

디지털계전기 신뢰성 향상을 위한 제어전원 시험기 개발 및 운영

이세일, 조춘익, 노진양, 장재원, 김정권, 김경인
한국전력공사

The Development of Power Supply Test Equipment for Improving the reliability of Digital Relays

S.I Lee, C.I Cho, J.Y Roh, J.W Chang, J.G Kim, K.I Kim
KEPCO

Abstract - 전력설비의 첨단화, 소형화, 지능화와 함께 신뢰성 있는 보호설비 운영을 위하여 한국전력공사는 기존 전기기계식 보호방식에서 정지형으로 현재는 디지털계전기 형식으로 설비 투자를 지속하고 있다. 디지털보호계전기는 물론 첨단 전력설비들은 독립적이고 신속한 제어를 위하여 자체전원공급방식으로 설비를 제어하고 있지만 고장파급에 의한 대형고장 발생 또한 현실적인 문제점으로 부각되고 있다. 본 논문은 보호설비의 60%에 육박하는 디지털보호계전기에 대한 신뢰성 있는 설비유지보수를 위하여 정기적인 시험을 시행하고 있으나 보조설비에 대한 시험설비 미개발로 시험이 불가능하였던 제어전원공급장치 시험기에 대한 개발과정, 시험기능 및 현장작용에 대한 내용에 대하여 고찰하였다.

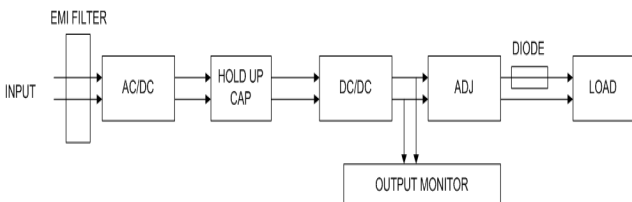
1. 서 론

보호계전기 성능개선 지속으로 아날로그형 계전기인 전기기계형(EM형) 점유율은 낮아지는 반면 첨단 공학적 디지털계전기는 점진적으로 상승하여 현재 154kv이상 보호설비의 58%를 점유하고 있다. 그러나 오동작 발생 시 대형고장을 유발하므로 첨단 전력설비의 신뢰성 확보 필요는 물론 고객의 전기품질 확보 요구 증가로 보호계전기 신뢰성 확보가 절실하게 되었다. 현재 디지털 보호계전기는 정기시험 6년 주기, 정기점검 3년 주기로 시행 하고 있으나 계전기 자체, 개별 및 연동시험만 시행하고 있어, 계전기 제어전원공급장치(Power Supply module)의 건전성 시험은 불가능 실정이다. 제어전원공급장치 고장시 보호계전기 기능정지에 따른 설비보호 기능 정지를 예방하기위한 제어전원 시험장치를 개발 운영함으로써 보호설비 신뢰도 향상은 물론 예측정비 가능시대 개척에 기여하였다.

2. 본 론

현재 디지털보호계전기 제어전원공급장치 고장발생시 제작사가 교체 정비를 시행하고 있으며 계전기 수명, 오동작과 관련된 제어전원공급장치 입출력의 Ripple 전압은 50mv 에서 최대 8v 까지 계속되고 있으며 또한 전력설비 개폐 썬지 등이 유입되고 있지만 유지보수를 위한 정확한 점검 및 관리는 사실 불가능 실정이다.

2.1 제어전원공급장치 구조 및 특징



〈그림 1〉 제어전원공급장치 구성 회로도

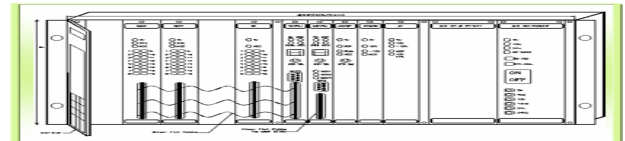
최첨단 전력설비에 사용되는 전용 제어전원공급장치는 논리동작, 중요도, 신뢰성 및 내부 회로구성에 따라 AC/DC 입력전압을 필요전압으로 자체 변환 사용하는 변환과정에서 2 ~ 5 % 범위의 리플을 포함한다. 구성품으로 전압 강하용 변압기와, 정류용 다이오드, SCR 회로, AC 리플(Ripple) 제거 필터 전해콘덴서를 사용, DC 로 변환 후 안정 회로구성을 위한 여러 종류 전해콘덴서가 포함되어 있다. 패키지형, 흑

은 카드형식이 주종인 제어전원공급장치 내부 소자 열화에 의한 성능 저하는 내부 발열 축적으로 진행되며, 리플제거용 전해콘덴서 절연열화 시 소손 및 저전압 발생으로 보호설비 오동작을 유발한다. 그러나 내부회로 절연, 전해콘덴서, SCR, Diode 등 소자 건전성 시험은 전원공급기 분해 및 별도 시험장치 필요로 소자단위 시험이 불가능한 현실이다.

2.2 디지털보호계전기 구성장치 및 기능

디지털 보호계전기는 아날로그 입력의 디지털 신호 변환부와 보호설비 간 전압 전류 신호를 상시 통신하는 통신부, 그리고 보호여부를 연산하는 연산논리장치 그리고 보호 출력을 발생하는 디지털 출력장치와 함께, 상기 장치의 제어동작을 위한 전용 제어전원공급장치로 필요전원을 공급하는 형태로 구성되어있다.

〈표 1〉 디지털계전기 구성장치 및 기능 표



구성설비	전원공급장치	입력장치		연산논리	디지털출력
		아날로그변환	통신비교		
명칭	보조DC 전원장치	CT&PT 변환	COMM 모듈	ADSP, SCPU, MCPU	DO&RY
주요기능	DC +5V +24V ±12V를 공급	CT&PT 전압, 전류를 디지털 데이터로 변환	PCM 통신 접속 기능	알고리즘 연산 제어, Display, 데이터 송수신	최종보호 디지털 출력신호 제공



〈그림 2〉 디지털계전기 사진

2.3 디지털보호계전기 제어전원공급장치 구성 및 적용설비

디지털보호계전기 전용 제어전원공급장치는 DC 125V / AC 120~220V를 입력전원으로, 변환 출력 전압 중 DC ±24V ~ DC ±48V 는 디지털 출력용, DC ±12V ~ ±15V는 아날로그 모듈용, DC +5V는 통신포트용으로 사용한다. 우리 한국전력공사에서 운영중인 제어전원공급장치 적용설비로는 디지털 보호계전기를 제외하고도 스카다 설비, 직류충전기, PLC, 변환설비인 HVDC, UPFC 제어설비 와 싸이리스터 게이팅 전원으로 사용되고 있다. 제어전원공급장치 고장시 저전압 혹은 기능상실 고장 경보가 발생하나 운전 중 양부 및 고장 진행 판정이 불가하여 고객선로 보호 계전기에 대한 정지사태 발생을 3회 경험하였다. 전원공급장치는 고장시 부품 교체 시점까지 보호기능이 정지된다.

2.4 제어전원공급장치 시험기 기본원리

제어전원공급장치 입력력에 포함된 리플측정, ON 및 OFF 시험을 통하여 전압 OVER, 정상전압 도달 시간, 전압 down 및 0V 도달 시간 파형 분석으로 내부부품, 특히 콘덴서 건전성 측정이 가능함을 시험기의 기본원리로 하였다.

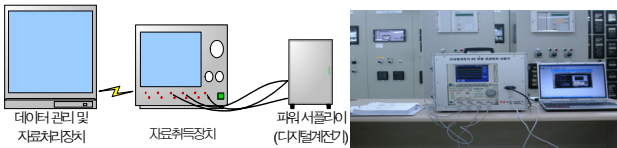
〈표 2〉 제어전원공급장치 시험원리 자료 표

입출력 전원 포함 리플	제어전원공급장치 전원 ON파형
제어전원공급장치 사진	제어전원공급장치 전원 OFF파형

2.5 제어전원공급장치 시험설비 기능

2.5.1 제어전원시험장치 시험기 구성

제어전원공급장치 입력력에 포함된 리플 및 노이즈 함유 정도를 아나로그치 및 %로 측정, 입력전원 ON, OFF로 전원 안정시간, 전원 영전압 도달 시간, 전원오버슈트 시간 측정 및 시험자료 자동저장, 양부판정, 시험자료 비교분석 기능을 통하여 부품별 고장, 수명 진단으로 고장에측 및 예측정비 지능형 설비를 개발하였다. 디지털계전기용 물론 다양한 전원공급장치 및 입출력 전압 시험이 가능한 설비를 아래와 같이 자료취득/처리장치로 구성하였다.



〈그림 3〉 제어전원공급장치 시험설비 구성

2.5.2 개발시험기 세부 시험 기능

입출력 전압 리플(rms 값) 측정, 파형측정 자료 Capture 및 자료저장, 확대, 축소 기능설비를 개발하여 취득한 시험 결과로, 평균치를 산출하여 양부 판정에 이용한다. AC/DC, 0mv~380V 입출력 범위까지 시험 가능하며 사용이 편리한 휴대형이다. 또한 시험설비 특성으로 반복, 연속시험결과를 컴퓨터에 자동 저장하여 Data 관리 및 Trend 분석 기능이 있다.

2.5.2.1 출력전원 리플 퍼센트 시험

전원공급기 출력 중 리플을 아나로그 및 %로 자동 측정하여 데이터 베이스에 저장하는 기능이다.

2.5.2.2 자동시험기능

소프트웨어로 시험, 동작, 지장이 자동 수행되며 사용자 입력을 최소화하기 위한 계전기 사양 및 변전소명이 입력되어 있어 사용자에게 편리하다.

2.5.2.3 입출력전원 안정 특성시험

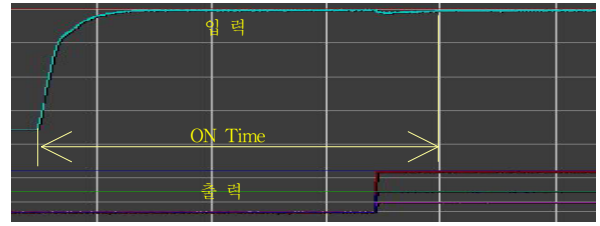
전원공급기 입력전압 ON시, 입출력 전압 안정시간을 시험, 저장 하여 전해콘덴서, SCR, Diode 등의 소자열화를 평가하며 입 출력 (4ch)을 동시 취득, 저장하여 피크 커브로 부품 건전성을 판단한다.

2.5.2.4 시험자료 데이터 관리 및 이력관리 기능

전원공급기 품명, 용도, 모델, 일련번호, 시험데이터 등의 일괄적 관리는 물론 경년시험자료 추이분석으로 효율적 관리 기능과 과거 시험 이력, 시간변화를 그래프로 출력하여, 전원공급기의 고장에측으로 수명 진단 및 예측정비를 가능하게 한다.

2.5.2.5 시험자료 보고서 출력 기능

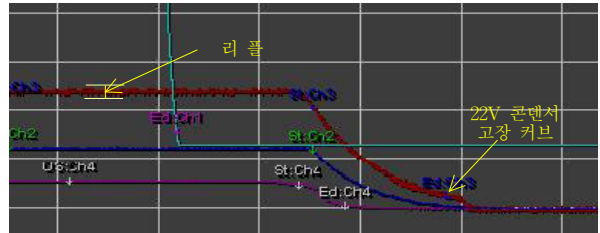
출력전원 리플 퍼센트, 출력전원 저하특성시험 결과를 시험기 보고서 기능을 이용 관리 용이한 자료로 재구성 출력되며, 시험결과는 건전성 판단 기준에 의거 양부판정 및 그래프로 출력한다.



〈그림 4〉 제어전원시험기활용 ON 시험자료 화면

2.5.2.6 입출력전원 저하특성시험

전원공급기 입력전압 OFF시 입출력이 0V까지 저하 시간변화를 시험 저장하여 내부절연, 전해콘덴서, SCR, Diode등의 수명 및 건전성을 시험 및 전원공급기 입력전원 차단 후 출력전원 저하특성곡선 분석으로 전원공급기의 중요 소자 열화여부를 판단한다. 디지털계전기용 입력, 출력(4ch)을 동시 취득하며 리플, 전원공급장치 OFF시 영전압 도달시간, 과도현상 시간 및 자료를 자동 저장한다.



〈그림 5〉 제어전원시험기활용 OFF 시험자료 화면

2.5.2.7 시험자료 데이터 취득 트리거 설정기능

디지털계전기용 입 출력(4ch) 리플, ON, OFF, 자료취득 및 양부판정 기준 트리거 설정으로 자료가 자동취득 저장된다.



〈그림 6〉 제어전원시험기 자료취득 트리거 설정화면

3. 결 론

2000년 이후 6년간 전력설비 제작결함 분석결과 보호계전기가 25%를 차지하며 결함원인 또한 내부소자 결함이 25%를 점유하는 현실에서 시험 중요성은 날로 증대하고 있다. 따라서 효율적인 유지보수를 위한 제어전원건전성시험기를 개발 활용함으로써 디지털 보호계전기/ 변전소용 충전기 및 스카다설비 등의 신뢰성 있는 유지보수가 가능하게 되었다. 향후 디지털 계전기용 제어전원공급장치는 3년 1회 기타설비는 필요 주기로 시험에 활용하면 효과적인 유지보수가 기대된다. 첨단설비의 효율적인 운영을 위한 시험설비를 개발 설비에 적용함으로써 유사한 전력설비의 신뢰성 증대는 물론 기술자립달성, 정비편리, 유지보수비용 절감은 물론 해외시장 개척도 가능하여 기업과의 상생발전 및 전력설비 신뢰성 확보도 실현하였다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 한국전력공사, "디지털보호계전기," 57쪽, 2000.11월
- [2] 켈파워, 계전기 설명서, 27쪽, 2005년
- [3] 한국전력공사, 제작결함분석 공문, 07.05.07