



765kV 변전소 감시제어시스템

구본우 / 한국전력공사 전력계통건설처 변전부장
최준식 / 한국전력공사 전력계통건설처 변전과장

1. 머리말

변전소에는 전력을 변환하는 변압기, 공급 구간을 분리 및 연결하는 단로기, 차단기, 모선, 조상설비, 소내 전원설비, 이들 기기를 운용하기 위한 교류 및 직류 전원설비, 압축공기장치, 유압장치, SF6 가스 공급설비 등이 설치되어 있다.

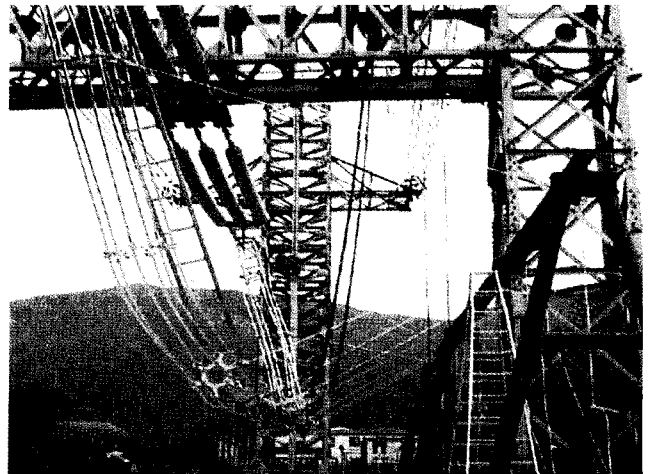
이러한 변전소 설비를 효율적으로 운용하기 위해서 설비 상태를 감시(Monitoring), 제어(Control), 계측(Measuring)하는 설비가 필수적이며, 이런 운용시스템을 감시제어시스템이라 한다.

변전소 감시제어시스템은 변전소 전압 등급에 따라 달리 적용하고 있으며, 765kV 변전소는 전력계통 구성의 핵심이 되므로 감시제어시스템 또한 345kV 이하 변전소의 감시제어시스템보다 안정성과 신뢰도가 더 요구되는 설비가 필요하다.

2. 154kV/345kV 변전소 감시제어시스템

가. 154kV 변전소 감시제어시스템

154kV 변전소에 설치된 감시반은 워크스테이션(Workstation) 장비에 Unix OS를 탑재하여 현장기기 상태를 감시, 제어, 계측하는 터미널 역할을 하는 RTU(Remote Terminal Unit)와의 비동기 통신기능, 데이터베이스 및



GUI(Graphical User Interface : 사용자가 그래픽을 통해 컴퓨터와 정보를 교환하는 작업 환경)를 제어실(감시실)에 있는 한 컴퓨터 안에서 모두 구현하도록 구성되어 있다.

운전원이 필요로 하는 기기의 운전 정보를 제공받고, 변전기기를 변전소나 급전소에서 원방제어가 가능하도록 구비되어 있는 154kV 감시제어시스템은 상시 운전이 가능하도록 UPS(Uninterrupted Power Supply : 무정전 전원장치) 설비를 갖추고 있으며, 시스템 등의 고장으로 주 컴퓨터에서 제어가 불가능할 경우 후비제어를 위해 축소형 모자이크반(Map Board)에서 차단기 제어가 가능하도록 구성하였다. 시스템 구성도는 <그림 1>과 같다.

나. 345kV 변전소 감시제어시스템

345kV 변전소 감시제어시스템은 기본적으로 154kV 변전소 감시제어시스템과 유사한 기능과 설비를 구비하고 있으며, RTU 기능을 가진 LCU와 CCP가 설치되어 차단기나 단로기의 On/Off 상태 등 현장기기의 상태 정보와 전압, 전류, 전력 등 계측 정보를 취득, 주 컴퓨터로 전송하여 감시, 계측을 수행하고 LAN으로 연결된 주 컴퓨터에서 지령한 제어 명령을 수행한다.

또한 시스템 고장시를 대비하여 Map board에서 차단기를 직접 제어하고 감시할 수 있도록 구성되어 있다. 345kV 변전소 감시제어시스템은 154kV 변전소 감시제어시스템과 마찬가지로 중앙동에 모든 장치가 설치되어 있어 집중감시제어반이라 칭한다. 그 구성도는 <그림 2>와 같다.

3. 765kV 변전소 감시제어시스템

가. 주요 특징

(1) 감시제어시스템의 2계열화

765kV 변전소 감시제어시스템은 높은 안정성과 신뢰성이 요구

된다. 따라서 주요 장치인 주 처리장치(MPU : Main Process Unit), 통신제어장치(CCU : Communication Control Unit), 운영자 콘솔(OPC : Operator Console), 데이터 입력장치(DIU : Data Input Unit), 전원장치(UPS : Uninterrupted Power Supply)와 각 장치간 신호 전송로를 2계열화 하였다.

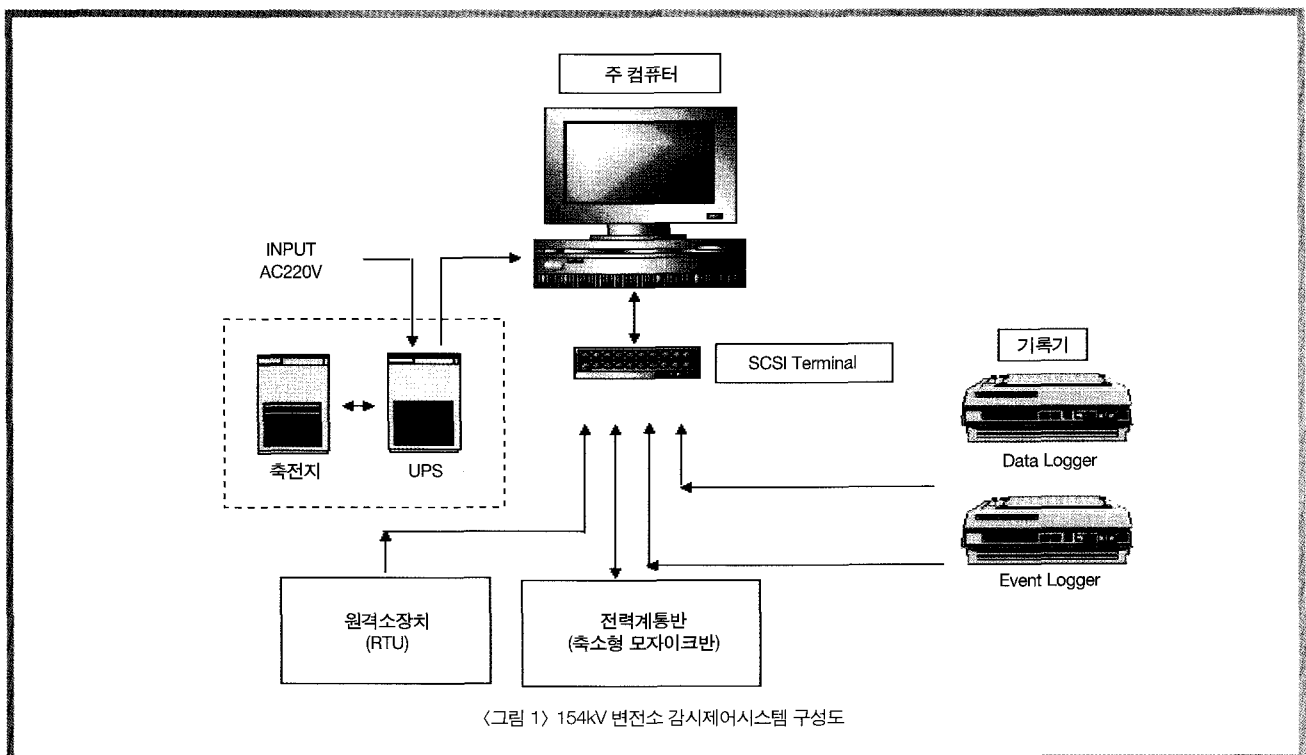
(2) 분산형 감시제어시스템 적용

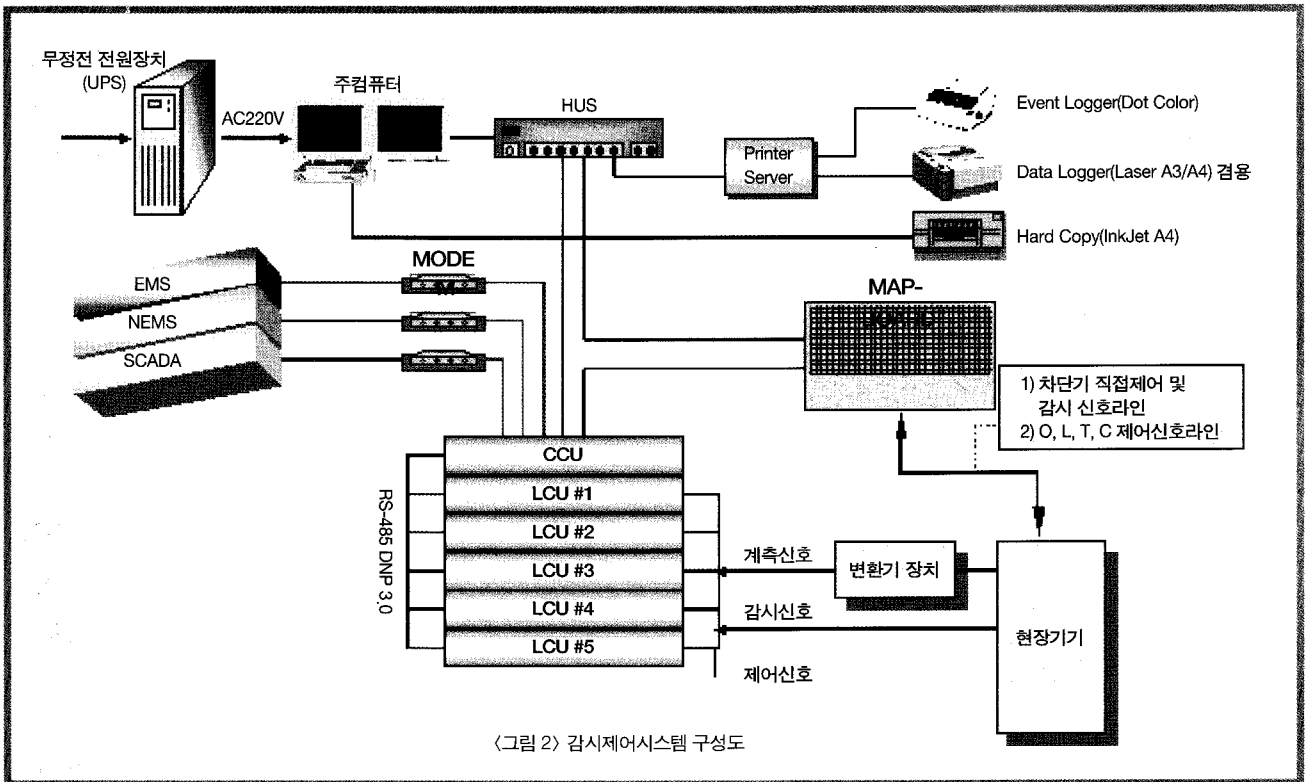
765kV 변전소는 감시제어장치와 현장기기 사이에 연결된 제어 케이블이 방대하므로 중앙제어동에 감시제어장치를 모두 설치할 경우, 중앙동에서 제어케이블 처리가 곤란하다.

따라서 장치를 분산하여 현장제어동에 LCU와 동기 투입반을 설치하였고, 중앙제어동과 현장제어동 간에는 광케이블을 사용하여 제어명령과 감시, 계측 신호를 전송하도록 하였다. 이를 분산형 감시제어반이라 한다.

(3) 광케이블 적용

중앙제어동과 현장제어동에 설치된 감시제어장치 사이를 제어 케이블로 연결할 때 문제가 되는 중앙제어동의 케이블 집중 현상을 방지할 뿐만 아니라, 변전소 내부에서 발생하는 유도나 개





폐 Surge에 의한 Noise가 주 처리장치와 컴퓨터에 유입되어 운전에 지장이 초래되는 문제를 차단하기 위해 10base-F 이더넷(Ethernet) 광LAN(광케이블)을 적용하였으며, 광코어(Core) 수를 적절하게 선정하여 감시제어반, 예방진단시스템, 보호계전기 원격감시시스템이 모두 수용되도록 하였다.

(4) GPS 표준시각 동기화

154kV 및 345kV 변전소용 RTU(Remote Terminal Unit)가 SOE(Sequence of Event) 기능을 위해 EMS 또는 SCADA 주 장치로부터 표준시각을 주기적으로 받고 있으나, 765kV 변전소는 중앙제어동에 GPS(Global Position System) 표준시각 수신장치를 구비하여 현장동 제어장치와 제어 및 감시용 컴퓨터 등에 표준시각을 동기화시킬 수 있도록 하였다.

(5) 교육용 모의제어반 적용

전력계통의 대응량화, 복잡화에 따라 설비 고장이나 사고시 운전원의 대처 능력 향상을 목적으로 765kV 변전소 감시제어반에 부속 설비를 구비하여 모의 시나리오에 의한 교육 및 훈련기

능을 가진 교육용 모의제어반을 적용하였다.

적용된 모의제어반은 순수 소프트웨어로 구성되어 교육 담당자가 모의 고장 시나리오 및 각종 원하는 훈련 및 교육 자료를 편집할 수 있도록 하여 다양한 형태의 훈련과 교육이 가능토록 하였다.

나. 765kV 변전소 감시제어시스템 구성

(1) 주요 구성장치

● 운영자 콘솔(OPC : Operator Console)

중앙제어동의 운전자가 운전 화면(컴퓨터 화면)을 통하여 시스템 및 현장설비 상태를 감시하고, 제어명령을 MPU에 전달하는 장치

● 주처리 장치(MPU)

고기능, 고성능을 구비한 컴퓨터로서 통신제어장치(CCU)로부터 보내온 현장기기의 상태를 처리하여 운전원에게 정보를 제공하고, 운전자의 조작 명령을 통신제어장치로 전송하는 역할을 하는 장치

● 통신제어장치(CCU)

CCU는 765kV 감시제어반에서 MPU와 현장의 Local House에 있는 다수의 LCU 사이를 연결하는 장비로, LCU들에 장착된 DI(Digital Input), AI(Analog Input) 모듈들로부터 현장의 상태를 읽어 MPU에 전달하는 기능을 담당한다. 또한 MPU로부터의 제어명령을 LCU에 전달하는 역할을 한다.

● 데이터 입력 장치(DIU)

DIU(Data Input Unit)로 단선계통도 파일(File), 데이터베이스 관련 자료를 입력하고 이들 자료를 편집 및 수정을 하기 위하여 설치된 장치이다. OPC와 DIU 모두 MMI(Man-Machine Interface) 기능을 하는 장치이다.

● 현장제어장치(LCU)

LCU는 765kV 감시제어반에서 CCU와 현장기기 사이를 연결하는 장치로서, 현장동(Local House)에 설치되어 있으며 분산형 RTU의 기능을 가지고 있다. 각 LCU에는 DI(Digital

Input), AI(Analog Input), DO(Digital Output) 모듈들이 설치되어 있어 중앙동에서 지령한 명령을 받아 현장기기를 제어하며, 현장기기에서 계측되고, 기기상태를 감시한 자료를 중앙동에 전달하는 역할을 수행한다.

(2) 765kV 변전소 감시제어시스템 구성도

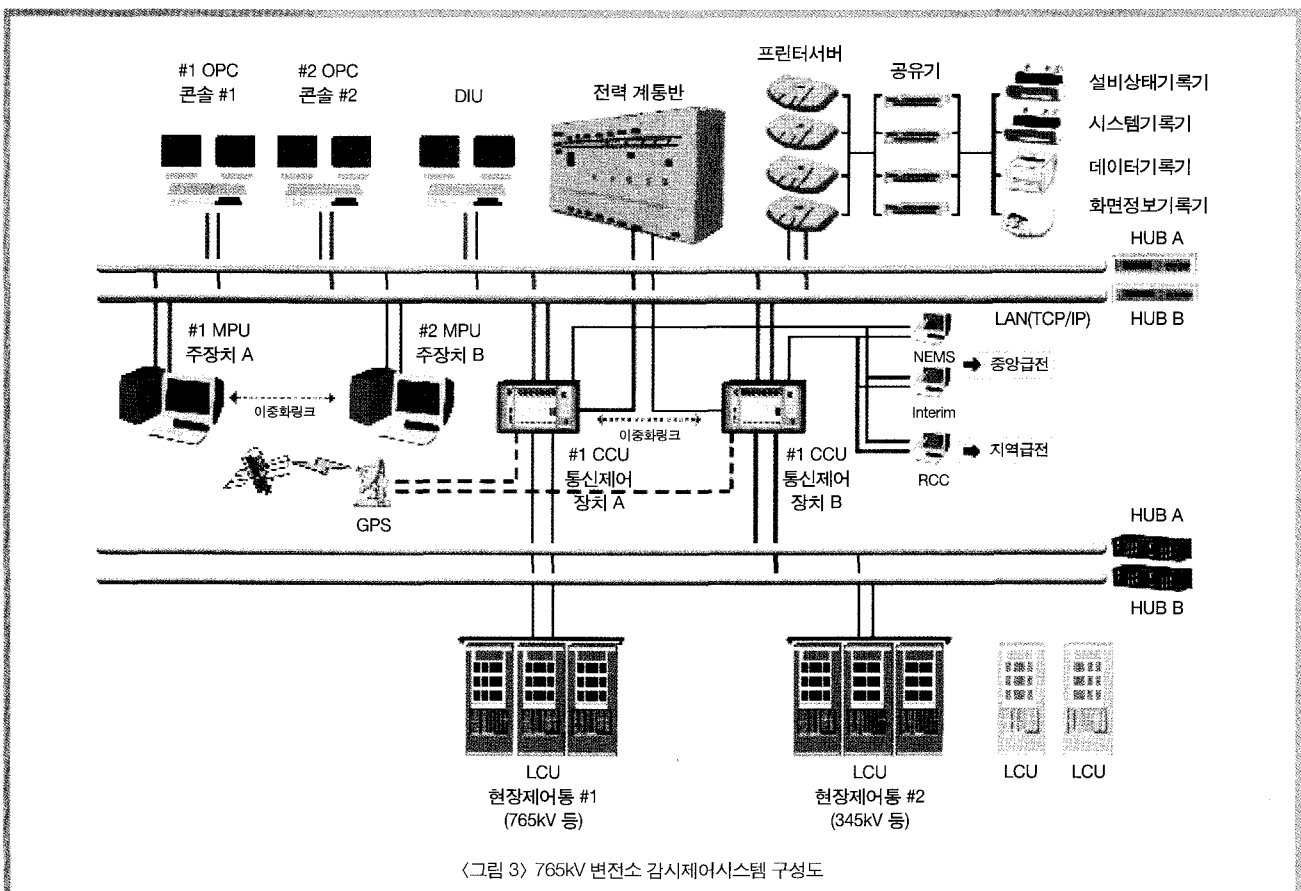
765kV 변전소 감시제어시스템 구성은 <그림 3>과 같다.

다. 시스템 주요 기능

(1) 원방 감시 기능

현장설비의 상태를 감시하는 기능으로 설비에 대한 On/Off 접점 데이터를 수집하여 OPC를 통해 운전원에게 상태 정보를 제공한다.

- 차단기, 단로기, 접지개폐기 개폐 상태
- 계전기 동작 상태
- COS(Change of status) / SOE(Sequence of event) 정보



<그림 3> 765kV 변전소 감시제어시스템 구성도

(2) 원방 측정 기능

주 변압기 온도나 OLTC 탭(Tap) 위치, 전압, 전류, 전력 등 아날로그(Analog) 상태를 측정하는 기능을 수행한다.

(3) 감시제어시스템 자기진단 기능 및 상태 표시 기능

본 시스템의 CCU로부터 LCU에 장착되어 있는 각 장치들의 운전 상태를 수신하여 OPC의 시스템 구성도에 표시하며, 각 장치의 이상 발생시 자기진단 기능을 수행하여 운전자에게 정보를 제공한다.

- 각 모듈들의 Online, Offline 상태
- CCU, MPU, OPC, 전력계통반 통신 상태
- CCU Lan Card 상태
- CCU와의 접속 Channel
- Disk Array 사용 용량 표시
- 프린터 서버 Network 상태
- 기타 EMS 등 외부 Host들과의 통신 상태

(4) 제어기능

제어기능은 감시제어시스템의 주요 기능으로 운전원이 현장설비에 대한 제어를 수행할 수 있는 기능을 말한다. OPC에서 제어명령시 전달 순서(Sequence)는 <그림 4>와 같다.

본 시스템은 제어시 기기 Group 지정 기능이 있어 Group으로 지정된 기기들은 해제시까지 조작 금지 되도록 하여 휴전 작업시 작업자 안전을 도모하도록 하였고, 또한 특정기기에 대한 제어금지를 위해 태그(Tag) 기능도 추가하였다.

제어 종류에는 기기(차단기, 단로기, 접지개폐기 등)의 Close(On) / Open(Off)상태 제어, 주변압기 TAP Raise / Lower 제어, 동기투입 제어가 있다.

(5) 불임(Tag) 기능

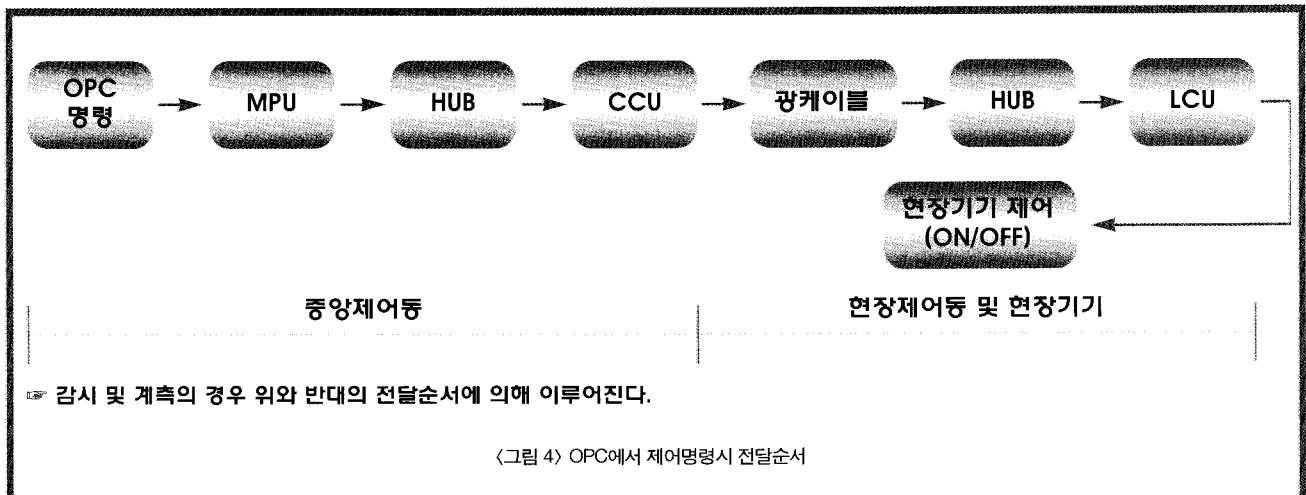
본 시스템의 MMI(Man-Machine Interface : 본 시스템의 OPC)에서는 각종 포인트들의 종류에 맞는 적절한 불임 기능을 제공하여 운영자가 감시 및 제어를 할 때, 편리함을 도모하도록 하였다. Tag는 다음과 같은 종류가 있다.

- Scan On / Off (운영자 데이터 지정)
- 경보발생 On / Off
- 제어기능 On / Off
- 경보음향 발생 On / Off
- 설비상태 기록기 출력 On / Off
- 경보의 데이터베이스 저장 On / Off
- SOE Enable / Disable
- 비정상 경보 Enable / Disable

(6) 보고서 작성기능

운영자가 엑셀(Excel)을 이용하여 보고서 출력 형식을 만들면 시스템은 운영자가 지정한 보고서 형식에 데이터베이스에 저장된 값을 채우는 방법으로 출력 보고서가 만들어지며, 각종 보고서를 일정한 주기별로 출력하거나 운영자의 요청에 의하여 출력할 수 있다. 보고서에는 일별, 월별, 분기별, 연별 보고서가 있다.

(7) 경보발생 보고기능



본 시스템은 통신 이상시, 또는 원방감시 및 계측 대상기기 중 비정상 상태가 발생한 기기가 있을 때, 경보를 발생하는 기능을 가지고 있다.

- Analog 데이터(전압, 전류 등)가 지정한 상하한 값 초과 미달시
- Status 데이터(차단기, 단로기 등)의 점점 상태 변화시
- 정보의 송수신 이상시

(8) 경향(Trend) 분석기능

일정기간 동안의 전력 증감을 분석하거나 전류의 증감, 전압유지 상태를 분석하기 위해서는 자료가 지속적으로 저장되어야 한다. 본 시스템에서는 전압, 전류, 유효 전력, 무효 전력의 최대, 최소, 평균, 실효치에 대한 경향(Trend)을 연, 월, 일, 시간 별로 분석할 수 있도록 하였다.

(9) 접근 권한 부여 기능

시스템 보안과 자료를 보호할 목적으로, 이 시스템에서는 접근 권한을 설정하여 각 사용자로 하여금 자신에게 할당된 권한의 범위 내에서 시스템을 사용할 수 있도록 되어 있다. 시스템을 사용하는 운영자들은 부여된 권한 등급에 따라 제어, 편집 등 임무를 수행 할 수 있다.

4. 향후 발전 방향

현재 적용된 765kV 변전소 감시제어시스템은 중앙제어동에 중앙처리장치와 운영자 컴퓨터를 설치하고 원격소장치인 RTU(LCU)를 현장제어동에 배치하여 광케이블로 연결함으로써 중앙동에 집중된 제어케이블의 양을 대폭 줄이고 Surge에 의한 Noise 통로를 제거하여 경제성과 신뢰성을 높였다.

향후 통신장치 및 통신망설비, 신호전달체계, 광변환설비, 각 장치간 호환성, 기기 제작사 기술향상 등에서 신뢰성과 안정성이 검증되면, 각 전력설비에 원격소장치와 보호계전기 장치가 내장된 IED(Intelligent Electric Device)를 설치하여 중앙처리장치와 자료를 주고받고, 기기를 제어할 수 있는 종합 보호제어시스템 시대가 올 것이라고 생각된다.

종합 보호제어 시스템을 도입할 경우, I의 신뢰성과 내환경성뿐 아니라 예상되는 문제점을 면밀히 검토하여 충분한 대책을 수립하여야 할 것이다.

전기안전

감전사고시 응급조치 요령

● 전기의 위험성

일반적으로 감전재해는 다른 재해에 비하여 발생률이 낮으나 일단 재해가 발생하면 치명적인 경우가 많으며, 또한 다행히 생명을 건졌더라도 일생동안 불구가 되는 예가 적지 않습니다. 이것은 감전되었을 때의 호흡정지, 심장마비, 근육이 수축되는 등의 신체기능 장애와 감전사고에 의한 추락 등으로 인한 2차 재해 때문에 일어납니다.

● 인체의 전기적 특성

전격에 의한 인체의 반응 및 사망의 한계는 그 속성상 인체 실험이 어렵고, 또 어떠한 실험결과가 나와도 그것은 검증이 어렵다는 점과 인간의 다양성, 재해 당시의 상황 변수 등의 이유로 확립적으로 정하기는 어렵지만, 인체의 감전시 그 위험도는 ①통전전류의 크기 ②통전시간 ③통전경로 ④전원의 종류에 의해 거의 결정됩니다.

인체에 대한 전격의 영향은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 첫째는 전기신호가 신경과 근육을 자극해서 정상적인 기능을 저해하며, 호흡정지 또는 심실세동을 일으키는 현상이며, 둘째는 전기에너지가 생체조직의 파괴, 손상 등의 구조적 손상을 일으키는 것입니다.

● 통전전류에 의한 영향

▷ 최소 감지전류 : 교류(상용주파수 60[Hz])에서 이 값은 2[mA]이하로서, 이 정도의 전류로서는 위험이 없습니다.

▷ 고통 한계전류 : 전류의 흐름에 따른 고통을 참을 수 있는 한계 전류로서 교류(상용주파수 60[Hz])에서 성인 남자의 경우 대략 7~8[mA]입니다.

▷ 이탈 전류와 교착 전류(마비 한계전류) : 통전전류가 증가하면 통전경로의 근육 경련이 심해지고 신경이 마비되어 운동이 자유롭지 않게 되는 한계의 전류를 교착 전류, 운동의 자유를 잃지 않는 최대 한도의 전류를 이탈 전류라 하는데 교류(상용주파수60[Hz])에서 이 값은 대개 10~15[mA]입니다.

▷ 심실세동 전류 : 심장의 맥동에 영향을 주어 혈액 순환이 곤란하게 되고 끝내는 심장 기능을 잃게 되는 현상을 일반적으로 심실세동이라 하며, 심실세동을 일으킬 때 그대로 방치하면 수분 이내에 사망하게 되므로 즉시 인공 호흡을 실시하여야 합니다.

(55페이지로 이어집니다.)