

전기설비의 설계동향

김 장 열 <(주)엘림컨설팅 소장>

유 상 봉 <용인송담대학 교수/공학박사/기술사>

1. 개 요

최근 건축물의 대형화, 인텔리전트화의 진행에 따라 전기설비의 중요성은 더욱 커지고 있다. 이에 따라 감시제어설비, 방재·방범설비 등이 추가되었으며, 정보화 사회의 도래와 함께 정보통신설비, 컴퓨터 설비 등 다양한 설비가 도입되었다.

그에 따라 컴퓨터를 비롯한 다양한 정보통신기기의 사용에 따른 고품질 전기설비가 요구되는 한편, 반도체 기술의 진보에 따라 에너지절약 및 효율화를 위한 전력변환장치의 사용에 의한 고조파 문제 및 컴퓨터, 정보통신기기의 서지 및 노이즈 방지대책, 접지방식 등의 문제점이 발생하고 있다.

또한, 고품질의 전기가 요구됨에 따라 전원설비의 2중화를 피하여 순시전압강하 및 정전을 어떻게 없앨 것인가가 중요한 사항이 된다.

한편, 화석연료의 사용에 의한 지구 온난화로 인한 지구환경 훼손을 고려한 시책으로 깨끗한 에너지가 사용이 요구되고 있으며 이에 따라, 이산화탄소 배출 축소기술이 발전되어지고 있으며, 자연 에너지의 이용 기술로서 태양광발전, 풍력발전, 연료전지, 지열이용 등의 기술이 더욱 개발되고 있다. 21세기에 는 이러한 에너지기술의 재발 및 이용이 더욱 활약

할 것으로 기대되며, 에너지를 더욱 효율적으로 사용하기 위해 열병합 코제너레이션 시스템이 점차적으로 보급되고 있다.

최근 전기설비의 설계는 국제화, 세계화의 추세에 따라 국내규정이외에 NEC (National Electrical Code:미국전기공사규정), IEEE/ANSI, IEC/TC64 (Electrical Installations in Buildings:건축전기설비), NFPA(National Fire Protection Association : 미국방화협회)등의 규정을 필요에 따라 적용하고 있다.

또한, 최근 일정규모 이상의 건축물을 대상으로 Turn Key 경쟁입찰방식에 의한 설계 및 시공에 따라 다양하고 보다 효율적인 전기 설비의 적용 및 개발이 활발해지고 있다.

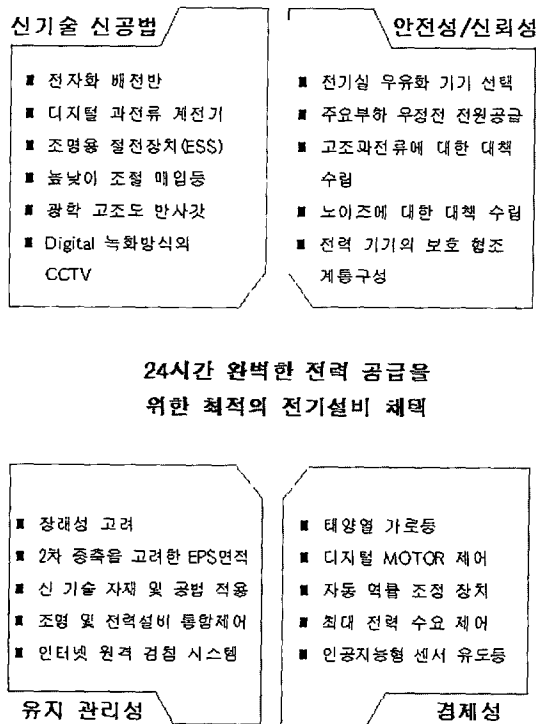
본고에서는 이러한 전기설비에 대한 설계기술의 최근 동향을 국내에서 실제로 시행중인 Turn Key 설계시공 사례를 예를 들어가면서 설명해 보고자 한다.

2. 전기설비 설계의 기본 방향

모든 분야의 설계가 동일하겠지만, 설계의 기본 방향을 어떻게 설정하느냐 하는 것은 무엇보다 중요하다.

최근 Turn-Key 설계 및 현상 설계에서의 당락의 큰 부분으로 차지하고있는 부분 또한 설계의 방향 제시이다. 그러므로 설계의 방향 제시는 해당 건축물의 규모와 용도에 적합한 설비를 고려하며, 전기 설비의 신뢰성 및 안전성 기능성은 물론이거니와 경제성, 향후 방향성, 관련 법규, 에너지 절감, 유지 보수성 등을 다각적으로 검토한 후 계획함으로써, 해당 건축물의 실정에 적합한 설계방향을 제시하는 것에 중점을 두어야 할 것이다.

최근 S-Project에서의 설계방향의 예를 들어보면 다음과 같다.



3. 적용법규 및 코드규정

설계 전에 반드시 전기관련 법규뿐만 아니라, 기타 관련 법규의 정확한 이해 및 해석에 따른 법의

적용에 의한 설계가 되도록 하여야 하며, 전기설비의 설계 시 일반적으로 적용되는 관련 법규 및 규정은 다음과 같다.

구분	주요 내용	
법규 및 규칙	<ul style="list-style-type: none"> · 전기사업법, 동시행령, 동시행규칙 · 전기용품 안전관리법 · 환경보전법, 동시행령, 동시행규칙 · 소방법, 동시행령, 동시행규칙 · 전기통신기본법, 동시행령, 동시행규칙 · 전기공사업법, 동시행령, 동시행규칙 · 전기통신 공사업법, 동시행령, 동시행규칙 · 전기통신 설비 기술기준에 관한 규칙 · 기타 관련법규 	
코드 및 표준	대한민국 코드표준	<ul style="list-style-type: none"> · 한국산업규격(KS) · 한국전기공업 협동조합규격 (KEMC) · 전기설비 기술기준 · 기타관련 코드 및 표준
	해외규격 및 코드	<ul style="list-style-type: none"> · International Standard Organization(ISO) · International Electrotechnical Commission(IEC) · National Electric Code(NEC) · ANSI, IEEE
규정	<ul style="list-style-type: none"> · 한전공급규정 (한국전력공사) · 내선규정 (대한전기협회) · 배전규정 (한국전력공사) · 정보통신부 관계규정 	

이외에도 각종 건축관련법규 및 규정, 소방관련법규 및 규정 또한 최근에는 녹색에너지 설계기준, 초고속 인증제도, 친환경적 건축물설계기준 등이 적용되고 있으니 참고하여야 할 것이다.

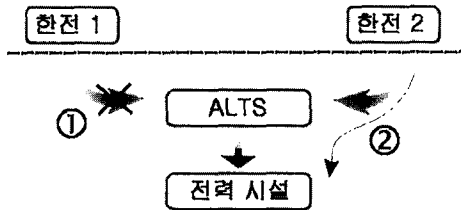
4. 주요설비 선정기준

4.1 무정전 전원 공급

중요 전기시설은 일반 전기시설과는 달리 순간의 정전도 허용되지 않는 보다 높은 신뢰성 및 고품질의 전기공급이 되도록 구성하도록 한다.

가. 상용전원공급의 신뢰성 향상

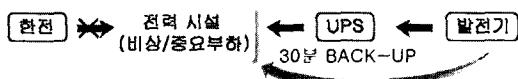
각 건축물의 규모에 따른 수전용량, 경제성 등을 고려하여 보통은 인입 케이블을 2Line 시설하여선로 사고를 대비하지만, 최근의 중요 전기시설은 서로 다른 2개의 변전소로부터 수전 받을 수 있도록 시스템을 구성하는 경우도 있으며, ALTS에 의해 어느 한쪽 사고시 자동절체 되도록 함으로써 전원공급의 신뢰성을 한층 향상시키도록 한다. 단, 순간 정전에 의한 오동작 방지를 위해서 전환시간을 0.1 ~ 10 sec 범위에서 Setting하도록 한다.



* 한전1 선로 고장시 한전2선로를 통하여 전력 공급 함.

나. 상용전원 중단시 대책

① 한전 선로사고 또는 정전 등으로 상용전원이 공급 중단되었을 때를 대비하여 축전지, UPS, 발전기 등의 예비전원을 시설하여 비상부하 또는 소방부하, 건물 유지 필수 부하 등에 전원을 공급하며, 구성 개념은 다음과 같다.



· 상용전원의 정전 시 또는 사고 시 필요부하에

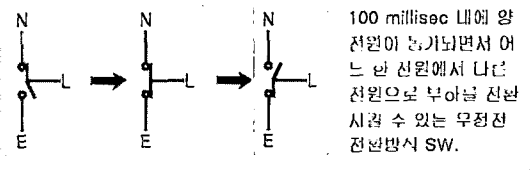
전원을 공급한다.

- 계통의 전원 점검, 순간정전, 전압 변동 및 주파수 변동에 의해 영향을 받는 설비의 안정적 운용을 위해 시설한다.
- System의 고장에 대비하여 By-Pass설비 구성을 고려하도록 한다.

② ATS의 신뢰성 향상

사고 시 예비전원 절체 및 상용전원으로 재 전환을 위한 ATS를 보다 신뢰성 있는 무정전 전환방식을 사용함으로써 예비전원 절체 및 상용전원 재 전환 시에 생길 수 있는 문제점을 방지하도록 함으로써 보다 안정적인 전원을 공급하며, 동작특성은 다음과 같다.

· 무정전 전환 방식



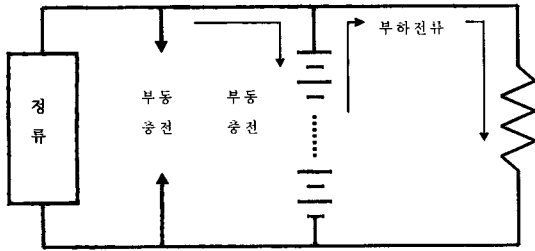
- 상용전원으로 재 전환시 발전기와 한전의 위상 각차를 고려한 동기전환(위상각 5° 이내)으로 사고에 대한 예방이 가능하도록 함.

다. 축전지 설비

축전지는 현재 무보수 밀폐형 고효율 연축전지를 가장 많이 사용하고 있으며, 축전지의 특성, 유지보수성, 수명, 경제성, 설치장소 등을 고려하여 다음과 같이 시설한다.

- 수배전반의 조작전원 및 상용전원의 정전시 발전기 시동 및 전원확립 시까지 기기 조작 및 감시를 위한 DC조명용으로 시설한다.
- 상용전원 공급중단 또는 Converter 고장시 최소 30분 동안 직류전원을 공급 할 수 있도록 한다.
- 축전지 및 충전기의 상태 감시가 가능하도록 구성한다.
- 방전이 뛰어나고 경제적이며 유지보수가 용이한 무보수 밀폐형 연 축전지로 시설한다.

- 충전기는 다음과 같다.
 - 부동 및 균등 충전장치
 - 부하전압 보상장치 부착



(부동 충전 방식 충전 회로)

라. 자가발전설비 (Generator 설비)

건축물 또는 구내에서 원동기로서 내연기관 또는 터빈을 이용, 발전 장치를 구동하여 전력을 생산하는 설비로서, 자가발전용 발전기는 일반적으로 비상용일 경우 회전자계용 3상 동기발전기를 사용하고 상시 계통연계의 상용기는 유도발전기를 채용할 수 있다.

- 발전장치는 구동방식(가스터빈, 디젤엔진, 가스엔진 등), 냉각방식(수냉식, 공냉식, 라디에이터식), 운전 방식 (단독, 병렬) 등을 고려하여 시설한다.

마. 무정전 전원 장치(UPS : Uninterruptible Power System)

최근 컴퓨터 및 정보통신 설비의 증대로 무정전전원 장치(UPS)의 사용이 더욱 증대되고 있으며 아울러 대용량화되어 지고 있다.

UPS는 주요부하의 무정전 전원 공급을 위해서 시설하며 다음과 같은 사항을 중점으로 한다.

- 추후 증설을 고려한 여유용량 확보한다.
- 정상 운전부하와 과도 발생부하를 고려한 용량으로 설계하도록 한다.
- 고조파 제거를 위한 여과기능을 구비하여 동일 전원 계통에 접속되는 타 장비에 영향을 주지 않도록 설계하도록 한다.

- 대용량인 경우 또는 고 신뢰성을 요구하는 부하인 경우 신뢰성 향상을 위하여 2대 이상의 UPS를 상시 병렬운전으로 대용량화한다.

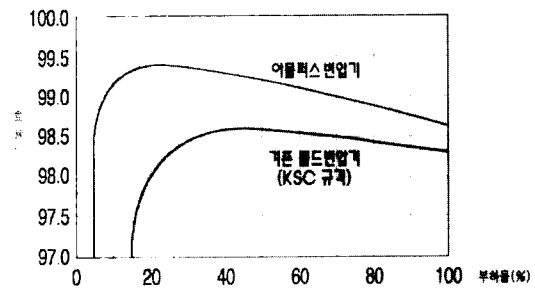
4.2 전압강압방식 및 변압기 선정

효율적이며 안정적인 전원공급 및 에너지 절약적 설비 구축을 위하여 전압강하의 최소화 및 효율적 변압기 선정이 무엇보다 중요하다. 따라서 전원 공급 방식 및 기기의 선정은 장기적인 에너지 절약 및 에너지의 효율적 이용을 고려하여 선정하는 것이 무엇보다 중요하다.

가. 변압기 선정

수·변전설비 중 적정 변압기의 선정은 무엇보다 중요하다. 과거의 유입 변압기에서 현재 대부분 화재의 위험이 없고 설치면적 및 전력손실이 적으며 유지관리가 용이한 몰드 변압기를 사용하고 있다.

최근 기술의 발달로 다양한 고효율 변압기가 출시되고 있으며, 그 중에 고효율 에너지 기자재로 인정된 아몰퍼스 변압기와 변압기 하부에 냉각팬을 부착하여 변압기의 효율을 더욱 증대시킨 강제 풍냉식 몰드 변압기도 사용되고 있어 장기적 에너지 절감을 기대할 수 있으므로 변압기 선정시 경제적인면을 고려하여 선정하도록 하여야한다.



(아몰퍼스 변압기와 일반 몰드변압기와의 비교 -22.9[kV] 3상 500[kVA] TR 예 임.)

나. 전압강압방식

전원공급설비의 합리적이고 경제적인 이용과 유지관리의 편리성 제공 및 유지관리 비용 등을 고려하여 선정한다.

항목	1단 강압방식	2단 강압방식
전압	22.9[kV]/380-220[V]	22.9[kV]/6.6 or 3.3[kV]/380-220[V]
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 강압방식이 비교적 간단 · 변전실 면적 축소 · 공사비 절감 · 변압기 무부하 손실 경감 	<ul style="list-style-type: none"> · 부하중선에 대한 대처 용이 · 여러종류의 전압에 대한 대처 용이 · 대용량 전동기 채용에 대한 대처 용이
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 대용량 전동기 기동시 전압강하 억제를 위해 대용량 변압기 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 변전실 면적 및 공사비 증대 · 변압기 무부하 손실이 과다

4.3 전력간선 및 동력설비

가. 전력간선

전 간선의 전압강하 기준은 내선 규정에 정한바에 의하여 각 간선의 배전 거리에 따라 차이가 있지만, 최근 컴퓨터 기기 등의 사용으로 양질의 전력이 요구되는 바 최소 전압강하 3% 이내로 설계하여 전력공급의 질을 높이고 손실을 줄이도록 하며, 다음을 고려하도록 한다.

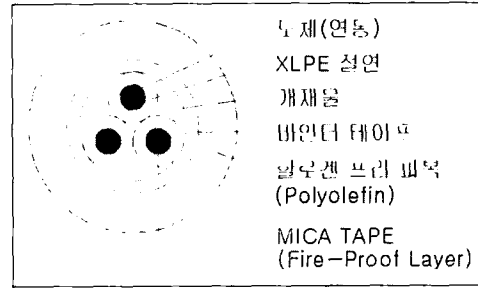
구분	고려 사항
간선 구성 개념	부하용량의 변동에 대응이 용이
	간선사고의 파급이 최대한 축소되도록 구성
	전기실에서 개별조작 용이 및 유지보수가 편리한 Zone별 구성
간선 관로 구성	Cable 및 배관 강, 약전선 구분 및 예비 관로 구성

나. 사용전선

지구 온난화 및 화재에 의한 유해가스 발생 등 최

근 환경 문제에 대한 연구 및 관심이 집중되어 있다.

전력 설비에서도 다양한 환경 친화적 설비의 개발 및 적용이 되고 있는데, 그 중에서도 케이블에 대한 연구가 활발이 진행되고 있다.



(저독 난연성케이블의 구조)

최근엔 화재시 발생하는 염소계 가스 발생을 최소화 함으로써 유해가스로 부터 인명피해 및 환경오염을 최소화 할 수 있는 저독 난연성 케이블의 사용이 많아지고 있으므로 경제성 등을 고려하여 케이블 선정 시 검토하여야 한다.

· 주로 사용되는 전선은 다음과 같다.

구분	명칭	비고
특고 인입	23[kV] 가교폴리에틸렌 절연 비닐쉬즈 동심 중성선 수밀형 케이블	CNCV-W
일반 간선	600[V] 가교폴리에틸렌 비닐쉬즈 케이블	CV
저독 난연	600[V] 저독 난연성 케이블	HFCO
소화 간선	600[V] 내화 케이블	FR-8
제어 및 신호용	제어용 비닐절연 비닐쉬즈 또는 차폐 케이블	CVV 또는 CVV-S
접지선	접지용 비닐 전선	GV

다. 저압전동기 기동반 (MCC : Motor Control Center)

전동기 기동반은 현장제어 및 원격 제어가 가능하도록 설치하고 유지보수를 고려하여 인출형 구조를 많이 적용하고 있으며, 형식은 다음과 같다.

① 형식 : 충전부가 노출되지 않는 수직자립형, 제어회로별 인출형 구조

② 구성 : 배선용 차단기, 전자접속기, 전자식 과전류계전기(EOCR-FDM), 역률개선용 콘덴서, Y-△ 기동기(15[kW] 이상)

③ 보호 : 전자식 과전류계전기 채용(과전류보호, 결상보호, 역상보호, 지락보호, 공회전)

④ 기타 : 전동기 회로 각각에 역률개선용 콘덴서 부설

⑤ Unit: MCC Unit가 디지털화되고, 소형화 되므로 Unit Size도 다소 축소되었다.

라. 전동기 기동방식

전동기 보호 및 손실을 줄이기 위하여 용량별 다음과 같은 기동방식을 선정한다.

구분	전전압 기동	감전압 기동		
		Y △ 기동	Reactor 기동	Inverter 기동
내용	전전압 인가	기동시 Y 결선으로 전압을 1/3로 감압	직렬리액터를 전동기 1차측에 넣어서 감압	DC 전류를 제어하여 부하토크를 제어
기동 전류	1	1/3	기동리액터 탭(%)/100	가변
기동 토크	1	1/3	[기동리액터 (%)] ² / 100	가변
가속 특성	가속 토크 최대, 기동시 충격이 큼	최대 토크 및 토크 증가가 작음	토크 증가 및 최대 토크가 큼, 원활한 가속	토크 증가 및 최대 토크가 큼, 속도조절이 용이
적용 용량	15[kW] 미만	15[kW]~ 75[kW]	75[kW] 이상	

※ 중용량 이상의 Pump, Fan 등의 속도제어는

Inverter 장치를 이용한 주파수제어 방식과 극수 변환 방식이 있으나 극수 변환 방식 보다 광범위하게 속도를 제어할 수 있고 효율 및 에너지 절감효과가 우수한 Inverter제어방법을 선정한다.

전동기 속도제어방식의 비교

방식	Inverter(VVVF) 주파수 제어방식	극수변환 방식
특징	<ul style="list-style-type: none"> · 속도제어범위가 넓고 제어특성 우수 · 전속도 영역에서 고효율, 원활한가속속도제어를 함 · 2층 저감 토크 특성 · 에너지 절감효과 우수 	<ul style="list-style-type: none"> · 대용량의 전동기를 고압 극수변환 방식으로 할 경우 저압 Inverter 보다 고가 · 2단밖에 가변되지 않아 광범위한 속도제어가 안되고 에너지 절감효과 없음

※ 신기술 적용 :

전동기 보호 계전기 (EOCR - FDM)

· 보호범위 : 과전류, 부족전류(경부하), 결상, 역상, 불평형, 구속보호

· 동작원인 표시기능 및 경보기능 등이 있어 관리 및 유지보수가 편리한 Digital 계전기로서 최근 Turn-key 설계 및 기타 설계시 많이 적용되고 있다.

4.4 계통보호설비

최근 건축물의 대형화, 전산화, 고압화 됨에 따라 부하 전원의 무정전 공급의 중요성이 강조되고 있으며, 따라서 수변전 설비의 계통에 보호의 중요성은 더욱 강조되고 있다.

또한 수변전 감시, 제어설비의 Digital화 됨에 따라 수변전설비의 더욱 정확한 자동제어가 되고 있는 추세이다.

수변전 설비 계통에 사고 또는 이상현상이 발생할 경우에는 보호 계전기 등에서 검출된 상황에 따라 중고장시에는 고장구간의 전원을 자동 차단하여 사고 범위를 최소화하고, 경고장시에는 경보를 발하도록 하여 사고 예방 및 안전 운전에 대비하도록 하여

야 한다.

다음은 표는 S-Project의 계통보호설비의 예이다.

가. 22.9[kV] 특고 계통

1) 보호설비 내용

① 과전류에 대한 보호(50/51)

과부하 운전 및 단락사고 등 보호계전기(OCR)에 검출된 고장전류에 따라 정한시/한시(51) 또는 순시(50) 요소가 작동되면 즉시 해당 차단기를 TRIP 시키도록 하며 이때 상하 계통의 차단기간 보호 협조가 가능하도록 한다.

- 수전측 OCR은 수용가의 최종 보호계전기로서 배전계통의 사고시 한전측 OCR 보다 먼저 작동되어 보호 협조가 되도록 한다.(50/51)
- 각변압기의 1차측에는 해당 변압기 및 변압기 1차 모선사고에 대한 순시보호(50) 및 한시 보호(51)가 되도록 한다.

② 접지 과전류에 의한 보호(50G)

지락 사고시 송전 및 수전단의 전기기기에 흐르는 대용량의 지락전류를 최단시간에 차단하도록 한다.

③ 과전압에 대한 보호(59)

④ 부족전압 경보 설비(27)

정전사고 등의 부족전압 상태에서 정해진 시간 후에 주차단기를 Trip 시키고 경보를 발하여 운전자로 하여금 정전운전에 대비하도록 한다.

2) 보호 계통도 (특고 부분)

<그림 1> 참조

나. 380/220[V] 저압 계통

1) 보호설비내용

① 과전류에 대한 보호

- 각 변압기 2차측의 ACB에 내장된 Static Type 보호 계전기로서 2차측의 과부하 및 모선 단락 등의 고장전류를 검출하여 차단되도록 한다.

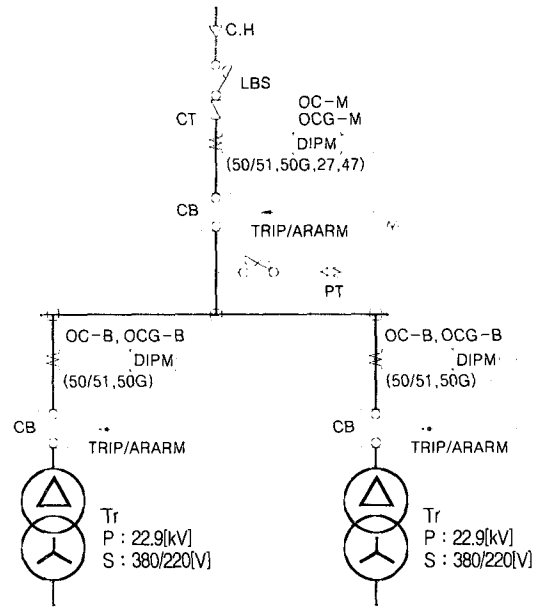


그림 1. 보호 계통도

- 저압 간선 보호용 배선차단기(MCCB)는 과부하 및 단락사고에 대해 차단이 가능한 용량의 것으로서 단락전류 계산에 근거하여 선정한다.

② 접지 과전류에 대한 보호

ACB에 내장된 Static Type 보호 계전기의 OCGR은 설정된 지락전류가 발생되면 즉시 ACB를 차단하도록 한다.

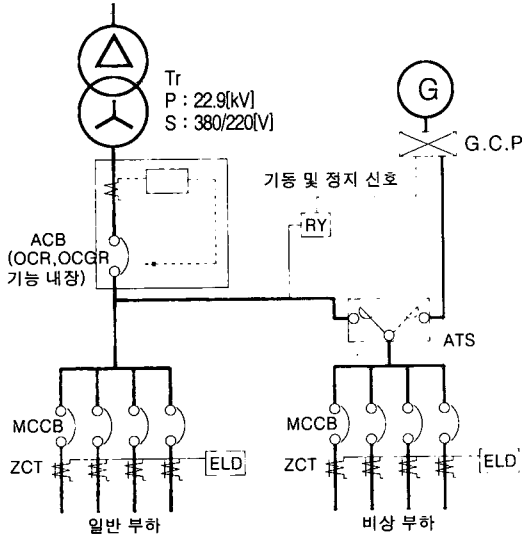
③ 과전압에 대한 보호

동력용 변압기 2차측 모선에는 역율개선용 콘덴서가 집중설치 방식에 의해 설치되어 있어 과전압시 콘덴서가 과열될 우려가 있으므로 과전압 계전기를 설치하여 경보를 발하도록 한다.

④ 부족전압 검출

각변압기 2차측의 상용-비상간의 자동절체스 위치(ATS)에는 사용전원측에 전압 검출용 보조 계전기를 설치하여 해당변압기 Bank의 사고 또는 정전시에 무전압을 검출하여 비상 발전기를 기동함으로써 해당 Bank의 비상부하에 전원을 공급할 수 있도록 한다.

2) 보호 계통도(저압부분의 일례)



4.5 조명 및 전열설비

가. 조명설비

조명설비는 건축전기설비의 중에서 대단히 큰 비중을 차지하고 있다.

과거의 단순한 실내의 어둠을 밝히는 차원의 조명의 시대는 이제 지나갔으며, 최근 다양한 조명방식 및 조명기구 등이 적용되고 있으므로 조명설비의 계획 시 면밀한 검토를 통하여 적용하여야 할 것이다.

최근의 조명기구는 크린 조명, 태양광을 이용한 조명기구, 자외선살균 공기순환식 조명기구, 에너지 절약적 슬림형 조명램프, 근무자의 시각적환경을 고려한 파라보릭루바, TBP 루바, 광학고조도 반사갓 등 조명설비의 에너지 절감 및 환경친화적 설비 등을 고려한 조명기구가 적용되고 있는 추세이다.

일반적인 조명설비의 계획은 다음과 같으므로 설비의 안정적인 운전 및 비상시 조명방법, 에너지 절약 등을 감안하되 한국산업규격(KS A-3011)에 준하여 적정조도로 선정하여 조명설비를 계획하도록한다.

1) 광원의 선정

- 백열전구

배광제어가 용이하며, 점등에 이르는 순응성이 좋으므로 사람의 왕래가 적고 점멸이 잦은 장소 및 메탈할라이드 등기구 설치장소에 초기점 등 및 재점등에 대비하여 병용 설치한다.

· 형광등

저휘도 광원으로서 명시를 주로하는 사무실 및 전기실 등의 전반조명에 채용하여 양질의 조명을 경제적으로 얻도록 한다.

· 메탈할라이드등

자연색과 거의 같은 광색으로서 연색성이 좋은 장점이 있어 고천정에 채용하며, 순응성의 취약점을 보완하기 위하여 백열전구 또는 형광등과 병용 설치한다.

· 나트륨등

투과율이 좋으므로 해안가 등의 안개가 잦은 지역에 사용하도록 한다.

2) 조명기구의 선정

조명기구는 눈부심의 방지, 광원의 보호, 배광의 제어를 목적으로 각 조명장소의 현장에 적합하도록 선정한다.

3) 비상조명

정전 또는 사고에 대비하여 중앙제어실, 전기실 등에는 AC 110[V]의 비상조명 설비를 시설한다.

4) 등기구의 점멸

· 텀블러 스위치에 의한 점멸이 어려운 장소의 조명기구는 회로 차단기에 의하여 균별로 점멸이 가능토록 한다.

· 중앙제어실 및 현장제어실의 조명은 파라보릭 루버를 갖춘 형광등을 사용하여 모니터에 광원이 직접 반사되는 것을 방지하도록 한다.

나. 조도기준 및 등기구 종류

각 실의 조도는 KS A 3011에 의한 조도 기준 이상을 적용하며, 최근 컴퓨터 등의 사용이 많아짐에 따라 눈부심이 적은 T.B.P 루바, 파라보릭 루바 등기구를 많이 사용하고 있으며, 환경 친화적 조명기구인

크린 조명기구 및 램프, 자외선 살균 등기구 등을 사용하여 실내 업무환경 개선을 고려하여 설비를 적용하기도 하므로, 각실에 적합한 조명기구 및 램프를 계획하도록 한다.

(조도 및 등기구 선정의 예)

구분	기준조도 [lx]	필수조도 [lx]	비상조도 [lx]	비고
중앙감시, 제어실	300	50	30	형광등, 백열등
실험실	300	-	-	형광등, 백열등
전자기기실	200	50	10	형광등, 백열등
전기실	200	50	10	형광등, 백열등
사무실	300	-	-	형광등, 백열등
공작실, 기계실	200	-	-	메탈할라이드등
복도	100	-	-	형광등
폐수처리장	150	-	-	메탈할라이드등
도로 및 외곽	10	-	-	나트륨등

다. 조명 설비 설계 기준

각실에 적합한 조명 방식 및 기구를 선정하여 시설 계획하도록 한다.

(조명설비설계 기준의 예)

구분	항목	주요내용
조명계통	· 일반조명계통	· 전원이 정상 상태에서 모든 조명에 전원공급
	· 필수조명계통	· 정전 또는 비상시 안전 및 보호를 위한 조명에 전원공급
	· 비상조명계통	· 정전 또는 비상시 필수조명 공급전까지 조명에 전원공급

구분	항목	주요내용
전원공급	· 일반조명계통	· 저압배전반 : AC 380 220[V]
	· 필수조명계통	· 저압배전반(발전기 전원) : AC 380 220[V]
	· 비상조명계통	· 부정전 전원공급장치 : AC 110[V]
광원의 선정	· 일반옥내 · 높은천장 · 중앙제어실	· 형광등 · 메탈할라이드등 · 형광등 (파라보릭 루버 등기구 사용)
	에너지절감을 위한 방안	· 형광등 · 백열등 · 옥외등 · 고조도반사갓, 고효율 전자식 안정기 사용, 3파장 전구 사용 (32[W]) · 비상조명용 · 수동 및 Sun S/W와 Timer에 의한 점멸, 격등 회로 구성
세어방식	· 일반장소 · 옥외조명	· 현장스위치(6등식구성) · 수동 및 Sun S/W와 Timer 사용 자동제어
	비상용 조명	· 계단통로 등의 주요지점에는 배터리 내장형 · 피난구 유도 등기구를 설치하여 상용전원 고장에 대비함 · 중앙제어실, 전기실에는 무정전 전원공급장치에서 전원공급

라. 조명 계통 운용 방안

조명 계통을 어떻게 운용하느냐 하는 것은 변전설비의 구성 및 조명 자동제어설비와 밀접한 관계를 가지고 있으므로, 면밀히 검토 후 적용하여야 한다.

(조명계통 운용방안의 예)

구분	상용 전원 공급	상용 전원 고장	비상 전원 공급	상용 전원 회복	전원 공급차
일반조명	○	×	×	○	상용 배전반
필수조명	○	×	○	○	비상용 배전반
비상조명	×	○	×	×	무정전 전원 공급반

주) ○ : 점등, × : 소등

마. 전열설비

전열설비는 벽부형 콘센트가 가장 보편화되어 있지만, 최근 컴퓨터 사용의 증가에 따라 업무시설 등에는 정보통신 수구와 콘센트를 함께 취부할 수 있는 System Box Type을 많이 사용하고 있으며, 전열설비의 취부 및 이동이 비교적 자유로우며 정보통신 수구 및 TV Outlet 등을 함께 취부할 수 있는 다양한 모양의 Multi Wire Duct이 사용되고 있으므로 전열설비 선정시 각 실에 적합한 System을 선정하도록 한다.

· 전열설비는 KS제품을 사용하여 건물의 용도에 따라 누수와 습기가 없는 장소에 설치하도록 하며, 전열설비 설치 기준의 예를 들면 다음과 같다.

구분	항 목	주 요 내 용
설치 기준	· 업무 시설	· 실폭이 6m 이상인 사무실에는 System Box와 벽부형 콘센트 병행설치
	· 실험실 · 복도, 현관	· 실험장비 테이블에 설치 · 공중전화, 자동판매기 및 청소용 콘센트 설치
콘 센 트	· 단상 콘센트	· 220[V] 2구용(접지 포함)
	· 용접용 콘센트	· 380[V] 3φ 3[W]

4.6 건물 자동제어(BAS) 설비

전기설비의 자동제어는 무엇보다 전기설비의 신뢰성, 안전성, 유지보수의 용이성 등의 차원에서 무엇보다 중요하다.

자동제어설비는 수변전설비, 조명제어설비, 각종건물관리 설비 등이 별도로 운용되던 추세에서 각설비의 통합제어로 변화하는 추세이다.

자동제어설비의 계획의 예를 들면 다음과 같다.

중앙 통제실에 Computer를 이용한 종합감시 장비를 시설하여 전력, 조명의 효율적인 감시, 제어, 기록을 시행할 수 있도록 시설한다.

구분	설계 방향
관리의 효율화	각종 설비(수변전설비, 조명설비)를 Network화하여 통합 시스템으로 구성
경비 절감	에너지 절감 및 관리의 효율화 쾌적한 환경 유지 및 긴급상황에서 사고의 신속, 정확한 조치가 가능한 시스템 구축
확장성	사무자동화 등과의 상호연계를 위한 통신망 확장이 쉽고 향후 증설이 용이한 시스템으로 구성
도입 효과	신속한 관리 및 보안, 관리요원의 최소화, 에너지절감, 분석 및 효과적 관리, 유지보수의 최적화

가. 전력제어시스템

수배전반을 전자식 배전반으로 구성하여 계통(수전, 배전, 변전, 자가 발전)의 보호와 계측을 전자식 제어기기로 표시 및 감시함으로써 전력 설비의 전자화 및 Intelligent화 시스템으로 구축한다.

1) 시스템 기능

감시기능	계측기능	제어기능	기록기능
· 이상 상태 감시	· 전압 · 전력 · 무효전력	· 디멘드 제어 · 역율개선 제어	· 이상, 고장 기록
· 디지털 계측	· 주파수 · 역율	· 발전기자동 기동	· 일보, 월보 작성
· 디멘드 감시	· 전력 디멘드	· 자동 순차투입 · 과부하시선택 제어	· 보전관련 데이터

2) 특징

- 각종 전력량 실시간 소프트웨어 연산 처리
- 각 Feeder별 작동상태 감시 및 각종 계측
- 정보발령(OCR, OVR, UVR, Unbalance, PF이상, 역상, Demand값 초과 등)
- 자기진단 기능 내장
- 계측오차 문제 해결

나. 조명자동제어

쾌적한 환경을 제공하고, 에너지 절감효과를 기대할 목적으로 건물의 모든 조명을 중앙감시실 및 현장에서 감시 및 제어 할 수 있는 시스템으로 구성한다.

<운영방안>

- 근무자의 활동공간 및 시간대에 대한 Schedule 제어와 개별 Zone 및 Group Zone별로 동작토록 Control 계획을 수립, 소비전력을 줄인다.
- 중앙 감시반에 집중 감시, 제어 기능을 주어 신뢰성과 유지보수에 기여토록 한다.

다. BAS 구성도

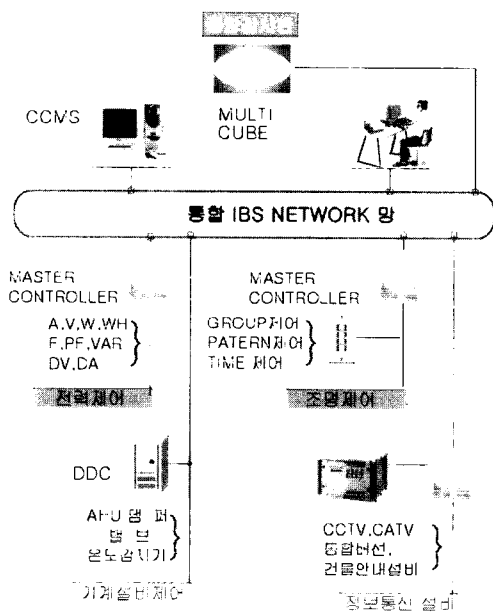


그림 2. BAS 구성도

4.7 PLANT 자동제어(DCS)설비

가. 개요

분산제어시스템(DCS)은 최첨단 기술인 마이크로 프로세서를 사용한 최신의 산업용컴퓨터로서 운전원이 쉽게 사용할 수 있도록 다양한 소프트웨어를 제공하고 있다.

특히, 안전 운전 및 돌발 상황을 대비하여 분산제어시스템 (DCS)의 System부분과 통신부분을 이중화로 구성하여 제어설비의 안정성을 확보하고 정밀제어를 실현한다. 운전은 Keyboard, 트랙볼 마우스를 사용하며 복잡한 명령어를 사용하지 않고 CRT화면에서 그래픽 및 대화상자를 통하여 쉽게 운전할 수 있게 한다.

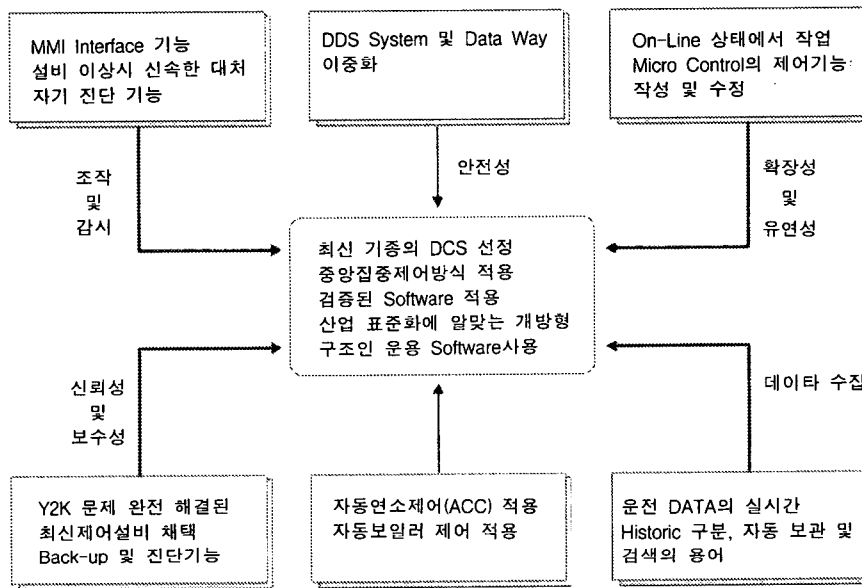
나. 현장계측기기

- 모든 현장 계기는 주위 여건에 적합한 방수, 방진형의 구조로 선정한다.
- 보일러와 소각로의 중요계측기는 2 out of 3개 넘으로 설치하여 계측기 고장으로 인한 설비 가동 중단을 방지한다.
- 전송기(Transmitter)는 현장 지시계를 부착하여 설치한다.
- 전송기는 Smart Type을 선정하여 차후 Process 변경시 Range 변경 등이 가능하도록 한다.
- 모든 계측기의 재질은 배관재질과 같거나 상위의 재질을 사용하여 부식성 및 내구성을 고려한 선정을 한다.
- 방폭지역에 설치되는 계측기는 설치기준에 적합한 등급을 선정하여 설치한다.
- 모든 현장계측기는 SUS로 제작된 Tag Plate 및 명판을 부착하여 용도를 알기 쉽게 하고 설치시 혼선을 방지한다.
- 신호용 압축공기를 사용하는 밸브 및 계측기는 압력조절장치, 필터, 압력계 등이 조합된 공기공급장치를 각각 부착한다.
- 유량계 및 조절밸브는 측정 및 조절에 적당한 규격과 Range를 선정한다.

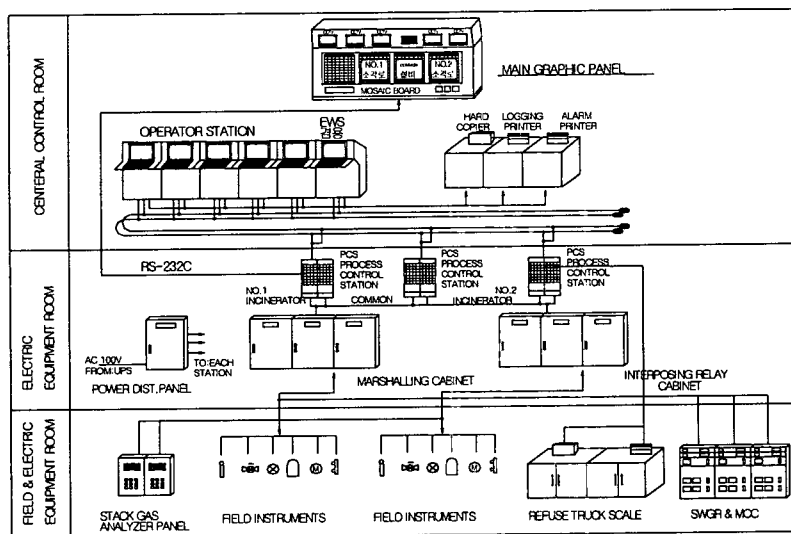
- 계측기가 설치된 주변에 기계적, 전기적 손상을 줄 우려가 있는 경우는 적절한 보완책을 세워서 설치한다.
- 유량계나 분석계의 Sample 배관은 SUS배관사

- 용을 원칙으로 하고 SUS 배관이 곤란한 경우 본배관과 동일 재질의 배관재를 사용한다.
- 온도 센서를 제외한 모든 계측기의 신호는 DC 4~20[mA] 신호를 사용한다.

다. 설비 선정방안



라. System Configuration



4.8 접지 및 피뢰설비

접지 및 피뢰설비는 지락사고 및 낙뢰에 대한 인명과 건축시설물의 안전성을 유지하는데 필수적인 시설이므로 국내외 법규와 규정(IEC표준 및 내선규정)에 의거하여 선정하도록 하여야 한다.

가. 접지설비

접지설비는 건물하부에 Mesh 방식을 주로 사용하고 있으며, 전력과 통신으로 분리 시설한다.

최근 설계에서는 접지 전위차 해소장치(TEC)를 이용하여 전력 접지와 통신접지 상호간을 연결하여 과도시 등전위화 시키는 경우도 있다. 또한 다양한 기존 동봉이 아닌 다양한 기능을 첨가한 접지봉이 많이 적용되고 있으므로 그 효과 및 특성의 정확한 이해가 필요하다.

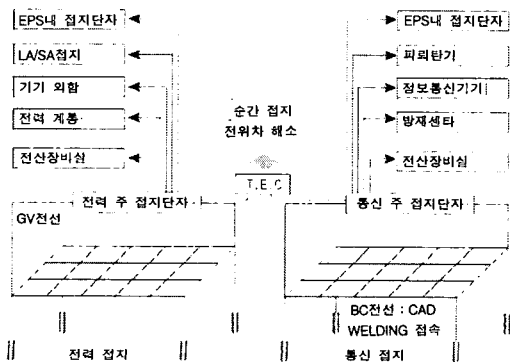
(접지설비 설계의 예를 들면 다음과 같다.)

- 접지단자함 : 전기실내 주단자함 시설, 감시실, 방재실, 통신실, 방송실에 단자함 시설한다.
- Mesh 결속 : CAD Welding 방식
- 신기술적용 :

① 접지전위차 해소장치 (TEC)

Mesh간의 전위차로 인한 사고를 방지하기 위하여 TEC (Transient Earth Clamp)를 시설하여 과도시 등 전위화를 이루도록 함.

※ 접지 구성의 예



② 전해질 생성 전도 접지봉

접지봉내 전해질 용액을 통하여 대지저항 감소 및 초기저항 유지, 접지봉 부식 방지 등의 효과.

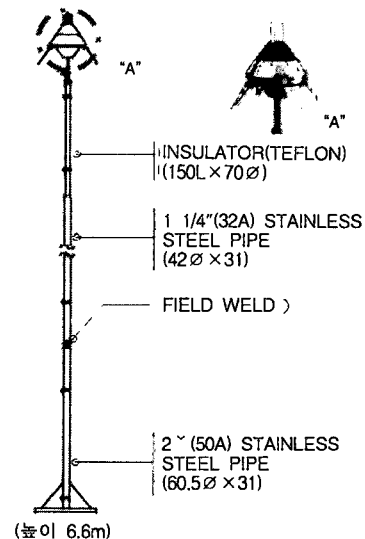
나. 피뢰설비

피뢰설비는 직격뢰 및 유도뢰에 대한 뇌전류를 안전하게 대지로 방전하기 위하여 기존의 수동적인 피뢰돌침 설비에서 벗어나 좀더 적극적으로 광범위한 공간을 보호할 수 있는 시설인 전자식 선행스트리머 방사 방식의 피뢰침으로 많이 적용되어 지고 있다.

단, 전자식 피뢰침의 적용 시에는 국외뿐만 아니라, 국내에서도 검증되어진 제품을 사용하는 것이 바람직하며, 그 성능과 보호반경, 레벨 등의 정확한 적용이 필요하므로 이점을 유의하여 적용하도록 하여야 한다.

(P-Project의 피뢰설비 설계의 예를 들면 다음과 같다.)

- 피뢰침 : 이온 방사형 광역 피뢰침 (한국전기연구소 인증 제품)



- 인화도선 : 보호대상물 상부에서 접지극까지 간접 및 유도뢰 보호를 위하여 3중 차폐케이블 사

용 및 인하도선, 접지봉 2조 시설

- 접지극 : 피뢰침과 대지를 전기적으로 완전 접속하도록 지중에 접지동봉 시설
- 보호레벨 선정 : 다수인의 출입 및 건물의 중요도를 고려하여 회전구체법에 의한 완전 보호레벨 (Level.1) 적용
NFC 17-20 및 NFPA 781 Code에 의거 (뇌격거리 20[m]) 선정

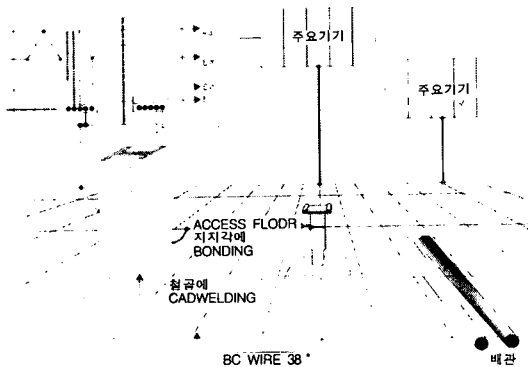
4.9 전자차폐 및 서지대책

가. 전자차폐대책

전산장비의 사용이 급증함에 따라 전자유도현상에 대한 대책 마련이 중요하게 여겨지고 있다. 따라서, 최근 설계 시에도 고가의 전산장비 및 은행 등의 중요 전산망이 비치되어 있는 실에는 전자차폐 설비를 고려하는 추세이다.

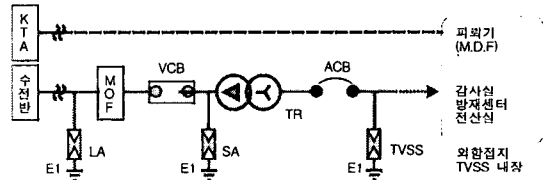
전자차폐 및 서지 대책을 고려한 설계의 한 예를 들면 다음과 같다.

- 적용 방식 : 주요 전산장비 및 Network 시스템이 시설되는 주요실에는 전자유도현상에 대한 대책으로 Access Floor 하부에 접지선을 노출시설하여 이를 각 기기 및 Floor지지 각에 Bonding 처리하여 방지대책을 수립하도록 함.
- 적용실 : UPS실, 통신실, 상황실, 방송실, 중앙감시실
- 구성도



나. 전력/통신계통 서지대책

전력 및 통신 계통의 서지 대책 방식의 예를 들면 다음과 같다.



4.10 방재설비

방재 계획은 사고의 신속한 발견, 초기소화에 적극 대응, 안전하고 신속한 피난유도에 중점을 두어 종합 방재반에서 말단의 Detector까지 모든 시설의 정확한 감시와 제어기능을 갖추도록 시설하여야 한다.

최근 건축물이 대형화되고, 고가의 장비들의 시설로 인하여 한번의 화재 발생에 따른 재산 및 인명 피해 또한 과거에 비해 상당히 커졌다. 따라서 화재 예방에 관련된 방재설비의 시설은 건축설비의 커다란 부분으로 차지하고 있다.

최근의 방재설비 설계는 건물 규모의 대형화에 따라서 설비의 유지 보수 및 관리 확장성이 용이한 R형 System으로 많이 설계되어지고 있으며, 감지기 또한 과거의 일반 감지기뿐만 아니라 아날로그 감지기, 인공지능형 감지기, 불꽃 감지기 등 다양한 감지기들이 적용되어지고 있다.

피난설비 또한 절전형 유도등, 인공지능 센서 부착 유도등 등 에너지 절약형 유도등이 사용되어지고 있으며, 과거에는 고려되어지지 않았던 장애인편의시설인 청각 장애인의 피난유도를 위한 점광 스트로브등이 사용되어지고 있다. 또한, 공동구의 화재발생의 증가에 따라 공동구 화재감지를 위한 설비들이 강화되고 있는 추세이다. 따라서 방재설비는 단순히 법적 문제만을 고려한 설계가 아닌 좀더 효과적인 화재 감시 및 제어, 피난유도를 위한 설비들을 고려하여 해야 할 것이다.

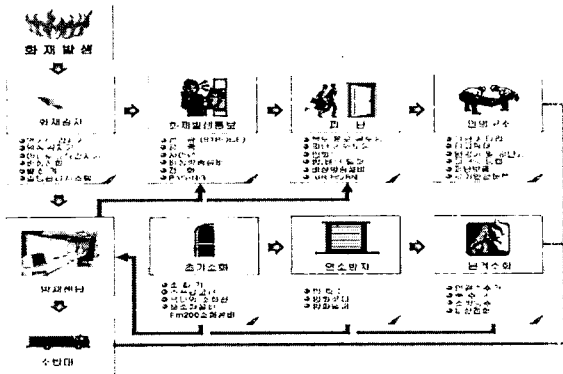
방재설비의 계획의 예를 들면 다음과 같다.

가. 종합방재센터

R형 종합 방재설비의 기능 및 구성은 다음과 같다.

기능	·자동화재탐지 표시 ·비상 방송 연동 ·유도등설비 전원 표시 ·소화펌프 기동 및 표시, 조작 기능 ·수조 만, 감 표시	·GAS 소화설비 방출 지역 표시 ·방, 배연설비 연동 및 개폐 표시 ·방화문 및 방화셔타 개폐 표시 ·기타 소화설비의 감시, 제어, 연동
구성	·중앙 처리장치 ·20" CRT Monitor	·Relay반 ·Keyboard ·Printer

나. 시스템 구성



다. 자동화재경보설비

1) 감지기 설비

연기식, 차동식, 정온식 감지기를 실의 용도, 규모에 적합하도록 시설하도록 한다.

2) 경보 설비

경보 설비는 각 층별로 발신기 및 경종의 시설 위치가 그 층의 어느 장소에서도 25[m] 이내가 되도록 설치하며 기계 설비의 소화전과 일체가 되도록 시설하여 신속, 정확한 화재 경보를 발할 수 있도록 한다.

3) 비상방송설비

방송 AMP Rack와 화재경보 수신반을 연동하여 비상시 자동으로 발화층, 직상층에 우선 방송이 되도록

록 하고, 방재센터에서 지역별 구분 또는 일제방송을 할 수 있도록 시설한다.

라. 유도등 및 비상조명등

유도등은 시설 장소별로 형식 승인품(бат테리내장형)인 절전형 피난구 유도등과 절전형 통로 유도등을 시설하여 화재시 안전하고 신속한 피난 유도를 할 수 있도록 한다.

또한, 각 실에 비상조명등을 시설하여 안전한 대피가 되도록 한다.

피난구 유도등 → 거실 출입문 및 계단 출입구 상단
통로 유도등 → 복도 및 계단 등의 피난 동선

마. 방·배연설비

건축 및 기계설비의 공조 계획에 따라 감지기 연동의 방·배연 설비를 시설하도록 하며, 이들설비의 동작, 제어를 방재센터에 표시하도록 한다.

5. 신기술적용

신기술의 적용은 정부발주 건축물의 의무사용은 물론이거니와, 최신 시설의 적용을 통하여 앞서가는 기술의 적용과 이미지를 갖출 수 있도록 하며, 에너지절감 및 사회 전반적인 급속한 기술혁신에도 지속적인 최신 건물로 유지될 수 있도록 하는데 그 의의가 있다.

따라서, 건축물의 규모 및 용도, 향후 발전성의 다각적인 검토를 통하여 다각적인 검토에 따른 최신 기술 및 공법, 자재 등을 사용해야 한다.

최근 주로 사용되는 신기술로는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 전자화 배전반

수배전반의 계측기능을 디지털화하여 계측 및 표시, 통신 기능을 일체화함으로써 전력 감시, 제어의 정확성 및 효율성 증대

2) 전자식 과부하 계전기

마이크로 프로세서를 적용한 다기능 전자식 과전

류 계전기로서 유도전동기의 공회전, 역상, 결상 등을 보호

3) 높낮이 조절 매입등

매입등기구의 몸체 구조를 일체화하고 기구 몸체와 소켓을 분리하는 구조로 제작한 신기술 지정 제4호 제품

4)TEC (접지 전위차 해소 장치)

낙뢰 또는 고전압 지락에 의한 건물내 전위차 발생시 접지망 상호간의 전위차를 순간적으로 해소함으로써 접지 전위차가 위험전압으로 상승시 전자장비 및 인명 피해 방지

※ 최근 기술의 발달로 신기술 및 기기에는 이외에도 다양하게 있지만, 적용하고자 하는 기기 및 기술의 특성, 효과, 경제성, 다른 System과의 호환성 등의 정확한 이해 및 분석을 통하여 해당 건축물에 적합한 적용이 될 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.

6. 결 론

건물의 기대수명은 대략 60년 정도이며, 전기설비는 10~30년 정도이다. 또한 기능의 구 모델에 따른 교체수요도 그 대부분이 30년 정도라고 한다. 그런 의미에서 설비개조·진단·Re-Engineering에 대한 관심을 적극적으로 가져야 하겠다.

최근, 지구 환경 문제, 에너지절약 대책 등이 큰 테마로 떠오르고 있다. 그 중 특히 전기설비 분야와 밀접한 관계가 있는 과제로서는, 에너지 문제나 고도 정보화의 대응, 또는 전기의 질에 관계되는 고조파 문제, 전자환경 문제 그리고 국제화에 대한 대응 등을 들 수 있다. 게다가 그 범위와 내용은 점점 더 복잡, 고도화되고 있다.

흔히 기술혁신은 세기말에 일어난다고 한다. 증기기관이 18세기말에 발명되어 산업의 기계화가 시작되었으며, 19세기말에는 에너지 혁명이 일어나 전기 에너지를 많이 이용하게 되어 공업화 사회로 발전했

다. 20세기말에는 전기에서 전자로 주역이 바뀌어 공업화 사회에서 정보화 사회로 바뀌어 21세기는 컴퓨터, 커뮤니케이션, 컨트롤 시대가 될 것이다.

이에 따라, 컴퓨터를 비롯한 정보통신기기의 사용에는, 고품질 전기가 요구되는 한편 반도체 기술의 진보에 따라 에너지절약, 효율화를 위해 인버터 사용에 의한 고조파 문제, 컴퓨터 및 정보통신기기의 뇌해사고 방지대책 및 접지방식의 문제 등 해결해야 할 전기설비의 문제점이 많이 발생하고 있다.

전기설비의 고도화와 더불어 뇌, 서지, 화재, 폭풍우에 의한 피해의 가능성이 많아졌으며, 또한 그 피해의 정도도 커져 어떻게 피해를 방지할 것인가가 중요한 과제가 되고 있다.

전기설비 설계시 주의하여야 할 사항은 단순히 설계로서 끝나지 말고 실제 현장에서 준공 후 발생하는 사고사례를 분석하고, 또한 국내 규정뿐만 아니라 외국의 최신 규정을 숙지하여 설계에 반영함으로써 설계품질을 향상시키고, 설계기술의 발전을 기해야만 하겠다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 장 열(金長烈)

1958년 10월 11일생. 대림대 전기과 졸업. 서울산업대 전기공학과 4학년 재. 1979년~2001년2월 (주)문유현 전기설계 사무소 근무. 1998년1월~현재 이엔테크 기술고문. 2001년3월~현재 아트기전(주) 대표이사. 2001년~현재 (주)엘립컨설팅 소장.



유 상 봉(庾相鳳)

1954년 10월 26일생. 1980년 부산대 전기공학과 졸업. 1996년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년~1996년 건축전기설비, 발송배전, 전기응용, 전기안전, 소방설비 기술사. 1979년~1998년 쌍용양회(주), 쌍용엔지니어링(주) 근무. 1998년~현재 용인송담대 전기설비과 조교수.