



自動力率調整裝置 開發

靜止形 無効電力 補償裝置 考

Development of Stationary-type Reactive Electron Compensator

元 峻 喜

韓國電氣研究所 研究委員

1. 序 論

電力設備에서 無効電力을 發生하는 負荷는 電動기, 용접기, Arc爐등 여러가지가 있다. 이러한 負荷에서 發生하는 無効電力은 그 特性上 전압변동에 많은 영향을 끼치고 또 피상전류를 증가시켜 線路損失, 變壓器 損失등 電力設備損失을 증가시킨다. 이를 改善하는 方法으로서 중래부터 使用되어온 進相용콘덴서를 設置하는 方法이 있으나 대개의 경우 進相용콘덴서 設置가 固定되어 있으므로 輕負荷, 無負荷時 電壓이 상승하고 進相無効電流가 흘러 電力設備損失을 증가시킨다. 이러한 問題點을 해결하기 위해서는 進相용콘덴서를 여러 뱅크로 분할 설치한 후 線路의 力率이나 無効電力등을 검출하여 自動적으로 進相용콘덴서를 On, Off 시키는 裝置를 設置하는 方法이 있다. 中래에는 저렴한 에너지價格으로 인해 이러한 裝置를 추가로 設置했을 경우 그 경제성이 問題되었으나 최근에는 에너지價格의 高價, 제어장치 구체화에 따른 半導體 소자류의 저렴, 소형화, 에너지 절감기기의 관심등의 요인에 의해 그 경제성을 찾을 수 있게 되었다. 따라서 本 研究에서는 靜止形 無効電力 補償裝置에서 우선 1次年度 開發 目標인 3φ, 440V, 300KVA급 自動力率 調整裝置를 研究 開發하게 되었다.

2. 自動力率調整裝置 시스템 構成

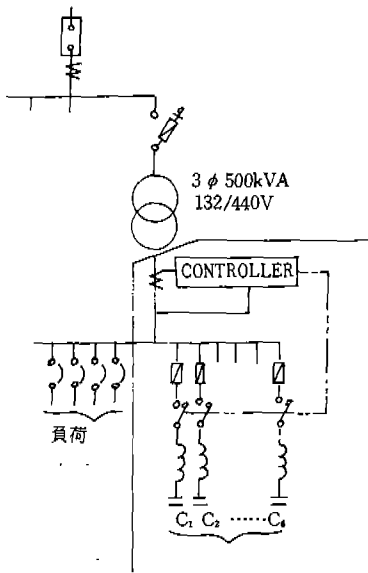
自動力率調整裝置는 크게 制御裝置部와 Power部로 나누어질 수 있으며 制御裝置部는 One-Chip Micro Controller (Microprocessor를 구성하는 C.P.U I/O Port, 메모리 등이 하나의 I.C내에 집적된 I.C)MCS-8097 시스템으로 構成되었으며 Power部는 進相용콘덴서, 直列리액터, 개폐기 등으로 構成된다.

그림 1은 自動力率 調整裝置의 結線圖이다.

가. 制御裝置

自動力率調整裝置에 적용된 MCS-8097시스템은 1984년 Intel社에서 發表한 16-bit One-Chip MicroController로서 그 주요한 특징은 다음과 같다.

- 16bit One-Chip Microprocessor
- 233 개의 레지스터 및 16개의 바이트 백업 레지스터
- 6 가지 어드레싱 (Addressing) 모드
- 8 K byte ROM
- 분해능 10bit A/D 변환기 8 Channel
- Watchdog TIMER
- 65μs 이내에 수행 가능한 32bit 곱셈, 나눗셈 (12MHz)



〈그림-1〉自動力率調整裝置 結線圖

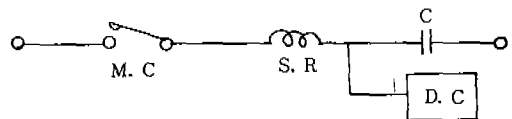
- 7개의 인터럽터 백타
- 고속 입출력 포트 (HS0, HSI)

그림 2는 MCS-8097 시스템의 블럭선도이다.
MCS-8097 시스템 개발장비는 iPDS와 iSBE-96 에뮬레이터(EMulator)를 사용하였다.

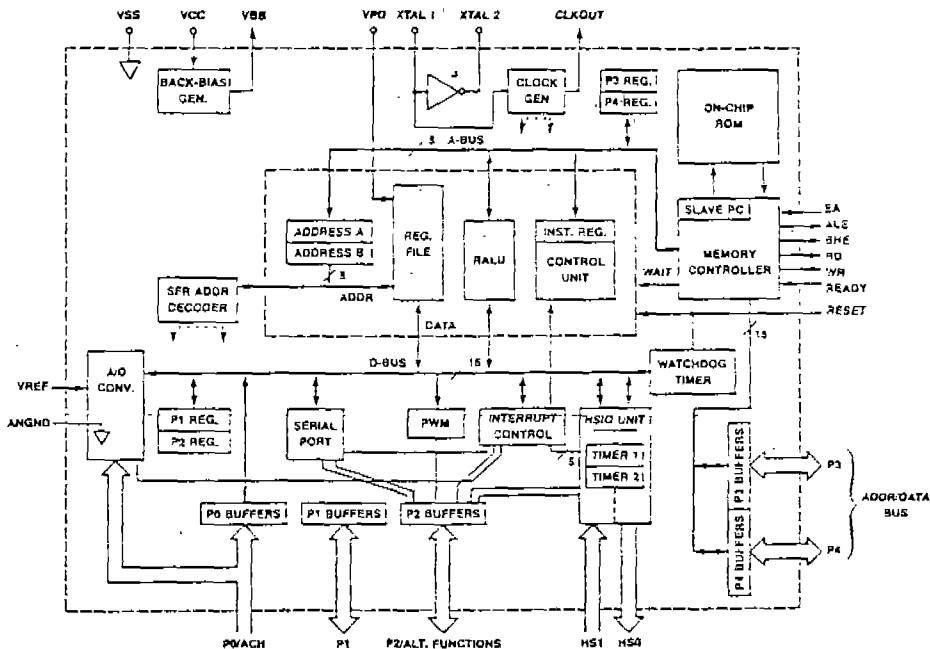
나. Power 部 構成

自動力率調整裝置의 容量은 3 ϕ , 440V, 300KVA로서 進相용콘덴서 50KVA를 單位뱅크로 하여 全体 6뱅크로 構成이 되었다.

그림 3은 進相용콘덴서 單位뱅크 構成圖이다. 各뱅크의 進相용콘덴서는 直列로 直列리액터가 삽입되어 高調波 제거역할을 하며 개폐기 투입시 돌입전류를 제한하는 역할도 한다. 개폐기로는 최근 많이 적용되고 있는 電力用 半導體 素子 적용을 검토했으나



〈그림-3〉進相용콘덴서 單位뱅크 構成圖



〈그림-2〉MCS-8097 시스템 블럭선도

1) Magnet Contactor 가격이 상대적으로 저렴하다.

2) 進相용콘덴서의 充電電壓으로 인한 개폐기 閉路時 常用電壓의 약 2배의 電壓이 개폐기 兩極間에 인가되어 耐壓이 높은 소자가 필요하고 개폐기가 初期投入時 콘덴서 돌입전류에 대한 電流容量이 고려되어야 하므로 價格이 크게 상승한다는 점등의 주로 경제적인 理由로 Magnet Contactor가 적용되었다.

Magnet Contactor는 接點 動作回數가 制限되어 있으므로 너무 빈번한 動作이 일어나지 않도록 動作時間을 可變하는 機能을 附加하였다.

3. 自動力率調整裝置 시스템 動作 原理

自動力率調整裝置 制御裝置에 적용된 프로그램은 그림 4와 같다.

그림 5는 自動力率調整裝置 시스템의 全体 構成圖이다.

制御裝置는 크게 MCS-8097 시스템 외에 4개 부분으로 나누어진다.

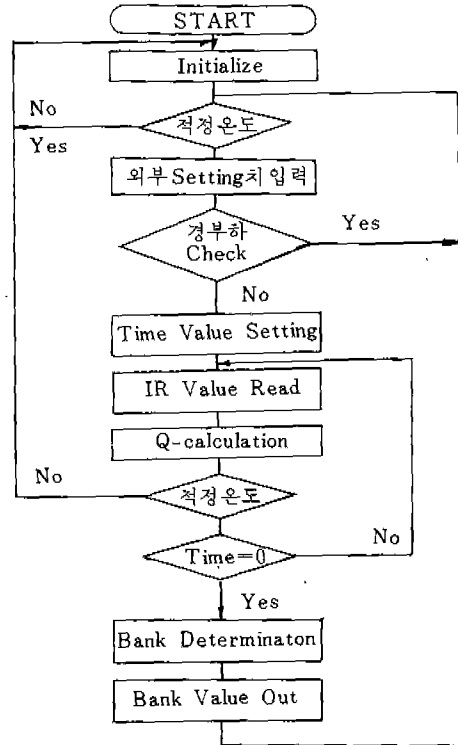
負荷設備의 電源側에 設置된 블럭(가)에서 P, T와 C, T를 利用하여 無効電流 最大 值 檢出 原理에 따라 負荷設備의 無効電力 상태를 측정한다. 이 신호는 필터회로, 전압제한기 등을 거쳐 MCS-8097의 A/D변환기에 공급된다.

블럭(나)는 출력단 구동회로로 각 進相용콘덴서 뱅크의 동작상태를 나타내는 LED표시장치와 進相용콘덴서 뱅크의 手動, 自動動作을 선택하는 스위치로 構成이 된다.

블럭(다)는 다양한 負荷設備에 적용하기 위해 無効電流 檢出에 使用된 CT배율을 調整하는 部分과 進相용콘덴서 뱅크 單位容量을 프로그램에 入力시켜주는 部分이다.

블럭(라)는 自動力率 調整裝置의 特性을 設置되는 電力負荷設備에 적합하게 調整하는 블럭이다.

Time Setting 신호는 自動力率 調整裝置가 너무

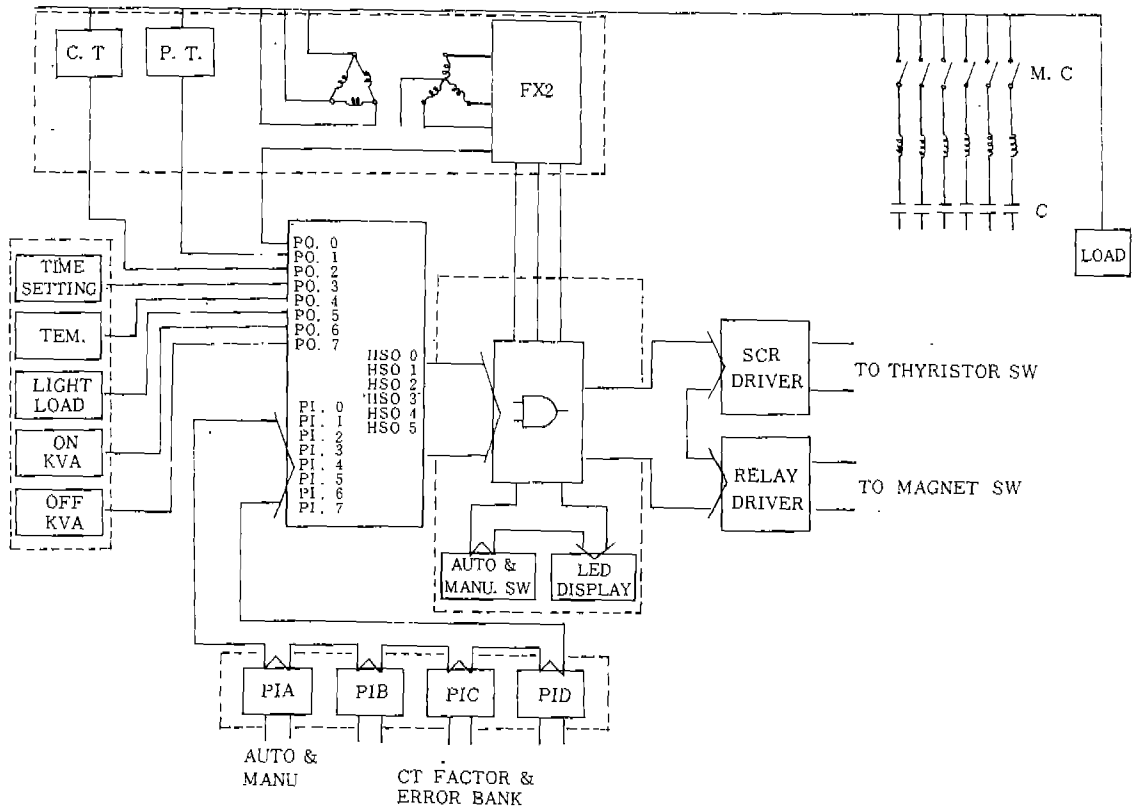


〈그림-4〉 자동역률 조정장치의 플로우 차트

빈번하게 動作하지 않도록 조정기능의 지연시간을 設定한다.

경부하 設定신호는 負荷의 有効電力이 設定된 값 이하일 경우 進相용콘덴서 뱅크가 전부 OFF 되도록 하는 기준 값이며 輕負荷時 전압상승 등을 억제하는 기능을 한다.

투입용량치, 차단용량치 入力신호는 自動力率 調整裝置의 無効電力 補償特性을 調整하는 入力으로서 투입용량치는 負荷에서 發生되는 지상 무효전력을 補償하기 위한 進相용콘덴서 뱅크의 투입정을 設定하는 값이고 차단용량치는 負荷가 進相 無効電力을 發生하는 경우 進相용콘덴서 뱅크가 차단되는 점을 設定하는 값으로서 이 두 값의 범위는 進相용콘덴서 單位容量보다 커야 한다. 그림 6은 투입용량치와 차단용량치를 적당히 調整했을 경우 自動力率 調整裝置의 無効電力 補償特性을 나타낸다.



(그림-5) Control System 의 전체 구성도

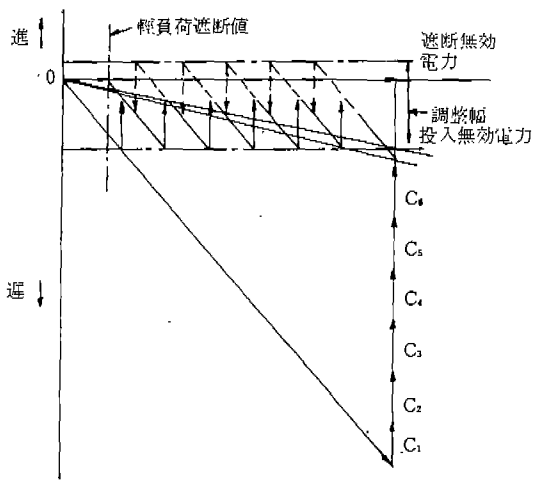
4. 期待效果

가. 에너지 절감效果

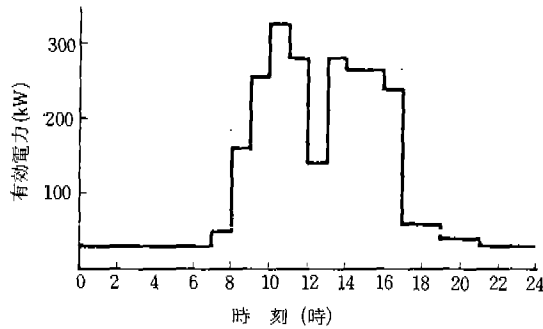
電力設備의 容量, 負荷曲線 등에 따라 에너지 절감량은 다르지만 수전變壓器 設備 500KVA (最大電力 325KW), 負荷曲線이 그림7과 같은 경우 年間 에너지 절감액은 90만원/년 상당액이 된다(여기서 配電損失 절감액은 제외)

나. 配電自動化 시스템과의 연계성

Microprocessor 시스템을 사용하였으므로 장차 配電自動化 시스템과 연계가 가능하고 電壓調整 機能을 갖는 단말기로 적용될 수 있다. 특히 F. A나 B AS (Building Automation System) 와 연계가 가능하다.



(그림-6) 自動力率調整裝置의 無効電力補償特性

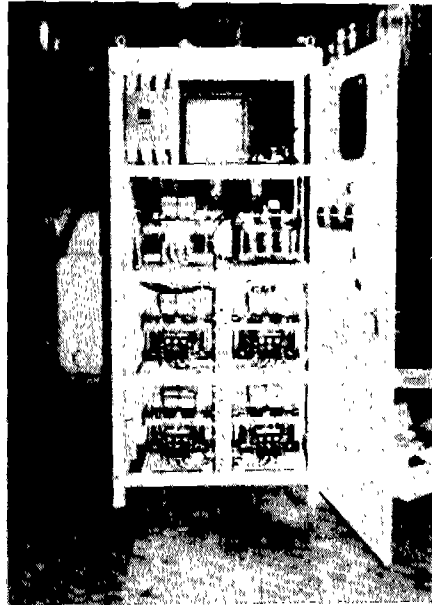


〈그림- 7〉 負荷曲線

다. 관련기술 파급효과

최근 발표된 16bit One-Chip MicroController 를 사용하였으므로 장차 수년간은 産業制御分野에서 널리 확대 보급 적용될 것으로 판단된다.

사진1은 自動力率 調整裝置 試作品을 나타낸다.



〈사진- 1〉 自動力率 調整裝置

5. 結 論

本 研究에서 開發된 自動力率 調整裝置의 特徴은 다음과 같다.

- 가) 3φ 440V 300KVA(MSC方式)
- 나) 16bit One-Chip Microprocessor System(MCS-8097 System)
- 다) 各 進相용콘덴서 뱅크 개폐기의 順次動作
- 라) 輕負荷 차단기능
- 마) 進相 遲相 표시기능 등이다.

自動力率 調整裝置 프로그래밍時 고려된 事項은

가) 無効電力 檢出은 P.T와 C.T 各各 1개씩을 使用한 無効電流 最大值 檢出方式을 적용하였으며 (3φ 線路)

나) 無効電流 값은 가능한한 여러번 檢出하여 그 平均值를 취하고

다) 특징 뱅크 개폐기가 빈번히 動作하는 現象을 防止하기 위해 各 뱅크 개폐기의 動作順序를 順次的으로 On-Off 시키는 方式을 使用하였다.

라) 使用者가 투입용량치, 차단용량치들을 잘못 設定한 경우 이를 표시해 주는 표시장치가 있으며

마) 受電設備 容量에 따라 CT배율이 바뀌어도 電(Dip) 스위치만 조정하면 되고

바) 進相용콘덴서 뱅크 개폐기는 자동과 수동 조 작이 가능하며

사) 進相용콘덴서 뱅크 개폐기 투입, 차단시 과 도현상에 의한 誤動作을 防止하는 機能등이다.

금후 自動力率 調整裝置 分野에서 더욱 研究가 되 어야할 事項은

가) 進相용콘덴서 뱅크에서 경제적인 개폐기 構 成方法 및 進相力率 傳用 개폐기 開發

나) 다양한 負荷容量과 負荷曲線에 대해 경제적 인 進相용 콘덴서 뱅크용량 및 뱅크數 결정, 補償方 法 등이 더욱 檢討 되어야 하겠다. *