

무인사업장의 원격제어 전원관리시스템 고찰

김광수*, 이경배*, 최장건*, 이경우*, 변두균**
한국수자원공사*, 중부대학교**

Study on the Remote Control Power Management System of an Unmanned Stations

Kwang-Soo Kim*, Gyeong-Bae Lee*, Jang-Geon Choi*, Kyung-Woo Lee*, Doo-Gyoon Byun**
Korea Water Resources Corporation*, Joongbu University**

Abstract - 최근 ICT 기술의 발전으로 원거리에 위치한 광역 상수도의 취수장, 가압장, 감압변실 및 배수지 등의 시설물은 중앙제어실에서 효율적인 설비운영을 위해 원격통합관리로 감시제어를 수행하여 생산성을 제고하고 있다. 단위사업장에 낙뢰 유입으로 인한 순간정전이나 오동작 등의 영향에 의한 누전차단기 트립 증상이나 제어계측설비의 시스템 다운현상이 발생할 경우에 전원설비나 계측제어설비를 복구하기 위해서는 운영자가 사업장 현장에 출동하여 설비를 복구해야만 한다. 출동에 따른 많은 시간과 비용이 발생할 뿐만 아니라 응급조치가 미흡할 경우에는 수도물 공급 중단 등의 위험성이 발생할 소지가 있다.

본 논문에서는 단위사업장의 서지유입이나 설비 오동작 등의 원인으로 무인사업장 설비에 System down 현상이 발생하면 단위사업장에 출동하지 않고 원격의 중앙제어실에서 원격 명령 또는 자동 프로그램에 의한 전원 Reset 동작으로 현장 제어설비가 원활하게 동작함으로써 무인사업장의 효율적인 운영관리가 가능한 원격제어 전원관리시스템 구축사례를 제시하고자 한다.

1. 서 론

최근 기후변화에 따른 지구온난화 등의 원인으로 낙뢰의 횟수가 증가하고 있으며 뇌격의 크기도 커지고 있다. 특히 높은 구조물 등에 주로 발생하는 과거와 달리 현재에는 낮은 구조물, 건축물의 측면 등 다양한 개소에 뇌격이 발생하여 기존의 피뢰시스템을 무색하게 하고 있다. 반도체와 IC를 포함한 전자회로는 서지 전압 및 전류에 대해 매우 취약하다. 따라서 전자회로와 교류전원에 서지보호장치가 널리 사용되고 있으나, 누전 차단기의 오동작에 의한 교류전원의 차단은 전자·정보화 시스템의 운전효율, 신뢰성의 저하 및 경제적인 손실 등의 단점을 초래한다.

한국수자원공사 동화댐계통광역상수도(5개 시·군(남원시,장수군,임실군,순창군,곡성군)의 깨끗하고 건강한 수도물을 공급하는 광역시설로 정수장 이외에 수도관로 연장 168km, 가압장 9개소, 감압변 5개소, 수요자 분기점 35개소 등을 정수장 중앙제어실에서 통합운영관리하고 있다. 원격통합운영 대상은 가압장, 감압변, 관로상의 밸브실, 배수지, 유량계 및 수질계측기를 운용하기 위한 분기설비와 전기방식 등의 시설물이다. 이러한 설비에 서지 및 설비 오동작 등의 영향으로 제어계측설비의 시스템 다운 현상이나 누전차단기 트립 증상이 발생할 경우 제어시스템을 복구하기 위해서는 운영자가 무인사업장까지 출동해야만 조치가 가능하다. 출동에 따른 많은 시간과 비용이 발생할 뿐만 아니라 응급조치가 미흡할 경우에는 수도물 공급 중단 등의 위험성이 큰 실정이다.

본 논문에서는 원격제어 전원관리시스템을 적용함으로써 단위사업장의 제어계측설비에 System Down 현상이 발생할 경우 원격 명령 또는 자동 프로그램에 의한 전원 재투입을 통하여 제어계측설비를 원활하게 동작할 수 있는 기능을 구현하였다. 그 외에도 일체화된 서지보호기를 부착하고 누전차단기 자동복귀장치의 방전현상을 개선하였으며 진단모듈을 채택하여 과전류, 누전, 서지의 발생횟수 및 발생일시를 저장, 표시할 수 있도록 구성하였다. 이러한 원격의 무인사업장을 효율적으로 운영유지관리하기 위한 원격제어 전원관리시스템을 도입하여 적용한 사례에 대해 기술하고자 한다.

2. 본 론

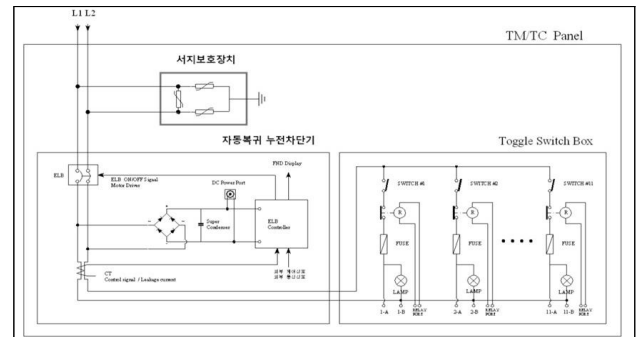
2.1 원격제어 전원관리시스템의 구성

원격 제어형 스마트 전원스위치 모듈은 <그림 1>과 같이 서지보호시스템, 자동복귀 누전차단기, 제어형 전원스위치, 디스플레이 모듈로 구성되어 있다.



<그림 1> 원격제어 전원관리시스템 외형도

원격제어 전원관리시스템 회로도는 <그림 2>와 같이 외부전원(L1, L2)에 병렬로 서지보호기와 연결하여 서지유입을 제한하였으며 누전차단기(ELB) 통과 전원은 DC로 변환하여 토글스위치 박스로 공급하게 된다. 토글스위치박스는 내부의 ON/OFF 스위치가 내장되어 있으며 릴레이 'B'접점 상태로 상시 연결상태로 유지되면서 코일에 전류 여차시 접점이 open되어 부하측 전원을 차단하여 전원을 Reset 시키는 기능이다. 또한, 분기점 UPS 전원 또는 한전 1차측 전원은 Adaptor를 통해 DC로 변환하여 안정적인 전원을 공급하였다.



<그림 2> 원격제어 전원관리시스템 회로도

2.1.1 서지보호 모듈

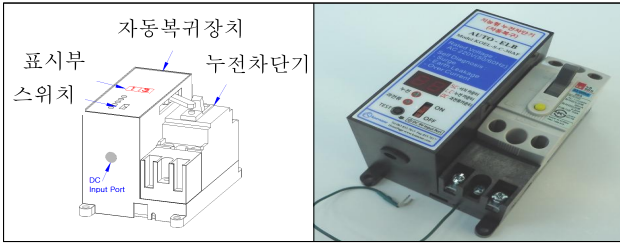
서지보호 모듈은 전원계통과 접지계통으로 유입되는 서지를 효과적으로 차단하여 하부 제어계측설비에 안정적인 전원공급이 가능한 서지보호시스템이 포함되어 있다. 서지보호시스템은 <그림 3>과 같이 L1-L2, L1-E, L2-E의 3Mode를 보호할 수 있도록 설계되어 있고 보호내량은 Mode당 40kA이며 20kV/10kA의 시험에 견디고 이때 제한전압은 2.5kV 이하이다.



<그림 3> 서지보호기

2.1.2 자동복귀형 누전차단기 모듈

충격파에 의한 오동작 또는 일시적인 누전에 의해 차단기가 트립될 경우 부하상태를 자체 진단하여 고장원인이 해제되면 차단기를 재투입하여 전원을 복구하기 위하여 <그림 4>와 같이 자동복귀형 누전차단기가 포함되도록 구성하였다.



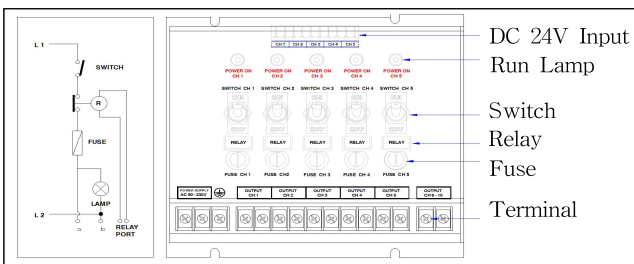
<그림 4> 자동복귀형 누전차단기

자동복귀형 차단기의 전원은 상시에는 차단기 1차측 전원을 이용하여 동작하고 차단기가 차단된 후에는 내부 콘덴서 전원을 사용하여 동작하게 된다. 기존의 누전차단기 자동복귀장치는 장시간 고장이 지속될 경우 자체 콘덴서 충전전류가 소진(대기시간 약 10분)되면 기능을 수행할 수 없다.

개선된 장치는 이러한 현상을 개선하기 위하여 외부 DC 전원을 인가하여 연속적으로 동작할 수 있도록 구성하여 차단기의 자동복귀 능력을 향상하였다. 자동복귀형 차단기의 전원은 상시에는 차단기 1차측 전원을 이용하여 동작하고 차단기가 차단된 후에는 내부 콘덴서 전원과 외부 DC 전원을 사용하여 중단 없는 기능이 구현된다.

2.1.3 원격제어 전원스위치

원격제어 전원관리시스템은 <그림 5>와 같이 제어계측설비의 오동작 또는 통신시스템 오류가 발생하여 다운 현상이 발생할 경우에 자동 또는 원격지에서 수동으로 전원 재투입이 가능하여 제어시스템 전원을 Reset함으로써 정상 동작이 가능하게 하는 제어형 전원스위치가 포함되어 있다. 현재 제어계측설비에 사용되는 전원스위치는 외부 DC 전원을 공급받아 분배하는 각각의 퓨즈와 스위치를 거쳐 여러 개의 전원으로 분배하는 기능만으로 구성되어 있어 개별전원을 제어하기에는 부적합하다. 따라서 이를 극복하기 위하여 개별전원 스위치와 직렬로 외부제어가 가능한 Relay를 삽입하여 기존 스위치에 의한 조작 및 외부 제어전원에 의한 조작이 가능하다.

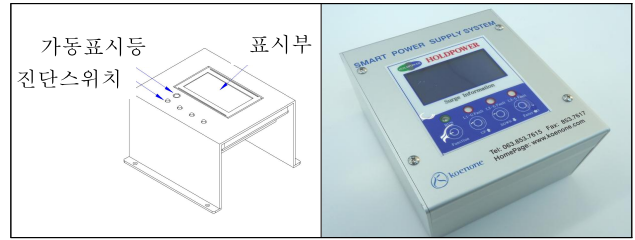


<그림 5> 원격제어 전원관리시스템 구성도

모뎀 등 통신장치에 오류가 발생할 경우에는 일정한 시간동안 지속 여부를 판단한 후 모뎀 전원을 자동 Reset 한다. 유량계, 수위계, 압력계 등 계측장치의 오동작시에는 원격의 중앙제어실에서 개별적으로 전원을 Reset하여 설비기능이 정상화할 수 있도록 구성하였다.

2.1.4 진단 및 표시 모듈

진단 및 표시모듈 외형도는 <그림 6>과 같이 서지가 유입되거나 누전 또는 과전류가 발생할 경우에는 자체진단을 통하여 발생시간 및 횟수를 기록하고 LED 화면을 통하여 표시가 가능하다. 이러한 이력을 저장할 수 있는 용량은 각각의 항목별 50개 이고 필요시 리셋이 가능하게 구성하였다.



<그림 6> 진단 및 모듈 외형도

2.2 현장 적용 및 시험평가

시스템 오류가 빈번히 발생하는 동화댐광역상수도 산서배수지(전북 장수군 산서면)와 대산배수지(전북 남원시 대산면)에 원격제어 전원관리시스템을 시범 적용하였다. 2014년 5월부터 2014년 10월까지 약 5개월간의 시험 평가과정을 거쳤으며 적용 장소당 5회씩 총 10회의 평가를 실시하였고 모두 정상적으로 동작함을 확인하였다.

시험평가 방법은 <표 1>과 같이 원격제어 전원관리시스템을 적용하여 통신계통 데이터 홀딩 발생시 이를 자체 감지하여 통신장비(모뎀)를 자동 Reset 한다. 그리고 원격 중앙제어실에서 유량계, 수위계 등 각종 계측장비의 부하설비 전원스위치를 수동 명령으로 Reset 동작을 시험하였다.

<표 1> 현장적용 시험 평가표

시험항목	전원스위치를 원격 명령 또는 자동 프로그램에 의한 Reset 동작				
시험방법	① 원격명령 후 1분내 스위치 Reset 동작 현장 확인 ② 통신 중단시 2분내 자동 Reset 동작 현장 확인				
판단기준	매회 10번씩 5회 시행(10번/회 X 5회 = 50회) 95%이상 동작 달성				
시험결과	1차	2차	3차	4차	5차
	적합	적합	적합	적합	적합

일체화된 서지보호기 모듈의 설치로 서지 유입을 효과적으로 차단하여 설치 후 낙뢰 및 서지에 의한 피해가 현재까지 발생하지 않았고 자동복귀 모듈에 DC Adaptor를 통한 외부 UPS 전원을 안정적으로 공급받음으로써 모듈의 방진현상이 발생하지 않았다. 또한, 비휘발성 메모리가 탑재된 자체진단 기능을 사용하여 서지 유입, 누전 및 과전류 발생시 사후 조치가 가능하여 설비 점검이 효과적으로 개선되었음을 확인하였다.

3. 결 론

물은 모든 생명체의 생존을 위해 꼭 필요한 요소로 삶의 질과 건강을 중요시하는 현대사회에서 마시고 쓰는 수도물은 용수공급 중단이 없는 안정성 확보가 필요한 시기이다. 광역상수도의 원격 무인사업장은 용수 공급관로를 따라 방대한 지역에 분포되어 있어 낙뢰유입이나 오동작에 의한 시스템 다운 현상이 발생시에는 단위사업장의 현장에 출동하여 조치해야만 하는 문제점이 있었다.

본 논문에서는 원격제어 전원관리시스템을 도입하여 무인사업장의 현장에 출동하지 않고 중앙제어실에서 무인사업장의 제어계측설비 전원을 효율적으로 운용한 사례를 제시하였다. 원격의 중앙제어실에서 단위사업장 제어계측설비의 시스템 다운 증상을 자동 프로그램 또는 원격 명령에 의하여 전원을 재투입함으로써 시스템을 복구시키고 누전 또는 충격파에 의한 누전차단기 동작을 자동으로 방전증상 없이 복구시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 서지, 누전, 과전류의 발생횟수 및 발생일시를 저장하여 고장원인 분석 및 향후 대책마련에 효과적으로 이용할 수 있음을 확인함으로써 원격의 무인사업장 운영관리능력 향상 효과를 얻을 수 있었다.

[참고 문헌]

[1] 이승철, 장석훈, 이복희, "서지진압에 대한 50[A]용 누전차단기의 부동작 특성", 조명.전기설비, Vol.11 No.5,44~52, 1997.