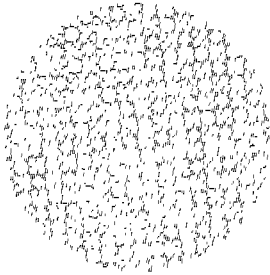


# 發電 System의 Computer 制御에 對하여

## Process Computer System for Power Plants



朴 翊 洙

韓電技術 研究院  
電子應用研究室 電子制御研究役

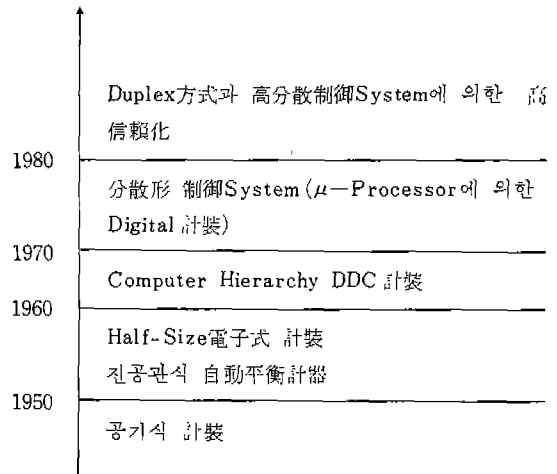
### 1. 發電Plant Computer 制御 배경

石油Shock를契機로 脫石油의 社會的 要請에 따라 서천T/P, 보령T/P, 삼천포T/P의 大容量 石炭火力發電所가 最近 준공되었고 平澤T/P, 인천T/P에 LNG로의 燃料 전환을 推進하는 외에 高效率運轉으로 에너지 절약을 實現하기 위한 努力이 계속되고 있다.

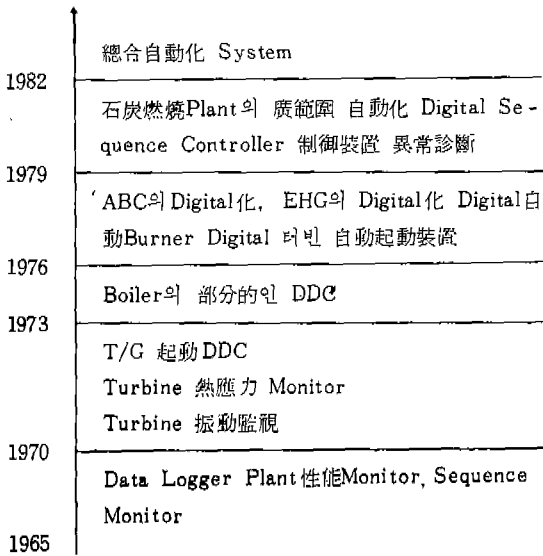
또 原子力發電所가 점차 擴大되어감에 따라 火力發電Plant는 中間負荷運轉을 爲하여 變壓運轉方式의 採用과 頻繁한 起動, 停止, 큰폭의 急速한 負荷變動이 要求되고 있다.

이러한 狀況에 對應하여 發電設備는 大容量化, 高温, 高壓, 複雜化됨으로써 電力의 安定供給을 위한 制御裝置의 役割은 보다 重要하게 되었고, 그 中心이 되는 Computer 制御는 運用管理, 運轉制御에 不可欠한 것으로 되고 있다. 이와 더불어 最近의 Computer技術은 IC化 技術의 進歩에 발맞추어 飛躍的으로 發展하고 있고 이러한 技術은 많은 應用分野가운데서도 自動制御技術에 커다란 變혁을 가져왔으며 특히 電力System의 重要도에 비추어 發電Plant의 Computer制御는 急速히 推進되어 왔다.

여기서 Process Control의 發達過程을 살펴보면 다음과 같다.



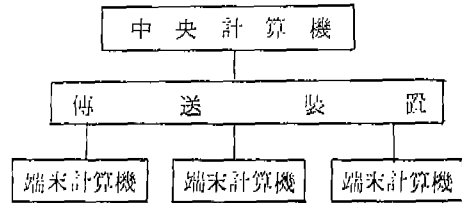
특히 火力發電所에서의 計算機制御System의 發達過程은



과 같이 分類할 수 있고 Computer의 適用은 運轉監視의 自動化로부터 Plant의 運轉效率의 向上, 運轉員이 Plant의 狀態를 신속正確히 把握하도록 CRT(Cathode Ray Tube)와 Printer에 의하여 豊富한 表示機能을 갖고 있다.

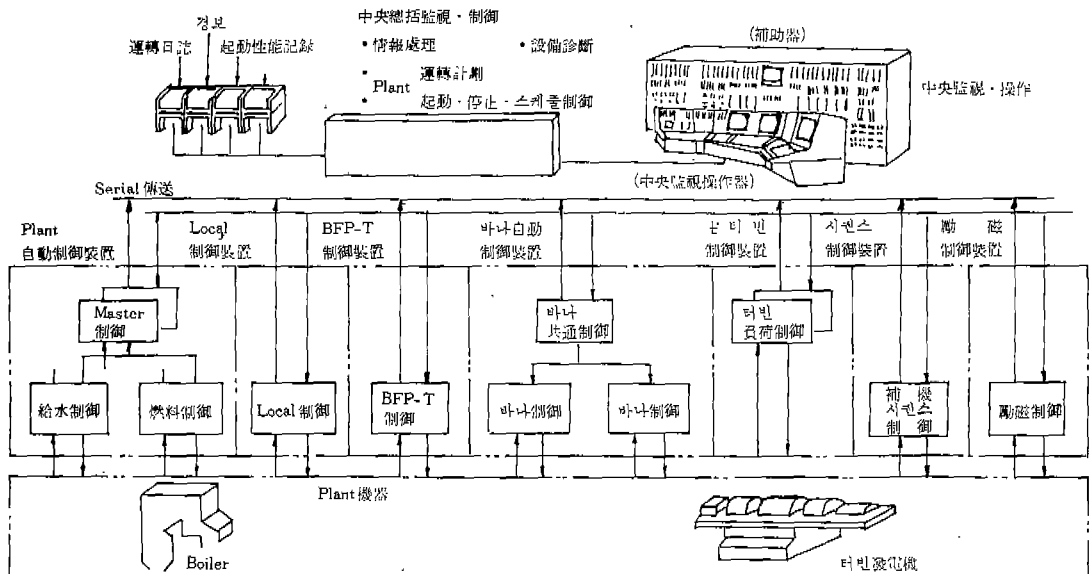
## 2. Computer 制御方式에 대한 고찰

從來의 計算機 1台에 의한 中央集中制御 方式은 어떤 原因으로 Computer Down時 Control System 全体가 마비되는 危險이 있으므로 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)가 急速히 發展되었다. 다음은 그 구성을 개념적으로 나타낸 것이다.



이러한 方式은 大規模 集積回路(LSI)技術의 成果인 Micro Computer 出現에 의하여 從來의 Wired Logic 으로 構成된 各種 制御裝置가 小形化, Digital化가 容易하게 됨으로써 이들 Micro Computer 의 構內 各所에 分散配置가 可能하기 때문이다.

다음 그림은 火力發電Plant의 總合Digital 制御 System 構成圖이다.



위에서 알 수 있듯이 Plant의 總括監視制御機能을 Unit 計算機에 分擔시키고 主機와 直結한 制御機能을  $\mu$ -Processor를 利用한 Sub-Loop 制御裝置에 分擔시켜 制御機能을 向上시켰다. 즉,

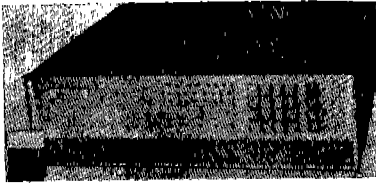
從來의 Unit 計算機가 갖는 起動, 停止時의 直接 制御機能을 Sub-Loop 制御裝置에 分擔시켜 지금까지의 Unit 計算機를 主体로한 集中形DDC(計算機 直接制御) System으로 부터 Digital 式 Sub-Loop

制御裝置를 活用한 分散形 DDC System으로 移行시  
 킴으로써 Unit計算機는 高速, 大容量의 情報處理能  
 力과 高度의 情報判斷能力을 갖게되어 Plant 運轉  
 計劃, 設備診斷等의 高度 機能을 分擔시키고 있다.

또 Sub-Loop制御裝置는 主機와 直結된 中樞神經  
 을 役割을 담당하고 있기 때문에 高信賴化를 基本  
 으로 하여 Micro-Controller에 自己診斷과 相互診  
 斷能力을 갖고 故障檢知와 自動的인 波及防止措置  
 를 한다.

### 3. Micro Computer 適用 實例

다음은 평택 T/P의 Turbine自動起動System에 使  
 用된 Micro Computer의 外觀이다.



Bipolar LSI 16bit  $\mu$ -Processor를 사용하여 處  
 理裝置를 1 Board에 搭載하여 小形化한 制御用計算  
 機로서 그 概略仕様을 보면 다음과 같다.

| No | Item                        | Sub-item                                  | Specification   |
|----|-----------------------------|---|---|
| 1  | Memory                      | Word length<br>Capability<br>Core memory  | 16 bit + parity bit<br>48 kilo words<br>Cycle time 1.2 sec<br>15 kilo words / card<br>With memory protection  |
| 2  | Basic<br>Processing<br>Unit | Element<br>Instruction<br>Operation speed | 16 bit microprocessor<br>16 / 32 bits<br>Basic ..... 47, Option ..... 4<br>Add time 3.5 sec<br>Multiply time 30 usec<br>Divide time 40 sec  |
| 3  | Other<br>function           | I / O control<br><br>Option               | DMA (Direct Memory Access)<br>PCMA (Processor Controlled<br>Memory Access)<br><br>Max. 64 devices<br>Timer<br>Watch dog timer<br>Memory protection<br>Address error checking<br>Firmware (512 words x 32 bits<br>micro-program) |
| 4  | Dimen-<br>sion              |   | 300mm (W) x 150mm (H) x 475mm (D)   |

본 Micro Computer가 수행하는 機能의 主된 內  
 容은

- 1) Rotor의 熱應用計算
- 2) Turbine 速度制御
- 3) Turbine 加速制御

- 4) Turbine 負荷制御
- 5) 自動 系統併入 으로서  
 위와 같은 機能을 수행하기 위하여 Computer가  
 判定의 資料가 되는 各種Data가 外部 Sensor로부터  
 Input되는데 그 Signal을 보면

- 1) Turbine 速度
- 2) Turbine Metal 溫度
- 3) Turbine에 流入되는 蒸氣壓力
- 4) Turbine에 流入되는 蒸氣溫度
- 5) 發電機 電壓
- 6) 發電機 電流
- 7) Main Circuit Breaker의 Open, Close狀態
- 8) Turbine Governor의 열림정도
- 9) 運轉員으로부터의 指令信號
- 10) Turbine 振動

가 있는데 이를 전체적으로 나타낸 構成圖는 그림  
 1과 같다.

그림 1에서 說明된 Input Data와 各種 機能을 갖  
 고 있는 본 Micro-Computer가 실제 어떤 狀態로  
 Turbine을 制御하여가는가에 對하여 살펴보면 그림 2와 같다.

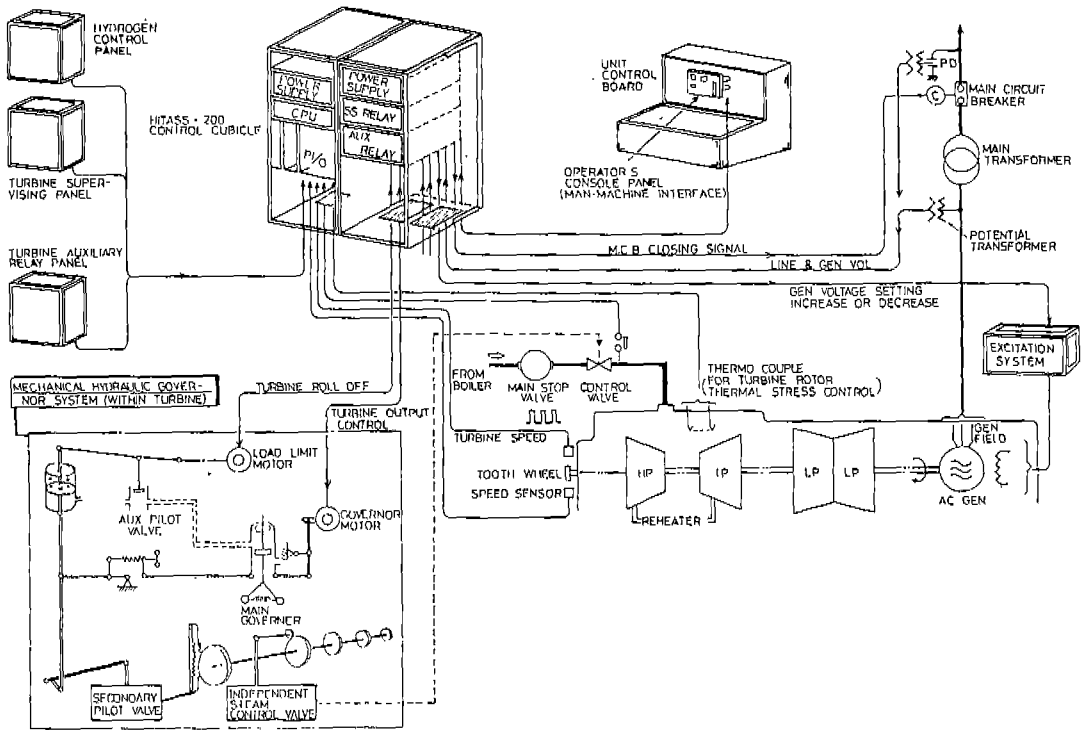
그림 2에서 알 수 있듯이 Turbine이 起動準備된  
 狀態에서부터 마지막 단계인 正常運轉까지 다음 7  
 Step으로 이루어지고 있다.

- 1) Turbine Preperation
- 2) Turbine RUB Check
- 3) Acceleration
- 4) Excitation
- 5) Synchronizing & Initial Load
- 6) Target Load
- 7) Normal Operation

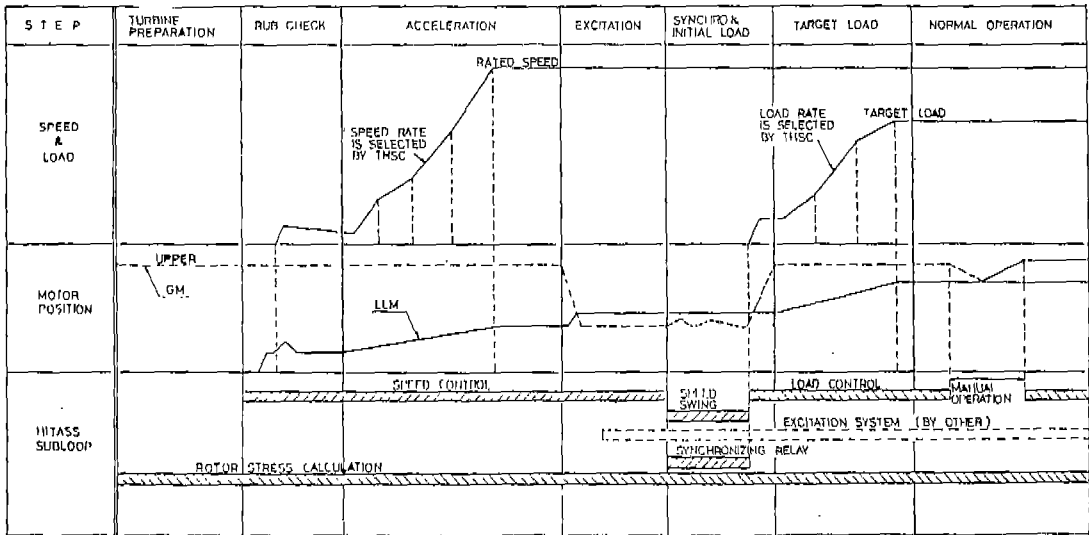
즉 Turbine이 起動될 수 있는 條件이 準備되고  
 運轉員이 Micro Computer에게 Turbine起動을 命令  
 하면 즉시 Turbine速度를 올려도 되는지의 狀態를  
 判定하기 위하여 Input된 蒸氣溫度와 壓力 및 Tur-  
 bine Metal Temp Data를 使用하여 熱應力을 계산  
 한다. 그 結果가 만족스러우면 다음 단계인 Rub  
 Check로 넘어간다.

여기에서는 Turbine速度를 約 400r.p.m 程度 을  
 린 후 Turbine의 振動 및 各種 監視裝置로부터 In-  
 put되는 Data를 利用하여 狀態判定이 이루어진다.

그 結果가 滿足스러우면 다음단계인 Acceleration



(그림 - 1)



(그림 - 2)

(加速)으로 넘어간다.

여기에서 Micro Computer는 Turbine의 應力計算을 계속하면서 安全하게 定格速度(3600rpm)까지 올리고 그 다음단계인 Excitation으로 넘어간다.

여기서는 發電機를 勵磁하여 定格電壓을 形成하

는 過程이다.

여기까지 發電機는 系統에 併入될 準備가 完了된 셈이다.

그 다음단계인 Synchro & Initial Load에서는 系統併入에 必要한 相位를 맞추기 위하여 약간Swing

動作을 하면서 最適時期를 찾아 Synchro가 이루어진다. 그 후 系統으로부터 電流가 發電機에 逆으로 流入될 可能性이 있는 Critical Condition 으로부터 벗어나기 위하여 즉시 Governor Valve를 약간 열어 初期負荷를 걸게 하여 Micro Computer의 任務는 끝난 셈이다.

위에서 說明된 Micro Computer의 多様な 機能은 從來의 Analog方式으로는 거의 不可能한 것으로서 이와같이 Computer에 의한 制御技術은 커다란 變혁을 이룩한 것이다.

이 외에 從來의 Relay에 의한 Sequence Control 역시  $\mu$ -Processor를 使用하여 外部結線없이 回路를 構成하는 Micro Sequence Controller가 Boiler의 Burner制御에 利用되고 있다.

특히 分散形 System을 위한 開發努力은 1개의 Loop에 1개의  $\mu$ -Processor를 使用한 "One Loop Controller"를 出現시킴으로써

- 1) 空氣流量制御
- 2) 燃料流量制御
- 3) 給水流量制御
- 4) Drum Level 制御
- 5) 主蒸氣溫度制御
- 6) 主蒸氣壓力制御

7) 爐內壓力制御

8) O. 制御

의 8個Loop에 8個 Loop Controller만을 使用한 Boiler自動制御System이 發表되고 있다.

## 4. 結 論

發電Plant에서의 制御는 그 機能의 多樣化에 못지 않게 그 信賴性이 重要な 問題이다. 即

- 1) 故障이 나지 않을 것
- 2) 故障이 發生하여도 影響이 적을 것
- 3) 故障이 發生하여도 動作이 계속될 것
- 4) 故障이 發生하여도 빨리 回復될 것

을 滿足시키기 위한 高信賴化設計技術은 앞으로 解決하여야 할 課題이다

또 制御의 末端機能을 人間이 갖고 있는 높은 判斷, 處理能力에 着점을 맞추어 知能化 시키는 일이다. 다시말하면 人間이 겪는 環境變化에 適應能力을 Computer에게 付與하는 適應制御와 人間の 經驗을 通하여 얻은 知識을 Computer에게 理解시킴으로써 確率로부터 結果를 推論하는 論理形 制御를 하게 하는 일이 앞으로 開發하여야 할 目標인 것이다.

\*

### 〈表紙 사진 글〉

#### 晩秋의 雪岳山 (추전골)

晩秋,  
水銀柱내려  
天, 地, 人 모두가 가을이다.  
雪岳山の 추전골  
고요히 太古의 숨결을 이어간다.  
높푸른 하늘과 드맑은 溪谷를  
靑秋의 일면이 아닐 수 없으니  
이렇게 보고 이렇게 느끼기  
당연타 아니할 것인가 <世>

