

예방진단시스템 데이터 취득장치

■ 심 종 태 / (주)태광이엔시 사업본부장

개 요

예방진단시스템은 센서부, DAS, FEP, SMC와 주변 장치로 구성되며, 각 구성요소들은 네트워크로 연결된다. 센서부는 여러 가지 센서가 위치하는 Field를 의미하고, DAS는 MTR과 GIS로 나누어져 있으며, 기기에 부착된 센서 또는 각종 이상검출장치들로부터 현장 기기의 상태 값을 수신한다. FEP는 DNP 규약에 의하여 여러 대의 MTR DAS 및 GIS DAS 그리고 이상검출 장치로부터 데이터를 취득한 후, 이를 종합하여 각종 연산을 수행하며, 취합된 자료들을 SMC에 전달하는 장치이고, SMC는 FEP로부터 전송된 센서 데이터를 취득한 후, 이를 Display 장치에 표시하고, 운영자로부터의 각종 자료검색 요청을 받아들이며, 필요시 진단결과를 운영자에게 알려주는 HMI 시스템이다.

데이터 취득장치

Field(센서부)

변전소의 중요 변전설비인 주변압기와 GIS의 이상상태를 미리 예측하여 사고를 방지하기 위해서는 여러 가지 센서를 통해 현장 설비의 현재 상태와 상태변화추이를 항상 Monitoring 할 수 있어야 한다.

주변압기에 적용한 센서는 유증가스, 유온도, 활선정유압력, FAN & PUMP 동작전류, 외기온도, OLTC 구동모터의 전류와 시간 등이며 GIS에는 UHF 부분방전 측정장치와 피뢰기 누설전류를 설치하였다. 유증가스 분석장치는 절연유의 GAS를 분석하여 주변압기 내

부의 부분방전을 감시하게 되는데, 기존의 절연유를 채취하여 실험실에서 분석하던 단점을 보완한 장치가 사용되었다. 유온도는 측온저항체의 저항값 변화를 이용하여 취득하며, 주변압기 내부과열을 감시한다. 활선정유 압력값은 압력센서를 통해 취득하며, 필터오염 정도를 감시한다. Fan & Pump 동작전류는 관통형 CT를 사용하며, 주변압기 냉각시스템의 이상을 감시한다. 외기온도는 유온도와 같이 측온저항체를 이용하여 취득한다. OLTC 구동모터의 전류와 시간은 MR사의 장비를 통해 취득되어지며, 시리얼 통신을 전담하는 SIM에 연결되어진다. 이밖에도 집중감시반을 통해 전달되어지는 부하전류, 전압, 권선온도 등을 통해서도 주변압기의 이상상태를 감시하게 된다.

GIS에 적용한 센서는 UHF 부분방전, 피뢰기 누설전류가 있다. UHF 부분방전은 UHF(Ultra High Frequency) 신호를 활용하여 GIS 내부에 설치한 센서를 통해 측정하는 방식이며, GIS의 이상상태를 감시하게 된다. 피뢰기 누설전류는 GIS 내장형 피뢰기의 누설전류를 측정하여 감시한다. CB 누적차단전류는 보호배전반에서 취득하며 감시반을 통해 전달되어진 데이터로써 감시한다.

DAS(Data Acquisition System)

DAS는 FIELD(센서부)로부터 취득되어지는 각종 센서데이터 값을 진단 및 모니터링을 제공하는 장치인 FEP & SMC로 전송하는 장치이다. DAS의 모든 모듈은 산업용 시스템 BUS 방식인 VME 방식으로 구현되었으며, 디지털 접점 정보를 담당하는 DIM, 각종 아날

기획시리즈 ②

로그 데이터 값을 담당하는 AIM, 기본적인 데이터를 저장하는 메모리보드, 그리고 이 모든 모듈을 담당하는 CPM(Central Processing Module) 그리고 OLTC 분석장치와 같이 취득 데이터를 직렬로 직접 전송하는 장비를 위한 SIM(Serial Input/Output Module), 전원부 및 VME Backplane으로 구성된다. DAS의 대략적인 구성도는 그림 1과 같으며, 기능 및 특성은 표 1과 같다.

표 1 DAS의 각 모듈별 기능 및 특성

구성요소	기능 및 특성
CPM	32Bit Processor를 사용하여 고속의 데이터 처리가 가능하도록 하였으며, RTOS(Real-Time OS)를 탑재하여 주기적인 센서 데이터 취득을 보장하고 FEP와의 통신 및 부가 기능의 신뢰성을 높였다.
Memory Board (SSD)	CPM이 잃어버리면 안되는 데이터들(DB 및 시스템 이력, 각종 이벤트 정보)을 저장하며 Battery Backup 기능을 제공한다.
SIM	32Bit Processor를 사용하여 고속의 데이터 처리가 가능하며 RTOS(Real-Time OS)를 탑재하여 안정성과 신뢰성을 향상시켰다. 또한 최대 16채널의 RS-232 통신이 가능하다.
AIM	최대 16 Point의 Analog 신호를 입력받아서 16Bit A/D Conversion 후 디지털 값으로 변환하는 Module이다.
DIM	최대 32 Point의 접점 On/Off 상태와 발생시간을 측정하여 CPM에 전달하는 Module이다.
VME Back-Plane	각 Module들의 통신을 위한 장치로서 CPM, Memory Board, 최대 12장의 I/O Board(DIM, AIM)를 장착할 수 있다.
Main 전원부	AC 220V, DC 125V를 입력 전압으로, 모듈 전원부에 필요한 DC +48V를 공급해 준다.
모듈 전원부	+48V DC 전원을 공급받아서 모듈에 필요한 +5V, ±12V의 DC전원을 공급해 준다.
광접속 모듈	DAS와 FEP 사이의 통신을 담당한다.

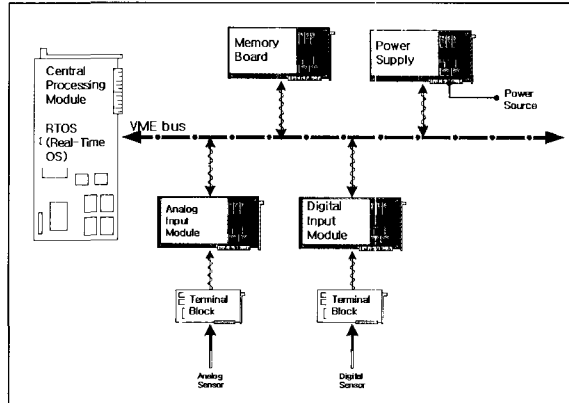


그림 1 DAS 하드웨어 구성도

On/Off 접점신호와 같은 Digital 신호 등을 입력 받아서 FEP & SMC부에서 원하는 데이터 형태로 변환하여 광접속 모듈(Optic Transceiver)을 거쳐서 FEP로 전송하게 된다.

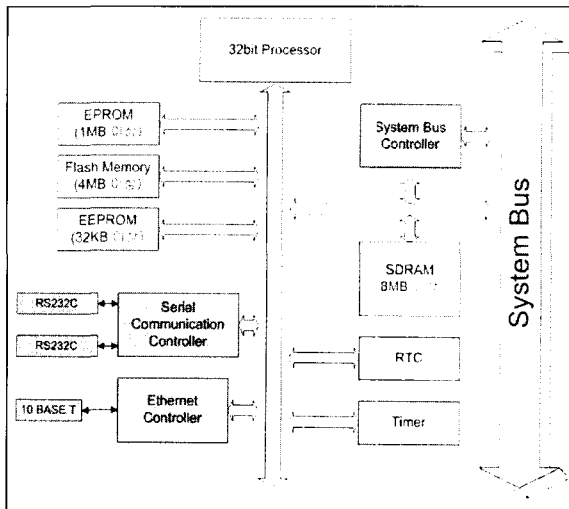


그림 2 CPM의 구성도

CPM(Central Processing Module)

CPM은 DAS의 핵심장치로써 최대 12장의 Input/Output Board를 Handling할 수 있는 성능을 갖고 있으며, RTOS(Real-Time OS)를 탑재하여 시스템의 신뢰성을 향상시킨다. 또한 MTR(Main Transformer)과 GIS(Gas Insulation Switch)에 설치되어 있는 Fan & Pump 동작전류와 같은 Analog 신호와

SIM(Serial Input/Output Module)

OLTC 모니터링 장치로부터 직렬의 이상데이터 및 기타 직렬통신 데이터를 취득하는 모듈 채널의 직렬통신 데이터를 처리할 수 있는 I 성능과 RTOS(Real-Time OS)를 탑재하여 안정성과 신뢰성을 향상시킨다.

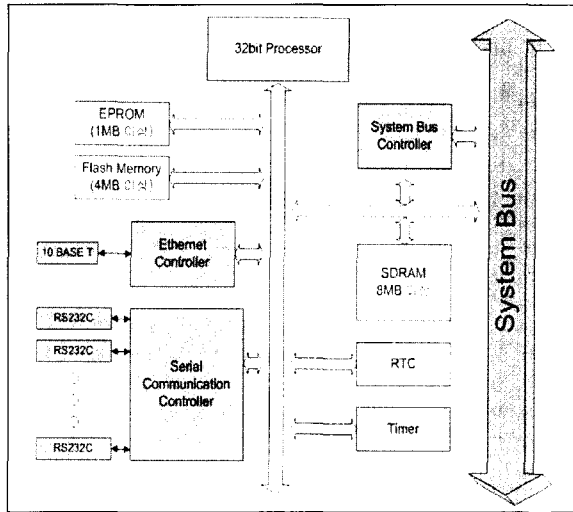


그림 3 시리얼 입력 모듈

AIM(Analog Input Module)

최대 16 Point의 Analog 신호를 입력받아서 16Bit A/D Conversion 후, 디지털 값으로 변환하는 Module 로써 절연유 온도, 팬 및 펌프 동작전류, 외기 온도, 환선정유장치 압력 등을 DC 4~20mA로 취득하는 모듈이다.

DIM(Digital Input Module)

접점과 같은 디지털 신호를 입력받아서 On/Off 상태

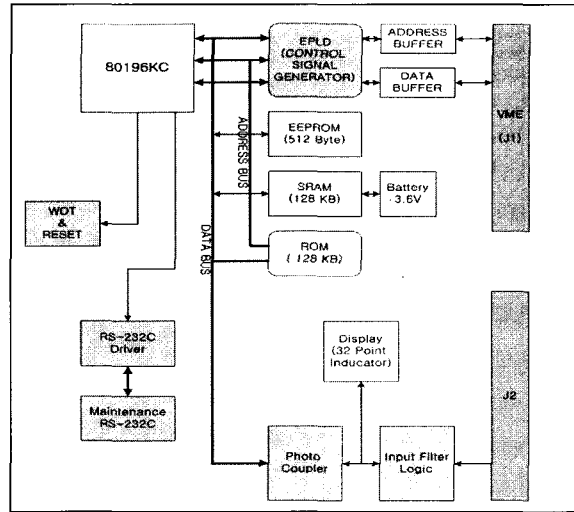


그림 5 디지털 입력 모듈

와 발생기간을 측정하여 CPM에 전달하는 기능을 하며, Photo-Coupler를 사용하여 외부의 Surge에도 대비를 하였고, 최대 32 Point를 Handling 할 수 있다.

Memory Board

DB 및 각종 이력과 이벤트 정보 등 CPM이 사용하는 중요 데이터들을 저장하며 Battery Backup 기능을 제공한다.

모니터링 장치

FEP(Front End Processor)

FEP는 DAS, 이상검출장치로부터 센서 데이터를 수신하여 이를 다시 SMC로 전송하는 통신기능을 수행하며, 설치된 Oracle DBMS를 이용하여 센서 데이터를 Disk Array에 저장하고 또한 기준치를 비교하여 이벤트를 발생시키는 역할을 수행한다. FEP의 Disk Array에는 수신된 센서 데이터, 기준치 평가에 의해 발생된 이벤트 데이터 및 진단과 학습기에 필요한 각종 정적/동적 자료들이 존재하며, FEP는 SMC로부터의 데이터 베이스 자료요구를 수신하여 이에 응답하는 기능을 가지고 있다.

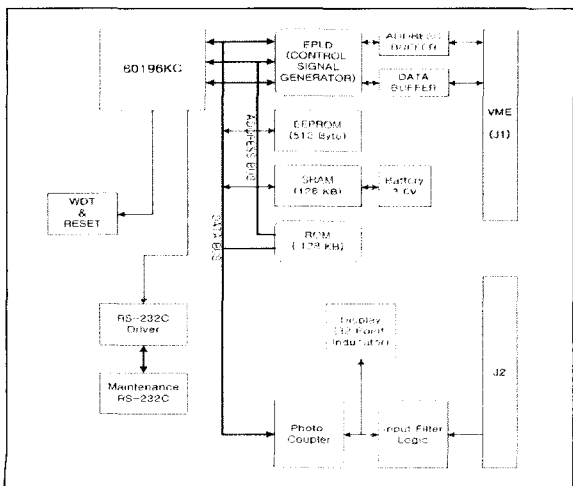


그림 4 아날로그 입력 모듈

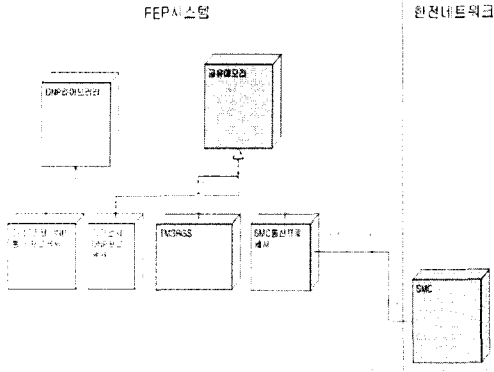


그림 6 FEP 시스템 구현모델

SMC(Sensor Monitoring Console)

SMC는 평상시 FEP로부터 실시간으로 센서 데이터를 수신하고, 필요시 FEP의 데이터베이스를 Access하여 자료를 가져올 수 있으며, FEP와는 Server/Client 모델로 구성되므로 추후, 일반 PC를 사용하여 SMC 장치를 추가할 수도 있다. 운영자는 SMC를 이용하여 센서 데이터를 감시하거나 이벤트 자료 및 과거의 자료를 조회할 수 있으며, 센서 데이터의 이상발생시 진단결과 확인 및 학습기 기능도 이곳에서 수행한다.

모니터링 화면

모니터링 화면의 구성

모니터링 화면은 그림 7과 같이 다양한 사용자 질의를 통하여 각 화면으로 이동할 수 있으며, 설비별 검색, 센서 종류별 검색, 포인트별 검색, 사용자 정의검색, 사업소별 검색 등의 검색 화면과 현재상태, 트렌드, 이벤트, 보고서 등의 조회화면 그리고 각 센서별 진단화면과 학습기로 나누어진다.

사업소 검색 화면으로 타 변전소에 설치된 센서 데이터를 검색할 수 있도록 하였고, 설비별 검색과 센서별 검색은 크게 변압기와 GIS 부분으로 나누어진다. 변압기 관련 화면은 변압기에 적용되는 센서의 종류에 따라 유증가스, 절연유 온도, OLTC 모니터, 팬 및 펌프 모터전류, 활선정유장치 압력, 외기온도, 부하전류/

전압, 권선온도, 부분방전 등으로 구성하였고, GIS 관련 화면은 적용되는 센서의 종류에 따라 SF6 가스밀도, CB 누적 차단전류, 피뢰기 누설전류 등으로 구성하였다. 또한 이러한 검색 화면들을 사용자의 편집 및 지정에 의해 생성하여 감시할 수 있도록 사용자 정의검색 기능도 구비하였다. 조회화면으로는 각 센서들의 현재 상태를 실시간으로 감시할 수 있고, 센서별 경향을 트렌드를 통해 분석할 수 있으며, 발생한 이벤트를 조회하고 일간, 월간 보고서를 받아 볼 수 있다. 센서 종류별로 제공되는 진단 화면들은 기준 설정치에 의한 이벤트 발생시 진단용 알고리즘을 구동시킬 수 있으며, 구동 후 그 결과를 데이터베이스에 저장하고 화면에 표시한다. 또한 사용자는 예방진단 학습기를 이용하여 각 센서의 진단 알고리즘에 대한 모의실험을 실제상황과 같이 수행하고, 전문가 시스템을 학습할 수 있다.

각 모니터링 화면에서는 사용자 화면을 기준으로 관련 있는 대부분의 화면으로의 이동이 편리하며, 센서 데이터 모니터링 중 설정 기준치 이상의 정보가 발생하면, 화면 하단의 정보 창에 정보내용을 표시한다. 정보

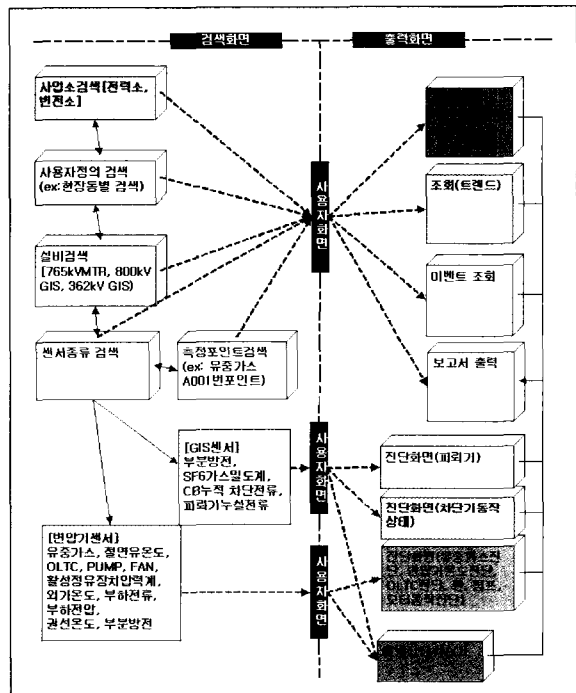


그림 7 모니터링 화면의 구성

는 이상유무를 정상, 요주의, 이상, 위험의 4 단계로 색 상별로 표시하며, 경보 발생시각, 경보내용, 경보 값 등 이 표시된다. 또한 각 화면에는 경보 기준 값을 검색하 여 표시하고 필요시 수정할 수 있다.

현재상태 및 조회화면

각 화면 전환은 사용자의 질의에 근거하여 이루어진 다. 사용자는 사업소, 설비, 센서, 포인트, 사용자 정의 질의 등을 구성하여 원하는 화면을 직접 생성하게 된다.

사업소 검색화면 현재상태

사업소 검색시 표시되는 화면은 현장동 별로 디자인 된 각 설비-센서-포인트의 분류별로 시스템 전체 상황 을 한눈에 조망할 수 있는 화면과, 단선도를 기반으로 한 각 설비의 현재 상태이다. 설비의 동작여부와, 최근 수집된 이벤트내역을 조회하며, 설비, 센서, 포인트 화 면으로 이동 및 전환할 수 있고, 검색 메뉴에서 사업소, 설비, 센서, 포인트별로 검색할 수 있다.

설비검색 현재상태

사전에 선택된 사업소의 설비 중 사용자가 선택한 설 비를 검색하게 된다. 선택된 설비에 설치된 센서들의 정보와 측정 포인트들의 화면을 나타내게 된다. 이때 센서들의 정보와 측정 포인트는 마우스로 선택되어 세 부 항목으로 다시 이동할 수 있다.

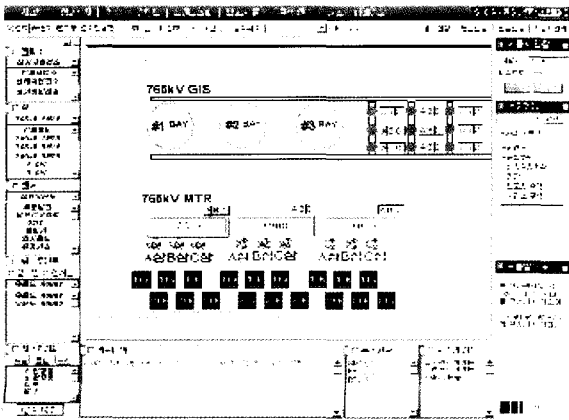


그림 8 사업소 현재상태

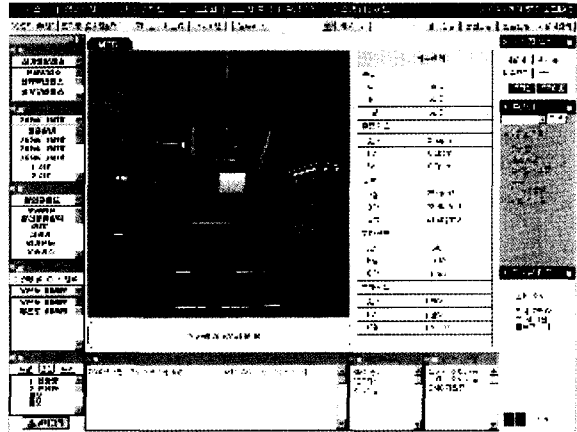


그림 9 설비 현재상태

센서검색 현재상태

센서는 크게 변압기 센서와, GIS 센서로 분류되며, 각각의 센서별로 상이한 정보와, 특징을 가지게 된다. 센서 현재상태에서는 해당 센서의 특징을 가장 잘 나타 내는 화면 Display를 통하여 사용자가 쉽게 현재상황 을 이해하기 쉽게 한다. 또한 사용자 설정을 통한 현재 상태화면의 센서정보의 추가/삭제를 수행하여 설치된 센서 내의 정보를 비교 분석할 수 있게 한다. 그리고 이 들 정보의 일정기간을 버퍼링하여 지금까지의 진행상 황을 한 눈에 알 수 있도록 간략한 트렌드를 지원하며, 각 센서의 세부적인 현재 상황을 보여주는 리스트를 지 원한다.

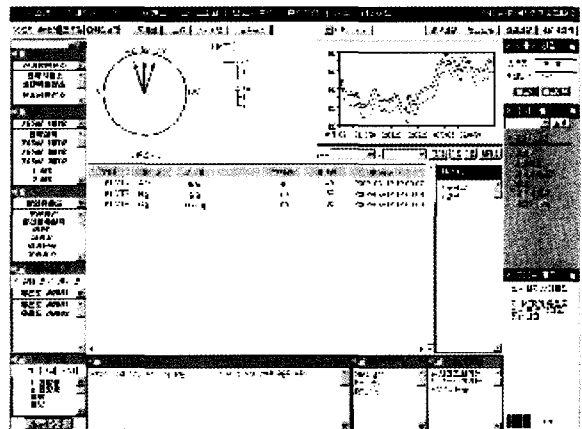


그림 10 센서 현재 상태

트렌드 화면

위의 센서검색 현재상태 화면에서는 일정기간만 조회하는 간단한 트렌드를 제공한다. 보다 자세한 이벤트 및 경보사항들을 확인 및 조회할 때는 세부 조회 트렌드 화면을 이용한다. 본 화면은 기능이 다양한 트렌드로 구성되어 있으며, 각 센서 포인트의 요주의, 이상, 위험, 최대, 최소, 평균, 월, 일, 시, 동작시간, 총 동작시간 등의 부가 정보를 함께 조회할 수 있다.

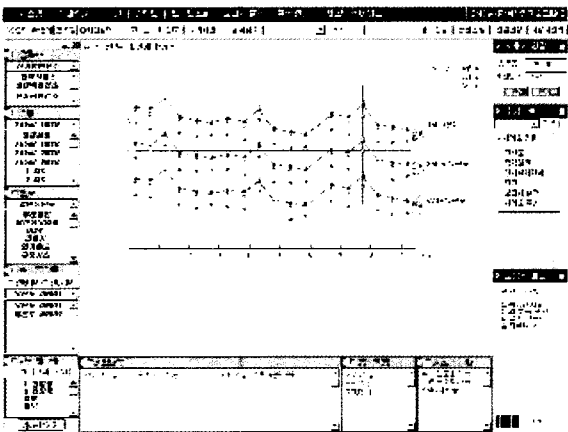


그림 11 센서 세부조회 트렌드

측정 포인트 현재상태

측정 포인트 현재상태 화면은 여러 센서들을 함께 조회함으로써 관련 항목들의 값을 하나의 그래프에서 분

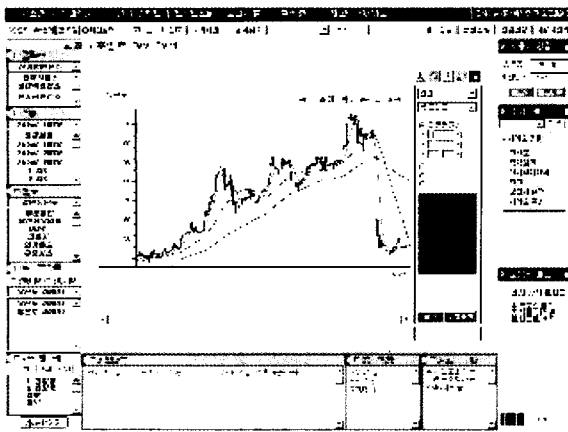


그림 12 포인트 현재상태 트렌드

석할 때 유효하다. 각 센서의 리스트와 시간선을 기준으로 하나의 트렌드 그래프가 제공되며, 그래프 안에는 여러 개의 센서 값의 추이를 볼 수 있는 선형 그래프가 존재한다. 또한 각 센서의 세부조회를 원할 때는 마우스를 이용하여 리스트에서 세부조회 트렌드 화면으로 이동할 수 있다.

사용자 정의검색 화면

사업소, 설비, 센서, 포인트의 정형화된 질의에서 사용자는 연관성 있고 공통성 있는 센서들을 모아 새로운 질의를 생성할 수 있다. 사용자의 질의는 다양하게 생성되고 저장 및 편집될 수 있으며, 질의 화면에서 선택할 수 있다. 즉, 사용자 정의에 의해 생성하고 감시할 수 있는 화면이다. 화면구성은 리스트로 이루어져 있으며, 해당 측정센서의 세부사항은 센서화면의 세부조회 트렌드 화면을 이용한다.

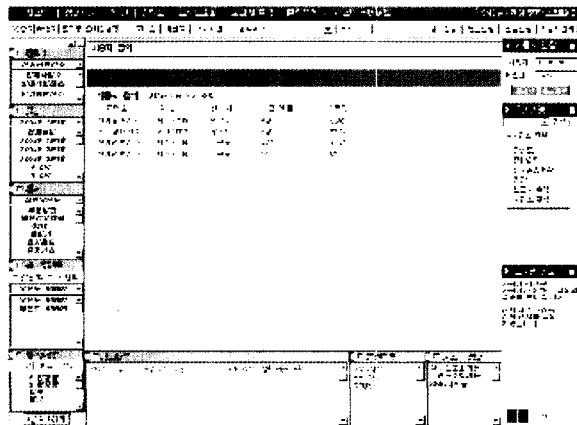


그림 13 사용자 정의 검색화면

실시간 이벤트 표시 및 조회

실시간으로 측정된 값들은 수신 즉시 기준치와 비교하여 그 이상 유무를 확인한다. 이때 요주의, 이상, 위험의 기준치 범위에 벗어난 센서 값들에 대해서는 실시간으로 이벤트를 발생시키며, 이들 이벤트는 SMC로 전송되는 물론 Disk Array 내의 데이터베이스 테이블에 저장된다. 이렇게 이상이 발생되어 저장된 이벤트를 검색하는 것이 이벤트 조회이며, 조건 질의를 통하여 센서별 및 일정 기간별로 검색할 수 있으며, 화면 하단

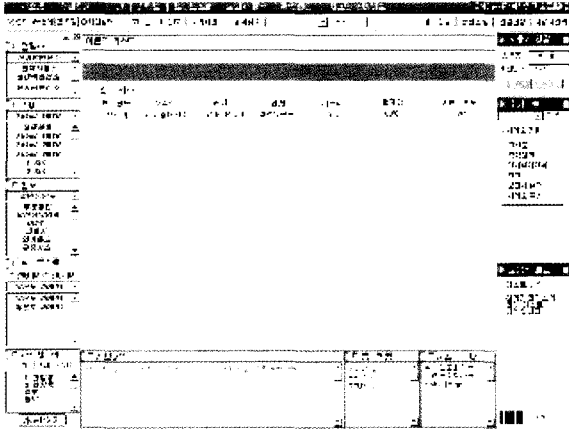


그림 14 실시간 이벤트 표시 및 조회

의 정보 창에는 실시간으로 최근에 발생된 이벤트를 표시한다. 정보 창은 어떤 화면 Display 상에서도 항상 존재하며, 이벤트 발생시 경보음을 발생시켜 운영자가 확인할 수 있도록 한다.

보고서 출력

각 측정 센서들의 값을 Excel로 변환하여 원하는 형태의 보고서를 만들 수 있다. 이때 사용자 질의가 기준이 되며, 데이터베이스에 저장된 센서 측정치를 이용하여 사업소별, 설비별, 센서별, 측정 포인트별, 사용자 정의 형식별 보고서가 작성될 수 있다.

결론

본 예방진단 데이터 취득장치 및 모니터링 시스템은

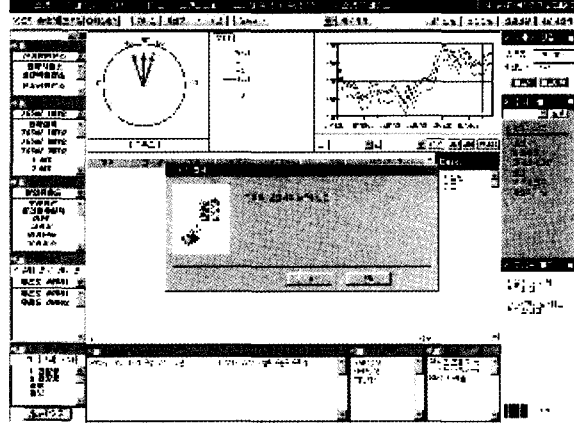


그림 15 보고서 출력용 화면

수신된 현장기기의 상태 데이터를 표시하고 저장하는 일반적인 감시 시스템과는 달리 수신된 자료를 비교/분석 및 추이와 경향을 파악할 수 있으며, 기준치를 토대로 위험 상태까지의 도달시간을 예측할 수 있고 요주의, 이상, 위험 등의 이벤트 발생시 진단 알고리즘을 구동하여 현재상태에 대한 분석 자료를 생성할 수 있다는 것이 큰 특징이라 할 수 있다. 또한 생성된 분석 자료는 추후 또 다른 진단 알고리즘 구동시 기초 자료로 활용되어 더욱 신뢰도 있는 진단 결과에 가까이 갈 수 있도록 하였다.

향후, 지속적인 센서 측정기술의 개발과 소프트웨어 Upgrade 및 알고리즘 개발로 예방진단에 효과적인 데이터베이스 구조 및 모니터링 기법을 연구/보완하여 보다 신뢰도 있는 진단 모니터링 시스템을 구축해 나갈 계획이다.