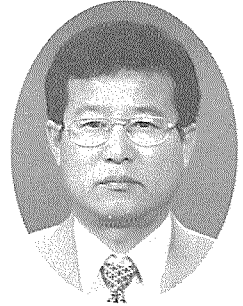


# 차세대 전력보호 감시제어 시스템



現代重工業(株)  
SYSTEM 制御研究室  
責任 研究員 金 尙 哲

최근의 산업용 수변전설비는 Compact한 디자인에 구성이 단순화 해지면서 전기설비 등의 디지털화 외에 통신기능 및 자기진단 기능등을 갖추으로써 원방에서의 집중관리를 실현하고 높은 수준의 운전감시 및 제어가 가능한 계통보호기술이 적용되기 시작하였다. 또한 제조원가 및 유지보수비용의 절감을 위한 표준화 촉진 및 첨단화에 의해 공장 구내 전역의 말단 전기설비에 이르기까지 광범위한 디지털 기술이 파급되면서 다양한 종류의 디지털형 전기설비가 등장하기에 이르렀다.

당사의 산업용 수변전 시스템에는 고도로 정밀한 감시제어 및 보호를 실현할 목적으로 디지털 보호계전기(HIMAP), 디지털 ACB, 지능형 모터제어장치(IMC)외에 비상발전기 병렬운전제어 시스템 및 차세대 전력보호감시제어 시스템(HIPMS) 등을 개발하여 전력관리는 물론 에너지관리의 단순화 및 고도화 지원등에 큰 공헌을 하고 있다.

## 1. 머리말

최근의 산업용 수변전설비는 전자화가스절연형 고압배전반을 채용하거나 절연기술에 의한 Com-

pact한 디자인의 소형화된 전자화 폐쇄배전반 등의 채용이 늘어나고 있으며, 설비구성의 단순화로 운전 및 유지보수의 성력화, 합리화가 급속도로 추진되고 있다.

한편 비상발전기 설비의 병렬운전 시스템도 적극적으로 도입 추진되어 한전전원과 연계하여 설계되고 있다. 또한 빨라지는 마이크로프로세서의 발전추세에 따라 보다 신뢰성이 높고 유지보수가 단순한 디자인의 전력공급 체계의 수요가 늘어나기 시작하면서 사실상 전력계통의 계측오차가 작게는 3%, 많게는 5% 이상의 오차를 가짐으로써 원천적인 오차발생 한계를 극복하지 못하고 있는 기존의 신호변환장치(Transducer)를 이용한 원방 감시제어시스템에서 디지털 보호계전기류의 채택을 통해서라도 계측오차를  $\pm 1\%$  이내로 줄임과 동시에 전력계통사고의 신속한 고장처리 수습을 위한 고도의 운전감시, 제어 및 계통보호기술이 필요하게 되었다.

## 2. 원방감시제어시스템

Switchgear나 수변전기기의 각각의 감시제어장

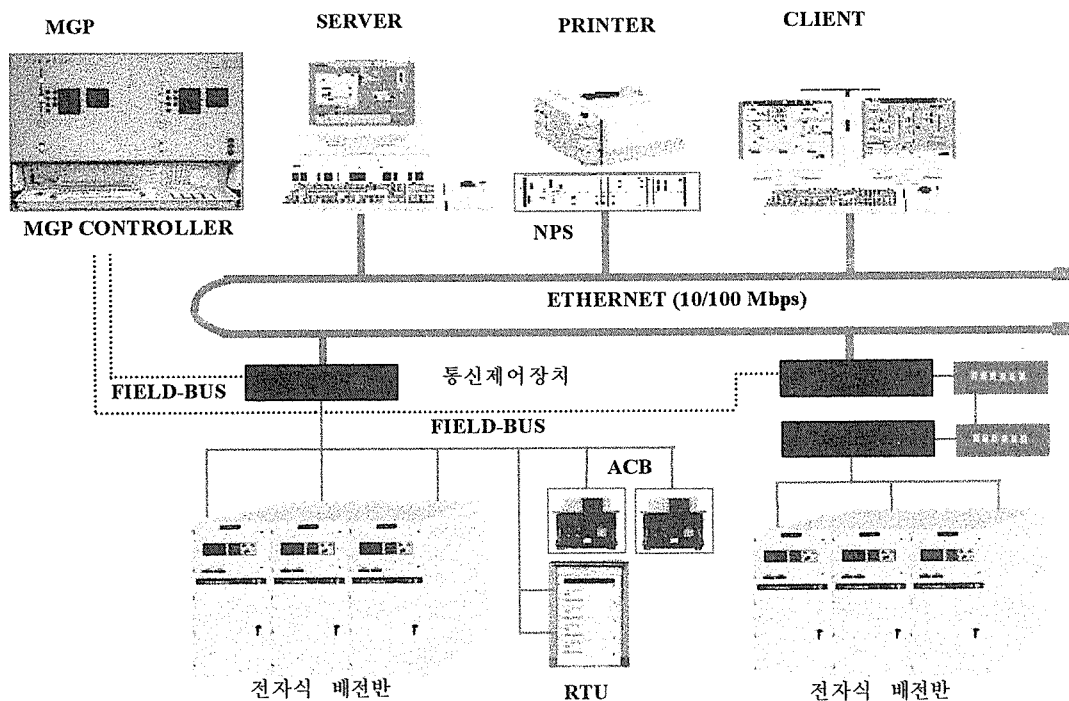


치를 총괄 관리하고 또한 각종의 에너지를 종합적으로 관리, 감시제어하는 일이 원방감시제어시스템이다. 한편, 1990년대 이후 계전기 분야의 세계적인 추세는 디지털 기술의 발달에 힘입어 기존의 유도형 계전기에서 아나로그 계전기를 거친다음 다시 디지털 계전기로 발전되어 오늘날에는 디지털 계전기가 점차적으로 확대 사용되는 추세에 있다.

그리고 전력감시용 원방감시제어시스템(이후 SCADA로 지칭)은 얼마전까지도 신호변환기(Transducer)와 원격단말장치(RTU)를 통한 입출력 신호처리 방식으로 각각의 감시제어장치를 관리해 왔으나 디지털 계전기 사용확대 추세에 따라 디지털 계전기와 원격단말장치를 적절히 혼용

한 통합형 SCADA 시스템으로 전환되어 나가는 추세에 있다.

당사에서는 1990년대 초부터 디지털계전기 개발에 착수하여 현재 다수의 디지털 보호계전기(HIMAP Series)를 개발 완료하여 다수의 현장에 납품설치 완료하여 성공적으로 가동 운전중에 있으며 OCR 기능이 탑재된 디지털 ACB도 개발을 완료하여 현재 선급승인 시험중에 있다. 이러한 디지털계전기(HIMAP Series), 디지털 ACB와 원격단말장치를 혼용한 통합형 SCADA 시스템으로서, 당사가 시판하고 있는 차세대 전력보호감시제어 시스템인 HIPMS의 최근의 구성예를 (그림 1)에서 보여주고 있다.

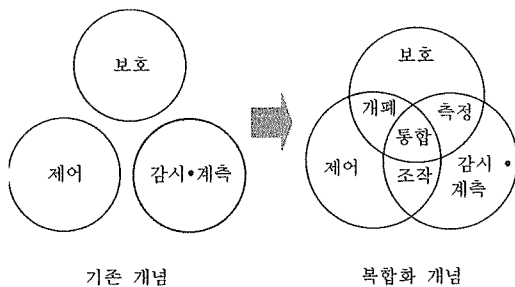


(그림 1) 차세대 전력보호감시제어 시스템인 HIPMS의 시스템 구성도

## 2.1 전자식 배전반(전자화 폐쇄배전반)

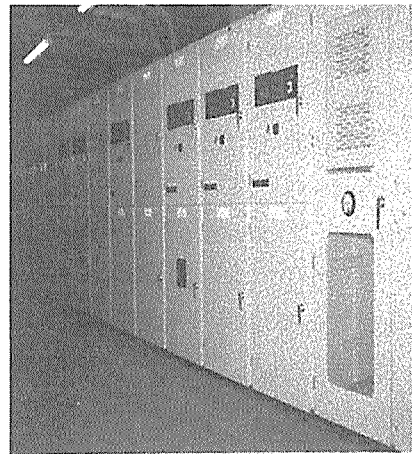
Switchgear에도 마이크로프로세서의 고신뢰화, 저가격화를 배경으로 복합화한 디지털형 전기설비가 확대 보급되고 있다. 마이크로프로세서의 고속 처리능력은 Switchgear 제어의 기본기능의 복합화에 큰 공헌을 하였다. 종래 매터 및 계전기, 제어스위치 등의 각 기구 및 회로를 패널전면부에 장착하고 감시 및 제어, 보호기능을 개별적으로 구성하였었다. 이 각각의 기능을 한조의 Digital Protection Relay에 집약시 콤팩트한 디자인의 전자화폐쇄배전반을 실현할 수 있다. 이 복합화된 개념을 (그림 2)에 표시하였다. 종전에 하드웨어 회로로 실현한 Logic을 컴퓨터를 도입하여 처리하는 것을 전자화라 지칭하며, 전자화된 보호계전기를 디지털화함으로써 다음과 같은 잇점이 있다.

- 1) 무접점화에 의한 신뢰성 향상 및 고조파성분의 노이즈제거가 용이하다.
- 2) 컴퓨터의 자기진단기능에 의한 유지보수의 성력화



(그림 2) Switchgear 제어장치의 복합화개념

- 3) 프로그램을 쉽게 변경함으로써 시퀀스 변경이 가능하다.
- 4) 기능확장이 용이하게 이루어 짐으로써 사양 변경이 용이하다.
- 5) 소형 컴퓨터로 대량의 데이터가 처리됨으로 배전반의 단순화 또는 소형화가 가능하다.
- 6) 사용부품점수의 절감 및 신뢰도 향상
- 7) 계전기(Relay) 요소의 Multi 디지털화로 공간 절약
- 8) 통신 및 원격감시기능이 있어 케이블포설이 절약되고 계측 정밀도도 우수하다. 당사가 개발하여 시판하고 있는 디지털보호계전기 HIMAP을 탑재한 전자식 배전반은 DSP칩을 이용하여 기존 아날로그 배전반의 각종 장치(Meter, Switch, Push Button Lamp, Transducer, Protection Relay)들을 통합하고 디지털화 하여 Compact한 디자인에 고신뢰성의 다기능(각종 Protection Relay 기능, 계측기능, 통신기능)을 갖춘 전자식 배전반이다.



(그림 3) HIMAP이 탑재된 22.9KV용 전자식배전반

(그림 3)은 현대중공업 역삼사옥에 설치된 22.9KV용 고압배전반에 HIMAP-F/I형을 탑재한 전자식배전반의 외관으로, 한전전원 인입용 또는 Feeder보호용으로 사용할 수 있는 디지털 보호계 전기능을 구비하였다.

1) 특징

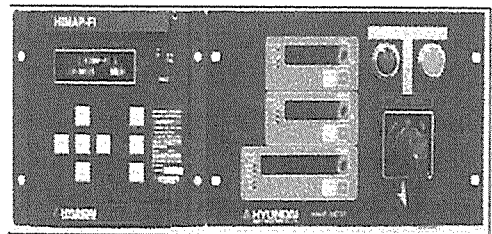
- 보호계전기의 각종 Setting Parameter 및 계통상수(CT, PT 비)를 설정할 수 있으며, 좌/우/상/하 Key를 사용하여 편리하게 조작할 수 있다.
- CPU, 전원회로, 메모리, 아날로그 입력회로, 디지털 입력회로, 트립회로 및 정정치의 이상을 감시하는 자기진단 기능을 갖추고 있다.
- 각종 전기량 계측값 구현시 통신선을 통하여 중앙감시반과 직접 연결되므로 일반 전력감시제어 SCADA 시스템 구현시에 소요되는 별도의 Transducer가 필요없다.

2) 표시기능

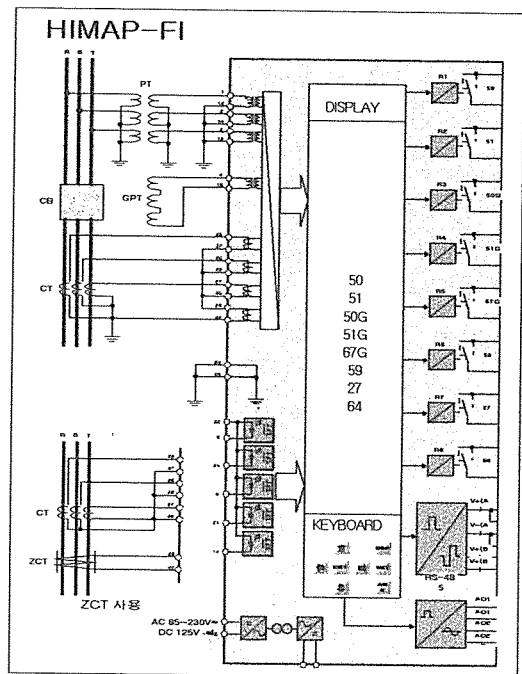
- Feeder의 각종 전기량(전류, 전압, 전력, 전력량, 무효전력, 무효전력량, 역률, 주파수) 등을 계측하여 VFD(Vacuum Fluorescent Display) 표시장치로 표시한다.
- 계전기의 통신선을 통하여 계전기와 이웃하여 설치되어 있는 3조로 구성된 별도의 7 segment Display에 Feeder의 각종 전기량을 표시한다. (그림 4)에 디지털 계전기와 Meter Box를 나타내었다.
- CPU 동작상태 표시기능, 설정된 계전기 정정치 및 계통상수 확인이 가능하고 최대 4개의 Fault Display(작동계전기, 작동값, 동작 phase, 동작시간 등)가 가능하다.

- 고장전후 170ms의 전류파형저장 및 사고상황을 파악할 수 있는 Fault Recording 기능이 있다.

참고적으로, HIMAP-F/I형의 외부기기와의 연결도를 (그림 5)에 표시하였다.



(그림 4) 디지털계전기와 Meter Box



(그림 5) HIMAP-F/I의 Connection Diagram

3) 종류

- Incoming 및 Feeder 보호용(HIMAP-F/I

- 형) : OCR(50/51), OCGR(50N/51N), OVR(59), OVGR(64), DGR(67G), SGR(67G), UVR(27)
- 변압기 보호용(HIMAP-T형) : OCR(50/51), OCGR(50N/51N), DGR(67G), SGR(67G), DFR(87T)
- 모타 보호용(HIMAP-M형) : OCR(50), OCGR(50N/51N), DGR(67G), SGR(67G), 51LR, THR(49), NSR(46), NCHR(66), UCR(37)

## 2.2 디지털 기중차단기(ACB)

디지털 과전류/지락과전류 계전기인 OCR/OCGR을 탑재한 디지털 기중차단기는 One chip 마이크로프로세서를 이용하여 기존 아날로그 계전기를 디지털화 하여 compact한 디자인에 고신뢰성의 보호계전기능(오차  $\pm 5\%$  이내)과, 계측기능(오차  $\pm 1\%$  이내) 및 통신기능을 갖춘 디지털 기중차단기이다.

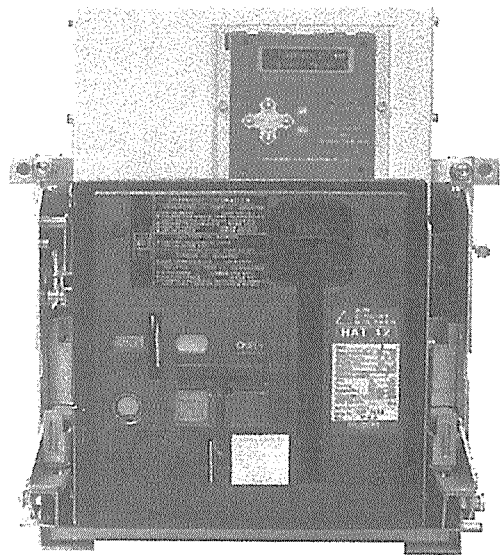
(그림 6)은 현재 선급시험중에 있는 디지털 기중차단기의 외관으로 600[V] 이하 비상발전기 부하 또는 대용량 Feeder 보호용으로 장착되는 아날로그형 기중차단기를 대체하기 위해 제작되었다.

### ● 특징

- 각종 Setting Parameter 및 계통상수 CT비를 설정
- 보호계전기능은 OCR, OCGR 제공
- 각상 전류값(Ia, Ib, In)을 VFD 표시장치로 표시
- PC에서의 차단기 Open/Close 원격제어 및

### 상태표시

- 통신제어장치와의 통신방법/통신속도 : RS-485, 62.5Kbps
- ACB OCR의 Key 조작으로 Display, Set, Sys Set, Fault, Test 선정
- 최대 8개의 Fault Display(Fault 조건, 동작 Phase, 작동 전류값)



(그림 6) 디지털 계전기가 탑재된 기중차단기

## 2.3 지능형 모터제어장치(IMC)

IMC(Intelligent Motor Controller)는 고저압부하의 보호, 제어, 계측 및 모터의 기동/정지를 제어하는 것으로, 모터컨트롤센터의 인텔리전트화, 시스템화에 대응한 통신기능 향상과 하드웨어회로의 신속적인 변경을 위한 프로그램 순차기능을 탑재한 원방감시제어시스템을 실현시켜준다. 전기설비의 운전상황의 상시감시, 운전실적정보의 자동 수집으로 인해, 플랜트의 안전가동과 보수업무의

효율화를 도모하고 있다.

● 특 징

- 1) VFD(Vacuum Fluorescent Display) 표시 장치로 표시 : 운전전류치, 고장요인, 트립전류, 설정치, 모터기동방법 등을 표시
- 2) 소형화를 실현 : 당사 종래 starter 체적비의 70% 이하
- 3) 운전이력 메모리 기능으로 예방보전을 지원 : 운전시간, 운전회수, 요인별 트립회수, 순간정지 재시동회수 등을 표시
- 4) 자유자재로 순차작성이 가능한 프로그램가능 순차기능을 탑재 : 결선회로를 프로그램에 의해 정의함으로써 외부장착 보조릴레이, 타이머, 램프가 삭감된다. 직입기동, 정역전기동, Y-△기동에 따른 순차회로를 적용하고, 운전/정지 지령 및 고장재시동 기능을 탑재
- 5) 감시항목 설정시간의 자유자재화 실현 : 사전경보음 전류치표시, 동작전류, 동작시간의 설정
- 6) 고압회로용 접지고장 검출기능을 추가시켜서 고저압 부하를 일원적으로 관리
- 7) RS-485 통신기능으로써 집중관리를 실현 : 운전관리, 보전관리의 근대화
- 8) 자기진단기능을 내장하여, 신뢰성 향상을 실현
- 9) 보호기능 : OCR(50), OCGR(50G/51G), 51LR, THR(49), NSR(46), NCHR(66), UCR(37)
- 10) 계측기능 : 전류(Ir, Is, It, In)
- 11) 기동방식별 결선의 표준화로 제작공수절감 및 납기단축

### 3. 차세대 전력보호감시제어 시스템 (HIPMS)

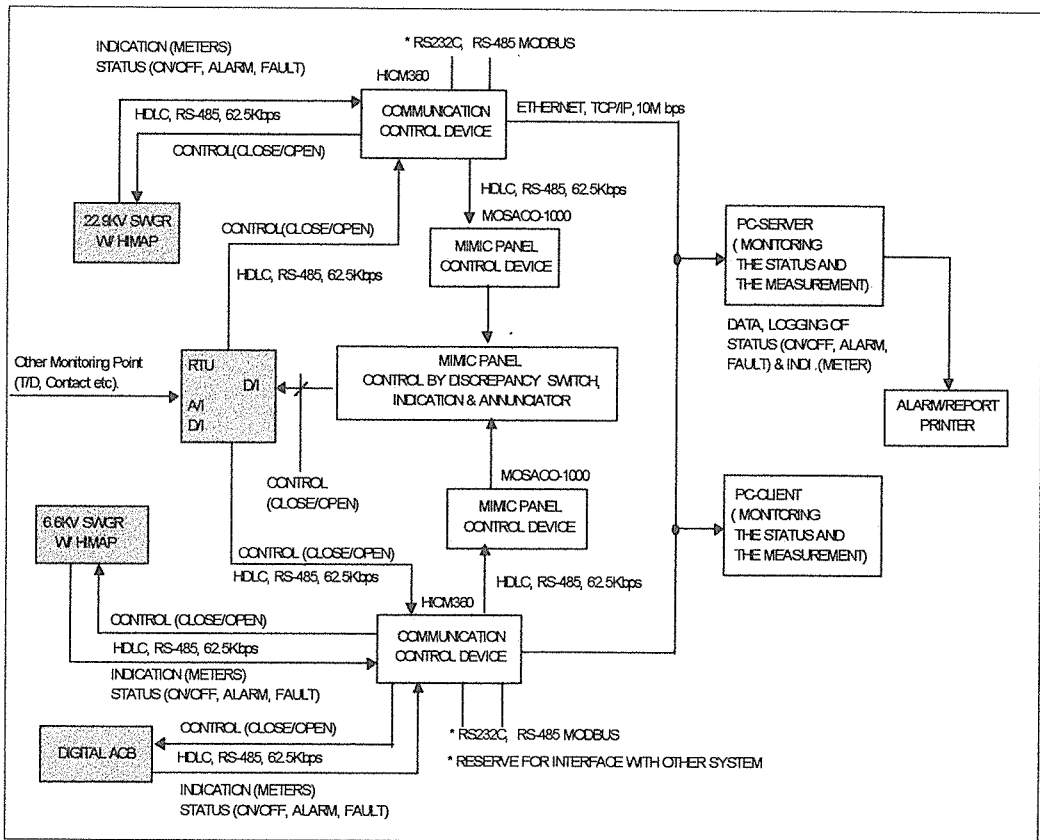
종래의 원방감시제어시스템보다 공장구내의 전력계통을 일괄 감시제어하는 기능은 더욱 좋아지고, 전력 에너지 운용의 효율화를 도모하는 시스템 구축에 주안점을 두고 있다. 또한 수전 전력의 Demand관리 및 첩두부하관리 측면에서의 비상발전기 운전등 전반적인 전력계통 운용 Guidance등 운전지원기능도 일반화하여 채용시킬 계획으로 있다. 최근에는 이의 기능에 더하여 수변전기기의 건전성을 온라인 감시하는 진단기능 및 유지보수를 지원하는 기능을 갖춘 시스템을 구축해 나가고 있다. 현재까지 구축된 구내전력계통의 운용 및 제어, 보수등을 지원하는 주요한 기능의 개요는 다음과 같다.

- 1) 감시 : 각종 전기량의 계측, 상태표시, 고장 표시
- 2) 제어 : VCB On-Off 제어, ACB On-Off 제어, 무효전력제어, 디맨드관리 제어, 부하선택 차단제어, 역률제어
- 3) 인터페이스 : 비상발전기 병렬운전제어시스템 및 빌딩자동화. BAS 시스템 등과의 신호교환의 타 컴퓨터기기와의 인터페이스신호교환

(그림 7)은 현재 당사가 시판중에 있는 HIPMS의 BLOCK Diagram으로, 22.9kV Switchgear 또는 6.6kV Switchgear의 VCB(진공차단기)를 HICM360 통신제어장치를 통하여 PC 또는 Mimic Panel에서 GIS/VCB Close/Open 제어가 가능하도록 하였으며 디지털 ACB(기중차단기) 제어인 경우에도 PC 또는 Mimic Panel에서 ACB Close/Open 제어가 가능하도록

설계되어 있다. 여기서의 수변전기의 개폐 상태 등의 각종 신호처리는 기존의 원격단말장치의 입력 출력 I/O Unit에 의한 신호처리 대신에 디지털계

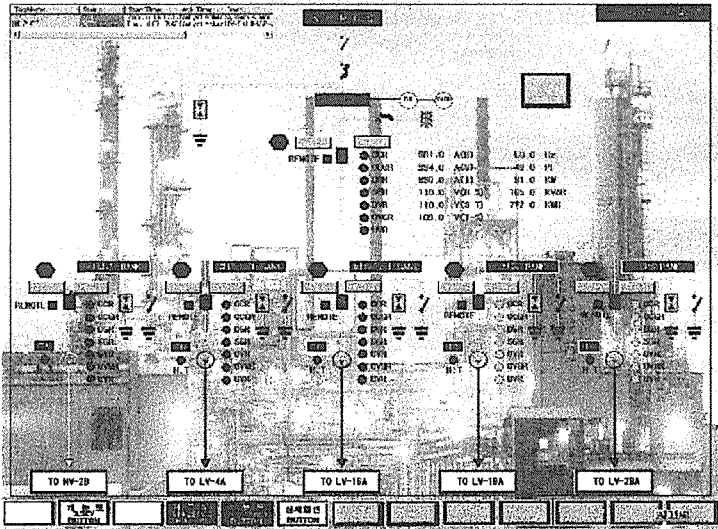
전기 또는 디지털 ACB에 의한 신호처리로 대체되었다.



(그림 7) HIPMS 시스템의 BLOCK Diagram

그리고, 중앙제어실에 설치된 원방감시제어시스템은 전체 디지털계전기, 디지털 ACB 및 원격단말장치를 감시제어 할 수 있도록 Graphic화된 풍부한 화면이 준비되어 있으며, 각 Graphic 화면상에서 각 point에 대한 Detail 화면을 통하여 직접

운전조작이 가능하도록 하였으며, Multi-window 기능을 이용하여 다수의 상태조작을 연속적으로 실시할 수 있도록 하였다. 참고적으로 HIPMS 시스템의 상단화면중 계통도화면을 (그림 8)에서 보여주고 있다.



(그림 8) HIPMS 시스템의 계통도 Graphic 화면

#### 4. 맺은말

지금까지 검토된 차세대 전력보호감시제어 시스템 채택시 설치비용을 검토해 본다면 기존의 원방 감시제어시스템과 아날로그형 계전기류를 채택한 시스템보다 훨씬 경제적이라고 판단되나, 일반의 인식은 오히려 설치비용이 증가되는 것으로 잘못 알고 있는 경우가 대부분이다. 금후에는 모든 전력계통기기들의 발전추세가 기능성, 편리성, 경제성을 고려하여 디지털화함으로써, 감시 및 제어·보호등도 더욱 복잡해지고 고도의 운전·운용기술

이 필요하게 될 것이다. 따라서 숙련된 감시제어 Operator를 확보하는 일이 큰 일로 다가오는 시대가 될 것이나, 한편으로는 긴급한 상황에서도 인위적인 대응 및 처리가 용이하도록 시스템 개발 측면에서 보다 쓰기 쉽고 사용이 단순화된 제품들이 꾸준히 출시될 것이다. 당사에서는 비상발전기 병렬운전제어시스템을 원방감시제어시스템에서도 감시제어 할 수 있는 방안을 꾸준히 연구 개발해 나갈 것이다. 또한 배전반 관련 각종 전기설비에 대한 디지털화 작업과 관련하여 앞으로도 꾸준히 최선의 노력을 경주해 나갈 것이다.