



1. 서론

건물의 전력 및 조명설비에 있어서 현재보다 경제적이고 합리적인 전력의 사용을 도모하기 위해서는 건물의 고층화, 대형화 및 기기의 복잡성에 따른 전력관리 자동화 시스템의 도입으로 설비전반을 유기적으로 연계 운영하여 각 설비의 운전과 조작 등에 있어서의 인력절감은 물론 에너지 절약제어에 의한 운영으로 경제성과 효율성을 도모하고 생활공간에 안정성과 편리성의 확보, 쾌적환경의 유지관리 및 긴급시 신속 쾌적한 조치 등을 행하여야 한다.

이를 위한 자동화 시스템은 각종 현장설비 기기들의 작동상태를 알 수 있는 관련정보를 광, 기, 온도, 압력, 변위, 전압, 전류 및 센서 등을 통하여 수집, 분석하여 원격제어하는 것으로서 컬러그래픽 처리가 가능하며 작업자가 눈으로 보고 감시제어할 수 있는 동시에 사용자의 요구에 따른 공정운용 및 관리결과를 일, 주, 월 간보고서 형태로 자동기록토록 하여 건물내의 모

든 설비(수변전, 공조, 위생, 조명, 승강기, 주차장, 방재방법 및 자동집중검침 등 관련설비) 등의 각종 프로세스 기기를 종합적으로 집중 제어 감시할 수 있도록 하기 위한 것이다.

따라서, 본고에서는 건물내의 설비 중 전력관리와 관련된 자동화 시스템에 관하여 자동화의 현황, 시스템의 구성·기능 및 기기동향, 전력설비의 관리 및 자동제어 방법, 한국전력공사 사옥 전력관리 자동화 시스템 소개, 건물자동화 시스템의 최적 구성 및 경제성 고찰 등에 관하여 중점적으로 고찰하였다.

2. 자동화의 현황

최근 초고층 건물의 등장과 다목적 건물로서 복합용도 건물이 등장하게 됨으로써 이에 따라 건물자동화 시스템에 요구되는 기능도 복잡, 다양화, 다기능화 및 고도화되어지는 추세이다. 이러한 시점에서 국내의 공급업체들은 하드웨어의 국산화 및 소프트웨어 개발에 주력하고 있으

나 아직도 독자적인 모델보다는 외국과의 기술 제휴에 의한 시스템 공급에 의존하고 있으며 그 현황은 표 1과 같다.

국내 주요 5개 업체에서 공급한 현황을 살펴보면 1981년 이전(1977~1981)에는 17업소에 지나지 않았으나 도심 재개발과 더불어 '83년 이후

에는 연간 50여개 업체에 시스템을 공급하는 급 성장을 보였다.

이밖에도 부분자동화 시스템(조명제어 등) 및 간이 자동화 시스템(반송파이용 또는 전력선 데이터 통신 등)이 보급되고 있으며 가정에는 가사자동화(HA) 시스템이 공급되고 있다.

〈표 1〉 외국과 기술제휴현황

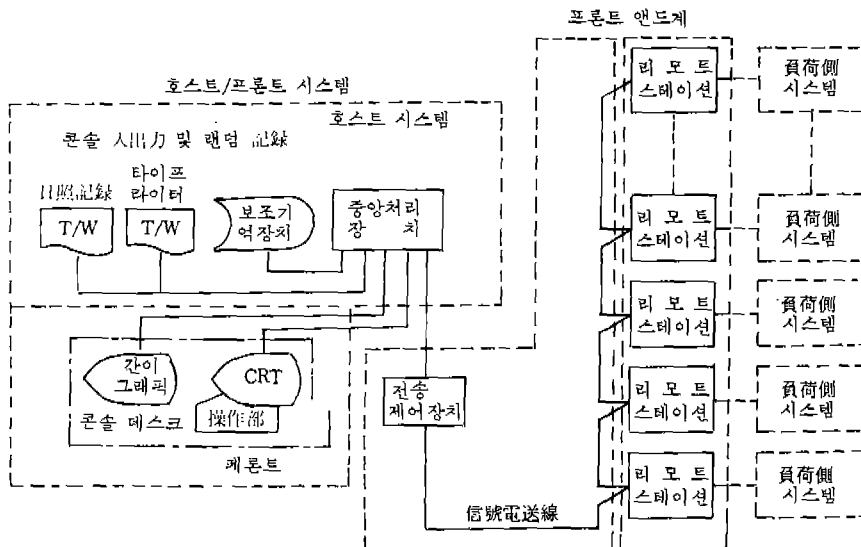
국내공급업체	기술제휴선(국명)	비고
금성하니웰사	Honeywell(미)	조명
삼성전자	Johnson Control(미)	
동양화학	Metra(미)	
국제콘트롤	Searchwell(영)	
스테파 코리아	Staefa(스위스)	
조광 엔지니어링	MCC Powers(미)	
토탈오토메이션	랜튀스기아(스위스)	
나라계전	Sauter(스위스)	
정한상사	Toshiba(일)	
중앙 SVP		

3. 시스템의 구성, 기능 및 기기동향

가. 시스템의 구성

최근의 건물자동화 시스템은 피관리대상의 분포를 고려, 블록화하여 감시제어 기능을 분산시키고 HOST/FRONT계, 전송계 및 FRONT END계로 계층 구성하므로 상위에 설치한 관리 시스템과 연결하여 시스템 전체의 효율화를 기할 수 있으며, 집중관리 및 제어의 분산처리방식을 채용하여 기능과 위험을 분산시키고 있다(그림 1).

각 블록별 주된 기능 및 동향을 들면 표 2와



〈그림 1〉 시스템의 구성

〈표 2〉 각 불력별 주된 기능 및 동향

구 분	기 능	동 향
Host/Front System	프로세서로부터의 각종 데이터의 전반적인 기억, 연산처리, 기록 및 각종명령의 작성 등 호스트 기능 및 프로세스에 대한 감시조작, 각종 제어 데이터의 설정 등의 맨머신 조작으로서의 프론트기능이며 중앙감시실에 설치된다.	반도체기술의 진보는 하드웨어의 Cost Performance를 현저하게 향상시키고 있으며, 대형 시스템에서는 기능분산 Multiprocessor 구성의 고성능 32bit기기가 보급되었고, 소형 시스템에서는 16bit기기가 주류로 되어 있다. 금후의 제산기 제어의 가상화 메모리 기술, 고속화기술, 화상패턴 특수연산처리 Processor 기술, 고신뢰화기술 등이 응용될 예정이다.
Transmission System	Host/Front계와 다음의 Front End 계간의 데이터나 명령 등 정보의 전송을 시분할 다중전송 기술을 사용하여 전송 케이블의 개수를 극소화하고 전송신뢰도 및 전송능력의 향상을 도모하고 있다.	현재, 광전송 시스템은 전송로의 일부에 뇌, 또는 전력선 잡음의 악영향을 피할 수단으로서 채용되고 있다. 금후는 다원정보관리 시스템의 일환으로서 단순한 건물관리 시스템의 정보전송으로서만 아니라, OA Network를 포함한 Total 정보 시스템으로 발전할 단계에 있다.
Front End System	Remote Station으로서 프로세서기기가 가까이 분산 설치되고, 건물관리로서 필요한 프로세스 정보를 수집하여 Host / Front계로부터의 각종 제어명령이나 설정치 등의 Command 정보를 수신하여 각각의 기기에 전달한다.	직접 프로세스측과 각종 정보의 입출력을 행하는 Remote Station에서는 μ -computer를 내장하고 Intelligent 단말화가 되어 있고 금후는 CMOS화, 소점수화가 진행될 예정이다.

같다.

나. 시스템의 기능

시스템의 주요기능은 표 3 과 같으며 각각 기능의 주 내용은 다음과 같다.

(1) 감시기능, 계측기능

감시조작반에 설치된 CRT (Display)에 의해 설비측의 상태, 고장, 계측치 및 설정치 등의 프로세스 정보를 목적별로 List, Semigraphic, Graph 등에 편집하여 Operator가 이해할 수 있는 형으로 표시된다. 조작이나 설정은 CRT를 통하여 대화가 가능하고 감시와 조작의 기능과 효율이 대폭적으로 향상되어 있으며 CRT에 한

자표시와 Light Pen 조작이 가능하다.

(2) 제어기능

각종 에너지 절약제어 및 자동운전을 행한다. 즉, 각종 프로세스 정보(현재값, 누계값, 임차값 등)를 사용하여 연산이나 논리판단을 행하며 대상설비를 다원적으로 제어하는 것 이외에도 운전효율, 운전시간, 부하경감, 역률 및 계약 전력치와 전력기본요금의 운전 등에서의 최적화와 고효율화를 도모하고 있다. 또한, 화재나 정·복전시의 비상시, 긴급시 사람·설비의 안전확보를 목적으로 제어한다.

(3) 기록기능·해석기능

〈표 3〉 건물관리 기능

기 능		전 력 관 련 설 비
감시기능	CRT 활용 (한자표시포함)	○차단기, 단로기, 개폐기 상태 ○중고장, 경고장
	미니그래픽패널 또는 ANN에 의한 상시감시	○수변전 시스템 상태
계측기능	CRT 활용	○전류, 전압, 전력, 부효전력, 주파수, 역률, 전력량 ○계측 상하한 ○전력 Demand ○Trend Data
제어기능	에너지절약제어 자동운전제어	○전력 Demand 제어 ○무효전력제어 ○전등 Schedule 제어 ○외등제어
	안전긴급제어	○정·복전시 부하제어 ○발전기 부하 제한
기록기능	기록의 자동화	○전력일보, 월보 ○이상, 고장기록 ○보전관련 Data ○Trend Data ○전력요금
해석기능	데이터 보존 및 해석	○원단위 계산 ○에너지 절약 관련 Data 보존 및 해석 ○보전관련 Data 보존 및 해석 ○각종 Trend 해석
설정기능	CRT 활용	○계측 Scale Factor, 상하한치, 금지 ○Schedlue, 각종 제어 부하설정, Demand ○Trend Point, 운전시간 Monitor Point ○각종 Parameter Initial
보수기능	CRT 활용	○입출력점의 추가에 의한 CRT 화면, 조작기능, 인쇄기능의 변경

각종 Printer에 의한 기록을 자동적으로 행하고, 정시 Data 관리, Random Data 관리, 각종 Data 해석 및 보존 등을 행하고 대상설비의 정량적 관리나 보전에 크게 기여한다. 해석기능은 수집 Data를 기본적인 단위나 에너지절약 해석 등을 행하는 것으로서 Personal Computer에 Data를 전송하고 Personal Computer에서 행하는 방식도 가능하다.

(4) 설정기능·Maintenance 기능

이 기능은 시스템 가동 후의 각종 Parameter나 입출력제어 정수 등의 설정변환과 그 정보표시를 행하는 기능으로서 가동후의 운용에 대단

히 유효한 기능이다. 각종 Operation은 Display와 Key Board를 사용하여 회화형으로 간단히 행한다.

4. 전력설비의 관리 및 자동제어방법

전기설비의 관리란 설비의 계획, 설계에서부터 보수까지의 종합적 관리를 말하는 것으로, 기존설비의 모든 분야에서 보다 안전하고 신뢰성이 높으며 경제적이고 효율이 높고 조작을 용이하게 하기 위하여는 자동화의 설치가 급선무라 할 수 있다.

따라서 컴퓨터 제어 시스템을 도입함으로써

일상운전에서의 효율적인 운전관리를 기할 수 있을 뿐만 아니라 긴급시의 신속 정확한 사고접출과 사후처리에 만전을 기할 수 있다. 또한, 전력사용 현황을 감시하면서 전력사용상태, 운전상태, 각종 기기의 유지보수, 기록 및 표시경보 등을 중앙제어 장치에서 처리함으로써 이상적인 전력관리를 할 수 있고 또한 공급 또는 전력수급을 적절히 조절함은 물론 전력사용 침투 부하제어 프로그램을 사용, 우선순위에 따라 제어함으로써 에너지 절감효과를 얻을 수 있다.

전기설비의 관리, 에너지 절약방안 및 자동제어방법은 표 4와 같다.

5. 한국전력공사 사옥 전력관리 자동화 시스템 소개

한국전력공사 사옥은 지하 3층, 지상 22층, 연면적 97,145m²(약 29,386평)의 현대식 고층건물로서 중앙관제장치는 미국 하니웰사의 Delta 5,200과 직접 디지털 제어장치로 Excel DDC (Direct Digital Controller)를 적용, 분산처리

〈표 4〉 전기설비의 관리, 에너지 절약방안 및 자동제어방법

구분	관리 및 에너지 절약방안	자동제어방법
수변전설비	<ul style="list-style-type: none"> • 정전을 시키지 않으며 과급정전사고를 방지하고 계측설비의 정비와 변압기의 효율적인 운전이 목적 • 변압기를 생산용과 보수용 또는 주간용과 야간용으로 분류하여 실부하에 알맞게 부하설비용량으로 교체, 자동운전이 바람직 • 일반변압기는 실제로 30~40%로 운용되고 있으며 용도에 따라 변압기 탱크를 분류하여 60-100% 가깝게 운용·조정이 바람직 	<ul style="list-style-type: none"> • 전력수요감시제어 <ul style="list-style-type: none"> - 전력사용상태를 감시, 최대수요전력을 초과하지 않도록 전력수요를 적절히 제어 - 감시주기는 15분으로 그 기간동안의 수요전력이 목표치를 초과하지 않도록 하기 위하여 사용중인 부하동력을 선택차단, 복귀시킴으로써 계약전력내에서 운전될 수 있도록 전력부하를 효과적으로 조절 • 변압기 대수제어 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지절약의 관점에서 부하변동에 대한 변압기손실이 최소가 되도록 대수제어를 실시
조명설비	<ul style="list-style-type: none"> • 조명용 전력은 전체 사용 전력부하의 20~30%에 해당 • 쾌적한 조명의 질을 유지하면서 에너지를 절감하고, 경제적 조명설계, 고효율광원채용, 필요없을 때 소등하는 관리가 중요 • 주광을 이용하여 인공조명을 소등 또는 감광이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 제어방법 <ul style="list-style-type: none"> - 창측조명제어, 시간 스케줄 조명제어, 조광 조명제어, 조명패턴 제어, 재실감지기에 의한 제어 - 각 지역별 조명이 필요한 장소에 적절한 밝기를 유지하면서 불필요한 조명은 적시에 소등 혹은 감광이 가능하도록 제어
동력설비	<ul style="list-style-type: none"> • 유도전동기의 적정용량과 기종 선택 <ul style="list-style-type: none"> - 부하율이 75~100% 사이에 운전될 수 있는 전동기 선정 • 정격전압과 적정부하 <ul style="list-style-type: none"> - 정격치의 ±10%전압 유지 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지가 전체에너지 사용량의 1/3을 차지하므로 효율적인 기기선정 및 최적의 자동제어 시스템 구성이 중요 • 제어방법 : 스케줄 운전제어, 최적기동정지 제어, 열원기기의 운전대수제어, 공조부하 예측제어, 열원 Demand제어, 외기냉방제어,

구분	관리 및 에너지 절약방안	자동제어방법
	<ul style="list-style-type: none"> • 콘덴서 방지 및 불필요한 가동정지 - 전부하운전시간을 길게하고 불필요하게 가동되고 있을 때는 자동정지가 바람직 	<p>외기 인입제어, 외기보상제어, 가변풍량 제어, 냉온수 펌프대수제어, 송수온도 설정제어, 축열제어</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모든 정보를 입수분석하고 엔탈피를 계산, 공급·회수·외기·배기 뎀퍼의 여달힘과 각종 온수·냉수밸브의 개폐조정은 물론 팬의 배인각도를 조절함으로써 적정량의 공기를 덕트를 통하여 각 방으로 보내어 실내의 쾌적 온도 조건을 유지하도록 제어
역률개선	<ul style="list-style-type: none"> • 콘덴서를 부설하여 부하의 운전에 따라 투입되도록 하여 역률을 보상하며 전압과 전류를 검출, 무효전류와 유효전류를 직류전압으로 변환, 연산하여 목표값과 비교하여 이 편차가 0에 가까워지도록 콘덴서를 투입하고 차단하는 자동역률조정이 바람직 	<ul style="list-style-type: none"> • 콘덴서 대수제어 또는 자동역률 조정장치 채용 - 저압부하에 대해서는 개별로, 고압부하에 대해서는 일괄하여 변전실 등에 설치 - 프로그램, 무효전력, 역률, 전류, 전압에 의한 제어방식
승강기 설비제어	<ul style="list-style-type: none"> • 군관리운전을 하여 수송 능력을 최대화하고 승객의 대기시간을 단축하는 등 최적 운행 도모 	<ul style="list-style-type: none"> • 출퇴근시 분할급행운전 서비스 층을 상하층지역으로 분할 • 그 외 절약운전 방법: 2군운전, 분산운전, 서비스 예약표시, 도착 순서 표시기능, 특정층 우선 서비스, 특별층 집중 서비스, 에너지 절약 운전 서비스

〈표 5〉 각 레벨의 주요기능

레벨	장치명	주요기능
1	중앙처리장치 (CPU)	이중 디지털 컴퓨터 시스템으로 동일기종의 주·부 컴퓨터를 설치하여 상시 동작상태로 있으며 데이터가 주 컴퓨터로부터 30초 주기로 부 컴퓨터에 up-date되며 주 컴퓨터에 고장 발생시 30초 이내에 부 컴퓨터로 전체 운용된다.
2	분산처리장치 (DCP: Distributed Control Panel)	주 디지털 컴퓨터와 원격단말기를 중계하여 주는 장치로서 주 디지털 컴퓨터와 분리하여 설치한다. 마이크로프로세서를 내장하고 있으며 EPROM화된 자체 Operating System 및 에너지 관리 프로그램을 가지고 있어 주 디지털 컴퓨터의 완전 정지시라도 독자적으로 제어 및 감시업무를 수행할 수 있다.
3	디지털처리장치 (DDC: Direct Digital Controller)	현장기기의 제어를 직접 디지털 방식으로 제어하는 장치로서 EPROM 내장하고 있으며 휴대용 전용 조작 터미널을 통한 현장 프로그램이 가능하며 독자적으로 제어업무를 수행할 수 있다.
4	현장처리장치 (DGP: Data Gathering Panel)	단순감시 및 원격발정 동작만 요구되는 정보점의 데이터 수집용

방식을 채택하고 있다. 여기서는 BAS 기능 중 전력관리 자동화 부분만 소개하고자 한다.

가. 시스템 구성 및 주요기능

분산처리방식을 채택한 신뢰성 높은 중앙관계 장치로서 시스템의 계층구조는 모든 정보의 분석처리 및 제어의 중추가 되는 중앙제어장치인 최상위 레벨을 레벨 1이라 할 때, 설비 그룹별 분산처리를 담당하는 분산처리 장치를 레벨 2, 그리고 현장에 설치되는 설비를 직접 감시제어 하는 직접 디지털 제어용 분산처리장치를 레벨 3 과 직접 디지털 제어 단말기 레벨 4로 구분하여 시스템의 신뢰성을 높일 수 있는 구조로 되어 있으며, 각 레벨 중에서 불의의 사고로 인한 상위 레벨의 고장시에도 모든 하위 레벨은 독자

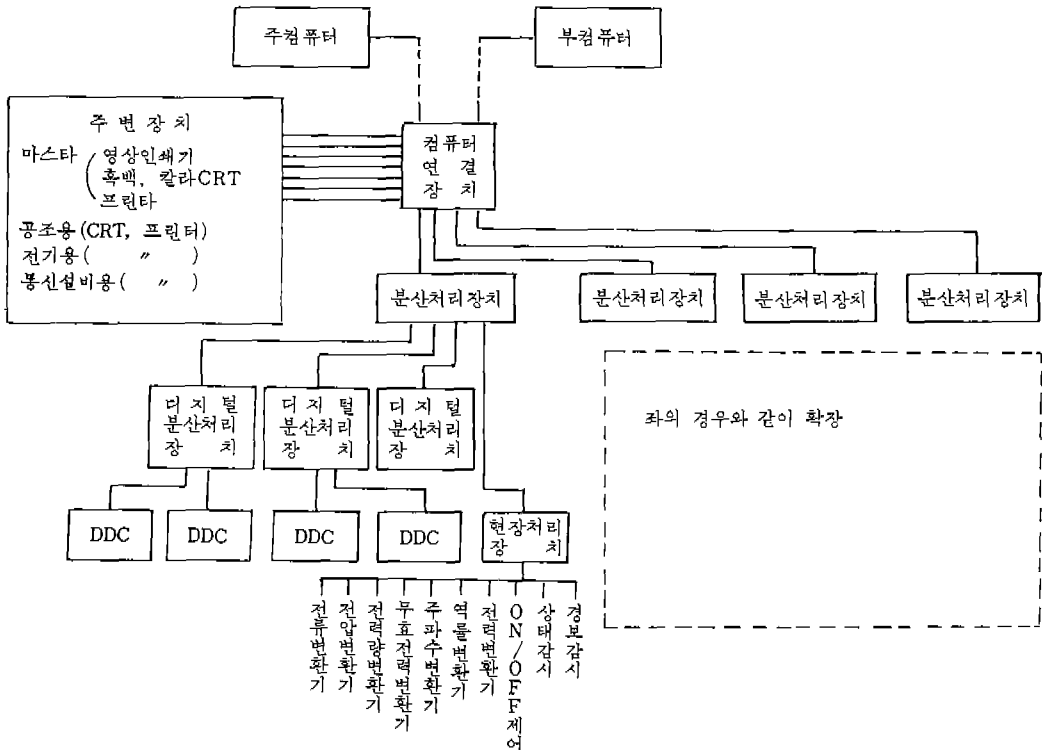
적으로 운전된다. 그림 2는 시스템의 하드웨어 구성도를 나타낸 것이며 각 레벨의 주요기능은 표 5와 같다.

나. 전력 및 조명제어

(1) 전력수요제어

각각의 공조기 및 Boiler/Chiller, Package 등을 일정한 등급으로 구분하여 전력의 사용량이 한계치의 80% 이상이 되면 낮은 등급부터 off시키게 된다.

한 대상설비의 Maximum off time은 30분으로 하고 Minimum off time은 10분으로 하며 한번 off된 설비는 최소 30분 이상 off되어야 다시 제어대상이 된다.



(그림 2) 시스템의 하드웨어 구성도

(2) 절전운전제어

에너지의 절감을 위하여 Time Schedule에 의해 정해진 운전시간 내의 Duty Cycle에 의해 최적의 상태를 유지하면서 설비를 on/off한다.

(3) 조명제어(그림 3 참조)

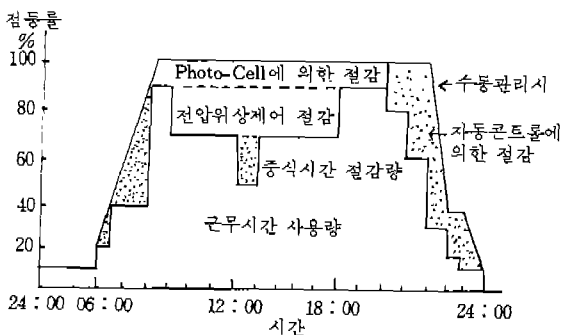
자동조명제어의 특징을 들면 다음과 같다.

가) 태양광이 충분히 입사하여 실내조도가 200룩스에서 on 되고 250룩스에서 off 되도록 Sensor를 3층, 8층, 18층에 4방향에 1개씩 설치(12개), Sensor 부착층에서 상하로 2~3개층의 창가에 배열등 FL40×14등×6개층이 자동 점멸되도록 하였다.

나) 규칙성이 있는 1일 Schedule에 따라 조명의 점등상태를 근무시간 이외에는 1/3를 비상등으로 사용하고 다른 일반등은 출근전, 점심시간, 퇴근후에 자동점멸토록 하였다.

다) 요일 Schedule에 의거 평일에는 20시에서 06시까지, 휴일에는 13시~익일 04시까지 일반등은 완전히 소등하고 비상등만으로 조정가능토록 하였다.

라) 구역별로 조명을 점등하지 않고 사용목적에 따라 베이스 조명을 연속적으로 조광하여 최적의 밝기를 정하는데, 1층 현관등에는 4피더로 조절하고 경비초소는 3피더로 자동 조절시킨다.



〈그림 3〉 조명제어 방식

마) 각 회로에 연결되어 있는 조명기구를 주조작반의 Key Switch를 눌러서 강제적으로 점멸 가능하며 가까운 벽에 설치된 벽 스위치로 점멸할 수도 있고 이 벽 스위치는 일반의 스위치와는 달라 시공후에도 전기배선을 일절 변경하지 않고 자유로이 점멸범위를 변경할 수 있는 것이 특징이다.

6. 건물자동화 시스템의 최적 구성 및 경제성 고찰

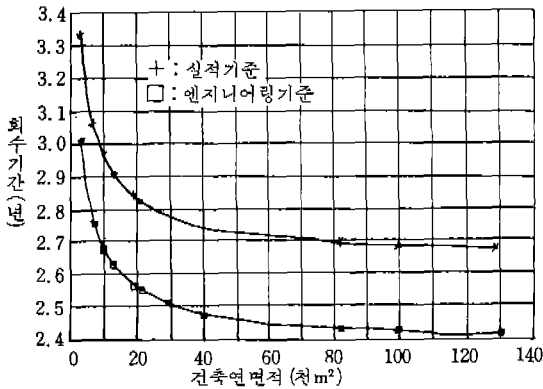
건물의 자동제어 시스템은 전력제어 시스템과 공기제어 시스템이 하나의 시스템으로 구성되어 있고 상관관계가 있어 경제성 고찰에 있어서는 전력관리 시스템에 한하지 않고 건물전체 자동화 시스템에 대하여 고찰하였다.

가. 건물자동화 시스템의 최적 구성 및 경제성 고찰

가) 건물자동화 시스템의 구성방식은 건물의 규모, 용도, 설비구성, 시스템의 중요성, 관련설비의 제어방법 및 제어범위 등에 따라 크게 다르므로 시스템을 계획하고 설계할 때부터 합리적이고 경제적인 최적제어기법 및 시스템 구성이 요구될 뿐만 아니라 시스템 설치후에도 각종 에너지 관리기능을 효과적으로 활용하여 에너지 절감 효과를 극대화시켜야 할 것이다.

나) 채산 한계점을 3년으로 볼 경우 건물 규모별 자동화 시스템 투자비 실적을 위주로 검토한 결과는 건축 연면적 9,000m²(약 2,700평)이상의 건물에서 경제성이 있는 것으로 평가되었으나 최적 자동화를 목표로 경제성을 분석한 엔지니어링 사례로는 3,000m²(약 900평)정도에서도 경제성이 인정된다.

다) 건물자동화 시스템은 수요 증대와 표준화 및 기술향상에 따라 가격대 성능비가 현저히 향상되고 있는 데 반하여 에너지 비용과 인건비



〈그림 4〉 건물자동화 시스템의 규모별 투자비 회수기간

등의 관리비용은 증가되고 있으므로 경제성은 더욱 증대될 전망이다.

라) 최근의 SA, OA, HA화에 대응한 설비의 신뢰성 및 안정성 확보와 실내의 쾌적환경 유지 등 에너지 절약효과 이외의 간접적인 효과를 고려하면 앞으로 소형건물에까지 건물설비의 자동화 도입은 크게 확대되리라 기대된다.

마) 건물자동화 시스템의 구성방식에 따라 초기 투자비에는 상당한 차이가 있으므로 적용대상 건물의 규모, 용도, 설비구성, 중요도 등을 감안하고 재산 한계점과 연간 절감비용을 고려한 적정 초기투자금액을 결정하여 시스템의 최적 구성방안을 모색하는 것이 바람직하다.

7. 결 론

앞에서 설명한 바와 같이 최근의 전력 설비의 관리는 컴퓨터 기술을 이용하여 건물내의 온도, 습도, 환기, 조명관리, 방재, 방법 및 각종 설비 감시를 자동화하여 에너지 관리를 자동으로 하고, 통신 네트워크를 이용한 사무자동화로 LAN 과 VAN, 군관리를 갖춘 건물이 인텔리전트화 하고 있다.

이와 같은 추세에 따라 우리나라도 건설기술, 통신기술, 컴퓨터 기술, 설비기술 등이 결합되는 종합 시스템 엔지니어링의 기술적 성장을 가지고 우리나라에 적합한 소프트웨어 개발 등을 활발히 추진하여야 하겠다.

〈참고문헌〉

- 1) "건물의 에너지 사용설비자동화기준연구", 한국전력공사, 1988. 3
- 2) 김성모, "건물의 전력관리를 위한 자동화 방법", 대한전기협회지, pp. 43~48, 1989. 2, pp. 11~17, 1989. 3
- 3) Greg Paula, "Trouble-analysis System Speeds Power Restoration", Electrical World, pp. 43~44, 1989.
- 4) 村井忠雄, "ビル設備と 総合管理 システムの 動向", 日立評論, pp. 1~2, pp. 39~49, 1984. 6
- 5) 栗山願一郎外, "日立ビル 総合管理システム", 日立評論, pp. 39~42, 1984. 6
- 6) 森部, "ビル管理 システム", 電氣と管理, pp

45~49, 1988. 2

7) "Programmable Lighting Control", General Electric, 1985.

8) "INCON Lighting and Energy Management System", Westinghouse Electric Corp.

9) "Andover Controls", Andover Controls Corp.

10) 송언빈, "합리적인 건물자동화시스템의 설계요점", 한국조명·전기설비학회, pp. 11~17, 1989. 3

11) 柳澤賢一郎, "インテリジェントビルの 現状と今後の動向", 省エネルギー, pp. 2~25, 1988. 7

12) "인텔리전트 빌딩의 최근 동향", 전기기술, pp. 1~50, 1989. 1