

제철소의 설비진단 시스템

김 태 수* · 허 용 범**

(*제철전기 콘트롤 자동화사업부 과장,

**동 연구원)

1. 머리말

제철소에 대한 설비진단은 발전을 거듭하면서 금세기에 들어서는 AI를 이용한 시스템 구축이 이루어지고 있다. 그중에서도 고로에 대한 엑스퍼트 시스템은 상당한 실효를 거두고 있다. 그 이유는 고로는 제철소의 최상류에 위치하며 제품 공정에서의 선철의 안정 공급이 큰 역할로 되어 있기 때문에 고로에 대한 많은 연구와 노력이 집대성된 까닭이다. 하여튼 제철소 내에는 어느 공장하나 중요치 않은 것이 없다. 그 중에서도 이번에 소개하고자 하는 것은 제철소 제강공장에 대한 설비진단 시스템이다.

제강공장은 직접적인 생산품을 만들어 내는 곳은 아니지만 제품의 품질을 좌우하는 중요도가 높은 공장이다.

2. 제강 설비진단 시스템의 특징과 구성

제강의 설비진단 시스템은 4개의 시스템으로 구성되어 있다.

—기계 설비에 대한 열화 상태를 진단하는 CMS (Condition Monitoring System)

—전력계통 및 전기제어장치에 대한 고장 감시를 하는 EMM(Eelectric Maintenance Monitoring System)

—CMS와 EMM의 데이터를 분석하여 원인을 추적

하는 Expert System

—CMS 및 EMM의 데이터를 관리하며 상위 Computer로 데이터를 전송하고, 조업 Computer로부터 생산계획 및 조업 정보에 관한 데이터 수집, Expert System을 위한 데이터 베이스(Data Base) 구축을 하는 Diagnosis System이 있다.

이러한 시스템은 가능한 한 공장 전체의 정보를 나타내고자 하며, 전 공정을 한눈에 알아보고 정비에 필요한 많은 인원을 절감시키며, 생산력 향상에 기여를 하게 된다.

3. 시스템의 개발 절차

시스템 개발의 포인트는 우선 시스템 도입을 하려는 공장의 공정을 파악해야 하며, 이에 따른 데이터의 수집, 정리와 이것을 어떻게 컴퓨터 상에서 실현이 용이토록 할 수 있는가를 생각해야 한다.

기계적인 진단에 있어서 공정상에 주설비는 어떤 것이며 열화가 쉽게 일어나는 것은 무엇인지를 알아내야 한다. 또한 전기적인 진단에 있어서는 전력계통의 구성과 제어설비에 대한 고장신호 파악이 우선일 것이다. 이렇게 되면 센서의 수량, 신호의 종류, 신호수가 나오게 되며, 일차적인 시스템 구축은 끝났다고 봐도 과언은 아니다.

4. 시스템의 구성

회전기에 진동 및 온도센서 등을 이용하여 신호를 채취하고 Amplifier를 통하여, 전력계통설비 및 전기제어설비의 고장신호와 Analog 신호를 채취하여 Local Station으로 보낸다.

진동센서는 가속도 센서를 이용하며, 온도 센서는 보통 pt 100Ω 센서를 활용하여 데이터를 얻는다. 진동센서의 취부는 설비의 부하측과 반부하측에 붙인다.

이렇게 채취된 신호는 CMS인 경우 signal processor를 통하여 signal을 5개 MODE(DC Line)와 정밀 진단용 AC Line으로 처리하여 caution과 Damage Data를 분류하고 경향관리, 수명예측 및 정밀진단을 통하여 설비의 이상상태를 조기에 발견할 수 있도록 자료 처리를 행한다(그림 1).

EMM인 경우 상시 고장신호를 감시하고, Analog 신호를 고장원인 분석 Data로 저장하며, Event 발

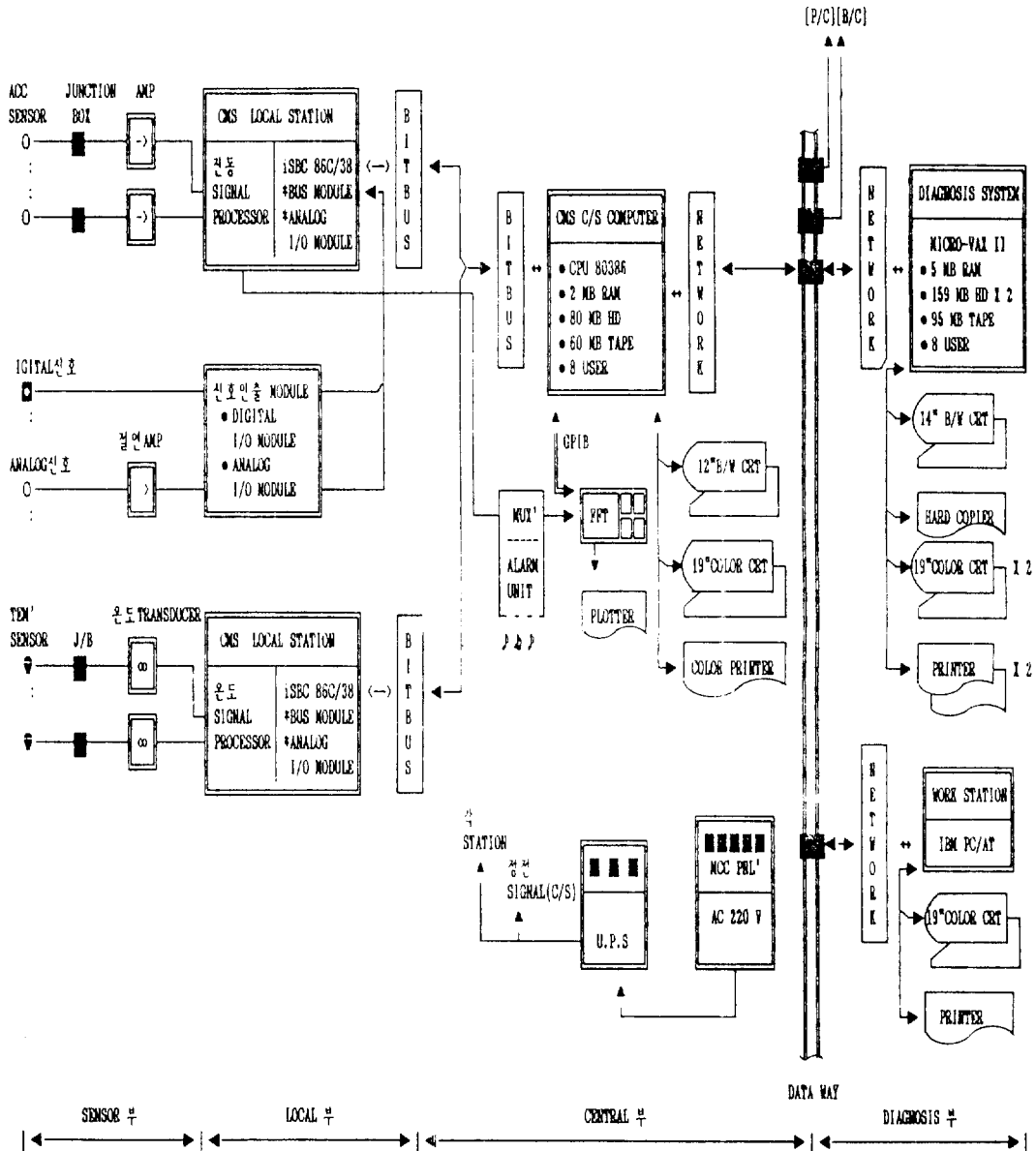


그림 1 CMS 시스템

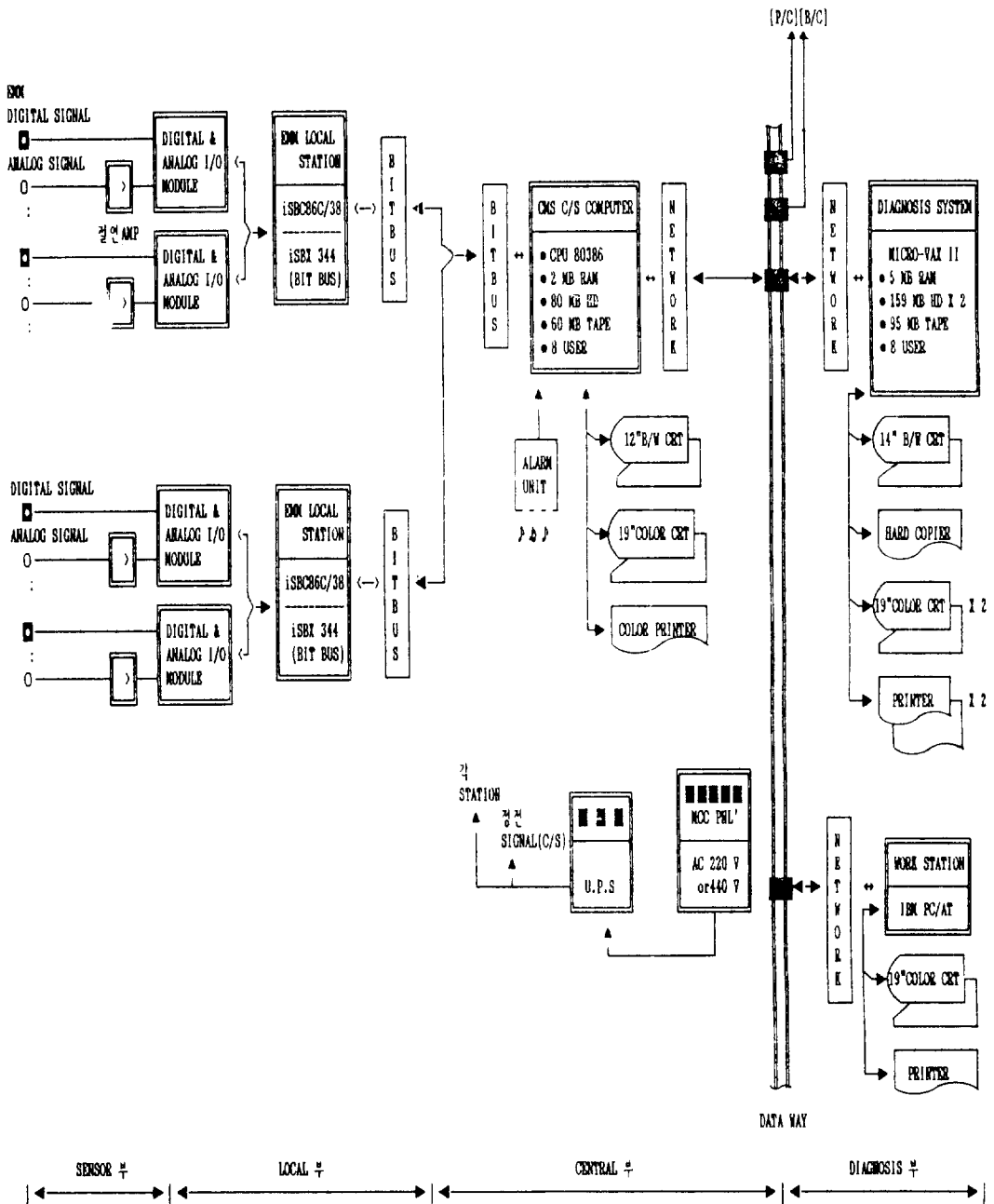


그림 2 EMM 시스템

생시 고장신호를 Central Station으로 전송하며, Real-time으로 고장신호의 Priority를 적용하여 고장 점을 파악하며, Analog 신호의 경향관리 Graphic을 통하여 고장원인분석을 행하게 된다(그림 2).

5. 기본 설계 Data

- CMS
- Acc O/A (10Hz-40kHz)

현재 가속도 SENSOR에서 측정되어진 가속도 값을 ACC(m/sec²)이라고 하면,

$$ACC\ O/A = \sqrt{1/T \int (ACC)^2 dt} \quad (T = \text{측정주기} = 0.6\text{sec})$$

- ACC RMS (1KHz—40KHz)
ACC O/A에 대해 HIGH PASS FILTER를 통과한 값의 RMS값이다.

$$ACC\ RMS = \sqrt{1/T \int (ACC)^2 dt} \quad (T = \text{측정주기} = 0.6\text{sec})$$

- ACC PEAK (1KHz—40KHz)
ACC RMS에 대한 신호의 순시 PEAK값이다.
- VEL RMS (10Hz—1KHz)
ACC O/A에 대해 LOW PASS FILTER를 통과한 값에 대해 유효하다.

$$VEL = \int ACC dt$$

$$VEL\ RMS = \sqrt{1/T \int (VEL)^2 dt}$$

- DIS PEAK (10Hz—250Hz)
VEL에 대해 LOW PASS FILTER를 통과한 값을 적절한 변위값의 순시 PEAK-PEAK값이다.
- 온도 (0°C—500°C)
측은 저항체의 출력 PORT에서의 순시치 측정
- 진동 MODE의 측정범위

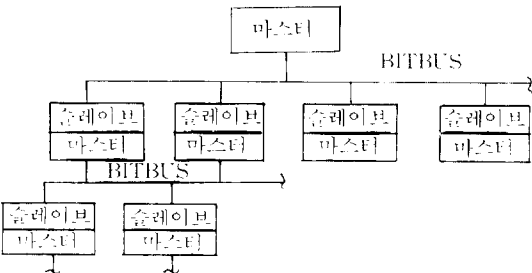
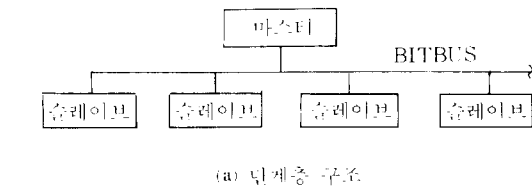


그림 1 - 3. BITBUS 시스템의 계층구조

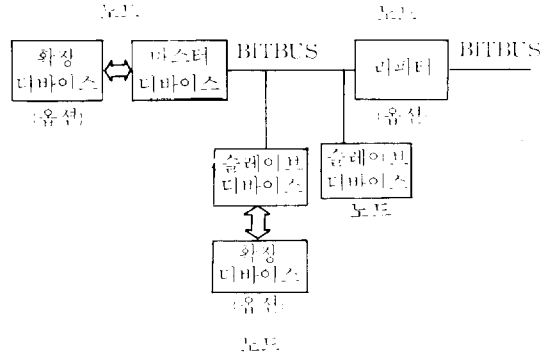


그림 1 - 4. BITBUS 시스템의 구성요소

표 1. BITBUS 인터페이스의 표준규격

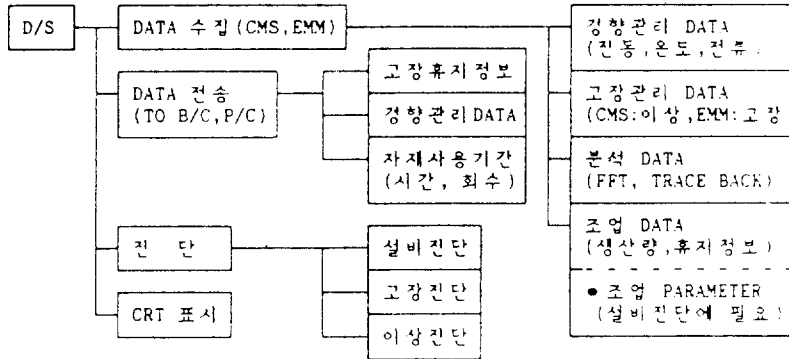
항 목	규 격
전기적 전송특성	RS-485
케이블	10-Conductor flat ribbon, 1 to 2 wire twisted pair
백플레인 코넥터	64핀 표준 DIN
제어보드의 형태	Single-height, Double-depth Eurocard
데이터 링크 컨트롤	Synchronous
데이터 전송 속도	62.5kband, 375band, 2.4Mband
메시지 포맷	Command/response/Status의 형태로 iDCX포맷과 유사
통신방식	반이중방식
최대 수용 노드 수	세그먼트당 28노드(250노드)
최대 세그먼트 수	9 세그먼트(with repeater)
최대 허용거리	세그먼트당 13.2km
OS	iRMX 86, 88, 286R 과 ISIS (iPDS 경우에 만), MS-DOS (IBM PC XT/AT의 경우)

- MODE 1 ACC(O/A) (10Hz—40KHz)
- MODE 2 ACC(RMS) (1KHz—40KHz)
- MODE 3 ACC(PEAK) (1KHz—40KHz)
- MODE 4 VEL(RMS) (10Hz—1KHz)
- MODE 5 DIS(PEAK) (10Hz—250Hz)

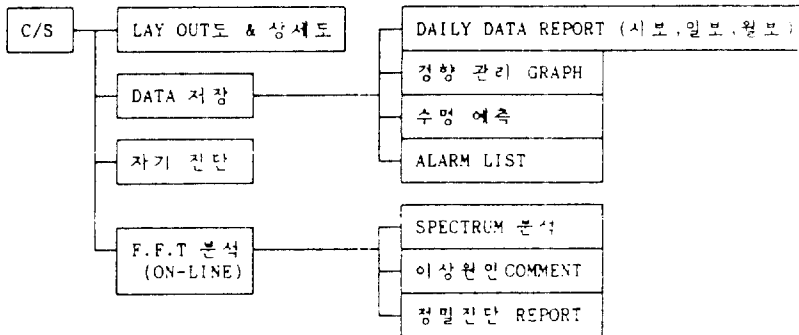
• 각 MODE의 진단 항목
본 시스템에서는 MODE 2 및 MODE 3의 경향관리에 특히 주의할 필요가 있다.

표 2. 진단시스템의 기능

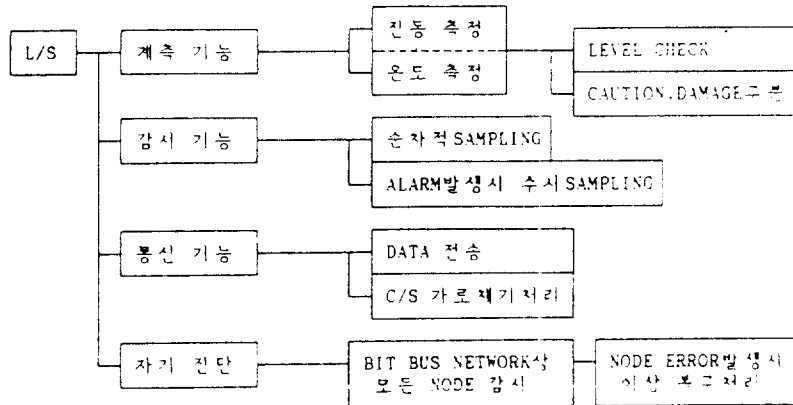
● DIAGNOSIS 기능



● CENTRAL STATION 기능



● LOCAL STATION 기능



1) MODE 1은 종합적인 기계의 상태를 감시하는 것이 가능하다.

2) MODE 2와 동종의 관리에는 주의가 필요하다.

3) MODE 3은 기계의 순간적인 충격을 검출할 경우가 있을때 유효하며 값의 산포율이 커지게 되면 경향관리가 곤란하다.

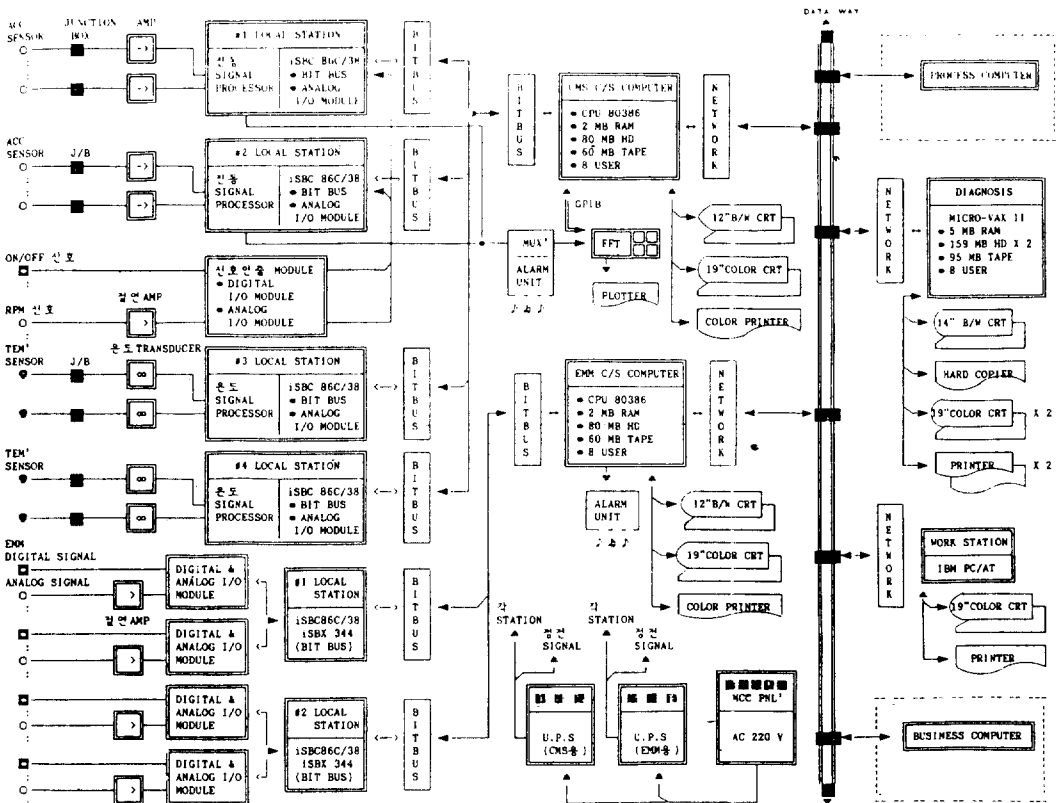
4) MODE 4 및 MODE 5는 저주파진동(1KHz이하)을 발생시키는 이상의 검출에 유효하므로 경향관

리에는 주의가 필요하다.

-EMM

DATA로 Digital Signal과 Analog Signal의 실제치를 INPUT한다. 전류및 전류량인 Analog Signal은 ISOLATION AMP를 이용하여 순간적인 값을 받아 RMS를 사용하여 실효값으로 하고 FILTER를 거쳐 평균값으로 처리후 A/D CONVERTER로써 DIGITAL SIGNAL로 변환하여 BIT-BUS를 통해

표 3. 제강 공장 C.M.S & E.M.M BLOCK DIAGRAM



DATA를 읽어 들일수 있도록 한다.

RMS의 실효값은

$$RMS = \sqrt{1/T \int X^2(t) dt} \quad (\text{단, } X \text{는 순시값, } t \text{는 주 기})$$

따라서 전류신호를 DATA값으로 만들어 낼수 있다.

DATA SAMPLING에 대한 처리속도를 빠르게 하기 위하여 ANALOG UNIT쪽에 전담 I/O CONTROLLER를 설치한다.

DIGITAL인 경우 LOCAL의 REMOTE기능을 통해 INTERRUPT 방식으로 SIGNAL을 REAL TIME처리 한다.

6. 분산제어용 직렬 인터페이스

실시간 처리를 위한 시스템 구축에 있어서 가장 중요한 것이 인터페이스 방식의 선택이다. 본 시스템은 Intel사에서 1984년 초 개발된 직렬제어버스인

BIT BUS를 사용했다.

BIT BUS의 구성은 마스터로 다수의 슬레이브와 통신할 수 있는 고속 직렬제어버스로서, 계층적 구조를 취하기 때문에 공장등과 같은 분산된 지역에 있어서 공정제어라든가 데이터인식 및 제어, 로봇릭스 등의 응용에 매우 적합하게 되어 있다. 따라서 본 시스템은 LOCAL과 CENTRAL간, REMOTE와 LOCAL간을 BIT BUS로 처리하였다. (그림 3. 4. 표 1)

설비상에 있는 진동, 온도 센서의 데이터와 전력 계통, 공정 Fault발생시 신호를 LOCAL STATION (L/S)에서 읽어들이어 데이터의 LEVEL CHECK 및 DN보정을 하고, Fault신호는 Priority를 적용하며, Bit-BUS를 통하여 CENTRAL STATION(C/S)으로 즉시 MESSAGE를 전송한다. 이때 모든 처리는 REAL TIME으로 한다. 또한 해당설비의 화면색을 변화시키고, ALARM을 발생한다. 설비상태의 상시 감시와 FFT등을 이용한 정밀진단을 수행하고, NET WORK를 이용하여 DIAGNOSIS SYSTEM

(D/S)에 각종 데이터가 수집되어 진단장치의 통합 관리를 하게 된다.

—CMS 기본 기능

- SYSTEM LAYOUT 및 상세 구분도 표시
- 검출 DATA에 대한 REPORTING(온도 및 진동)
 - 1) 1회 측정 DATA
 - 2) 시보
 - 3) 일보
 - 4) 월보
- 검출 DATA에 대한 각 SENSOR별 경향 GRAPH 출력
- 수명예측
- ALARM DATA의 출력
- 자기진단
- USER와 SYSTEM의 COMMUNICATION
- UTILITY
- 정밀진단의 이상원인 COMMENT 제공

—EMM 기본 기능

- Fault check flow
- Real-time processing

- Reporting(auto-display)
- History trend
- Graphic display

7. 앞으로의 전망

본 시스템은 상태와 감시에 대한 실시간처리로 현재까지 제철소 시스템도입중 가장 강력한 시스템이다. 그러나 이러한 시스템을 도입하는데 있어서 개선되어야할 문제점이 있다. 우선 사용자는 현재의 공정상태를 알고 있고 시스템을 개발하는 쪽은 현장 조사를 한다고 하지만 그래도 많은 차이가 나타난다. 그러므로 시스템 개발하는 쪽과 사용자측이 좀 더 많은 정보를 교환하고 MAIN 설비 공급사측으로부터 각 설비에 대한 특성을 공개시켜 준다면, 이러한 시스템은 한차원 높은 이상적인 설비진단시스템이 되리라 본다. 공장 설비 도입 단계 이전에 각 설비에 대한 특정조사와 조업 Process의 구성, 정비, 생산계획 등 모든 정보를 수집하여 진단시스템에 제공한다면 좀더 다양한 기능과 계측기술을 발전시켜 AI SYSTEM구축에 한발 다가설 수 있으리라 본다.