



BIBLIOTECA

T
621.31924
A283

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"PROYECTO DE NORMAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EN
LOCALES ESPECIALES".

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

PRESENTADA POR:

CARLOS ^{Iuso} AGUILAR M. ^{vitor}



BIBLIOTECA

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.987



BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a todos y cada uno de mis profesores, quienes con sus sabias enseñanzas hicieron de mi persona algo útil para la sociedad y la patria.

Mi sincero agradecimiento al Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y al Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), bajo el auspicio de quienes se realizó el presente trabajo.



BIBLIOTECA

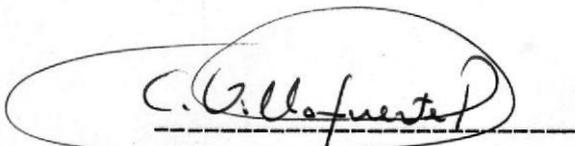


BIBLIOTECA

DEDICATORIA

- A MIS HERMANOS JORGE Y FREDDY:
a quienes Dios les ha premiado al
darles un alma blanca y pura.

- A MIS HIJOS ALBY, CARLOS, SERGIO
Y VERONICA:
por ser ellos quienes me impulsan
a seguir adelante.-



ING. CARLOS VILLAFUERTE

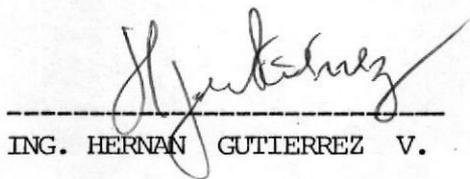
SUB-DECANO DE LA FACULTAD

DE ING. ELECTRICA.



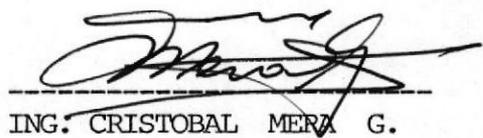
ING. ALBERTO HANZE BELLO

DIRECTOR DE TESIS



ING. HERNAN GUTIERREZ V.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. CRISTOBAL MERA G.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ES CUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la ESPOL).



CARLOS AGUILAR M.

R E S U M E N

La real importancia de reglamentar las instalaciones eléctricas se debe a que, siendo la electricidad un elemento de vital importancia en el desarrollo de un pueblo, ésta debe ser canalizada siguiendo o cumpliendo con los requisitos básicos que dicta un código.

Al realizar la revisión del código eléctrico ecuatoriano, me hice cargo de la parte pertinente a los locales especiales, sitios en los cuales pueden existir en un momento de terminado, un grupo numeroso de personas, las mismas que deben estar siempre protegidas de los posibles efectos destructivos ocasionados por la electricidad cuando ésta no es canalizada de una manera adecuada. Las normas para este tipo de instalaciones provienen en un gran porcentaje de la experiencia y de los resultados positivos o negativos de instalaciones realizadas en otras épocas y lógicamente - de esa buena o mala experiencia han nacido las normas para realizar las instalaciones en la forma más correcta. Así también las normas son producto de las diferentes pruebas de laboratorio que se realizan de manera constante en los diferentes productos destinados a formar parte de la conducción de la electricidad.

VII

Se ha considerado la instalación eléctrica en un hospital , por ser uno de los locales considerados como especiales, por albergar un número considerable de personas y por la complejidad de sus equipos requiere que se consideren estos edificios como tales.

La experiencia sobre estos tipos de instalaciones nos indica precisamente el cuidado que se debe tener en cada una de las diferentes instalaciones las mismas que son de diferente índole, puesto que van desde la correcta distribución de las luminarias en las diferentes áreas, la correcta red de comunicación interna, la instalación eléctrica para abastecer - las diferentes cargas de los variados equipos, hasta el correcto cálculo e instalación del infaltable equipo de emergencia con que debe estar dotado un centro destinado al cuidado de la salud.

Las normas para realizar las instalaciones eléctricas en todo tipo de edificio, deben ser implantadas de una manera urgente, puesto que existen locales que se encuentran prestando - servicio público y los mismos no presentan las más elemen- tales seguridades. Una vez implantado el Código Eléctrico en nuestro país se deberán dictar disposiciones que permitan - realizar inspecciones para verificar que las instalaciones - eléctricas, antiguas o nuevas cumplen con las disposiciones que el código indica. Estas disposiciones lo único que harán

será resguardar la vida humana y la propiedad en donde se han realizado las instalaciones.

INDICE GENERAL

	<u>Pag.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	IX
INDICE DE ANEXOS -----	XVI
INTRODUCCION -----	17
CAPITULO I	
LOCALES ESPECIALES -----	20
1.1. GENERALIDADES -----	20
1.2. SEGURIDAD -----	20
CAPITULO II	
TEATROS, CINES Y SALAS PUBLICAS -----	22
2.1. CAMPO DE APLICACION -----	22
2.2. INSTALACIONES -----	22
2.2.1. Acometidas -----	22
2.2.2. Canalización -----	23
2.2.3. Aislamiento de los conductores -----	23
2.2.4. Tableros de distribución -----	24
2.2.5. Tableros secundarios -----	24

	<u>Pag.</u>
2.2.6. Protección de los tableros -----	25
2.2.7. Control contra sobrecorriente -----	25
2.2.8. Reductores de intensidad luminosa -----	25
2.3. EQUIPO FIJO PARA EL ESCENARIO -----	27
2.3.1. Cargas de los circuitos -----	27
2.3.2. Candilejas -----	27
2.3.3. Cables para las diabras -----	28
2.3.4. Tomacorrientes en el escenario -----	28
2.3.5. Lámparas incandescentes -----	29
2.3.6. Tableros para la iluminación -----	29
2.3.7. Lámparas de arco -----	31
2.3.8. Cajas portátiles de tomacorrientes -----	32
2.3.9. Efectos especiales -----	33
2.3.10. Conectores para conductores flexibles -----	33
2.4. TABLEROS PORTATILES EN EL ESCENARIO -----	34
2.4.1. Alimentación -----	34
2.4.2. Protección contra sobrecorriente -----	34
2.4.3. Cable de alimentación -----	35
2.4.4. Construcción -----	35
2.5. PROYECTORES CINEMATOGRAFICOS -----	38
2.6. CONDUCTORES -----	39
2.7. LOCALIZACION DEL EQUIPO -----	39
2.8. MOTORES -----	39
2.9. EMERGENCIA -----	40

	<u>Pág.</u>
2.10. ESTUDIOS DE CINE Y TELEVISION -----	40
2.10.1. Campo de aplicación -----	40
2.10.2. Instalación fija -----	40
2.10.3. Protección contra sobrecargas -----	41
2.10.4. Lámparas portátiles -----	42
2.10.5. Lámparas en los cuartos de almacenar pelí- culas -----	42
 CAPITULO III	
3.1. LOCALES PELIGROSOS -----	44
3.1.1. Clase I -----	44
3.1.2. Clase II -----	45
3.1.3. Clase III -----	45
3.2. PRECAUCION ESPECIAL -----	46
3.3. DISPOSICIONES GENERALES -----	46
3.4. CANALIZACIONES -----	47
3.4.1. Alambrado -----	47
3.4.2. Sistemas de seguridad -----	48
3.4.3. Seguridad mecánica -----	48
3.4.3.1. AISLAMIENTO DE CONDUCTORES:-----	48
3.4.3.2. CIERRE HERMETICOS:-----	49
3.4.3.3. TUBERIA DE VENTILACION:-----	50

	<u>Pag.</u>
3.4.4. Seguridad Eléctrica -----	50
3.4.5. Seguridad contra accidentes -----	51
3.5. DISPOSITIVOS, EQUIPOS Y ACCESORIOS -----	52
3.5.1. Interruptores -----	52
3.5.2. Tomacorrientes -----	53
3.5.3. Lámparas -----	53
3.5.4. Motores y Generadores -----	54
3.5.5. Transformadores, condensadores, reostatos, acu- muladores y equipo similar -----	55
3.6. PARTES VIVAS -----	56
 CAPITULO IV	
4.1. INSTALACIONES ELECTRICAS EN HOSPITALES -----	57
4.1.1. Alcance -----	57
4.1.2. Definiciones -----	57
4.1.2.1. FUENTE DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA:	57
4.1.2.2. LOCALES DE ANESTESIA: -----	57
4.1.2.3. TOMACORRIENTES EN LOCALES DE ANESTE- SIA: -----	58
4.1.2.4. PACIENTE ELECTRICAMENTE SUSCEPTIBLE:	58
4.1.2.5. SISTEMA DE EMERGENCIA: -----	58
4.1.2.6. SISTEMAS ELECTRICOS ESENCIALES: ----	59
4.1.2.7. ANESTESICOS INFLAMABLES:-----	60

	<u>Pag.</u>
4.1.2.8. UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA:-----	60
4.1.2.9. DETECTORES DE LA TIERRA DE LA LINEA:	60
4.1.2.10. ESTACIONES DE ENFERMERAS:-----	60
4.1.2.11. BARRA DE PUESTA A TIERRA DE REFEREN CIA DE PACIENTES: -----	60
4.1.2.12. BARRA DE PUESTA A TIERRA DE REFEREN CIA DE CUARTO: -----	61
4.2. SISTEMAS DE ALAMBRADO -----	61
4.2.1. Puesta a tierra -----	61
4.2.2. Métodos de alambrado -----	62
4.3. SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA -----	62
4.3.1. Generalidades -----	62
4.3.2. Ramales de emergencia -----	63
4.3.2.1. RAMAL DE PROTECCION DE LA VIDA:-----	65
4.3.2.2. RAMAL CRITICO : -----	66
4.3.2.3. RAMAL DE DEFENSA DE LA VIDA: -----	67
4.3.3. Fuentes de energía -----	68
4.3.4. Conexión y desconexión - Protección contra - sobrecorrientes -----	68
4.4. ALAMBRADO Y EQUIPO EN AREAS PELIGROSAS -----	70
 CAPITULO V	
SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA A UN HOSPITAL -----	71
5.1. GENERALIDADES -----	71

	<u>PAGS.</u>
5.2. CONSIDERACIONES ECONOMICAS -----	73
5.3. ESTUDIOS ELECTRICOS PRELIMINARES -----	75
5.4. ESTUDIOS DE LA ILUMINACION -----	78
5.4.1. Generalidades -----	79
5.4.2. Necesidades visuales -----	79
5.5. ESTUDIO DE LA ILUMINACION DE LAS AREAS DE IMPORTAN- CIA -----	80
5.5.1. Salas de pacientes -----	80
5.5.2. Quirófanos -----	82
5.5.3. Laboratorio -----	84
5.5.4. Corredores -----	85
5.5.5. Otros ambientes -----	85
5.6. METODO DE CALCULO -----	86
5.7. RED DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES -----	91
5.7.1. Características -----	91
5.7.2. Capacidad de los circuitos secundarios -----	93
5.7.3. Caída de tensión permitida -----	94
5.7.4. Longitud de los circuitos -----	95
5.7.5. Tipos de conductores -----	96
5.7.6. Tipo de tubería -----	98
5.7.7. Método de cálculo de la red -----	98
5.8. RED DE FUERZA -----	102
5.8.1. Características de la red -----	102
5.8.2. Capacidad de los circuitos secundarios-----	103
5.8.3. Caídas de tensión admisibles -----	104

	<u>Pag.</u>
5.8.4. Tipos de conductores y tuberías -----	105
5.8.5. Método de cálculo -----	105
5.9. RED DE ALIMENTADORES -----	107
5.9.1. Características -----	107
5.9.2. Capacidad de los alimentadores -----	109
5.9.3. Factores de demanda y diversidad -----	110
5.9.4. Caídas de tensión y pérdidas en el cobre-----	114
5.9.5. Protección de los alimentadores -----	115
5.9.6. Tableros de distribución -----	118
5.9.6.1. INSTRUMENTO DE MEDIDA: -----	119
5.9.7. Estaciones de transformación -----	120
5.9.8. Sistemas de protección -----	121
5.10. PROTECCIONES ESPECIALES -----	123
5.10.1. Departamento quirúrgico y obstetrico-----	123
5.10.2. Electricidad estática y su control-----	126
5.10.3. Choque eléctrico -----	132
5.10.4. Sistema eléctrico aislado de tierra -----	135
5.10.5. Protecciones y seguridades adicionales-----	138
5.10.6. Equipos de Rayos X -----	140
5.11. SISTEMAS DE EMERGENCIA -----	141
5.11.1. Generalidades -----	142
5.11.2. Selección del sistema de emergencia -----	142
5.11.3. Circuitos del emergencia -----	143

	<u>Pag.</u>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	146
ANEXOS: TABLAS -----	149
BIBLIOGRAFIA -----	154

I N T R O D U C C I O N

La necesidad en el país de la existencia de un código eléctrico que rija las diferentes instalaciones de ésta índole, llevó al Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) con el auspicio del Instituto Ecuatoriano de Electrificación - (INECEL), a solicitar del concurso de estudiantes egresados de Ingeniería Eléctrica para que con sus experiencias en los diferentes trabajos realizados se dediquen a revisar, - consultar y elaborar un código eléctrico aplicable a nuestro medio.

De los diferentes capítulos de que consta dicho código, al autor del presente trabajo le tocó la revisión, investigación y elaboración del capítulo relacionado con la instalación eléctrica de locales especiales, entendiéndose como tales, aquellos que por su naturaleza están destinados a reunir en su interior a un número regular de personas, las mismas que deben estar protegidas bajo todo punto de vista.

El presente trabajo no se considerará como un texto de consulta para la instalación eléctrica en dichos locales si

no que constituye las exigencias mínimas para que ellas - se realicen con las seguridades debidas.

Debido a la casi falta total de Bibliografía sobre el tema a desarrollarse, se tomó en cuenta el texto del Código - Eléctrico Nacional (NEC/USA) así como también los trabajos sobre éste tema encontrados en los diferentes códigos so bre instalaciones eléctricas de los países latinoamericanos, considerando de manera especial las partes aplicables a - nuestro medio.

De suma importancia considero las entrevistas realizadas a los diferentes profesionales de la rama de Ingeniería Eléctrica, quienes con su experiencia y conocimientos ayu daron para el mejor desarrollo del presente trabajo.

Así también fueron muy importantes las visitas realizadas a los locales considerados como especiales, tanto en las ciu dades de Quito y Guayaquil, así como también a poblaciones de menor importancia, sitios en los cuales se encontraron - locales de esta naturaleza que en sus instalaciones eléctri cas no se apreciaba las seguridades debidas. Esto ayudó - mucho a la elaboración del presente trabajo.

En la práctica y aplicativa del trabajo consideré la insta

lación y el servicio eléctrico a un hospital, por ser es tos edificios los más característicos y complejos en lo que se refiere a la instalación eléctrica y que por el incremento de sus equipos de servicio para la salud humana requieren que sus instalaciones presten las seguridades debidas.

Se desea que el presente trabajo signifique un aporte - sustancial dentro del aspecto eléctrico del país.

C A P I T U L O I

LOCALES ESPECIALES

1.1. GENERALIDADES

Los locales especiales considerados en el presente trabajo son los que por su naturaleza, prestan servicio público y los mismos en determinados momentos - son centros de reunión de un grupo más o menos numeroso de personas. Se han considerado como tales los siguientes: Teatros y Salas Públicas; los proyectores cinematográficos y sus salas o cuartos de proyección; los estudios cinematográficos y de televisión; los hospitales y centros de salud pública y dentro - de este capítulo, la instalación de los equipos de - rayos X.

1.2. SEGURIDAD

Desde el punto de vista de la seguridad, los locales especiales tienen precisamente que presentar una con

fiabilidad en lo que respecta a las instalaciones - eléctricas, la misma que debe ser máxima y de acuerdo a la importancia y característica de los edificios. Esta seguridad que presentan las instalaciones depende de la calidad de mano de obra empleada, la misma que deberá ser calificada, así también depende de la responsabilidad en la supervisión por parte de los Ingenieros contratistas de la obra.

C A P I T U L O I I

TEATROS, CINES Y SALAS PUBLICAS

2.1. CAMPO DE APLICACION

Todas las disposiciones de este capítulo deberán - aplicarse en los edificios o partes de edificios - que se usen para exhibiciones teatrales, exhibiciones cinematográficas, auditoriums y más locales de esta índole que por su naturaleza deben considerarse como tales.

2.2. INSTALACIONES

2.2.1. Acometidas

Las acometidas para estos tipos de locales - serán de acuerdo a la carga instalada y se considerará una reserva que pueda abarcar - instalaciones futuras dentro del local .

La acometida deberá ser independiente y no pasará a través de otros edificios. Cuando la acometida requiera de grupos transformadores, éstos estarán localizados en bóvedas convenientemente aisladas y las mismas serán accesibles sólo a personal calificado.

2.2.2. Canalización

La canalización fija en los teatros, cines y salas públicas deberán realizarse en tubería metálica y la misma deberá estar empotrada en las partes en donde exista la posibilidad de hacerlo y estarán fuera del alcance de las personas en los sitios en los cuales no existe la posibilidad de empotrarla, como en el caso de los tumbados falsos.

2.2.3. Aislamiento de los conductores

Con la finalidad de proteger las instalaciones de posibles elevaciones de temperatura debidas a daños externos, los artefactos de alumbrado tales como las candilejas, las diabras, las lámparas portátiles y fijas deberán conectar

se con conductores cuyo aislamiento pueda - resistir temperaturas no menores a los 120°C.

2.2.4. Tableros de Distribución

Considerados los tableros de distribución como el corazón de las instalaciones, éstos deberán instalarse con las máximas seguridades y para su localización se deberá escoger lugares secos con la finalidad de proteger los diferentes equipos y elementos de la humedad que en determinados momentos puede ser causa de daños peligrosos dentro del mismo tablero así como también en el resto de la instalación. El frente de los tableros, sean estos principales o secundarios, deberán ser el tipo "frente sin tensión" que significa que el tablero está protegido de posibles contactos con materiales extraños. En este tipo de tableros solo aparece en el exterior las partes accionables manualmente, manteniéndose - las partes vivas aisladas.

2.2.5. Tableros secundarios

En los teatros y cines deberán existir tablele

ros secundarios para la correcta distribución seccionalizada de la energía eléctrica.

2.2.6. Protección de los tableros

Cuando existan tableros de distribución que tengan partes vivas descubiertas en su parte posterior deberán estar protegidos por medios apropiados como son las mallas para impedir el acceso de personal no calificado.

2.2.7. Control y protección contra sobrecorriente

En el tablero de distribución para las luces del escenario y en el tablero de la caseta de proyección, deberán instalarse los medios necesarios para el control y para la protección individual contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a los toma-corrientes del escenario o de los pasillos - que se empleen para conectar equipos portátiles.

2.2.8. Reductores de intensidad luminosa

Los reductores de intensidad luminosa, los -

mismos que son empleados para encender o apagar las luces de la sala o del escenario en una forma que no afecte a la vista humana , deberán cumplir con lo siguiente:

a. Desconexión de la alimentación:

Si los reductores de intensidad luminosa están instalados en un hilo del circuito no conectado a tierra, cada reductor deberá tener una protección contra sobrecorriente no mayor al 125 % de su capacidad normal y deberá quedar desconectado de todos los conductores sin conexión a tierra cuando el interruptor de alimentación está en posición de abierto.

b. Reductores del tipo de resistencia o reactor:

Estos tipos de reductores de intensidad luminosa podrán ser conectados a cualquier conductor del circuito. Las partes vivas de los reactores o resistencias deberán ser convenientemente aisladas para evitar contactos con materiales extraños.

c. Reductores del tipo autotransformador:

Los reductores del tipo de autotransformador deberán recibir energía de un circuito que opere a no más de 250 voltios en tre conductores. En el caso de estos re ductores, el conductor conectado a tierra deberá ser común para la entrada y la sa lida del autotransformador.

2.3. EQUIPO FIJO PARA EL ESCENARIO

2.3.1. Cargas de los circuitos

Los diferentes equipos de alumbrado como -
candilejas, diabras y las luces del proscenio
deberán disponerse de manera que ningún cir
cuito que alimente equipos independientes -
lleve una carga no mayor de 20 amperios.

2.3.2. Candilejas

Cuando en las candilejas no se emplea la -
construcción metálica para el canal de las
mismas, deberán ser alimentadas por salidas
individuales con portalámparas instalados en
conductos metálicos o del tipo metálico-fle-

xible. Los conductores que lleguen hasta la candileja para su alimentación, deberán ser soldados en los terminales de los portalámparas, con la finalidad de que los esfuerzos externos a que pueda estar expuesto el equipo de alumbrado no sea motivo de daños en el resto de la instalación.

2.3.3. Cables para las diablas

En este tipo de equipos de alumbrado, se deberá emplear cables del tipo multifilar en las partes en que sea necesario.

2.3.4. Tomacorrientes en el escenario

Los tomacorrientes destinados a la conexión de lámparas de arco deberán tener una capacidad no menor de 35 amperios y serán alimentados con conductores N° 6 AWG (16 mm^2). Los tomacorrientes destinados a la conexión de lámparas incandescentes deberán tener una capacidad no menor de 15 amperios y serán alimentados con conductores N° 12 AWG (4 mm^2). En la instalación de los tomacorrientes para las -

lámparas de arco e incandescentes se considera
rá el hecho de que estos equipos deben ser co
nectados en sus respectivos tomacorrientes, es
decir no serán interconectables. La disposición
de las espigas metálicas deberá ser diferente
para evitar que una lámpara de arco sea conec
tada en un tomacorriente para lámpara incandes
cente.

2.3.5. Lámparas incandescente

Este tipo de lámparas muy empleado en los tea-
tros y cines, deberán colocarse y protegerse -
de manera que estén a salvo de daños mecánicos.

2.3.6. Tableros para la iluminación

Los tableros para la iluminación, sean estos -
principales o secundarios, deberán cumplir con
lo siguiente:

- a. Deberán colocarse en sitios inaccesibles al
público o en su defecto deberán ir protegi-
dos en cajas metálicas con conexión a tierra.
En la mayor parte de los teatros estos tableu

ros están colocados a un costado del escenario, lejos del alcance de la gente. Estos tableros son accionados por personal calificado.

- b. En las salas del cinematógrafo, el tablero de las luces de la sala deberá ubicarse en la caseta del operador de los proyectores . En los teatros con funcionamiento de proscenio solamente, el control de las luces de la sala deberá colocarse cerca del proscenio. En los teatros con funcionamiento de proscenio y cinematógrafo, el tablero de control de las luces de la sala se colocará en la parte que corresponde al objeto que se destine el local con mayor frecuencia.
- c. En locales para teatro y cinematógrafo, si el tablero de las luces se ubica en la caseta del operador, sus líneas de alimentación deberán llegar a un tablero del proscenio , pasando por un interruptor general en serie con el interruptor del tablero de la caseta.
- d. El tablero del proscenio, además del interruptor y fusibles generales y de los accesorios

para cada circuito de iluminación deberá - llevar un interruptor y fusibles generales para todos los tomacorrientes del piso, así como también interruptores de grupo para - cada uno de los diferentes colores en las iluminaciones de efectos especiales. Estos interruptores deberán ubicarse ordenadamente junto a los circuitos del color correspondiente.

- e. Los tableros para el control de las luces colocados tanto en el escenario como en la caseta del operador de los proyectores, tendrá ubicación conveniente para el fácil manejo por parte del operador. Los interruptores serán del tipo de palanca y de construcción resistente.

2.3.7. Lámparas de arco

Las lámparas de arco deberán cumplir con lo siguiente:

- Construcción: las lámparas de arco portátiles deberán ser de una construcción resistente y de estructura metálica. Su construc

ción deberá ser tal que permita una buena -
circulación de aire y evite el escape de
chispas e impida que los carbones y las par
tes vivas hagan contacto con la cubierta me
tálica.

- Cajas: Las cajas para lámpara de arco que -
no sean de lente, deberá tener el frente -
equipado con un marco de puerta con bisagra,
provisto de una malla metálica o de vidrio.
- Aislamiento: para aislar el bastidor o la -
armazón de la lámpara de arco, deberá usar-
se mica u otro material similar.
- Interruptor: el interruptor que vaya monta-
do en el soporte de la lámpara deberá ser -
del tipo cerrado, que haga imposible cualquier
contacto accidental con alguna parte viva del
mismo.

2.3.8. Cajas portátiles de tomacorrientes

Las cajas portátiles de tomacorrientes deberán
cumplir con lo siguiente:

- Estarán construídas de manera que no esté descubierta ninguna parte que lleve corriente.
- La protección contra sobrecorriente estará instalada en el tablero.
- Cada tomacorriente deberá tener una capacidad no menor a 15 amperios.

2.3.9. Efectos especiales

Los dispositivos eléctricos usados para simular rayos, cascadas y otros efectos especiales, deberán construirse de manera que las chispas y partículas calientes no puedan tener contacto con materiales combustibles.

2.3.10. Conectores para conductores flexibles

Los conectores para conductores flexibles deberán evitar que los esfuerzos de tensión sobre el cordón se trasmitan a las conexiones.

2.4. TABLEROS PORTATILES EN EL ESCENARIO

2.4.1. Alimentación

Los tableros de distribución de la energía - que deban estar situados en el escenario deberán alimentarse únicamente desde salidas - instaladas especialmente para el objeto. Estas salidas consistirán de interruptores automáticos o de interruptores con fusibles en cerrados en cajas y accionados exteriormente.

2.4.2. Protección contra sobrecorriente

Los circuitos de los tableros portátiles que alimenten directamente al equipo que contenga lámparas incandescentes de base mediana , deberán tener dispositivos para protección - contra sobrecorriente de capacidad o ajuste no mayor de 20 amperios. Los circuitos para portalámparas de servicio pesado pueden emplearse si la protección contra sobrecorriente satisface las disposiciones dadas para - los circuitos derivados. Los otros circuitos deberán tener protección contra sobrecorriente con una capacidad o ajuste no mayor que -

la de la corriente requerida para la carga -
conectada.

2.4.3. Cable de alimentación

Los tableros portátiles, lámparas de orquesta, reflectores, pantallas y en general todo artefacto portátil empleado en el escenario de los teatros, serán alimentados con cordón flexible o de tipo multifilar. Las entradas de los cordones a las pantallas o reflectores irán eficazmente protegidas con conectores. Todos estos cordones o cables alimentadores deberán ser asegurados en sus extremos con grapas u otros dispositivos firmes, para evitar que el conductor sufra tensiones mecánicas.

2.4.4. Construcción

Los tableros de distribución portátiles que se empleen en el escenario deberán cumplir con lo siguiente en lo que respecta a la construcción:

- Cajas: los tableros deberán estar en cajas

de construcción sólida. Cuando el material de las cajas sea de madera, ésta deberá estar cubierta en su totalidad con láminas - metálicas resistentes a la corrosión.

- Partes vivas: Todas las partes vivas de - los tableros deberán quedar cubiertas.

- Interruptores: Los interruptores deberán - ser del tipo cerrado con accionamiento exterior.

- Protección de los circuitos: deberán instalarse dispositivos de protección contra sobrecorriente en cada conductor no conectado a tierra de los circuitos alimentados - por el tablero de distribución.

- Oscurecedores: los oscurecedores o reductores de intensidad luminosa deberán tener - sus terminales encerrados en cajas y colo- carse de modo que no sea posible hacer contactos accidentales con partes vivas.

- Los conductores de sección superior al N^o6 AWC (16 mm²) que vayan dentro de la caja -

del tablero de distribución deberán ser del tipo flexible. Cada conductor deberá poder conducir una corriente cuando menos igual a la capacidad del interruptor que alimente, exceptuando los conductores para circuitos de alumbrado con lámparas incandescentes - que tengan protección contra sobrecorriente hasta de 20 amperios.

- Lámpara piloto: Los tableros portátiles deberán tener una lámpara piloto dentro de la cubierta del tablero y conectarse al circuito de alimentación del mismo, de tal manera que cuando se abra el interruptor principal del tablero no se interrumpa la alimentación a dicha lámpara. Esta lámpara deberá estar conectada a un circuito independiente que tenga protección contra sobrecorriente de una capacidad o ajuste no mayor de 15 amperios.

- El tablero portátil deberá alimentarse por medio de un cable del tipo flexible o multifilas reforzado que termine dentro de la caja que encierra al tablero o en un interruptor automático o en un interruptor -

con fusibles, cualquiera de estos interruptores deben poderse operar desde el exterior de su tapa frontal. El cable de alimentación deberá tener capacidad suficiente para la carga total del tablero y se lo protegerá contra sobrecorriente.

- Disposición de los cables: los cables deberán protegerse con conectores en los lugares en que pasen por paredes móviles, para que no sufran esfuerzos de tensión las conexiones.

2.5. PROYECTORES CINEMATOGRAFICOS

Los proyectores cinematográficos y los lugares en los cuales estos están colocados son considerados como lugares peligrosos o especiales por ser equipos que por su naturaleza y funcionamiento deben ser tomados muy en cuenta en su instalación y mantenimiento.

En este capítulo se consideran los proyectores cinematográficos del tipo profesional los mismos que son instalados en los cines públicos. Estos equipos se deberán colocar en casetas incombustibles.

2.6. CONDUCTORES

Los conductores que alimentan a los proyectores ci nematográficos deberán ser los especificados por - los fabricantes de acuerdo a la capacidad de los - equipos.

2.7. LOCALIZACION DEL EQUIPO

Los grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reostatos y equipo análogo para la alimen tación o regulación de corriente a las lámparas de arco de los proyectores, estarán localizados en re cintos separados, cuando esto sea posible. Cuando dichos elementos deban ir dentro de la caseta, esta rán protegidos en forma que las chispas o los arcos no puedan entrar en contacto con las películas.

2.8. MOTORES

Los motores empleados en teatros y cines para el - accionamiento de telones y los grupos motor-generador para los proyectores cinematográficos deberán - ser del tipo totalmente cerrados y estarán encerrados en cuartos separados constru idos de material in combustible de tal manera que no pueda entrar com

bustible, ni pelusas, ni partículas volátiles. Estos locales serán convenientemente ventilados.

2.9. EMERGENCIA

En los teatros y cines deberá existir un circuito independiente para el alumbrado de emergencia, el mismo que servirá principalmente para el alumbrado de los pasillos, puertas y escaleras.

El circuito de emergencia podrá ser alimentado desde un grupo de baterías o desde un grupo generador.

2.10. ESTUDIOS DE CINE Y TELEVISION

2.10.1. Campo de aplicación

Los requisitos de este capítulo se aplicarán a los estudios de cine, estudios de televisión y lugares afines.

2.10.2. Instalación fija

Tanto en los estudios de televisión así como - en los estudios cinematográficos, la instalación de los diferentes equipos requiere de una gran cantidad de cableado para los diferentes

controles. Considerando esto, la instalación fija en estos lugares debe ser llevada en ca nastillas bajo el piso. En estos locales - existen por lo regular entablados sobre el piso normal, los cables deben ser pasados ba jo el entablado.

2.10.3. Protección contra sobrecargas

La protección contra sobrecargas deberán cum plir con lo siguiente:

- Alimentadores: Los alimentadores de las - subestaciones a los escenarios de filmación estarán protegidos por medio de dispositivos contra sobrecargas que tengan una capa cidad de transporte de corriente adecuada. Para los estudios de cine, la corriente de disparo para cada dispositivo protector de cada alimentador, estará de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes de los diferentes equipos.

- Alumbrado: Las luces de trabajo, lámparas de pie y aparatos de alumbrado, se conecta rán a la caja de tomacorriente por medio -

de enchufes con fusibles de una capacidad no mayor de 20 amperios. En los estudios de te le visión, las luces serán gobernadas desde - un tablero especial situado en la cabina de control de las cámaras y los controles de las luces tendrán protección independiente - para cada uno de los circuitos.

2.10.4. Lámparas portátiles

Para las lámparas portátiles deberá utilizarse portalámparas sin interruptor. El cordón flexible del portalámpara llevará el enchufe. El to macorriente deberá ser del tipo de fácil des conexión. El portalámpara deberá proveerse de un armazón para proteger la lámpara y de un - gancho, elementos de seguridad para la lámpara.

2.10.5. Lámparas en los cuartos de almacenar películas

En los cuartos de almacenar películas, las lámpa ras deberán instalarse en artefactos de alumbr ado provistos de globos difusores que sean impenetrables al vapor. Las lámparas deberán - controlarse con un interruptor polarizado instalado fuera del cuarto. Este interruptor de

Se rá desconectar de la fuente de alimentación a todos los conductores que terminen en cualquier caja de salida dentro del cuarto.

C A P I T U L O I I I

LOCALES

3.1. LOCALES PELIGROSOS

Dentro de la clasificación de locales especiales, se encuentran los locales que por su naturaleza son considerados como peligrosos.

Los locales peligrosos son clasificados de acuerdo a la importancia de sus instalaciones en locales peligrosos de la Clase I, de la Clase II, y de la Clase III.

3.1.1. Clase I

A esta clase de locales se agrupan aquellos lugares en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables y son considerados como principales - los siguientes: en donde se envasa o trasvasa

líquidos inflamables, los interiores de las -
casetas de esmaltado al duco, donde se emplean
disolventes volátiles inflamables, partes de
las plantas de limpieza y tintorería en las -
que se empleen líquidos peligrosos, salas gene-
radoras de gases y todos los demás lugares en
los cuales puedan existir concentraciones peli-
grosas de gases y vapores inflamables durante
el funcionamiento normal de las operaciones.

3.1.2. Clase II

Pertenecen a la clase II aquellos lugares que
se los considera como peligrosos debido a la -
presencia de polvo combustible o conductor de
la electricidad.

Los polvos metálicos de magnesio, aluminio y
bronce de aluminio son considerados particular-
mente peligrosos y se deberá tomar todas las
precauciones para evitar su ignición y explo-
sión.

3.1.3. Clase III

Pertenecen a la clase III de locales peligrosos

aquellos lugares en los cuales existe presencia de fibras volátiles o inflamables, entre los principales lugares se encuentran los siguientes: determinadas partes de las fábricas de rayon, algodón y otros productos textiles, plantas para el proceso y fabricación de fibras combustibles, máquinas desmontadoras de algodón, - plantas para el tratado de linos, plantas de fabricación de tejidos, plantas de carpintería.

3.2. PRECAUCION ESPECIAL

El propósito de este artículo es requerir una forma de construcción de equipo y de instalación que asegure la realización de los sistemas de seguridad en las condiciones de uso y mantenimiento adecuados. Por lo tanto se debe desarrollar un cuidado extraordinario en lo - que respecta a la instalación y mantenimiento.

3.3. DISPOSICIONES GENERALES

La instalación de canalizaciones y equipos eléctricos en locales peligrosos deberán cumplir con las disposiciones generales de este reglamento.

3.4. CANALIZACIONES

Las canalizaciones en los lugares peligrosos no deben ser del tipo empotrado.

Deberán ser tendidas en tubos metálicos, rígido o flexible, con uniones roscadas, cuyos terminales sean también roscadas y estén conectadas a cajas o accesorios.

Cuando haya gases inflamables o explosivos, las uniones, cajas y accesorios de la canalización deberán ser herméticas y a prueba de explosión.

Cuando haya polvo o pelusas inflamables, las uniones, cajas y accesorios deberán ser impenetrables por el polvo y las pelusas.

3.4.1. Alambrado

Cuando los conductores no estén dentro de canalizaciones metálicas, se utilizará cable tipo MI, que es un cable con blindaje metálico y aislamiento mineral.

3.4.2. Sistemas de seguridad

Para la instalación eléctrica en los locales - considerados como peligrosos, se deberáb considerar sistemas de seguridad mecánicas, eléctricas y contra accidentes.

3.4.3. Seguridad Mecánica

Dentro de las seguridades mecánicas se considera lo siguiente:

3.4.3.1. AISLAMIENTO DE CONDUCTORES:

El aislamiento de los conductores que se usen en lugares peligrosos deberá ser resistente a la acción de los gases o vapores a que pueden quedar expuestos.

En este tipo de instalaciones se emplea mucho el cable tipo MI, ya que - su aislamiento es estanco a líquidos y gases. Es un cable que puede ser usado en acometidas, alimentadores y derivaciones en este tipo de instalaciones.

3.4.3.2. CIERRES HERMETICOS:

Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones para evitar el paso de los gases, vapores o llamas de una parte a otra de la instalación - eléctrica. Estos cierres herméticos, se colocarán en las canalizaciones - que penetren a través de cajas para - interruptores, disyuntores, reles, resistencias, etc. Deberán colocarse - los cierres a no más de 50 centímetros de la caja del equipo o accesorio eléctrico. El compuesto empleado será preferentemente una masa aislante de naturalidad bituminosa, cuyo punto de fusión no deberá ser menor a 100°C. El espesor del compuesto aislante no será menos de dos centímetros.

Cuando sea probable que en los alojamientos, cajas o cualquier otro punto del sistema de canalización se acumule agua o cualquier vapor condensado, se colocarán medios aprobados para - evitar la acumulación o para permitir la extracción periódica de dicha agua o vapor condensado.

3.4.3.3. TUBERIA DE VENTILACION:

Las tuberías de ventilación para motores, generadores y demás maquinaria eléctrica o para cajas de aparatos eléctricos, serán de chapa metálica de un espesor - no menor de 6 milímetros o de otro material igualmente incombustible y resistente; además deberán :

1. Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio;
2. Tener rejillas en el extremo exterior para impedir la entrada de insectos;
3. Estar protegidos contra daños mecánicos y contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

3.4.4. Seguridad Eléctrica

Los interruptores, disyuntores, arranques de motor y los fusibles, incluyendo pulsadores, reles y dispositivos similares, deberán estar provistos de cajas metálicas que impidan la entrada - de gases o vapores explosivos, polvos o fibras combustibles.

En los lugares catalogados como Clase I, la caja metálica junto con el equipo eléctrico debererán ser a prueba de explosión.

En los lugares de la clase II y III, la caja - puede ser de uso general, impenetrable al polvo o fibras, pero los contactos deberán estar sumergidos en aceite o en su defecto la interrupción deberá hacerse en una cámara hermeticamente sellada.

3.4.5. Seguridad contra accidentes

Se debe poner avisos para advertir los lugares considerados peligrosos.

Debe existir en dichos lugares, sistemas apropiados de identificación de los materiales peligrosos.

Se debe revisar las instalaciones eléctricas - periódicamente y cambiarlas cuando se encuentren defectuosas.

Se debe conocer la capacidad de los circuitos - eléctricos para no sobrecargarlos al conectar -

equipos y aparatos eléctricos. Se deberá indicar el amperaje de los fusibles.

Siempre se debe colocar en los lugares más - apropiados extinguidores portátiles listos para ser usados en caso de incendio.

Los recipientes especiales destinados a almacenar líquidos inflamables, deben ser localizados en lugares alejados de cualquier fuente de calor y donde puedan estar convenientemente ventilados..

Es conveniente conectar a tierra todos los reipientes que contengan explosivos, para evitar las chispas por electricidad estática.

3.5. DISPOSITIVOS, EQUIPOS Y ACCESORIOS

3.5.1. Interruptores

Los interruptores deberán estar provistos de cajas metálicas aprobadas para locales peligrosos, tal como se dispone en lo relacionado a seguridades eléctricas.

3.5.2. Tomacorrientes

Para los lugares de la Clase I, los tomacorrientes deberán ser del tipo polarizado, con un conductor para conexión de tierra del cordón flexible o multifilar y deberán ser aprobados para estos lugares peligrosos, es decir, deberán ser a prueba de explosión.

Para los lugares de la clase II y la clase III, los tomacorrientes deberán ser de tipo polarizado, con un terminal para la conexión de tierra del cordón flexible o multifilar, y deberán ser a prueba de ignición de polvo.

3.5.3. Lámparas

Las lámparas deberán instalarse en artefactos de alumbrado cerrados, impenetrables a los gases, polvos o pelusas inflamables.

Deberán ser construídos de manera que en caso de que se funda la lámpara y se dañe el portalámpara, no pueda escapar chispas o material candente fuera de los aparatos de alumbrado.

En cada artefacto de alumbrado deberá marcarse claramente la capacidad máxima en vatios, de las lámparas que deban ser usadas en ellas.

Las lámparas y artefactos de alumbrado deberán ser colocados en sitios en los cuales no queden expuestos a daños mecánicos.

Los artefactos de alumbrado que sean colgantes, deberán estar suspendidos por tubos rígidos ros cados.

3.5.4. Motores y generadores

Los motores y generadores así como toda clase de maquinaria eléctrica giratoria que se instale en lugares peligrosos, deben ser del tipo to talmente cerrados.

En los lugares de la clase I, deberán ser impenetrables a los gases o vapores inflamables y deberán ser a prueba de explosión.

En los lugares de la clase II y de la clase III deben ser impenetrables a los polvos y fibras -

volátiles inflamables o explosivos.

En los lugares en los cuales la acumulación de polvos o fibras sea pequeña, y los equipos sean de fácil acceso para su limpieza, podrán usarse: 1. motores de tipo textil con rotor de jaula de ardilla; 2. maquinaria normal del tipo abierta en que los contactos deslizantes, centrífugos o cualquier otro mecanismo de cierre y apertura, estén dentro de cajas cerradas.

3.5.5. Transformadores, condensadores, reostatos, acumuladores y equipo similar

Los transformadores, condensadores, reostatos, acumuladores y demás equipo similar se instalará en lugares especiales separados de los lugares peligrosos.

Cuando existe polvo o pelusas inflamables deberán haber puertas de comunicación con el área peligrosa. Estas deberán ser del material incombustible y provistas de dispositivos especiales para impedir la entrada de polvos o pelusas inflamables al interior del local en donde se instalan estos equipos.

Cuando los transformadores y resistencias de mando se encuentran instalados en los motores, generadores u otros equipos, deberán ser provistos de cajas metálicas especiales aprobadas para los lugares en los cuales se estén usando.

3.6. PARTES VIVAS

En los lugares peligrosos no deberán existir partes vivas descubiertas.

C A P I T U L O I V

4.1. INSTALACIONES ELECTRICAS EN HOSPITALES

4.1.1. Alcance

Las disposiciones de este capítulo se aplicarán a las instalaciones eléctricas a realizarse en hospitales, clínicas y demás lugares de asistencia médica.

4.1.2. Definiciones

4.1.2.1. FUENTE DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA:

Es el caso de los generadores que se destinan para proveer energía durante la interrupción del servicio normal.

4.1.2.2. LOCALES DE ANESTESIA:

Son las áreas destinadas a la administración

tración de agentes anestésicos por inhalación, inflamables o no, durante exámenes o tratamientos; incluyendo salas de operación, salas de parto, salas de emergencia, salas de anestesia, corredores, y otros cuartos que se usan para inducir la anestesia con agentes anestésicos inflamables o no.

4.1.2.3. TOMACORRIENTES EN LOCALES DE ANESTESIA:

Son tomacorrientes destinados a ser utilizados en los locales en los cuales se induce anestesia. Estos tomacorrientes deberán ser del tipo contra explosión.

4.1.2.4. PACIENTE ELECTRICAMENTE SUSCEPTIBLE:

Es un paciente tratado con un conductor eléctrico exteriorizado, tal como una sonda, un cateter u otro electrodo conectado al corazón.

4.1.2.5. SISTEMA DE EMERGENCIA:

Es un sistema de alimentadores y circuitos ramales que cumplen con los requisi

tos de seguridad y de continuidad de servicio. Este sistema está conectado a una fuente de alimentación de emergencia por medio de un interruptor de transferencia y sirve para su ministrar energía eléctrica estrictamente a los locales que son vitales - para la protección de la vida y de la seguridad de los pacientes. Este sis tema debe entrar en servicio tan pron to se presente la interrupción del servicio normal de energía.

4.1.2.6. SISTEMAS ELECTRICOS ESENCIALES:

Son sistemas constituidos por fuentes de alimentación de emergencia, interruptores de transferencia, protecciones contra sobrecorrientes, tableros de distribución, alimentadores, circui tos ramales, controles de motores y todo el equipo eléctrico conectado, - destinados a proporcionar la continui dad de servicio eléctrico en lugares especificados, durante la interrupción del servicio normal.

4.1.2.7. ANESTESICOS INFLAMABLES:

Son gases o vapores tales como fluoreno ciclopropano, éter, etílico. Gases que pueden formar mezclas inflamables o ex plosivas con aire, oxígeno o gases re ductores como el óxido nitroso.

4.1.2.8. UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA:

Son los grupos de camas, cuartos o salas específicamente destinadas para pro porcionar tratamientos intensivo a pa cientes que son enfermos críticos.

4.1.2.9. DETECTORES DE LA TIERRA DE LA LINEA:

Es un instrumento de prueba diseñado pa ra controlar continuamente la impedancia a tierra.

4.1.2.10. ESTACIONES DE ENFERMERAS:

Lugares destinados a desarrollo de las actividades de un grupo de enfermeras - que atienden a los pacientes hospitalizados y reciben llamadas de los mismos.

4.1.2.11. BARRA DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA DE PACIENTE:

Es una barra terminal de puesta a tierra que sirve como unico punto para la puesta a tierra del equipo eléctrico - conectado a un paciente.

Así también es la barra para puesta a tierra de los muebles conductores o equipos que están al alcance del paciente o de cualquier persona que pueda tocarlo.

4.1.2.12. BARRA DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA DE CUARTO:

Es la barra terminal de puesta a tierra que sirve como único punto para la puesta a tierra de las barras de puesta a tierra de referencia de paciente y todos los otros metales y muebles - conductores, equipo y superficies estructurales del cuarto.

4.2. SISTEMAS DE ALAMBRADO

4.2.1. Puesta a tierra

Todas las superficies y equipos conductivos que

no transportan corriente, deberán estar puestos a tierra.

4.2.2. Métodos de alambrado

Con excepción de las partes de los hospitales - destinados a instalarse equipos de Rayos X o - equipos especiales que requieran que parte de sus cables conductores se localicen en forma aérea, toda la distribución de energía eléctrica se realizará por medio de tubería eléctrica metálica y ésta deberá ir empotrada.

4.3. SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA

4.3.1. Generalidades

- Los sistemas eléctricos de emergencia serán - obligatorios en los hospitales y clínicas de hospitalización.
- El sistema de emergencia consiste de dos partes: el sistema de emergencia en sí y el sistema de equipos. Estos sistemas deben ser capaces de alimentar un número limitado de -

los servicios de alumbrado y fuerza que se consideren esenciales para la protección de la vida, la defensa de la vía y el funcionamiento efectivo de las instalaciones, durante los tiempos de interrupción, por cualquier causa, del servicio eléctrico normal.

- Cada sistema de emergencia y sistemas de equipos deben tener capacidad y regimen adecuado para el funcionamiento de todo el alumbrado y de los equipos que alimenta.

4.3.2. Ramales de emergencia

- El sistema de emergencia puede estar compuesto de tres partes: el ramal de protección de la vida, el ramal crítico y el ramal de defensa de la vida. Estos ramales deben estar limitados a los circuitos de emergencia para el desenvolvimiento de las funciones específicas.
- Se debe exigir en todos los hospitales un ramal de protección de la vida y un ramal crítico.
- El ramal de protección de la vida se utiliza -

- para el alumbrado y los equipos de alarma, - que deben funcionar siempre para la protección de la vida durante las emergencias.
- El ramal crítico alimentará los equipos de alumbrado y los tomacorrientes en las áreas de tratamiento de pacientes críticos.
 - El ramal de defensa de la vida servirá únicamente sistemas de potencia u otros equipos - en áreas de pacientes eléctricamente susceptibles.
 - Los alimentadores del sistema de emergencia deben estar físicamente separados del alambrado normal y estar protegidos de manera tal que se reduzcan las posibilidades de interrupción simultánea.
 - El ramal de protección de la vida, el ramal de defensa de la vida y el ramal crítico de un sistema de emergencia, se tenderán en tubería metálica empotrada.

4.3.2.1. RAMAL DE PROTECCION DE LA VIDA:

El ramal de protección de la vida de un sistema de emergencia, alimentará los aparatos de alumbrado, los tomacorrientes y otros equipos que están relacionados con la protección de la vida, como se indica a continuación:

- Alumbrado de los medios de escape , tales como el alumbrado requerido - para corredores, escaleras y accesos a puertas de salida y de las vías - necesarias para llegar a las salidas.
- Señales de salida y signos direccionales.
- Sistemas de alarma, que incluye: alarmas de incendio ocasionadas en estaciones manuales, dispositivos de alarma eléctrica de circulación de agua relacionada con el sistema de regaderas y dispositivos automáticos de detención de incendio, de humos o de - productos de combustión.

- Alarmas requeridas por los sistemas usados para el bombeo de gases medicinales no inflamables.

- Sistemas de comunicaciones en hospitales, cuando estos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo la alimentación necesaria para el sistema local del teléfono.

- Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo el alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.

4.3.2.2. RAMAL CRITICO:

El ramal crítico de un sistema de emergencia alimentará solamente las áreas y las funciones que se indican a continuación, relacionadas con el tratamiento de los pacientes:

- Transformadores de aislamiento que alimenten lugares de anestesia.

- El alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados en: guarderías, lugares de preparación de medicinas, cuidados para recién nacidos, siquiatria, estaciones de enfermeras, salas quirúrgicas y obstétricas.

4.3.2.3. RAMAL DE DEFENSA DE LA VIDA:

- El ramal de defensa de la vida de un sistema de emergencia servirá solamente a los sistemas de potencia, en áreas de pacientes electricamente susceptibles y serán ubicados en las áreas indicadas a continuación:

Laboratorios de cateterización, unidad de tratamiento de las coronarias, cuartos de partos, unidades para dialisis, cuartos de tratamiento de emergencia, laboratorio de fisiología humana, unidades de terapia intensiva, salas de operación, salas de recuperación post-operatoria.

- Los sistemas de potencia en los lugares

res indicados anteriormente pueden -
alimentarse por un sistema de conti-
nuidad absoluta.

4.3.3. Fuentes de energía

- Los sistemas eléctricos esenciales deben tener al menos dos fuentes independientes de alimentación: una fuente normal que alimente generalmente todo el hospital y una fuente de emergencia para uso cuando el servicio normal está interrupto.
- La fuente de alimentación de emergencia estará formada por uno o varios grupos generadores - accionados por cualquier medio de arranque.
- Las características eléctricas de los grupos - generadores deben ser adecuadas para el funcionamiento de todo el alumbrado y de los equipos que deben ser alimentados.

4.3.4. Conexión y desconexión.- Protección contra sobre corrientes

- Se diseñarán los sistemas de emergencia y de

equipos de manera que, cuando ocurra una falla en el servicio normal de energía, los tableros de distribución del sistema de - emergencia y los interruptores automáticos o manuales con retraso conectados al sistema de equipos, pasen a ser alimentados por la fuente de emergencia.

- Los equipos automáticos de interrupción deberán estar aprobados para servicio de emergencia y estarán diseñados e instalados con los enclavamientos necesarios para impedir la interconexión de la fuente normal y de reemplazo, durante cualquier accionamiento de los equipos automáticos de interrupción.
- El ramal de protección de la vida, el ramal de defensa crítico y el sistema de equipos, estarán protegidos por dispositivos de sobrecorriente, de manera que la interrupción de servicio en otros sistemas, debida a una falla interna, no interrumpa la alimentación a otros ramales o sistemas.

4.4. ALAMBRADO Y EQUIPO EN AREAS PELIGROSAS

- Los cordones flexibles que sean utilizados en áreas peligrosas para la conexión de equipos portátiles , incluyendo las lámparas, serán de un tipo aprobado para trabajo extra pesado, de longitud amplia e incluirán un conductor adicional de puesta a tierra . Los equipos o lámparas portátiles tendrán un dispositivo para almacenar el cordón flexible.

- Los tomacorrientes y los enchufes de locales de anestesia en áreas peligrosas serán de un tipo aprobado para tales locales que son considerados como - peligrosos. Su instalación y protección deberá ser de acuerdo a las normas de instalaciones eléctricas en locales peligrosos.

C A P I T U L O V

SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA A UN HOSPITAL

5.1. GENERALIDADES

El presente trabajo es un estudio sobre las necesidades mínimas requeridas en las instalaciones eléctricas de los hospitales. En el estudio consideraré - los hospitales tipo "piloto", puesto que son estos tipos de locales los que deben considerarse de gran importancia en el desarrollo de los pueblos rurales, los mismos que hasta la fecha se han mantenido marginados de servicios tan indispensables como el del cuidado de la salud de sus habitantes.

En la actualidad, los sistemas eléctricos en los hospitales se están convirtiendo cada vez más exigentes, más complejos y más críticos. Esto es debido en parte a las grandes cargas requeridas y al incremento - del empleo de equipos médicos especializados para - diagnósticos, tratamientos y cuidados de los pacientes.

El diseñador de sistemas eléctricos para un hospital, no sólo debe considerar la normal distribución de la energía sino también debe considerar los problemas - que surgen en este tipo de instalaciones y que de - acuerdo a la experiencia de muchos profesionales, son problemas únicos los que se presentan en el diseño - de hospitales.

El diseño eléctrico de un hospital requiere de una - planificación muy cuidadosa, debiéndose considerar - no solo las necesidades del presente sino que se deberá considerar una posible y siempre necesaria expansión futura a corto o largo plazo. Las estadísticas indican un enorme crecimiento en los sistemas - eléctricos destinados al cuidado de la salud de un gran número de pacientes.

Dentro de la planificación de las instalaciones para hospitales, tienen gran importancia los puntos de vista y opiniones del cuerpo médico y ellos deberán ser consultados durante los estudios preliminares para la adecuada planificación de la instalación de - los diferentes circuitos de comunicación y señalización, principalmente entre departamentos.

Desde el punto de vista social, los hospitales son -

considerados como locales especiales, puesto que son destinados a acoger en su interior a un número considerable de personas, por esta razón los encargados del mantenimiento eléctrico y mecánico de los diferentes específicos equipos hospitalarios, deben ser personas calificadas para el efecto, ya que sobre ellos pesa una gran responsabilidad que es la de mantener en constante funcionamiento todos los equipos para el mejor servicio de la sociedad. Paralelamente con la importancia del mantenimiento, se debe considerar la confiabilidad de la instalación eléctrica, la misma que redundará en un mejor servicio.

5.2. CONSIDERACIONES ECONOMICAS

El diseño de todo proyecto trae consigo las consideraciones económicas. Los hospitales pueden derivar sus fondos de diferentes fuentes, estas pueden ser provenientes de presupuestos destinados especialmente a este tipo de proyectos, o de donaciones independientes y públicas, las mismas que están presentes desde la inversión inicial.

Usualmente, un presupuesto será presentado por los encargados del proyecto, para la parte correspondien

te a las instalaciones eléctricas a ejecutarse. El diseñador eléctrico estará dentro del presupuesto y avisará a la parte interesada, sobre la factibilidad de ajustarse o no, al presupuesto presentado.

El hospital, en lo que concierne a las instalaciones, puede tener preferencias y un sistema de menor importancia puede no ser posible debido a restricciones de orden presupuestario. Estas preferencias deberán ser conocidas por el diseñador eléctrico, para poder realizar con tiempo los cambios convenientes.

Las consideraciones económicas deberán recibir una continua atención, no sólo durante la planificación del proyecto, sino también durante la ejecución del mismo.

Todas las decisiones no podrán ser tomadas por el cuerpo administrativo del hospital, ya que la parte correspondiente a la instalación de paneles, ductos, cables y el diseño de distribución será única providencia del Ingeniero Eléctrico. Sin embargo, los sistemas que afectan directamente al cuidado de los pacientes, deberán ser discutidos con el cuerpo hospitalario.

Cualquiera que sea el presupuesto presentado para - las instalaciones eléctricas, estas deberán ser realizadas de acuerdo a las normas de seguridad estalblecidas por el código eléctrico ecuatoriano.

5.3. ESTUDIOS ELECTRICOS PRELIMINARES

El diseño de todo sistema eléctrico empieza desde - el punto del servicio eléctrico, En la mayoría de los casos, este es el punto de entrada de servicio al edificio. Sin embargo debido a la gran demanda de confiabilidad del servicio eléctrico a los hospitales, se debe dar atención particular al diseño - del método para llevar la energía desde las líneas de distribución de la empresa proveedora de energía al punto de entrada de servicio.

Uno de los primeros pasos, cuando se está empezando el diseño preliminar, es el contacto con la compañía proveedora en el lugar del proyecto. El diseñador - eléctrico, para conseguir respuesta a sus preguntas, deberá preparar una información para ser entregada - a la empresa proveedora de energía. Entre las principales informaciones que se deben tomar en consideración están las siguientes:

- Carga estimada de alumbrado

- Carga estimada de motores
- Requerimientos de aire acondicionado
- Futura expansión posible
- Puntos de servicio que serán requeridos
- Características del voltaje deseado
- Número de camas en el hospital
- Requerimientos eléctricos especiales
- Plano indicativo de la localización del edificio.

El contacto con la empresa proveedora de energía es de suma importancia y obviamente muchos pensamientos deberán ser entregados al trabajo preliminar, considerando que la ausencia de alguna información traerá como consecuencia la tardanza en el trabajo.

Antes de tomar una decisión final en lo que respecta al diseño eléctrico, se deberán promover algunas reuniones. Estas decisiones no serán solamente relacionadas con la parte eléctrica sino también en lo que se refiere a la parte estructural del edificio, por los espacios requeridos para la localización de los equipos de entrada de servicio.

Un requerimiento básico del servicio eléctrico a un hospital es la confiabilidad del servicio mismo, por

que se trata de un local en el que se ejecutan muchos trabajos en aras de la salvaguardia de la salud de los pacientes. La confiabilidad en el servicio eléctrico a un hospital es tan importante que de acuerdo a códigos eléctricos internacionales, se requiere que todos los edificios de esta índole posean una fuente de emergencia de energía eléctrica, para alimentar ciertas partes específicas, cuando la fuente principal no está en funcionamiento normal.

Es muy importante conocer las estadísticas de años atrás de la empresa proveedora de energía, esta información ayudará a decidir si se necesitará más presupuesto para proveerse de una segunda alimentación y mejorar así la confiabilidad.

Las informaciones preliminares son de gran importancia puesto que ayudan a la decisión del presupuesto general.

Para una máxima confiabilidad, el servicio de los conductores de entrada al edificio, deberán instalarse bajo tierra, desde el punto de entrada a la propiedad. Aunque esto significará más gastos en la instalación, las líneas de alimentación no estarán expuestas a las malas condiciones del tiempo.

El servicio primario o secundario de alimentación al hospital será seleccionado con el tiempo debido. El servicio primario requiere de un banco de transformadores exclusivo para el servicio del hospital y su instalación y mantenimiento corren por cuenta del hospital. Si la alimentación se la hace con servicio secundario, el hospital será abastecido desde un banco común a otros usuarios. Para el servicio de alimentación a un hospital se recomienda el servicio primario e inclusive se recomienda que para los equipos de rayos X, se utilice un transformador independiente, a pesar de que si el transformador general del hospital tiene la suficiente capacidad, los rayos X, pueden trabajar con el mismo transformador, aunque es recomendado que éstos sean conectados a diferente voltaje que la distribución general del hospital.

Es importante determinar en el diseño eléctrico, la probable y segura expansión futura y situar los transformadores y cables en tal forma que no puedan ser movidos.

5.4. ESTUDIOS DE LA ILUMINACION

5.4.1. Generalidades

Es de suma importancia considerar la correcta iluminación que se debe proporcionar a un hospital para obtener las mejores condiciones de alumbrado para el trabajo de los profesionales, de las enfermeras, del personal de mantenimiento y el bienestar de los pacientes.

5.4.2. Necesidades visuales

Las siguientes son las necesidades visuales requeridas para una iluminación normal en las diferentes áreas de un hospital.:

- Salas de pacientes:

Las salas de los pacientes, deben tener buena iluminación durante el día, sin causar incomodidad y sin dar carácter estimulante indebido al cuarto. Por la noche, el nivel de iluminación en estas salas debe ser bajo.

- Estación de enfermeras:

La estación de las enfermeras debe tener una buena iluminación local y una buena visibilidad de todas las partes del pabellón

bajo inspección.

- Laboratorio:

El laboratorio debe tener un nivel de ilumi
nación alto, principalmente en el plano de
trabajo deberá existir iluminación dirigida.

- Salas de Quirófano:

Los quirófanos deben tener un máximo nivel
de iluminación principalmente en el plano -
de trabajo.

5.5. ESTUDIO DE LA ILUMINACION EN LAS AREAS DE IMPORTANCIA

5.5.1. Salas de pacientes

La iluminación de la sala de los pacientes debe
ser buena puesto que: no debe molestar a
los pacientes, su intensidad debe ser adecua-
da y no deben existir contrastes con la ilumi
nación natural. Debe ser lo suficientemente
buena para permitir el trabajo eficaz de los
médicos y de las enfermeras en la observación
de los pacientes. Se debe considerar en es
tas salas, la iluminación nocturna la misma -

que debe ser adecuada para la hora del descanso y para facilitar los trabajos nocturnos de las enfermeras.

En las salas de los pacientes se considerará la iluminación general, la iluminación localizada y la iluminación de vigilia.

El nivel de iluminación que se considera adecuado para las salas de los pacientes, está entre 60 y 100 luxes y el tipo de iluminación más conveniente es el indirecto, utilizando luminarias que tengan una distribución del 85 % hacia arriba y más o menos un 10 % hacia abajo. El factor de rendimiento se debe considerar entre el 85 % al 90 %.

Como iluminación localizada se considera la iluminación para lectura, la misma que está situada en cada una de las camas de la sala. Esta iluminación es controlada por cada uno de los pacientes.

La iluminación de vigilia es de baja intensidad y está destinada básicamente para la orien

tación de las enfermeras en la oscuridad. Estas luces se las instala de preferencia a un nivel bajo de altura, con relación al suelo. La altura adecuada para su instalación es de 40 centímetros sobre el piso y deberá estar empotrada en la pared. El interruptor de estas luces estará localizado junto a la puerta.

5.5.2. Quirófanos

La iluminación general en los quirófanos debe ser lo suficientemente buena para facilitar el trabajo a los ayudantes del cirujano. Se debe considerar de suma importancia la no presencia de sombras ni de contrastes entre la iluminación general y la iluminación dirigida a la mesa de trabajo o de operaciones. Para que estos contrastes y sombras se eviten se considerará una iluminación general a un nivel alto.

En los quirófanos, se considerará como nivel adecuado de iluminación general entre 500 y 1.000 luxes. Para la iluminación dirigida en la mesa de operaciones, el nivel de ilumina-

ción está entre 18.000 y 100.000 luxes.

La distribución luminosa en la sala de quiróofano debe ser tal que no provoque deslumbramiento al incidir directamente en la vista - del cirujano. Por esta razón no se recomienda la instalación de luces en las paredes de la sala de operaciones.

La selección de las luminarias debe tener en cuenta la facilidad de mantenimiento y que - evite la limpieza diaria de las mismas. Un tipo recomendado de luminarias para el servio de iluminación de quirófanos son las luoces empotradas en el cielo raso con difusores de vidrio o plástico acrílico a ras de la suoperficie.

La lámpara de operaciones debe reunir las sioguientes características: intensidad luminosa, color adecuado, baja temperatura, capaciodad para moverse horizontal y verticalmente, amplitud de variación del foco, tamaño del campo luminoso, resistencia a la explosión ,

facilidad de limpieza y mantenimiento.

La selección de la lámpara quirúrgica se hace de acuerdo a las necesidades funcionales del tipo de operación, la altura del cielo raso, la existencia de equipos de rayos X, galerías de observación. Las preferencias de los cirujanos y las disponibilidades económicas intervienen en la selección final.

5.5.3. Laboratorio

La iluminación del laboratorio debe ser de tal naturaleza que facilite el trabajo que en él se realiza. Las cualidades necesarias para estos locales son : nivel de iluminación alto en el plano de trabajo, color de la luz corregido para la correcta apreciación de exámenes, ausencia de sombras y de deslumbramiento.

La iluminación dirigida en los sitios de trabajo que necesitan alto nivel se obtendrá mediante lámparas reflectoras incandescentes de mesa, conectadas a las salidas convenientes.

5.5.4. Corredores

Para estos locales, la consideración primordial es la seguridad, aunque al respecto es también factor importante. El espaciamiento entre los centros de las luminarias no debe exceder 1.5 veces la altura de montaje para mantener una buena uniformidad de la iluminación. Es recomendado que la iluminación de los corredores sea indirecta.

En todos los corredores la iluminación recomendada es la que se efectúa por medio de lámparas fluorescente, por el mayor rendimiento luminoso y la economía en la energía eléctrica consumida.

5.5.5. Otros ambientes

Para la iluminación de los cuartos de baño , servicios, vestuarios, escaleras y exteriores se recomienda el tipo de iluminación incandescente, considerando los niveles de iluminación requerido, la distribución luminosa y la economía inicial.

5.6. METODO DE CALCULO

Para la iluminación de los diferentes ambientes, uno de los métodos más empleados es el de los LUMENES.

El procedimiento consiste en determinar el nivel de iluminación que está de acuerdo con las necesidades visuales, escoger adecuadamente la iluminación y las luminarias deseadas las mismas que deben satisfacer condiciones específicas, por último, encontrar los factores que afectan la iluminación.

Por cuanto no todos los LUMENES emitidos por la luminaria llegan al plano de trabajo es necesario tener en cuenta un factor que relacione los dos flujos luminosos. Este factor es el conocido como "coeficiente de utilización" y considera el rendimiento y distribución luminosa de la luminaria, la altura de montaje, las proporciones del cuarto y la reflexión de las paredes, cielo raso y piso.

En este método se considera también el factor de mantenimiento y es el que da la pérdida de la emisión del flujo luminosos por el uso de las lámparas, por la acumulación de polvo en la superficie reflectora de la luminaria y la pérdida de la luz reflejada por

el polvo depositado en las paredes y en los cielos rasos. El factor de mantenimiento puede ser bueno, mediano o pobre, según la frecuencia de limpieza y el tiempo de servicio que prestén las luminarias.

Este método considera que las condiciones de instalación son tales que las luminarias emiten el flujo previsto. Factores como voltaje de línea, efecto de la temperatura, etc., deben tenerse en cuenta para comparar los niveles de iluminación medidos y calculados.

Como un ejemplo ilustrativo del método para el cálculo lumínico se presenta a continuación el cálculo de iluminación general de una sala de pacientes. La sala mide 6.30 metros de largo, 5,80 metros de ancho y su altura es de 2.95 metros. Escogemos el nivel de iluminación de 60 luxes, de acuerdo a las normas internacionales. El plano de trabajo lo consideramos a 0.70 metros sobre el nivel del suelo.

Para la iluminación indirecta, el índice del cuarto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice del cuarto} = \frac{3 \times \text{largo} \times \text{ancho}}{2 \times \text{alto sobre puesto de trab.} \times (1+a)}$$

Reemplazando los valores dados en esta fórmula, encontramos que el índice del cuarto es:

$$I.C. = \frac{3 \times 6.30 \times 5.80}{2 \times 2.25 \times (6.30 + 5.80)} = 2.01$$

Para el valor del índice del cuarto de 2.01, de acuerdo al manual de iluminación corresponde la letra "E".

Los valores de los coeficientes de reflexión, dependen del color de la pintura a emplearse así como también del acabado de la superficie. De acuerdo a las tablas, un color blanco tiene un coeficiente de reflexión de 0,80, consideramos este color para el cielo raso, el color gris tiene un valor para el coeficiente de reflexión de 0.30. Para el piso tomamos el valor acostumbrado y que es de 0.10. El color gris lo consideramos para las paredes del cuarto.

Elegimos como luminarias, focos incandescentes de 200 vatios con un rendimiento, según los fabricantes de 18.5 lumenes por vatio, que nos dan 3.700 lumenes por luminaria. De acuerdo a la luminaria seleccionada y los coeficientes de reflexión impuestos nos dan un valor para el coeficiente de utilización de 0.35,

valor que también se encuentra en las tablas de iluminación.

Para esta sala, consideramos un factor de mantenimiento de 0,60, pues considero que el mantenimiento de las luminarias será mediano.

Para el cálculo de las luminarias empleamos la siguiente fórmula:

$$\text{Número de Luminarias} = \frac{\text{Lúmenes x área}}{\text{lúmenesxlám.xcoef.de utiliz.xfact.de mant.}}$$

Reemplazando los valores en la fórmula, obtenemos:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{60 \times 6.30 \times 5.80}{1 \times 3.700 \times 0.35 \times 0.60} = 2.60 \text{ luminarias}$$

Consideramos que el número de luminarias será de 3, puesto que no podemos considerar decimales.

Considerando las tres luminarias, el nivel de iluminación sobre el plano de trabajo será de 64 luxes.

Considerando las tres luminarias, tendremos una po

tencia de 600 vatios para esta sala de ejemplo.

Para el mismo ejemplo, tomamos otro tipo de luminaria. Es el tipo de luminaria con tubos fluorescentes de 40 vatios cada uno. De acuerdo a los fabricantes el coeficiente de utilización es de 0.26.

Los demás factores permanecen los mismos. El valor de los lúmenes por tubo es de 2.700. Sustituimos, estos valores en la fórmula para encontrar el número de luminarias:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{60 \times 6.30 \times 5.80}{2 \times 2.700 \times 0.26 \times 0.60} = 2.60 \text{ luminarias}$$

Consideramos también que el número de luminarias debe ser de 3 y para este tipo de iluminación el nivel efectivo será de 69.4 luxes. La potencia necesaria para mantener este nivel es de 300 vatios, considerando dos tubos de 40 vatios en cada luminaria y una pérdida de 20 vatios en el reactor de cada luminaria.

El mismo método empleamos para encontrar el número de luminarias de cualquiera de los ambientes, considerando siempre el valor adecuado de los luxes para

cada ambiente y el tipo de luminaria a ser utilizado.

5.7. RED DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES

5.7.1. Características

El sistema aconsejado para nuestro medio en lo que respecta a la red de alumbrado y de tomacorrientes, es la alimentación trifásica a 208/120 voltios, distribuyendo radialmente las líneas eléctricas desde los tableros principales a los tableros secundarios donde se originan los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes.

Se ha considerado el voltaje de 208/120 por ser éste el standard para este tipo de instalaciones. El sistema será tetrafilar.

Los tableros secundarios se localizarán cerca de los centros de carga con el objeto de que los circuitos secundarios se distribuyan radialmente, evitando las longitudes excesivas. Se tomará en cuenta también que los tableros sean de fácil acceso para facilitar un mantenimiento adecuado.

Una consideración que hay que tomar en cuenta es que los circuitos de un tablero no debe ser mayor de 42 que es el máximo número para el cual se construyen normalmente los tableros standard. Al diseñar tableros que contengan más del número indicado de circuitos, tendrían que fabricarse tableros especiales para el número de circuitos planeado, lo cual encarecería el valor del mismo y traería consigo más gasto en lo que concierne a las barras generales y a los bornes de conexión.

Es aconsejable el uso de tableros con disyuntores del tipo termomagnéticos para la protección de los circuitos. Este tipo de protecciones tiene las siguientes ventajas: rapidez de reanudación de servicio en caso de falla, facilidad de cambio de los disyuntores en caso necesario, como son del tipo enchufables se hace innecesaria la suspensión del servicio del tablero. Este tipo de disyuntores tiene un costo inicial más elevado que el uso de fusibles, pero a la larga resultan más económicos y dan mayor seguridad de servicio. Los disyuntores del tipo magneticotérmico o termomagnético, co

mo se los conoce más comunmente, reúnen las ventajas de los térmicos simples y de los magnéticos simples en la protección contra sobrecargas y cortacircuitos, dan por lo tanto protección tanto para los circuitos como también para los aparatos conectados a ellos.

5.7.2. Capacidad de los circuitos secundarios

La capacidad de los circuitos secundarios de alumbrado será de 15 amperios y la carga de cada circuito no será mayor de 1000 vatios, tomándose en cuenta la caída de tensión, las pérdidas en el cobre y la previsión de futuros aumentos. La igualación de las cargas en los circuitos secundarios tiene además la ventaja de permitir una mejor distribución de las cargas entre las 3 fases para obtener un buen equilibrio. Los circuitos secundarios para aparatos generales serán también de 15 amperios y al igual que los circuitos de alumbrado estos tendrán también una carga máxima de 1.000 vatios.

Los tomacorrientes generales se considerará

cada uno con una carga de 200 vatios para determinar el número de circuitos. Los circuitos secundarios para aparatos de servicio medio serán de 20 amperios. Los circuitos secundarios para aparatos de servicio duro serán de 30 amperios de capacidad. Los aparatos que consuman más de 20 amperios deberán ser servidos por circuitos individuales para no tener secciones de conductores muy excesivas. Los circuitos especiales se calcularán con la intensidad nominal del aparato y se protegerán con disyuntores de la capacidad adecuada. En los tableros secundarios tanto para alumbrado como para tomacorrientes deberá haber un circuito de reserva por cada 5 circuitos instalados.

5.7.3. Caida de tensión permitida

La caída de tensión permitida en los circuitos secundarios es el 2 % entre el tablero y el centro de carga de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes. Las caídas mayores a este porcentaje se consideran antieconómicas y además producen bajos rendimientos

luminosos.

Una caída de tensión del 1 %, produce aproximadamente el 3 % de pérdida en la iluminación o emisión en las lámparas incandescentes. Una caída de un 5 % en la tensión produce aproximadamente el 16 % de pérdida luminosa. Por estos motivos, el mantenimiento de un voltaje - apropiado es fundamental para un adecuado rendimiento de las instalaciones de alumbrado.

La caída de tensión es también una de las razones de importancia para independizar completamente los tomacorrientes generales de los circuitos de alumbrado, evitándose así el parpadeo de las luces cuando funcionan aparatos conectados a la red de tomacorrientes,

5.7.4. Longitud de los circuitos

La longitud de los circuitos desde el tablero a la primera derivación de alumbrado o toma corriente, no debe exceder de 30 metros a no ser que la carga sea pequeña como para que la caída de tensión no sobrepase el 2 %, lo que obligaría a rebajar la carga establecida por

circuito a menos de 1.000 vatios.

Si la longitud de los circuitos resulta mayor que la indicada, es menester mover el tablero a un sitio más conveniente, o en su defecto , aumentar el número de los tableros.

5.7.5. Tipos de conductores

La selección del tipo de conductor debe hacer se de acuerdo a consideraciones técnicas, faci lidades de instalación económicas.

Las consideraciones de orden técnico que deben hacerse se refieren al voltaje de operación , a la capacidad de carga, a la temperatura y hu medad ambientales. Todos estos factores tienen su influencia en el tipo de aislante de los - conductores.

El aislante de los conductores para este tipo de instalaciones debe tener un espesor tal que mantenga sus propiedades aislantes hasta 600 voltios. La calidad del aislante debe ser tal que tenga suficiente flexibilidad para resis- tir la torsión y además, operaciones mecánicas

de instalaciones y servicio. La vida del aislante depende de la temperatura y el voltaje de trabajo.

En el tendido de las líneas es necesario que estas se mantengan alejadas de las tuberías de agua caliente y de vapor, para que la elevación de temperatura en los conductores no rebaje la capacidad de carga y no encarecer el costo de la instalación por tener que emplear conductores con un aislante más resistente.

El tipo de conductores recomendado para este tipo de instalaciones es el "T", puesto que tiene muchas ventajas sobre el conductor con aislamiento de caucho. Este tipo de conductor se lo puede emplear con gran confiabilidad en las instalaciones de alumbrado y de tomacorrientes generales. Además, este tipo de conductor se lo está produciendo actualmente en el país.

En ningún circuito, sea este de alumbrado o de tomacorrientes se utilizará alambre o con

ductor de un diámetro inferior al número 12 AWG.

5.7.6. Tipo de tubería

Los conductores estarán protegidos por medio de tubería metálica. Se aconseja el empleo de tubería de acero galvanizado del tipo pesado, a pesar de que tanto mano de obra como el material, son más caros que cuando se emplea el tipo liviano. Para aconsejar este tipo de tubería tomamos las siguientes consideraciones: la categoría del edificio exige que sus instalaciones sean de primera clase, la continuidad eléctrica a tierra es más eficaz, por tanto, la instalación eléctrica es más segura, la resistencia mecánica es mayor que la del tipo liviano, lo que la hace más apropiada para ser empotrada en losas pesadas, la resistencia a la acción normal del cemento es también mayor.

5.7.7. Método de cálculo de la red

Una vez que se ha seleccionado el tipo de cable a emplearse en los circuitos secundarios,

se debe hacer la selección de la sección necesaria para cada circuito. La sección del conductor depende de dos factores: la capacidad de carga del conductor y la caída de tensión permitida en el mismo.

La capacidad de carga del conductor es función de la temperatura máxima que puede soportar sin que se deteriore su aislamiento. Existen tablas que dan la carga máxima que pueden soportar los distintos tipos de conductores a una temperatura ambiental de 30° C., teniendo hasta 3 conductores por tubo. Para temperaturas superiores y para mayor número de conductores por tubo se deberán realizar las correcciones debidas.

Para determinar la sección de un conductor, el primer paso es determinar la corriente que va a circular por el conductor, la misma que depende de la potencia a transmitirse en el circuito. De acuerdo a la corriente que va a circular, por medio de tablas se encuentra el conductor apropiado.

Luego de terminar la sección del conductor

se debe comprobar si la sección determinada es suficiente para mantener la caída de ten si ón dentro de los límites permitidos. Si la sección no fuera la suficiente se debería aumentar la sección hasta que se compruebe, que la caída es inferior al límite.

Las magnitudes que se deben considerar para realizar el cálculo de la sección del con duc tor, son las siguientes:

P : potencia (en vatios, es la carga que se desea alimentar).

E : voltaje entre fase y neutro (voltaje de entrada).

e : caída de tensión (en voltios, pérdidas normales permitidas)

i : corriente (corriente que circulará por la línea).

r : resistencia (resistencia del conductor según material).

L : longitud del conductor al centro de - carga (en metros).

S : sección del conductor (en mm^2).

k : conductibilidad del cobre (según tablas precalculadas).

Todas estas magnitudes están relacionadas -
por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times L \times P}{e \times E \times k}$$

Suponiendo que la potencia de un circuito de un área cualquiera sea de 1.000 vatios, la tensión entre fase y neutro sea de 120 voltios y la caída de tensión admisible sea de 2.4 voltios, la longitud entre el tablero y el centro de carga sea de 20 metros, la sección del conductor será:

$$S = \frac{2 \times 20 \times 1.000}{2.4 \times 120 \times 57} = 2.44 \text{ mm}^2$$

El valor de 57 es el correspondiente a la conductibilidad del cobre. Para el valor encontrado de la sección, la sección más próxima - es la del conductor N° 12 AWG, la misma que es de 3.31mm². El conductor N° 12 AWG para - el tipo TW tiene una capacidad de conducción de corriente de 20 amperios. Considerando este tipo de conductor, la caída de tensión será:

$$e = \frac{2 \times L \times P}{S \times E \times k} = \frac{2 \times 20 \times 1.000}{3.31 \times 120 \times 57} = 1.75 \text{ voltios}$$

Este ejemplo muestra el procedimiento del cálculo. En la práctica la sección de los conductores se la encuentra por medio de tablas especiales conociendo la potencia, la tensión, la longitud del circuito y la caída de tensión deseada.

El método empleado en el presente ejemplo sirve para el cálculo de todos los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes generales.

5.8. RED DE FUERZA

5.8.1. Características de la red

La distribución de fuerza se hará desde tableros secundarios localizados cerca de los centros de carga. Los circuitos secundarios se derivan radialmente desde los tableros hasta las cajas terminales de fuerza. Los circuitos secundarios serán independientes por cada caja. Con esto se logra mayor seguridad en el servicio y menores secciones.

Los circuitos secundarios estarán protegidos por disyuntores termomagnéticos de la capacidad apropiada.

La red de fuerza incluirá a más de los circuitos trifásicos normales, los monofásicos y bifásicos de 30 amperios o más que alimenten equipos de estas características y que por el tipo de carga y uso, se considere necesario independizar de la red de tomacorrientes generales.

5.8.2. Capacidad de los circuitos secundarios

La capacidad de los circuitos secundarios de fuerza debe ser de diferentes valores, se consideran como estandar, 20, 30, 40, 50, 70 amperios de acuerdo a la potencia de los equipos a instalarse. Los disyuntores de protección serán monopolares, bipolares y tripolares de acuerdo a los circuitos que protegen.

La capacidad de transporte de corriente de los circuitos no deberá ser inferior al 125 % de la corriente de plena carga del motor

previsto, para evitar el sobrecalentamiento - que puede estropear el aislante del conductor y evitar también una caída de tensión mayor - que la permitida en el momento de arranque.

La elección de los disyuntores de protección de los circuitos de fuerza se hace de acuerdo a las características de la curva de tiempo - corriente. Los disyuntores deben tener una capacidad tal que pueda permitir el paso de la corriente de arranque mientras dura esta , sin abrir el circuito. En determinado tiempo deben pues soportar una sobrecarga que puede ser del orden del 400 al 700 y 800 % de la corriente de regimen según el tipo de los motores.

5.8.3. Caídas de tensión admisibles

Las caídas de tensión admisibles en los circuitos secundarios de la red de fuerza son del 1 al 1.5 %, lo que depende de la caída de tensión en los alimentadores de los centros - de distribución. Las caídas de tensión deben mantenerse dentro de los límites para garanti

zar el correcto funcionamiento de los equipos de fuerza.

5.8.4. Tipos de conductores y tuberías

Debido a que los circuitos secundarios de la red de fuerza están en locales húmedos, las tuberías serán de acero galvanizado tipo pesado.

5.8.5. Método de cálculo

La determinación de la sección de los conductores para los circuitos de fuerza es similar al método indicado anteriormente en la red de alumbrado y tomacorrientes. Determinada la corriente de plena carga que depende de la potencia del motor, del voltaje de línea, del factor de potencia y del rendimiento, se escoge la sección que tenga por lo menos una capacidad de 125 % de la corriente a plena carga.

Se comprueba luego que la caída de tensión para la sección encontrada se mantiene dentro - de los límites. La caída de tensión por reac-

tancia de la línea es también despreciable - en este caso, por la proximidad de los conductores dentro del tubo.

Un ejemplo mostrará a continuación el procedimiento seguido: se desea determinar la sección de los conductores para una máquina lavadora que tiene las siguientes características: potencia 5 HP, rendimiento 82 %, factor de potencia 0.85, voltaje 220:

La corriente de plena carga I será calculada así:

$$I = \frac{5 \times 746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.82 \times 0.85} = 14 \text{ amp.}$$

Los conductores deben tener por lo menos una capacidad de transporte de corriente del 125 % de esta corriente:

$$125 \% \text{ de } 14 \text{ amperios} = 17.5 \text{ amperios.}$$

Para este amperaje se requieren conductores N° 12 AWG.

De acuerdo con el porcentaje de caída de tensión admitido la máxima caída de tensión será de 2.2 voltios. Si la longitud del circuito es de 10 metros, la sección de 3.31 mm², del conductor N° 12 tendrá una caída de tensión (e) que se la calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{1.73 \times L \times I \times f.p.}{K \times \text{sección}} = \frac{1.73 \times 10 \times 17.5 \times 0.85}{57 \times 3.31}$$

$$= 1.33 \text{ voltios}$$

este es el valor correspondiente a la caída de tensión para el conductor N° 12 AWG.

5.9. RED DE ALIMENTADORES

5.9.1. Características

Los alimentadores de los tableros secundarios parten desde los centros de alimentación distribuidos en lugares apropiados en el edificio hasta cuando llegan las líneas principales desde el tablero general localizado en la casa de máquinas.

Se ha adoptado esta disposición de distribución para no tener muchos alimentadores excesivamente largos y de secciones relativamente grandes, que parten desde el tablero general a cada uno de los tableros secundarios, teniendo en cambio solo unos pocos alimentadores principales que llevan la energía de los tableros primarios a cada uno de los alimentadores. Cada uno de los alimentadores está protegido por su respectivo disyuntor contra sobrecargas y cortocircuitos. Los alimentadores serán monofásicos, bifásicos o trifásicos, de acuerdo a la magnitud de la carga, prefiriéndose desde luego los alimentadores trifásicos por conseguirse un mejor equilibrio de fases, secciones menores y mayor flexibilidad para futuros cambios. El tipo de aislamiento que tendrán los alimentadores debe ser del tipo R o el tipo T, y por lo tanto tienen mayor capacidad de conducción.

Los alimentadores irán protegidos en tuberías de acero galvanizado tratando de seguir los tramos más rectos posibles.

5.9.2. Capacidad de los alimentadores

La capacidad de conducción de cada uno de los alimentadores debe basarse en el número de circuitos que alimentan y en las cargas que se calcularán de acuerdo a lo siguiente:

- circuitos de tomacorriente generales de 15 amperios, 1000 vatios por circuito.
- circuitos de tomacorrientes de 20 amperios, 1.800 vatios por circuito.
- circuitos de tomacorrientes de 30 amperios, 3.000 vatios por circuito.
- circuitos especiales con la potencia prevista.
- alimentadores para más de un motor deberán tener una capacidad mínima del 125 % de la corriente de plena carga del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes de plena carga de los demás motores.
- circuitos de reserva de 1.000 vatios cada uno.

La capacidad que deben tener los alimentadores cuyas potencias se han calculado de acuerdo a lo indicado arriba, está afectada por los factores de diversidad y de demanda, circunstancia que permite calcular la sección del alimentador con una potencia menor o sea que aquel debe tener una capacidad de conducción menor que la requerida por la potencia nominal total del alimentador.

5.9.3. Factores de demanda y diversidad

El factor de demanda es la relación entre la demanda máxima efectiva y la carga conectada. Si todos los aparatos funcionásen simultáneamente y consumiesen su corriente nominal, el factor de demanda sería igual a la unidad o del 100 %. Normalmente el factor de demanda es inferior al 100 %. Existen dos causas principales que reducen el factor de demanda a menos de 1.0. La primera causa es que algunos aparatos consumidores son algo mayores que el tamaño mínimo necesario para usar unidades normales o proporcionar capacidad de sobrecarga, por tanto, consumen una carga menor que -

la nominal en condiciones normales. La segun da causa es que no todos los consumidores es tarán conectados al mismo tiempo. Esta se gunda causa se refiere a la diversidad entre las cargas individuales de un grupo y es la causa principal para que el factor de deman- da sea inferior a la unidad. En caso de te ner sobrecarga en un sistema, el factor de demanda será mayor que la unidad.

El factor de diversidad que es la relación - entre la suma de las máximas demandas indivi- duales y la máxima demanda del grupo de con sumidores, de la diversidad entre máximas de mandas. El factor de demanda puede referirse a cualquiera dos o más cargas separadas o puede incluir a todas las cargas de una par te de un sistema eléctrico o de todo un sis tema.

De la definición del factor de diversidad se observa que este es siempre mayor que la uni dad. Este factor se utiliza para determinar la máxima demanda resultante de la combina- ción de un grupo de cargas individuales.

Los factores de demanda y diversidad dependen de muchas circunstancias que los hace diferentes según los tipos de carga y las clases de servicio. De la observación de las demandas características de consumidores similares se ha establecido factores de demanda que se pueden utilizar en los cálculos.

En un edificio, la elección de los factores de diversidad apropiadas dependen de la diversidad dentro de un servicio, la diversidad entre un servicio y otro y el conocimiento del funcionamiento de los servicios en las distintas partes del edificio. Los factores de diversidad dependen también del número de cargas individuales, del factor de carga, características de las costumbres de los individuos, etc.

El factor de diversidad tiende a aumentar con el número de consumidores en un grupo, rápidamente al principio y más lentamente conforme aumente el número de consumidores.

Cuando el factor de carga de una carga individual es bajo, el factor de diversidad de un

grupo de cargas individuales similares, será alto. En cambio, cuando el factor de carga es alto, el factor de diversidad será menor. La diversidad también tiende a aumentar cuando las características de la clase de carga difieren.

La estimación correcta de los factores de diversidad reviste gran importancia para el cálculo de la carga total del edificio, de la cual dependen el diseño del equipo de control y protección de los alimentadores principales.

Con el factor de diversidad pequeño, dará un equipo y alimentadores de capacidad mayor que la necesaria y obligará a hacer una inversión económica excesiva e improductiva, dado que el equipo principal y los cables de alimentación representan un buen porcentaje del costo total de las instalaciones eléctricas.

La forma como se realiza la distribución eléctrica influye altamente en la diversidad.

Si las diferentes clases de servicio y las diferentes secciones del edificio se agrupan en un solo equipo de distribución se observa la máxima ventaja en cuanto a la diversidad se refiere. Si la distribución está tan dividida que cada clase de servicio se alimenta y se controla separadamente sólo se podrá considerar la diversidad dentro de esa clase de servicio con lo que el factor de diversidad será menor.

En el presente proyecto se ha hecho un estudio del funcionamiento de los distintos departamentos y servicios y una estimación de las cargas diarias que puede tener un hospital de acuerdo a sus necesidades y al método de operación, de allí se han calculado los probables factores de demanda y diversidad.

5.9.4. Caídas de tensión y pérdidas en el cobre

Las caídas de tensión admisibles en los alimentadores de los tableros de alumbrado y tomacorrientes generales son del 2 % desde la acometida hasta los centros de distribución de los

circuitos secundarios.

Los alimentadores para cargas combinadas de alumbrado y fuerza deben tener un caída de tensión igual que para las cargas de alumbrado. Caídas mayores son antieconómicas y a la larga son siempre más desventajosas - que reducir la caída con secciones mayores en los conductores.

La caída de tensión en los alimentadores de secciones grandes depende también de la - reactancia inductiva de los conductores, por esto los límites de caída de tensión deben calcularse de acuerdo con las impedancias - de los conductores.

5.9.5. Protección de los alimentadores

Los alimentadores deben protegerse contra - el flujo de corriente superior a su capacidad de conducción.

Los dispositivos de protección se colocan en un punto de abastecimiento del alimentador ,

esto es, en el tablero de distribución.

La selección de los disyuntores depende de algunos factores esenciales: voltaje y frecuencia del circuito; capacidad nominal de corriente; capacidad de interrupción a la corriente de cortocircuitos, condiciones de operación. En el presente proyecto se consideran disyuntores con un voltaje nominal de 240 voltios y 60 ciclos por segundo.

La capacidad nominal de corriente depende - de la carga que puede conducir continuamente el disyuntor sin efectuar el disparo de interrupción en el ambiente en el cual ha sido calibrado o diseñado.

La temperatura estandard es de 25°C.

Los alimentadores de alumbrado requieren - disyuntores cuya capacidad de corriente no minal esté de acuerdo a la capacidad de conducción del alimentador.

Los alimentadores de motores requieren de -

dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal de corriente no mayor que la mayor capacidad del dispositivo, de protección de cualquier motor más la suma de la corriente en plena carga de todos los motores servidos por el alimentador.

Otro criterio muy importante en la selección de los disyuntores y la protección de los alimentadores es la coordinación de selectividad de los disyuntores. Este criterio es fundamental en la seguridad del servicio eléctrico, mayormente tratándose de un hospital donde la continuidad de aquel es de primera importancia. La selectividad de los disyuntores debe ser tal que en caso de una falla solamente dispare el disyuntor más próximo a la falla, aislando el circuito o los circuitos alimentadores.

La coordinación de la selectividad depende de las características de tiempo - corriente de los disyuntores. Esto quiere decir que la elección de los disyuntores debe hacerse de manera que no coincidan las características de tiempo - corriente o sea que el tiempo de

disparo del disyuntor no sea el mismo en los diferentes disyuntores en serie, sino que su menor tiempo dispare el disyuntor más próximo a la falla, en un tiempo mayor el siguiente, etc., de modo que el último en disparar sea el disyuntor más cercano a la fuente de suministro. El tiempo de disparo no debe ser tan largo como para que la corriente que circula por el disyuntor, desde el momento de producirse la falla hasta que se interrumpe el circuito, destruye el disyuntor o los circuitos conectados en serie con el punto de falla.

5.9.6. Tableros de distribución

Características: Como el objetivo de los tableros es distribuir y proteger los alimentadores, sus características deben ser tales que cumplan estas finalidades. La localización y número de los tableros de distribución depende de las características del hospital, como son: número de pisos, separaciones de los diferentes servicios; desde el punto de vista eléctrico, la localización de los dife

rentes tableros depende de la magnitud de la carga, de la seguridad en la continuidad de servicio, de las caídas de tensión admisibles y además condiciones técnicas unidas a las condiciones económicas.

5.9.6.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA:

En las instalaciones eléctricas de los hospitales, se debe considerar, la necesidad de instalar instrumentos de medida como son: amperímetro, voltímetro y medidores de energía. La localización de los instrumentos de medida será en los tableros principales o generales.

Los voltímetros nos permitirán establecer si la caída de tensión está dentro del porcentaje admisible en estos tipos de instalaciones y de los cuales ya se ha hablado en el capítulo relacionado con la instalación de alumbrado y de los tomacorrientes.

5.9.7. Estaciones de transformación

CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES: Los transformadores a emplearse son del tipo de distribución para instalaciones en edificios. El tipo de aislante que se elige para estos transformadores es aceite en lugar de líquido incombustible, por razones económicas y por el peligro de inflamación para el hospital - que es reducido ya que los transformadores - van colocados en cámaras aisladas del edificio.

La característica más importante para la selección de los transformadores es la potencia. Los transformadores deben tener la capacidad necesaria para soportar la máxima carga que puede presentarse sin sobrecargas hasta que el punto que se llegue al límite de temperatura admisible.

Otra característica importante en la selección de los transformadores, es el porcentaje de - impedancia que es determinante de la capacidad que tiene un transformador para suministrar - corriente de cortocircuito. Un transformador de baja impedancia proporcionará en cortocir-

cuito una corriente mayor que uno de alta impedancia, lo que exigiría equipo de protección de mayor capacidad. Por otra parte, la caída de tensión es directamente proporcional a la impedancia del transformador por lo que desde el punto de vista de la caída de tensión, es preferible un transformador de baja impedancia. En la selección del porcentaje de impedancia del transformador es por tanto necesario un compromiso entre la baja y alta impedancia. Hay pues que elegir un transformador que tenga una impedancia tal que - por un lado no exija un equipo de protección muy costoso y por otro, que no provoque una caída de tensión exagerada que obligaría a aumentar mucho la sección de los alimentadores para mantener la caída dentro de los límites admisibles.

5.9.8. Sistemas de protección

Los transformadores deben tener protección - contra sobrecargas. Esta puede ser por medio de fusibles o disyuntores y puede estar en el primario o en el secundario. La proteccion

ción en el primario es la que más se acostumbra y según el código eléctrico no debe ser mayor del 25 % de la corriente primaria nominal.

Cuando la protección del transformador está en el primario se consigue también protección contra cortocircuitos en el secundario. El disyuntor del primero deberá estar sumergido en aceite.

Los transformadores pueden ser protegidos contra sobrecargas y cortacircuitos tanto en el primario como en el secundario, por medio de fusibles únicamente. Para esta protección se deberá tomar muy en cuenta tanto la impedancia del primario como también del secundario, ya que de acuerdo a estas impedancias deberá ser la capacidad de los fusibles.

El neutro de los transformadores y las partes metálicas de los campos se pondrán a potencial de tierra para protección en caso de falla del aislante o conexiones accidentales de las líneas primarias con las secundarias.

CAMARAS DE TRANSFORMACION: El objeto de las cámaras es aislar los transformadores y el equipo adicional del acceso a personal no calificado y confinar los incendios que puedan producirse por fallas de dichos aparatos.

En los códigos de instalaciones existe disposiciones específicas sobre su diseño. El diseño de una celda debe realizarse considerando las dimensiones mínimas requeridas por -- los equipos, los espesores recomendados para las paredes, techos y suelos, tipo de puertas de acceso y cerraduras, ventilación natural apropiada, mediante aberturas que ofrezcan el área mínima libre necesaria, drenaje que permita el desalojo del agua o aceite - que pueda acumularse en la cámara.

5.10. PROTECCIONES ESPECIALES

5.10.1. Departamento Quirúrgico y obstétrico

- a. Las salas de operaciones y partos de los hospitales son considerados como locales especiales. Esto se debe al empleo de gases anestésicos explosivos. Estos loca

les y los sitios en los cuales almacenan tales anestésicos requieren especiales - precauciones en sus diseños y en su utili zación si se quiere evitar accidentes en los cuales están en juego vidas humanas , así como también incalculables daños mate riales.

El problema de seguridad contra las explo siones en los ambientes de anestesia es eliminar los agentes combustibles o preve nir su inflamación.

- b. Hay muchas formas en que las mezclas de - los gases combustibles pueden inflamarse. Entre estas se pueden citar las siguien tes: fósforos encendidos, chispas provoca das por la electricidad estática, chispas de los motores eléctricos, chispas produ cidas por defectos en el sistema de alum brado eléctrico, chispas producidas por equipos eléctricos defectuosos, interrup tores, tomacorrientes y receptáculos, al tas temperaturas de materiales como calen tadores eléctricos y reverberos, bases de

lámparas de filamento, electrocauterio y cigarrillos encendidos.

Estadísticas autorizadas indican que la mayoría de las explosiones en ambientes de anestesia han sido causadas por chispas generales por la electricidad estática más que por cualquier otro agente de ignición. Un buen número de explosiones se han debido a electrocauterios y máquinas succionadoras, de acuerdo a estudios recientes algunas de las explosiones no clasificadas de eter se han debido probablemente a peróxidos de eter.

Los equipos no diseñados para usar en ambientes peligrosos e incluso los equipos - aprobados que se han vuelto defectuosos son fáciles de descubrir. Tales equipos deben ser reacondicionados o desechados. El descuido o la ignorancia del propósito de las medidas de seguridad es un problema del personal que trabaja en estos ambientes y debe ser remediado en cada caso.

De todas las fuentes de inflamación la electricidad estática se destaca por su capacidad para encender los gases y por ser difícil de controlar. Se ha logrado desarrollar un sistema para prevenir que las chispas de la electricidad estática inflamen los anestésicos. Esto exige costosas instalaciones en beneficio de la seguridad de las vidas humanas y la protección de costosas instalaciones.

5.10.2. Electricidad estática y su control

La forma en que los cuerpos llegan a adquirir cargas eléctricas en salas de operaciones es por contacto y separación de "inducción". La generación de cargas puede producirse por contacto y separación de diferentes materiales. Cuando un material está en contacto físico con otro material diferente, las fuerzas interatómicas son tales que hacen que los electrones se separen de sus átomos y se acumulen en la superficie del material que tenga constante dieléctrica más baja. Los respectivos contactos y sepa

raciones pueden producir dos resultados:

1. La carga generada continuará acumulándose hasta que la velocidad de dispersión de la carga iguale a la velocidad de generación;
2. El potencial de la carga llega a ser suficientemente grande como para romper el aislamiento de las capas de aire entre los cuerpos, escapando la mayor parte de la carga en forma de chispa, dependiente de la conductancia de los materiales.

Una carga puede ser inducida en un objeto - por otro que esté cargado en la cercanía. Tales cargas inducidas pueden distribuirse entre varios objetos cercanos dependiendo de sus posiciones relativas. Así como pueden estar altamente concentradas como en el caso - de una nube cargada que induce a una carga - opuesta en los objetos que están en el suelo, como las cimas de las colinas o los campanarios de las iglesias, etc. En las salas de operación altos potenciales pueden ser simi

larmente inducidos por otros objetos cargados en la vecindad.

La energía liberada en una chispa electrostática se determina por el voltaje y la cantidad de carga que fluye durante el intervalo que dura la chispa. La cantidad de corriente posible está limitada por la capacidad - del cuerpo cargado.

La energía total almacenada en un condensador cargado es numericamente igual a la siguiente expresión:

$$W = \frac{C \times V^2}{2} \quad \frac{V \times Q}{2} \text{ julios}$$

Expresión en la que:

C : capacidad en faradios

V : potencial de carga en voltios

Q : cantidad de carga en columbios

Para que una chispa electrostática active el mecanismo por combustión se requiere fundamentalmente una mínima cantidad de energía .

En los gases anestésicos mezclados con oxígeno en proporciones muy favorables para la combustión, la menor energía necesaria para inflamar algunos de estos gases es solamente alrededor de una milésima de un milijulio.

El control de la electricidad estática hasta el grado en que las chispas sean eliminadas o sean tan débiles que no puedan inflamar los gases anestésicos puede conseguirse reduciendo suficientemente el voltaje o la capacidad de los cuerpos.

La reducción del voltaje es la solución lógica del problema por que es fácil de controlar proporcionando un camino conductivo entre los varios cuerpos cargados. El otro factor, la capacidad de las personas y el equipo normal en las salas de operaciones no puede cambiarse apreciablemente. La mayor capacidad de cualquier persona o parte de equipos que puede esperarse en la sala de operación puede determinarse con buen grado de precisión. La capacidad varía desde cerca de 200 uf para una persona que yace en un colchón o en una

mesa de operaciones, a cerca de 1.500 uf para el anestesista sentado en banquillo metálico.

La máxima cantidad de corriente o la máxima cantidad de carga disipada por una chispa - electrostática está relacionada directamente con la capacidad del cuerpo cargado.

Sustituyendo valores en la fórmula dada, los mínimos voltajes para la inflamación al minijulio son alrededor de 3.000 y 1.100 voltios para 200 y 1.500 uf, respectivamente. Esto es suponiendo que los cuerpos cargados son buenos conductores y que practicamente toda la carga se disipa en la chispa de descarga. Es también posible que las capacidades de cuerpo similarmente cargados se sumen por contacto, de modo que la mínima energía de inflamación se obtenga con voltajes menores que los mencionados. Experimentalmente se ha logrado inflamar mezclas de gases con voltajes de 450 voltios utilizando capacidades considerablemente mayores que las encontradas normalmente en salas de operaciones. De aquí se deduce que potenciales de

carga de 450 voltios o mayores pueden ser pe
ligrosos en ambiente de anestecia bajo con
diciones anormales.

Frecuentemente se generan voltajes elevados con movimientos ordinarios como caminar, des
lizarse, manejo de objetos, rodamiento de equipos con ruedas, etc. El contacto y separación producido por una silla y la ropa de una persona que se levanta produce potenciales de carga que van de 5.000 a 1.000 voltios. Algunos voltajes producidos por el manipuleo corriente de un equipo de anestesia se han - medido y comprobado que van de 2.200 a 7.400 voltios.

El uso de materiales conductivos en los ambientes peligrosos impide que los potenciales de carga se acumulen hasta niveles peli-
grosos al permitir que las personas y los objetos están en constante contacto eléctrico uno con otro.

El piso más conductivo es el medio más con
veniente de proporcionar contacto eléctrico,

entre las personas y los objetos y deben ser instaladas en las salas de operaciones y en los corredores adyacentes y cuartos conectados directamente con estos.

El propósito de los pisos conductivos en las áreas de aproximación a las salas de operaciones y en los corredores es descargar electricidad estática de una persona y objeto , antes de su proximidad a un ambiente de anestesia con una carga lo suficientemente grande como para producir chispas.

De la experiencia en estas instalaciones, conocemos que un piso moderadamente conductivo es el ideal puesto que sirve para ambos fines, como medida de protección contra la electricidad estática y para proteger a las personas de las posibles sacudidas eléctricas.

5.10.3. Choque eléctrico

Se ha visto que un piso con una resistencia de varios megohmios es suficientemente buena para el control de la electricidad estática y que un suelo de baja resistencia pue

de presentar un peligro de choque eléctrico desde el sistema eléctrico. En pruebas de laboratorio se ha determinado que para la corriente alterna de 60 ciclos por segundo, la corriente media de percepción para el hombre y la mujer promedio es de 1,067 y 0.85 ma., respectivamente. También se ha comprobado que las corrientes que pueden soportar sin peligro son de 9 y 6 ma., para hombres y mujeres, respectivamente.

Para protección contra choques eléctricos - en el caso de sistemas de 60 ciclos puestos a tierra, donde una persona en contacto con un piso conductivo pueda tocar el conductor activo a través de una falla, el piso debe tener una resistencia lo suficientemente alta para limitar la corriente a un valor menor que la corriente de percepción, la resistencia del circuito para los sistemas de distribución del orden de 120 voltios, debe ser por lo menos 120.000 ohmios. Una resistencia de 20.000 ohmios serviría para limitar la corriente a un valor soportable para hombres y mujeres.

La National Fire Protection Association de los Estados Unidos, ha recomendado los límites superior e inferior para la resistencia del piso: límite superior, 1 megohmios que proporciona un razonable factor de seguridad contra el peligro de inflamación de las chispas; límite inferior, 25.000 ohmios como protección contra un grave choque eléctrico del sistema eléctrico de distribución de 120 voltios.

Aunque la resistencia de 25.000 ohmios en el piso no es suficiente para limitar la corriente de percepción, se ha escogido este valor por cuanto el piso conductivo es normalmente solo una parte del camino conductivo por el que fluyen las corrientes de choque. Normalmente el cuerpo de la persona y su calzado añaden una considerable resistencia a la corriente de choque. En muchos casos esto sería suficiente para reducir la corriente a un valor menor que el de percepción. Pero como no siempre la resistencia del piso y las resistencias intercaladas son suficientes, se requiere una protección adicional, la cual

es proporcionada por un sistema eléctrico - con el neutro no puesto a tierra.

Los pisos en las salas de operaciones están sujetos a condiciones severas que hacen variar ampliamente su resistencia eléctrica . La humedad afecta especialmente la resistencia del piso disminuyéndola notablemente. Es por esto, necesario disponer de la protección adicional indicada.

5.10.4. Sistema eléctrico aislado de tierra

La función del sistema eléctrico aislado de tierra es disminuir la posibilidad de choques eléctricos y la producción de arcos en caso de falla de aislamiento. Con el sistema funcionando adecuadamente, una persona - que use zapatos conductivos y esté sobre un piso conductivo y llega a tocar un conductor, no sufrirá una sacudida como sería en el caso del sistema eléctrico puesto a tierra. Si un conductor de un sistema aislado de tierra llega a ponerse a tierra por accidente o falla del aislante, el sistema fun

cionará como un sistema ordinario puesto a tierra. En este caso, la resistencia inherente del piso conductivo proporcionará - cierto grado de protección contra el choque. Por esto, un piso conductivo de alta resistencia y un sistema eléctrico aislado de tierra son complementarios para proporcionar protección contra los choques eléctricos . Sin embargo, con el propósito de obtener - protección contra la estática solamente se puede usar un piso conductivo de moderada - resistencia eléctrica, cuyos límites de variación se indicaron.

La forma de aislar el sistema eléctrico de las salas de operaciones y ambientes peligrosos del sistema eléctrico general del hospital que está a tierra, es mediante transformadores de aislación, cuyos primarios se conectan al sistema de distribución de baja tensión y de emergencia del hospital y sus secundarios alimentan los circuitos necesarios en los ambientes indicados. Los transformadores que se utilizan con este propósito son del tipo seco y deben colocarse fue

ra de los sitios considerados como peligrosos.

Los circuitos secundarios que están aislados de tierra requieren de dispositivos de protección en cada conductor por lo que el utilizar disyuntores termomagnéticos, éstos deben ser bipolares por cada circuito.

Por cuanto la puesta a tierra accidental de un conductor de un sistema eléctrico aislado de tierra, no interferirá con el funcionamiento del sistema pero introducirá un peligro - potencial de choque eléctrico, es absolutamente necesario que se incluya en el sistema un detector de tierra. Este indicador activará - señales audibles y visuales cuando exista peligro de choque eléctrico, con lo cual el personal técnico localizará y corregirá oportunamente la falla. Como el revelador del indicador de tierras tiene que conectarse a tierra para que funcione, necesariamente pone a tierra el sistema eléctrico a tal grado que depende de la resistencia efectiva de la bobina del relevador. Por seguridad contra el peligro del choque debido a esta conexión, la re

sistencia de la bobina operadora del detector de tierras debe ser lo suficientemente alta para limitar cualquier corriente de fuga a través de ella a un valor seguro e indicar cualquier falla a tierra que pueda producir corrientes de choque peligrosos. El límite de corriente recomendada a través de la bobina es de 2 miliamperios.

5.10.5. Protecciones y seguridades adicionales

Se ha indicado anteriormente las numerosas causas que pueden provocar la inflamación y explosión de los gases anastésicos y se ha indicado la forma de controlar la electricidad estática que es el mayor causante de los accidentes. Para que haya seguridad en estos ambientes peligrosos, es imprescindible tomar medidas adicionales.

Los receptáculos tomacorrientes deben ser del tipo aprobado contra explosiones. Así mismo, los interruptores de los circuitos de alumbrado deben ser aprobados para el objeto. Sin embargo se pueden utilizar accesorios de

tipo normal, cuando se desea buscar economía, pero se deberán instalar a una altura de 1.50 metros de altura sobre el suelo o más. Se recomienda la altura de 1.50 metros por ser una altura cómoda y más que nada se considera que a esta altura ya no existe el peligro de los gases anatóxicos puesto que estos por su mayor peso tienden a depositarse en el suelo o cerca de él.

Es imprescindible que haya ventilación en el sistema de tubería eléctrica de estos ambientes para que los gases que puedan haber penetrado se disipen naturalmente, eliminándose - el peligro. La ventilación general de estos ambientes juega un papel importante en el control del peligro de explosión, impidiéndose - la acumulación de los gases hasta un nivel - inadecuado.

Cabe mencionar que también el grado de humedad del ambiente es fundamental en el control de la electricidad estática. El grado de humedad recomendado es el 50 %, disponiéndose de una unidad de aire acondicionado se puede regular con mayor facilidad la humedad del ambien

te , de manera que a la vez que se consigue condiciones climáticas apropiadas se obtiene una seguridad adicional.

Es importante señalar aquí que todos los equipos que se utilizan en estos ambientes deben ser aprobados para tal o cual finalidad. Así mismo, el personal debe ser instruído sobre las medidas de seguridad que deben tomarse en estos ambientes. Debe haber absoluta coordinación en ellas por cuanto si estas no se cumplen de poco o nada servirá el haber realizado costosas instalaciones de protección.

5.10.6. Equipos de rayos X

En este párrafo se indican solamente las protecciones que deben tener las instalaciones de los equipos de rayos X y no las protecciones contra la irradiación de los citados equipos.

Cuando el proyecto incluye únicamente al diseño de las instalaciones del edificio no

se mencionan las diferentes condiciones que deben cumplirse para la instalación de los equipos de rayos X.

Como los equipos de rayos X funcionan con voltajes elevados, todas las partes metálicas que no conduzcan corriente deben ponerse a tierra para proteger contra las sacudidas que pueden ser mortales en caso de una falla.

Con este objeto se tenderá un hilo conductor conectado a tierra, al cual se le conectarán de la manera apropiada todas las partes metálicas mencionadas. Esta disposición se la hace para las instalaciones fijas de los equipos de rayos X. Los equipos portátiles utilizados en diferentes partes del hospital tendrán únicamente una toma de tierra para su conexión en el receptáculo adecuado que tiene borne de tierra conectado al sistema de tubería eléctrica que se encuentra también a tierra.

5.11. SISTEMAS DE EMERGENCIA

5.11.1. Generalidades

Es incuestionable de que un hospital disponga de continuidad en el servicio eléctrico para las funciones vitales que en él, se desarrollan y por el número cada vez mayor de aparatos médicos que funcionan con la electricidad. Es por tanto imprescindible diseñar un sistema de emergencia, que preste servicio en cuanto se suspenda el aprovisionamiento normal de energía por parte de la empresa proveedora del servicio. El sistema elegido debe ser seguro, económico y prestar un servicio eficaz.

5.11.2. Selección del sistema de emergencia

El sistema eléctrico de emergencia puede ser una doble acometida de la red primaria, en la que una cualquiera de las dos prestaría el servicio normal y en caso de falla de esta, la otra sería conectada.

Para que este sistema sea eficaz es necesario que las dos acometidas sean alimentadas

por lo menos de dos subestaciones de distribución diferente o mejor todavía de dos - fuentes de distintas generaciones.

Otro sistema de emergencia considerado útil en los hospitales es el uso de baterías de acumuladores. En este caso, la energía disponible se puede dedicar casi exclusivamente al alumbrado de emergencia ya que la mayor parte del equipo motorizado necesario - es de corriente alterna.

El tercer sistema que es el más utilizado cuando sólo se va a disponer de una sola - fuente de energía de emergencia, es un grupo generador a diesel o gasolina.

Dependiendo del grado de seguridad deseado y las disponibilidades económicas se puede diseñar diferentes combinaciones de sistemas de emergencia.

5.11.3. Circuitos de emergencia

Aunque no existen reglas fijas ni regulacio

nes precisas sobre la extensión del servicio eléctrico de emergencia, es indudable que éste debe abarcar únicamente los circuitos realmente vitales para el funcionamiento corrcto del hospital y no la totalidad de los circuitos. La selección de los circuitos de emergencia dependen también de circunstancias locales que pueden variar de un sitio a otro.

La Asociación Nacional contra Incendios de los Estados Unidos, así como publicaciones del servicio de salud pública, dan recomendaciones específicas sobre el alumbrado de emergencia de los Hospitales y es necesario seguirlos en todos los puntos que tienen aplicación al medio.

Los circuitos de alumbrado considerados fundamentales son los de las lámparas de las mesas de operaciones y del departamento quirúrgico y obstétrico, luces en las unidades pediátricas y de niños prematuros, salas de recuperación, estaciones de enfermeras, luces de circulación en los corredores, escaleras y salidas. Los equipos telefónicos, los

sistemas de llamadas a enfermeras, alarmas de incendio y altavoces deben ser alimentados por circuitos conectados al sistema de emergencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es indudable que la instalación eléctrica en un edificio destinado al servicio de la salud humana debe ser realizada con las seguridades más extremas puesto que de esto depende, en gran porcentaje, la confiabilidad de los equipos instalados para el servicio de la comunidad. Se han considerado en el presente trabajo, experiencias de Ingenieros Eléctricos extranjeros que de acuerdo a sus especialidades han realizado muchos trabajos de esta naturaleza en sus países, motivo por el cual se han ganado el derecho para informar sobre sus experiencias, por medio de revistas, libros, folletos y otros medios de comunicación, los mismos que en la actualidad nos sirven de guía en la realización de instalaciones de esta naturaleza.

Con el auge actual de la electrificación a nivel nacional considero que es de radical importancia dar una inmediata solución al problema de la salud del pueblo ecuatoriano, en especial al pueblo rural que se encuentra marginado de estos servicios de primer orden.

Las instalaciones de hospitales rurales deben realizarse al igual que los grandes hospitales con las debidas seguridades para que en realidad presten el servicio adecuado a la comunidad.

La parte correspondiente a la instalación en si del hospital, tratada en el presente trabajo puede ser tomada - como una guía puesto que corresponde a un estudio realizado de acuerdo a las necesidades actuales.

El Código Eléctrico Ecuatoriano ha sido revisado y se lo debe implantar como una obligatoriedad y las construcciones de toda índole deben regirse en lo pertinente a sus instalaciones eléctricas a las normas dictadas en dicho código, puesto que las mismas recogen la experiencia de instalaciones anteriores y en gran parte son producto de los estudios de laboratorios que estudian las diferentes partes que sirven para una correcta conducción de la electricidad.

Una vez implantado el Código Eléctrico Ecuatoriano, debe exigirse a todas las instituciones encargadas en otorgar permisos de construcción, que se respete el Código Eléctrico, en lo que a dichas instalaciones se refiere.

Al realizar este trabajo se espera haber contribuído a

las más elementales normas del cuidado de la vida de las personas y de los bienes materiales, puesto que las instalaciones eléctricas realizadas siguiendo las normas establecidas, se garantiza que han cumplido las exigencias mínimas para que las mismas se hayan realizado a satisfacción.

A N E X O S

TABLA N° 1

CLASIFICACION DE LAS TEMPERATURAS SUPERFICIALES MAXIMAS DEL MATERIAL
ELECTRICO PARA ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Los equipos eléctricos deberán llevar una marca que indique la clase (temperatura superficial máxima) a la que dicho equipo pertenece.

CLASE	TEMPERATURA LIMITE DE UTILIZACION °C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

TABLA N° 2

GRUPOS ATMOSFERICOS

En esta tabla se agrupan mezclas atmosféricas según sus características de peligro

GRUPO	CONTENIDO DE LA ATMOSFERA
A	acetileno
B	hidrógeno a gases o vapores de peligro equivalente. Tal como el gas del alumbrado.
C	vapores de éter etílico, etileno o ciclo propano.
D	Gasolina, haxan o nafta, bencina, butano, propano, alcohol, benzol, vapores disolventes de lacas o gas natural.
E	polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros metales de características así mismo peligrosas.
F	negro de humo, polvo de carbón o de <u>coque</u> .
G	harina, almidón o polvos de granos.

TABLA N° 3

TEMPERATURAS DE INFLAMACION DE GASES

Aqui se considera gases o vapores quimicamente puros y a la presión atmosférica.

GAS	TEMPERATURA DE INFLAMACION °C
Acetato de vinilo	385
Acetona	535
Anhidrido acetico	334
Benceno	560
Butadieno	430
Ciclohexano	259
Ciclobenceno	637
Dioxano	379
Etilbenceno	431
Heptano	431
Hexano	233
Isobutanol	408
Isooctano	411
Metilal	236
Ciclohexanona	419
Neptaleno	528
Nonano	205
Sulfuro de carbono	102
Tetradecano	201
Tetrahidrofurona	224
Tolueno	535
Tridorosilano	230
Xileno	528

TABLA N° 4

TABLA DE CONDUCTORES

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CORRIENTE, EN AMPERES PARA CONDUCTORES AISLADOS
DE COBRE

TAMAÑO A W G	AL AIRE LIBRE TIPO: R, RH, T	TRES CONDUCTORES EN CONDUCTO. TIPO: R, RH, T
14	20	15
12	25	20
10	40	30
8	55	40
6	80	55
4	105	70

TIPOS DE AISLAMIENTO

TIPO LETRA: TIPO DE AISLAMIENTO PARA UTILIZARSE EN:

R goma locales secos

RH goma resistente locales secos

al calor

T termoplástico locales secos

B I B L I O G R A F I A

AMICK, C.L., Manual de Iluminación fluorescente, Fluorescent Lighting Manual.

BOUST, W.B., Ingeniería de Iluminación, Illumination Enginneering.

JOLLY, L.B.W., Teoría y diseño de Equipos de Ingeniería de Iluminación.

NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE.

COLEMAN, DO'R, Coordination of Power and Comunitic Circuits for low - frequency induction.

CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO - INECEL.-



A.F. 141458