

발전소 석탄공급 설비의 계장제어 시스템 개발

"Development of I & C System for the Coal Feeder
of Coal Firing Plant"

(최종보고서)

MASTER

1995. 5

DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS UNLIMITED
FOREIGN SALES PROHIBITED RB



한국전력공사
기술연구원

DISCLAIMER

**Portions of this document may be illegible
in electronic image products. Images are
produced from the best available original
document.**

제 출 문

한국전력공사 기술연구원장 귀하

본 보고서를 “발전소 석탄공급 설비의 계장제어 시스템 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

1995. 5.

한국전력공사 기술연구원

책임연구원 김택수

책임연구원 송성일

선임연구원 박찬호

선임연구원 이성철

일반연구원 오욱

삼천포 화력 제1발전소

부장 신상철

과장 김춘성

직원 박원정

기초전력공학 공동연구소

책임연구원 권옥현

연구원 이준화

연구원 김용호

연구원 김명준

연구원 이재원

연구원 박창두

연구원 김재선

연구원 이재경

연구원 김진태

기 초 전 력 공 학 공 동 연 구 소

요 약 문

1. 과제명

발전소 석탄공급 설비의 계장제어 시스템 개발

2. 연구개발 목적 및 필요성

발전소 석탄공급설비(COAL FEEDER)는 석탄을 출력변동에 따라 적정하게 보일러에 공급하기 위하여 완전 자동화된 계장제어 시스템이 각 석탄 분쇄기(MILL)마다 설치되어 있으며, 삼천포 1, 2호기의 경우 6기중 5기가 상시운전되어 보일러 연소상태, 증기온도, 압력 등이 본 설비의 성능에 따라 크게 좌우되는 매우 중요한 설비이다.

삼천포 제1, 2호기 석탄공급설비의 계장제어 시스템은 미국 MERRICK사 제품으로 약 10년간 운전됨에 따라 석탄분진, 진동, 고온 등으로 인하여 경년열화되어 '91년 14건, '92년 20건, '93년 7월까지 11건 등 고장이 빈번하게 발생하고 있다. 이로 인하여 정비요원들이 수시로 심야에 비상동원되는 사례가 있다.

또한 동설비의 제작사에서 이미 제작중단된 품목으로써 SPARE PART 확보가 어렵고 연소의 불안정, 온도의 불평형, 압력의 수시 과다 상승 등 보일러의 정상운전에 많은 지장을 초래하고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 삼천포화력 계측제어부에서 제안된 과제로써 현재 ANALOG로 구성되어 있는 제어계통을 최신 DIGITAL SYSTEM으로 H/W와 S/W를 개발 및 보강개선하여 현장에 적용함으로써 고장이 없는 시스템 운전을 기하고자 한다.

3. 연구개발 범위 및 내용

삼천포 화력발전소에 설치되어 있는 KECC(KEPCO Coal Feeder Controller)는 weight, speed, boiler demand의 신호를 입력 받아 feeder의 speed를

제어하고 계량된 coal의 량을 display하며 배전반에서 auto 및 manual 운전을 하여 coal flow를 제어하므로써 hopper안의 coal을 feeder를 통해 미분기로 전달하는 중요한 설비이다.

70년대의 analog 방식은 복잡한 구성에 비하여 성능과 기능이 단순하여 이미 제작사측에서 생산중단된 구형의 모델로서 유지보수면에 어려움이 있으며 안전운전에 지장을 줄 수 있다.

이에 기존의 coal feeder controller 기능을 모두 갖추고 있으며 최신 digital 기술을 이용하여 기능을 향상시킨 새로운 coal feeder controller를 국내에서 개발하고자 한다. 그러므로 해서 발전 설비의 국내 기술 향상과 유지보수면의 안전성 및 발전설비의 안전운전에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

연구개발 내용 및 범위를 요약하면 다음과 같다.

1) 속도센서의 연구

- 기존 시스템의 문제점 파악 및 해결
- 속도 검출 방안 연구 및 실험
 - . ROTARY ENCORDER의 검출원리
 - . RESOLVER의 검출 원리 분석
 - . ENVIRONMENTAL CONDITION 비교 분석
 - . RESOLVER의 특성 TEST

2) 시스템 기능 및 구성

- Analog part와 digital part의 분리
- 입력 및 출력의 기능을 개별 card로 분리
- Speed pick up을 기존의 encorder에서 resolver로 교체하여 정밀성을 향상 시킴
- 처리할 수 있는 analog 및 digital 입출력 용량을 사용 channel보다 잉여분을 더 마련함으로써 차후 기능 보완에 대한 대책 마련

- CPU board에 장착된 RS 232C port를 통한 운전상태 monitoring 기능 추가
- Main panel과 local panel를 분리함으로써 운전원이 한곳에서 6대 전체의 운전 상태를 파악

3) MICRO-PROCESSOR를 채용한 고신뢰성 석탄공급설비 제장제어 시스템 국산화 개발 - 삼천포 화력 제1호기(혹은 2호기)에 적용

4) 속도센서 및 방진시스템 개발

- 2~8 rpm 저속 속도검출방법을 치차형에서 방폭, 방진형인 Resolver로 개선

5) 석탄의 불규칙낙하에 따른 Hunting 방지 제어 시스템 개발

6) Digital System 만이 가능한 자기 고장진단 프로그램 개발

상기의 기능을 추가 및 개선함으로써 차후 제어기의 기능 보완 및 개선 필요시 내부 S/W 변경 및 외부 wiring의 수정이 가능하도록 설계한다.

4. 연구개발 결과 및 문제점 보완

'94.9월 1차 시제품이 삼천포 화력 본부 COAL FEEDER #1-E에 적용되어 '95.4월 까지 8개월 가량 신 시스템에 대하여 신뢰성 테스트 및 설비 교체에 따라 발생 가능한 여러 문제점에 관하여 관찰되었다.

이 기간동안 발생한 몇가지 문제점에 대해서는 철저한 분석과 보완으로 완제품 제작에 만전을 기하였다.

또한 기존 설비의 최대 난점인 진동과 석탄 분진에 관한 해결책으로 기존설비의 개념을 탈피하여 석탄 운반기 옆에 같이 설치되어 있던 6대의 MAIN CONTROL PART를 냉방기가 설치되어 있는 밀폐된 공간에 하나의 CABINET에 설치하여 항상 쾌적한 상태를 유지 하도록 하여 신뢰성 향상에 만전을 기하였으며

LOCAL에서도 한곳에서 6대의 운전 상태를 파악 할수 있게 하였다.

기존의 설비와는 달리 신설비에서는 설비 교정시 모든 내용을(SPEED, WEIGHT) S/W 적으로 수정 하여야 하기 때문에 보수원이 현장에서 설비를 보수하기가 어려운 상태로 제작되었다.

시제품의 이런 불합리 한 점을 완제품에서는 완전히 보완하여 PANEL 표면에 부착된 INDICATER의 지시값을 주시하며 DIGITAL SWITCH를 조작하여 쉽게 교정을 할수 있도록 하였다.

또한 설비교정시 분리 해야 했던 배선도 절체SWITCH를 부착하여 조작을 수월하게 하였으며 SIGNAL GENERATOR를 내부에 부착하여 별도의 장비없이 교정을 할수 있도록 하였다.

'95.4 부터 '95.6.까지 위와 같은 방법으로 COAL FEEDER #1-C,E를 적용하여 정상 운전 중이며 '95.9-10 까지 나머지 4대를 모두 적용할 계획이다.

SUMMARY

1. Subject

Development of Instrumentation and Control System to the Thermal Power Plant Coal-Feeder System

2. Objectives and Necessities of the Study

A Coal-Feeder system in the thermal power plant supplies pulverized coal to the boiler burner in order to follow boiler load demand changes adequately.

As boiler combustion, steam pressure & temperature's are largely depend on this fertility, fully automated control systems are used with each Coal-Feeder pulverizing Mill.

Coal-Feeder control systems of Samchonpo Unit #1 and #2 are set by Merrick Co. in U.S.A. and are being operated 5 systems out of 6 per Unit usually.

Because of Operation for for 10 years, aging, coal particle, vibration and high-temperature cause a lot of troubles recently, it was reported that 14 trouble cases in '91, 20s in '92, 11s until Jul. '93.

Moreover as maker stops production of this model, shortage of spare parts akes it difficult to maintain the control system.

So unstable combustion, temperature unbalance, irregular over- pressure's are frequently occurred in this Coal-Feeder control system.

This motivates this project which proposes new system based on

digital technologies replacing conventional analog systems and aims final fault-free operation.

3. Contents and Scope of the Study

KECC(Kepco Coal-feeder Control system) in Samchonpo plant receives coal weight, conveyor speed and boiler demand signals. It controls coal flow by generating speed signal of feeder which conveys coal in hopper to pulverizer, displaying measured coal quantity and providing local Auto/Manual manipulator.

R & D contents are abbreviated as follows:

- 1) speed sensing research
 - analysis of present sensing system problems
 - sensing scheme research
 - i) rotary encoder method
 - ii) speed resolver method
 - iii) environmental comparison of the two methods
 - 2) development of anti-vibration speed sensing system
 - low speed(2 ~ 8 rpm) sensing utilizing anti-vibration, anti-dust resolver
 - 3) system function and structure
 - analog/digital part separation
 - input/output card separation
 - speed pickup change: resolver adaption
 - increase of spare I/O channels
 - operation monitoring through CPU communication port
-

- aparting main panel from local panel :
supervising whole 6 local controllers at main site

- 4) development of highly-reliable Coal-Feeder Instrumentaion and Control System using microprocessor technowledge.
- 5) development of anti-hunting algorithm
preventing irregular coal drop hunting
- 6) self-diagnostic function unique to digital system

4. Results and System Complements

Sample control system is test-operated to Samchonpo Coal-Feeder #1-E from Sep. '94 to Apr. '95 for about 8 months. During this time new system is observed for environmental reliablity and trouble shooting. Some exposed problems are carefully studied and fixed to make more perfect final system.

Also instcad of placing individual control unit beside the local Mills, 6 respective control units are concentrated into One-Rack system and installed in air-conditioned room to prevent vibration and dust problems and enhance system reliability at the same time. This makes it possible to monitor whole 6 control units.

System setting is made by S/W change or manipulating digital switch in local panel watching digital indicators. Wiring switch is provided to ease system maintenance that needs wiring seperation, and internal reference signal generator also to compensate local signal equipments.

Coal-Feeder #1-C,E control system was installed and have been being operated successfully from Apr. '95 to Jun. '95. It is planned to apply new

control system to the rest remaining 4 Coal-Feeder Mills.

Existing hard-wired analog control systems are non-flexible and provide only simple control functions. Moreover it is old model that makes it difficult to get spare parts, that must result in maintenance problems and effects safe-operation.

Newly designed controller system enhances functions including all of the old system's, utilizing modern digital control technology. It is expected that this system may increase maintenance safety and make efficient operation possible, also contribute to upgrade power plant technology in Korea, too.

목 차

1. 서론	5
2. 속도 센서의 연구	
2-1 속도 센서의 설정	6
2-1-1 기존 설비의 문제점	6
2-1-2 문제점 해결 방안	6
2-1-3 속도 검출방안 연구및 실험	6
2-1-3-1 ROTARY ENCODER의 검출원리	6
2-1-3-2 RESOLVER의 검출 원리	7
2-1-3-3 ENVIRONMENTAL CONDITION 비교	7
2-1-3-4 RESOLVER의 특성 TEST	8
2-2 속도 센서의 이중화 기술 개발	15
2-2-1 속도 센서의 이중화 구성	15
2-2-2 속도 센서의 부착 방법	15
2-2-3 속도 센서의 부착 부위	17
2-3 진동 흡수 설계	18
2-3-1 RESOLVER의 조립도	19
3. 시스템의 기능및 구성	
3-1 전체적인 기능	20
3-2 KECC 장치의 개요	21
3-3 KECC 장치의 전체 구성	22
3-3-1 MAIN CONTROL PART	23
3-3-2 DC전원 공급 장치	23
3-3-3 MOTOR DRIVER	24
3-3-4 SEQUENCE PART	24
4. KECC장치의 외관	
4-1 KECC의 외관	26
4-2 전면부	27
4-3 MAIN CONTROL RACK	28
4-4 POWER SUPPLY	29
4-5 MAIN MARSHAL RACK 내부 구조	30

5. KECC설비의 각 PART 개요

5-1 MAIN CONTROL PART의 구성	31
5-1-1 CPU BOARD	31
5-1-2 ANALOG INPUT BOARD	32
5-1-3 ANALOG OUTPUT BOARD	32
5-1-4 DIGITAL INPUT BOARD	32
5-1-5 DIGITAL OUTPUT BOARD	32
5-2 POWER SUPPLY	32
5-3 MOTOR DRIVER	32
5-4 SYSTEM 기구 규격	33
5-4-1 함체	33
5-4-2 SUBRACK	33

6. 입력및 출력 신호

6-1 입력 신호	34
6-1-1 MASTER RATE INPUT(BOILER DEMAND)	34
6-1-2 LOAD CELL SIGNAL INPUT	34
6-1-3 RESOLVER INPUT SIGNAL	35
6-2 출력 신호	35
6-2-1 RATE(COAL FLOW) OUTPUT	35
6-2-2 TOTAL WEIGHT	36
6-2-3 DC MOTOR CONTROL	37

7. 각 BOARD에 대한 설명

7-1 CPU BOARD	38
7-1-1 일반 사양	38
7-1-2 구성	38
7-1-3 기능	45
7-2 ANALOG INPUT BOARD(AI)	48
7-2-1 기능	48
7-2-2 AI B'D의 일반 사양및 특징	48
7-2-3 VME INTERFACE	49
7-2-4 AI B'D의 블록 다이어그램	50
7-2-5 AI B'D의 기능 설명	51
7-3 ANALOG OUTPUT BOARD(AO)	58
7-3-1 기능	58

7-3-2 AO B'D 의 일반사양및 특징 -----	58
7-3-3 VME INTERFACE -----	58
7-3-4 AO B'D의 블록 다이어그램 -----	59
7-3-5 AO B'D의 VME INTERFACE 방법 -----	60
7-3-6 D/A 변환부 -----	60
7-4 DIGITAL INPUT BOARD(DI) -----	61
7-4-1 DI B'D의 일반사양 -----	61
7-4-2 DI B'D의 블록다이어그램 -----	62
7-4-3 DI B'D의 기능 설명 -----	63
7-4-3 DI B'D의 설명 -----	64
7-5 DIGITAL OUTPUT BOARD(DO) -----	67
7-5-1 DI B'D의 일반사양 -----	67
7-5-2 VME INTERFACE -----	67
7-5-3 DI B'D의 블록다이어그램 -----	67
7-5-4 DIGITAL 출력 -----	68
7-5-5 POWER -----	68
7-6 RESOLVER CONVERTER BOARD(RD) -----	69
7-6-1 일반사양 -----	69
7-6-2 블록다이어그램 -----	70
7-6-3 VME INTERFACE -----	70
7-6-4 기능설명 -----	70
7-7 DIGITAL OUTPUT CONNECTION BOARD -----	71
7-7-1 일반사양 -----	71
7-7-2 블록다이어그램 -----	71
8. 소프트웨어 설명	
8-1 RATE의 선정 -----	72
8-2 SPEED의 선정 -----	73
8-3 순서도 -----	74
9. SEQUENCE 설명	
9-1 SEQUENCE 전체구성도 -----	84
9-2 MAIN CONTROL PANEL 구성 -----	84
9-2-1 BOARD UNIT 구성 -----	84
9-2-2 POWER SUPPLY UNIT의 구성 -----	86
9-2-2 POWER SUPPLY 결선도 -----	87
9-3 MAIN CONTROL PANEL 내부구성 -----	88
9-4 MAIN MARSHAL PANEL 구성 -----	89
9-4-1 DC MOTOR DRIVER -----	89

9-4-2 DIGITAL OUTPUT BOARD -----	93
9-4-3 ANALOG INPUT SIGNAL CONDITIONING BOARD ----	93
9-4-4 ISOLATOR CONVERTER -----	94
9-4-5 Main Marshal Panel 외관도 -----	95
9-5 사용 전압 -----	97
9-6 115V 전기자재 사양 -----	98
9-6-1 Fuse(정격전압 600V) -----	98
9-6-2 RELAY -----	98
9-6-3 WIRE -----	98
9-6-4 TIMER -----	99
9-6-5 AR RELAY -----	99
9-6-6 FM RELAY -----	99
9-6-7 FS RELAY -----	99
9-6-8 R2,R3 RELAY -----	99
9-6-9 FR RELAY -----	100
9-6-10 R4,R5,R6 RELAY -----	100
9-6-11 R8 RELAY -----	100
9-6-12 FC2 RELAY -----	100

10. 현장 시운전 및 결과

10-1 1차 시제품 설치 및 시운전 -----	101
10-1-1 1차 시제품 설치시 발생한 문제점 -----	101
10-1-2 SPEED PICK UP의 문제점 -----	102
10-1-3 응동 TEST시 기록 -----	104
10-1-4 정상 운전시 기록(AUTO 운전) -----	105
10-2 2차 시제품 설치 및 시운전 -----	106
10-2-1 2차 시제품의 설치구조 변경 -----	107
10-3 1차 시제품 설치후 문제점 보완 -----	108
10-3-1 WEIGHT 입력 신호에서 발생한 문제점 -----	108
10-3-2 WEIGHT 입력에 대한 H/W적 조치 -----	108
10-3-3 신설비의 SPEED PICK-UP SENSOR의 문제점 발생 ----	109
10-3-4 2차 시제품의 응동 TEST 기록 -----	111
10-3-5 2차 시제품의 정상 운전 기록 -----	112
10-4 2차 시제품 설치후 문제점 보완 -----	113

11. 결론 -----114

부 록 -----116

제 1 장 서론

1. 서 론

“발전소 석탄공급 설비의 계장제어 시스템 개발” 연구의 최종보고서에서는 그동안 부분적으로 진행되어온 개발업무와 설치된 시제품의 결과를 종합하여 진행하였으며 기존 설비에서는 사용하지 않는 새로운 speed pick-up 시스템을 실용화하여 개선 설비에 적용하였다. 그리고 이에 수반되었던 여러가지 문제점을 보완·개선하였다.

기존 설비의 speed pick-up part의 진동, 방진문제를 해결하기 위하여 선택된 speed pick-up sensor인 resover를 여러 각도에서 계속 test하여 현장 조건에서 가장 최적의 상태로 제작하였으며 외장 case를 기존 설비와 같은 형식으로 제작하여 탈착이 수월하게 하였다. 또한 온도와 진동에 약한 control part를 별도의 room에 설치하여 냉방 및 방진을 하여 설비의 안전운영에 만전을 기하였다.

Cabinet 내부의 구성상에 있어서 단자대 배열을 기존 system 구조를 우선으로 하여 현장 실무자들이 쉽게 접할 수 있도록 하였다.

Speed pick-up part와 이를 data로 conversion하여 연산처리하는 과정, 그리고 control을 위한 출력 기능, 외부 접점에 의한 sequence 기능들을 종합하여 제품을 제작하였다.

기본 기능과 자체 진단을 위한 보조기능을 수행할 수 있도록 소프트웨어를 개선하였고 또한 시제품을 현장에 적용하였으며 적용 이후 설비교체에 따른 몇가지 문제점을 추가 보완하므로써 설비의 안전운영에 만점을 기하였다.

3차년도에 설치된 완제품 제작에 앞서 현장에 적용된 시제품에 대하여 기능과 견고성에 대한 주시가 계속되고 있으며 그 과정에서 혹시 발생할지 모르는 문제점에 대비하고 있으며 신뢰도 향상을 위하여 현장조건과 비슷한 환경을 구축하여 계속적인 test와 연구가 진행되고 있다.

제 2 장 속도 센서의 연구

2. 속도센서의 연구

2-1. 속도 센서의 설정

2-1-1. 기존 system의 문제점

기존 system에서 사용하고 있는 rotary encoder는 광원을 source로 하여 speed를 pick-up하기 때문에 외부적인 환경에 의해서 영향을 받을 수가 있다.

삼천포 화력의 경우 coal의 분진이 많고 진동이 불규칙적으로 발생되기 때문에 이러한 환경으로 인하여 encoder의 photo cell이 파손될 경우도 있고 speed 검출의 정확도를 유실할 경우가 발생할 수도 있다.

2-1-2. 문제점 해결 방안

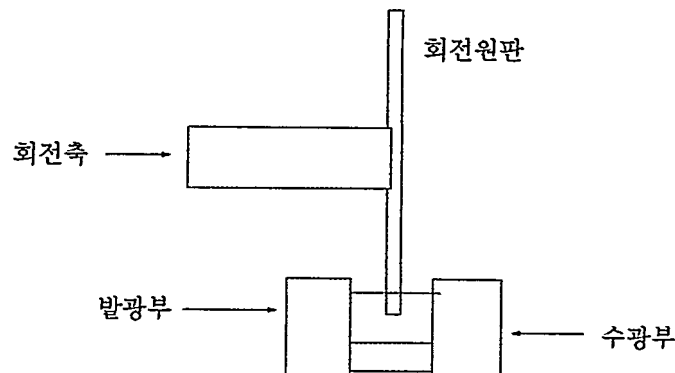
Speed pick-up sensor를 아래와 같은 조건으로 만족하는 sensor로 교체하여야 함.

- 광원을 사용해선 않됨
- 미접촉식
- 불규칙적인 진동에 무관
- 저속에서 응답이 정확해야 함.

2-1-3. 속도 검출 방안 연구 및 실험

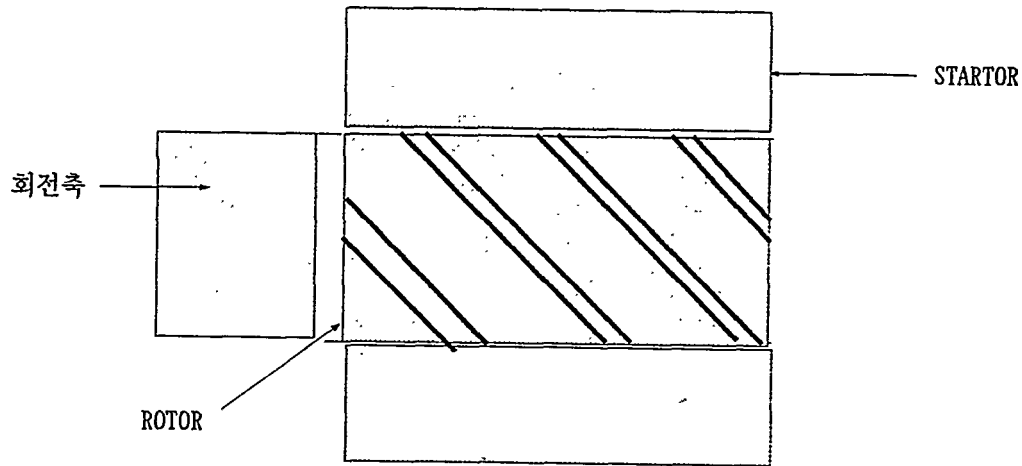
- Rotary encoder와 resolver의 비교

2-1-3-1. Rotary encoder의 검출 원리



발광소자의 발광 면과 광을 받아 신호를 내는 수광소자의 수광 면이 대응하고 있고 그 사이의 공간을 원형의 슬롯판이 회전하면서 광을 차단하거나 통과시킬때 수광소자의 수광량이 변화하는 원리를 이용한다.

2-1-3-2. Resolver 검출 원리



독립된 2개의 coil로 구성되어 있으며 고정된 stator coil 속에서 rotor coil이 회전하면서 SIN파와 COS파를 출력한다. 출력된 파형과 reference 파형을 R/D converting하면 두 파형의 위상차를 digital data velocity signal을 얻을 수 있다. Resolver의 특징은 스타터와 로터가 완전히 분리된 비접촉식이며 저속, 고속에서 응답이 정확하다.

2-1-3-3. Environmental condition 비교

구 분	ROTARY ENCODER	RESOLVER
OPERATION TEM. RANGE	-10℃ to +60℃	-55℃ to +155℃
HUMIDITY TEST		90% at 60℃
VIBRATION TEST	5G(10Hz~200Hz)	15G(10Hz~2000Hz)

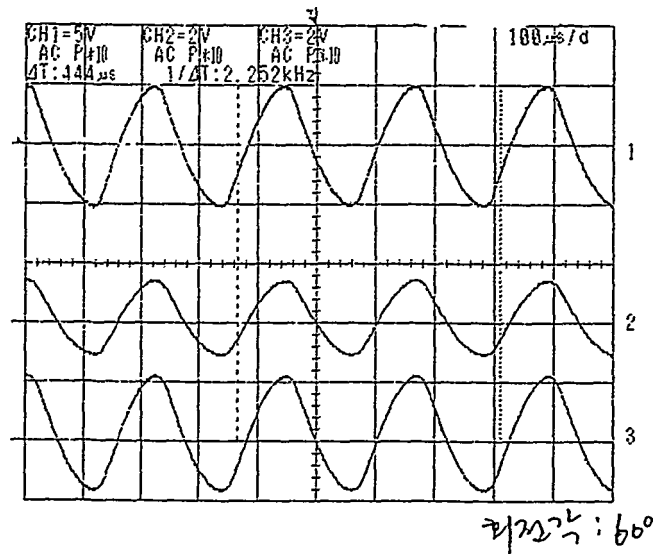
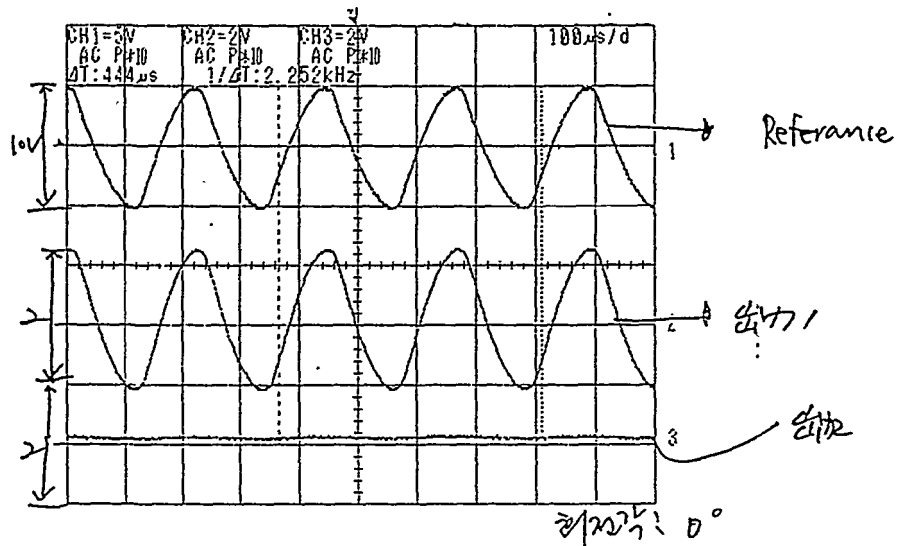
2-1-3-4. Resolver의 특성 test

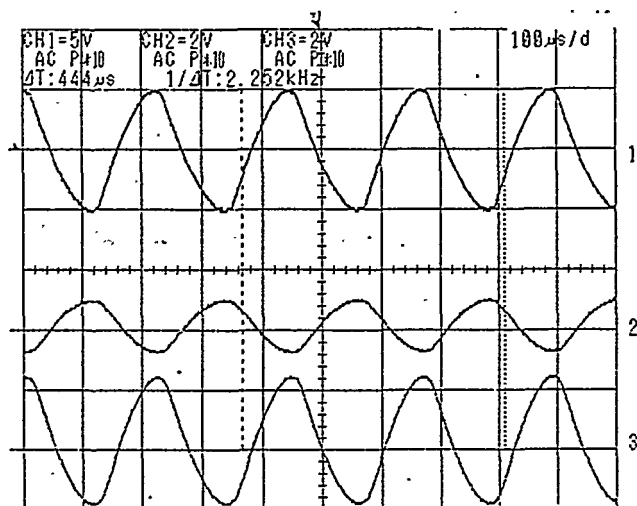
* 회전각에 따른 출력 특성

Test 환경 : Reference voltage : AC 10V

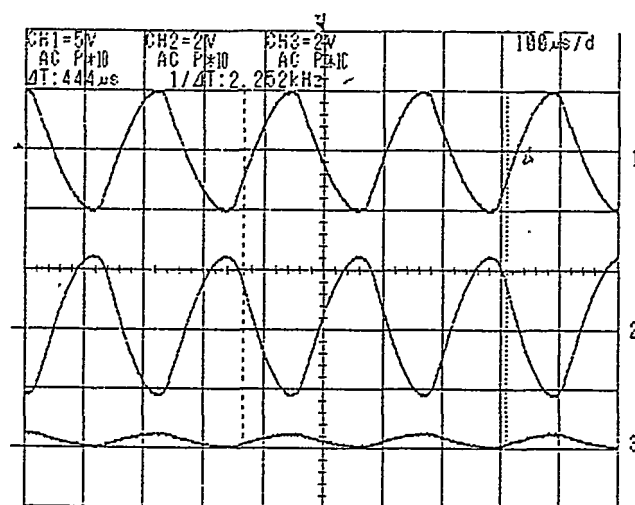
Frequency : 4.7KHz

Time DIV. : 100 μ s

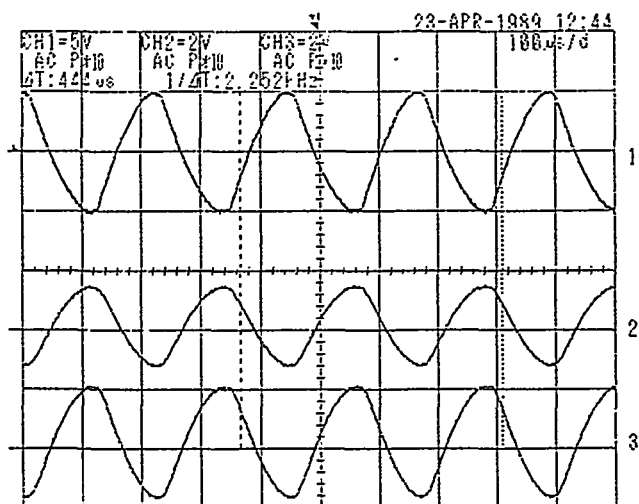




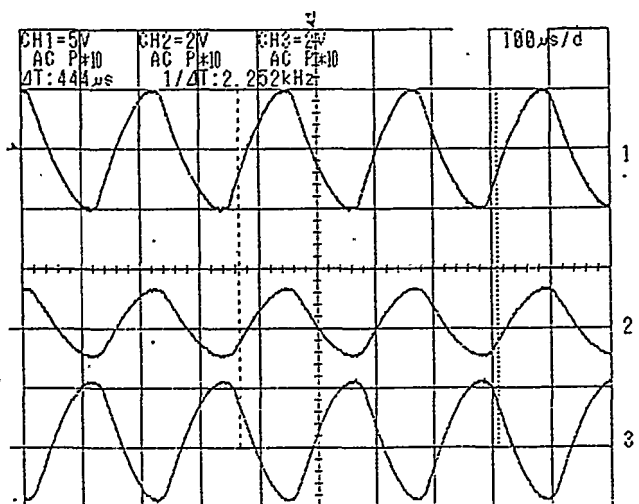
φ₁₂₃ = 120°



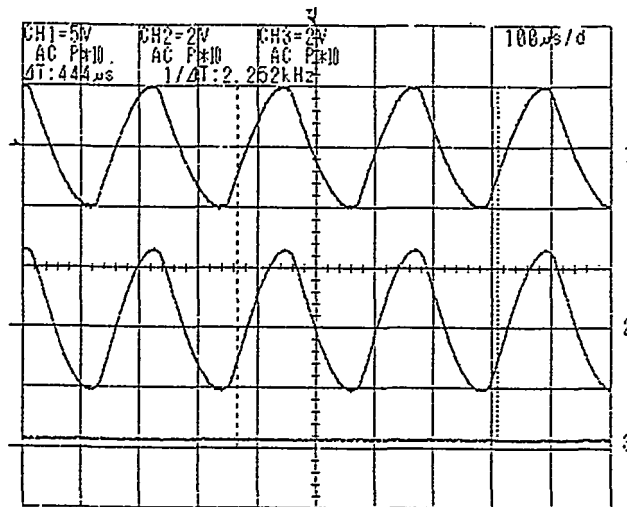
φ₁₂₃ = 180°



위각차: 240°

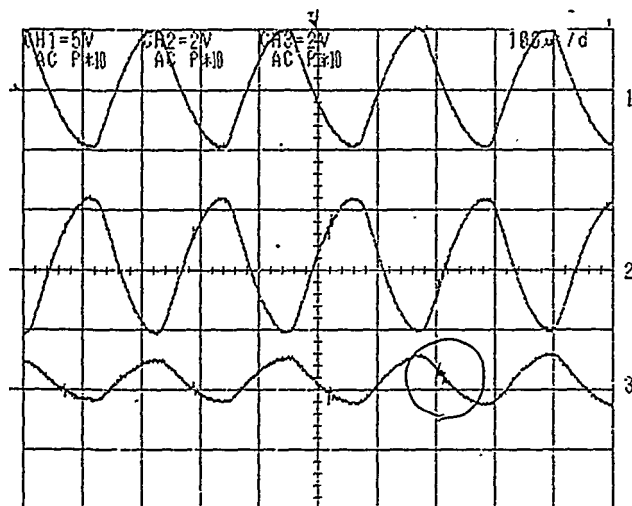


위각차: 700°



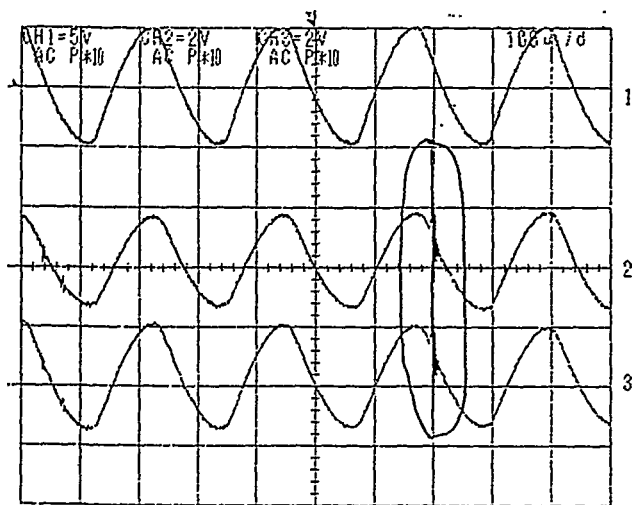
相位: 120°

* NOISE 특성



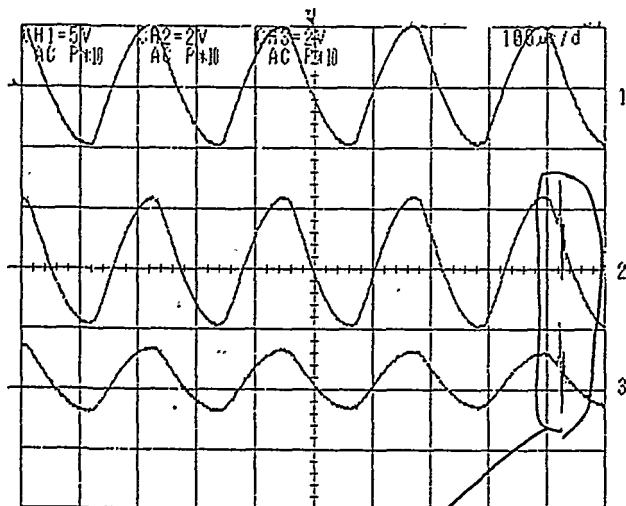
RPM : 1150

FREQUENCY : 4.7KHZ



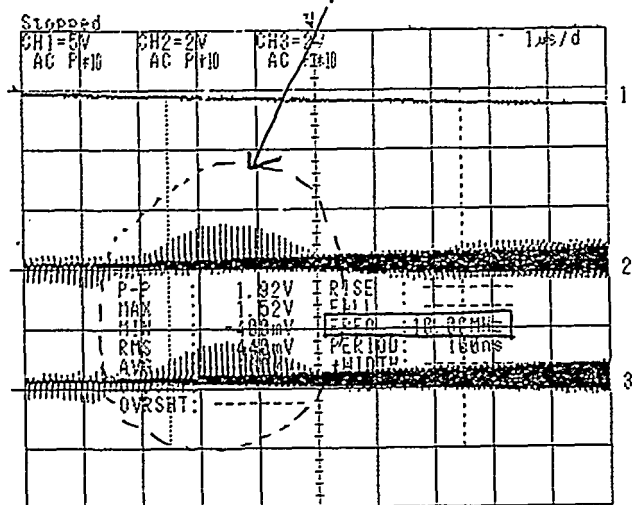
RPM : 500

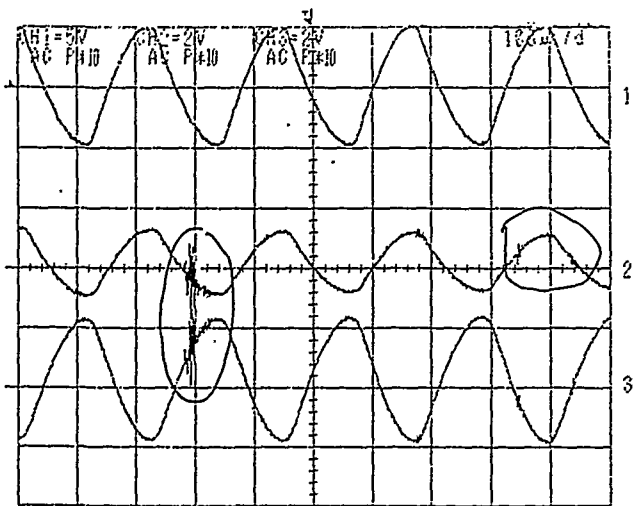
FREQUENCY : 4.7KHZ



RPM : 1750

FREQUENCY : 4,7KHZ





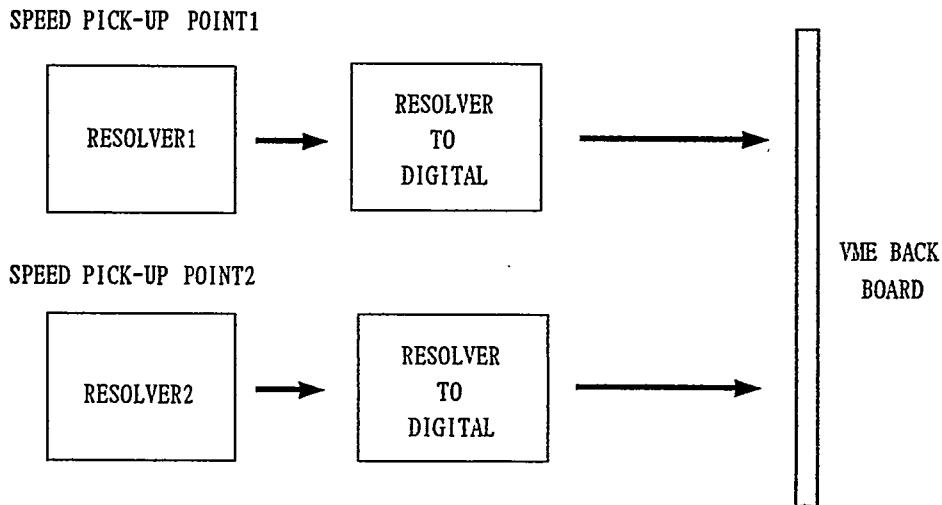
RPM : 300

FREQUENCY : 4.7KHZ

2-2. 속도 센서의 이중화 기술 개발

2-2-1. 속도 센서의 이중화 구성

속도센서의 이중화 구성은 속도 검출 위치를 2곳을 설정하여 구동부의 동력이 belt로 전달되는 과정에서 여러가지 원인으로 인하여 100% 전달되지 못하는 상태를 파악하고 실제적인 belt speed를 검출할 수 있도록 구성한다.



2-2-2. 속도 센서의 부착 방법

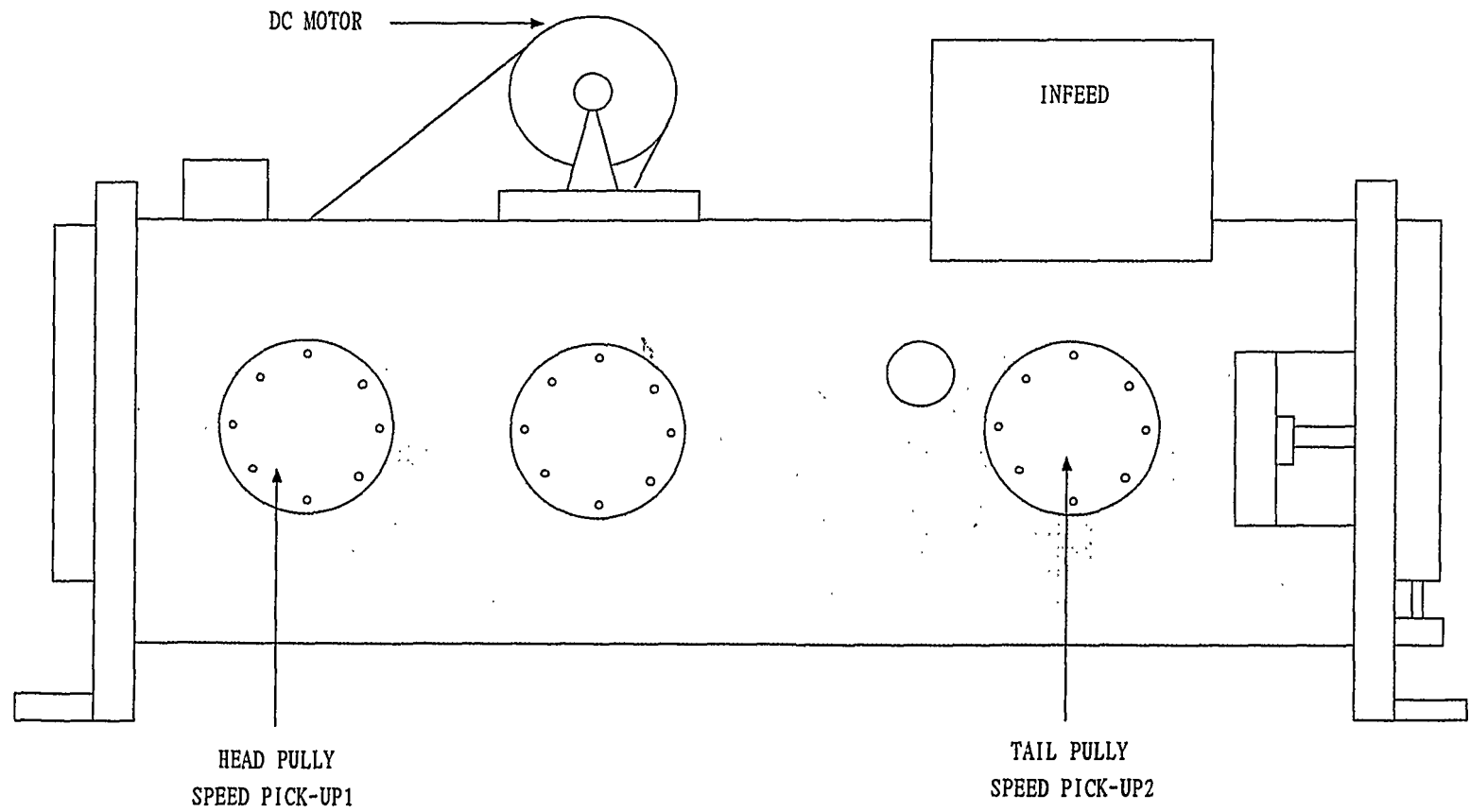
동작중인 belt가 기계적인 원인 또는 belt 자체의 문제로 인하여 belt가 이완되면 head pulley와 tail pulley의 속도 차이가 발생된다.

따라서 속도 검출센서 부착 부위는 동력 발생부와 동력 전달 말단부가 되어야 한다.

하지만 기존 system의 경우 motor 동력이 head pulley로 전달될때 gear에 의한 동력 전달이 아니고 chain에 의한 동력 전달이기 때문에 전달 과정에서 약간의 hunting이 예상되고 motor의 유지 관리 보수면에서

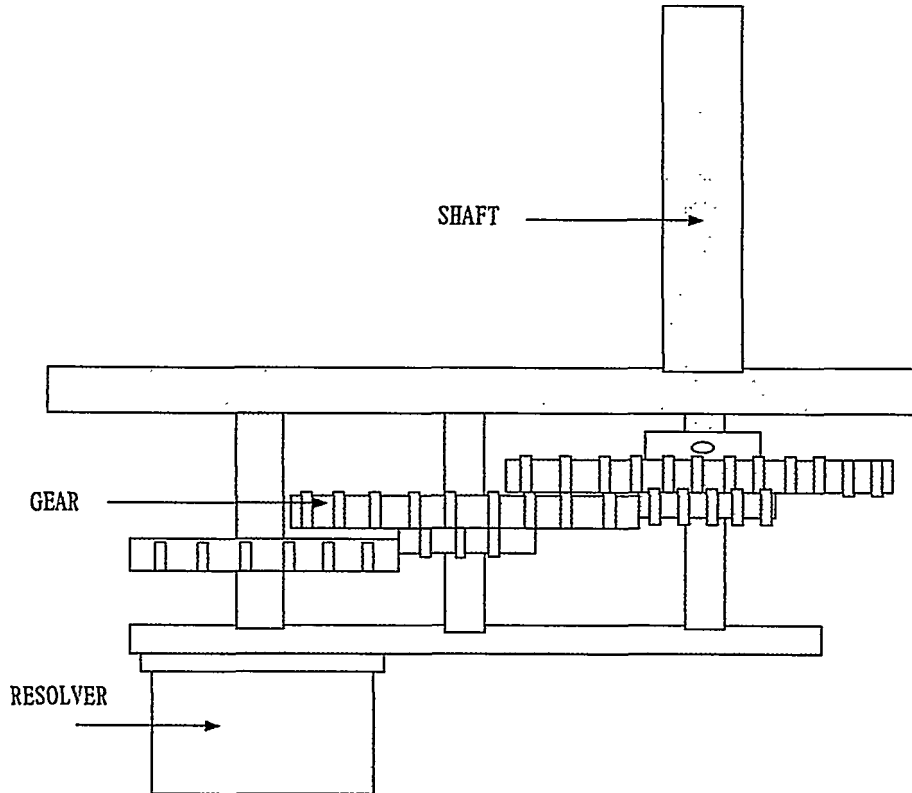
관찰할때 motor에 직접 센서를 취부하는 것은 바람직하지 못하다.
따라서 속도 센서의 부속 부위는 펠트 구동부의 속도와 펠트 말단의
속도를 비교할 수 있도록 head pully와 tail pully에 부착되어야 한다. 속도
센서의 부속 방법은 기존의 방법을 사용하여 기존의 feeder pully의 벨트를
개조 없이 센서의 housing 내부만 개조하므로써 확박이 수월하게 하여야
한다.

2-2-3. 속도 센서의 부착 부위



2-3. 진동 흡수 개선 설계

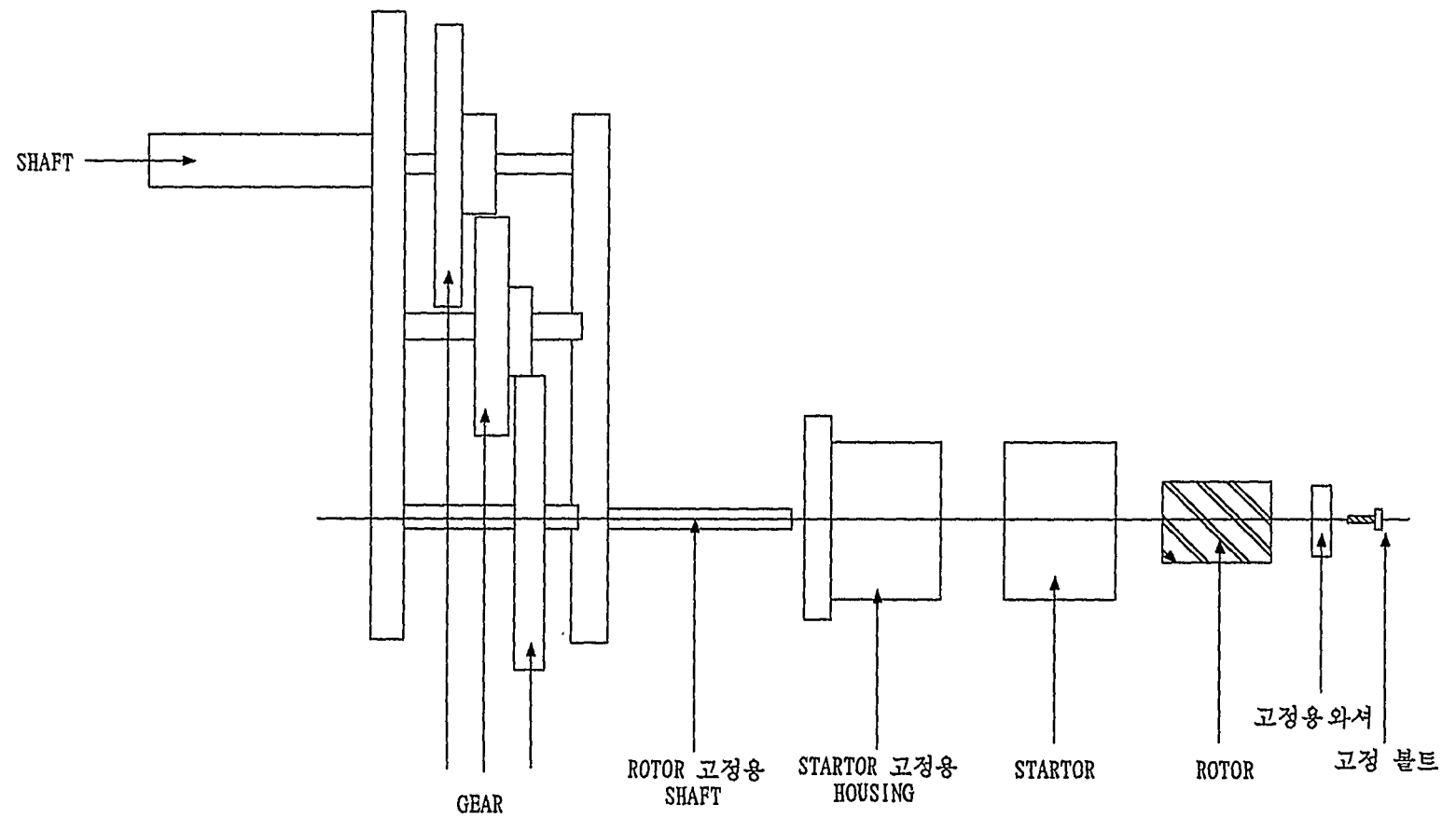
속도센서를 검출방법이 다른 형식으로 선정함에 따라 진동 흡수에 대한 외부적인 설계없이 속도 센서 housing의 내부적인 개조에 의해 진동에 대한 대책을 마련한다.



Resolver 부착 속도 센서 내부 구조

Pully shaft와 resolver의 shaft가 일직선상에 있지 않고 기어로 연결되어 있기 때문에 pulley와 속도 센서사이의 진동이 직접 resolver로 전달되지 않으며, resolver 자체도 stator와 rotor가 완전히 분리되어 있는 비접촉 형식이므로 stator와 rotor 사이에는 간극이 있다. rotary encoder의 경우 rotor의 원판 직경이 크기 때문에 진동이 있을 경우 진동의 폭이 크지만 resolver의 경우 rotor의 직경이 작기 때문에 진동을 감수할 수 있다.

2-3-1. Resolver의 조립도



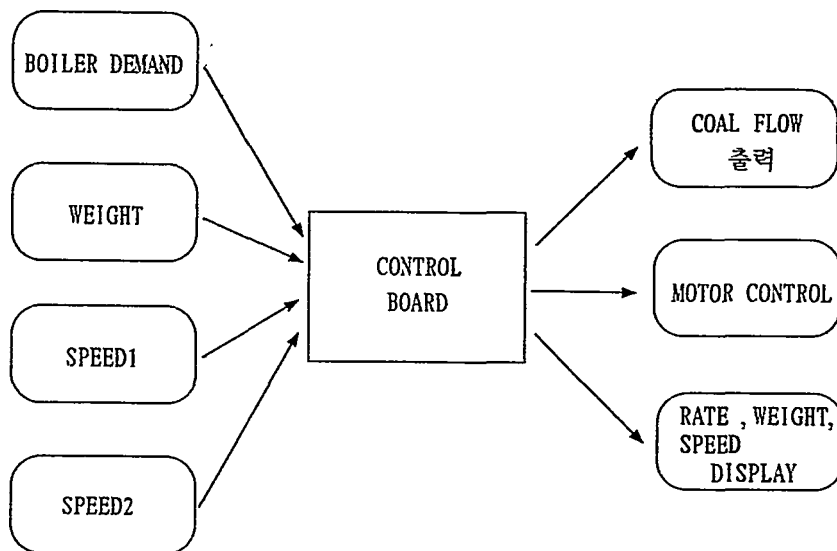
제 3 장 시스템의 기능및 구성

3. 시스템의 기능 및 구성

KECC(KEPCO Coal Feeder controller)는 AI, AO, DI, DO, CAL, RD, CPU 보드로 구성된다.

3-1. 전체적인 기능

- Speed, Weight, Boiler demand 등의 analog 신호를 입력받아 motor를 control하여 coal을 feeder를 통해 운반하고, 운반되는 상태(T/H)를 배전반에 알려준다.
- Speed pick-up sensor는 resolver를 사용하여 위상변화에 따른 위치 변화로 속도를 계산한다.
- Resolver에서 출력되는 SIN과 COS 위상이 RD converter를 통해서 data로 변환되어 CPU로 전송되어 속도가 연산된다.
- 각 지시값(Rate, Weight, Speed) total weight 값들은 panel 전면부의 indicator를 통해 상시 지시되고 있다.
- 비상정지, 현장수동, Speed calibration
- Coal flow 출력 기능



3-2. KECC 장치의 개요

삼천포 화력발전소에 설치되어 있는 KECC(KEPCO Coal Feeder Controller)는 weight, speed, boiler demand의 신호를 입력 받아 feeder의 speed를 제어하고 계량된 coal의 량을 display하며 배전반에서 auto 및 manual 운전을 하여 coal flow를 제어하므로서 hopper안의 coal을 feeder를 통해 미분기로 전달하는 중요한 설비이다.

70년대의 analog 방식은 복잡한 구성에 비하여 성능과 기능이 단순하여 이미 제작사측에서 생산중단된 구형의 모델로서 유지보수면에 어려움이 있으며 안전운전에 지장을 줄 수 있다.

이에 기존의 coal feeder controller 기능을 모두 갖추고 있으며 최신 digital 기술을 이용하여 기능을 향상시킨 새로운 coal feeder controller를 국내에서 개발하고자 한다. 그러므로 해서 발전 설비의 국내 기술 향상과 유지보수면의 안전성 및 발전설비의 안전운전에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

기존 system에 비하여 강화된 기능은 다음과 같다.

- Analog part와 digital part의 분리
- 입력 및 출력의 기능을 개별 card로 분리함.
- Speed pick up을 기존의 encorder에서 resolver로 교체하여 정밀성을 향상시킴
- 처리할 수 있는 analog 및 digital 입출력 용량을 사용 channel보다 잉여분을 더 마련함으로써 차후 기능 보완에 대한 대책 마련
- CPU board에 장착된 RS 232C port를 통한 운전상태 monitoring 기능 추가
- Main panel과 local panel를 분리함으로써 운전원이 한곳에서 6대 전체의 운전 상태를 파악할 수 있다.

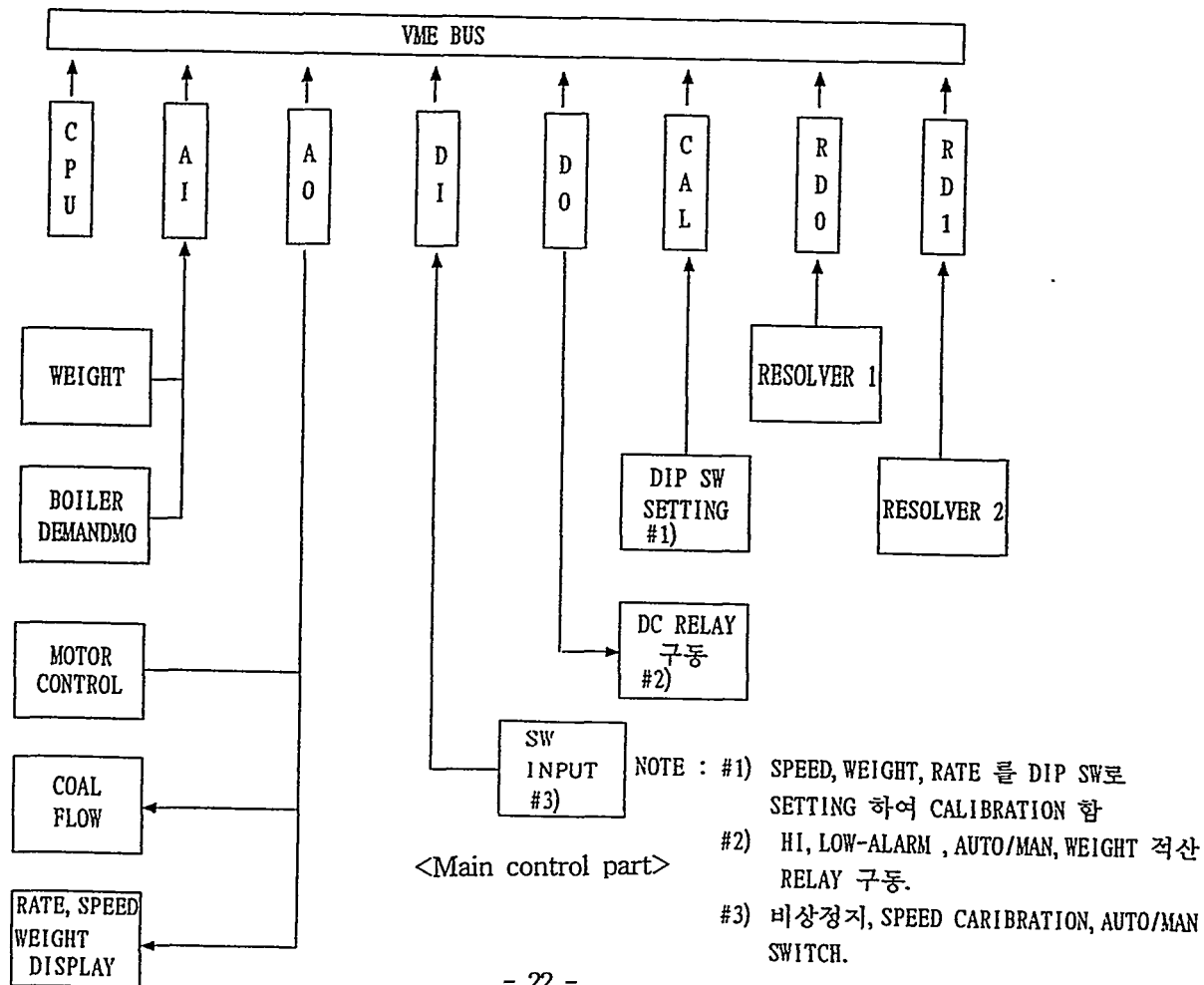
상기의 기능을 추가 및 개선함으로써 차후 제어기의 기능 보완 및 개선 필요시 내부 S/W 변경 및 외부 wiring의 수정이 가능하도록 설계한다.

3-3. KECC 장치의 전체 구성

삼천포 화력발전소에 설치된 개선 coal feeder system은 CPU와 각종 I/O board를 포함한 main control part와 각종 DC 전원을 공급하는 power supply unit, motor를 구동시키는 motor driver unit, sequence part로 나뉘어진다.

3-3-1. Main control part

Main control part의 구성은 CPU board와 weight, boiler demand의 입력을 받는 Analog Input board(AI), motor control 전압과 coal flow를 출력하는 Analog Output board(AO), 각 digital point(접점) 입력을 받는 Digital Input board(DI), relay 구동 전압을 출력하는 Digital Output board(DO), resolver의 위상입력을 받는 resolver to digital board(RD), 각 point의 analog량을 display하는 indicator part로 구성된다.

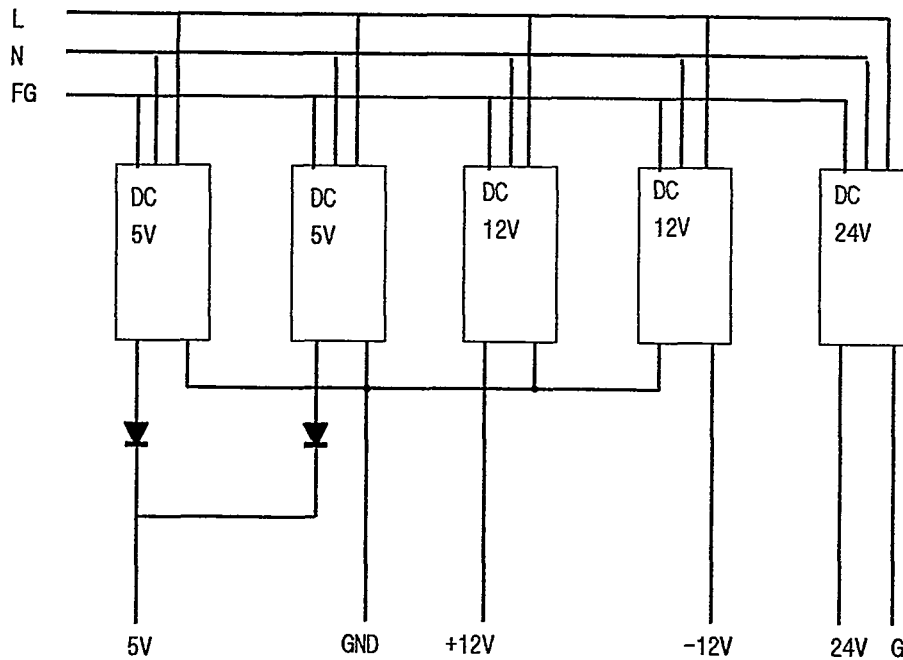


3-3-2. DC 전원 공급장치

DC 전원 공급장치에서는 3가지 DC 전원을 출력한다.

- DC 5V : Main control part의 card에 공급되는 전원
- DC $\pm 12V$: Main control part의 card에 공급되는 전원
- DC 24V : Digital output board에서 접점을 제공받아 24V relay 구동에 사용되는 전원

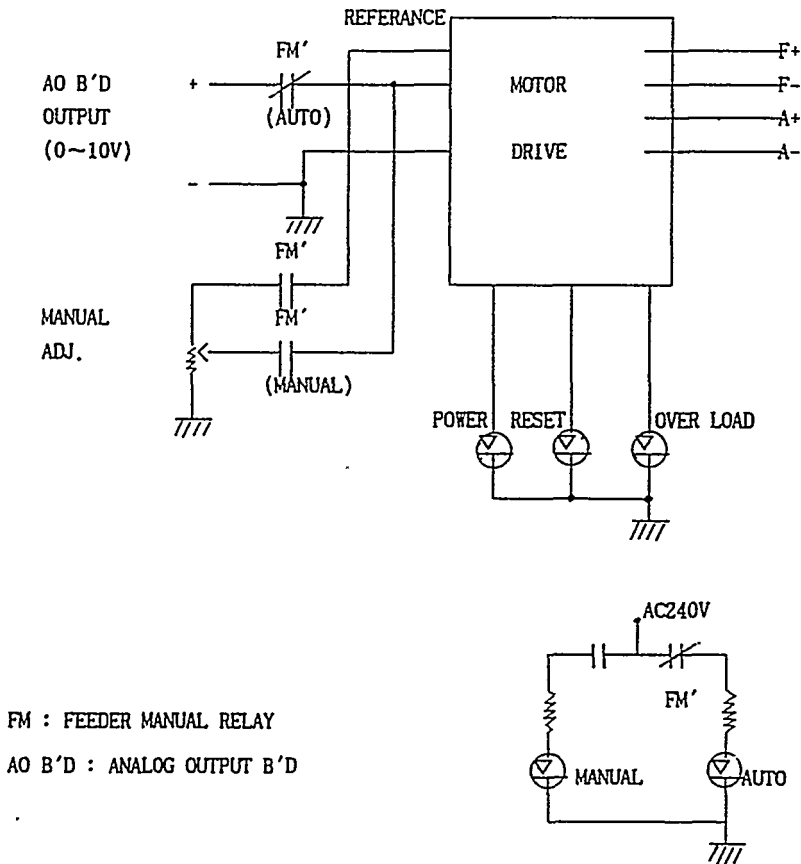
전원 공급장치의 내부 구조는 다음과 같다.



3-3-3. Motor driver

Motor driver unit는 AO board의 출력 또는 수동일 경우 VR의 입력 신호를 받아 motor speed를 제어한다.

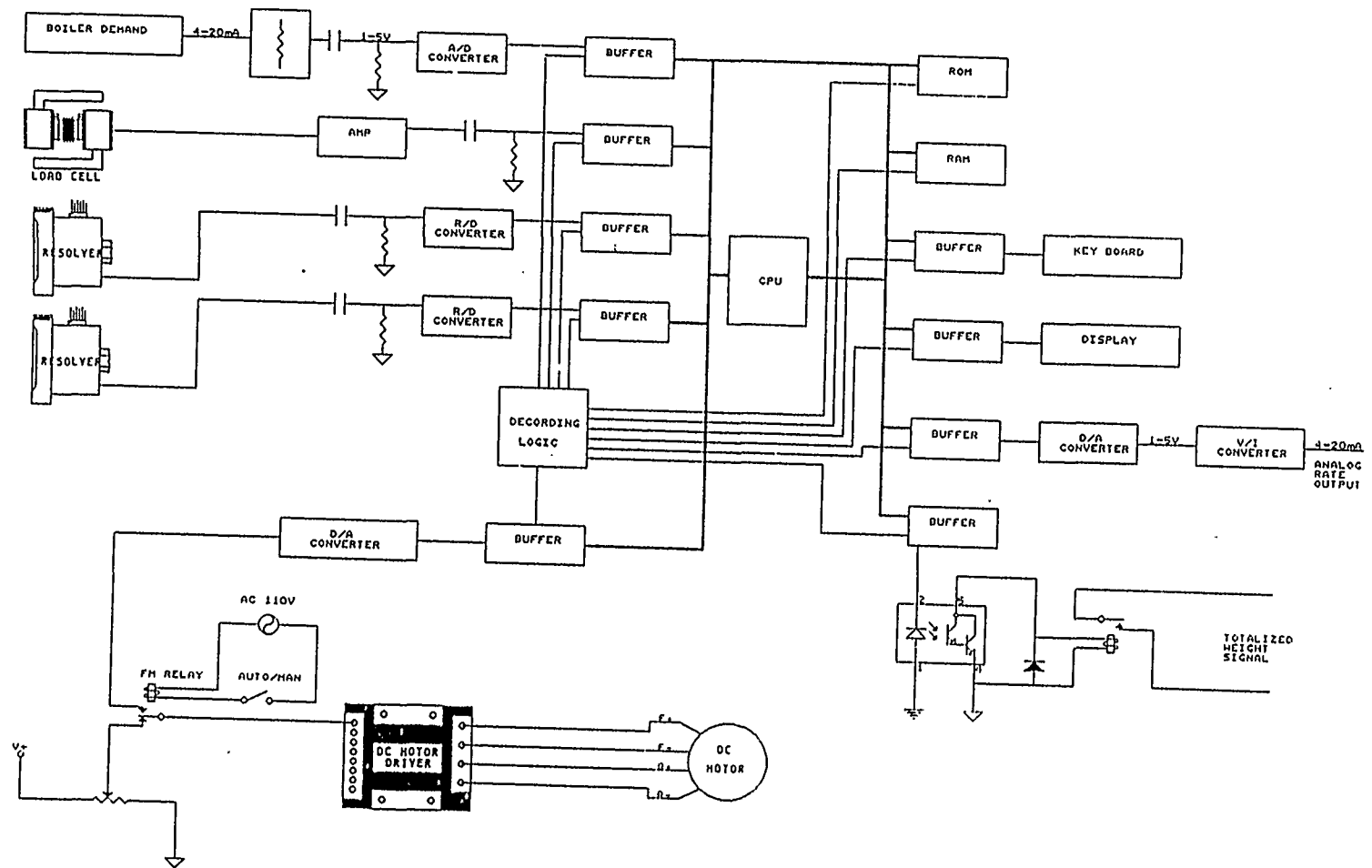
- 제어전압 : DC 0~10V
- 입력전압 : AC 240V
- FIELD 전압 : DC 220V
- 아마츄어 전압 : DC 0~180V
- Motor driver unit의 내부 구성



4) Sequence part

Sequence part는 feeder내의 각 limit switch 및 ABC의 접점을 받아 relay 접점의 조합으로 각각의 접점 제공 및 지시램프에 전원을 공급한다.

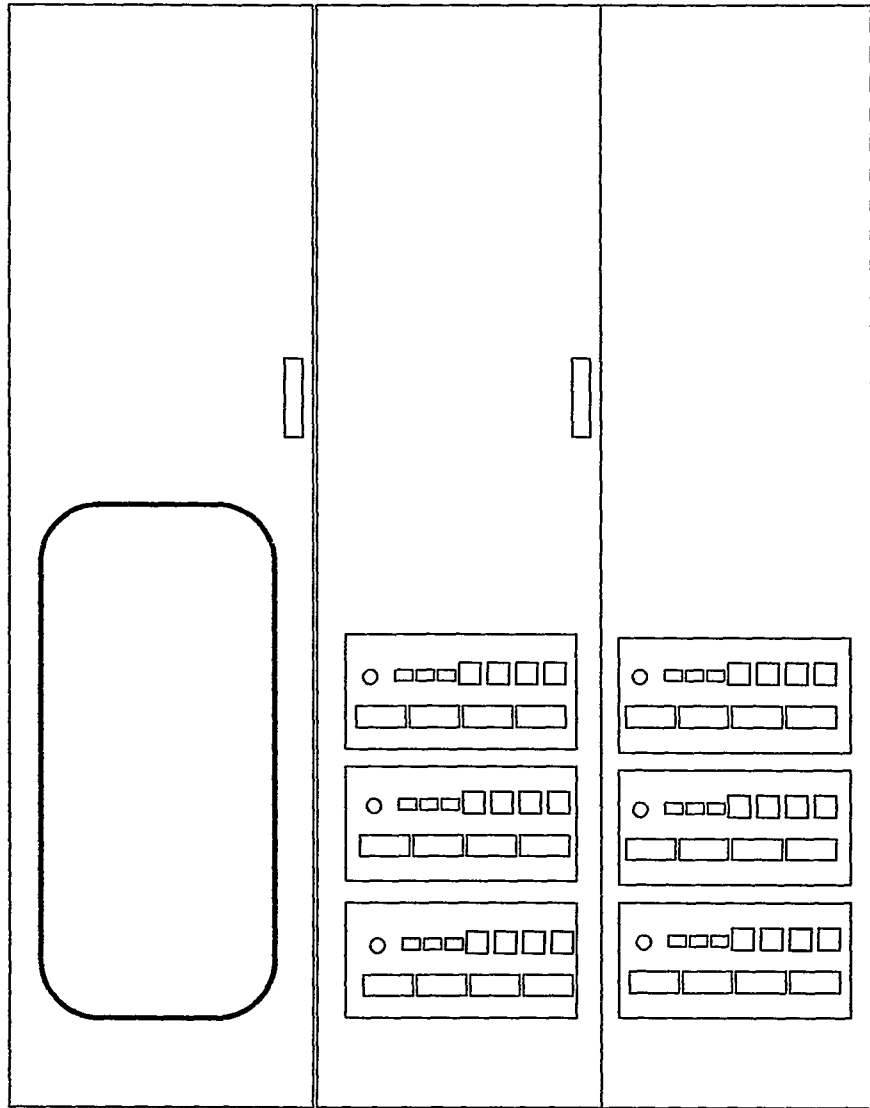
3-4. KECC 장치의 전체 BLOCK DIAGRAM



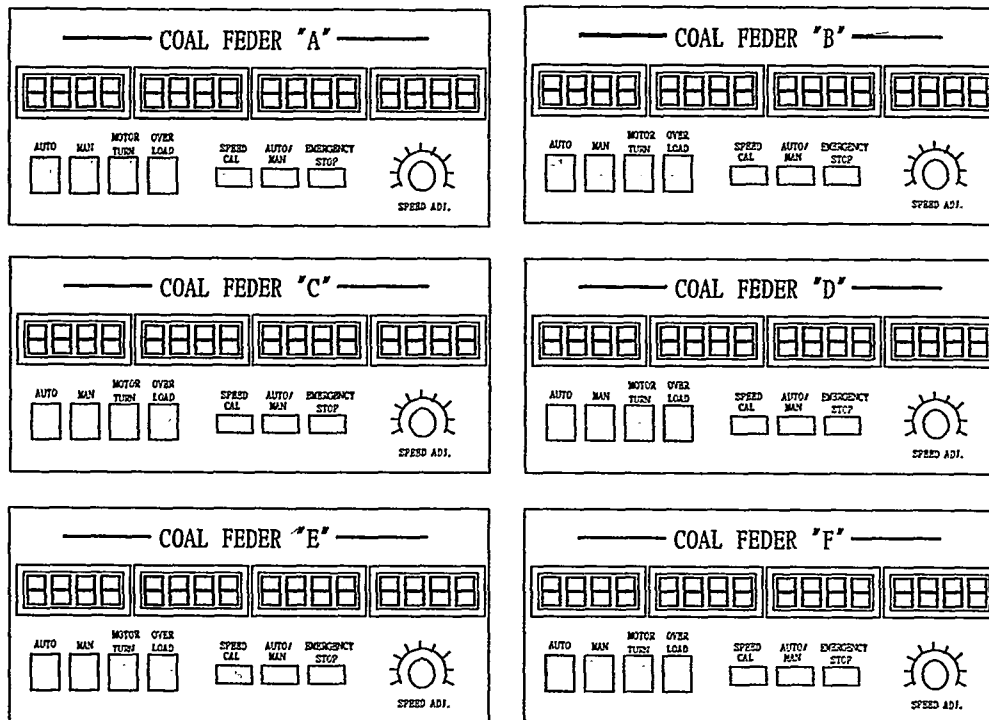
제 4 장 KECC장치의 외관

4. KECC 장비의 외관

4-1. KECC의 외관

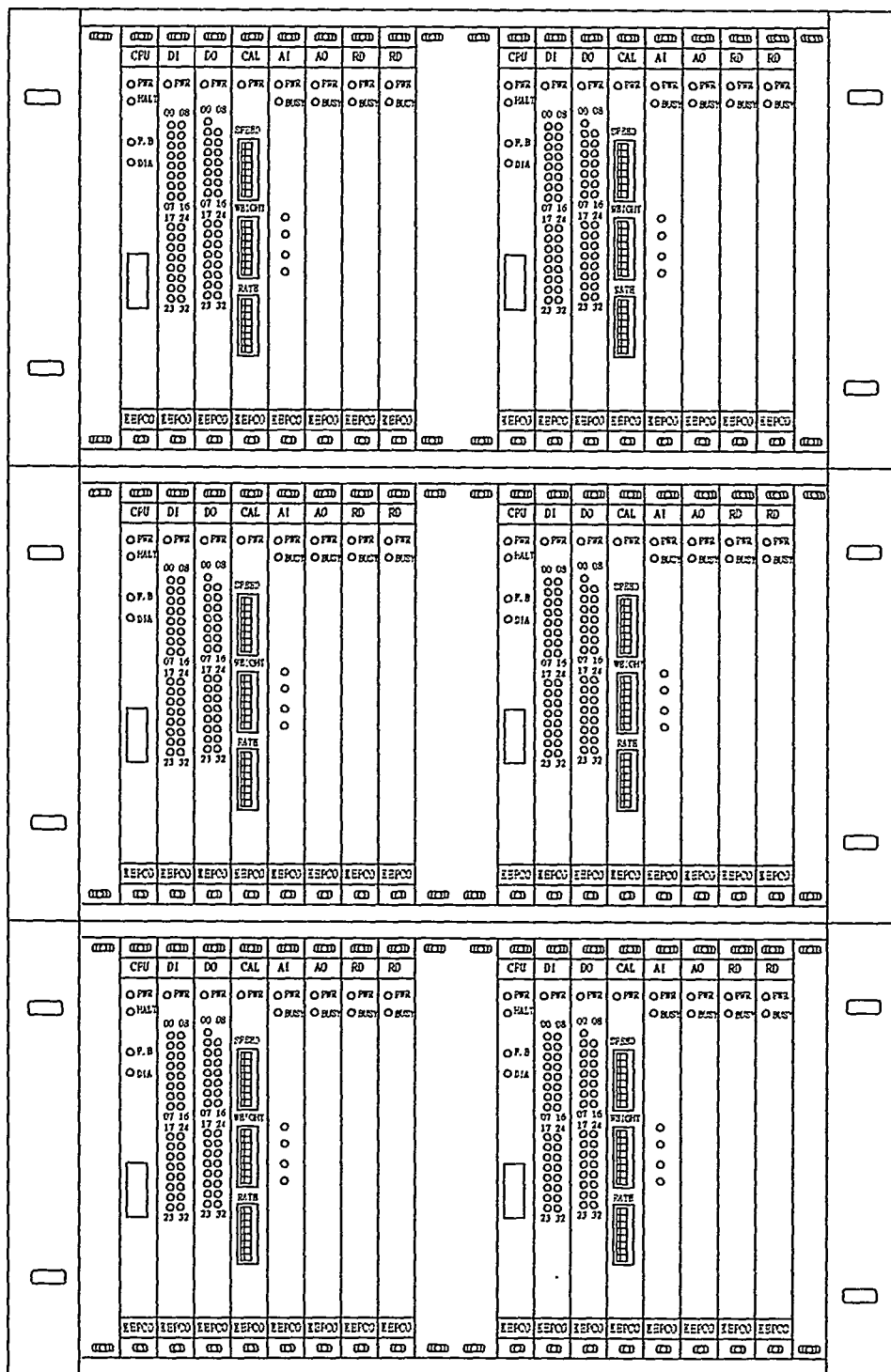


4-2. 전면부

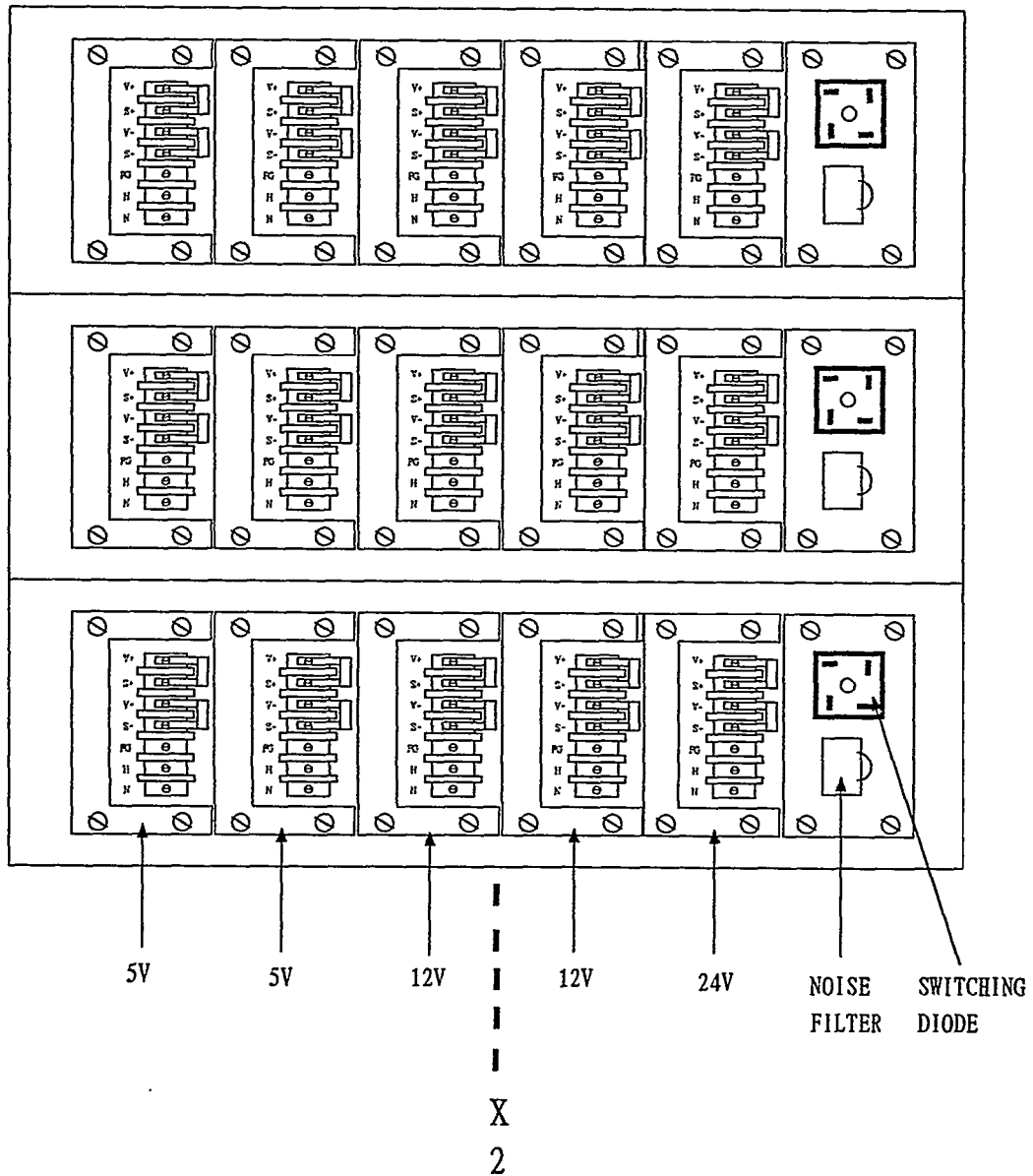


MAIN CONTROL PANEL

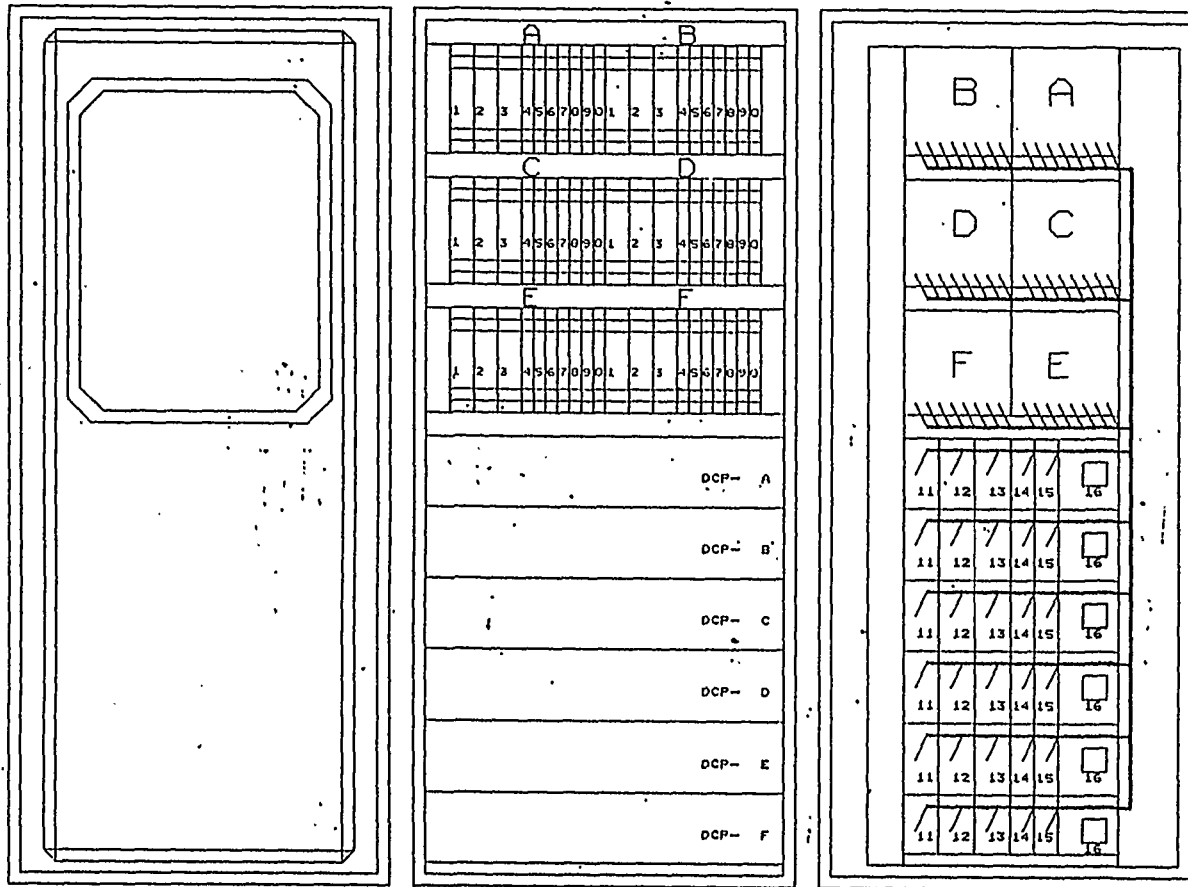
4-3. Main Control Rack



4-4. Power Supply



4-5. Main Marshal Rack 내부구조



NO	DESCRIPTION
1	CPU
2	DI
3	DO
4	CAL
5	AI
6	AO
7	RDO
8	RDI
9	SPARE
0	SPARE
11	DC 5V1
12	DC 5V2
13	DC 24V
14	DC 12V1
15	DC 12V2
16	DIODE

제 5 장 KECC설비의 각 PART 개요

5. KECC 설비의 각 PART 개요

5-1. Main Control Part 구성

- Subrack : 19" 6U(483mm × 262.8mm)
- CPU board
- AI(Analog Input Board)
- AO(Analog Output Board)
- RD(Resolver to Digital Board)
- CAL(Calibration Board)
- DI(Digital Input Board)
- DO(Digital Output Board)
- SCAI(Analog Input Signal Conditioning Board)
- KYT-DO(Digital Out Termination Board)

5-1-1. CPU Board

16bit MC68302 CPU를 사용하여 I/O board 관리 운영 및 연산처리하는 기능을 수행한다.

CPU board의 제원은 아래와 같다.

- CPU : MC68302
16.5MHz, 16bit 68000, Communication processor, On-chip RAM
- Memory : RAM(Main memory : 1Mbit × 2 = 256 Kbyte)
ROM(EPROM 256K, 512K, 1M, 2M, 4M × 2)
- Serial : RS422 - 2Channel(1200Baud-347Kbaud)
RS232 - 1Channel(1200Baud-38400baud)
- VME INTERFACE : SLAVE(D16/A24)

5-1-2. Analog Input Board

Feeder 각 point의 출력이 신호변환 모듈을 통해서 일정한 범위의 전압신호나 전류 신호로 입력되면 이 값을 디지털값으로 바꾸고 이것을 CPU에 제공한다.

5-1-3. Analog Output Board

CPU에서 제공받는 data로 일정범위의 analog 값을 출력한다.

5-1-4. Digital Input Board

스위치 접점의 입력 또는 relay 접점의 입력을 받아서 디지털 값으로 변환하고 이것을 CPU에 제공한다.

5-1-5. Digital Output Board

CPU의 명령을 받아 각 relay를 구동한다.

5-2. Power Supply

- Power supply는 각 board 및 DC relay에 전원을 제공한다.
- DC 5V 150W(Ramuda Power)×2
- DC 24V 150W(Ramuda Power)
- DC 12V 70W(Ramuda Power)×2

5-3. Motor Driver

제어신호를 입력 받아 motor를 구동시키고 motor의 상태를 LED로 display하고 main motor 전원을 ON/OFF하는 기능을 제공한다.

- 입력전원 : AC 240V
- 2HP

5-4. 시스템 기구 규격

5-4-1. 합체

- 합체 규격(단위 : mm)
 - . 가로 : 1800
 - . 세로 : 600
 - . 높이 : 2000
- 합체의 모든 부분은 방진형으로 제작됨
- 합체 도장 : 방청용 도장을 도색한 후 분체 도장함.
합체 외함에 sticker 등의 부착물이 잘 부착되지 않고 또한 쉽게 떨어질 수 있도록 되어 있음
- 합체 내부의 card 상태를 주시할 수 있도록 앞쪽문에 주시용 window 설치함.

5-4-2. Subrack

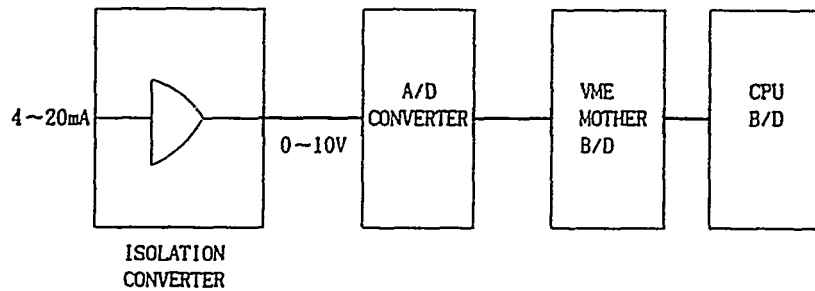
- 규격 : 19", 6U
- 구성 :
 - . CPU B'D : 4HP
 - . AI B'D : 4HP
 - . AO B'D : 4HP
 - . DI B'D : 4HP
 - . DO B'D : 4HP
 - . RD B'D : 4HP
 - . CAL B'D : 4HP

제 6 장 입력 및 출력 신호

6. 입력 및 출력 신호

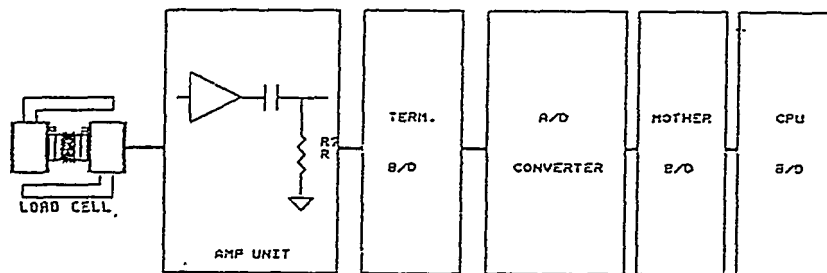
6-1. 입력신호

6-1-1. Master Rate Input(Boiler demand)



4~20mA로 입력되는 master rate input signal을 isolation converter를 사용하여 0~10V의 출력을 만들고 이 전압신호를 analog input board에서 A/D converting하여 VME mother board를 통해 입력신호에 대한 data 값을 CPU board에 제공한다.

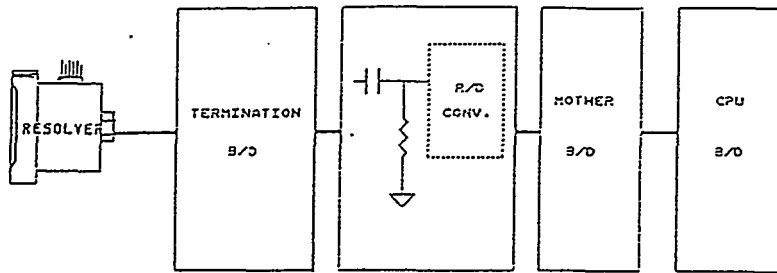
6-1-2. Load Cell Signal Input



Load cell에서 입력되는 수 m Volt의 전압 신호를 convertor를 통하여 4-20mA로 만들어 main mashal panel로 전송한다. 이 신호를 main panel에서 filtering하여 다시 0~10V 신호로 개조하여 AI board로 입력한다.

입력된 이 전압신호를 A/D converting하여 VME mother board를 통해 입력된 전압신호에 대한 data를 CPU board에 제공한다.

6-1-3. Resolver Input Signal

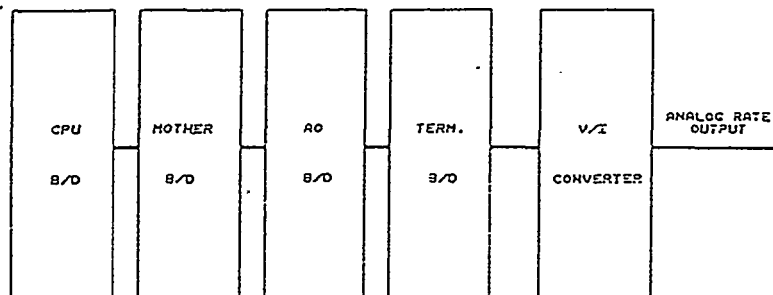


Resolver에서 검출된 AC 전압신호(2개의 phase output)는 RD board에서 data 신호로 converting된다.

위상변환에 대한 data값은 VME mother board를 통하여 CPU board로 제공된다.

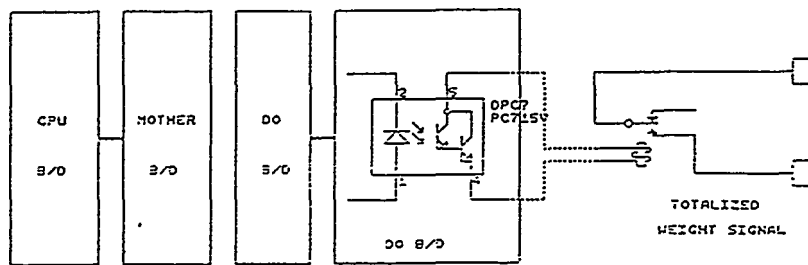
6-2. 출력 신호

6-2-1. Analog Rate Output

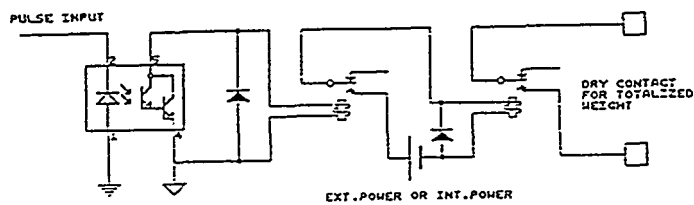


CPU board에서 연산된 rate값에 대한 data를 VME mother board를 통해 analog output board에 전달되면 D/A converting하여 0~5V의 전압 신호를 출력한다. 이 출력된 전압신호를 지시용 indicator에 공급하며, 또한 V/I converter를 통해 4~20mA의 전류신호를 얻는다.

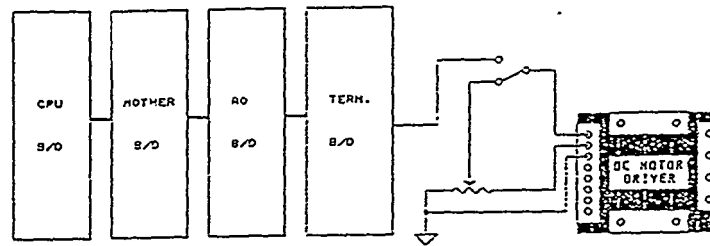
6-2-2. Total Weight Signal



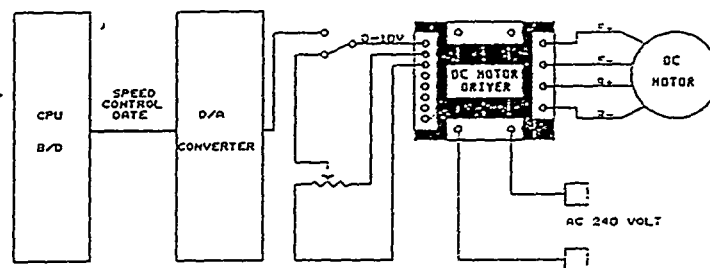
CPU board에서 연산된 totalized weight값을 pulse로 환산하여 VME mother board를 통해 DO board로 전달되면 이 pulse를 isolation하여 relay를 동작시키고 배전반과 내부 counter에 접점을 제공한다.



6-2-3. DC Motor Control Signal



CPU Board에서 연산된 rate에 대한 speed 제어 data 값을 AO Board에서 D/A conversion하여 analog 값(0~10V)을 얻는다. 이 analog 신호를 DC motor drive에 입력하여 motor의 speed를 제어한다.



제 7 장 각 BOARD에 대한 설명

7. 각 BOARD에 대한 설명

7-1. CPU Board

7-1-1. 일반사양

이 보드에서는 데이터 수집보드에서 얻은 전류, 전압 신호를 공유 메모리로부터 제공받아 각 신호를 통합하여 연산을 수행하는 역할을 한다. 또한 CPU보드는 통신기능을 하며 I/O 보드들을 관리하여 각종 I/O 데이터를 수집하는 역할을 한다.

7-1-2. 구 성

- CPU : MC68302

20MHz, 16BIT 68000, COMMUNICATION PROCESSOR,
ON-CHIP RAM

- MEMORY :

RAM(MAIN MEMORY : 1MBIT $\times$ 2 = 256 KBYTE)

(DUAL-PORT RAM : 256KBIT $\times$ 2 = 64 KBYTE)

ROM(EPROM : 256K, 512K, 1M, 2M, 4M $\times$ 2)

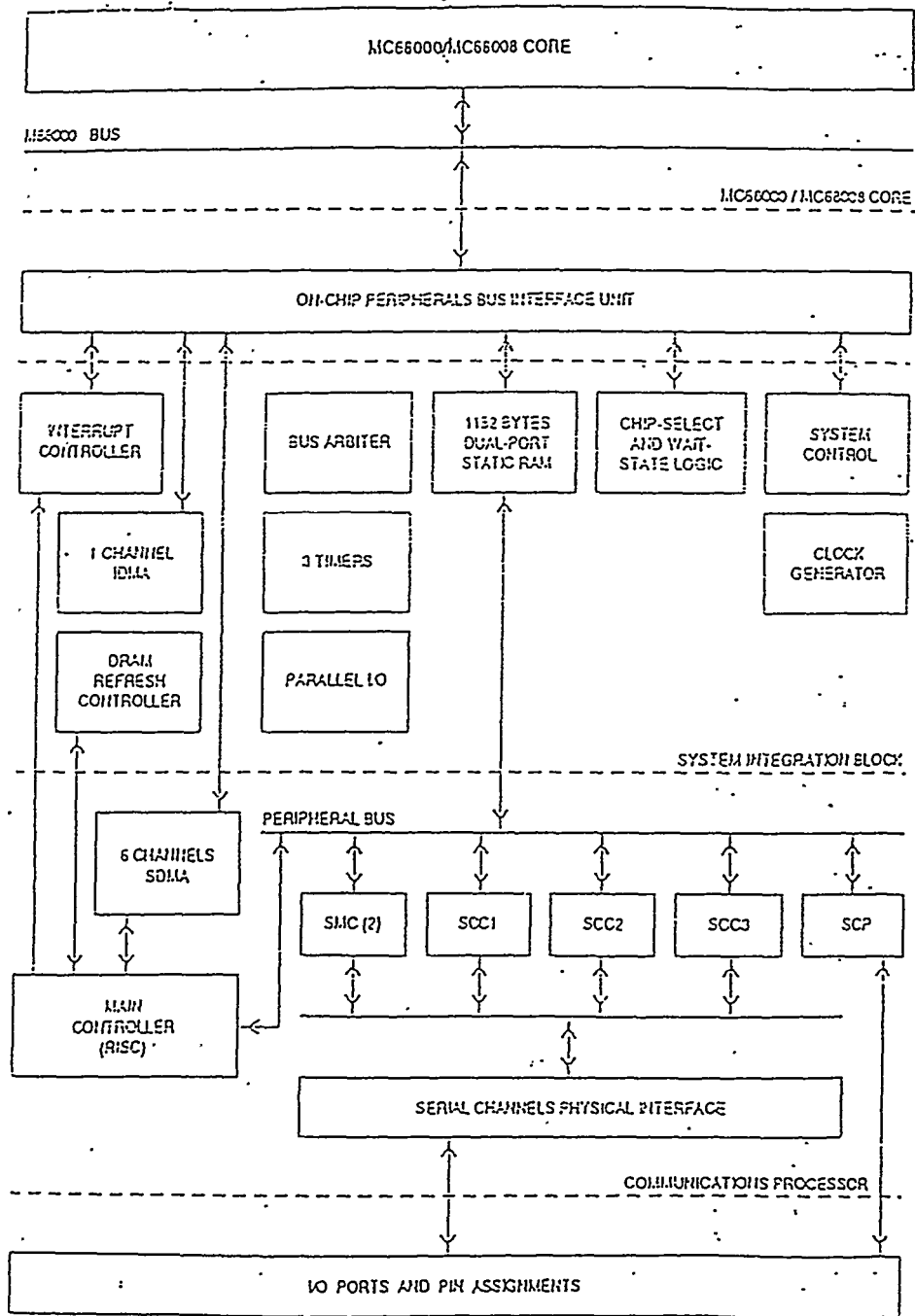
- SERIAL 통신 :

RS422-2 CHANNEL (1200 BAUD - 347K BAUD)

RS232-1 CHANNEL (1200 BAUD - 38.4K BAUD)

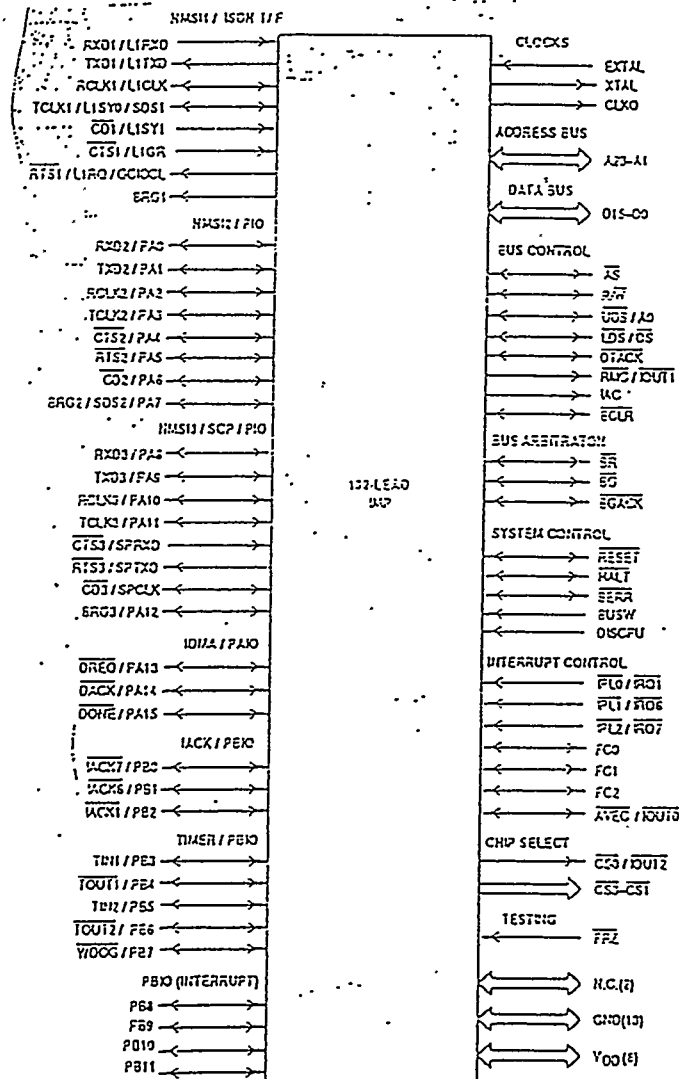
- I/O BUS : J₂ CONNECTOR - 16BIT PARALLEL BUS

- VME INTERFACE : (D16/A24)

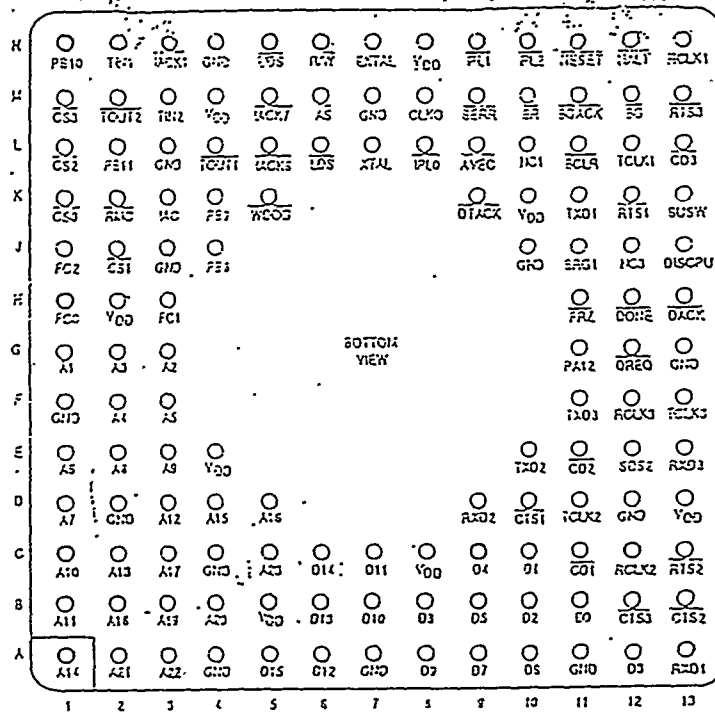


<MC 68302의 내부 Block Diagram>

CHIP은 132핀 PGA로 되어 있으며 아래 그림과 같은 신호들로 이루어져 있으며 각 핀별 위치는 다음의 그림과 같다.



다음은 CPU칩을 밑에서 본 PGA 핀배치도이다.



- MC68302의 신호들

CPU보드에서 사용하고 있는 신호들은 clocks, adress bus, data bus, bus control, chip select, NMSI1, NMSI2, NMSI3등이다. 사용하는 각 신호들의 기능은 다음과 같다.

- ° XTAL : . CPU에 필요한 클록은 40MHz 오실레이터의 출력을 D-TYPE 플립플롭으로 2분주하여 20MHz를 만들어서 펄퍼링을 거친후 CPU에 인가된다. 이 때 CPU는 CMOS이고 버퍼는 TTL이기 때문에 플업저항을 사용하여 인터페이스된다.
 - . 40MHz 클록은 VME상의 dual port메모리를 arbitration하는 로직의 클록으로 사용되기도 한다.
 - . 외부에 CPU 동작에 필요한 clock을 넣어주는 핀으로 만약 크리스탈을 사용할 때에는 XTAL과 같이 사용된다. 외부 clock을 입력할 시에는 플업 저항을 달아야 한다.
- ° A23-A1: 어드레스 라인으로서 모두 16MBYTE의 어드레싱 영역을 가질 수 있다.
- ° D15-DO: 16BIT 데이터 버스
- ° AS : 어드레스가 유효하다는 것을 표시하는 신호
- ° R/W : READ 동작시에는 HIGH/WRITE 동작시에는 LOW가 된다.
- ° UDS/AO: 짝수 어드레스가 유효하다는 것을 표시하는 신호
- ° LDS : 홀수 어드레스가 유효하다는 것을 표시하는 신호
- ° DTACK : 현재의 읽과 쓰는 동작을 끝낸다는 것을 나타내는 신호
- ° RESET : 시스템에 reset을 걸때 사용하는 신호

reset회로는 555 timer를 사용하여 power OB시에 적당한 간격의 리세트신호가 인가되도록 하였다. 혹은 푸쉬버튼 스위치나 VME BUS상의 리세트신호가 연결되어 리세크가 걸릴 수도 있도록 하였다. 리세트신호와 더불어 사용되는 halt신호 출력은 버퍼를 거쳐서 보드 앞쪽의 LED로 연결되어 있다. 리세트 스위치를

누르거나 CPU가 죽을 경우 이 LED가 켜지게 된다.

- ° HALT : 시스템의 동작이 정지되었다는 것을 표시하는 신호
- ° CS3-CS0: 칩 선택신호로서 다음과 같이 decoding되어 있다.

CS0-ROM

CS1-RAM

CS2-DUAL PORT

CS3-I/O BUS

- ° RXD1,RXD2,RXD3,TXD1,TXD2,TXD3 : 시리얼 통신을 위한 신호로서, CPU에서 시리얼 드라이브 회로도 연결되는 신호중에서 TXD1,TXD3와 사용자가 프로그램할 수 있는 신호중에서 하나가 점퍼(JP2)로 선택되어 앞쪽에 있는 LED에 연결된다. 이것을 사용하여 SCC1, SCC2로 전송되는 것을 밖에서 알 수 있다. U28은 CPU에서 출력되는 중요 제어신호들을 버퍼링하는 칩으로서 DAMPING용 시리얼 저항을 사용하여 신호의 노이즈를 제거하고 있다.

JP2 : OPEN	VME BUS RESET 무시
JP2 : SHORT	VME BUS RESET 연결

- 메모리 부분

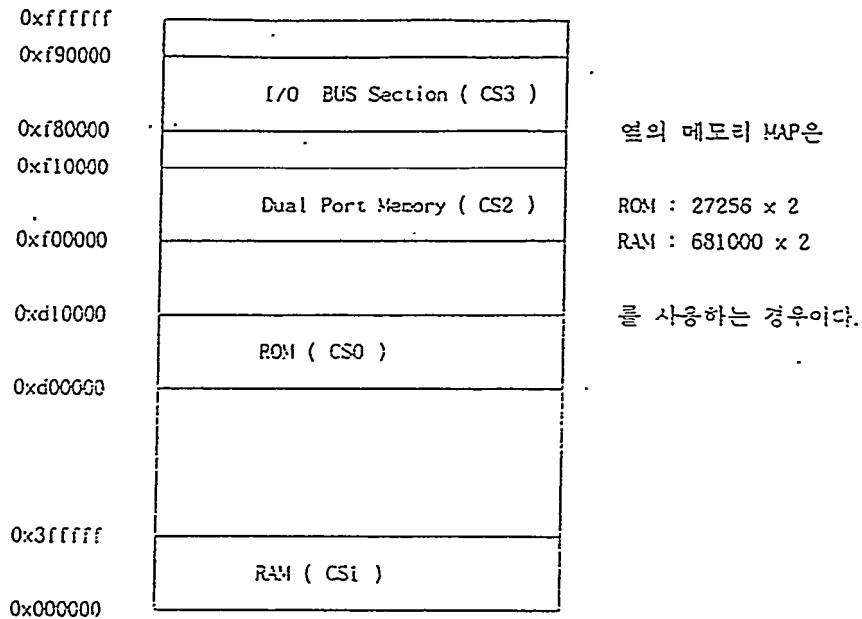
- . 메모리는 프로그램이 들어있는 EPROM부분과 데이터를 읽고 쓰는 RAM 부분으로 이루어져 있다.

- . EPROM은 EVEN 어드레스용, ODD 어드레스용의 두개로 16비트 버스를 구성하는데 칩 선택신호는 CPU의 CS0에 연결되어 있으며 27C256, 27C512, 27C010과 같은 종류의 EPROM을 모두 사용할 수 있으므로 최대 256K BYTE의 프로그램을 수행할 수 있다.

- . RAM 영역도 16비트 버스를 구성하며, CPU의 CS1과 연결되어 있으며,

62256, 681000, 684000(4M)등의 RAM을 모두 사용할 수 있는데, 4M RAM(684000)을 사용하려면 JP3의 1번과 3번을 연결하고 그렇지 않을 때에는 1번과 2번을 연결한다. 4M RAM을 사용할 때 최대 RAM 영역을 확보하게 된다.

JP3 : 1-2	RAM : 62256, 681000 사용
JP3 : 1-3	RAM : 684000 사용



<CPU 보드의 메모리 MAP>

7-1-3. 기능

- CPU 주변 부분

CPU보드에서 사용한 MC68302는 다음과 같은 구조를 가지는 CPU로서 메인 CPU는 MC68000과 동일한 16비트 범용 CPU이지만 특별히 통신을 위한 RISC CPU를 별도로 가지고 있음으로서 다양하고 복잡한 통신

프로토콜을 메인 CPU에 부담을 주지 않고 처리할 수 있다. 두 CPU간의 원활한 데이터 교환을 위해서 1152 BYTE의 ON-CHIP dual port 메모리를 가지며, 그 밖에도 3개의 타이머, parallel I/O, DMA controller, interrupt controller등을 내장하여 거의 모든 기능을 새로운 부가 회로 없이 수행가능하다.

- VME 인터페이스 부분

- . CPU 보드는 애초 편 연결상으로는 VME BUS의 마스터가 되어 다른 보드를 액세스 할 수 있도록 되어 있다.
- . 그 방법은 dual port 메모리를 사용하여 VME BUS와 CPU보드내의 CPU가 서로 공유하도록 하는 것이다. 즉 68302 CPU가 이 메모리에 어떤 데이터를 써놓으면 VME BUS상의 아날로그 입력 보드가 임의의 시간에 이를 읽어 갈 수 있으며 반대로 VME BUS상에서 68302 CPU보드로 임의의 데이터를 써주면 이를 아날로그 입력 보드의 CPU가 읽을 수 있다. 여기서 만약에 시간적으로 동시에 이 메모리를 양측에서 읽거나 쓰고자 하면 이것을 조절해주는 조정이 필요하게 된다. 이로직을 몇개의 PAL로 구성되어 있다.
- . VME BUS상에서 액세스하는 이 dual port 메모리의 어드레스는 DIP S/W로 결정할 수 있다.

- 시리얼 인터페이스 부분

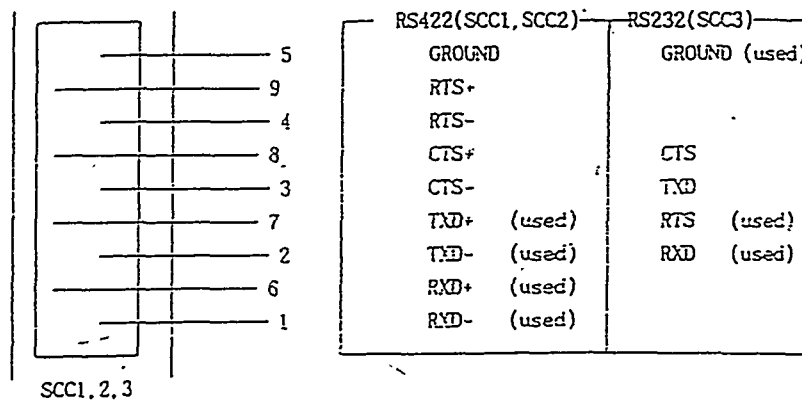
- . 보조 CPU 보드는 3개의 시리얼 포트를 제공한다. (SCC1, SCC2, SCC3) SCC1은 사용자를 위한 A/S PROT용이고 SCC2는 V3.5 케이블에 연결되어 모뎀과 접속되어 있고 SCC3은 세팅 및 디스플레이 판넬과 시리얼 통신을 한다.

- SCC1은 프론트 패널에 장착되고 SCC2와 SCC3는 마더보드의 각 커넥터로 연결된다.

포트의 종류	기 능	외부와 인터페이스 되는 부분
AC-SCC1	RS422	A/S PORT
AC-SCC2	RS422 또는 RS232	V3.5 PORT
AC-SCC3	RS232	세팅 디스플레이 패널

- SCC3는 RS232 포트이고 나머지는 RS422로 되어 있다. 다만 SCC1은 RS422로 고정되어 있는데에 반해서 SCC2는 피그백용 핀으로 연결을 해주어야만 통신이 된다.
이 피그백용 커넥터를 사용하면 SCC2는 RS232혹은 RS422로 변환이 가능하다.

- PANEL에서 본 SCC? 9핀 델타 커넥터의 핀 배치는 다음과 같다.



<9핀 델타 커넥터의 핀배치>

- 입출력 버스 인터페이스 부분

CPU보드에서는 16비트 병렬 버스를 J1 커넥터로 제공하고 있다. 디지털 릴레이는 이 버스를 입출력 보드들이 장착되는 입출력용 VME의 J1 커넥터에 연결하므로써 이 CPU보드에서 각종 입출력 보드들을 관리할 수 있다. J2 커넥터로 연결되는 병렬 버스는 아날로그 보드의 연산결과를 DUAL PORT RAM에 저장할 수 있도록 버스를 설계한다.

7-2. Analog Input Board(AI)

7-2-1. 기능

Analog Input Board는 각 sensor와 system사이의 interface를 수행한다.

- . 16채널(DIFFERENTIAL) 형태 analog 전압, 전류 혹은 32 채널의 single ended 형태의 전압입력을 받는다.
- . 각 sensor의 analog 입력을 12BIT의 digital 값으로 변환하여 CPU board에 전송한다.

7-2-2. Analog Input Board의 일반사양 및 특징

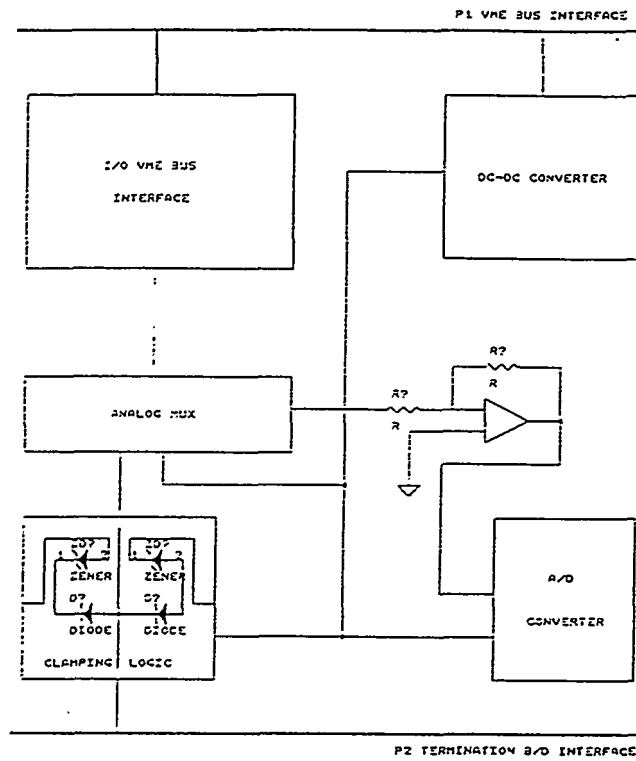
- . A/D converter : MAX574
- . Resolution : 12BIT
- . Conversion Time : 25 μ s
- . Input Type : -10V~+10V, 0~10V, 0~20V, -5~+5V 전압 또는 임의 범위의 전류 신호
- . Analog MUX : ADG507(2개) AD 7512
- . Input Channel : Differensial 16CH
Single - Ended 32CH
- . Differensial AMP : AD 524

- . Gain : 1,10,100, 1000, User Tunable
- . Sample/Holder : LF 398

7-2-3. VME Interface

- . Interface Methods : Standard Addressing/Short Addressing
(A16/D8, A24/D16)
- . AM Code : PAL Programming
- . 보드 BASE : A15...A18, 256 간격으로 설정가능 (DIP S/W)
보드 ID Vector 및 Status Read 기능(BASE AD+OH)
- . POWER : VME BUS 상에서 POWER 사용
DC 5V, $\pm 12V$

7-2-4. Analog Input Board의 블럭 다이어그램



7-2-5. Analog Input Board의 기능 설명

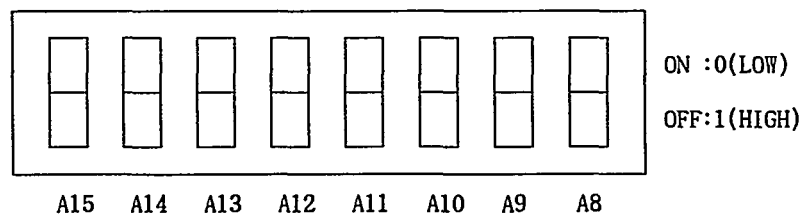
- VME Bus Interface

. 인터페이스 방법

AI보드는 VME BUS상에서 슬레이브(SLAVE)로만 동작하면서 16비트 혹은 8비트로 인터페이스된다. 어드레스 영역은 ff0000h부터 fffffffh까지 64K BYTE 만을 사용한다. 그러나 임의의 영역 64K BYTE를 사용하고자 하면 PAL을 다시 프로그램하면 된다. 또한 VME BUS상에서 데이터 스트로브(STROBE)가 액티브(ACTIVE)된 후 DACK* 신호가 액티브(ACTIVE)되는 데 걸리는 시간은 가변저항(VR5)을 사용하여 50ns에서 2μs까지 조절할 수 있다. 이 시간이 이 보드의 응답시간을 결정한다.

- 어드레스 맵(ADDRESS MAP)

VME상에서 보드의 베이스 어드레스(BASE ADDRESS)를 선택하는 방법은 DIP S/W로 A8,A9,...,A15를 결정한다. 보드에서 사용하는 영역은 256 BYTE이지만 실제로는 그보다 적은 영역만을 사용한다. 상위 어드레스 A23, A22, ..., A16은 1로 결정되어 있지만 PAL의 프로그래밍에 따라서 조정 가능하다. 즉 베이스 어드레스(BASE ADDRESS)는 ffxx00h로 결정되어 있고, DIP 스위치(S/W)로 xx 부분만 정해 줄 수 있는 것이다.



예) ON, OFF, ON, ON, OFF, OFF, ON, ON = 0100 1100 → BASE ADDRESS = 0xff4c00

다음은 Base Address에 대한 오프셋으로서 나타나는 보드내에서의 Address Map이다. 모든 레지스터는 16비트 WORD 단위로써 읽고 쓴다.

ADDRESS	방향	내 용
BASE + 00h	R	BOARD ID VECTOR AND STATUS BIT
BASE + 04h	W	A/D MUX CHANNEL SELECT
BASE + 06h	W	A/D CONVERSION START COMMAND
BASE + 06h	R	A/D DATA 16 BIT
BASE + 08h	W	D/A CH 1 DATA 12 BIT OUTPUT
BASE + 0ah	W	D/A CH 2 DATA 12 BIT OUTPUT
BASE + 0ch	W	D/A CH 3 DATA 12 BIT OUTPUT
BASE + 0eh	W	D/A CH 4 DATA 12 BIT OUTPUT

- 각 REGISTER의 내용

. 보드 ID VECTOR REG. (BASE + 0h)

이 레지스터에는 이 보드가 AI 보드라는 정보를 나타내는 4비트의 데이터와 1 비트의 EOC(END OF CONVERSION) 비트, 입력형태가 DIFF./SING. ENDED 인지를 표시하는 비트, 이 보드에 DA 변환기가 장착되었는 지를 나타내는 비트 2개등 유효한 비트가 모두 8개 있다.

D15	D14	D13	D12	...	D3	D2	D1	D0
1	0	1	0	...	DAC2	DAC1	DF/SE	EOC

<각 비트에 대한 설명>

D15, ..., D12 = 1010는 AIO 보드의 자기확인 비트들

DAC2 = 1 : 두번째 DA 변환기가 장착되어 있음

(DAC2, DAC3를 사용할 수 있음)

= 0 : 두번째 DA 변환기가 장착되어 있지 않음

DAC1 = 1 : 첫번째 DA 변환기가 장착되어 있음

(DAC0, DAC1를 사용할 수 있음)

= 0 : 첫번째 DA 변환기가 장착되어 있지 않음

DF/SE = 1 : DIFFERENTIAL MODE(16 채널)

= 0 : SINGLE ENDED (32 채널)

EOC = 1 : 아직 A/D 변환이 끝나지 않음

= 0 : A/D 변환이 끝났거나 아직 시작되지 않음

. A/D MUX CHANNEL SELECT REG.(BASE + 04h)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
LED	BUSW		MA4	MA3	MA2	MA1	MA0
<--- ON - BOARD MUX ADDRESS --->							

LED 비트 : 보드의 전면 PANEL에 있는 LED의 상태를 표시

보드의 고장유무를 체크하는데 이용

LED = 1 : LED OFF

= 0 : LED ON

BUSW 비트 : A/D 변환을 12비트 변환 혹은 8비트 변환으로 나타냄.

BUSW를 사용하여 빠른 변환 시간을 요구할 때 8 비트 변환을 할 수 있게 한다.

BUSW = 1 : 8 BIT CONVERSION

= 0 : 12 BIT CONVERSION

. A/D conversion start command REG.(BASE + 06h) - write only
번지로 write 동작을 수행하면서 A/D변환을 시작한다. 데이터는 무의미하다.

. A/D DATA REG. (BASE + 06h) - READ ONLY

A/D 변환결과를 읽을 수 있는 레지스터이다. 상위 4비트는 무의미한 데이터로서 모두 1로 읽히므로 상위 4비트는 마스크 시켜서 사용해야 한다.

. D/A DATA REG.(BASE + 08h, 0ah, 0ch, 0eh)

D/A 변환될 값을 쓰는 레지스터로서 상위 4비트는 무의미하다. 이 레지스터에 해당 데이터를 씌우므로 해당 D/A 변환기는 변환을 시작한다.

- VME 신호의 DECODING

VME BUS의 여러 제어 신호 및 어드레스 신호들은 16L8 PAL 2개를 사용하여 디코딩(DECODING)하였다. 이 디코딩 내용은 4-5.의 회로도 및 PAL equation 을 참조하도록 한다.

U12 : VME BUS의 제어신호를 디코딩하여 이 보드에서 필요한 신호를 생성

U13 : VME BUS상의 상위 어드레스 및 AM 코드를 디코딩하는 PAL로서 만약 상위 어드레스 및 AM 코드를 바꾸고 싶으면 이 PAL을 다시 프로그램하면 된다.

7-2-6. A/D 변환부

A/D 변환부는 Analog MUX 부분, Differential AMP부분, Sample/Hold 부분, 그리고 A/D 변환부분으로 구성된다.

- Analog MUX 부분

Analog MUX Channel Select REG.의 MA2*, MA1*, MA0* 신호가 각각 2개의 Analog MUX인 ADG507에 가해져 8개의 Differential 신호들 중 하나를 선택하고, 어느 MUX가 선택되는가는 MA3* 신호를 만드는 신호(ENMUXA*, ENMUXB*)로 결정된다. MUX의 입력단에 들어오는 신호는 모두 과전압에 의한 Analog MUX의 파괴를 막기위해서 다이오드 ARRAY(ARR4, ..., ARR8)로 클램핑을 시켜놓았다. VME의 P2 커넥터로 입력되는 32개의 신호선이 Analog MUX ADG507의 입력으로 들어가며, 그 2개의 출력이 AD7512로 입력된다. 여기서 입력모드가 Differential이면 2개의 신호가 그냥 통과되고 Single Ended 모드인 경우는 MA4* 신호가 2개의 신호중 하나를 선택하여 출력시키고 외부의 콰터(Common)용 라인이 AD7512 MUX를 통해서 AMP 부분으로 전달

된다.

이 2가지 모두는 점프 JP4로 조절한다.

JP4	기 능
ALL OPEN	DIFFERENTIAL MODE로 입력
1-3, 2-4 SHORT	SINGLE ENDED MODE로 입력

입력되는 아날로그 신호가 전류형태인 경우는 MUX 앞쪽에 있는 저항 R43, R44, ..., R58의 16개의 저항을 연결하여 그 전류의 신호를 전압으로 바꾸어야 한다. 이때 저항값은 다음과 같이 계산된다. 입력전압 범위가 0 - XV라 하고 전류의 SPAN 범위가 0 - Y mA라 하면

$$\text{저항 } R = X/Y \text{ K}\Omega$$

이 된다.

예를 들어 4-20mA의 전류신호를 2-10V 의 전압신호로 바꾸고 싶으면 500 Ω 의 저항을 R43, R44, ..., R58에 연결하면 된다.

- Differential AMP 부분

여기서 사용한 Differential AMP는 AD524로 이득을 점프(JUMPER)를 사용하여 다음과 같이 이득을 결정한다.

점프 세팅을 보면,

JUMPER JP1	기 능
ALL OPEN	GAIN = 1
1-2 SHORT	GAIN = 10
3-4 SHORT	GAIN = 100
5-6 SHORT	GAIN = 1000
7-8 SHORT	*) USER TUNABLE GAIN(VR4과 R3으로 결정)

$$*) \text{ GAIN} = 1 + 40,000 / (VR4 + R3)$$

- Sample/Hold 부분

사용된 Sample/Hold는 LF398 OR LT398로서 S/H* 신호가 1일때 sample 모드가 되고 0일때 hold 모드가 된다. 이 S/H* 신호는 A/D converter인 AD574의 STS* 신호를 반전해서 얻는다.

- A/D 변환기

사용된 A/D converter는 MAX574이다. 칩(CHIP)의 외부에는 12비트 버스로 연결되어 있다. 이 칩에는 analog gnd와 digital gnd가 따로 나와 있다. 디지털 회로의 노이즈가 아날로그 부분에 주는 영향을 방지하기 위해서 L1의 인덕터스(INDUCTOR)로 분리되어 있다. 이 A/D converter의 입력은 점프 JP2, JP3의 구성에 따라서 아래와 같이 여러가지 범위를 갖도록 할 수 있다.

JP2	JP3	입력 전압의 범위
1-2 SHORT	1-2 SHORT	0V ~ +20V
1-2 SHORT	2-3 SHORT	0V ~ +10V
2-3 SHORT	1-2 SHORT	-10V ~ +10V
2-3 SHORT	2-3 SHORT	-20V ~ +20V

A/D converter의 이득은 VR3를 조절해서 FULL SCALE(5V, 10V, 20V)시에 디지털 변환값이 0fffh가 되도록 튜닝한다.

오프셀은 unipolar(0V~+10V OR +20V)인 경우는 VR2를 사용해서, bipolar(-5V~+5V OR -10V~+10V)인 경우는 VR1를 사용해서 조절한다.

즉, 0V일때 unipolar인 경우는 디지털 변환값이 000h가 나오도록 하고, bipolar인 경우는 디지털 변환값이 800h가 나오도록 튜닝한다.

7-3. Analog Output Board

7-3-1. 기능

- CPU board에서 출력되는 data를 D/A converter하여 analog output signal을 제공함.

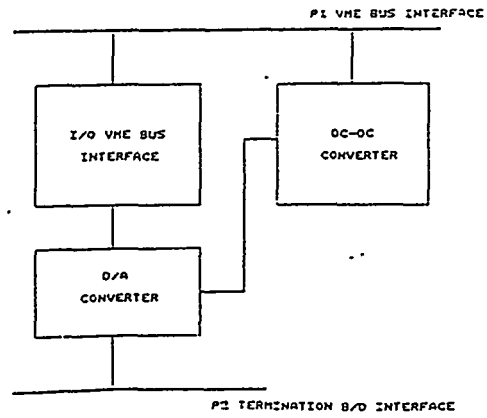
7-3-2. Analog Output Board의 일반사양 및 특징

- D/A converter : AD7247
- Resolution : 12BIT
- Output Range : 0~10V, 0~5의 전압 출력
채널 별로 선택 가능
- Output Channel : 8CH

7-3-3. VME Interface

- Interface Methods : Standard Addressing, Short Addressing
(A16/D8, A24/D16)
- AM CODE : PAL Programmable
- 보드 Base Address : A15, ..., A8, 256 간격으로 설정 가능
(BASE AD+0h)
- Power : VME BUS 상에서 5V 사용
DC-DC Converter : AD-6-1515-5

7-3-4. Analog Output Board의 블록다이어그램



7-3-5. Analog Output Board의 VME Interface 방법

. AO board의 VME interface 방법은 AI(Analog Input) board와 동일하다.

7-3-6. D/A 변환부

D/A converter로 사용한 칩은 AD7247로서 1개의 칩에 전압 출력의 2채널 D/A 변환기가 내장되어 있다. 12비트 버스로 인터페이스되며 변환시키고자 하는 값을 써 줌으로서 그 값에 해당하는 전압이 출력된다. 8개 채널의 D/A 변환기는 아래와 같이 JP1, JP2, JP3, JP4, JP5, JP6, JP7, JP8를 구성하는 것에 따라서, 각각 다른 출력 전압 범위를 가질 수 있다.

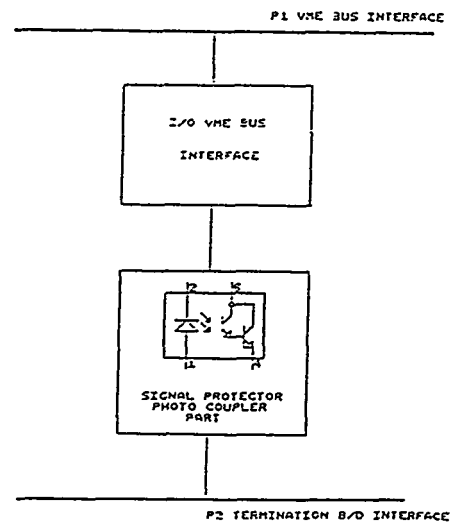
점 프	해당 출력 채널	세팅 치	출력 전압 범위
JUMPER1	CH.1	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER2	CH.2	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER3	CH.3	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER4	CH.4	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER5	CH.5	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER6	CH.6	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER7	CH.7	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V
JUMPER8	CH.8	2-3 SHORT 1-2 SHORT	0V ~+10V 0V ~+5V

7-4. Digital Input Board(DI)

7-4-1. DI Board의 일반 사양

- Photo Coupler : PC 817
 - . Forward Current 10mA TO 30mA
 - . Collector Current 5mA TO 15mA
 - . Response Time 18 μ s
- Input Range : DC12~24V DC 100~110V
- Input Channel : 32CH
- Vme Interface
 - . Interface Methods : Standard Addressing(A24/D16)
 - . AM CODE : PAL Programming
 - . Board Base Address : A15-A8까지 설정 가능(DIP S/W)
 - . 보트 ID Vector Read 기능 : BASE AD+0h
(Vector Value는 PAL로 설정 가능)
- Power
 - . VME BUS상에서 5V Power만 공급
 - . 5V 전원은 보드의 회로를 구동하는 전원으로 사용함.

7-4-2. DI Board의 블록다이어그램



7-4-3. DI Board의 기능 설명

- VME Interface 방법

이 보드는 BME BUS에서 slave로 동작한다. 8 또는 16비트 버스로 통신하며 어드레스 영역은 16 MEGA BYTE를 사용한다. dtack time은 PAL을 이용하여 16 MEGA CLOCK에 의한 4번의 delay로써 구현하였다. 약 60 나노 초 정도의 dtack time을 구현할 수 있다.

- 어드레스 맵(Address MAP)

VME상에서 보드의 base address를 선택하는 방법은 DIP S/W로 A8, ..., A15를 결정한다. 보드에서 사용하는 영역은 A1, ..., A3으로서 A4, ..., A7은 PAL로 미리 결정할 수 있다. 다음은 BASE ADDRESS에 대한 오프셋으로 나타나는 address MAP이다.

ADDRESS	방향	내 용
BASE + 00h	R	BOARD ID VECTOR
BASE + 02h	R	D/I CH 1,2 SELECT(BYTE, WORD 선택 가능)
BASE + 04h	R	D/I CH 3 SELECT
BASE + 0EH	W	D/O CH 1 SELECT

- 각 레지스터(REGISTER)의 내용

보드 ID VECTOR REG.(BASE + 00h)

ID REG는 이 보드가 DIO 보드라는 정보를 나타내고 4비트의 데이터 비트가 있다.

				1	0	0	1
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

D/I 1,2 channel select REG.

(BASE + 02h, WORD, BYTE 단위 ACCESS 가능)

DI15	DI14	DI13	DI12	DI11	DI10	DI9	DI8
DI7	DI6	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1	DI0

DI/3 channel select REG.(BASE + 04h)

DI23	DI22	DI21	DI20	DI19	DI18	DI17	DI16
------	------	------	------	------	------	------	------

각 channel의 값을 읽고 싶을 때 읽고자 하는 address를 선택하고 데이터를 읽으면, 각각의 입력 데이터의 변화를 체크할 수 있다.

7-4-4. DI Borad 설명

D/I 입력부는 jumper 부분과 protector 부분, photo coupler 부분이 있고, 각 파트를 살펴보면,

- 점퍼(JUMPER) 부분

- . 점퍼는 입력의 형태를 결정하고, 입력 전압의 정도를 설정하는 기능을 한다.
- . 디지털 입력 채널 1(DIN CH.1)~채널 16(DIN CH.16) 입력 전압은 DC12~DC24V로 설정되어 있다.
- . DIN CH.17~DIN CH.32는 DC24V와 DC100V으로 선택하여 입력할 수 있으며, 어느정도의 입력 전압의 가감은 보상이 된다.

. 출력 17CH~32CH JUMPER SETTING

출력 채널	JP8C1의 세팅 치	디지털 입력 전압의 범위
DIN CH.17	1-2 SHORT	12 ~24V
	1-2 OPEN	100~110V
DIN CH.18	3-4 SHORT	12 ~24V
	3-4 OPEN	100~110V
DIN CH.19	5-6 SHORT	12 ~24V
	5-6 OPEN	100~110V
DIN CH.20	7-8 SHORT	12 ~24V
	7-8 OPEN	100~110V
DIN CH.21	9-10 SHORT	12 ~24V
	9-10 OPEN	100~110V
DIN CH.22	11-12 SHORT	12 ~24V
	11-12 OPEN	100~110V
DIN CH.23	13-14 SHORT	12 TO 24V
	13-14 OPEN	100 TO 110V
DIN CH.24	15-16 SHORT	12 TO 24V
	15-16 OPEN	100 TO 110V

출력 채널	JP8C1의 세팅 치	디지털 입력 전압의 범위
DIN CH.25	1-2 SHORT	12 ~24V
	1-2 OPEN	100~110V
DIN CH.26	3-4 SHORT	12 ~24V
	3-4 OPEN	100~110V
DIN CH.27	5-6 SHORT	12 ~24V
	5-6 OPEN	100~110V
DIN CH.28	7-8 SHORT	12 ~24V
	7-8 OPEN	100~110V
DIN CH.29	9-10 SHORT	12 ~24V
	9-10 OPEN	100~110V
DIN CH.30	11-12 SHORT	12 ~24V
	11-12 OPEN	100~110V
DIN CH.31	13-14 SHORT	12 TO 24V
	13-14 OPEN	100 TO 110V
DIN CH.32	15-16 SHORT	12 TO 24V
	15-16 OPEN	100 TO 110V

- PROTECTOR 부분

외부의 잘못된 전압(역 전압) 입력은 DIO 보드의 회로에 손상을 가할 수가 있다. 이를 방지하기 위한 목적으로, 환류 다이오드(DIODE)를 사용하였다.

- PHOTO COUPLER 부분

과전압으로 인하여 VME 마스터측에 손상이 가는 것을 방지하고 또한 ground를 분리하기 위한 목적으로 photo coupler를 사용한다. photo coupler의 입력 전류를 10mA 정도로 고정하기 위해서, photo coupler부의 입력 전압을 분배하는 저항을 photo coupler의 앞단에 달았다.

7-5. Digital Output Board(DO)

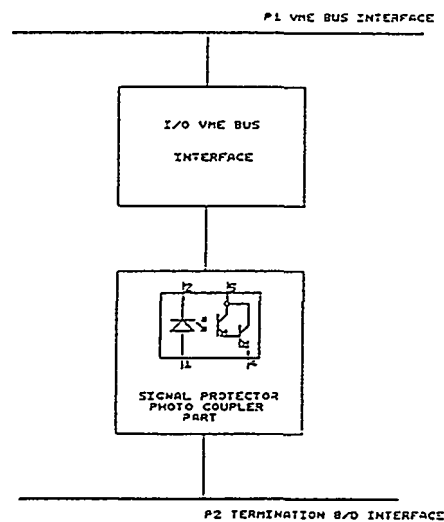
7-5-1. DO Board의 일반 사양

- Photo Coupler : PC 715
 - . Forward Current 10mA~30mA
 - . Collector Current 5mA~15mA
 - . Response Time 18 μ s

7-5-2. VME Interface

DI Board와 동일

7-5-3. 블록 다이어그램



7-5-4. DIGITAL 출력

출력부는 DO 보드에 부착된 릴레이를 사용한 접점출력을 제공한다. 이 접점은 NC(Normally Close), NO(Normally Open)를 가지고 있으며, 알람이나 램프의 조작을 위한 접점으로 사용할 수 있다. NC와 NO의 선택은 jumper를 이용하여 결정할 수 있다.

또한 output data의 MSB에 0을 써줌으로써 LED를 구동시킬 수 있다. 여기에 대해서는 LED 표시부에서 자세히 설명되어 있다.

7-5-5. Power

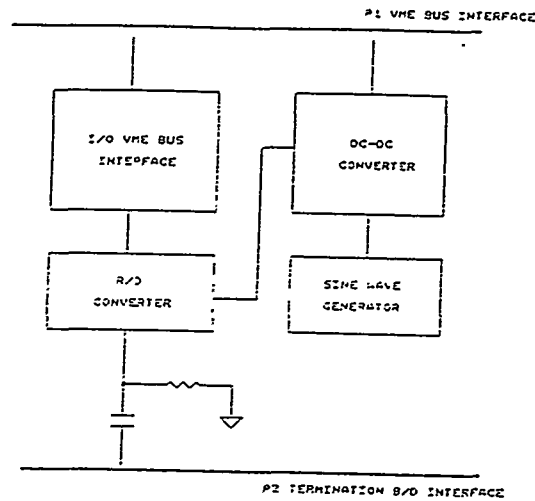
DO board의 전원은 5V 단일 전원을 사용한다.

7-6. Resolver Converter Board(RDU)

7-6-1. 일반적 사양

- Resolver Converter : 2S82
 - . Resolution 10, 12, 14, OR 16BIT
 - . Operating Frequency Range 50 TO 20,000 HZ
 - . Reference Input
 - ┌ Frequency 50~20,000 HZ
 - └ Voltage Level 2 RMS~11V RMS
 - . Power 5V, $\pm 12V$
- Precision Wave Form Generator : ICL 8036
 - . Power : $\pm 5V \sim \pm 15V$
 - . Power Dissipation : 750 mW
 - . Output Sink Current : 25mA
- VME Interface : Standard Addressing(A24/D16)
 - . AM CODE : PAL Programming
 - . Board Base Address : A15 ~ A8 까지 설정 가능(DIP S/W)
 - . 보드 ID VECTOR READ 기능 : (BASE AD+0h)
(Vector Value는 PAL 로 설정가능)

7-6-2. 블록다이어그램



7-6-3. VME Bus Interface

AI BORAD 와 동일

7-6-4. 기능 설명

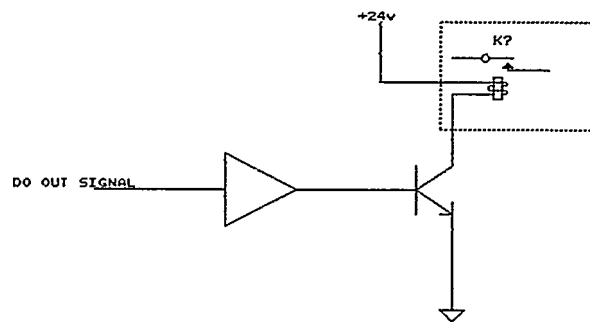
Feeder pully에 연결되어 있는 sensor에서의 sine, cosine wave를 RD converter에서 data로 변환하여 속도에 대한 정보를 VME mother board를 통해 CPU board에 전달함.

7-7. Digital Output Connection Board

7-7-1. 일반사양

- . TR : 2SC379
- . Collector Current : 2A
- . Output Channel : 12CH

7-7-2. 블록다이아그램



제 8 장 소프트웨어 설명

8. 소프트웨어 설명

8-1. RATE 선정

*)단위 천분율

$$\text{RATE} = \frac{\text{SPEED}(\%) * \text{WEIGHT}(\%)}{1000(\%)}$$

Speed가 일정 할때 weight의 변동에 따라 coal flow 증가 하거나 감소 한다.

예를 들어 speed가 50%이고 weight 100%라면 coal flow는

$$\text{RATE} = \frac{50\%(\text{SPEED}) * 100\%(\text{WEIGHT})}{1000\%}$$

$$\frac{500\% * 1000\%}{1000\%} = 500\%$$

500이라는 값이 산출 된다 그러면 coal flow는 50%이다

그러나 weight가 벨트의 이음새에 의하여 weight가 120%로 상승 하였을 경우

$$\text{RATE} = \frac{50\%(\text{SPEED}) * 120\%(\text{WEIGHT})}{1000\%}$$

$$\frac{500\% * 1200\%}{1000\%} = 600\%$$

600이라는 값이 산출 된다 그러면 coal flow는 60%이다.

8-2. Speed 선정

*)단위 천분율

$$\text{MOTOR SPEED} = \frac{1000\% * \text{DEMAND}}{\text{WEIGHT\%}}$$

Demand가 일정 할때 motor speed 는 weight의 변동에 따라 증가 하거나 감소 한다.

예를 들어 demand가 50%이고 weight 100%라면

$$\text{MOTOR SPEED} = \frac{1000\% * 50\%(\text{DEMAND})}{100\%(\text{WEIGHT})}$$

$$\frac{1000\% * 500\%}{1000\%} = 500\%$$

500이라는 값이 산출 된다 그러면 motor speed는 50%로 회전 하고 있는 것이다.

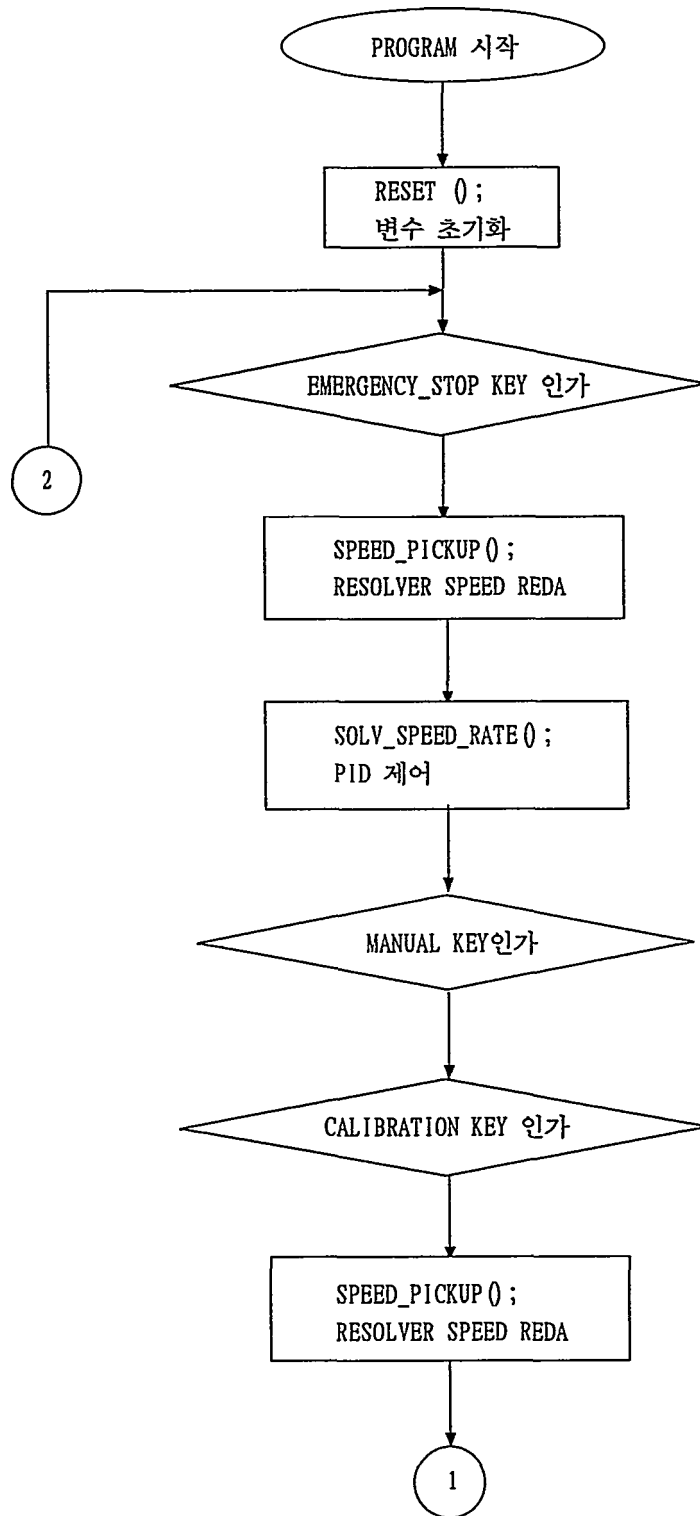
그러나 weight가 벨트의 이음새에 의하여 weight가 120%로 상승 하였을 경우

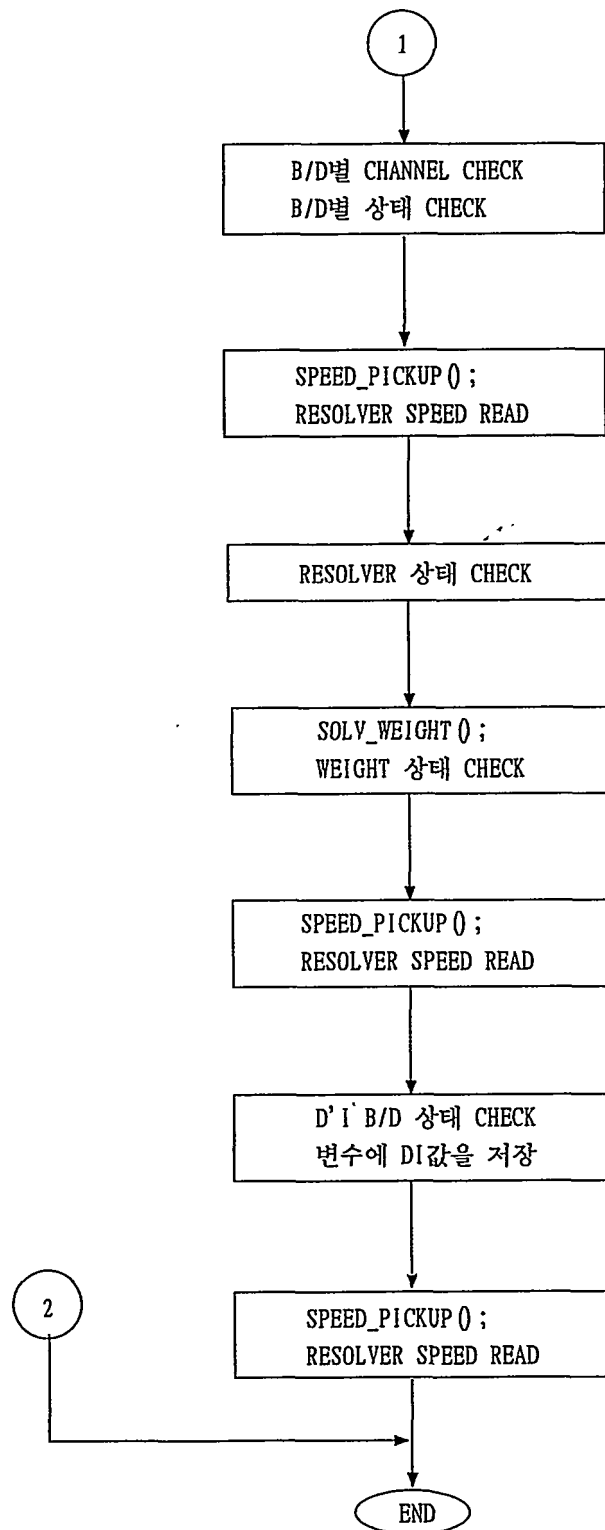
$$\text{MOTOR SPEED} = \frac{1000\% * 50\%(\text{DEMAND})}{120\%(\text{WEIGHT})}$$

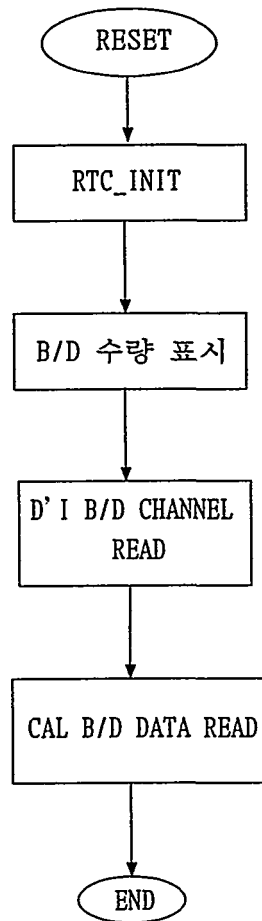
$$\frac{1000\% * 500\%}{1200\%} = 416.67$$

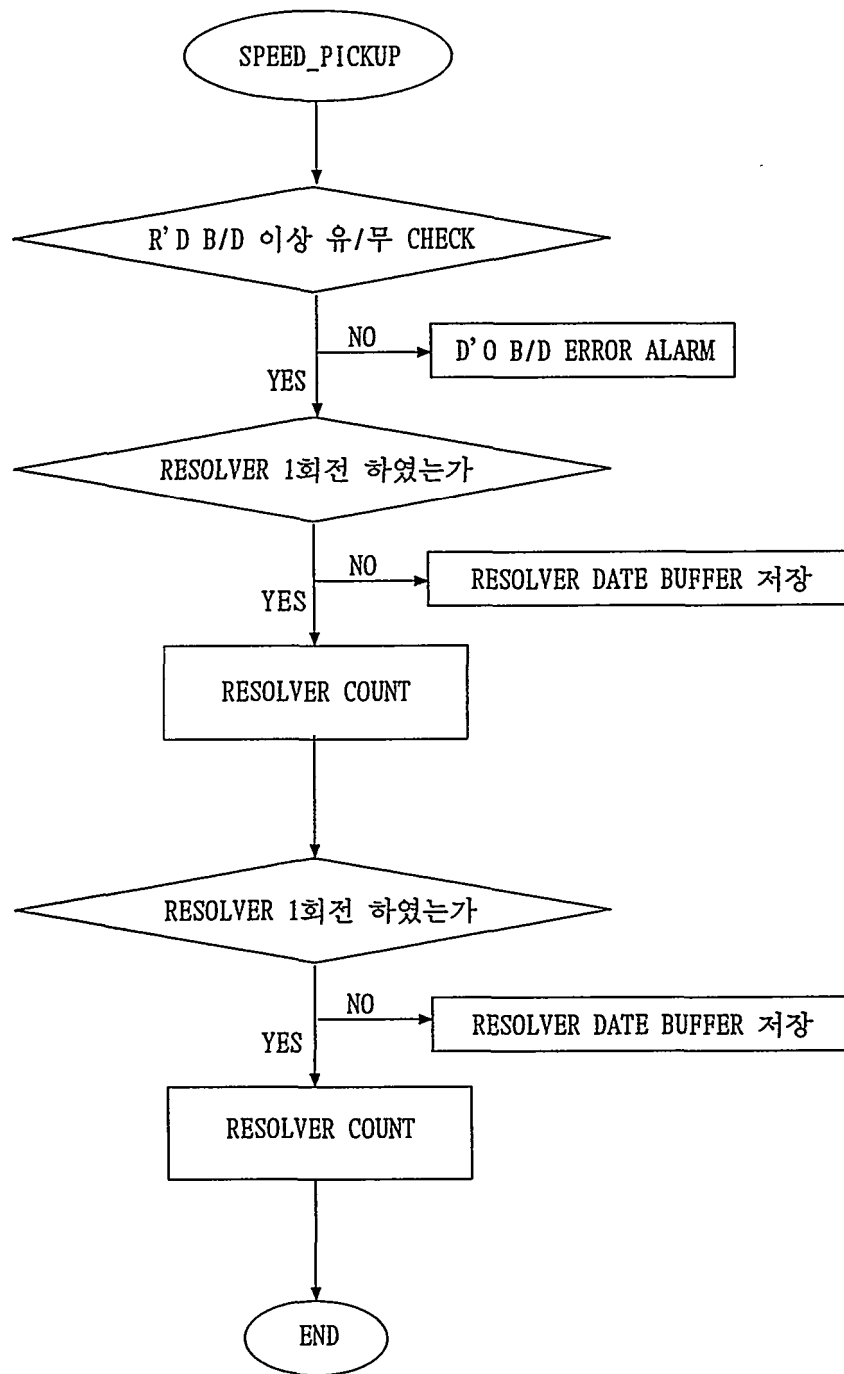
416.67이라는 값이 산출 된다 그러면 motor speed는 41.7%로 회전 하고 있는 것이다.

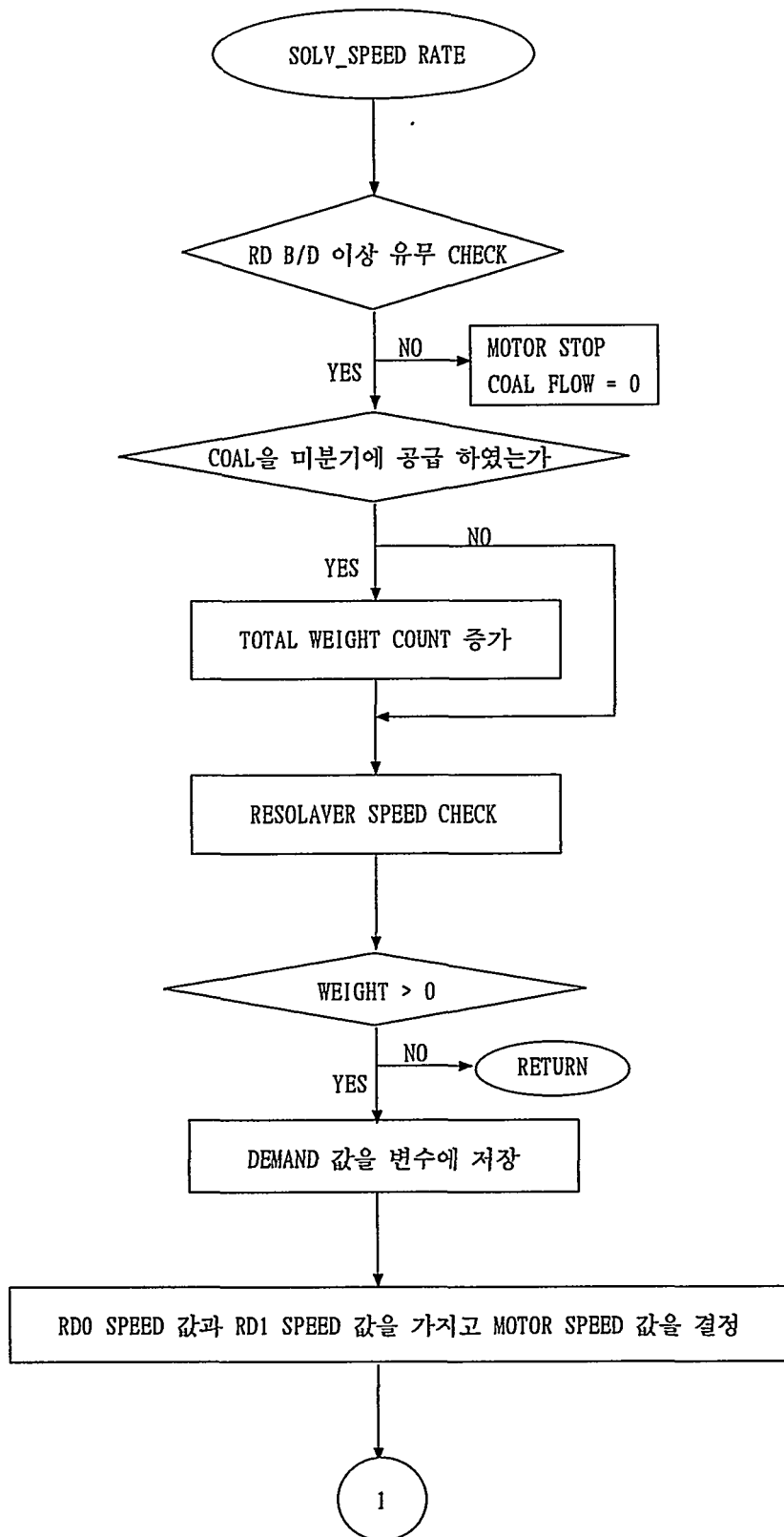
8-3. 순서도

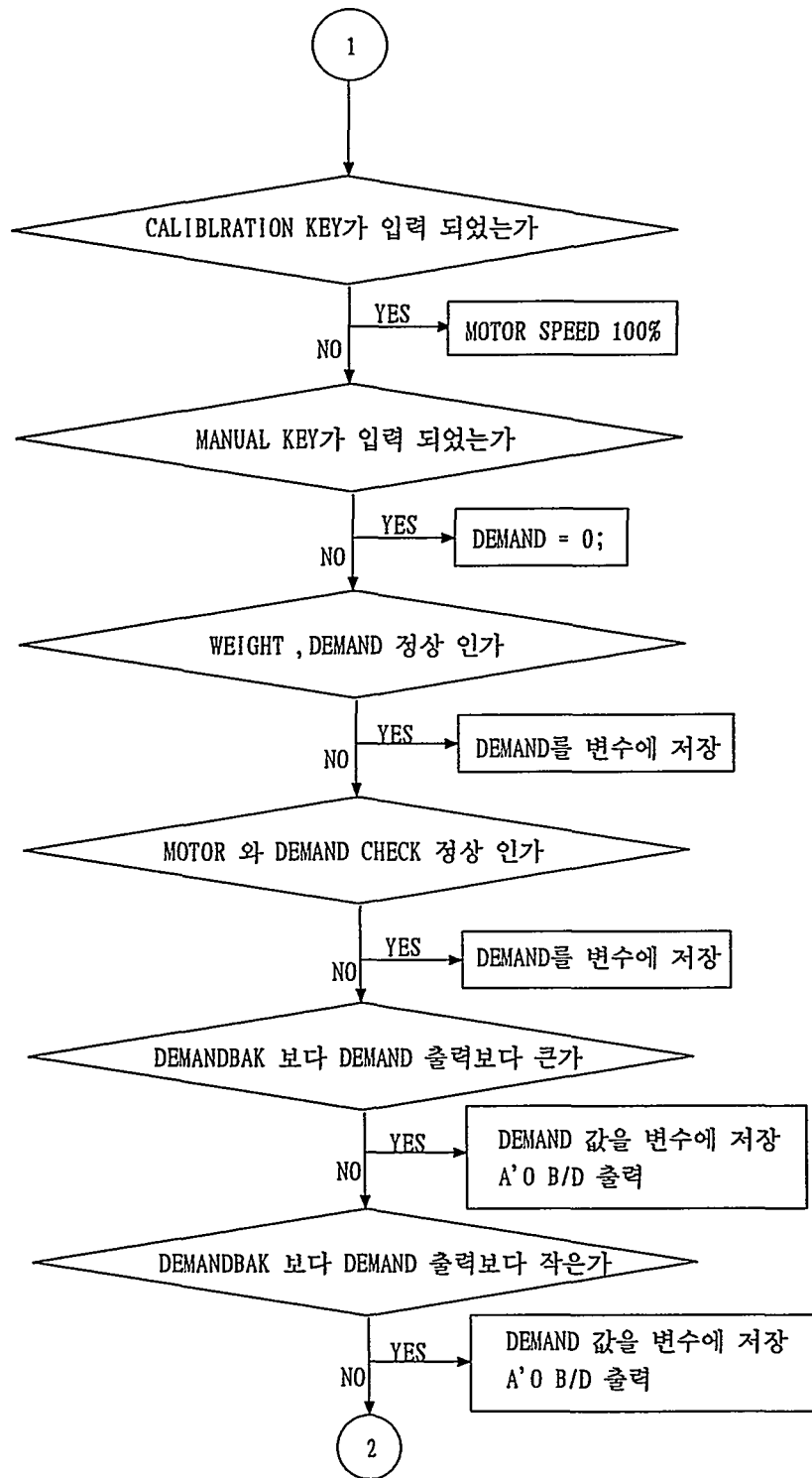


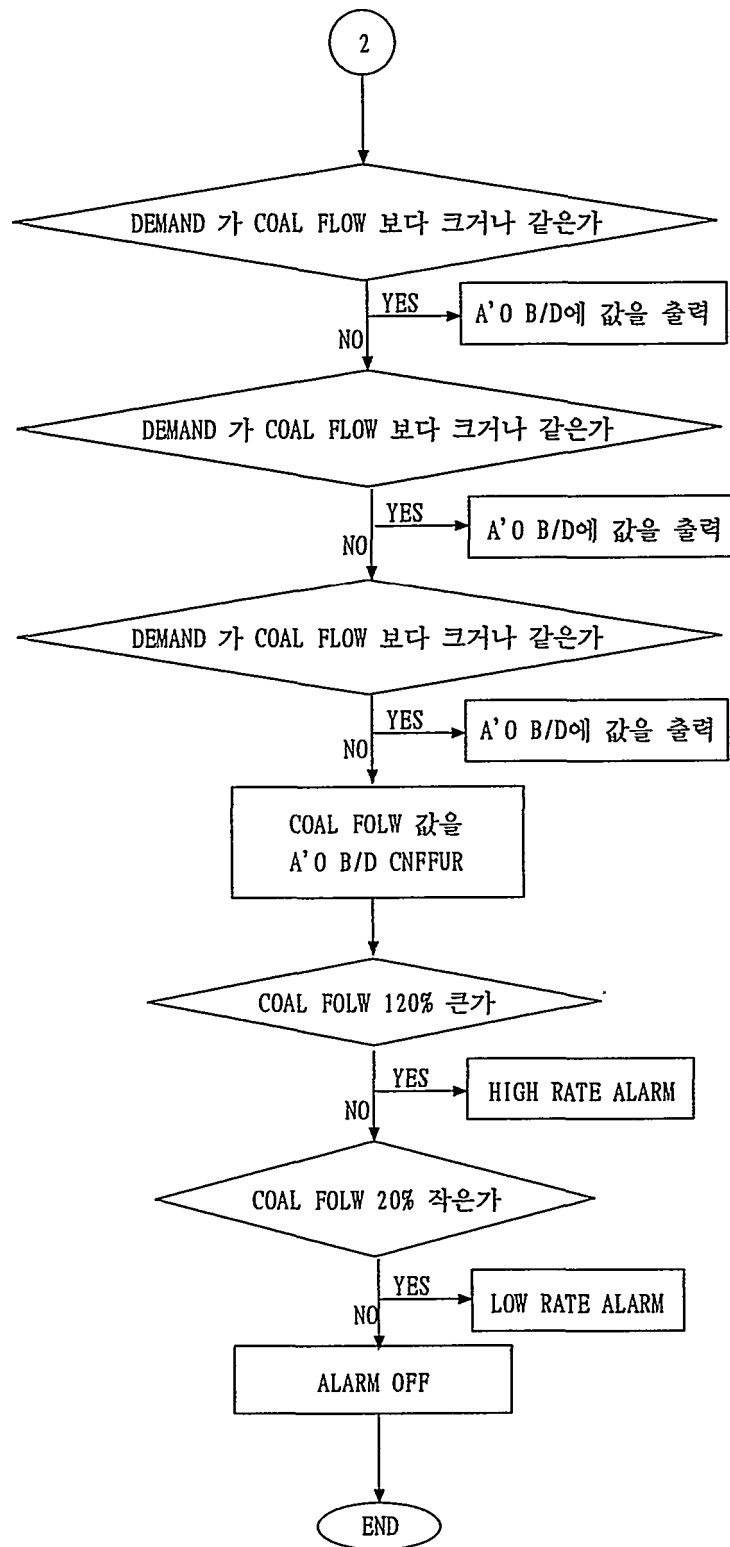


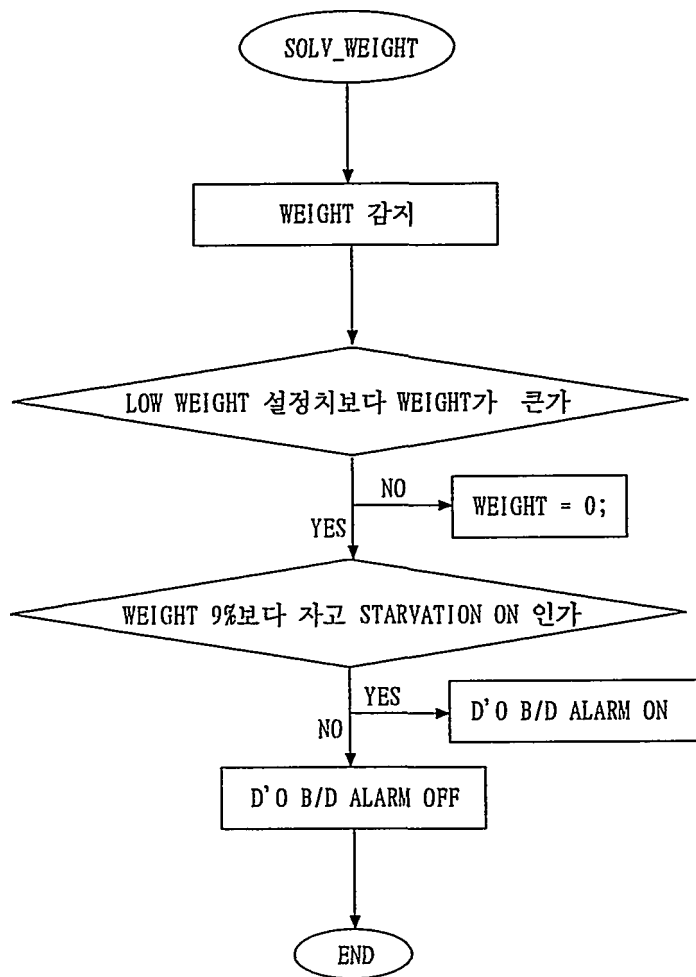


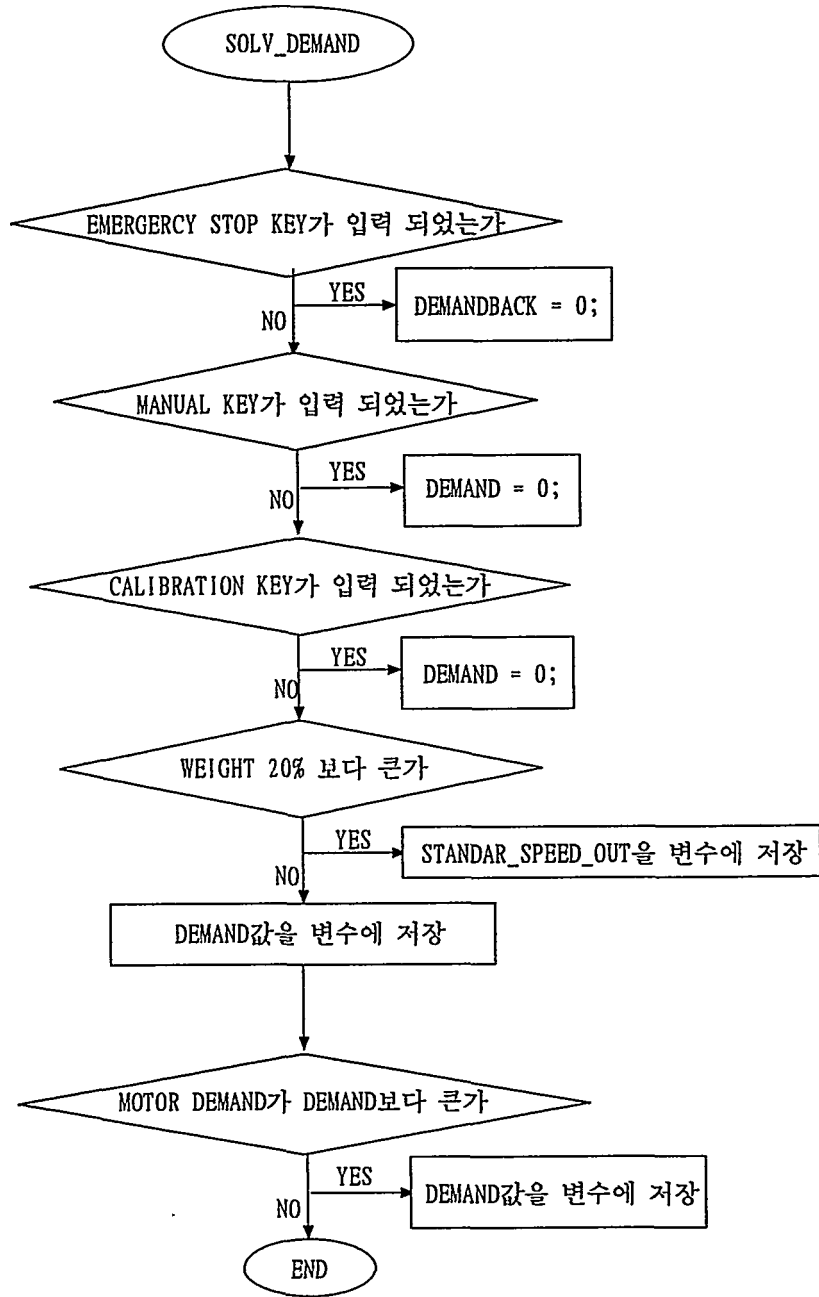


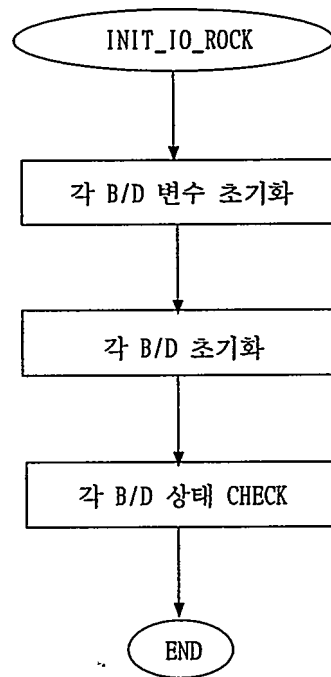








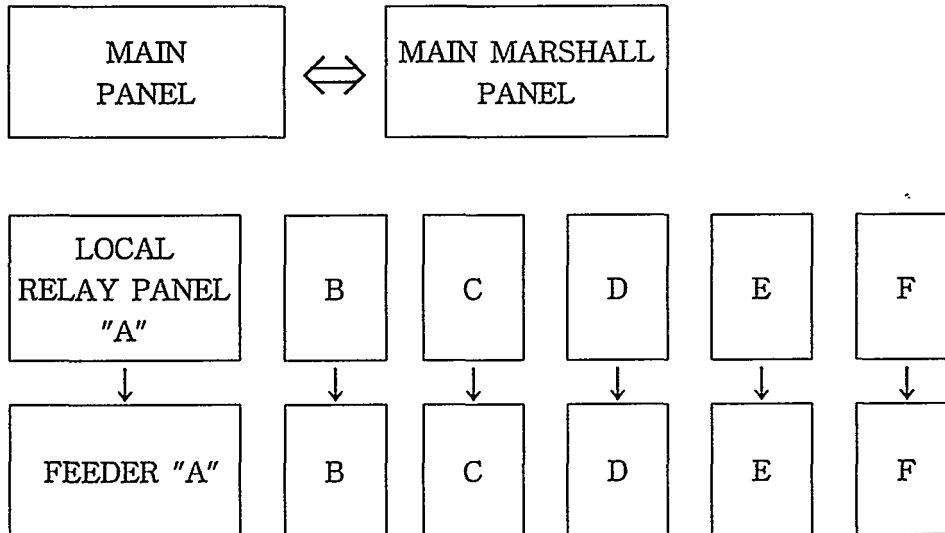




제 9 장 SEQUENCE 설명

9. SEQUENCE 설명

9-1. Sequence 전체 구성도



* "C"한개만 현재 설치되어 운전중임.

9-2. Main Control Panel 구성

Main control panel은 보드 unit와 power supply unit로 구성되어 있다.

9-2-1. Board Unit 구성

CPU, D/I, D/O, CAL, A/I, A/O, RD0, RD1등으로 구성되어 있으며, MAIN PANEL까지 하여 총 6개의 UNIT으로 구성되어 있다. DC 5V, ±12V, 24V의 전원을 필요로하며, 개별적으로 운전하도록 설계배치되어 있다.

[illegible]

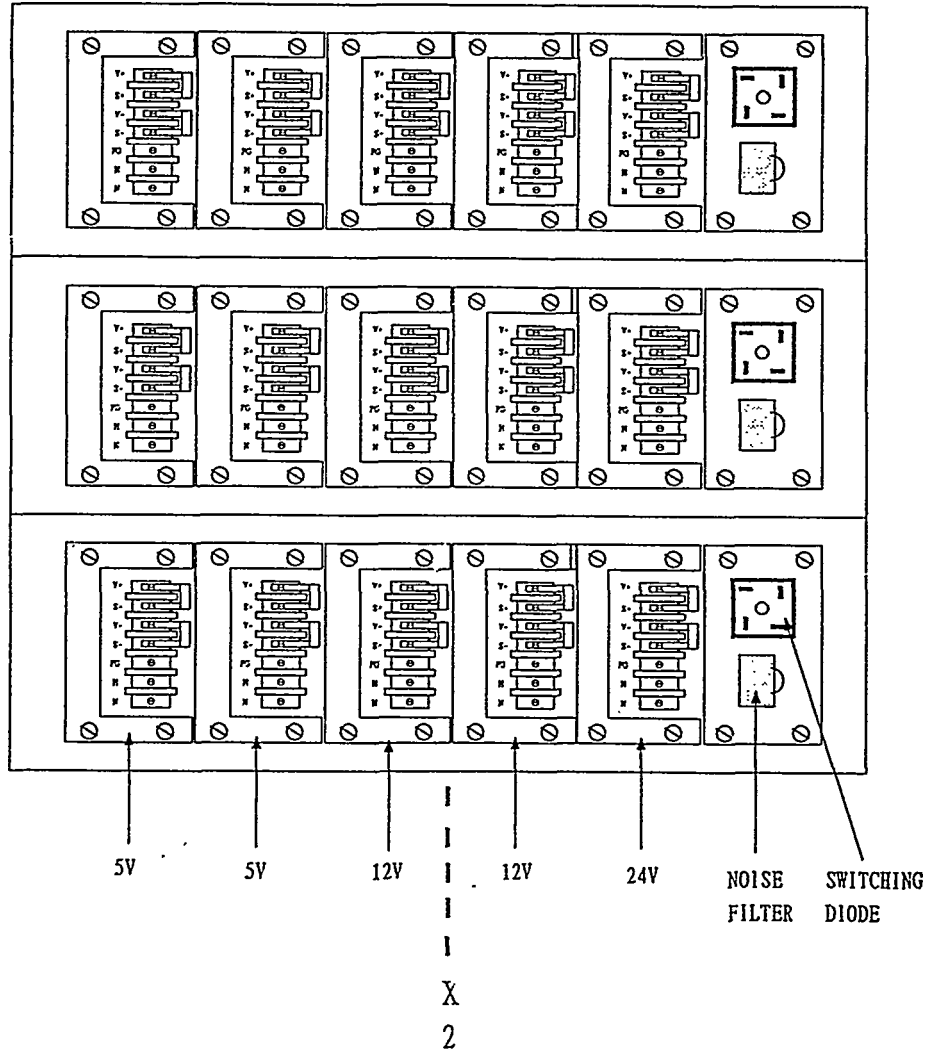
<Board Unit>

9-2-2. Power Supply Unit의 구성

- 5V=2EA, 12V=2EA, 24V=1EA

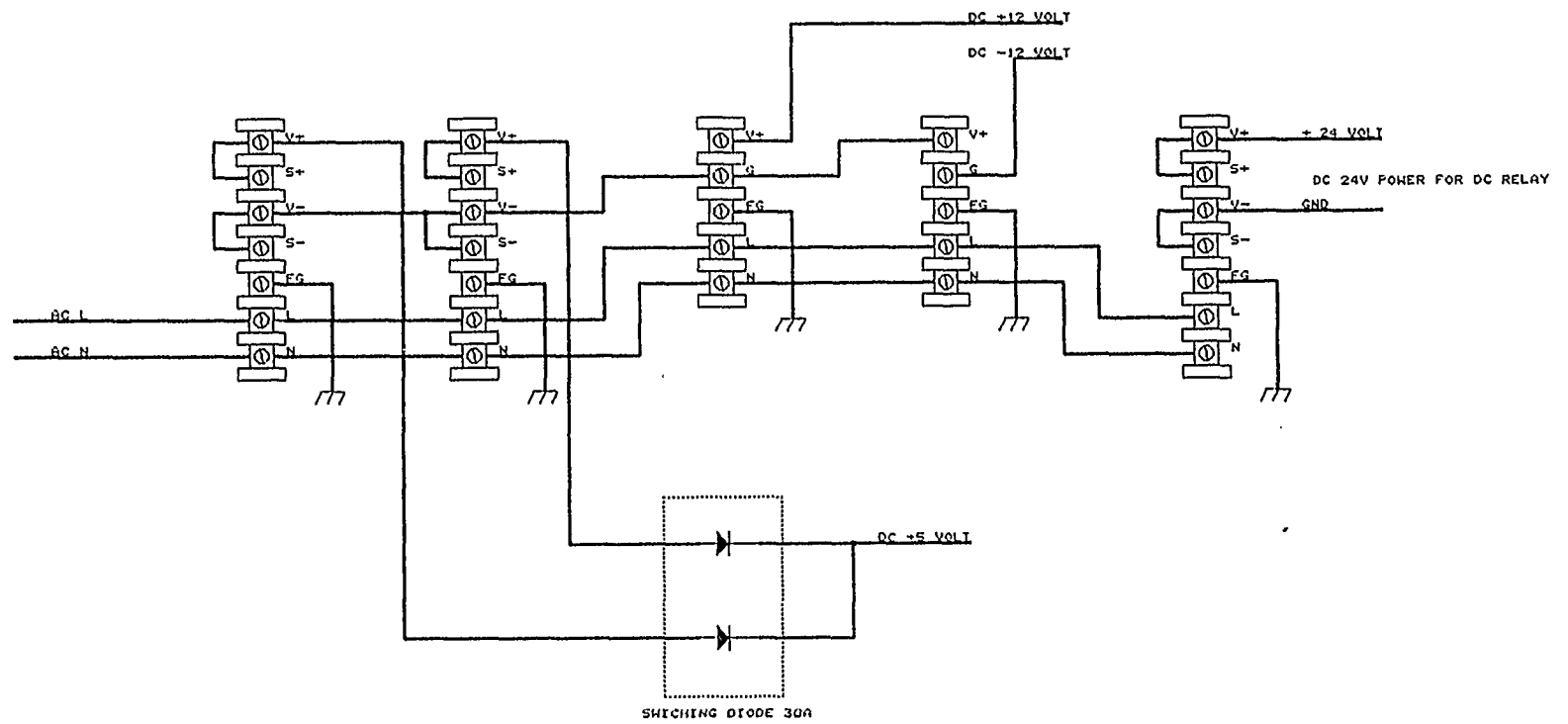
Power Unit 역시 6EA Board Unit에 개별적으로 전해지며 각 unit에 전해지는 주전원 역시 개별적으로 공급된다.

전원공급은 local relay panel 위에 설치되어 있는 48V/120V 1.5KV TR 2차원을 통해 local relay panel 단자대 18번과 19번을 통해 main marshal panel TB-ISO1, TB-ISO2, TB-ISO3 indicator FMX, FMX1, FSX, R8, PANEL 전면 lamp 및 power supply에 전달되어 전원을 공급한다.

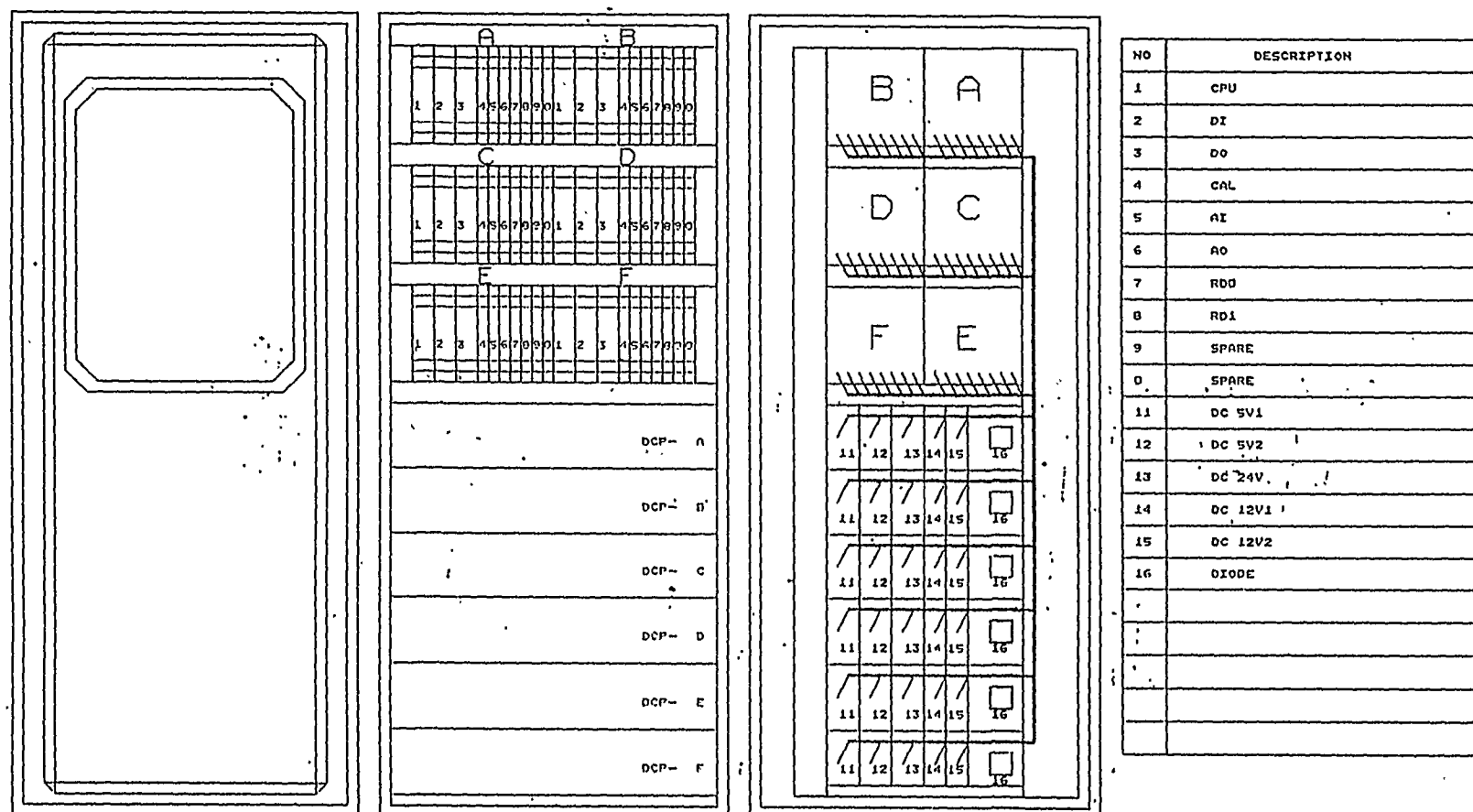


<Power Supply Unit>

9-2-3. Power Supply 결선도



9-3. Main Control Panel 내부 구성



9-4. Main Marshal Panel 구성

- . DC Motor Driver Unit
- . Digital Out Board Unit
- . SCAI (Signal Conditionning Board)
- . Isolator
- . TB-MM (Terminal Block of Main Marshal)
- . TB-BC (Terminal Block of Board Signal)

9-4-1. DC Motor Driver Unit

- 전원

Local Relay Panel 상부에 설치되어 있는 480V/240V 3KV TR 2차측을 통하여 단자대(T-M 156, 159)를 거쳐 main marshal panel(TB-MM 35, 36)에 전달되어 DC motor driver L1, L2에 직접 공급된다.

또한, 220V 전원은 현재 FM, FS가 동작하고 있을 때 K1 RELAY를 거쳐 공급되고 있다. (SHEET 1, 2참조)

- 기동

현재 조건 부여시 동작한다.

. AUTO 운전시 기동조건

Start in 접점이 주어지며 R7의 동작 유무가 기동조건을 부여한다. 또한, manual(현장운전) 동작시 배전반에서 기동조건을 부여하여도 FM 접점으로 전원이 공급되어지지 못하므로 운전중 사고를 방지할 수 있다.

- . Auto 운전조건은 marshal panel에 있는 FS-X 접점과 FM-X1 B접점, 그리고 A/O BOARD 1 ch로 전달되는 신호를 이용하여 TB-ISO2 (ISOLATOR 0-5V=0-10V) 출력을 받아 기동한다. (부록:도면 3, 4참조)

- 현장 manual 운전

Main marshal panel 전면에는 Auto/Man S/W로, DI board로 신호를 전송하여 DO 출력 D2를 동작하여 (R3 RELAY 조련시) FM RELAY를 절체한다. 이때 FX로 전달되는 전원 L9을 FM B접점으로 단락시켜 동작을 중지시키며, auto 운전이 되면 TB-ISO2 출력시 FM-X B접점으로 절체한다.

현장 manual 절체시 전면 manual lamp가 켜진다.

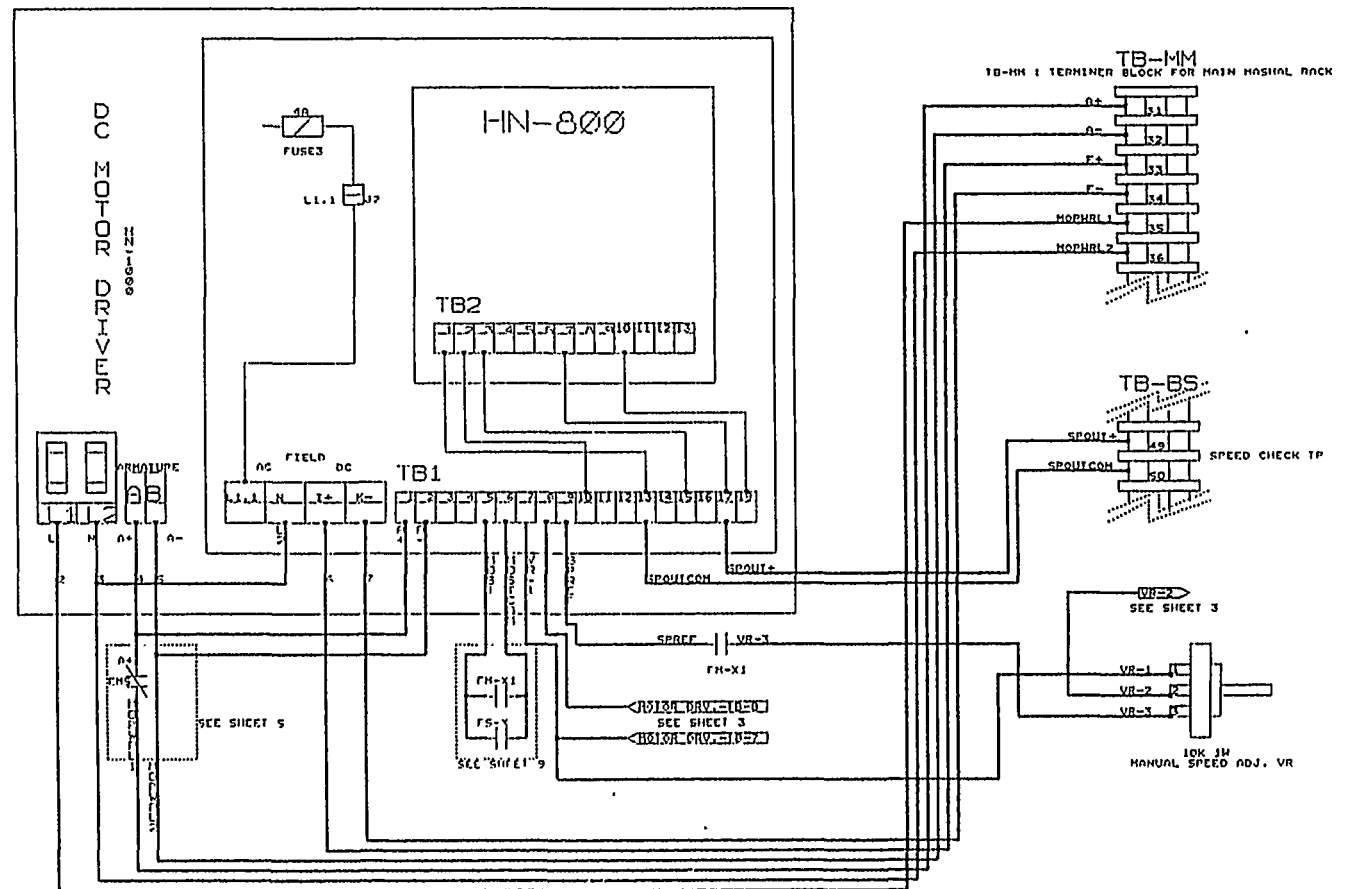
이때 manual speed ADJ.VR (10K 1W)로 현장에서 speed를 조정할 수 있다. 또한 현장에서 정지명령으로 armature + 단락시키면, ADJ.VR과 상관없이 motor만 정지한다.

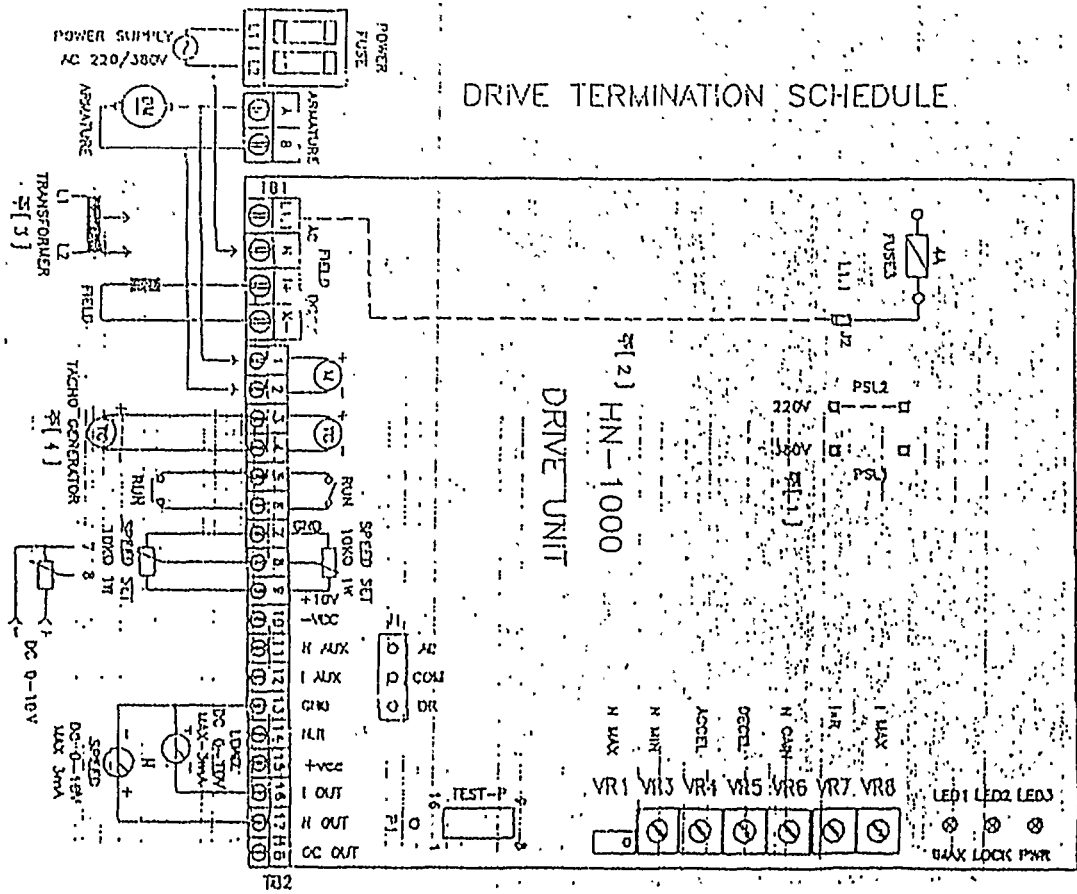
출력 단자대는 TB-MM 31, 32, 33, 34이며, 별도의 speed check TP가 TB-BS 49, 50으로 출력되고 있다.

MT board가 DC motor driver 상단에 취부되어 있으며, 이 board의 기능은 현재 motor 기동중이나 정지되어 있는 신호접점을 제공한다. 이 신호 접점은 MT, MTX relay로 전달되어 배전반 alarm과 main marshal panel 전면 lamp에 기동조건을 부여하며, motor의 과부하 신호접점을 제공하고 있다. (부록: motor drive 사용서 참조)

HN-800 board가 DC motor driver 상단에 취부되어 있으며 이 board의 기능은 motor의 운전 상태 즉 기동정지를 알리는 접점을 제공한다. 이 신호 접점은 MT, MTX relay로 전달되어 배전반 alarm과 main marshal panel 전면 lamp에 기동조건을 부여하며 motor의 과부하 신호 접점을 제공하고 있다. (motor drive 사용서 부록 참조)

9-4-1-2. Moroe Driver 구성도





[주1] 공급전원 전압에 일치하도록 PSL1과 PSL2를 선택한다.

[주2] 단권 변압기를 사용하여 계자(FIELD) 전원 전압을 외부에서 별도로 공급할 경우에는 장비 자체에 배선되어 있는 J2(L1,1) 전원을 제거하고 L1,1/N 단자에 단권 변압기의 출력 전압을 공급한다.

$$\text{계자(FIELD)전원 AC 전압(L1,1/N)} = \text{모터계자 DC 정격전압(I+/K)} \div 0.9 \times [V]$$

[주3] DC 모터에 속도 발전기(TG)가 있을 때는 3/4번 (TB2)에 결선하고 1/2번(TB2)을 결선하지 않는다.

[주4] DC 모터에 속도 발전기(TG)가 없을 때는 전기자 출력 A+를 1번(TB2)에 연결하고 출력 B-를 2번(TB2)에 연결한다. 3,4번(TB2)은 결선하지 않는다.

9-4-2. Digital Output Board

현재 board unit에 있는 D/O board는 32 ch로 구성되어 있으나, digital output board는 10 ch로 구성되어 있다. 그리고, total weight를 담당하는 CR, relay(1 ch), FM relay와 panel 전면에 있는 manual S/W를 통해 구동하는 D2, 그리고, high alarm, low alarm을 담당하며 배전반으로 local panel FA relay를 통해 alarm 정보를 전달하는 D3, D4, panel 전면에 있는 emergency S/W를 통해 motro의 아마츄어 전원을 차단하여 motor 가동을 정지시키는 D5로 구성되어 있다.

이 모든 신호는 D/I board에 입력되어 D/O board를 통해 24V relay(CR, D2, D3, D4, D5)를 구동한다.

9-4-3. Analog Input Signal Conditioning Board

Load cell 신호와 resolver 신호의 입력을 A/I board로 보내는 역할을 한다. 별도의 110V 전원을 사용하며, 6개로 구성되어 있다. 그리고, 각각의 feeder를 담당하고 있다.

9-4-4. Isolator Converter

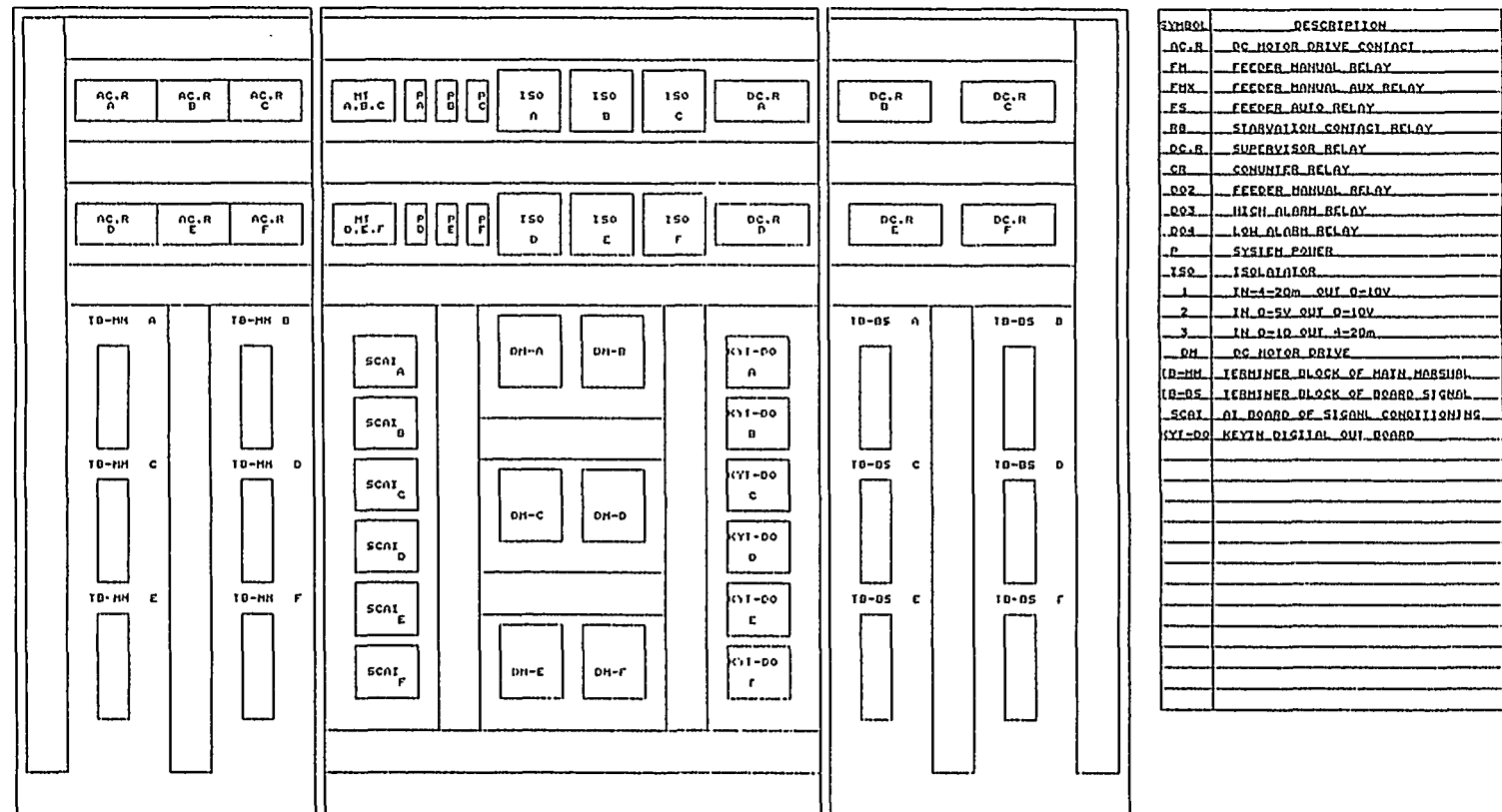
현재 main marshal panel에 3개, local panel에 1개가 부착되어 있다.

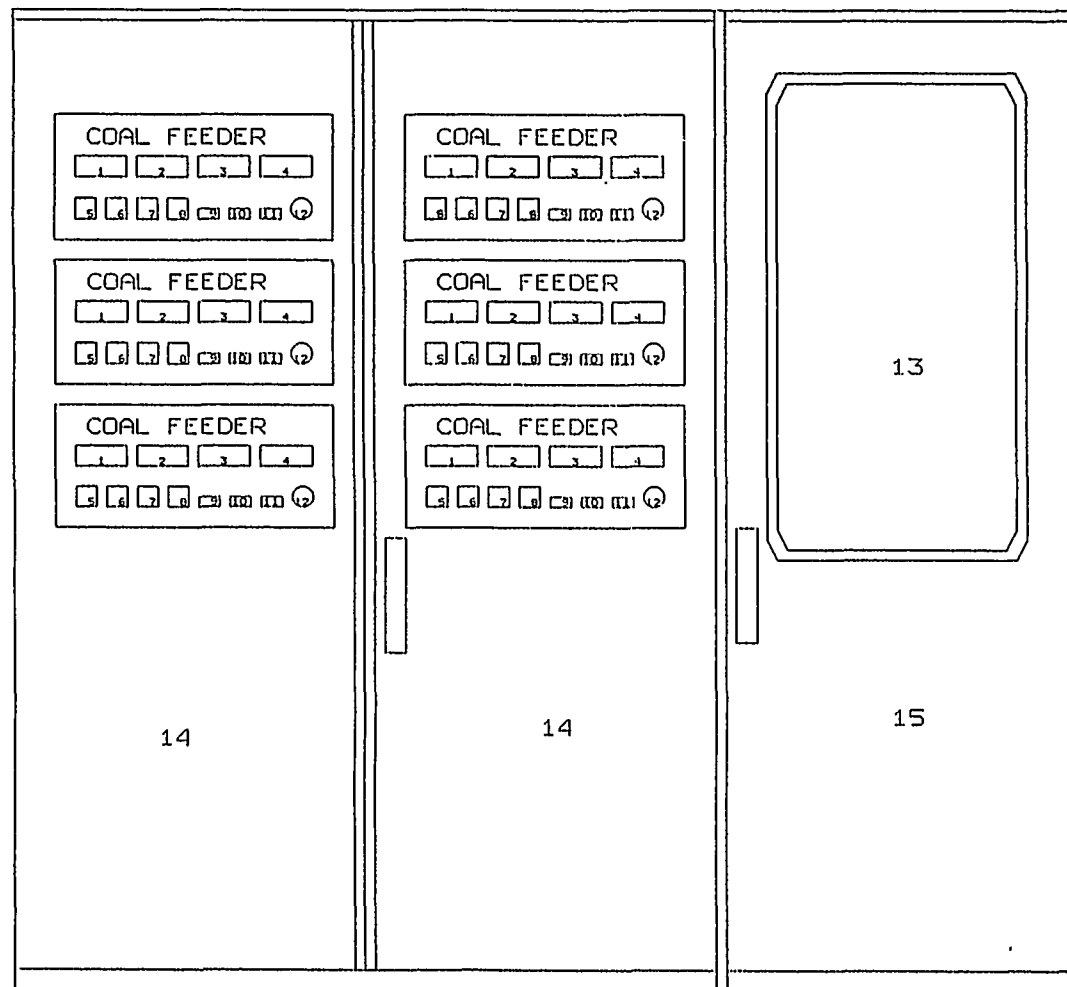
Main marshal panel에 있는 TB-ISO1은 배전반에서 전달된 4-20mA의 신호를 local panel을 거쳐 0-5V로 변환되어 A/I 1 ch로 전달될 수 있도록 해준다. TB-ISO2는 A/O board 1 ch로 전달되는 0-5V를 0-10V로 변환하여 feeder auto 기동시 FM B접점을 통하여 motor 기동조건을 부여할 수 있도록 해준다.

TB-ISO3는 A/O board 3CU로 통해 전달되는 0-5V를 4-20mA로 변환하여 ABC로 coal flow 전달한다.

Local relay panel에 설치되어 있는 것은 load cell 신호를 SCAI board를 통해 입력되는 coal의 무게를 A/I board로 전달하는 역할을 수행한다.

9-4-5. Marshal Panel 외관도





MARSHALL PANEL FRONT

NO	DESCRIPTION
1	TOTAL HEIGHT COUNTER INDICATOR
2	RAET INDICATOR
3	HEIGHT INDICATOR
4	SPEED INDICATOR
5	SYSTEM MANUAL LAMP(GREEN)
6	SYSTEM AUTO LAMP(GREEN)
7	DC MOTOR DRIVE TURN(GREEN)
8	DC MOTOR DRIVE OVER LOAD(RED)
9	SPEED CALIBRATION SH-1
10	LOCAL MANUAL SH-2
11	EMERGENCY STOP SH-3
12	MANUAL VR
13	MARSHALL JUNCTION PANEL
14	MARSHALL PANEL
15	MARSHALL PANEL
16	

9-5. 사용 전압

합계전원(system power)은 AC 480V와 service 전원 AC 220V로 구성되어 있으며 480V 전원을 3KVA down transformer를 사용하여 전원을 115V와 240V로 구분하여 사용한다.

◎ 3KVA Down Transformer

AC 480V TO AC 240V 변환하여 AC240V relay와 DC motor driver에 전원공급용으로 사용된다.

- 480V 입력단자대 TM-1, 2, 3를 통해 CIRCUIT BREAKER(480V - 3PHASE - 15A - 60Hz) 2차로 나와 단자대 TM-12, 13번에 결선되어 있다.

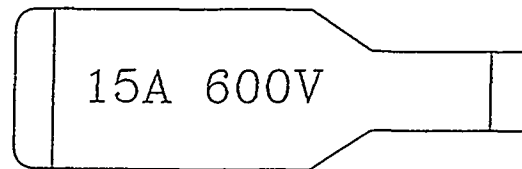
단자대 TM-12, 13에서 3KVA, down transformer로 공급된 AC 480V 전원은 단자대 TM-16, 17을 통해 AC 240V LINE에 공급되도록 구성되어 있다.

- AC 115V LINE은 단자대 TM-10, 11에 AC480V를 공급받아서 1½ KVA, down transformer를 거쳐 단자대 TM-14, 15를 통해 115V LINE에 공급되도록 구성되어 있다.

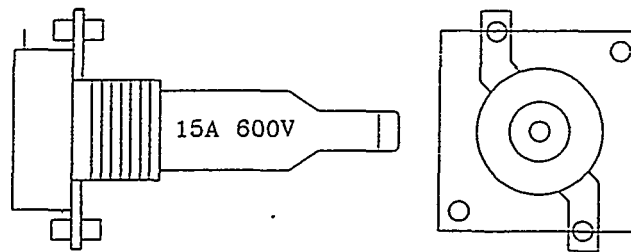
9-6. 115V 전기자재 사양

9-6-1. 15A Fuse(정격전압 600V)

115V에 사용된 fuse는 외부에서 육안으로 확인할 수 있는 돌출형 fuse이므로 사용자가 fuse 단선유무를 육안으로 확인할 수 있다.



FUSE 외관



FUSE HOUSING 외관

9-6-2. Relay(115V 10A)

사용 relay의 coil 전압은 115V이며 접점용량은 10A로 되어 있다. 그리고, 접점 4C, 2C 두종류의 relay로 구성되어 있다. 또한 윗면에 led가 부착되어 있어 동작여부를 확인할 수 있다.

9-6-3 Wire 설명

사용된 wire는 테프로 전선으로 고온에서도(800 °C) 발화되지 않고 사용할 수 있다.(1.25SWE 1P)

9-6-4. Timer

사용전압은 115V/250V 겸용(50-60Hz)이고, A, B 접점을 모두 사용할 수 있으며 time제어 간격은 10분 단위로 되어 있다.

9-6-5. AR Relay

현장기동시 전원 공급이 중단될 경우 FA(Feeder Alarm Relay)도 동작하지 못하게 되어 배전반에 alarm되지 않는 것을 방지하기 위해 AR의 B접점이 FA에 병렬로 연결되어 있어, 전원 공급이 중단되어도 현장상황을 배전반에 전달한다.

9-6-6. FM(Feeder Manual Relay)

Main marshal panel 전면에 있는 manual S/W의 접점과 R3(relay) 조건이 충족될 때 FM이 기동한다. R3 relay는 coal gate의 개폐 유무를 확인하여 전달된다. 또한, main marshal panel에 보조 relay가 부착되어 있어, 이를 통해 manual 기동시 불륨을 통한 현장에서의 속도 조정이 가능하다.

9-6-7. FS(Feeder Start Relay)

Start in 접점이 배전반에서 전달되어 단자대 30, 31을 통하여 FS 기동조건을 부여한다. 그리고, 현장에서 수동 운전시 FS는 기동할 수 없도록 설계되어 있으며, R7 relay(coal cleaner) 조건부여시 동작한다. 또한, main marshal panel에서 별도의 보조 relay를 가지고 있다. 이 조건이 충족될 때, auto 운전의 수행을 담당한다.

9-6-8. R2, R3(Coal Gate)

Feeder belt 위로 내려오는 coal의 door가 on상태인지, 아니면 off 상태인지를 확인하는 relay이며, on 되어 있지 못하며 R3 relay가 동작하지 못하므로 FM(manual 기동불가) 기동 조건을 부여한다.

9-6-9. FR(Feeder Run Relay)

Feeder 운전상태를 확인하며 배전반으로 전달한다.

9-6-10. R4, R5, R6(Belt Tracking)

Feeder 운전중 belt가 좌우로 치우쳐 belt 감김을 감시하는 relay

9-6-11. R8(Starvation Switch)

Feeder 운전중 belt 위에 coal이 있는지 없는지를 확인하여 동작하며, R8이 동작할 경우 feeder 운전을 중지한다.

9-6-12. FC2(Feeder Alarm)

현장에서 발생하는 트립조건을 배전반으로 전달한다.

제 10 장 현장 시공전 및 결과

10. 현장 시운전 및 결과

10-1. 1차 시제품 설치 및 시운전

'94. 9. 15 1차 시제품이 삼천포 화력본부 COAL FEEDER #1-E에 적용되었다. 설치된 시제품은 분리형으로 개발된 설비로써 9월 30일 설치가 완료되어 시운전에 들어갔다.

1차 시제품 설치시 LAP에서 발견되지 않은 여러 문제점이 발생되었으나 설치중 보완을 하였다.

그리고 이 기간동안 발생한 몇가지 문제점에 대해서는 철저한 분석과 보완으로 완제품 제작에 만전을 기하였다.

10-1-1. 1차 시제품 설치시 발생한 문제점

1) WEIGHT

. WEIGHT 입력 신호의 문제점

WEIGHT의 입력신호가 공벨트 상태일때 0mV가 되어야 하는데 7.07mV가 출력되어 100%일때의 출력값이 10.52mV가 된다
이로 인하여 LOAD CELL CONVERTER의 입력 RANGE(0~10mV)를 넘어 측정이 어렵게 되었다.

. 문제점 해결

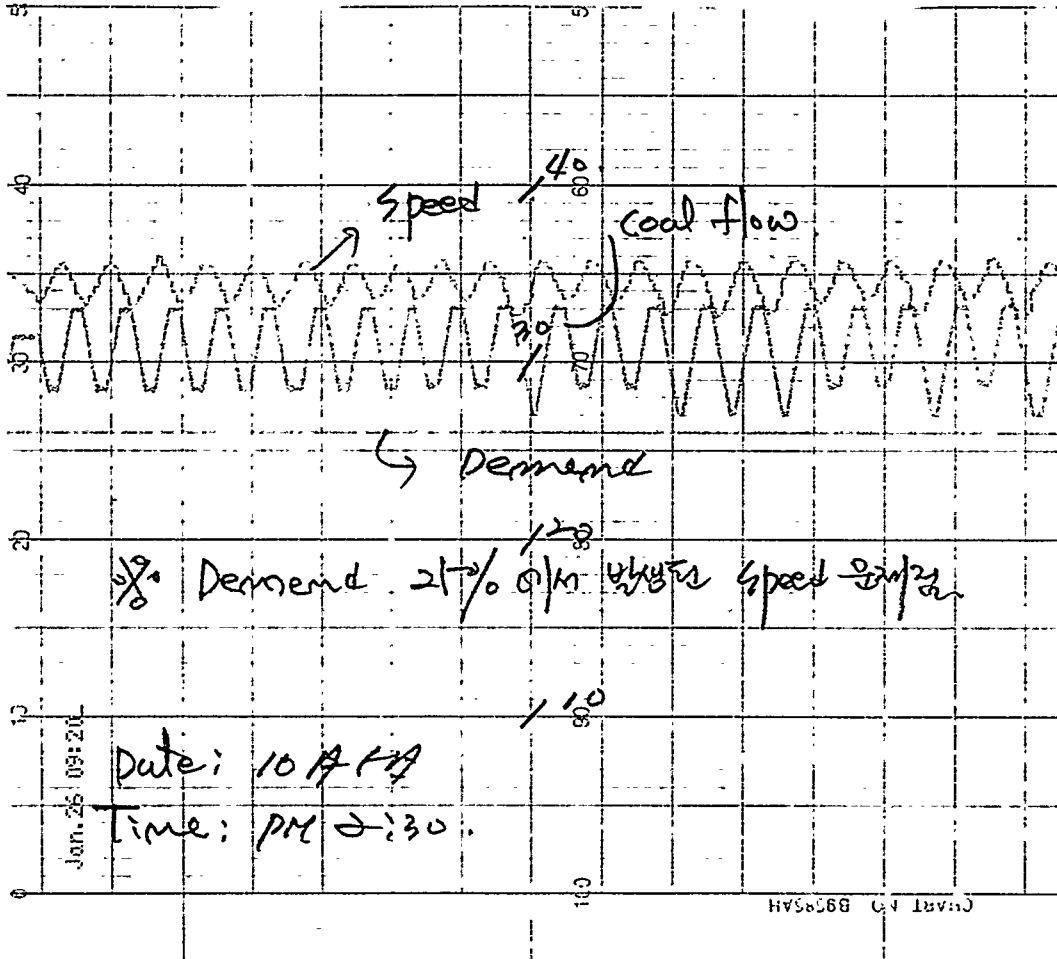
CONVERTER의 입력 RANGE를 0~20mV로 확장하였으며 S/W 상으로 7.07mV의 상태를 0% 읽도록 PROGRAM하였다.

(2차 시제품 제작시 H/W를 추가하여 보완함)

10-1-2. SPEED PICK의 문제점

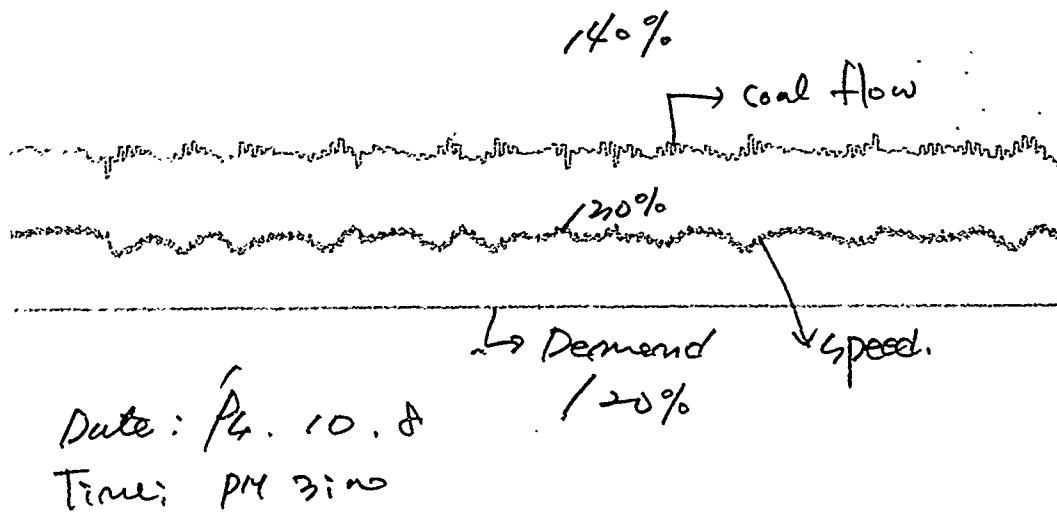
저속에서 SPEED가 몹시 HUNTING 하는 현상 발생

원인 : 속도 검출기가 너무 민감하여 저속에서 현장의 진동과 벨트의 불규칙한 구동이 속도 검출에 영향을 주어 발생한 현상



(문제점 발생시 기록)

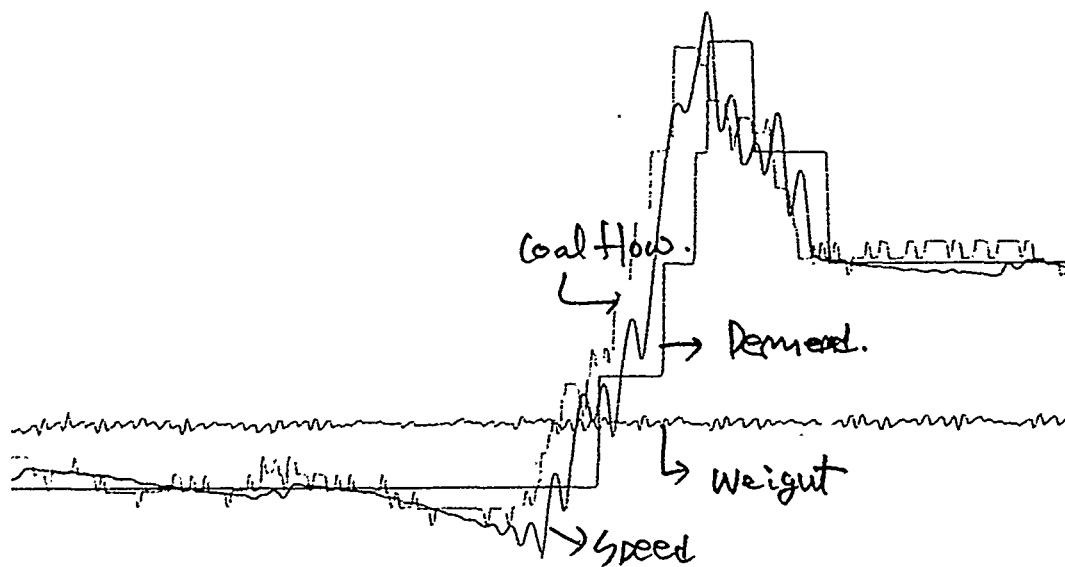
해결 : 기존의 1:6의 GEAR RATIO일때 1.35 RPS에서 GEAR RATIO를
1:9.28로 변경하여 2.09 RPS로 속도 검출을 함.

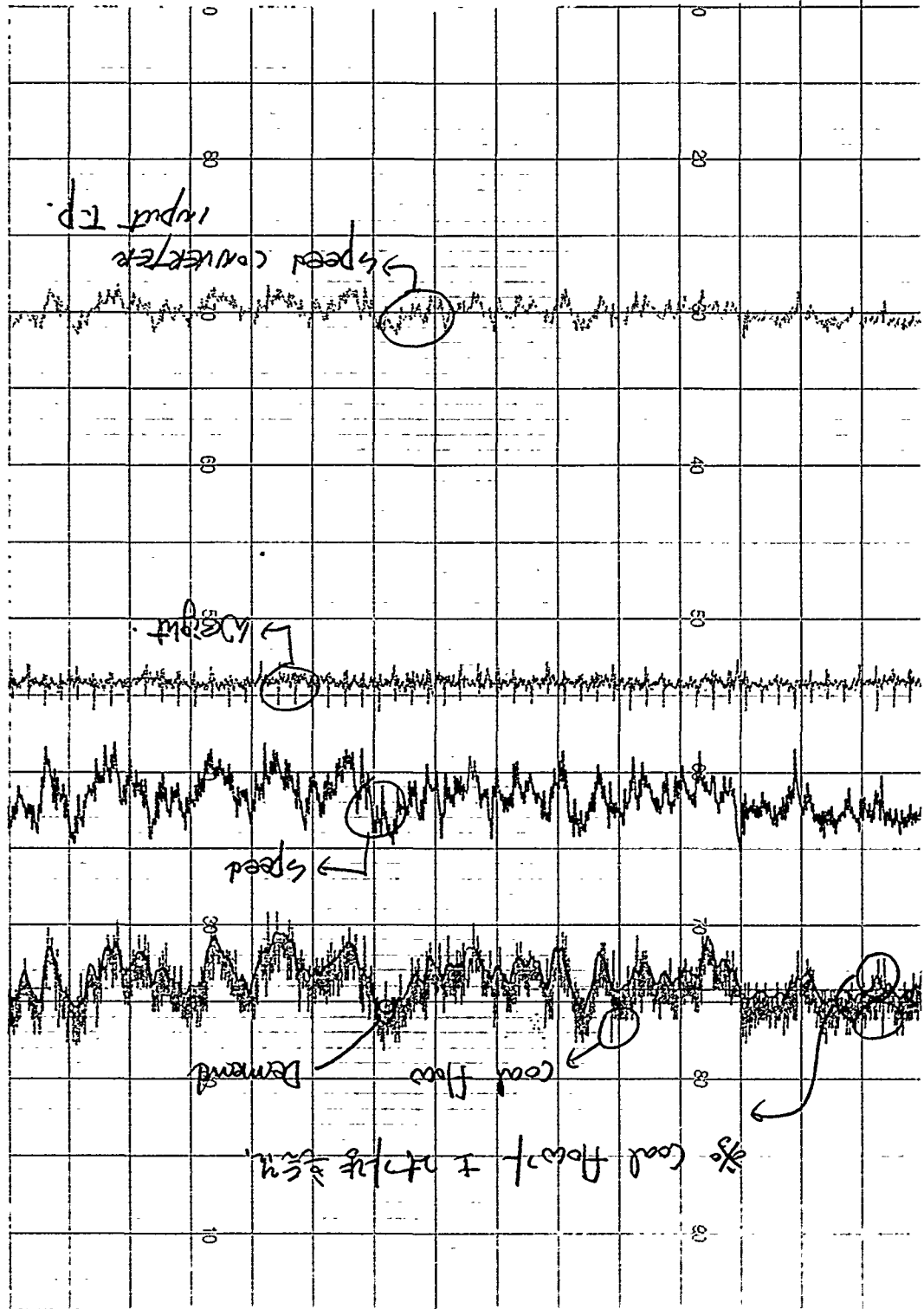


(문제점 보완후 기록)

Date : '94. 10. 8

Time : 12:00



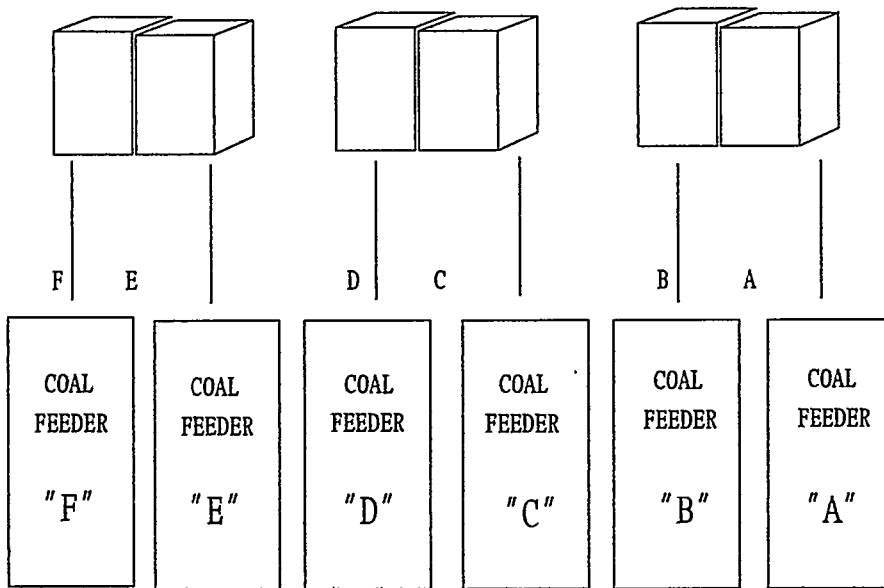


10-2. 2차 시제품 설치 및 시운전

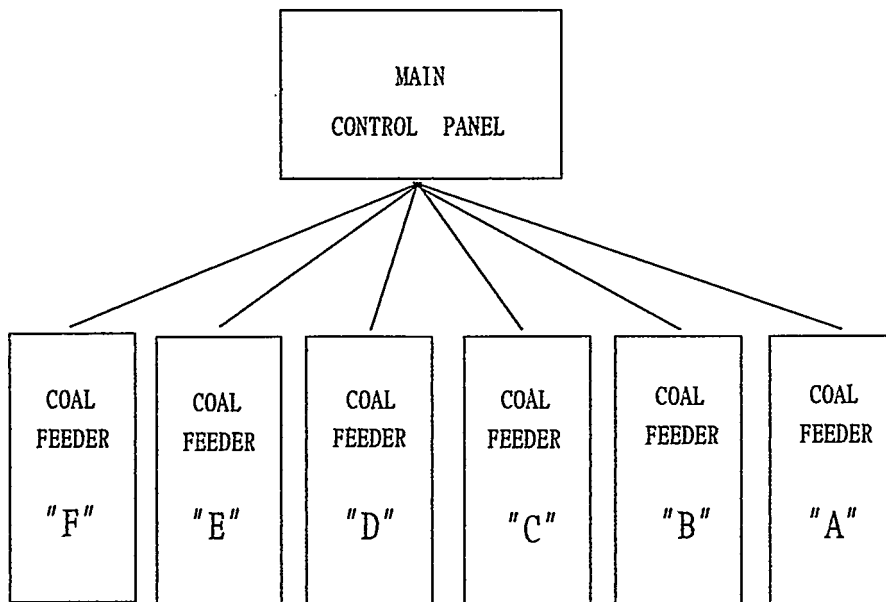
2차 시제품 설치는 '95. 4. 13~'95. 5. 3 까지 이루어졌으며 1차 시제품 설치 시 야기되었던 문제점은 모두 보완하였다. 또한 H/W를 변경하였으며 S/W는 더욱더 보강 개선되었다.

기존 설비의 최대 난점인 진동과 석탄 분진에 관한 해결책으로 기존 설비의 개념을 탈피하여 석탄운반기 옆에 같이 설치되어 있던 6대의 MAIN CONTROL PART를 냉방기가 설치되어 있는 밀폐된 공간에 하나의 CABINET에 설치하여 항상 쾌적한 상태를 유지하도록하여 신뢰성 향상에 만전을 기하였으며 LOCAL에서도 한곳에서 6대의 운전 상태를 파악할 수 있도록 하였다.

10-2-1. 2차 시제품의 설치구조 변경



(MERRICK사 설비의 설치 구조)



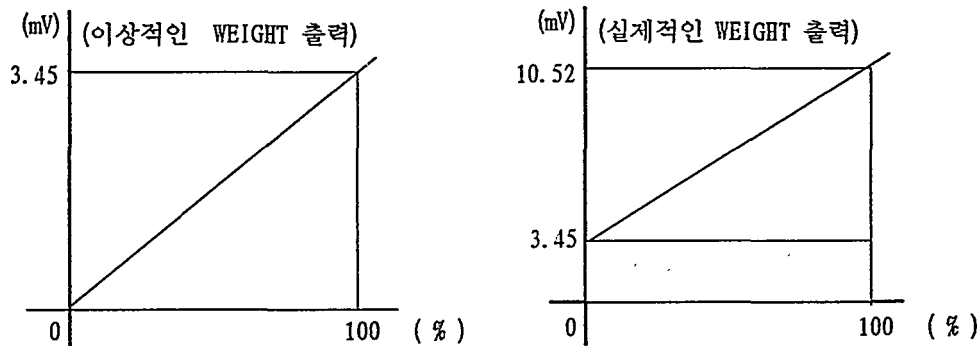
(신설비의 설치 구조)

10-3. 1차 시제품 설치후 문제점 보완

10-3-1. WEIGHT입력 신호에서 발생한 문제점

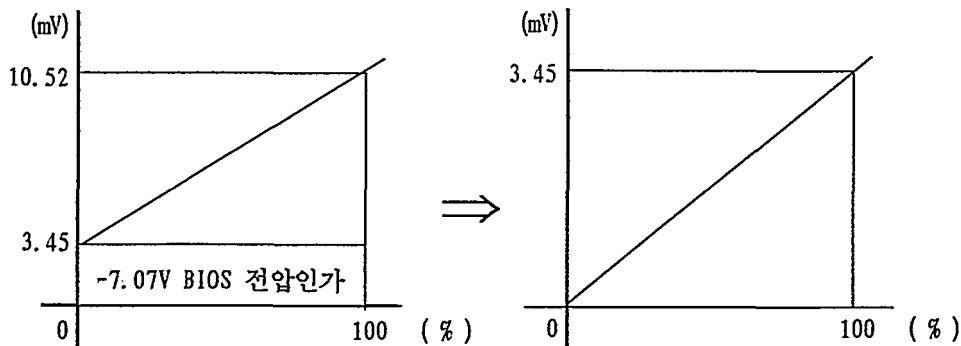
기존 설비에서 사용되고 있는 LOAD CELL의 출력 신호는 MANUAL상에 기록되어 있는 값 0%일때 0mV ,100%일때 3.45mV가 되어야 하는데 실제 출력 되고 있는 전압값은 차이가 많다.

벨트 아래설치된 아이들러의 무게가 합산되어 WEIGHT값이 출력되기 때문에 실제값은 7.07mV - 10.52mV(벨트 무게에 따라 약간의 차이 있음)가 출력 된다.



10-3-2. WEIGHT입력에 대한 H/W적 조치

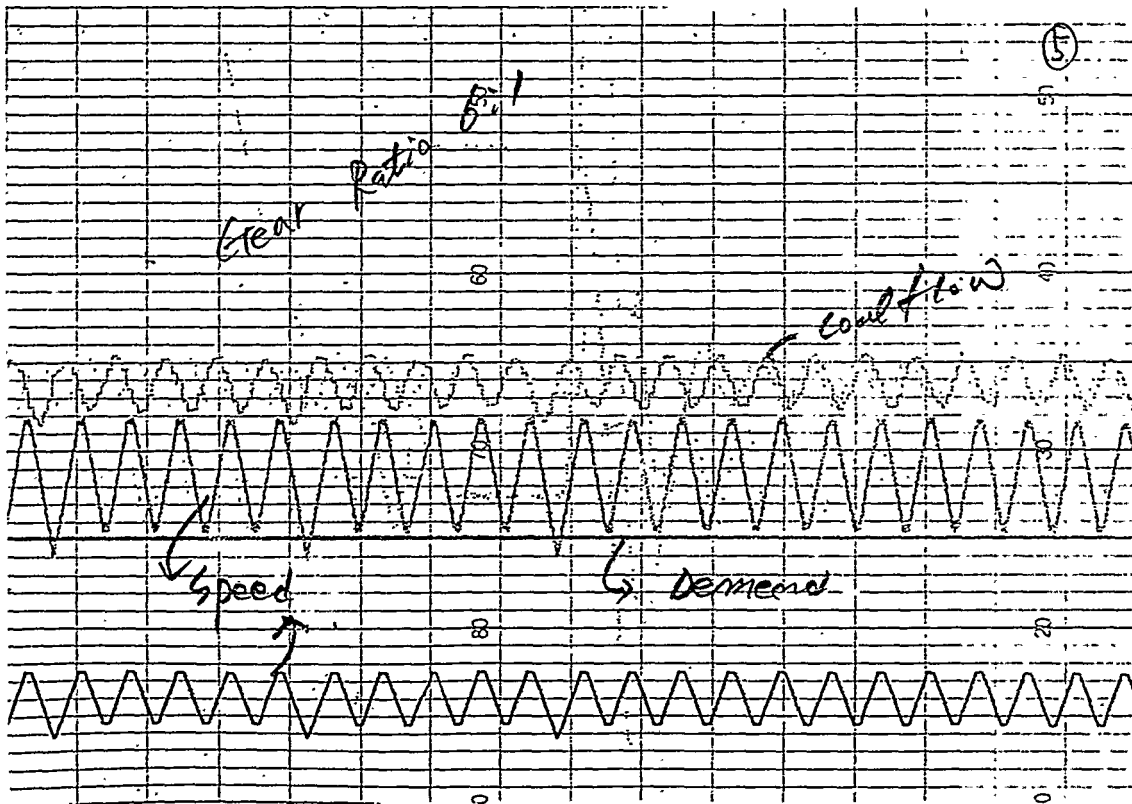
시제품에서는 0%일때 출력되는 값에대한 BIAS를 S/W로 처리하여 WEIGHT를 계산 하였으나 설비 교정시에 항상 S/W를 수정해야 하는 번거로움 때문에 완제품에서는 외부에서 VR을 사용하여 BIAS전압을 가할수 있도록 수정 하였다.



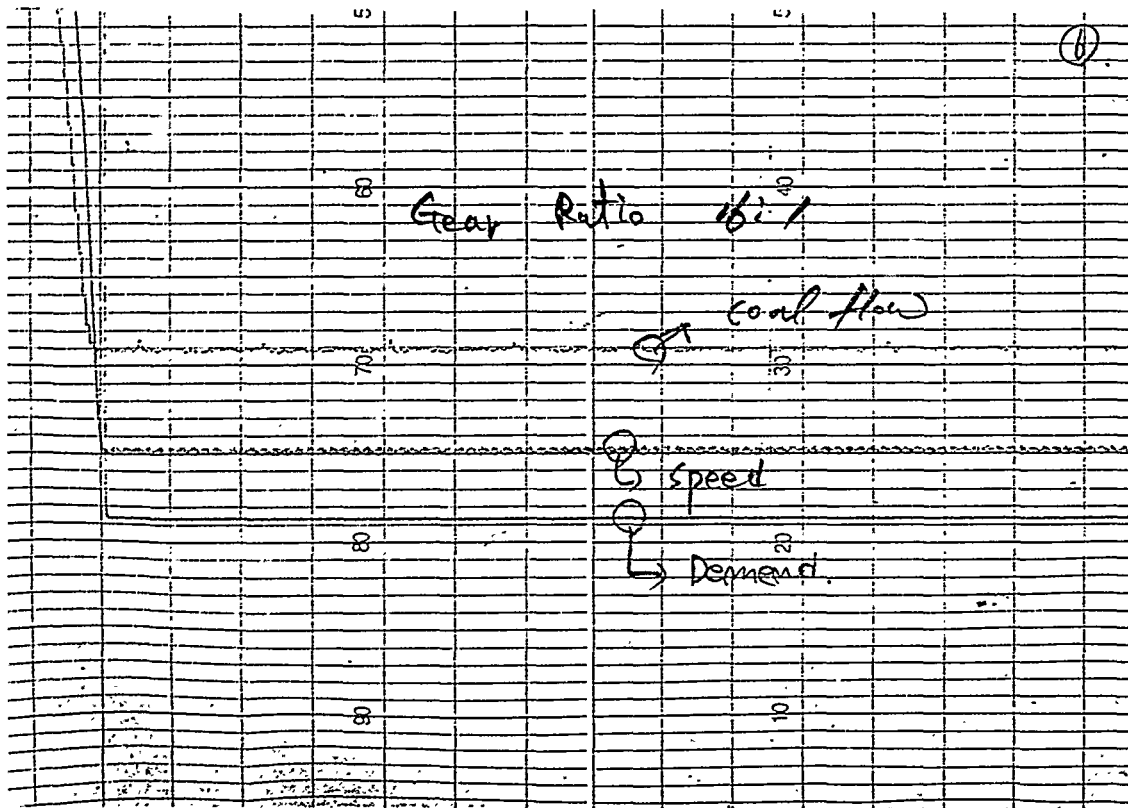
10-3-3. 신 설비의 SPEED PICK-UP SENSOR의 문제점 발생

기존 설비의 SPEED PICK-UP SENSOR의 문제점을 보완한 신설비의 SPEED PICK-UP SENSOR가 현장에 적용 되었을때 저속에서 검출 상태가 불안정하였다. 원인은 벨트의 속도가 상당히 느려 벨트 구동축의 속도가 1RPS 이하였기 때문이다.

SPEED PICK-UP 장치의 GEAR RATIO를 조정 하여 저속에서도 SPEED PICK-UP이 원활히 되도록 하였다.

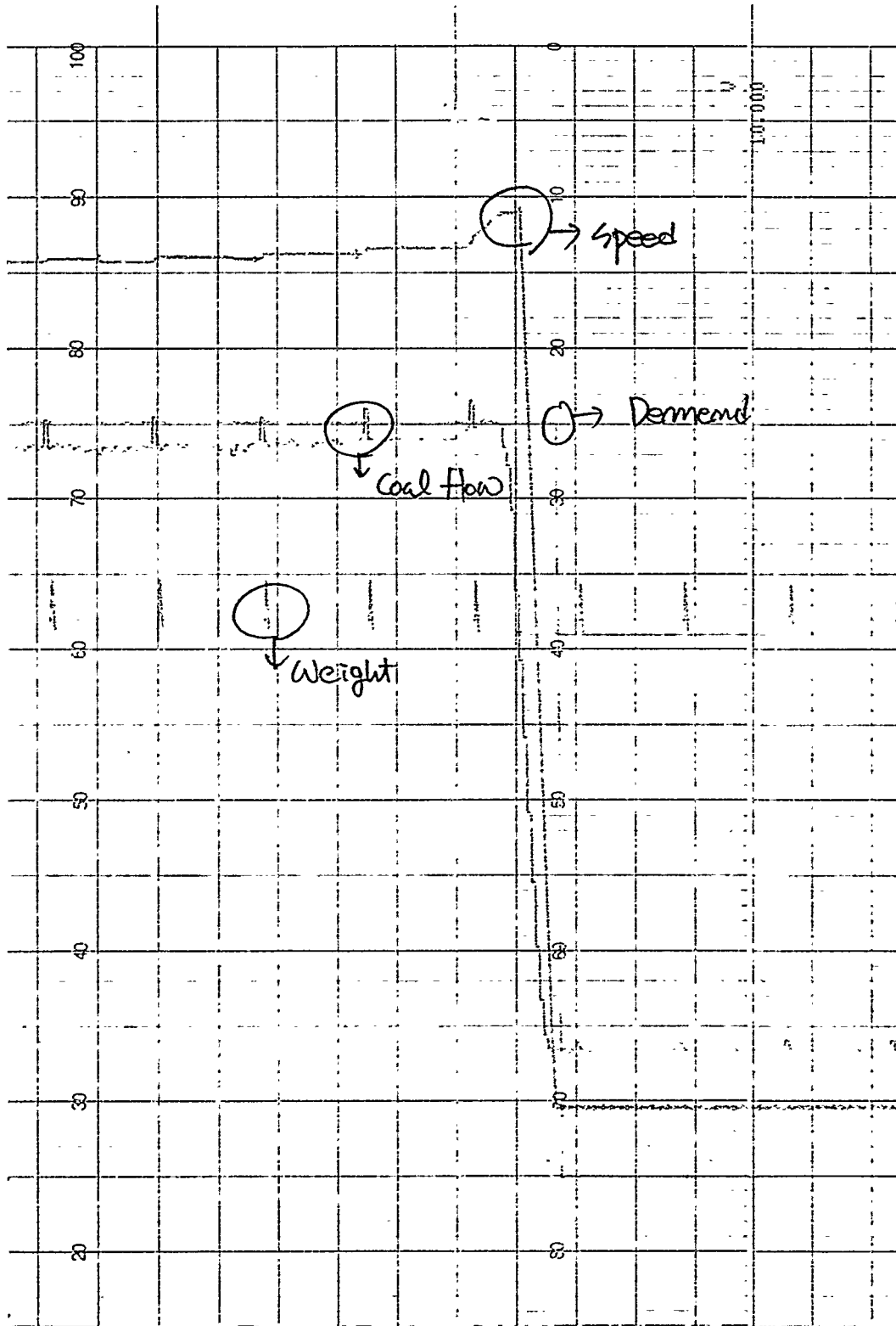


(GEAR RATIO 6:1)

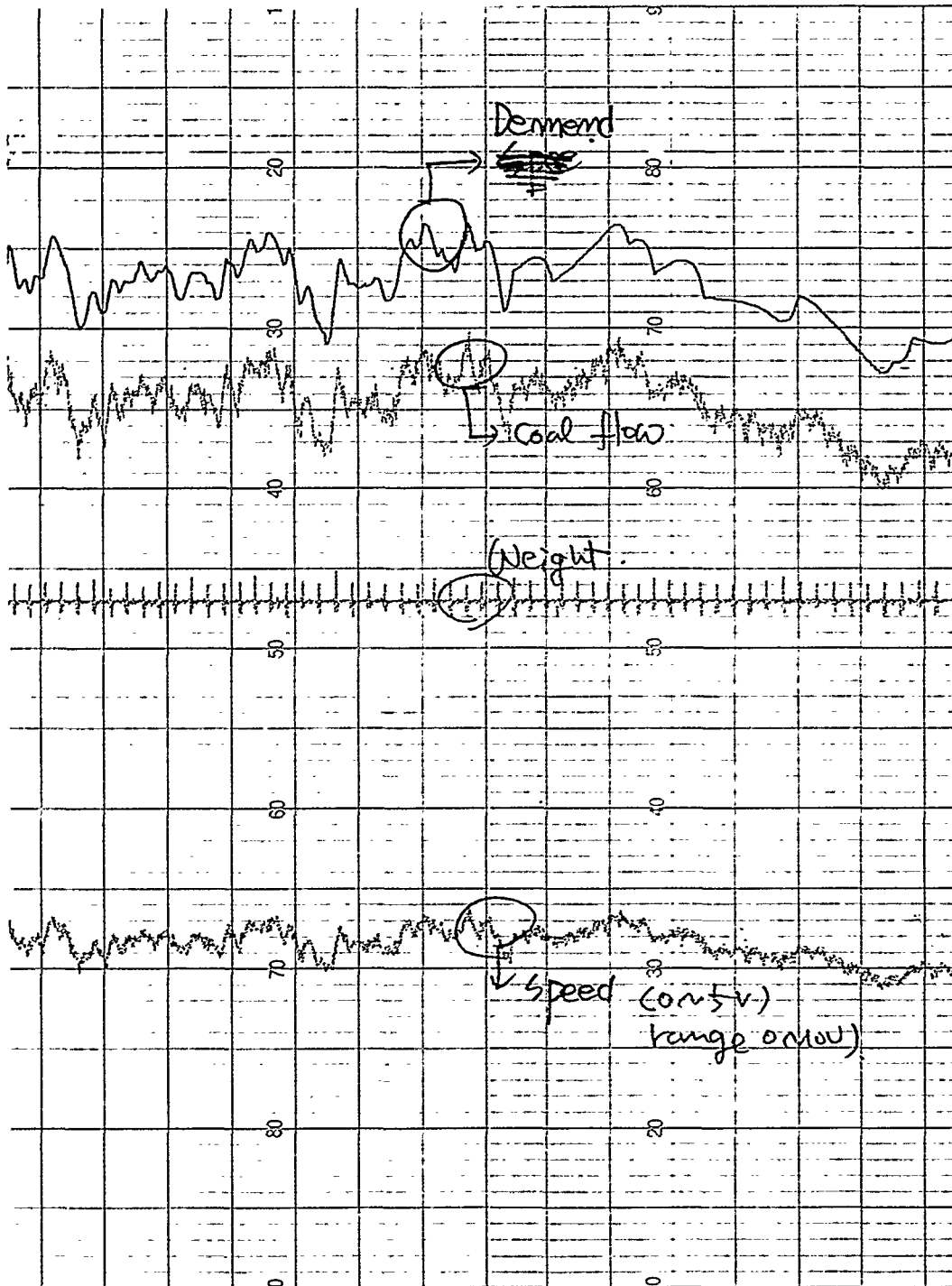


(GEAR RATIO 16:1)

10-3-4. 2차 시제품의 응동 TEST 기록



10-3-5. 2차 시제품 정상 운전 기록

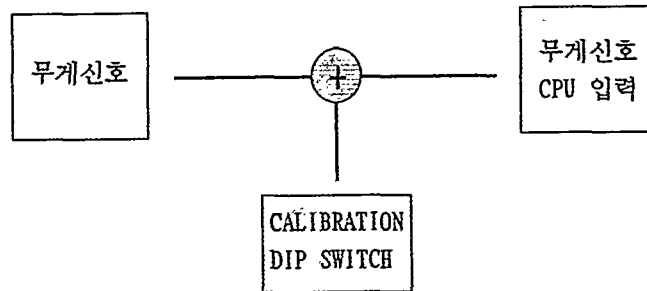


10-4. 2차 시제품 설치후 문제점 보완

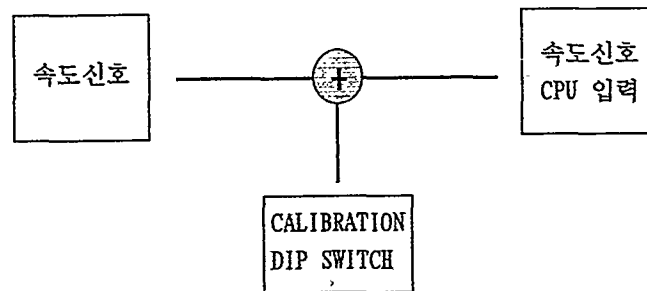
기존의 설비와는 달리 신설비에서는 설비 교정시 모든 내용을 (SPEED,WEIGHT) S/W 적으로 수정 하여야 하기 때문에 보수원이 현장에서 설비를 보수하기가 어려운 상태로 제작되었다.

시제품의 이런 불합리 한 점을 완제품에서는 완전히 보완하여 PANEL 표면에 부착된 INDICATER의 지시값을 주시하며 DIGITAL SWITCH를 조작하여 쉽게 교정을 할수 있도록 하였다.

또한 설비교정시 분리 해야 했던 배선도 절체SWITCH를 부착하여 조작을 수월하게 하였으며 SIGNAL GENERATOR를 내부에 부착하여 별도의 장비없이 교정을 할수 있도록 하였다.



무게신호 CALIBRATION



속도신호 CALIBRATION

제 11 장 결론

11. 결 론

본 연구의 목적은 발전에 관여하는 설비의 국산화를 위한 기초연구와 실제로 삼천포 화력 발전소의 석탄공급설비의 계장제어 시스템을 국산화 하는 것이다. 이를 통해서 발전 설비의 기본적인 경험을 축적하고 또한 관계되는 H/W, S/W의 개발을 수행하였다.

본 연구에서 수행한 주요 연구내용은 다음과 같다.

1) 석탄공급 설비의 계장 제어 시스템의 H/W 개발

기존의 ANALOG형 설비에서 최신 DIGITAL 설비로 개발함으로써 ANALOG 형에서 구현할 수 없는 여러기능을 보완하였으며 설비 기능 개선시 별도의 H/W 변경 없이도 가능하도록 하였다. 또한 MICRO PROCESSOR를 사용하여 사용자가 설비를 운영 및 보수하는데 수월하도록 개발하였다.

2) 석탄공급 설비의 계장 제어 시스템의 S/W 개발

기존의 설비와는 달리 MICRO-PROCESS를 사용함으로써, 설비의 기능 구현을 S/W로 처리하였기 때문에 차후 기능 개선 요구시 H/W적 변형없이 S/W를 보완함으로써 기능이 개선될 수 있도록 개발하였다.

3) MONITORING PROGRAM 개발

설비의 운전 상태와 교정상태 및 각 ANALOG 입력 및 출력, DIGITAL 신호의 입력 및 출력 상태를 NOTEBOOK PC를 설비의 통신 PORT에 연결하여 운전원이 MONITOR 할 수 있는 S/W를 개발함으로써 보다 효율적으로 설비를 운영할 수 있도록 하였다.

4) 석탄공급 설비의 계장 제어 시스템의 기본 구조 연구

삼천포 발전소 설비의 기본구조에 대한 연구로써 타 화력발전소에 설치된 설비와의 차별적인 특성을 분석하여 앞으로 제작될 설비에 타 발전의 설비를

확대 적용할 수 있는 기초가 된다.

5) 속도 검출기의 연구(진동과 분진이 심한 곳에서 오류 발생)

기존에 사용하는 검출기의 단점을 완전히 보완하여 어려운 환경요인에서도 속도를 검출할 수 있도록 개발하였다.

기존 MERRIC 사의 설비와 개발 설비를 비교하면 다음과 같다.

MERRIC사의 설비는 속도 검출기로 ROTARY ENCODER를 사용하여 속도 상태를 PULSE로 출력하며 외부에서 입력되는 모든 신호들을 V/F CONVERTER를 통하여 PULSE 상태로 입력되어 COUNT 되고 이 신호를 다시 ANALOG 신호로 CONVERSION하여 외부기기를 접촉한다.

개발설비는 MICRO PROCESSOR를 사용하여 입력되는 ANALOG 및 DIGITAL 신호를 각 I/O B'D를 통하여 입력 받아 DATA 신호로 CONVERSION 하여 CPU로 전송 연산처리된다.

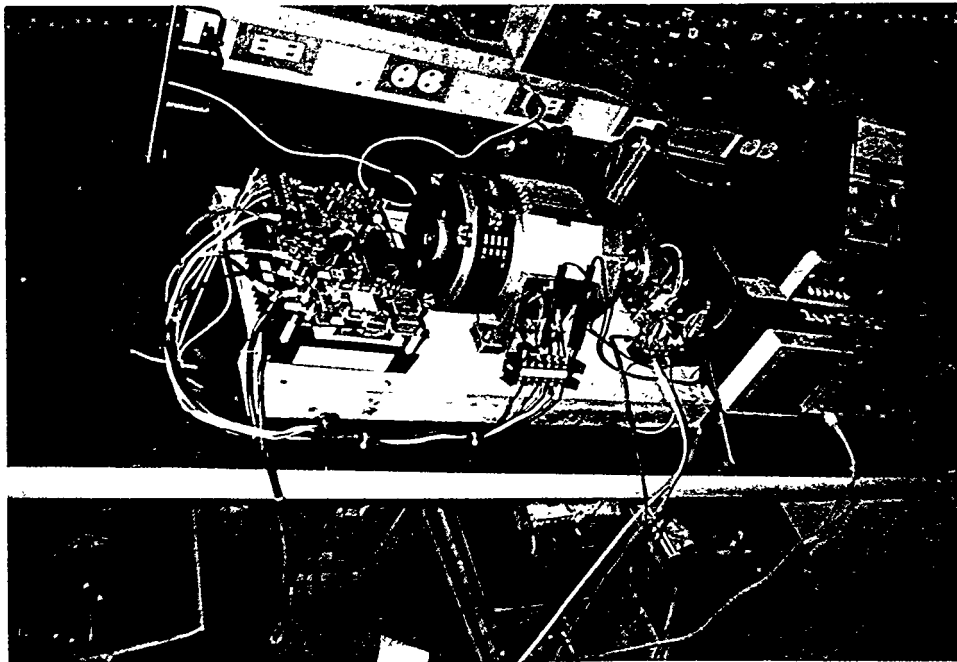
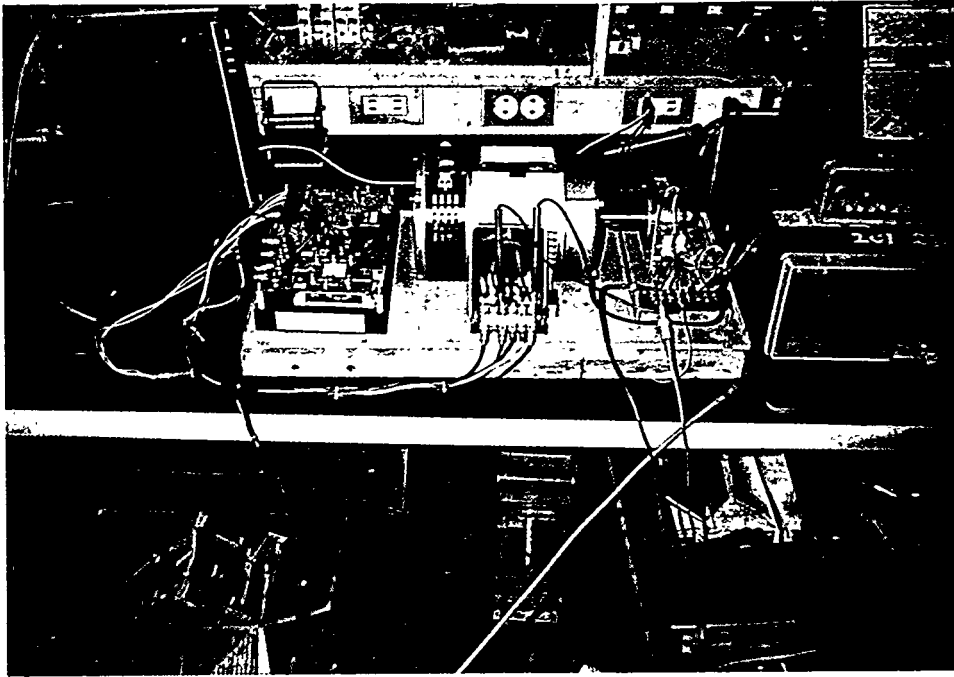
또한 구조상의 차이로 MERRIC사의 경우는 각 FEEDER 마다 1대의 제어기가 설치되어 있지만 개발 설비에서는 전기 설비를 제외한 각 FEEDER의 제어 PART를 통합하여 한 곳에서 제어한다.

개발된 석탄 운반 계장제어 설비는 발전 설비의 국산화에 지대한 영향을 미쳤으며 차후 개선될 발전 설비와 연계도 가능하게 되었다.

또한 발전 설비가 국산화됨에 따라 경제적인 측면과 적시적대에 유지보수가 가능하므로 효율적인 발전에 큰 기여를 할 수 있으리라 믿는다.

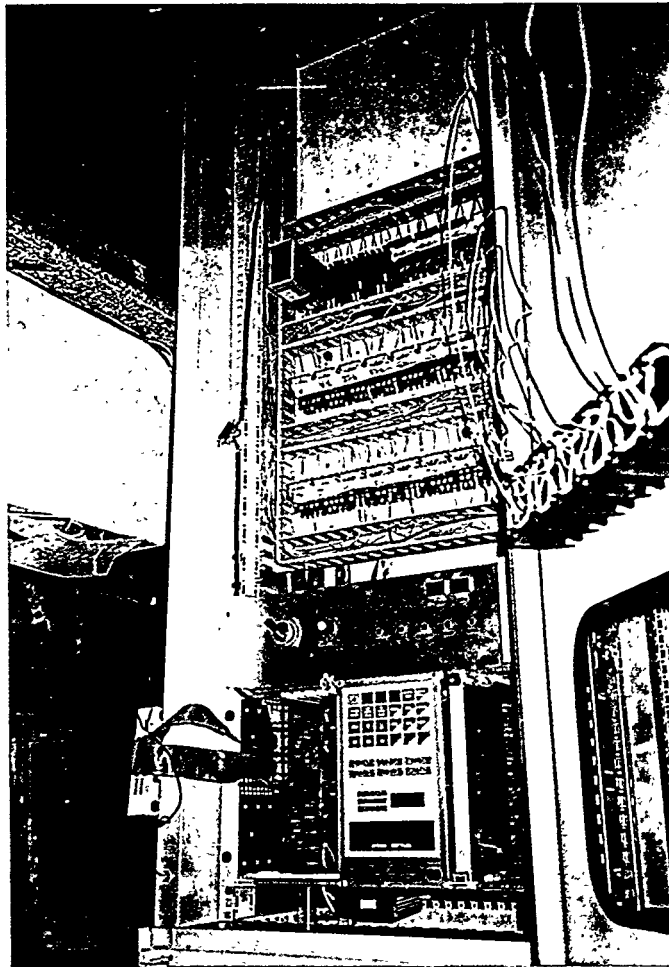
부 록

<속도 검출기(RESOLVER) TEST>



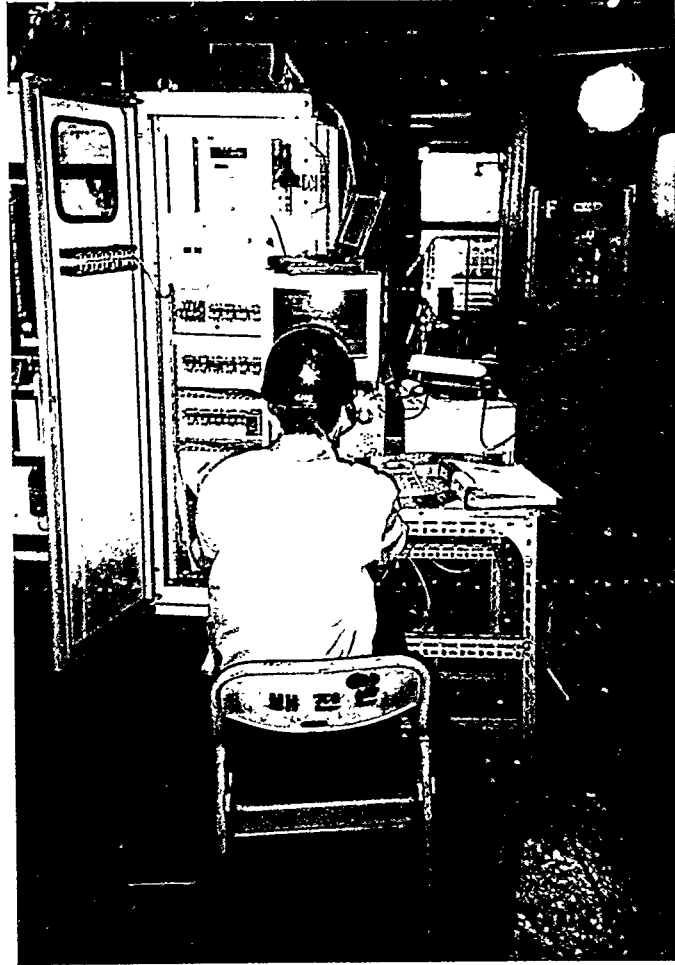
<S/W 개발>



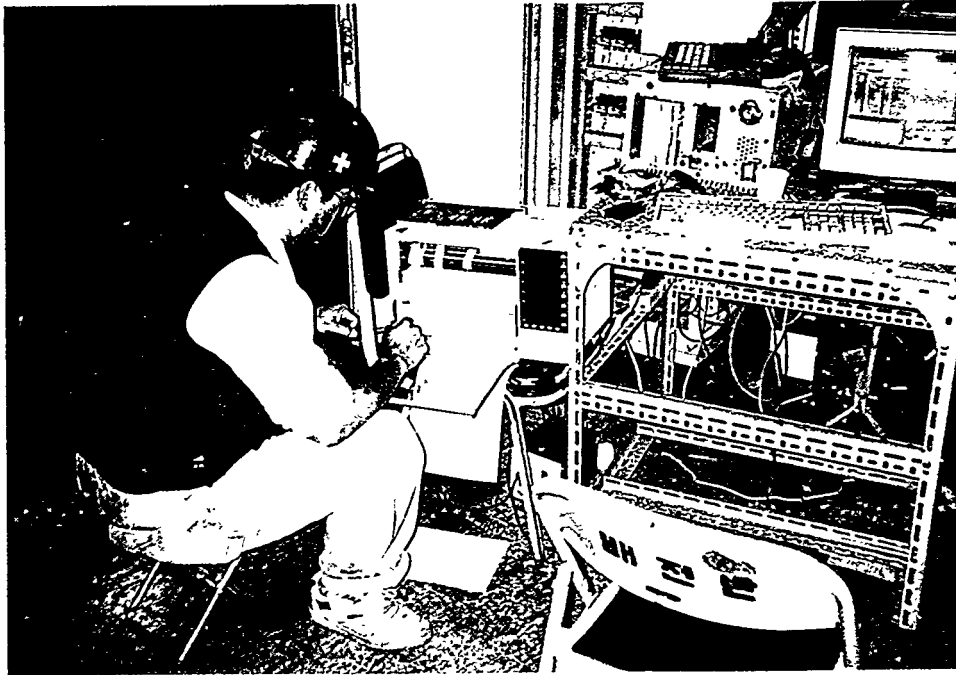


<1차 시제품 LAP TEST>

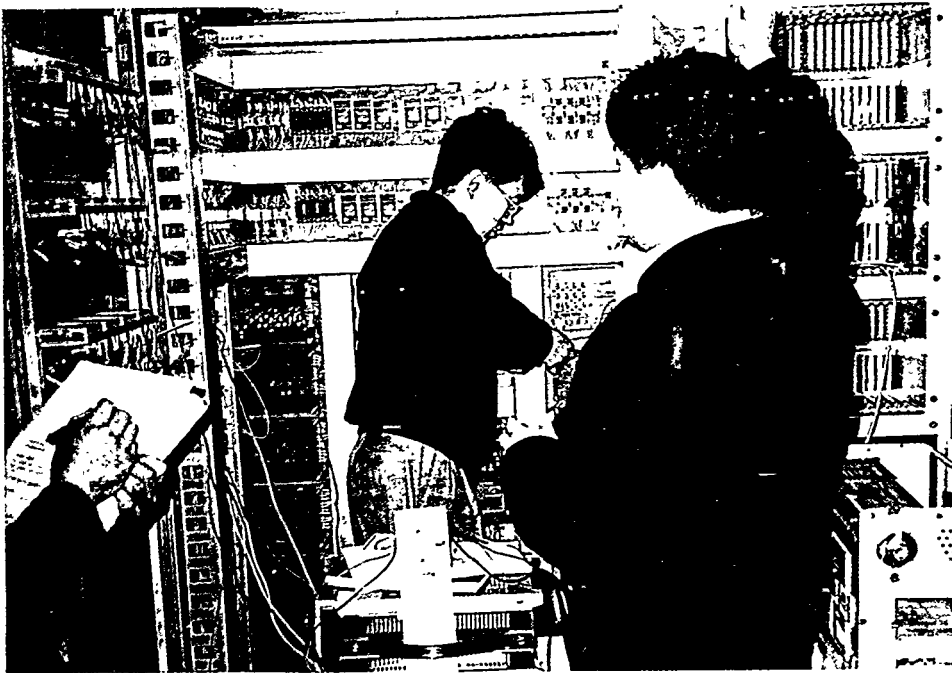
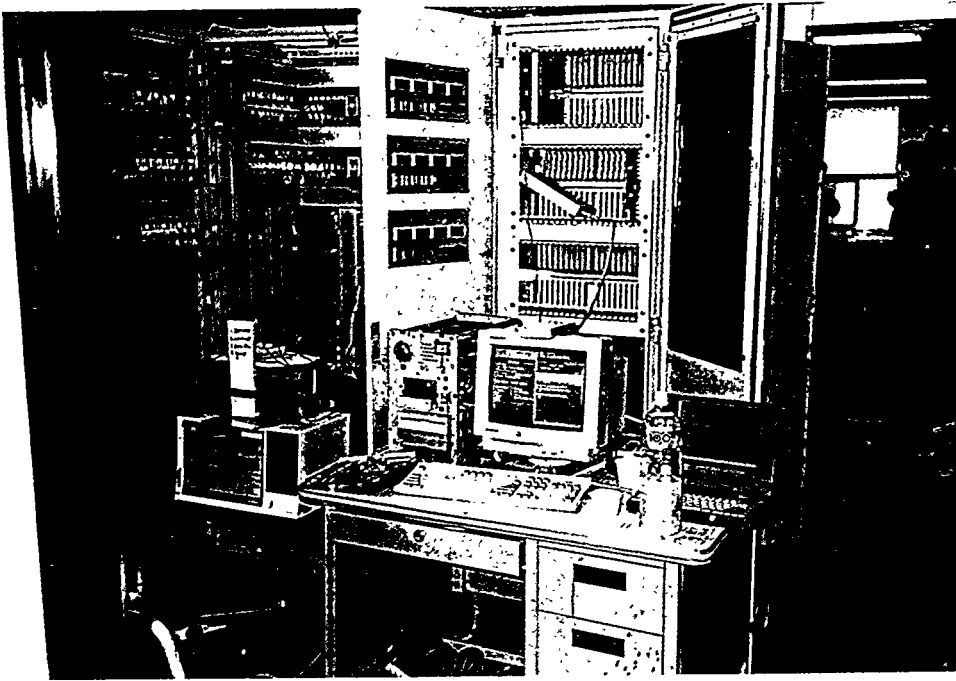
<1차 시제품 현장 적용>



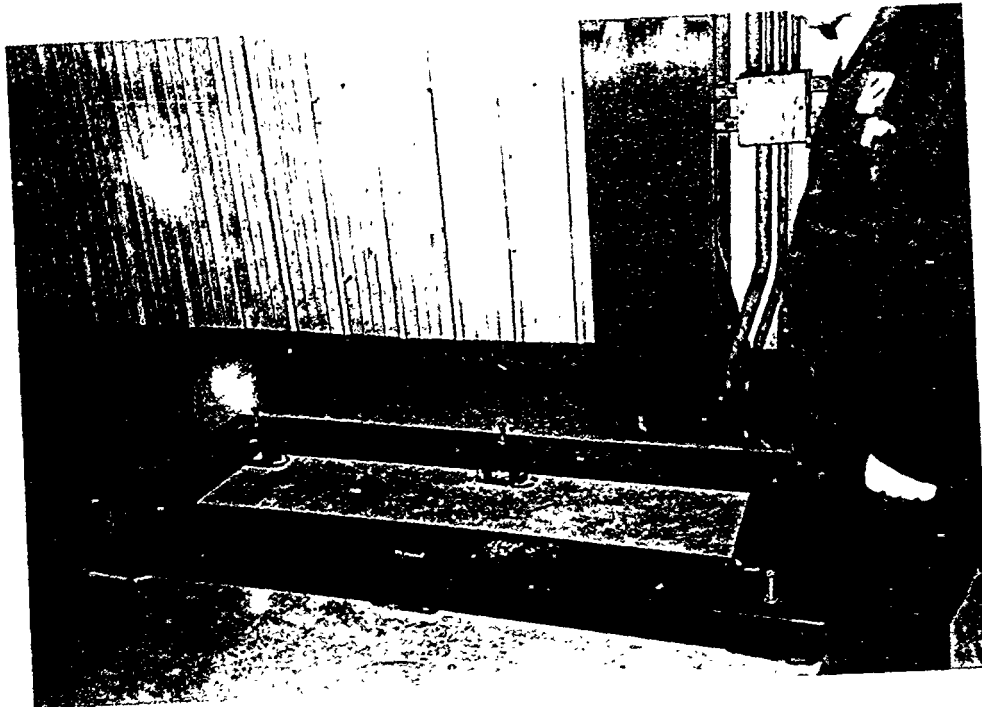
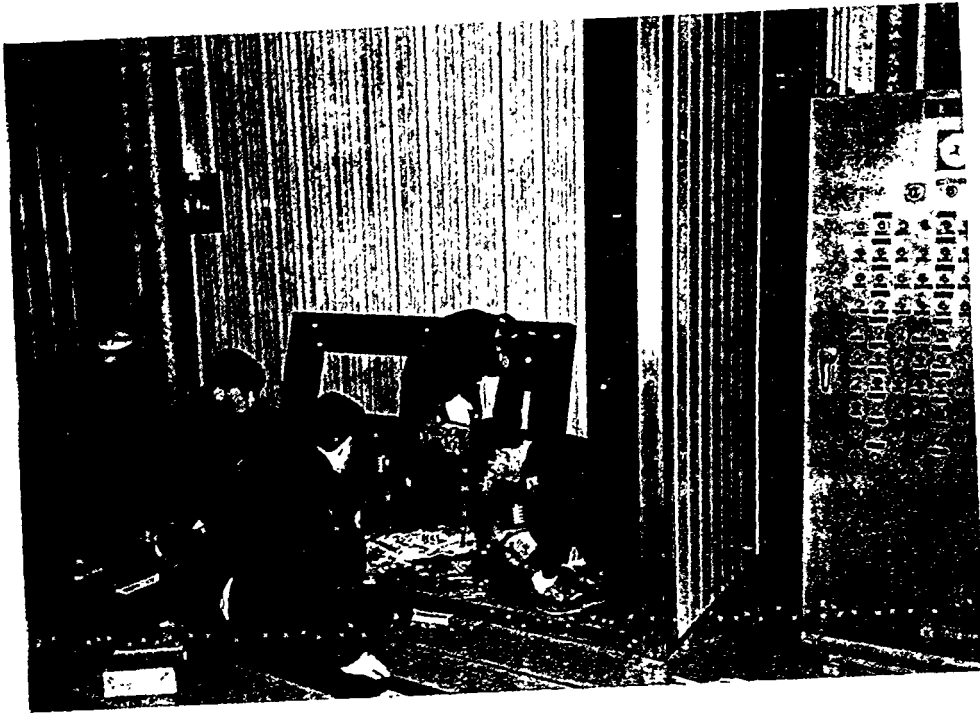
<1차 시제품 시운전 TEST>



<2차 시제품 LAP TEST>



<2차 시제품 방진 SPRING 적용>



<2차 시제품 현장 설치>



<2차 시제품 현장 적용 TEST>

