

□ 技術動向 □

世界各國의 電力系統制御所 紹介

— 멕시코共和國의 國家에너지 制御센터 —

尹甲求* · 金榮漢** · 柳洪雨**

■ 目 次 ■

1. 멕시코共和國의 國家에너지 制御센터

2. 電力制御센터 시스템 일반
參 考 文 獻

1 1) 멕시코 共和國의 國家에너지 制御센터

1) 概要

멕시코의 聯邦電力 委員會(Comision Federal de Electricidad : CFE)는 멕시코 共和國의 全地域에 對한 送配電과 發電出力의 制御와 協助를 爲하여 分散된 組織으로 國營化되어 있다.

電力 連系系統의 潮流容量과 複雜性的의 急速한 增加로 因하여 現存하는 制御系統의 擴張과 近代化가 必要하게 되었다.

그래서 國家에너지 制御센터 事業이 電力의 實時間 制御와 情報取得을 爲하여 推進되었다. 이 事業은 現存하는 2개소의 地域制御시스템 교체를 포함하여 6개소의 地域制御센터와 1개소의 國家制御센터를 設置하고 이들을 資料連系하는 것이다. 이를 爲하여 CFE는 미국 해리스(HARRIS)社와 시스템 供給契約을 締結하였으며 1983年末 竣工 豫定으로 製作中에 있다. 해리스社는 金星通信社에서 技術提携를 맺고 있는 會社로서 韓電의 서울電力管理本部和 兩서울 電力管理本부에 地域配司 自動化시스템인 SCADA 시스템을 供給한바 있는 會社이다.

現在 CFE는 設備容量이 11,500 (MW)이고 이중 80%가 給電을 받고 있으며 設備容量 90 MW 또는 그 以上の 發電所에 適用되고 있다. 總設備容量의

50%가 水力發電이고, 40%가 火力發電이며 나머지 10%가 첨두負荷用 가스터빈 發電設備로 構成되어 있다.

CFE의 電力系統은 現在 6個 運用地域과 連系되어 있다. 그러나 바하 칼리포니아(Baja California)와 유카탄반도(Yucatan Peninsula)는 아직 連系되어 있지 않은 狀態이다. 各 運用地域에는 멕시코市에 所在하는 國家制御 센터(NCC)에 依해서 監視되는 地域制御센터(ACC)가 設置되게 된다.

9개 原子力 發電所의 建設과 3개 主要江에 建設될 새로운 4000 MW級의 水力發電所를 包含하여 앞으로 20年間에 3배의 發電設備增加에 對한 長期計劃이 要請되고 있다.

2) 國家制御센터 시스템(National Control Center System)

國家制御센터(NCC)는 2階層으로 構成되는데 上位는 國家給電과 制御시스템이며 下位는 앞으로 計劃分을 包含하여 最終的으로 8個所의 地域制御센터와 遠隔所裝置로 構成되게 된다. (表1 참조) 그리고 上下位는 2400 BPS의 通信速度로 2重化되어 資料連系가 이루어 진다. NCC의 主要機能은 다음과 같다.

- (1) 大容量 電力送電 協助,
- (2) 發電計劃
- (3) 經濟給電 計算
- (4) 地域內 電力 送受電 計算

* 正會員: 韓國電力公社 發電部 自動給電課長

** 正會員: 韓國電力公社 發電部 自動給電課長代理

표 1. 멕시코 共和国의 시스템 構成內容

區 分	國家 에너지 制御 센 타	地 域 制 御 센 타					
		멕시코市	Puebla	Guada- lajara	Monterey	Gomez Palacio	Hermo- sillo
컴 퓨 터 시 스템	Quad Harris H 500 + 6 個所와 資料連系	Dual Harris H 500	Dual Harris H 500	Dual Harris H 500	Dual Harris H 500	Dual Harris H 500	Dual Harris H 500
遠隔所數		49	31	30	30	30	30
主記憶裝置 (Words)	1 階層 : 256K 2 " : 128K Dual 192K 分割記憶裝置	384K	384K	384K	384K	384K	384K
補助記憶 裝置(MB)	300	80	80	80	80	80	80
天然色 陰極線管	11	7	7	7	7	7	7
動的系統盤	모 자 익	모 자 익	모 자 익	모 자 익	모 자 익	모 자 익	모 자 익
온 - 라인 機 能	CE, ECD, OLF, SE, SM	AGC, EDC, SBC, SM	AGC, EDC, SBC, SM	AGC, EDC, SBC, SM	AGC, EDC, SBC, SM	AGC, EDC, SBC, SM	AGC, EDC, SBC, SM

AGC : 自動發電制御 OLF : 線上負荷潮流
 CE : 想定事故評價 SBC : 遮斷器監視制御
 ECD : 非常制約給電 SE : 狀態推定
 EDC : 經濟給電制御 SM : 安全監視

(5) 系統 安全評價

일반적으로 NCC의 機能은 全電力系統에 대한 計算, 電力潮流解析, 系統安全評價, 發電出力調整과 地域制御所에 대한 情報의 送受信과 管理이다. NCC는 해리스 9400 電力制御센타 시스템으로서 完全 重復된 2層 構成으로 運轉되며 重復된 分割記憶裝置(Shared Memory)와 通信을 行하는 4臺의 해리스 컴퓨터로 이루어 진다. NCC 시스템중 上層部 즉 處理層(Process Level)은 電力系統應用과 處理에 關聯된 機能을 修行한다. 그리고 下層部 즉 DAC/Display 層은 人間-機械連絡과 地域制御센타와의 情報 送受信을 制御한다. (그림 1 참조)

人間-機械連絡은 2臺의 陰極線管(CRT)이 設置된 4개의 給電員 콘솔, 한대의 陰極線관이 設置된 두개의 연구용(Study) 콘솔과 한개의 프로그램머/訓練用 콘솔로 이루어 진다. 또한 NCC 시스템은 CFE의 計劃用 컴퓨터와 結合된다.

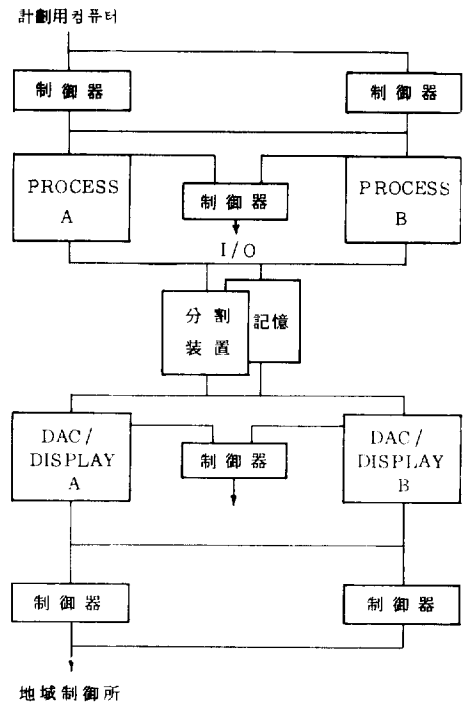


그림 1. 國家制御센타 構成

3) NCC의 소프트웨어

CFE 시스템을 위하여 電力系統應用機能인 네트워크 解析프로그램 計劃(NAPS)과 實時間 安全解析(RTSA) 및 研究네트워크 解析(STNA)을 準備하게 되며, 다음 프로그램을 포함한다.

(1) 네트워크 構成.

電力系統모델 構成을 實時間으로 維持 및 構成한다.

(2) 시스템 狀態推定

實時間으로 取得된 資料를 基準으로하여 시스템에 대한 狀態推定을 행하여 測定失敗, 나쁜測定값 또는 바이어스 誤差와 測定點에 대한 故障 與否를 判斷한다.

(3) 發電費 (Production Costing)

發電機에 대한 運轉費用을 實時間으로 計算한다.

(4) 豫備力 監視

地域과 系統을 基準으로 運用 가능한 發電豫備力을 評價한다. 計劃된 豫備力으로 系統을 維持하도록 한다. 즉 過大한 豫備力을 維持하지 않도록 한다.

(5) 安全解析 (Security Analysis)

實時間 電力系統 모델과 미리 設定된 想定事故를 使用하여 機器의 故障이나 다른 問題로 인한 影響을 計算한다.

(6) 給電員 潮流計算

給電員으로 하여금 實時間 電力系統 모델을 使用하여 電力系統에 있어서의 問題와 그에 대한 代案을 評價하도록 하기 위하여 給電員이 計劃한 制御運用의 效果를 研究하도록 한다.

CFE는 NCC를 利用하여 制御된 經濟給電 計算, 自動連系線 潮流計算, 短期負荷豫測과 水火力 發電計劃을 樹立하는데 使用 할 것이다.

4) 地域制御센터 시스템

CFE와 相互連系된 6개 地域은 送配電系統을 自治의으로 運營한다.

地域內의 모든 機器에 대한 遠方監視制御는 地域制御센터의 責任이다. NCC는 이들 地域內에 있는 어떠한 裝置도 遠隔制御 할 수 없다. 필요한 경우에는 各地域 運轉員에게 適切한 스위치 操作을 遂行하도록 指示 할 것이다. 各地域制御센터에는 해리스 9200 電力制御센터 시스템이 設置되게 된다(그림 2 참조). 各地域制御센터는 2대의 해리스 컴퓨터가 2重化되어 構成된다. 그리고 人間-機械連絡은 2대의 陰極線管을 가진 2개의 給電員 콘솔과 1대의 陰極線管을 가진 프로그램머/訓練用 콘솔을 가진다. 遠隔所裝置는 멕시코내의 해리스副契約者에 依해서 製作된 86 시리즈 5000 遠隔所裝置가 設置되게 된다.

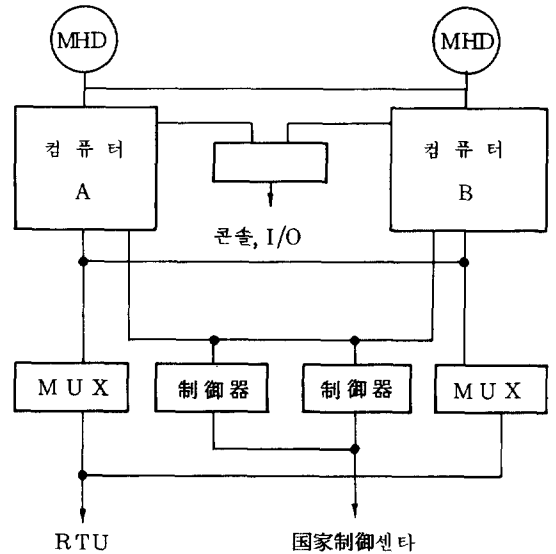


그림 2. 地域制御所 構成

5) 地域制御 센터의 소프트웨어

各地域制御센터 시스템은 地域內에 대한 遠方監視制御와 資料取得 機能을 가지며 또한 다음의 能力을 갖게 된다.

- (1) 自動發電制御와 實行結果監視
- (2) 經濟給電
- (3) 融通計劃 (Interchange Scheduling)
- (4) 連系線 遠隔測定 點檢.
- (5) 시스템 運轉報告書.
- (6) 負荷遮斷과 復舊.
- (7) 事故資料 蒐集과 分析.

自動發電制御 機能이 發電出力制御뿐 아니라 이를 經濟的으로 遂行하는 동안 經濟給電의 實際的인 計算은 NCC에서 遂行된다. NCC는 調整係數, 上下限 經濟限界, 基準運轉點과 要求되는 順(Net) 連系線 潮流를 地域制御센터에 送信한다. 그렇지만 이 通信이 不通되면 地域制御센터는 自動的으로 經濟給電, 連系線潮流計劃과 調整係數 計算을 遂行한다.

6) 訓練

약 25명의 CFE 職員이 契約期間동안 해리스 회사에서 正規訓練과 現場實務訓練(OJT)을 받게 된다. 이들은 시스템의 建設期間동안과 建設後 CFE에서 繼續的인 技術能力을 갖고 일할 수 있도록 여러단계의 엔지니어링, 製作, 시스템結合과 試驗을 통하여 NCC와 地域制御센터 시스템과 親熟해 질 것이다.

電員 訓練用 시뮬레이터다.

2 電力制御센타 시스템 일반

1) 概要

CFE의 電力制御센타 시스템은 進歩된 技術의 새로운 시스템이며, 높은 能力을 가진 制御시스템이다.

이 시스템은 多重 컴퓨터와 分散處理를 利用한 強力하고 새로운 概念을 利用한 電力制御센타 시스템으로써 使用者에게 다음과 같은 몇개의 重要한 利點을 提供한다.

- (1) 시스템 擴張을 對備한 시스템의 크기와 機能이 넓다.
- (2) 높은 시스템 利用率과 信賴度
- (3) 使用者가 維持補修 可能한 하드웨어와 소프트웨어
- (4) 單純하면서도 効果적인 人間-機械連絡

2) 시스템 能力

이 電力制御센타 시스템은 서로다른 하드웨어의 2중화를 피하고 더욱 効果적으로 人力을 活用하도록 單一機種의 컴퓨터를 利用한 시스템으로 送電과 發電制御의 모두를 結合하여 運用하는 長點과 經濟的 利得을 갖도록 하고 있다. 더욱 重要한 것으로 컴퓨터의 強力하고 融通性있는 結合은 資料取得과 處理 그리고 에너지 管理 및 遠方監視制御와 協助된 制御機能을 成就할 뿐 아니라 進歩되고 動的인 電力系統 安全, 運用計劃, 運用費用計算 그리고 電力系統應用과 技術計算을 行한다.

이 시스템의 一般的 機能은 大略 다음과 같다.

(1) 基本機能

資料取得, 資料處理, 遠方監視制御, 人間-機械連絡, 데이터베이스 維持補修, 프로그램開發協助, 시스템構成 制御와 故障切替 機能이 있다.

(2) 온-라인 시스템 機能

에너지 管理, 自動發電制御, 經濟給電, 系統攪乳에 對한 資料蒐集과 解析, 負荷遮斷과 復舊, 豫備力監視, 連系線潮流評價와 計劃, 瞬動豫備力 配分, 發電費計算, 訓練機能, 發電시스템의 報告書, 系統盤과 디지털 表示裝置 作動, 映像連續記錄, 連續記錄, 映像複寫.

(3) 온-라인 進歩된 應用機能.

네트워크 構成, 狀態推定, 安全解析, 네트워크 簡略化(等價化), 復舊動作, 給電員負荷潮流計算, 系統負荷豫測, 最適電力潮流計算, 發電機 起動 停止, 給

3) 基本시스템의 構成

電力制御센타 시스템의 機能은 다음의 4部分으로 構分된다.

- (1) 遠方監視制御와 資料取得(SCADA).
- (2) 表示(Display) 機能
- (3) 處理(Process) 機能
- (4) 進歩된 應用(Advanced Applications) 機能

ACC의 2重 컴퓨터 시스템에서는 모든 機能은 한대의 온-라인 컴퓨터에서 遂行되며, 어느 컴퓨터도 온-라인으로 動作할 수 있고 두 컴퓨터 모두 모든 機能을 遂行할 수 있는 同一한 能力을 가진다. 處理(Process)와 SCADA/DISPLAY 機能이 分離되어 서로다른 컴퓨터에서 遂行되는 시스템 構成을 利用하는 어떤 會社에서는 2重화된 分割記憶裝置(Multi-Ported Shared Memory)를 標準裝置로 使用하는 경우도 있다. 이 경우 온-라인 컴퓨터와 後備컴퓨터 間의 水平 資料 通信은 不必要해진다.

그림 3은 電力制御센타에 利用되는 여러가지 一般的 構成方法을 보여준다.

4) 시스템 利用率과 信賴度

시스템 信賴度は 單純한 二重化 시스템을 넘어서고 있다. 故障切替의 多重 個別 獨立系層은 必要한 디스크메모리, 陰極線管 表示, 그리고 그밖의 시스템 要素에 擴大되도록 準備된다. 여러가지의 同一要素, 後備要素 또는 豫備시스템 要素에 對한 일(業務)의 割當은 論理컴퓨터 制御로 行해진다. 시스템 構成에 있어서 處理機能을 遂行하는 온-라인 컴퓨터는 制御用컴퓨터로 使用된다. 이 컴퓨터는 시스템 周邊裝置의 構成, 컴퓨터 割當, 컴퓨터 시스템의 狀態監視, 故障切替 그리고 再起動과 初期化의 機能에 대하여 책임을 진다. 故障切替가 要求되는 機能의 事故에 대하여 모든 利用可能한 要素를 가장 効果적인 方法으로 使用하도록 새로운 構成을 이루도록 한다. 또한 어떤 要素의 絶對的인 機能喪失은 機能을 喪失한 狀態에서 最高로 좋은 構成을 이루도록 한다.

5) 維持補修 可能率(Maintainability)

電力制御센타 시스템은 多量の 同一시스템 部品の 使用을 擴大시킨다. 예를들어 特別하게 開發된 制御機는 遠隔所裝置, 自動記錄器(Logger), 系統盤 作動機, 時間과 周波數機器, D/A 連續記錄 채널, 그

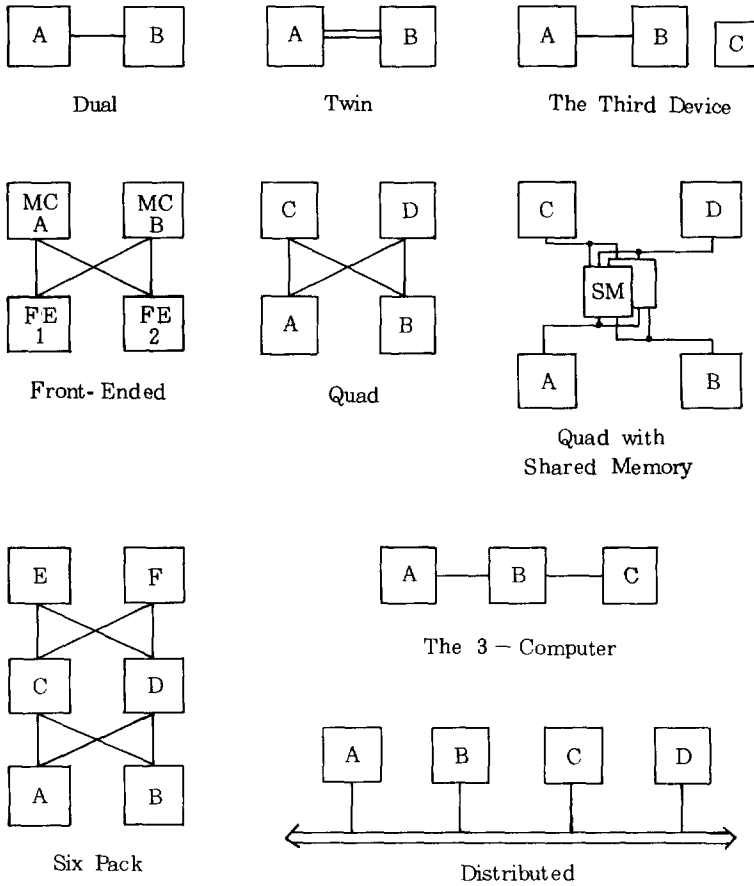


그림 3. 電力制御 센터의 컴퓨터 構成

리고 他社 製品 遠隔所裝置와 서로 다른 컴퓨터 시스템과의 資料連系를 위한 通信에 使用된다. 各各에 使用되는 유니버설 制御機는 그것의 應用目的에 관계없이 同一하다. 이 制御機는 마이크로 프로세서를 이용한 인텔리전트(intelligent) 裝置로서 어떤 應用에 있어 이의 機能決定은 주컴퓨터(Host Computer)에 의한 소프트웨어의 다운로드(DOWN LOADING)으로 決定된다.

週期的인 自體自動點檢에 附加하여 各 유니버설 制御機에 대하여 온-라인과 오프라인 診斷試驗을 行할 수 있다. 예비유니버설 制御機는 主制御機에 대한 豫備機로서 主制御機 故障時 自動切替된다. 診斷소프트웨어는 시스템의 診斷과 故障點 發見을 위하여 機器의 各 要素에 대하여 적용된다. 이들은 시스템의 모든 컴포넌트에 적용되는 오프라인 프로그램, 後備 컴퓨터에 使用할 수 있는 온-라인 診斷과 시스템 機器의 正確한 運用을 繼續的으로 點檢하고 監視하는 시스템 實時間 診斷프로 그램을 포함한다. 設備에서

發生한 에라는 維持補修화일에 기록(Logging)을 위하여 記錄保存되고 시스템 화면에 나타난다.

電力制御所 시스템은 通信裝備에 대한 中央集中 試驗과 維持補修를 行할 수 있는 通信系統制御 副시스템을 包含할 수 있다. 이 裝置는 公用통신회선 또는 私設通信系統의 機能減少 檢出뿐 아니라 中央裝置에서 手動으로 遠隔所裝置를 點檢 및 試驗할 수 있는 便理한 機器이다.

6) 人間-機械連絡裝置

多量의 資料와 事實들을 要約 및 構成하기 위한 컴퓨터 設備의 利用은 콘솔에서 給電員으로 하여금 豫想할 수 없는 效果들을 分析할 수 있도록 한다. 天然色 陰極線管은 表示形式(Format)에 制限을 받지않고 現在의 資料表와 構成圖를 보여준다. 색깔에 의하여 즉시로 非定常과 警報狀態가 分類되고 表示된 資料가 여러分野로 分類된다.

陰極線管 畫面上的의 制御可能點은 라이트 펜, 트

랙 볼, 조이 스틱 또는 키보드를 이용한 커즈 (Cursor)의 이동으로 선택된다. 선택課程, 선택證明, 制御選定과 制御入力は 運轉員의 誤操作이 除去될 수 있도록 設計되어 있다.

人間-機械連絡시스템은 運轉員에게 論理的인 行動과 行動順序를 보여준다. 예를 들어서 모든 表示畫面은 그 深刻性的인 높은 水準을 表示하기 위한 색깔 構別을 가진 시스템 警報狀況을 包含하고 있다. 警報表示畫面中 한點에 라이트 펜 또는 다른 수단으로 커즈를 移動시키면 警報가 發生한 遠隔所 表示畫面의 關聯페이지를 陰極線管에 디스플레이 할 수 있다. 모든 表示畫面은 즉시 디스플레이 (Access) 할 수 있도록 최고 10개 表示셀의 인덱스 (Index)를 包含한다. 한 制御點이 選定되면 그點에 適用할 포인트制御選擇技能이 畫面에 表示된다. 陰極線管 表示畫面은 標準英數字 키보드와 給電員 機能판넬을 利用하여 디스플레이 할 수 있다. 이것은 給電員이 英字와 數字를 入力하여 畫面을 디스플레이 할 수 있고 또한 커즈의 選擇機能을 利用하여 디스플레이 할 수 있다.

시스템의 特別한 設計 및 融通性으로 陰極線管 콘솔과 人間-機械 連絡裝置에 關聯된 周邊裝置의 어떤 構成도 만들 수 있다. 記錄器 (Logger), 映像複寫器, 라인 프린트, 系統盤作動機, 連續記錄器, 그리고 기타 周邊裝置는 어떠한 要求되는 組合에서도 使用되어진다. 이들에 대하여 한개의 시스템은 割當된 영역 이외의 영역에서 運用이 禁止되는 책임영역을 많은 分野로 分割할 수 있다.

7) 소프트웨어

시스템 소프트웨어는 自體 標準시스템 (運用시스템, 編輯機, 人間-機械 連絡裝置, SCADA 시스템, 데이터 베이스, 그리고 시스템 補佐) 과 制御되는 電力系統의 要求에 맞는 應用시스템으로 構成된다. 실질적 모듈화를 維持하기 위하여 標準시스템에서는 應用 프로그램을 追加할 때에 變更이 必要치 않도록 設計된다.

8) 實時間 運用시스템

實時間 運用시스템 (RTOS) 은 電力系統 制御所 시스템을 위하여 특별히 開發된다. 이 運用시스템은 多重 컴퓨터와 分割記憶 (Shared Memory) 概念을 利用할 경우 이를 效果的으로 運用하기 위한 많은 裝

置와 機能을 採用하고 있다. RTOS는 電力制御所 시스템에서 電算機資源管理를 自動으로 行하고 利用 가능한 하드웨어를 效果的으로 運用하기 위해서 必要한 우선순위를 고려하여 여러 種類의 일에 대한 處理時間과 裝置를 割當한다. RTOS는 資料와 프로그램 保護를 통한 시스템 安全과 訓練運用을 위한 機能을 갖고 있다. 또한 시스템 소프트웨어와 컴퓨터 시스템 運用員간의 通信을 制御한다. 使用者가 作成한 포트란 프로그램을 통하여 實時間 데이터 베이스와 시스템 서비스를 利用할 수 있도록 되어 있다. 소프트웨어는 또한 同一時間에 온-라인 運用에 아무런 影響을 주지 않고 實時間 프로그램을 利用하여 電力系統制御所 시스템에서 새로운 소프트웨어를 開發, 修正 및 結合시킬 수 있도록 設計된다.

9) 假想記憶 (Virtual Memory)

一般的으로 컴퓨터에는 假想記憶시스템이 하드웨어에 結合되어 있다. 이 目的을 위하여 要求되는 機能들은 特別히 設計되어 있다. 그것은 大容量의 프로그램을 작은部分으로 分割하는 것에 의하여 여러 種類의 프로그램에 대하여 코어 (Core) 記憶裝置를 效果的으로 分割하도록 한다. 시스템은 實行中 모든 利用 가능한 코어空間을 活用한다. 그래서 實行中 한번에 진프로그램을 코어에 불러낼 必要도 없고 大容量 프로그램도 코어記憶裝置中에 있는 隣接領域 (Contiguous Area) 을 차지할 必要도 없다. 同一시스템에서 多重프로그램은 優先順位를 基準하여 同一時間에 實行될 수 있다.

參 考 文 獻

- 1) "A national energy control center for the republic of mexico" from harris material
- 2) "Series 9000 PCC" from Harris material
- 3) T. E. Dy Liacco, D. L. Rosa ; "Survey of system control centers for generation transmission systems" April, 1983.
- 4) T. E. Dy Liacco ; "Computer system" in Modern Power System Control Centers Tutorial Course Text May 1983. University of California .