 오부동작 단점이 개선되어 전력설비 운영 신뢰성 중대가 가능함을 파악 하였다. 또한 수은접점은 long bounce type 86릴레이(바운스타임:40~60ms)여자후 86 접점이 차단기 트립에 연결되므로 바운스가 변환설비의 정지보호와 무관하며 또한 LOGIC 회로 제어용 전원공급기 건전성 및 밸브방각수 누수등의 정지요인을 감시하는 회로는 신뢰성 확보를 위해 약 3초의 시간지연 설계를 확인하였다.



〈그림 4〉 수은접점이용 보호회로 구성도

2.4 무수은형 카드릴레이 개발

2.4.1 무수은형 릴레이 적용 및 필터개발

수은형 대체용 고속도 릴레이 사양 검토 결과 NO Bounce 특성이 가능한 시정수형의 R, C 필터회로 개발에 있어 중요사항은 R혹은 C 단락 고장 발생시 타 릴레이 오동작 예방을 위한 전류제한이다..

〈표 1〉 고속도 릴레이 사양 비교표

구 분		
1. 스위칭 전압, 전류	250V- 2A	500V- 2A
2. 접점 용량, 저항	60W, 100mΩ	50W,40mΩ
3. 접점재질, 동작수명	순도급, 10 ⁶ 회	수은, 10 ⁸ 회
4. 접점 전류	110Vdc/0.6A	110Vdc/1A
5. 동작시간(Min/Max)	3/10 msec	2.7/3 msec
6. 복귀시간(Min/Max)	2/5 msec	2.5 msec
7. 사용온도	-40 ~ 70℃	-40 ~ 85℃
8. 진동저항	50 G	10 G
9. 모델명 및 제작사	DS Relays MATSUSHITA	Klippon Microsystem Ltd.

2.4.2 개발시험 항목 및 시험내용

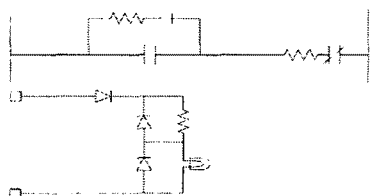
개발전,후, 시험내용 검토후 산업기술시험원 인증시험을 시행하였다. 카드후단과 연결 사용될 86릴레이를 실부하로 하여 로드테스트 등 5개항 신뢰성 평가결과 양호로 평가되었다.

〈표 2〉 무수은형 카드릴레이 개발시험 내용표

순번	시험항목	시험내용
1	바운스 측정	코일여자시 접점 바운스 변화확인 시험
2	동작전압 및 시간	전압 인가후 접점동작시간,전압측정,
3	로드테스트	접점최저에 86릴레이를 부하로 연결후 바운스, 동작전압, 시간,등의 영향 시험
4	EMI 시험	전자계 영향 이상여부 시험
5	종합평가	시험결과 종합 및 신뢰성 평가

〈표 3〉 무수은형 카드릴레이 개발시험 결과표

구분	무수은카드 적용시험내용	시험결과	비고
1	전원공급기 출력	22.8 VDC	
2	여자코일 전압강하	15.1 VDC	
3	카드 LED 전압강하	3.0 VDC	
4	필터회로 R 전압강하	0 VDC	
5	필터회로 C 전압강하	122 VDC	
6	R 단락시 C 전압강하	122 VDC	
7	R 단락시 86 전압강하	200 mVDC	
8	C 단락시 R 전압강하	101 VDC	
9	C 단락시 86 전압강하	21 VDC	



〈그림 5〉 수은접점 카드 회로도

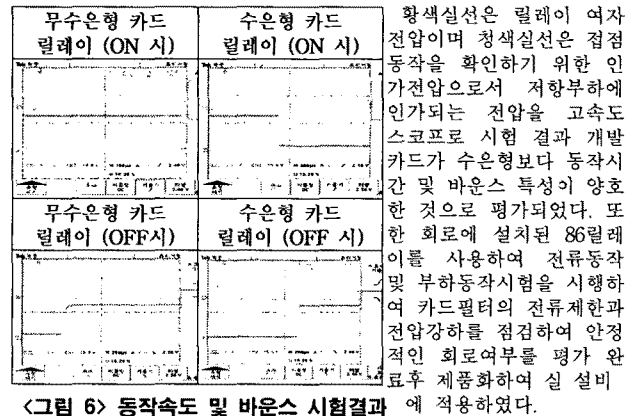
2.4.3 무수은형과 수은형 제원 비교

무수은형 개발과정을 통하여 수은형과의 비교특성, 경제적 효과 및 환경인증등에 대하여 비교분석한 표로서 국내개발을 통한 기술적, 경제적 효과가 기대는 물론 설비 신뢰성 향상에 기여 할 것으로 기대된다.

〈표 4〉 무수은형과 수은형 제원 비교표

구 분	무수은형 릴레이	수은접점형 릴레이
실물사진		
제 작 사	한전 자체개발	독일 Klippon Microsystem Ltd.
동작특성	3m sec, 24V DC 속응성, no bounce	3m sec, 24V DC 속응성, no bounce
환경인증	유	무
구매가	350만원	1400만원
시 험	산업기술시험원 인증	제작사 자체
유지보수	국내 수리 및 구매 가능	국의 반출 수리

2.4.4 동작속도 및 바운스 특성 비교시험 결과



〈그림 6〉 동작속도 및 바운스 시험결과

황색실선은 릴레이 여자 전압이며 청색실선은 접점 동작을 확인하기 위한 인가전압으로서 저항부하에 인가되는 전압을 고속도 스코프로 시험 결과 개발 카드가 수은형보다 동작시간 및 바운스 특성이 양호한 것으로 평가되었다. 또한 회로에 설치된 86릴레이를 사용하여 전류동작 및 부하동작시험을 시행하여 카드필터의 전류제한과 전압강하를 점검하여 안정적인 회로여부를 평가 완료 후 제품화하여 실 설비에 적용하였다.

3. 결 론

외국기술로 개발된 전력설비에 대한 운영과 유지보수 경험을 통하여 수은형 장점은 유지하고 단점은 획기적으로 개선된 새로운 형식의 무수은형카드릴레이 개발 적용함으로써 대체 가능성을 확인 하였다. 외국에서 도입된 설비는 설계 의도를 추정해야 하지만 전기공학적으로 접근하면 현재 우리의 기술로도 제어카드 개선과 개발이 가능하다는 결론이다. 무수은형 카드릴레이 개발과정을 통하여 필터회로 적용으로 바운스 저감이 가능하며 또한 무수은형 릴레이를 사용함으로써 공익기업 한전의 환경친화적인 전력설비 운영이 가능함도 확인하였다. 개발 카드를 설비에 적용함으로써 유사한 전력설비의 신뢰성 증대는 물론 기술자립달성, 정비편리, 유지보수비용 절감은 물론 해외시장 개척도 가능하여 기업과의 상생 발전 및 전력설비 신뢰성 확보도 실현하였다..

참 고 문 헌

- [1] 클리폰카드 검토보고서 2004. 4.
- [2] 300MW HVDC Link HAENAM/CHEJUMANUAL