

# 전기공학의 현재와 전망

## 산업편 4

# 전기공학에서 본 發電制御

# 시스템에 관하여

허성광

한전 기술연구원 발전제어 연구실장

### I. 電氣工學과 發電制御 SYSTEM

BOILER의 自動制御는 소위 多變數制御의 좋은 例로서, 自動制御理論 및 自動制御裝置는 BOILER 自動制御의 發電과 더불어 進歩하였다고 말해도 過言이 아니다. 세계최초의 PID(비례, 적분, 미분동작) controller가 1920년에 發表된이래 1953년에는 PROCESS COMPUTER, 1983년에 人工知能 CONTROLLER가 開發되는 등 半導體技術을 바탕으로 급격히 制御理論과 그 技術이 發展되어가고 있다.

制御理論과 制御SYSTEM의 發展史를 한데 묶어 크게 구분하여보면

- (1) 제2차세계대전까지
  - Primitive style
- (2) 제2차세계대전~1960년
  - classical Control theory
  - 1 input - 1 output system
  - servomechanism - PID controller
- (3) 1960년~1980년
  - Modern Control theory
  - State Space Theory
  - Multivariable system
  - Aerospace System
  - Robotics

- Process Controller
- (4) 1980년 이후
  - Large Complex system
  - Uncertainly, High dimensionality
  - Multiobjective situation
  - Decentralization
  - Decision(Design) in complexity (CAD, Expert system, ...)
  - Self-Organization

와 같이 나타낼수 있다.

Controller의 HARDWARE面에서 좀더 구체적으로

표 1. 制御設備의 발전관계

년대 제어방식	'55	'60	'65	'70	'75	'80	'85	'90
공기식								
전자식 (Analog)								
전자식 (Digital)								
컴퓨터식 (Digital)								
운용내용	Local Panel	Control Semi-Graphic	Operator Consol	CRT Display	CRT dip (Eng'g)			

區分하여보면 표1과 같다.

이러한 時代的인 發展過程을 고려하면서 韓電의 發電所 自動制御設備를 그 型式과 竣工時期別로 나타내 보이면 다음 표2와 같다.

표 2. 發電所 自動制御設備

發電所名	型 式	製 作 者	竣 工
부산#1,2	Pneumatic	Bailey	1964
영월#1,2	Electornic	Siemens	1965
군산	Pneumatic	Bechman	1968
서울# 5	"	Bailey	1969
부산#3,4	Electronic	Siemens	1968, 1969
영남# 2	"	Hartman & Brown	1970
서울# 4	Pneumatic	Bailey	1971
영남# 1	"	Bailey	1972
울산#1,2,3	Electronic	Siemens	1979, 71, 73
호남#1,2	"	Bailey	1972, (1985)
영동# 1	Pneumatic	"	1972
인천#1,2	"	"	1970, 1974
여수# 1	Electronic	Hartman & Brown	1975
여수# 2	"	Bailey	1977
인천#3,4	"	"	1978
울산#4,5,6	"	Hartman & Brown	1979, 80, 81

영동# 2	"	Hitachi	1979
평택#1,2,3,4	"	"	1980, 83
사천#1,2	"	Bailey	1983
삼천포#1,2	"	"	1983, 84
보령#1,2	"	"	1983, 84
원자력 1호기	"	WH, GEC	1978
" 2	"	WH, GEC	1983
" 3	Computer	AECL, PARSONS	1983
" 5,6	Electronic	WH, GEC	1986
" 7,8	"	WH, GEC	1987

## II. 대표적인 發電制御 SYSTEM의 現在

### 2.1 原子力 發電 PLANT

원자력발전소의 運轉信賴性을 향상시키기 위해 제어 계통 과 보호계통은 서로 獨立的으로 分離되어 있다. 또한 제어계통 및 보호계통의 安全性 確保를 위해 센서, 구동장치 및 각종 장비들의 多樣性(diversity) 및 二重性(Redundancy)를 요한다.

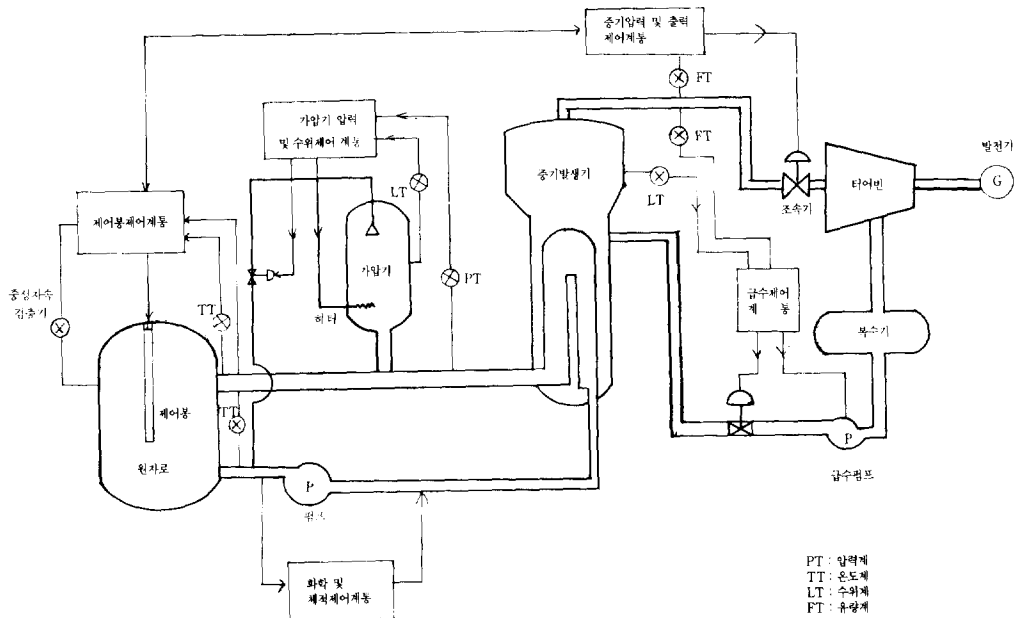


그림 1. 원자력발전소 제어계통

## 특집/전기공학의 현재와 전망

원자력발전소내 제어계통을 살펴보면, 原子爐 出力을 제어하는 제어봉 제어계통, 증기발생기의 水位를 제어하는 급수제어계통, 1차계통의 壓力을 제어하는 加壓器의 壓力 및 수위 제어계통, 증기압력 및 출력 제어계통, 化學 및 체적제어계통, 터빈 제어계통으로 크게 나눌 수 있다.(그림1참조).

보호계통은 正常運轉時 작동하지 않고 제어계통에 故障로 인한 계통의 非正常的인 운전시 正確히 작동되어야만 한다.

보호계통은 원자로 trip(불시정지) 계통, 비상 원자로 冷却계통, 격납기 냉각계통, 격납기 분리 계통, 非常 電源계통으로 區分된다.

원자력발전소의 제어계통과 보호계통에 사용되는 계측장비들은 어떤 惡條件에서도 잘 동작되는 高信賴性的의 部品를 사용해야 하며, 어느 한 부위의 고장에도 잘 견딜 수 있도록 設計되고, 유지, 보수시 COMMON-MODE 고장을 줄이도록 설계되어야만 한다.

또한 각각 Redundant Subsystem을 갖추어 안전하게 試驗할 수 있어야 하며, 유지, 보수를 잘 할 수 있도록 장비를 갖추어야 하고, 모든 이상상태와 故障를 감시 및 진단하여 신속히 대처하여야 한다. 이와 같이 원자력 발전소의 제어계통과 보호계통은 중추적인 역할을 담당하고 있을 뿐만 아니라, 原電 利用率向上 및 안전성 확보에 크게 기여하고 있다.

여기서 制御 SYSTEM의 方式을 보면 국내 원자력발전소 1, 2, 5, 6, 7 및 8호기의 輕水爐型 제어계통은 주로 미국 Westinghouse社의 W-7300 아날로그形 電子 카드를 사용하고 있고, 감시용 컴퓨터 W-2500이 設置되어 있어 所內 센서로부터 오는 각종 정보를 수집하여 발전소의 狀態를 신속, 正確하게 처리하여 運轉員에게 모든 자료를 제공해 준다.

그러나 3호기인 重水爐型 원자력발전소에서는 제어용 컴퓨터에 의해 발전소의 모든 계통을 직접 제어 및 감시하여 情報를 제공해 준다.

특히 발전설비의 大容量 및 複雜化에 따라 신뢰성있는 운전을 위한 발전소의 自動化가 필연적으로 요구된다. 즉, 전 계통을 效率的으로 運用하기 위해 모든 설비로부터 발생하는 정보를 신속, 正確하게 처리할 뿐만 아니라, 안정된 電力을 供給하도록 最適制御할 수 있어야 하며, 계통의 상태 및 변화 추세를 잘 추적할 수 있도록 하기위해 컴퓨터의 도입은 필수적이라 하겠다.

현재의 감시용 컴퓨터에 의해 일반적으로 analog 및 digital 입력의 수집기능, 경보 및 GRAPHIC DISPLAY기능, 원자로 제어계통, 보호계통, 핵중기 공급계통의 감시기능을 하고 있으나, 제어계통 및 보호계통은 일반장이상의 아날로그 카드로 구성되어 있기 때문에 維持, 補修가 힘들다는 큰 단점이 있다.

그러나 최근 컴퓨터산업은 눈부시게 발전되고 있어 앞으로는 원자력 計裝制御SYSTEM에도 확대 적용 될 것이 확실하며 원자력 발전소 제어계통의 컴퓨터화는 수많은 아날로그 카드를 Compact한 分散形 컴퓨터로 대체함으로써 유지·보수를 원활하게 할 뿐만 아니라, 아날로그 카드에서는 적용할수 없는 Modern Control theory(최적 제어이론, 적응 제어이론, estimator등)을 이용한 발전소 최적 운전 및 고장진단 기능을 갖춘 고 신뢰성의 제어 시스템을 개발, 적용하게 될 것이다.

또한 원자력발전소의 安全性 確保를 위해 한 부분의 故障가 전제어계통에 波及되지 않도록 제어계통에도 Redundancy 제어방식이 필수적이라 하겠다.

따라서 앞으로 원자력발전설비의 안정된 운전으로서의 부하추종, 안전관리감시, 경보 및 예방조치, 설비고장진단을 갖춘 Total 운전자동화 Digital 계장제어시스템이 개발되어야 할 것이다.

## 2.2 中間負荷用 火力 PLANT

특히 發電 PLANT의 制御設備는 石油 shock를 계기로 급속히 변모되기 시작하였는데 이것은 時代的, 社會的의 요청에 부응하기 위한 수단이기 때문이다.

- 即 a. 脫石油을 위한 연료다변화
- b. 에너지절약을 위한 高效率運轉
- c. 原子力發電所의 擴大로 인한 大容量火力發電所의 中間負荷運用
- d. 頻繁한 起動, 停止  
(DSS / WSS: Daily and Weekly Shutdown—start)
- e. 큰폭의 急速한 負荷變動
- f. 發電設備의 大容量化
- g. 엄격한 공해규제.

등을 들수 있고 이렇게 多樣하고 複雜한 機能을 갖게하는데는 ANALOG技術로서는 限界를 느끼게 되었다.

發電 PLANT의 COMPUTER 制御는 3項에서 다루기로 하고 여기서는 300MW급 發電所의 아날로그 制御

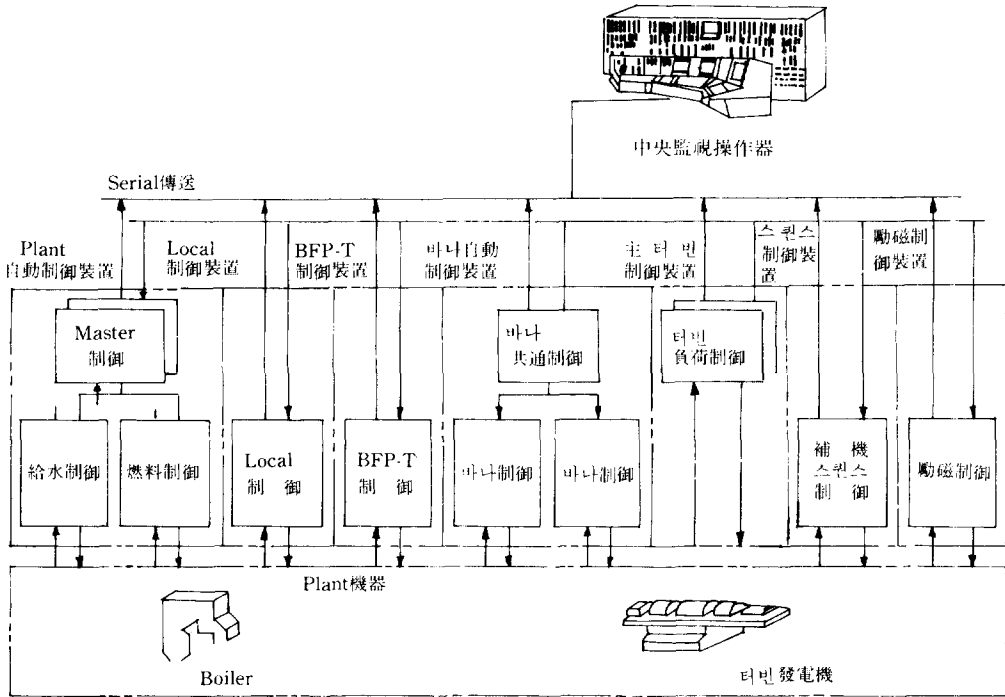


그림 2. 火力發電 Plant의 制御 System 構成圖

SYSTEM(Bailey 820)에 대하여 記述하기로 한다.

먼저 발전 PLANT 全體의 制御 SYSTEM을 BLOCK 단위로 나타내면 그림 2와 같다.

보령火力 BOILER를 制御하기위한 아날로그型 電子式 MODULE 種類와 그 使用數量을 보이면 표3과 같다.

표에서 알수 있는 바와 같이 約1300枚/UNIT의 MODULE이 BOILER 制御에 사용되고 있다.

### 2.3 보일러 制御方式과 運轉

보일러 방식에 따라 보일러 制御方式도 다르게 適用되며, 일반적으로 드럼型 보일러 追從方式이, 관류型 보일러는 보일러-터빈 (Boiler-Turbine)協助制御方式이 주로 채용되고 있다.

#### 2.3.1 보일러 追從制御(Boiler Following Mode)

지금까지 우리 公社는 대부분 드럼(DRUM)型 보일러를 건설하였으며, 따라서 보일러 自動制御方式도 보일러 追從方式을 채택하였다. 그림3에서의 같이 發電機 出力 增減은 우선 Turbine 制御Valve를 操作하고, 그로 인해 變化되는 Throttle Pressure에 따라 보일러 燃燒 및 給水制御系統이 追從하게 되는 運轉方式이다.

드럼型 보일러 경우, 저장되어 있는 熱量으로 出力變化에 對한 速應性이 우수하여 出力應動이 빠른 장점이 있는 반면에, Throttle Pressure 變動이 심하여 運轉側面에서는 安全運轉에 支障을 받는 단점이 있다.

#### 2.3.2 보일러 追從運轉

Boiler 追從運轉에서는, 먼저 出力設定의 變化에 對하여 Turbine 加減弃이 動作한다. 發電機 出力을 追從시

■ 특징/전기공학의 현재와 전망

키고, 이때에는 Boiler 入力量(給水, 燃料, 空氣)은 變化 열어서 보일러 蓄熱量의 一部를 使用해서(負荷降下時 하지는 않으므로, 負荷上昇時는 Turbine Control Valve를 는 逆으로) 負荷變化를 行한다.

표 3. ANALOG MODULE LIST(例)

MODULE	PART NO	#1UNIT
SUMMER+BIAS+INVERTER	6623695 F2	213ea
SUMMER+BIAS+PROPOTIONAL+INTEGRAL, W/LIM	6629530 J2	48
SUMMER+BIAS+INTEGRAL, W/LIM	6629536 E2	11
DERIVATIVE	6624125 D1	5
SIGNAL LAG	6624120 F1	8
RATE LIMITED SIGNAL FOLLOWER P/3	6624200 G1	3
MULTIPLIER(SPLIT TYPE)	6624080 M1	42
MULTIPLIER(ERROR TYPE)	6624080 M2	4
SOUARE ROOT EXTRACTOR	6624505 E1	29
FUNCTION GENERATOR	6624665 E1	56
VOLTAGE TO CURRENT CONVERTER	6625621 E1	164
mv/v CONVERTER(T/C TYPE)	740112AAAA2	33
SIGNAL GENERATOR	6623835 F3	31
2 INPUT AUCTIONEER	6624543 G1	45
INPUT AUCTIONEER	6624543 G2	17
SIGNAL LIMITER	6624261 F1	21
TRISTABLE RELAY	6623817 J1	43
SIGNAL MONITOR	6623819 G1	80
ANALOG MEMORY	6632337 A1	66
TIME DELAY TRANSFER RELAY	6627090 B1	25
	6627090 B2	
TRANSFER RELAY	6632875 A1	98
	6632875 A2	2
VOLTAGE RUFFER CARD	6624609 L1	-
INPUT BUFFER	6624610 AIH	-
CURRENT BUFFER CARD	6628999 A1	90
118 VAC AUXILIARY RELAY	6624913 A2	41
24 VDC AUXILIART RELAY	6624913 F1	96
24 VDC AUXILIARY RELAY-A	6624266 G1	3
POWER SUPPLY MONITOR	6625070 D1	2
SUISER SUPPLY MONITOR	6625160 - 1	1
POWER DRIVER CONVERTER	6626736 - 1	2
OHMIV CONVERTER(RID TYPE)	740312BAAA2	1
TRANSMITTER SWITCH MODULE (ONE SWITCH)	6626274 A1	3
HAND/AUTO TRANSFER STATION	TYPE : TT20	29
SET POINT STATION	TYPE : TT11	12
BIAS MANUAL STATION	TYPE : TG30	3
MANUAL JOGGING STATION	TYPE : TJ20	5
TNTEGRATED CONTROL STATION		6

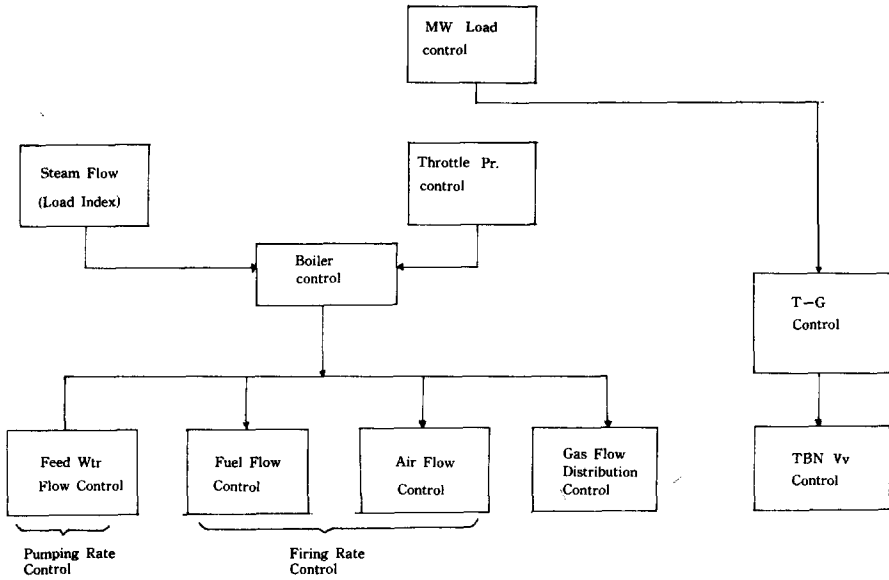


그림 3. 보일러 추종방식

給水, 燃料, 空氣는 Boiler 靜特性에 比하여 過大 (適正)로 投入되기도 한다. 發電機出力의 Overshoot / undershoot가 생기기 쉽고, 主蒸氣溫度, 再熱蒸氣溫度의 變動이 생기기 쉽다.

### 2.3.3 터빈 추종 제어 (Turbine Following Mode)

그림6에서와 같이 發電機出力 要求信號에 따라, 먼저 보일러 燃燒 및 給水 制御를 하여 그로 인한 Throttle Pressure 增減에 따라 Turbine 制御 Valve가 調整되어 出力을 增減하는 즉, Turbine이 보일러의 壓力變動에 追從하는 制御方式이다.

出力變動信號가 增加하게 되면, 보일러의 給水 및 燃燒量이 增加되어 Throttle Pressure가 增加하게 되므로, 一定한 壓力을 維持하기 위해 Turbine Control Valve가 열려, 結果적으로 出力이 上昇하게 된다. 이 運轉方式은 보일러의 壓力이 上昇될 때까지는 Turbine의 Control Valve가 作動하지 않으므로, 비교적 그 應動性이 늦은 반면에 Throttle Pressure 變動이 比較的 적으므로 Boiler를 安定하게 運轉할 수 있는 장점이 있다.

### 2.3.4 터빈 추종 運轉

Turbine 追從 運轉에서는, 먼저 出力設定의 變化에 對

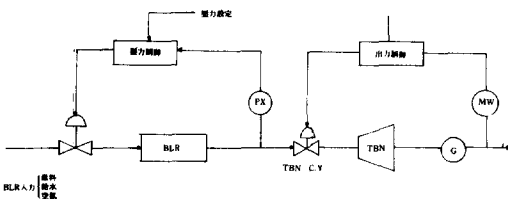


그림 4. 系統圖

이 結果 發生된 蒸氣流量과 主蒸氣壓力의 變動으로 보일러 入力を 制御하는 方式인데 이와같은 보일러 追從 運轉은 다음의 特徵을 갖고 있다.

- (가) 보일러 蓄熱量을 最大限으로 利用할 수 있으므로 發電機出力의 追從은 좋다.
- (나) Boiler~Turbine 間의 Energy 授受의 Unbalance로 主蒸氣壓力의 變動이 無視된다. 보일러 蓄熱量을 活用하기 위하여 보일러 入力の 變動이 클수록 發電機 出力制御와 主蒸氣壓力 制御와의 相互干涉이 나타나서 發電機出力은 Overshoot 가 되기 쉽다.

특히 變壓 運轉의 경우에는, 主蒸氣壓力 設定值를 變化시키기 위하여 主蒸氣壓力 偏差가 크게 된다.

■ 특집/전기공학의 현재와 전망

하여 Boiler 入力(給水, 燃料, 空氣)를 追從시킨다. 蒸氣流量을 變化시켜 發電機出力을 制御시키는 것이다.

Turbine Control Valve가 主蒸氣壓力을 制御하는 Turbine 追從運轉은 다음의 特徵을 갖고 있다.

(가) Turbine Control Valve는 Turbine 前壓制御를 行하기 위하여 Boiler-Turbine 間의 Energy 授受의 Balance가 좋고, 過大한 보일러 入力の 投入도 가능하다.

Unit의 運轉으로서 安定度도 매우 좋아서 發電機出力의 Overshoot / Undershoot도 작다.

(나) 發電機出力은 蒸氣流量의 變化에 對應하나, Turbine Control Valve의 Opening / Closing으로 Boiler의 蓄熱量의 活用을 충분히 利用 못하기 때문에 發電機出力의 追從이 늦어진다.

2.3.5 보일러-터빈 協調制御 (Co-operated Control Mode)

Boiler 追從制御方式과 Turbine 追從制御方式의 장점을 살리고, 단점을 最小化하여 構成한 것이 Boiler-Turbine 協調制御方式이다.

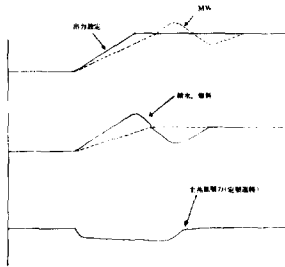


그림 5. 動特性 關係

그림5에서 보는바와 같이 協力要求信號와 Throttle Pressure 變動信號가 Boiler 및 Turbine 發電機를 同時에 制御하므로써, 터-빈 追從制御方式에서와 같이 Throttle Pressure 變動信號에 따라 터-빈 發電機가 制御되게 되어, 보다 安定된 運轉을 기할 수 있으며, 보일러 追從制御方式에서와 같이 보일러內의 저장열량으로서 初期의 發電機 出力을 增減시킬 수 있으므로 出力應動을 빠르게 할 수 있는 장점이 있다.

各 運轉方式別 制御應動特性은 그림9와 같다.

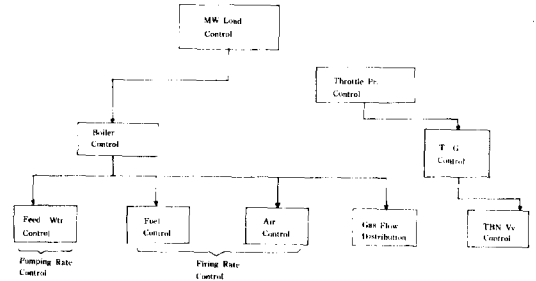


그림 6. TBN 추종제어방식

2.3.6 協調制御 運轉

Boiler-Turbine 協調制御에서는 出力設定에 의한 Boiler 入力 制御와 Turbine Control Valve 制御에 共通인 Master 指令信號(負荷指令)을 만들어, 兩制御를 並列로 動作시키는 것이다.

구 분	主 制 御	副 制 御
TBN C.V.	發電機出力	主蒸氣壓力
BLR 入力量	主蒸氣壓力	發電機出力

發電機出力은 주로 Turbine Control Valve로 부터, 主蒸氣壓力은 주로 보일러 入力量으로 부터 制御된다. 이와 같이 Boiler-Turbine 協調制御는 다음과 같은 特徵을 갖고 있다.

◎ Turbine Control Valve에 의한 發電機出力制御에 對하여 主蒸氣壓力 偏差에 의한 發電機出力의 修正을 行하기 위하여 發電機出力의 追從性이 약간 늦어지게 되고, 主蒸氣壓力의 變動을 어느정도 억제하게 된다.

出力設定 變化와 보일러 入力量을 變化시키므로 發電

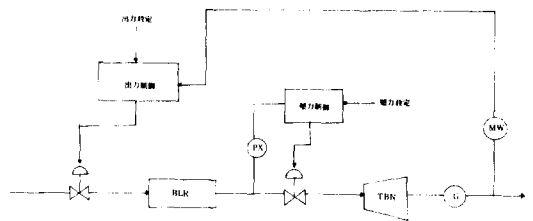


그림 7. 系統圖





■ 특집/전기공학의 현재와 전망

熱出力을 追從시킨다. 出力指令値와 發電器出力과 갈게 最終的으로는 主蒸氣壓力 偏差도 零으로 되도록 制御된다.

다시 말하면, 이 運轉方式은 허용된 수증기압력 편차 이내에 있으면, 蒸氣 Control Valve는 壓力偏差에 無關係하게 되고, 出力偏差로 부터 制御되나 일단 과잉편차가 發生되면(보일러의追從能力以上の變化), 이 偏差가 Steam Control Valve 制御에 應答을 修正하고, 보일러의 追從能力에 適應하도록 制御함으로써 出力變化 指令에 對하여 Boiler와 Turbine의 協調를 取하게 되므로 가능하면 빠르게 應動制御되도록 하는 것이다.

Ⅲ. 發電制御 SYSTEM의 MODERNIZATION과 그展望

制御의 技能이 複雜化됨에 따라 DIGITAL形으로의 전환이 불가피하게 되는데 이것을 알기쉽게 그림으로

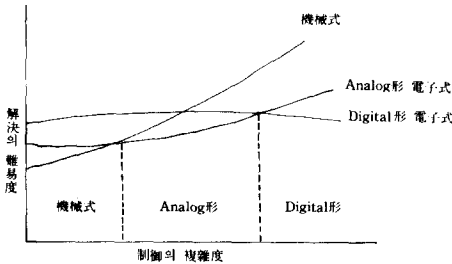


그림 13. 制御 形態 比較

나타내보이면 그림 13과 같다.

즉 制御技能이 단순한 것은 機械式이 더 간단하고 경제적이나 複雜化될수록 DIGITAL 方式이 더 좋음을 알수 있다. 현재 Motorola社의 16bit M-Processor M-68000을 사용한 M-Processor Based Digital Control SYSTEM(Bailey N-90)이 일부 火力 PLANT의 制御 SYSTEM으로 MODERNIZATION되어 運轉中에 있다.

여기서 ANALOG 方式과 DIGITAL方式을 使用者立場에서 구체적으로 비교하면 표4와 같다.

또 制御의 accuracy向上을 위한 적용예를 들면 다음과 같다.

火力發電所에서 Drum Level CONTROL은 중요한 부분이고 壓力에 따라 변하는 물과 증기의 밀도를 보상하여야 하는데, ANALOG方式과 DIGITAL方式은 그 正確度에서 커다란 차이가 있다. 즉 ANALOG形에서의 4point에 의한 근사곡선을 구현하는 FUNCTION Generator를 利用하는 것과 M-processor에 의하여 計算하는 것의 차이이다.

그림 14는 ANALOG 方式이고 그림 15는 DIGITAL方式이다.

一般的으로 制御의 目標라고 일컬을 수 있는 項目들을 나열하면 다음과 같다.

- Improving Quick Responsibility
- Improving stability
- Reducing Effect of External Noise

표 4. ANALOG 方式과 DIGITAL 方式의 비교

項 目		Analog	Digital
1. System 構成		○ Module(演算要素)單位分散化 ○ Wired Logic	○ Micro Controller 單位階層化・分散化 ○ Stored Logic
2. 信賴性	故障 診斷	진단장치 별도 설비要	自己 진단
	故障部自動切離	一部 Card에서 실시	全 Micro Controller에 실시
3. 補修性	故障 表示	일괄 경보 표시	Micro Controller 마다 표시
	制御信號表示	DC Volt로 Check	Plasma Display 表示
	MDT	100%	30% 이상
4. 操作性	Parameter 조정, Control Stage	Module단위 Hard조정 조작/감시 組合方式	
5. 制御機能	制御 方式 自動 起動	Feedback制御, Feedforward Unit Controller에 의거	先行豫測制御 單獨으로 可能
6. Cabinet 치수법		100%	60% 以下

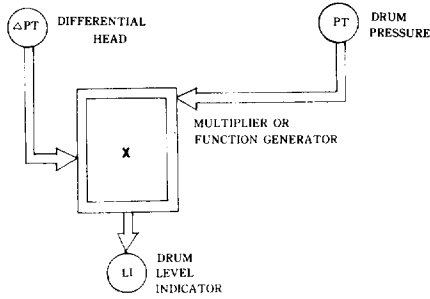


그림 14. ANALOG 方式

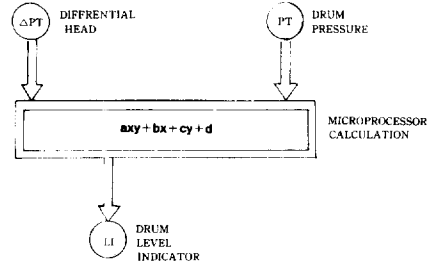


그림 15. DIGITAL 方式

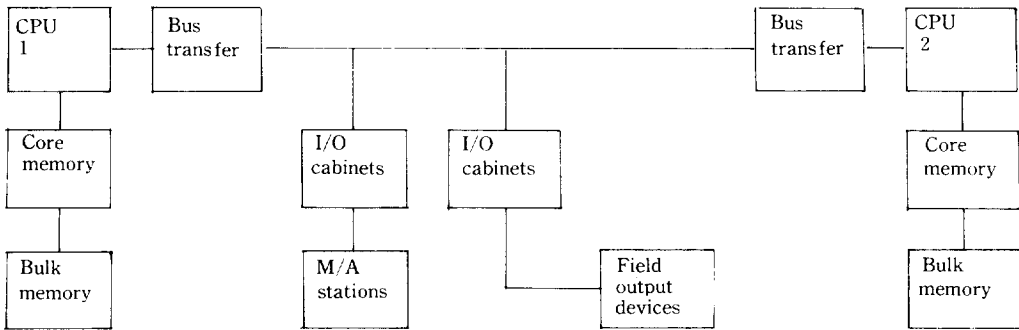


그림 16. Large Central Computer Control

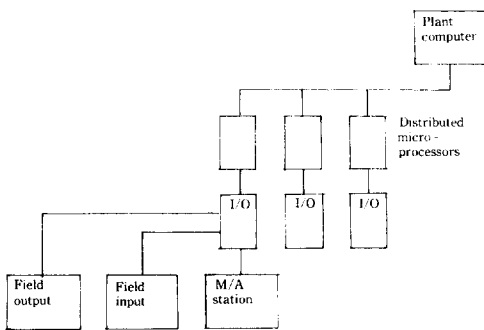


그림 17. Distributed Control System

이러한 事項들은 지금까지는 거의 사람에 의하여 控制기의 PARAMETER를 調整하는 方法을 使用하여 解決하려고 하였으나 Computer를 利用한 控制기에 AI기능을 갖춰 스스로 解決하도록 Design되고 있다.

한전에서도 이미 self-tuning and adaptive controller가 Local의 制御 loop에 적용시도 되고 있다.

또 computer에 의한 制御 SYSTEM도 어떤 원인으로 Computer Down시 CONTROL SYSTEM 全體가 마비될 危險이 있는 Central Computer 方式으로부터의 處理는 分散시키고 運用機能은 中央으로 集中하는 分散化 制御 SYSTEM 形態(Hierarchy 構成)로 急速히 發展되고 있다.

이 두가지의 制御 SYSTEM을 그 構成에 따라 그림으로 나타내면 다음과 같다.

또한 PID方式과는 전혀 다른 observer를 사용한 state feed back control 方式이 Bailey, Hartman & Braun, Siemens 社에서 研究中에 있으며 主要 superheater, Re-heater 등에 적용되고 있다. 그림9는 state controller의

- Dealing With Dead time.
- Adapting to variation of system characteristics
- Dealing with systems interaction
- Estimating state
- optimizing Operation

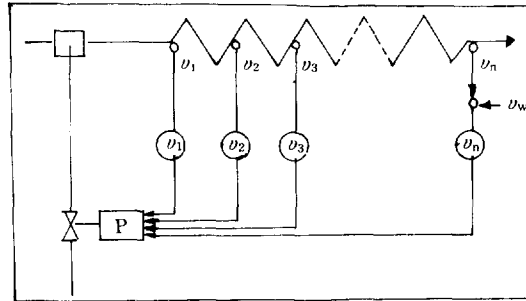
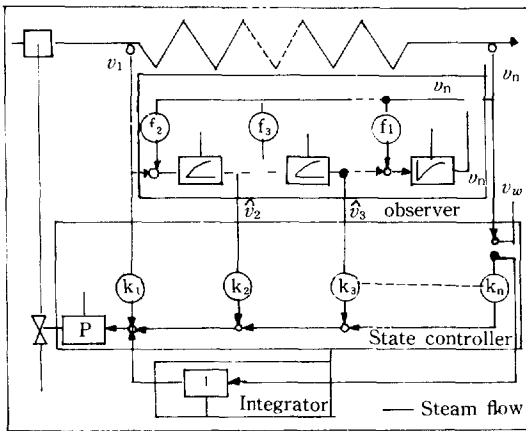


그림 18. State controller

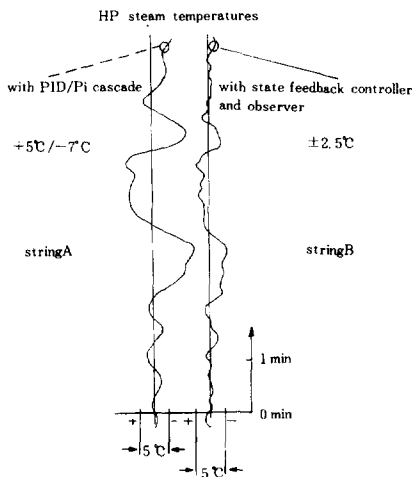


그림19. Comparison of superheater control performance

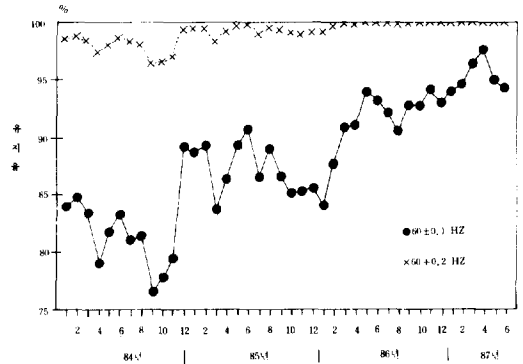


그림20. 계통 주파수 유지실적(84. 1 ~ 87. 6)

구성 BLOCK이고 그림10은 conventional PID control 과의 Performance를 비교한 것이다.

끝으로 CONTROL Engineering의 展望을 classical과 Modern面에서 고찰해보면 다음과 같다.

- Theoretical Progress
- Improvement of classical Method
- Development of PID method
- Development of Modern Method
- Optimal control
- Multivariable control
- Adaptive control
- Robust control
- Knowledge Engineering

#### IV. 맺는 말

전기공학분야에서도 가장 중요한 자동제어계통은 오늘에 이르기까지 電子産業의 발달로, 많은 기술적 변천이 있었고 발전설비의 운용에도 불가분의 일익을 담당하고 있다.

발전소의 자동제어설비는 설비별, 용량별로 구성이 다양하고 복잡하게 되어 있으나 자동발전을 수행하기 위한 전자제어시스템에서 디지털제어방식의 분산형시스템으로 발전되어 가고 있다.

제어시스템 설비의 신뢰도는 물론, 외국 제조회사에서 범용적으로 사용될 수 있도록 제작된 것을 우리 실정에 알맞는 기능까지도 보강한 아닐로그형 제어모듈부터 국산화가 현재 진행 중에 있는데, 이것은 전 발전소

의 85% 이상이 아날로그 제어방식을 쓰고 있기 때문이며, 이의 노·하우를 확립한 후에 단계적으로 디지털 시스템까지도 국산화하여 90년대에는 노후설비의 대체(개조 및 개선) 및 신규발전소의 적용까지도 국내업체의 기술 제작을 위하여 신기술 도입 및 연구개발을 중점으로 관련산·학·연과 공동으로 추진하고 있다.

끝으로 우리공사에서 노력하고 있는 전기의 품질을

높이기 위하여 계통주파수의 유지목표치를 선진국수준인  $60 \pm 0.1\text{HZ}$ 의 정밀 변동폭으로 지속운전 위하여 발전소의 제어계를 개선한 결과 그의 유지율이 그림 20과 같이 점점 향상되어 가는 추세임을 알수 있는 데 이것은 자동제어시스템의 역할이 중요함을 보여주는 하나의 예라 하겠다.