

# K대 병원(K UNIVERSITY HOSPITAL) 신축공사

이덕영 <<주>한양케이앤이 상무) · 최덕훈 <건국대병원 시설팀장> · 김영배 <영봉실업 대표>

## 1. 일반사항

### 1.1 설계 개요

전체 812병상의 대규모 전문병원으로 고도의 진료서비스 및 효율적인 병원운영을 지향하는 최 첨단병원으로서 이미지를 구현하고, 환자와 Staff진에게 쾌적한 환경을 제공, 효율적이면서 경제적 특성을 갖춘 병원.

의료수준 발달에 따라 요구되는 시설의 질적 변화에 대비한 가변성을 고려하여 전기 및 통신 설비의 안전성, 전력공급 신뢰도가 높은 기기와 시스템을 선정, 유지관리 편의성, 경제성을 최우선적으로 고려하여 계획하였다.

### 1.2 주요 시설 개요

공 사 명	K대 병원 신축공사
대 지 위 치	서울특별시 광진구 화양동 1번지 일대
주 요 시 설	병동, 중앙진료부, 외래진료시설, 주차장
건 축 규 모	지상 17층, 지하 4층
연 면 적	69,422(㎡)(21,000평)
용 도	종합병원, 근린생활시설
총 병상수	812병상 (Beds)
구 조	철골·콘크리트조
수 전 전 압	22.9(kV)
수 전 용 량	8,500(kVA)
발전기용량	2500(kW)



병원조감도

## 2. 전기설비 계획

### 2.1 설계 범위

전기 설비 (약 10개 항목)	- 전력인입설비(한전 재산 분계점 부터 수전실까지), - 수변전설비, - 예비전원설비(발전기, 축전지, 무정전 전원 공급 장치), - 전력간선설비, - 동력설비, - 의료 IT 설비(의료용 절연감시장치, 절연변압기, 원격감시기), - 조명설비, - 전열설비, - 피뢰설비, - 접지설비등
약전, 통신설비 (약 13개 항목)	- 전화설비, - 인터폰설비, - 근거리통신망설비, - CATV설비, - 강당AV설비, - 의료용 CCTV설비 - 간호사호출설비, - 대기자 안내설비, - 투약표시 수술환자위치 표시설비, - 빌딩자동제어설비, - 방재설비, - 전기시계설비, - 주차관리 설비등

### 2.2 최대 수요전력 추정, 수 변전 설비 계통 구성

#### 2.2.1 최대 수요전력 추정

□ 연면적 기준

- 일본의 1997년, 1998년 병원 평균 데이터
- 변압기 용량(VA) / 연면적(m<sup>2</sup>) : 189(VA)/(m<sup>2</sup>)
- 계약전력(kW) / 변압기용량(kVA) : 0.30
- 변압기 용량 69,422(m<sup>2</sup>)×189(VA)/(m<sup>2</sup>) : 13,120(kVA)
- 계약 전력 13,120(kVA)×0.3 : 3,936(kW)

\* 최대 사용 전력은 계약전력 이하임.

□ 국내 주요 병원의 BED 용량과 연면적 대비 최대 수요 전력 (1999년 기준)

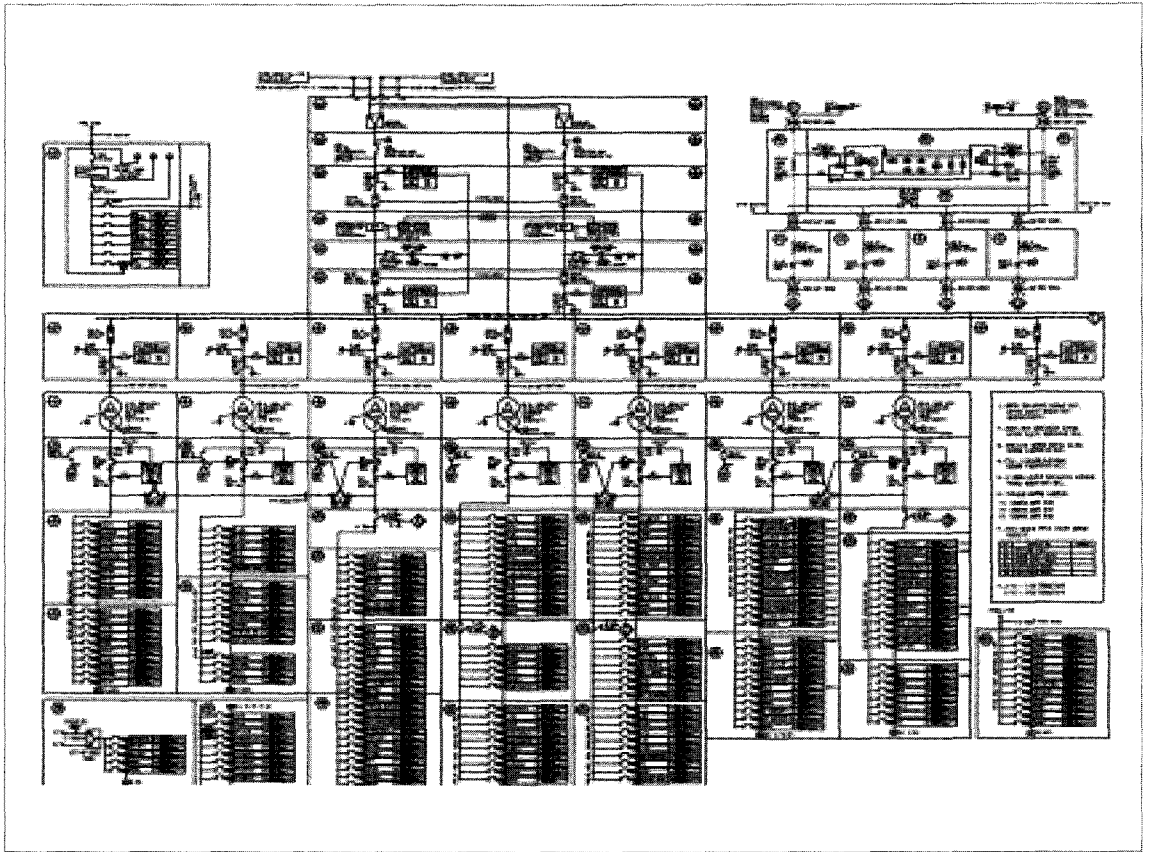
- 연세의료원(기준) 1,500 BED, 183,975(m<sup>2</sup>), 7,384(kW) : 4.9(kW/BED), 40(kW/m<sup>2</sup>)
- 서울대병원 1,546 BED, 206,999(m<sup>2</sup>), 6,794(kW) : 4.4(kW/BED), 33(kW/m<sup>2</sup>)
- 중앙병원 2,200 BED, 290,638(m<sup>2</sup>), 9,000(kW) : 4.1(kW/BED), 31(kW/m<sup>2</sup>)
- 삼성병원 1,226 BED, 217,769(m<sup>2</sup>), 8,635(kW) : 7.0(kW/BED), 40(kW/m<sup>2</sup>)
- 아주대병원 905 BED, 98,000(m<sup>2</sup>), 3,500(kW) : 3.9(kW/BED), 36(kW/m<sup>2</sup>)
- 5대 병원 평균 : 4.9(kW/BED), 36(kW/m<sup>2</sup>)

□ 검토 결과

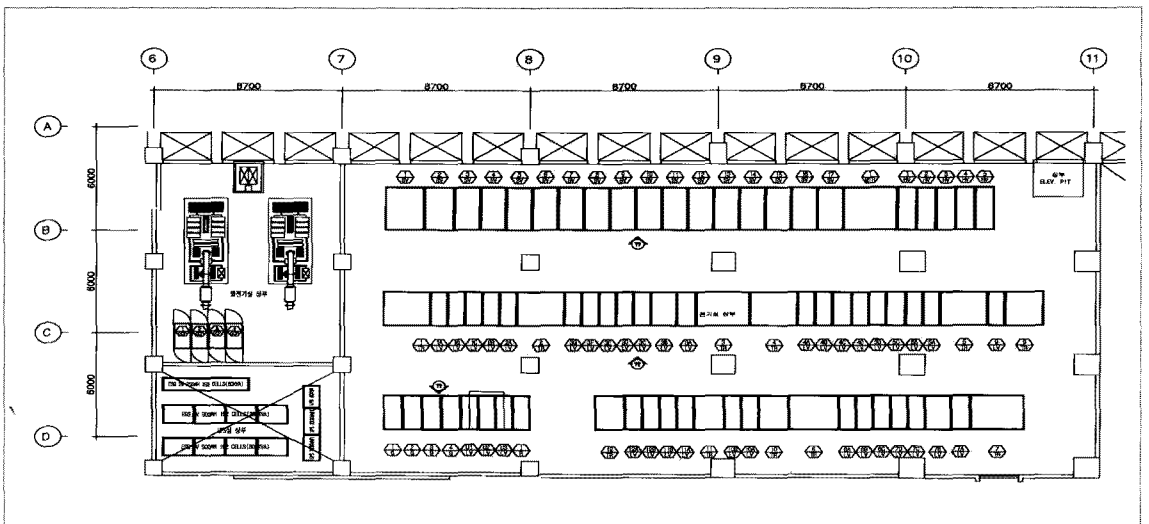
- 최대수요전력(병상수기준) 800BED × 4.9(kW/BED) : 3920(kW)
- 최대수요전력(연면적기준) 69,422(m<sup>2</sup>) × 36(kW/m<sup>2</sup>) : 2499(kW)

위와 같이 다각도로 검토해 본 결과 국내외 타 병원의 사례 등을 종합적으로 고려해 볼 때 최대수요전력은 2500~4000(kW)내외로 추정되어, 수전용량은 7500~12000(kVA)의 범위에서 향후 부하 증설을 포함한 8,500(kVA)으로 산정

2.2.2 수 변전설비 계통 구성



2.2.3 수 변전실 배치도 (지하 4층)



### 2.3 전기설비 주요 시스템 설계 요점

구 분	주요 시스템 설계 요점
수전 방식 수전 용량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수전방식- 22.9(kV) 3상 4선식 2회선 수전</li> <li>• 수전용량- 총 8,500(kVA)</li> </ul>
변압기뱅크구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 변압기 몰드식 3상 22.9(kV)/380-220(V) 1,000(kVA)-일반 동력용 2대</li> <li>• 변압기 몰드식 3상 22.9(kV)/380-220(V) 1,500(kVA)-비상 동력용 1대</li> <li>• 변압기 몰드식 3상 22.9(kV)/380-220(V) 1,000(kVA)-전등 전열용 2대</li> <li>• 변압기 몰드식 3상 22.9(kV)/380-220(V) 1,500(kVA)-의료용 동력 1대</li> <li>• 변압기 몰드식 3상 22.9(kV)/380-220(V) 1,500(kVA)-비상 의료동력용 1대</li> </ul>
비상전원공급설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비상발전기- 디젤 1,250(kW) 2대, 합 2,500(kW)</li> <li>• 무정전전원공급장치(UPS)- Static type 신설 3상 380/220(V)</li> <li>• 축전지설비- 무보수 연 축전지식 충전기 및 배터리 12(V) 10Cells 200Ah, 차단기조작전원용</li> </ul>
주요 광원 및 등기구 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주안점 - 의사, 환자, 내방객을 고려한 건축화 조명, 환자의 글레어를 고려한 조명기구 채택</li> <li>• 할로겐조명(Halogen Lighting) - 인포메이션 데스크 구조물용</li> <li>• 고압나트륨조명(HPS Lighting) - 가로등, 정원지역</li> <li>• 빔 조명( PAR 램프 ) - 일반조명, 강당의 하향 조명으로 적용</li> <li>• 형광등조명- 진찰실, 진료실, 수술실, 접수실, 병실, 강의, 주방, 창고, 실험, 복도, 검사, 촬영, 치료, 회의, 중환자, 주차, 전기, 기계, 계단실 등 일반적인 장소에 적용</li> <li>• 메탈 할라이드조명- 고 천장 복도, 아트리움 외곽, 외부 투광기 등에 적용</li> <li>• 무영등- 수술실(비상전원공급, 의료장비 설치 공사 분)에 적용</li> </ul>
전열 및 의료 IT 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전열설비 - 사무실계통은 통합후로와 박스형(정보통신겸용), 모든 전원은 220(V) 사용</li> <li>• 의료 IT 설비 - 의료용(응급부, 수술부, 중환자및 회복실, 인공신장실 등)과 엑스레이용에 적용하여 환자의 전기쇼크를 대비함.</li> </ul>
전력간선 및 동력설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전압방식-전등전열/냉방일반동력/비상동력(3상4선식380/220(V)), 의료용(3상4선식380/220(V), 220/110(V))</li> <li>• 간선계획 - UPS나 인버터등 고조파 예상기기에 대한 간선은 정격전류의 1.3배이상 적용</li> <li>• 동력설비 - 제어반은 인출형으로 구성, 30(%) 예비 유니트 확보, 20마력이상 스타/델타 기동</li> </ul>
방재 및 통신설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피뢰, 접지설비 - 옥상에 피뢰침과 수평도체설치, 통합 접지, 수술실은 등 전위 접지로 함.</li> <li>• 통신설비 - 전화설비, 인터폰설비, 근거리통신망설비, CATV설비, 강당A/V설비, 의료용 CCTV설비, 간호사호출설비, 대기자 안내설비, 투약표시 수술환자위치 표시설비, 빌딩자동제어설비, 방재설비, 전기시계설비, 주차관제 설비 등</li> </ul>
소방설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주안점- R형 수신반과 화재위차 표시 가능한 아날로그 감지기</li> <li>• 비상방송설비- 적용(일반방송과 겸용),</li> <li>• 청각장애인 정보, 피난설비- 적용(전층에 해당)</li> <li>• 피난구 유도등설비- 적용(전층에 해당),</li> <li>• 무선통신보조설비- 적용(지하층에 해당),</li> <li>• 지탐설비- 적용 (전층에 해당)</li> <li>• 비상 콘센트설비- 적용(11층 이상 층에 해당)</li> <li>• 비상 조명등설비- 적용(전층에 해당)</li> <li>• 제어설비- 적용(전층에 해당)</li> </ul>

### 3. 병원에 적용되는 특수한 전원설비

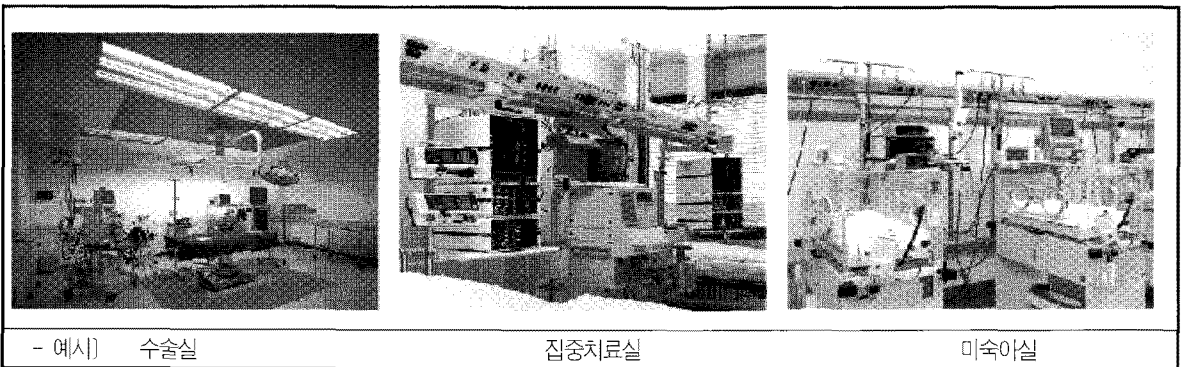
#### 3.1 특별한 안전이 요구되는 의료장소의 그룹분류

□ 관련 규정

- KS C IEC 60364-7-710에 의거한 분류 3가지 기준(그룹0, 그룹1, 그룹2)
- 그룹0- 의료기기의 “적용부분” 이외의 장소,
- 그룹1- 의료기기의 “적용부분”이 심장을 제외한 신체 외부적 장소로 그룹2에 해당하지 않는 장소,
- 그룹2- 의료기기의 “적용부분”이 심장과 관련, 수술실 등 전력공급 실패 시 생명위험을 초래할 수 있는 중요한 의료 장소,

□ 그룹2에 준한 의료 IT 시스템 전력공급

- 규정 KS C IEC 60364-7-710.413.1.5에 명시한 의료장소
- 마취실, 수술실, 수술준비실, 수술회복실, 심장 카테트실(Catheterization Room), 집중치료실, 혈관 조영검사실, 미숙아실



- 예시] 수술실

집중치료실

미숙아실

#### 3.2 의료 IT 시스템(Medical IT System)

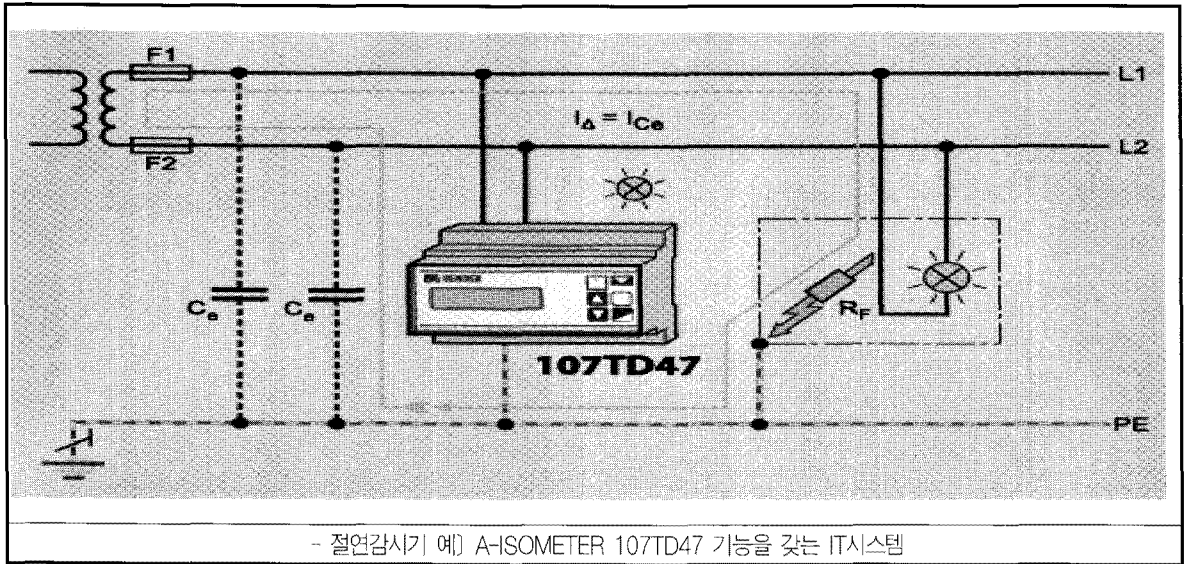
□ 관련 규정

- KS C IEC 60364-7-710.3.11에 의거한 특수 요구사항을 가진 의료 IT전력 공급시스템
- 시스템의 접지방식이 중성선을 인위적으로 접지하지 않거나, 혹은 대지와와의 사이에 고 임피던스를 유지하는 비접지방식(Un-Earthed)방식에 의한 전력공급 방식
- 특수요구사항- 감전 및 부하에 대한 보호를 위하여 의료용 절연 감시 장치를 설치하여 절연저항과 의료용절연변압기의 부하 및 고온을 의료진이 상주하고 있는 장소에서 계속감시 하도록 요구

□ 의료장소 전력공급의 4가지 필수요구사항

- 최초 절연장애가 발생될 경우라도 전력공급은 어떠한 보호기구의 트립에 의해서도 차단되지 아니 한다.
- 의료 전기기기는 기능을 계속하여야 한다.
- 장애전류는 치명적이 아니한 수준까지 감소되어야 한다.
- 전력공급 차단으로 인한 수술실 내에서의 공황 상태가 없도록 해야 한다.

□ 전기설비 기술기준, 판단기준 제249조 및 279조/ KS C IEC 60364-7-710 건축전기설비-의료장소

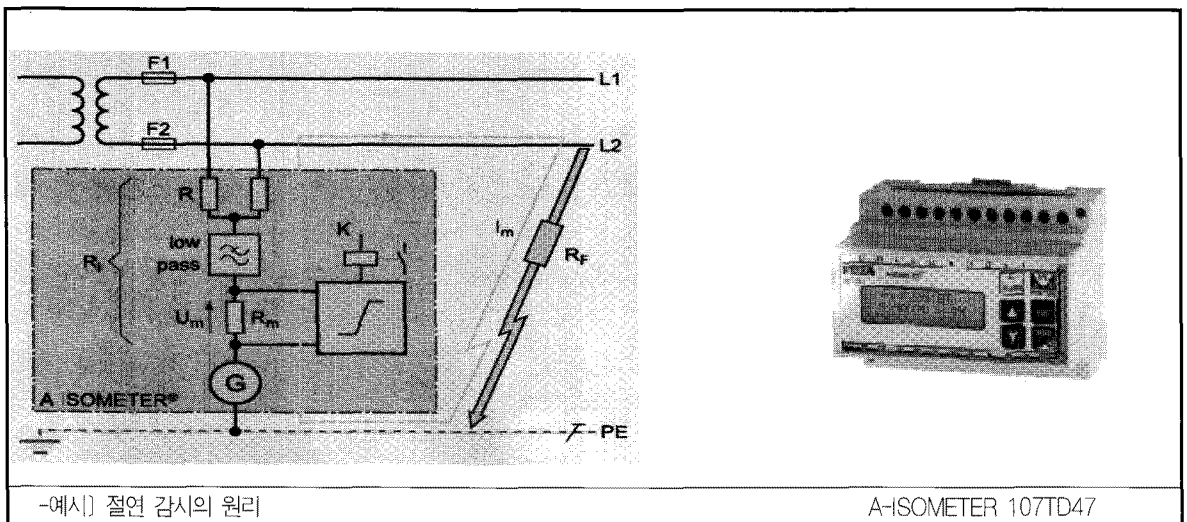


### 3.3 안전과 사전 정보를 위한 절연 모니터링 시스템(Insulation Monitoring System)

□ 관련 규정

- KS C IEC 60364-7-710 : 2002-11, 413.1.5와 KS C IEC 61557-8: 2007에 부합한 시스템
- 교류 내부임피던스( $Z_i$ )  $\geq 100(k\Omega)$ 일 것      • 측정전압( $I_m$ )  $\leq 1(mA)$ 일 것
- 측정전압( $U_m$ )  $\leq 25(V)$ 일 것                      • 절연저항( $R_w$ )  $\leq 50(k\Omega)$ 일 경우 경보할 것
- 테스트 기능을 가질 것

□ IEC 61557-8:2007, 부속서 B에 의거, 절연감지장치는 절연변압기의 부하와 온도를 감시할 수 있는 기능을 통합하고 있어야 한다.



□ 의료 IT 시스템의 구성

- 의료용 절연변압기- 의료 IT 시스템은 전력 시스템을 TN에서 IT로 전환시킴
- 의료용 절연 감시 장치- 절연저항과 절연변압기의 부하와 온도를 감시
- 원격경보표시기- 의료진이 상주하고 있는 장소에 설치되어 경보표시와 테스트 기능을 겸비

3.4 과부하를 대비한 부하 및 온도감시 모니터링 시스템(Load & Temperature Monitoring System)

□ 관련 규정

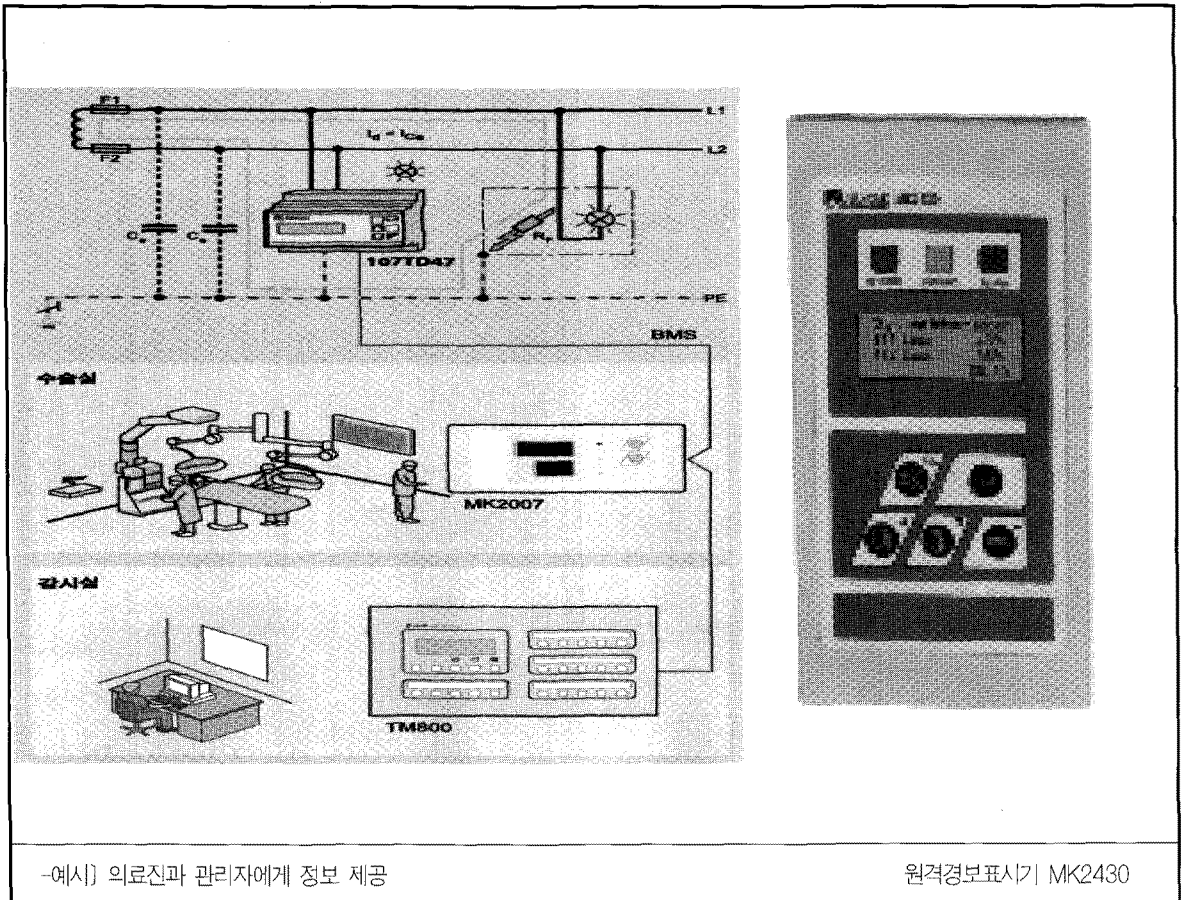
- KS C IEC 60364-7-710: 2002-11, 512.1.1와 512.1.6에 의거, 절연변압기의 정격출력은 0.5(kVA) 이상, 10(kVA) 이하이어야 하며,
- KS C IEC 61558-2-15: 2002에 적합한 의료용 단락 없는 회로를 증명하는 절연변압기를 사용
- KS C IEC 60364-7-710.413.1.5에 의거, 부하전류(load current)는 변류기(CT)를 통하여 모니터링 되어야 하며, 동시에 부하에 따라 상승되는 절연변압기의 온도는 각각의 권선에 내장된 PTC 저항에 의하여 과 온도를 모니터링 하여야 한다.
- 의료 IT 시스템 절연변압기 1차 측의 과전류 보호 기구는 오직 단락전류(short-current)에 대한 보호 목적으로 사용되므로, 과부하로 인하여 전원이 차단되지 않는다.

-예시) 부하 및 온도 감시 기능을 가진 IT시스템 의료용 절연변압기 ES710

### 3.5 테스트 가능한 원격 경보표시기(Remote alarm indicator and test combination System)

□ 관련 규정

- KS C IEC 60364-7-710.413.1.5에 의거, 의료 IT 시스템의 전원이 요구되는 중요한 의료장소에는 전기설비 상태에 대한 지속적인 정보를 알 수 있도록 의료진이 상주하고 있는 장소에 테스트 가능한 [원격경보표시기]를 설치하여야 한다.
- 원격경보표시기는 병원전기설비의 최신 정보를 시각적이고 청각적인 신호를 통하여 의료진에게 제공하며, 비록 최초장애(first fault)가 발생할 경우라도 전원공급은 유지된다.
- 또한, [절연감시장치]와 [원격경보표시기] 간의 정보교환은 각각의 기구에 내장되어 있는 통신 버스를 통해 정보교환이 필요하며, 원격경보기는 시스템 테스트 기능도 갖춰야 한다.
- 통신 솔루션(Communication solution)은 원격경보표시기 상의 모든 전원정보는 통신용 프로토콜 컨버터(TCP/IP)를 통한 [웹서버(Webserver)] 혹은 [병원 네트워크(LAN)]를 통하여 허가된 어느 PC에서도 전원상태를 알 수 있도록 구성할 수 있고, 라우터를 통하여 SMS 혹은 E-mail로도 통고를 받을 수 있다.



-예시] 의료진과 관리자에게 정보 제공

원격경보표시기 MK2430



### 3.6 그밖에 시스템(Other System)

- 절연장에 위치과약 시스템(IFLD:EDS)
  - KS C IEC 60364-4-413.1.5.4
  - KS C IEC 61558-제9부
- TN-S 시스템의 잔류전류 감시시스템
  - KS C IEC 60364-7-710.312.2
  - KS C IEC 60364-7-710.413.1.3
- 비상전력의 자동전환
  - KS C IEC 60364-7-710.313
  - KS C IEC 60364-7-710.556.5.2.1.1
- 의료IT를 위한 전원공급의 이중화, 자동전환
  - KS C IEC 61508-전기/전자 프로그램 안전-관련 시스템

### 3.7 향후 과제

필드버스 등 정보통신 기술을 이용한 네트워크 시스템의 적극 활용을 통해서 의료 IT 시스템의 운전 상태, 경고, 장애메시지를 신속하게 정보를 전달하고 조치를 취한다면, 의료 서비스의 품질이 향상되고 인력과 시간, 비용을 줄일 수 있다고 생각한다.

## 4. 맺음말

K대 병원은 학교법인 K대학교가 발주한 대형병원으로 설계사로는 한양전설(주)을 비롯하여 (주)범 건축 종합건축사사무소등 많은 디자이너의 땀과 열정으로 시작되어 2005년 준공된 건물이다.

주요 시스템 검토 과정에서, 수전용량, 수전설비인 입방식을 MOF 이중화 혹은 ALTS에 의한 절체방식, 비상발전설비, 예비 변압기설비, 정지형 혹은 회전형 UPS, 멸균 제조실 등 기구 형식, 통합용 베드 콘솔, 메디컬 플랜에 의한 전원공급설비 등 결정에 있어 많은 생각이 오갔던 프로젝트이다. 하지만 납품단계에서 한국전기안전공사에서 의료IT 설비에 적용된

전기시스템 적용에 대한 Issue를 제기하여 도면을 수정 한바 있어서 본 설계사례에 이 부분을 중점적으로 기술하게 됨을 양지 바란다.

병원시설의 특성상 향후 지속적인 부하 증설을 고려하여 충분한 전기실공간과 케이블 트레이 추가 설치 필요성을 설계단계에서 고려되어야 할 것이다.

### ◇ 저 자 소개 ◇



이덕영(李德永)\*\*

1962년 5월 19일생. 한밭대전기공학 졸업. 고려대학교대학원 전기공학과 졸업(석사). 1985~2011년 8월 더 한양 [구, 한양전설(주)]. 현재 (주)한양 케이앤이 상무이사.



최덕훈(崔德勳)

1955년 10월 24일생. 인천대학교 전기과 졸업. 동아자동차 공업(주) 공무부 시설팀 근무. 건국대학교 병원 시설팀장.



김영배(金永培)

1952년 6월 6일생. 고려대학교 기계공학과 졸업. 현재 영봉산업 ISOTROL KOREA 대표.

\*\*주편집인