

電力에너지 供給의 最適制御를 위한

自動給電 시스템에 대하여

尹 甲 求

(韓電(株)自動給電 프로젝트 매니저)

머리말

給電(load dispatch)은 電氣事業者의 사명을 電力系統運用(power system operation & control)에서 달성하기 위한 것으로, 需用家에 대하여 電氣의 質(quality)과 信賴度(security) 및 經濟性(economy)을 最適 條件(optimum conditions)으로 유지되도록 電力系統을 구성하고 있는 發電設備과 送配電設備들을 合理的으로 綜合運用하는 것이다.

최근 國內産業의 비약적 발전과 國民文化生活의 高度化는 電氣의 質的 向上과 신뢰도 확보를 더욱 간절히 요망하고 있으며, 국제적으로 석유값의 잇따른 인상과 임금 인상 등은 給電의 效率化와 人力節減 등에 의한 經濟性의 向上을 크게 요구하고 있다.

반면에 電力系統의 규모 확대와 복잡화 및 설비의 대형화와 電源의 多樣化에 따라 給電業務는 대단히 복잡하게 증가하여 종래와 같이 電話에 의존한 방식으로는 만족스러운 給電 運用이 곤란하게 되고 있다.

이러한 실정에서 韓電(株)에서는 美國의 Leeds & Northrup Co.로부터 최신 기술의 自

動給電시스템(AGC/SCADA System)을 도입 설치하고, 지난 6월 말일부터 정상가동을 시작함으로써 명실공히 需用家 奉仕에 획기적인 전환을 가져오게 되었다.

이 시스템은 國內에서는 최초·최대 규모의 이중 온-라인 리얼-타임 컴퓨터 시스템(dual-on-line real-time computer systems)을 중추로 하고 있으며, 현재 發電所 21개소와 초고압 변전소 5개소 및 154KV 변전소 19개소를 遠方監視制御(SCADA)하고 있다.

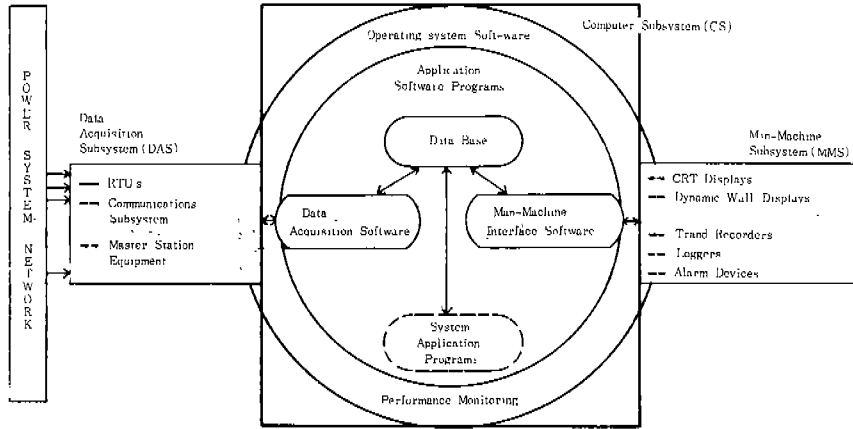
이 시스템은 소프트웨어 프로그램(software programs)의 개발과 維持保守에 의하여 전력계통의 규모 확대와 적용 업무의 확충에 柔軟하게 대처해 갈 수 있는 특징을 갖추었으며, 전기 사업뿐만 아니고, 천연가스 배급과 석유사업 및 시멘트 공장이나 제철공장 등의 工程制御(process control) 또는 廢水와 下水처리시스템 등에도 응용될 수 있는 시스템이다.

아무쪼록 이 보고가 讀者 여러분들께 해당 분야의 自動化에 도움되기를 바라는 마음 크다.

1. 自動給電시스템의 構成

自動給電시스템은 다음과 같은 서브 시스템

[그림 1] 自動給電 시스템 機能圖



(Subsystems) 또는 要素들로 구성되었다. (그림 1)

- ① 資料取得 서브시스템
- ② 컴퓨터 서브시스템
- ③ 人間-機械連絡 서브시스템
- ④ 其他 附帶設備
- ⑤ 소프트웨어 서브시스템
- ⑥ 要員

[1] 資料取得 서브시스템

資料取得 서브시스템은 遠隔端末裝置(RTU's)와 通信 서브시스템 및 中央의 자료취득장치로 구성되었다.

중앙과 RTU's간의 資料傳送은 32[bits]의 메시지 블록(message blocks) 형태로 되어 送信端의 變復調器(MODEM)에 넣어줌으로써 이루어진다. 이 變調(modulation)된 신호는 통신선을 통하여 전송되고 受信端에서 다시 復調(demodulation)된다.

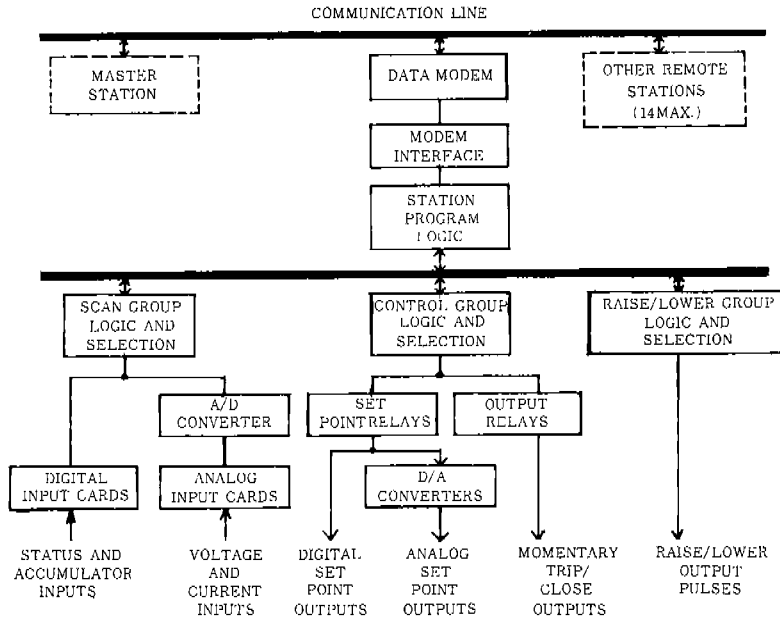
메시지 블록마다 강력한 誤差(error) 검출 기능을 갖는 5(bits)의 보스-채드리 코드(Bose-Chaudhuri code)가 포함되어있으며, 遮斷器(circuit breakers) 등의 遠方監視制御(supervisory control) 등은 誤操作을 방지하기 위하여 「操作前 確認(check-before-operate)」 방식을 채용하고 있다. 이 방식은 中央에서 보낸 제어명령

을 수신하면 해당 계전기의 動作에 앞서서 RTU로부터 중앙으로 확인 메시지를 送出하고, 이 확인 메시지가 틀림없으면 중앙에서 實行(execute) 명령을 다시 내려 보냄으로써 미리 선택되었던 계전기가 동작되는 안전한 방식이다.

각 遠隔所의 RTU는 자료취득과 制御 기능을 원활히 달성하도록 구성되었다. 중앙과의 자료 전송을 위하여 變復調器를 구비하였으며, 차단기 등의 개폐 점점의 狀態(status)와 積算電力計 등의 펄스累算器(pulse accumulator) 人力을 위한 디지털入力(digital inputs) 및 電壓이나 電流 등의 아날로그入力 장치를 구비하고 있다. 또 중앙 제어소로부터의 제어 신호에 의하여 현장의 차단기 등을 제어할 수 있도록 출력 繼電器(output relays)를 갖추고 있다.

發電所에는 발전기 출력을 현장 설비의 여러 가지 제약 조건을 고려하여 원활히 조정할 수 있도록 발전제어기(UCS)를 갖추고 있다. 특히 韓電(株)의 발전소 설비는 여러 나라의 여러 회사 제품으로서, 해당 기기의 仕様(specifications)이 대단히 다양하다. 따라서 자동급전설비와의 연결방식도 여러가지로 복잡하고, 특수한 대책이 요구되었다. 韓電(株)에서는 이러한 문제들을 자체 기술로 해결함으로써 工期短縮과 外貨節約 및 内部 技術蓄積에 크게 이바지하였다.

[그림 2] 遠隔所의 機能圖



통신 서브시스템은 韓電(株)의 사설통신회선인 마이크로-웨이브(M/W 또는 UHF)와 電力線搬送(PLC) 및 電話케이블을 이용하고 있다. 통신선에의 연결은 파티라인(partyline)으로 共通回線(shared line)을 사용하여 한 線路當 15개의 RTU를 연결할 수 있다. 그러나 신뢰도를 높이기 위하여 대부분 專用回線(dedicate line)을 사용하여 한 선로에 1개의 RTU만을 연결하였다. 傳送速度는 1200(bits/sec)를 채택하였으나 PLC 통신회선을 사용한 곳은 PLC의 音聲周波數帶域幅(voice frequency bandwidth)이 300-2300(Hz)로 너무 좁고, 품질도 충분치 못하여 부득이 600(bits/sec)로 속도를 낮추도록 變復調器를 개조하였으며, 개조 방식은 韓電(株)의 自體 技術陣에 의하여 검토되고 미국의 제작자측에 관고됨으로써 해결되었다.

中央의 資料取得裝置는 통신 서브시스템을 통하여 RTU에 신호를 보내고 또 RTU로부터 필요한 자료를 수신하기 위한 변복조기를 구비하였고, 여러 자료를 통신회선에 時分割 하여 비트 直列資料(bit-serial data)로 전송하고 직렬로 전송된 자료를 비트 並列語(bit-paralled

word)로 變換하기 위한 라인버퍼(line buffer)와 통신회선을 선택 절체하기 위한 라인 스위칭 릴레이 매트릭스(line swithing relay matrices)를 구비하였다.

이 시스템은 앞으로 數年동안 상당수의 RTU가 증가되더라도 중앙설비는 증설없이 연결 가능하도록 되어 있다.

[2] 컴퓨터 서브시스템

컴퓨터 서브시스템은 自動給電業務에 적합하게 설계된 LN CP400 制御用 컴퓨터(control-computer) 2조로 구성되어 한 조는 主컴퓨터(master computer)가 되어 自動發電制御(AGC)나 過負荷監視프로그램(OMP) 등의 온-라인 리얼-타임 처리 업무를 수행하고, 다른 한 조는 예비 컴퓨터(reserve computer)가 되어 需要豫測(load forecasting)이나 다음날 發電계획 또는 그 외의 技術計算 등의 오프-라인 배치(batch) 처리 업무를 수행하며, 主컴퓨터를 감시하다가 主컴퓨터 측에 이상이 발생하면 즉시 온-라인 리얼-타임 업무를 이어 받도록 되어

있다.

컴퓨터의 主記憶容量(main memory capacity)은 현재는 88[K words]이고, 전력계통의 확대와 자동화 업무의 확충에 따라 128[K words]까지 쉽게 확장시킬 수 있다. 記憶速度(memory cycle time)는 백만분의 1초보다도 빠른 0.68×10^{-6} [seconds]로서 대단히 고속이며, 긴급을 요하는 일은 다른 일보다 먼저 처리할 수 있는 優先權制御(priority interrupts) 기능을 구비하고 있다. 그 밖에도 記憶保護(memory protection) 기능과 電源故障保護(power fail safe) 기능을 갖추어 電源故障 발생시에 安全停止(safe shutdown)와 自動再起動(automatic restart)을 할 수 있다.

컴퓨터 周邊裝置(peripheral equipments) 들로는 컴퓨터 조작을 위한 텔레타이프(teletyper; KSR-36) 2조가 구비되었고, 카드리더(card reader)와 라인프린터(line printer)를 각각 1조씩 구비하였다. 아울러 다량의 자료 처리와 장기간 보관을 위하여 보조기억장치로 고속의 固定헤드磁氣디스크(fixed heads magnetic disk) 2조와 磁氣테이프(magnetic tape) 4조를 구비하였다.

이밖에도 資料取得 서브시스템 및 人間-機械連絡 서브시스템과의 원활한 資料 교환을 위하여 LN5000 프로세스 入出力裝置(process input/output equipment)를 구비하였다. 이 시스템을 LN5400 AGC/SCADA systems 이라고 부르는 것은 바로 LN5000 프로세스 入出力裝置와 CP 400 컴퓨터의 결합에 의하여 AGC(Automatic Generation Control)와 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 업무를 수행하는 시스템을 의미하는 것이다.

[3] 人間-機械連絡 서브시스템

人間-機械連絡 서브시스템(MMS)은 陰極線管表示(CRT display) 장치와 動的系統盤(dynamic wall display) 및 記錄計(trend record-

ers), 記錄機(loggers), 映像 複寫器(video hard copier), 警報裝置(alarm devices) 등을 구비하였다.

CRT表示는 7 가지 색깔로 전력계통의 운전 현황을 단선결선도나 일람표 또는 그림으로 표시해 주며 라이트 펜(light pen)과 操作盤(operator's panel) 또는 키보드(Keyboard)를 이용하여 運轉員의 의도를 컴퓨터에게 전달해 준다. CRT 표시 내용을 오래 보존하고자 할 때에는 기록기나 영상복사기에 의하여 복사시켜 보존할 수 있다.

動的系統盤은 중요 전력계통도를 전압별로 색깔을 구분하여 표시하였고, 발전기의 운전과 정지 및 송전선로의 차단기 개폐상태를 靑色과 赤色 램프로 구분하여 표시되도록 하였으며, 현장 기기의 상태가 변동될 경우는 경보를 내며 운전원이 感知했다는 신호를 줄때까지 해당 램프가 번쩍번쩍 明滅(fashing)하게 된다.

記錄計는 2 펜(2-pens)에 의하여 2가지 변화량을 동시에 기록할 수 있는 스트립 차트 레코더(strip chart recorders)로 9대를 구비시켰다. 한대는 상시 계통주파수를 표시, 8대는 時間偏差(time error)나 송전선 潮流(flow) 또는 發電機出力合計(total demand) 등 컴퓨터 처리 내용 중 어느 것이나 수시로 자유롭게 선택하여 기록토록 할 수 있고 눈금폭(scale range)도 소프트웨어로 쉽게 조정할 수 있다.

[4] 其他 附帶設備

其他 附帶設備로는 電源裝置와 冷煖房設備가 갖추어졌다.

전원장치는 공급계통을 2중화 하여 2계통으로 受電되도록 하였고, 전원전압과 주파수의 변동 및 2계통 모두의 停電에 대비하여 定電壓定周波數裝置(CVCF)와 蓄電池(battery) 및 自動電壓調整器(AVR)로 구성된 무정전전원장치(PS)를 구비하였다.

냉난방 설비는 냉방과 난방은 물론 濕度調節

기능을 포함한 恒溫恒濕機로서 역시 2중화 설비로 구성하였다.

[5] 소프트웨어 서브시스템

自動給電시스템의 소프트웨어는 리얼-타임 처리를 효율적으로 제어하기 위하여 특별히 설계된 프로그램들로 구성되었다. 이 소프트웨어 서브시스템은 오퍼레이팅 시스템 소프트웨어(operating system software)와 應用소프트웨어 프로그램(application software programs) 및 支援프로그램(support programs)으로 구분할 수 있다.

오퍼레이팅 시스템 소프트웨어는 다른 모든 프로그램들의 실행을 우선권에 따라 순서를 결정해 주고 해당 프로그램이 실행될 수 있도록 시스템 하드웨어(hardware)의 이용계획과 제어를 하는 것으로서 컴퓨터 제작자로부터 공급을 받았다.

응용 소프트웨어 프로그램은 자료 취득 소프트웨어와 인간-기계 연락 소프트웨어 및 전력계통운용과 제어를 위한 모든 프로그램을 말하며, AGC와 ED 및 신뢰도 감시 프로그램 등이 중심이 되고 있다. 응용프로그램의 일부는 컴퓨터 제작자로부터 구입하였고, 일부는 韓電(株) 자체 기술과 국내 전문연구기관이나 학계와 공동개발함으로써 외화 절약과 국내 기술 축적을 도모하여 장래의 자동화 기능 확충에 대비할 수 있도록 하고 있다.

지원 프로그램은 컴퓨터 시스템 자체의 감시와 診斷 및 전력계통 변경이나 증설에 수반한 응용 프로그램의 更新(update)을 위한 컴파일러(compiler)와 디버깅(debugging)이나 시스템 維持補修(maintenance) 및 시험 기능을 위한 프로그램들이 있다.

[6] 要員

自動給電시스템 프로젝트(project)를 성공적



[自動給電시스템을 始動하는 金榮俊 韓電社長, 張禮準 動資部長官, 柳琦諤 國會商工委員長 諸氏の 모습(右側부터)]

으로 완성시키기 위하여는 專門要員이 대단히 중요한 역할을 하게 된다. 이들은 電力系統工學과 디지털하드웨어 및 컴퓨터 응용과 시스템 운용분야의 지식을 겸비한 팀으로 구성되어야 하고, 리얼-타임 소프트웨어의 개발과 이해가 가능한 소프트웨어 專門家라야 한다.

要員은 自動給電시스템의 분석과 설계 및 구매 사양 작성과 평가를 하여야 하며, 시스템 제작자와 협조하여 설계 자료와 입력 자료를 작성하고, 시스템의 제작이 완료되면 공장 인수 시험과 설치 및 시운전에도 참여해야 한다. 설치 완료 후에는 계속하여 시스템의 운용과 유지 보수 및 응용프로그램의 개발과 유지 보수를 담당한다.

韓電(株)의 경우는 시스템을 임대하는 것이 아니고, 구입하는 것이므로 유지 보수 업무를 자체에서 하게 되는데 이러한 업무를 지원할 국내업체나 전문기관이 거의 없으므로 소프트웨어와 하드웨어 양면에서 專門要員의 확보와 양성이 더욱 절실히 요구된다. 그동안 技術面에서나 人力面에서 다소 무리한 부담을 갖기는 했지만 韓電(株)에서는 이 시스템의 도입 계획과 설계 및 설치 공사 등을 外國用役에 의하지 않고 자체 기술진에 의해 해결함으로써 상당한 기술 수준 향상과 적어도 시스템 설계 용역비 약 3억원과 설치감독 용역비 절감 약 5천만원의

外貨節約을 도모하였다.

장차 이 요원들은 확대되는 지역 급전 자동화와 발전소·변전소 등의 전력 설비의 자동화 업무에 크게 기여할 것이며, 간접적으로는 국내 산업설비의 컴퓨터 제어와 컴퓨터 산업 분야에도 두루 공헌하게 될 것인바, 합리적인 요원 관리와 교육이 계속 뒷받침 되도록 배려되고 있다.

2. 自動給電시스템의 機能

自動給電시스템의 기능은 주어진 電力設備를 需給狀況과 出水狀況 및 설비 가동 상태 등의 환경 변화에 대처하면서 電力系統 運用 目的을 달성하는 것으로서, 周波數制御와 電壓制御 및 經濟給電과 信賴度制御 등의 기능을 구비한다.

[1] 周波數制御

주파수제어는 시시각각으로 변동하는 有效電力(active power) 수요에 대하여 發電機出力합계가 일치하도록 각 발전기의 운전조건을 고려하여 발전기 출력을 조정토록 하는 것이다.

韓電(株)의 자동급전 시스템에는 自動發電制御(AGC) 기능을 구비하여 4 초마다 주파수와 발전기 출력을 측정하여 수요보다 발전력이 클 때 생기는 주파수 상승과 발전력이 작을 때 생기는 주파수 저하를 억제하도록 발전기의 調速用電動機(GM), 또는 負荷制限用電動機(LLM)에 出力 增減發 신호를 보낸다.

AGC 適用算法(algorithm)은 다음과 같다.

$$A_s = F(C_E, T_D) \rightarrow \text{minimize}$$

$$I_{CE} = \int C_E \cdot dt \approx 60 \cdot B \cdot T_D \rightarrow 0$$

여기서

A_s : 지역 보충 제어

C_E : 지역 제어 편차

T_D : 시간편차

I_{CE} : 지역 제어 편차 적분치

B : 주파수 편기 (bias)

위 式에서 보는 바와 같이 AGC는 地域制御 偏差(area control error)와 時間差(time deviation) 및 地域補充(area supplementary) 제어 동작을 최소화 한다. 특히 이 방식은 크거나 持續的 外亂(sustained disturbances)에 대해서는 신속한 제어 동작을 하는 반면에 短周期動搖 성분(fringe component)과 微少變動에 대하여는 일일이 동작하지 않고 積分偏差로 고려하여 동작함으로써 발전기 출력 변동을 가급적 빈번하게 하지 않으면서 주파수를 規定値에 유지시키는 특징을 갖고 있다.

AGC의 효과는 발전기마다의 調速運轉強化와 적절한 運轉豫備力 확보 운전에 따라 다르겠으나 현재 주파수 변화는 $60 \pm 0.2\text{Hz}$ 범위로 시간 편차는 ± 20 초 범위로 유지시킬 것을 목표로 하고 있다.

[2] 電壓制御

전압제어는 시시각각으로 변동하는 無效電力(reactive power) 수요와 潮流상태에 대응하여 요구하는 지점의 전압을 목표치에 유지되도록 발전기 勵磁電流나 電力用캐패시터(capacitor) 등의 無效電力源을 조정하거나 變壓器 탭(tap)을 조정토록 하는 것이다.

韓電(株)의 自動給電시스템에는 遠方監視電壓制御(SVC) 기능을 구비하여 21개 발전소와 24개 변전소의 母線電壓 및 50여대 발전기의 유효 전력과 무효 전력 그리고 초고압송전선을 비롯한 주요 기간계통의 154kv 송전선 潮流를 12 초마다 측정하여 미리 정해진 한계치를 초과하면 給電運轉員에게 경보 표시를 하도록 하고 있다. 급전운전원은 이 정보를 참고로 발전소에 전압 조정 지시를 신속히 하게 되며 10여개 변전소의 電力用 캐패시터는 자동급전시스템을 이용하여 직접 遠方監視制御(SCADA)토록 하였다.

전압변동 특성은 주파수 변동특성과는 달리

측정 지점마다 서로 다르고 조류 변화에 따라 제각기 복잡하게 변동하므로 中央給電所에서 일률적으로 자동제어 하기는 곤란한 점이 많다.

따라서 현재 韓電(株)에서는 별도로 자동전압제어(AVC) 프로그램을 구비하여 오프-라인 배쿼처리(off-line batch processing)에 의하여 계통 각 발·변전소에서 유지할 基準電壓과 無効電力의 패턴을 계산하여, 발·변전소의 전압·무효전력 조정설비에 부설된 개별자동제어장치를 운전토록 하고 있다.

이 AVC의 적용 算法은 다음과 같다.

$$|Ed_i| = |Eo_i + \Delta E_i| \leq E_i$$

$$\underline{X}_j \leq X_j + \Delta X_j \leq \bar{X}_j$$

$$L = \sum_{k=1}^k 3 \cdot I_k^2 R_k \rightarrow \text{minimize}$$

여기서

E_{d_i}, E_{o_i} : 기기조작 후와 전의 i 지점의 전압목표치와의 편차

$\Delta E_i, E_i$: 기기조작에 의한 i 지점의 전압변화량과 허용편차

$\underline{X}_j, X_j, \Delta X_j, \bar{X}_j$: j 조작기기의 하한치, 조작전치, 조작치, 상한치

L : 계통송전손실 합계

I_k, R_k : k 송전선의 전류, 저항

위 式에서 보는 바와 같이 전압제어는 계통내의 요구 지점의 전압을 미리 정해진 허용변동 범위내로 하면서, 조작기의 상태를 운전 범위내에서 제어하여 대상 계통내의 송전 손실을 최소로 되도록 하는 것이다.

[3] 經濟給電

經濟給電은 주어진 전력설비를 여러가지 제한조건, 예를 들면 需給均衡의 유지와 발전기出力上下限 범위 및 運轉豫備力(hot reserve와 spinning reserve) 확보 등을 고려하면서 송전손실을 감안한 계통연료비 합계가 최소로 되게끔 발전기간 출력 배분을 하는 것이다.

韓電(株)의 자동급전시스템에는 經濟給電計

算(EDC) 기능을 구비하여 발전기별로 최적參與率(participation factor)을 28초~5분 주기로 算定해서 AGC프로그램에 보내 줌으로써 경제 부하 배분을 고려한 주파수 제어 신호가 해당 발전기에 나가게 된다.

EDC의 적용 算法은 다음과 같다.

$$\sum_{i=1}^G P_i - P_L - P_R = 0$$

$$\sum_{i=1}^G R_i(P_i) - S_R \geq 0$$

$$F_r = \sum_{i=1}^G F_i(P_i) \rightarrow \text{minimize}$$

$$R_{Hi} = \frac{\Delta P_i}{\Delta \lambda} = \frac{1 - \frac{\partial P_i}{\partial P_i}}{d^2 F_i / d P_i^2}$$

여기서

P_i : 발전기의 송전단 출력

P_L : 계통 손실 합계

P_R : 계통 송전단 부하 합계

R_i : i 발전기의 운전예비력

S_R : 계통운전예비력 합계

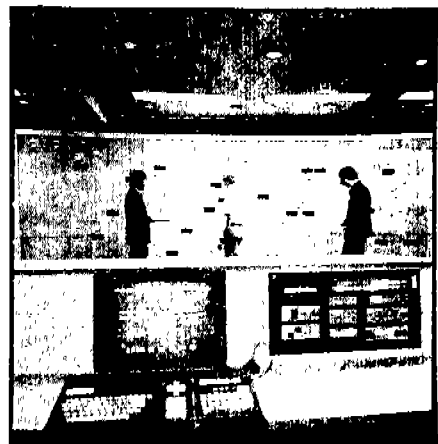
F_r : 계통연료비합계

F_i : i 발전기의 연료비 함수

R_{Hi} : i 발전기의 최적 참여율

$\frac{\partial P_L}{\partial P_i}$: 중분송전손실

λ : 중분 연료비



[作動中인 自動給電시스템]

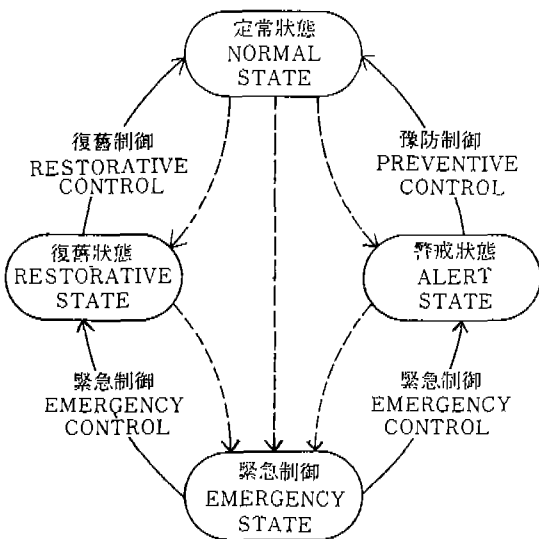
EDC의 효과로 年間 약 16억원의 연료비 절감을 목표로 하고 있으며, 이 효과는 정확한 입력자료와 발전소 자체의 원활한 자동제어에 따라 더욱 증가될 수 있다.

[4] 信賴度制御

信賴度制御는 계통감시와 예방제어 및 사고시의 緊急制御와 復舊制御를 적절히 하여 계통의 전력공급 신뢰도를 일정수준 이상으로 유지시키는 것이다.〔그림 3〕

종래의 自動給電業務는 자동주파수제어와 자동전압제어 및 經濟給電 등을 위주로 하였으나, 최근에는 공급신뢰도 확보에 대한 사회적 요청이 크게 증가됨에 따라 신뢰도 기능(security functions)이 가장 중요 업무로 취급되고 있다.

韓電(株)의 自動給電시스템에는 신뢰도 기능으로 資料取得과 制御기능을 구비하여 취득된 자료가 정해진 限界値를 초과했거나 상태 변화를 일으켰을 때는 운전원에게 정보 표시를 해준다. 또 운전예비력 감시프로그램(RMP)과 과부하 감시프로그램(OMP)을 구비하여 운전예비력이 불충분할 때와 송전선, 변압기 등의 과부하를 경보표시해 준다.



〔그림 3〕 電力系統의 信賴度 狀態와 制御

이러한 기능들에 의하여 給電運轉員은 전력계통의 安定運轉에 필요한 예방조치를 적절히 하고, 사고시에는 복구 조작을 신속 정확하게 지시할 수 있게 되었다. 이에 따라 停電시간과 停電범위를 단축하며 사고의 과급 확대를 억제하기도 한다.

앞으로 신뢰도 제어를 목표로 狀態追定(state estimation)과 온-라인 리얼-타임 潮流計算및 想定事故評價(contingency evaluation) 등의 신뢰도 해석(security analysis) 프로그램들의 개발과 적용이 진행되고 있으며, 머지않은 장래에 良質, 經濟, 信賴度 조건을 綜合的으로 고려한 最適制御(optimum control)를 달성할 계획이다.

最適制御는,

$$G(x, u) = 0 : \text{需給條件}$$

$$H(x, u) \geq 0 : \text{運轉條件}$$

$$S(x, u) \geq 0 : \text{信賴度條件}$$

$$F(x, u) \rightarrow \text{minimize}$$

여기서

x : 종속변수 벡터

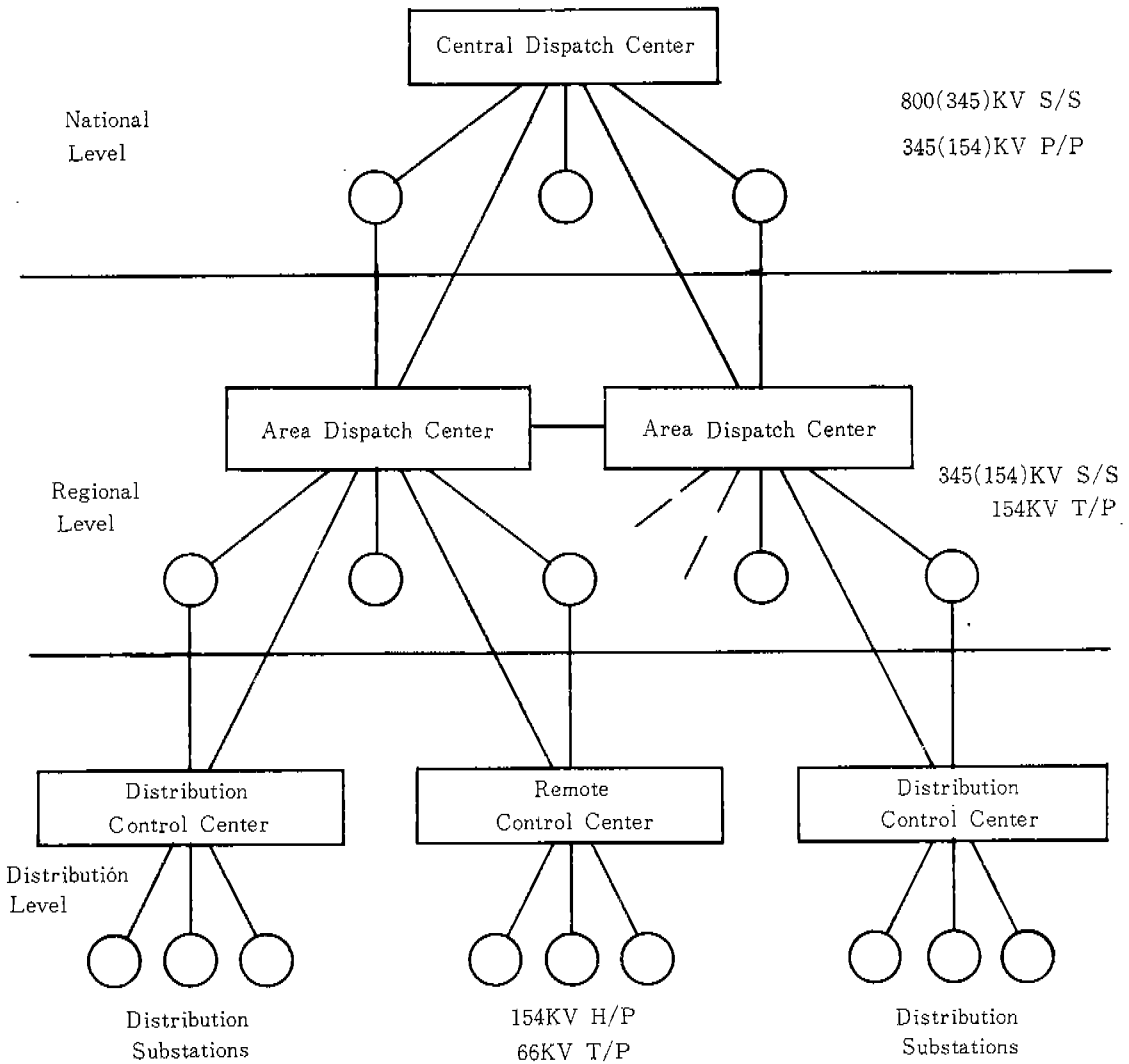
u : 제어변수 벡터

위 식에서와 같이 需給均衡條件과 運轉制約條件을 만족시키면서 신뢰도를 일정수준 이상으로 유지되도록 하며 系統運轉備用的 最小화를 도모하는 것이다.

3. 自動給電시스템의 展望

自動給電시스템은 電力에너지供給의 良質, 經濟, 信賴度を 綜合的으로 最適制御(optimum control)하는 방향으로 눈부신 발전을 하고 있다. 아울러 최근 중요한 문제로 되고 있는 燃料의 여러가지 제약 조건과 公害문제를 포함한 環境문제를 고려한 適應制御(adaptive control)도 시도되고 있다.

이에 수반하여 세계 각국의 電力會社들은 中央給電所와 地域給電所 및 配電制御所와 集中



[그림 4] 給電시스템의 階層構造(例)

制御所 등의 新增設과 自動化가 활발히 進行되고 있다.

이들은 한결같이 컴퓨터시스템을 中樞로한 最新技術(state-of-the art)의 現代式에너지制御所로서의 면모를 갖추고 있다.

또 각 제어소의 제어내용에 따른 階級을 두어 기능 분담을 적절히 시키고, 서로의 컴퓨터 시스템을 通信網을 통하여 有機적으로 연결시키는 이른바 階層制御시스템(hierarchical control systems)을 구성하여 시스템 전체의 信賴

度向上과 效率化를 도모하고 있다. [그림 4]

다시 말해서 이제까지의 自動給電시스템은 단순히 電力系統運用에 도움을 주는 컴퓨터 시스템으로 생각했으나, 信賴度 기능들의 개발 적용과 階層制御시스템의 구성으로 명실상부하게 에너지制御시스템으로 完成되어 가고 있으며, 장차는 에너지管理시스템으로 발전해 갈 展望이다. 이에 대비하여 관련 技術者 여러분들의 積極적 支援과 協助를 바란다. 용용용