



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL
LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACIÓN**

**"ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA
APLICADO AL HOSPITAL DEL NIÑO DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL"**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACIÓN: POTENCIA

PRESENTADA POR:

PEDRO GALO TUTIVÉN LÓPEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.985

AGRADECIMIENTO

- **Al Ing. Alberto Hanze B., Director de Tesis, por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo.**
- **A los señores ingenieros de Eteco predios y residentes de la obra Hospital del Niño de la ciudad de Guayaquil por el sincero apoyo que me brindaron en todo momento.**

DEDICATORIA

- A la memoria de mis recordados padres (+)

Ing. Pedro Tutivén Pincay

Sra. Rosa López de Tutivén

- A mi esposa *Judy*

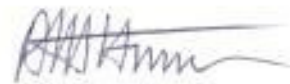
- A mis hijos: *Galito, Peter, Chistian y Judy*

Vanessa.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gustavo Bermúdez Flores
Sub - Decano de la Facultad de
Ingeniería en electricidad
Y computación.



Ing. Alberto Hanze Bello
Director de Tesis



Ing. Jorge Chiriboga Vasconez
Miembro principal



Ing. Jorge Flores Macias
Miembro principal

DECLARACION EXPRESA

“ La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**”.

(Reglamentos de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



Pedro Galo Tutivén López

RESUMEN

Esta tesis de grado está basada en el estudio del sistema eléctrico de emergencia y para que paralelamente es aplicado al proyecto del Hospital del Niño de la ciudad de Guayaquil.

En el contenido de este estudio se establecen los criterios y normas que deberán considerarse en cualquier proyecto eléctrico de hospitales en que se requiera de un sistema de emergencia bien planificado; así tienen los sistemas de equipo, sistemas críticos, consideraciones en su diseño, cuya introducción en nuestro primer capítulo se lo hace en una forma general y descriptiva.

También se ha detallado los criterios y consideraciones técnicas que se debe hacer en el anteproyecto eléctrico del hospital, como una guía de consulta en la que se pueda seleccionar los tópicos más adecuados de acuerdo a la magnitud de un sistema por sus equipos o en el campo de trabajo.

En lo que se refiere al cálculo y planificación de la carga eléctrica del hospital, se ha tomado no solo al sistema emergente, sino también al sistema eléctrico en general en la que se determinan factores para una adecuada distribución en sus circuitos ramales y alimentadores. Sin llegar a un análisis preciso de la simultaneidad de la carga y demanda, cumpliendo con las especificaciones contempladas por el NEC y las normas del EMELEC.

Considerando a las partes componentes del sistema eléctrico emergente como un sistema de suministro dado por el generador de emergencia, transformadores, interruptor de transferencias, alumbrado y tomas de poder para los equipos que son los más críticos, se ha estructurado para cada uno de ellos, la adecuada estimación de carga, confiabilidad, seleccionamiento, protección y recomendaciones.

Como se observará en el contenido de esta tesis, tiene una serie de curvas, tablas, gráficos que da al Ingeniero Eléctrico Proyectista, una herramienta para un rápido y adecuado seleccionamiento de acuerdo al tópico en que se analice, así por ejemplo, si se requiere seleccionar la capacidad del generador de emergencia, se expone los criterios de costos de equipos y de las cargas emergentes, más recomendados para su estimación.

Para la protección del ramal principal de generación, se ha realizado el cálculo de la corriente de falla para la selección del dispositivo disyuntor que protege contra cortocircuitos.

En el análisis descriptivo del interruptor automático de transferencia se establecen normas para un adecuado seleccionamiento con el conocimiento integral del equipo y sus partes que hacen del interruptor de transferencia de un equipo altamente confiable y selectivo, automático durante su funcionamiento. Además, se considera las pruebas de soporte para la confiabilidad del equipo con su correspondiente coordinación con los dispositivos de protección.

Los criterios de los sistemas con puesta a tierra y aislado describen la adecuada protección que se le debe dar al cuidado de los pacientes, como al personal como al personal que labora en el hospital que están en contacto con equipos o sistemas energizadores.

Con todos estos criterios y normas expuestas en esta tesis, se ha requerido llegar para quien hace proyectos eléctricos hospitalarios como un manual de consulta, permitiendo así una adecuada planificación operacional en el diseño.

INDICE GENERAL

RESUMEN	IV
INDICE GENERAL	IX
INDICE DE FIGURAS	XIV
INDICE DE TABLAS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

CAPITULO I

CRITERIOS Y NORMAS A CONSIDERARSE EN PROYECTOS ELÉCTRICOS DE HOSPITALES

1.1. GENERALIDADES	23
1.1.1. Descripción general del sistema	24
1.1.2. Sistemas eléctricos esenciales	27
1.1.3. Consideraciones preliminares al diseño eléctrico	28
1.2. FUENTE DE ENERGIA	29
1.3. SISTEMA DE EMERGENCIA Y EQUIPO HOSPITALARIO	30
1.3.1. Sistema emergente	30
1.3.2. Ramal de seguridad	32
1.3.3. Ramal critico	32

1.4. COORDINACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	
HOSPITALARIOASER CONSIDERADO EN SU DISEÑO	34
1.4.1. Consideraciones en su diseño eléctrico	34
1.4.2. Áreas al cuidado de pacientes	36
1.5. SISTEMAS ELÉCTRICOS EN CLINICAS O RESIDENCIAS	
DE CUIDADO	37
1.6. INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO	38
1.6.1. Características eléctricas	38
1.6.2. Clasificación y operación del interruptor de transferencia como parte del sistema	38
1.7. AJUSTE DEL GENERADOR Y MOTOR PRIMARIO EN EL	
SISTEMA EMERGENTE	40
1.7.1. Generalidades	40
1.7.2. Ajuste del generador con su carga pico – capacidad	42
1.7.3. Mantenimiento de temperatura, ventilación y batería del sistema de generación	42
1.7.4. Dispositivos de seguridad: Alarmas	44
1.7.5. Guías de mantenimiento	44
1.7.6. Inspección y Prueba	49
1.7.7. Circuito de emergencia, alumbrado y poder	50
1.7.8. Localización del conmutador	53

CAPITULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL DEL NIÑO

2.1. CRITERIOS GENERALES COMTEMPLADOS	53
2.1.1. Consideraciones técnicas	55
2.1.2. Consideraciones Generales	58
2.1.3. Cálculo y Planificación de la carga eléctrica	59
2.2. CALCULO Y PLANIFICACION DE LA CARGA ELECTRICA	63
2.2.1. Suministro eléctrico	80
2.2.2. Sistema de distribución	93
2.2.3. Sistemas eléctricos esenciales del hospital	106
2.2.4. Criterio de iluminación del sistema considerado	109
2.3. DETERMINACION DEL GRUPO EMERGENTE	114
2.3.1. Seleccionamiento de la carga emergente	114
2.3.2. Selección de la máquina generadora	119
2.3.3. Capacidad del generador	122
2.3.4. Selección del generador y su mantenimiento	124
2.3.5. Equipamiento de transferencia	125

2.4. PROTECCIÓN DEL GRUPO DE EMERGENCIA	126
2.4.1. Corriente de corto circuito y coordinación del sistema	128
2.4.2. Cálculo de protección de la corriente de cortocircuito	135
2.4.3. Característica corriente – tiempo en cortocircuito	145
2.5. CRITERIOS DE SISTEMAS ATERRIZADOS Y AISLADOS	
EN EL HOSPITAL	148
2.5.1. Sistemas con puesta a tierra	148
2.5.2. Sistemas aislados	157

CAPITULO III

SISTEMA AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA

3.1. CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL SISTEMA	
AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA	170
3.2. INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO	172
3.2.1. En la construcción del interruptor	173
3.2.2. Características y operación de los accesorios para ayudar mecánicamente al interruptor de transferencia en un sistema automático	177
3.2.3. Funcionamiento con características de servicio	186

3.3. COORDINACION DE LA PROTECCIÓN	193
3.4. CURVA Y DURACION DE SOPORTE DIELECTRICO	196
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	204
ANEXOS	213
BIBLIOGRAFÍA	231

INTRODUCCION

Este estudio está basado en el delineamiento de normas, criterios, pruebas y protección del sistema eléctrico hospitalario. Esto se ha realizado tomando proyección desde su sistema de generación normal y emergente, así como su interruptor de transferencia automático, y su sistema de distribución eléctrico, en general en los que se considera criterios de aplicación en áreas peligrosas y de mayor protección al cuidado de pacientes.

Para poder asociar estos criterios que serán aplicados no solamente en sistemas de casa de salud, sino en los demás proyectos con sistemas emergentes, como bancos, aeropuertos, laboratorios, etc., he realizado un estudio aplicativo en el Hospital de Guayaquil.

Como debemos conocer los que hacemos ingeniería eléctrica, estamos enfrentándonos a un progreso continuo de la ciencia médica y clínica, dependientes de aparatos eléctricos para la preservación de la vida de los pacientes, así como en operaciones cardíacas, circulación artificial de la sangre, pulsos eléctricos, succionadores rayos X, etc. En este estudio se toman determinaciones para una adecuada iluminación en áreas estratégicas, así como

las tomas de poder que consideran el aislamiento del neutro y protección de tierra, en determinados casos logrando de esta forma hacer el sistema eléctrico hospitalario, más integro.

En nuestro estudio aplicado y a desarrollarse en el Hospital del Niño, se ha tomado en cuenta crear una guía de mantenimiento para seguridad del sistema eléctrico de emergencia, así como la de una adecuada coordinación de protección, contra cortocircuito, sobrecargas, etc.

La selectividad en el análisis eléctrico de esta tesis me hace detallar la funcionalidad intrínseca del sistema de transferencia, tanto de sus partes, instalación y coordinación.

Tomando en cuenta la planificación eléctrica del Hospital del Niño, su distribución eléctrica, climatización, servicios varios, se ha podido proyectar normas y criterios, diagramación de instalación que serán de utilidad práctica al interesado que haga ingeniería eléctrica aplicados a sistemas emergentes.

CAPÍTULO I

CRITERIOS Y NORMAS A CONSIDERARSE EN PROYECTOS ELECTRICOS DE HOSPITALES

1.1.GENERALIDADES

El propósito de este capítulo, es el de dar a conocer las principales necesidades eléctricas que un hospital requiere y que le permita al ingeniero encargado del proyecto eléctrico, tener un conocimiento global de las diferentes áreas de tratamiento, así como el funcionamiento de los distintos sistemas de equipos a ser utilizados, sean estos de carácter civil, mecánico, sanitario, etc., ya que en conjuntos están involucradas en el diseño, instalación, operación y mantenimiento

con los sistemas eléctricos. De esta forma se logra proteger al sistema dándole mayor seguridad a la vida de los pacientes, en donde las interrupciones del servicio eléctrico, provocadas por factores internos o externos podrían causar peligrosas consecuencias.

Estas necesidades en partes están limitadas por el tipo de la fuente generadora de emergencia, ya que de acuerdo a su capacidad nos brindará funcionamiento al sistema de equipo que solo sea necesario en caso de desconectarse el servicio eléctrico normal suministrado por la Empresa Eléctrica del Ecuador E.E.E.

El alcance de las normas que en este capítulo se dan a conocer, en su mayoría fueron seleccionados de manuales, así como de las experiencias obtenidas en el Hospital del Niño de la ciudad de Guayaquil, las que posteriormente se pueden aplicar en todo proyecto eléctrico hospitalario, esto se extiende a clínicas o a residencias de cuidado intensivo en donde el servicio eléctrico deberá ser continuo y proveer seguridad a la vida de los pacientes.

1.1.1. Descripción General del Sistema

En este párrafo se da a conocer mediante descripciones generales los diferentes sistemas, equipos y localidades más importantes en una residencia hospitalaria normal como son los siguientes:

Fuente de energía emergente:

Comprende la instalación de uno o más generadores que suministrarán energía durante las interrupciones del servicio eléctrico normal.

Localidad anestésista:

Es un área en el que se administra algunos anestésicos de inhalación e inflamables, a esto se incluye las áreas de tratamiento y análisis como salas de operación, salas de parto, salas de emergencia, corredores de anestésistas y otras secciones que están relacionadas con este suministro.

Entre los anestésicos inflamables consideramos a ciertos gases como el fluoroxene ciclopropano, éter, divinil, cloruro etílico, éter y etileno que mezclada con el oxígeno del aire adquieren características explosivas.

Sistema de energía continua:

Es un sistema eléctrico independiente al de emergencia, con un suministro de energía en el que no se aprecia interrupción mayor al de un ciclo alternante (16 mseg). A este sistema se denominará también U.P.S. (Fuente de energía ininterrumpida)-

Rama crítica:

Es una derivación del sistema de emergencia que está conformado de alimentadoras y circuitos derivados por medio de los cuales se suministra

de energía a algunas áreas del sistema normal, dando de esta forma iluminación y energía a tomas de poder en determinadas áreas de servicio. También se toma en cuenta la parte que comprende la fuente emergente y que puede ser conectado por uno o más interruptores de transferencia.

Sistemas de Equipos:

Lo conforman las alimentadoras y circuitos ramales a las que están conectados por medio de relé sensores que darán una conexión manual o automática entre el servicio emergente y el servicio primario trifásico normal.

Sistemas eléctricos esenciales:

Está conformado por el generador de emergencia, interruptor de transferencia, relé de sobrecorriente, gabinete de distribución, alimentadoras, circuitos ramales, control de botoneras y todo equipo destinado a proveer un servicio eléctrico continuo durante la desconexión del mismo.

Restauración del servicio:

La restauración automática del servicio debe estar prevista para que la interrupción no dure más de 10sg., sobre todo en las localidades emergentes.

Monitor de aislamiento de líneas:

Es un equipo de prueba que mide y chequea continuamente la corriente de fuga como una medida de protección del contacto que pueda tener el cuerpo del paciente con ciertos equipos que están puestos a tierra y que hasta cierto punto pueden ser fatales.

Posteriormente en el Capítulo III, se lo describe más detalladamente.

Estación de Enfermería

Es un área de actividad en el que se desenvuelve un grupo de enfermeras, bajo la responsabilidad de una Supervisora, y que están al servicio de los pacientes, en donde se recibe el llamado de los mismos; además, funciona como notaria de enfermería, para preparación de medicamentos y su distribución. Estas estaciones están ubicadas en diferentes lugares del hospital.

Toma de puesta a tierra:

Se determina por la barra de puesta a tierra de los sistemas eléctricos, los que están conectados con los equipos, muebles, etc.

1.1.2. Sistemas eléctricos esenciales

Los sistemas eléctricos esenciales en un hospital comprenden aquellos, que son capaces de suministrar una cantidad limitada de energía para

alumbrados y tomas de corriente, a los que se considera como una medida de seguridad al soporte de la vida de los pacientes en caso de una operación; por ejemplo las salas de cirugía.

1.1.3. Consideraciones preliminares al diseño eléctrico

En un diseño eléctrico debe de tomarse en cuenta los espacios y lugares necesarios para localización de todos sus equipos, máquinas, etc.

La localización y construcción de las áreas en donde se instalarán los equipos, deberán estar donde exista la mínima interrupción del servicio eléctrico que fueran causadas por agentes externos, ya sean éstas fuerzas naturales como explosiones, inundaciones, terremotos o peligros causados por estructuras contiguas al área, así como incendios y cataclismos. En el diseño eléctrico se debe tomar en cuenta que en lo posible no se produzcan desconexiones del servicio normal, debido a una mala conexión interna por falta de propio equipo.

La alimentadora principal del sistema de emergencia debe ser totalmente protegida y separada físicamente del alambrado hospitalario normal, mediante ductos, previniendo así una destrucción simultánea como resultado de falla en una misma localidad. El alambrado del sistema de emergencia debe ser instalado de preferencia por medios de ductos

metálicos EMT, logrando así eliminar posteriormente efectos de interferencia por radio-frecuencias.

La fuente de generación normal dada por la empresa eléctrica como la del sistema de emergencia deben estar separadas por un bloque mecánico o eléctrico para que así no exista un funcionamiento simultáneo.

La ubicación del equipo automático de transferencia, así como del motor primario de emergencia, debe estar localizados en forma tal que brinden seguridad a todo el sistema hospitalario, los que están provistos de protección contra fallas externas e internas.

1.2.FUENTES DE ENERGIA

Un sistema eléctrico esencial debe tener por lo menos un mínimo de dos fuentes independientes de energía eléctrica siendo una de éstas la normal y la otra la emergente, dando así un servicio continuo.

La fuente de generación de energía emergente lo conforman tanto el generador, sus equipos y accesorios, así como controles de aceite, combustibles, relés, etc., para estar previstos a cualquier desconexión del servicio normal.

Las fuentes de energías deben ser combustibles, tales como la gasolina, diesel, etc., cuya selección depende del aspecto económico, facilidad de obtención del combustible y funcionalidad del mismo.

En el capítulo posterior (Ver Capítulo II.3), se expone más detalladamente sobre los sistemas de fuente de energía emergente.

1.3.SISTEMAS DE EMERGENCIA Y SISTEMAS DE EQUIPO HOSPITALARIO

Para estos sistemas se ha realizado la siguiente clasificación:

1.3.1. Sistema emergente

Algunas aplicaciones que dependen del alumbrado y tomas de poder para el cuidado de los pacientes están conectados a la red del sistema de emergencia dándole seguridad y continuidad al servicio eléctrico que el hospital requiere. Este sistema está dividido en dos ramales principales: el ramal de seguridad y el ramal crítico que funcionan conjuntamente con la fuente normal y la fuente emergente, el que automáticamente será restaurado en su funcionamiento al cabo de 1º seg., después de la interrupción. (Ver figura N° 1.)

A. Ramal de seguridad:

Comprende alumbrado de corredores, escaleras portales, tomas de corriente, de alarmas y equipos que son puestos al servicio de los pacientes.

B. Ramal crítico:

Este ramal suministra la iluminación y selecciona tomas de corriente de servicio los que funcionan sólo para el cuidado de los pacientes, como:

1. Transformadores de aislamiento sirviendo a la localidad de anestesia y su iluminación en general.
2. En áreas de cuidado de pacientes, la iluminación necesaria selecciona receptáculos en:
 - a. Enfermería infantil
 - b. Área preparación de medicamentos
 - c. Área de dispensarios y farmacias
 - d. Áreas seleccionadas para enfermería
 - e. Área de descanso de psiquiatría (puede ser omitido)
 - f. Estación de Enfermería (adecuada reducción de alumbrado de corredores)
 - g. Cuartos de tratamiento de cuidados intensivos
 - h. Salas quirúrgicas.
 - i. Laboratorios angiográficos- bioquímicos.

- j. Laboratorios de cauterización cardiaca.
- k. Unidades de cuidados coronarios.
- l. Sala de partos.
- m. Unidades de diálisis
- n. Áreas de cuartos de tratamiento de emergencia
- o. Laboratorios de Psicología humana.
- p. Unidad de cuidado intensivo.
- q. Salas de operación.
- r. Salas de recuperación después de operaciones.

1.3.2. Ramal al sostenimiento a la vida

Este ramal especialmente considera a todos los equipos como tomas de poder los que por su seguridad deben ser gobernados eléctricamente por un sistema UPS, dando así un servicio eléctrico continuo sin ninguna interrupción para el tratamiento de los pacientes. (Ver punto 2.3.5).

1.3.3. Sistemas de equipos

En este párrafo considero los sistemas de equipos que deben ser instalados y conectados en conjunto con la fuente emergente, la que nos dará una incorporación rápida y automática para el funcionamiento de los equipos en un tiempo tal que el generador se incorpore dando energía eléctrica al sistema de emergencia.

Los sistemas de equipos deben ser interconectados por cajas o conductos a través del alambrado eléctrico del servicio general.

A. Los siguientes componentes del sistema de equipos, que pueden ser ajustados para una restauración automática e instantánea son los que se describen a continuación:

1. Sistema central de succión al vacío, que sirve en funciones médicas y quirúrgicas.
2. Bombas de succión y otros equipos incluyendo el sistema de control y alarmas, que son necesarios para el funcionamiento y la seguridad de los apartados esenciales en una emergencia.

B. Los siguientes componentes como parte del sistema de equipo pueden ser ajustados para una conexión manual o automática con la fuente emergente.

1. Equipos calefactores que sirven para dar climatización a cuartos de pacientes, sala de cuidados intensivos y estación de enfermería.
2. Servicio de ascensores en los que se considera que alcanza a varios pisos, terrazas, garajes y que tenga relación con las salas quirúrgicas y de partos.

Todo esto debe incluirse así como su cabina de alumbrado y control para la señalización, los que serán energizados al interrumpirse el servicio normal de la energía eléctrica.

3. El suministro, consumo y sistemas de ventilación en laboratorios en donde se exhala humo, vapores o gases, salas de partos, enfermería infantil y tratamientos de emergencia en las que no haya ventanas o ductos de ventilación.

C. Los componentes de equipos que se describen a continuación permiten un ajuste si es necesario con relación a la capacidad de la fuente emergente, teniéndose entonces lo siguiente:

1. Selección del equipo que es de auto en clavamiento por calentamiento o controlado.
2. Otros equipos a ser utilizados en localidades tales como: cocinas, lavanderías, centros de radiologías y cuartos de refrigeración central.

1.4.COORDINACION DEL SISTEMA ELECTRICO HOSPITALARIO A SER CONSIDERADO EN SU DISEÑO

1.4.1. Consideraciones en su diseño eléctrico

Considerando que dos ramas son las más importantes en circuitos eléctricos hospitalarios, para un buen servicio del sistema de iluminación,

alarma y equipos de comunicación, se ha considerado que estas tengan su sistema de protección y transferencia con un funcionamiento adecuado, para que sean operados en cualquier instante durante las emergencias.

Estas ramas a considerarse son: la de sostenimiento de la vida y el ramal crítico.

La alimentadora principal del sistema de emergencia debe ser independiente de la alimentadora del sistema normal, así como su alumbrado y protección: lográndose de esta forma reducir la posibilidad de que exista una interrupción simultánea.

El sistema de iluminación a utilizarse en corredores, y terminales de salida de emergencia, debe ser considerado con la coordinación del sistema eléctrico normal, dándole una adecuada selección para que no existan fallas simultáneas en áreas anexas.

Dentro de las consideraciones en el sistema de iluminación debe tomarse en cuenta las señales luminosas de emergencia y direccionales así como las alarmas de incendio; las que están dispuestas a trabajar bajo estaciones manuales en diferentes áreas de la residencia hospitalaria.

Otra de las consideraciones que se debe tomar en cuenta en el diseño eléctrico radica en el sistema generador de emergencia, cuyo dispositivo o

alarmas al flujo de agua, aceite, gasolinera, nos prevea de un control del funcionamiento del generador. Debemos también tomar en cuenta sus detectores que son dispositivos de combustión, como alarmas requeridas para controlar el uso de gases médicos inflamables.

Los sistemas de comunicación, también deben ser considerados en la coordinación como carga de la fuente emergente, así también las centrales del sistema telefónico.

El alambrado y conexión mediante paneles, cajas, ductos de cada rama del sistema de emergencia deben ser independientes de los otros sistemas del servicio normal.

1.4.2. Áreas al cuidado de pacientes

Las áreas que tienen que ver con el cuidado de pacientes, deben estar provistas de una adecuada conexión cuyo funcionamiento reduzcan los peligros eléctricos que ocasiona el contacto del paciente con las superficies conductoras que no mantienen una adecuada diferencia de potencial.

Este peligro debe ser reducido en los equipos instrumentales que son utilizados y conectados en contacto directo con el cuerpo del paciente, como lo son los equipos de electro shock.

Las áreas en donde también se debe tener mayor consideración a estos peligros son las secciones de cardiología. (Ver sección 2.5).

1.5.SISTEMAS ELECTRICOS EN CLINICAS O RESIDENCIAS DE CUIDADO

Las características que son expuestas en este párrafo serán aplicadas en salas de cuidado, clínicas, en donde se mantiene un control en la entrada y salida de los pacientes o residentes las que necesitan de una energía emergente para el sostenimiento de la vida durante la realización de una intervención quirúrgica mediante una línea principal hacia aspiradores eléctricos, aparatos de succión, instrumentos para mensajes al corazón y otros.

Se debe considerar que en algunas operaciones no se necesita de tratamientos quirúrgicos, por lo tanto se debe requerir de lo necesario como el sistema de anestesia general.

El provisionamiento de equipos automáticos de energía continua (UPS) lo que conforman bancos de baterías, dan al sistema eléctrico un mantenimiento durante cuatro o más horas a los sistemas de alumbrado en corredores, preparación de medicamentos y comunicaciones, sistemas de alarmas y sistemas de

procesamiento de datos, lográndose de esta forma una mayor eficiencia para la protección de los pacientes.

1.6. INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO

A continuación describimos al interruptor de transferencia automático, como parte del sistema principal de emergencia mediante sus características eléctricas, clasificación y operación del mismo.

1.6.1. Características eléctricas

Las características eléctricas de un interruptor de transferencia, están dadas por la capacidad tanto del generador de emergencia o de la capacidad tanto del generador de emergencia o de la capacidad de los sistemas de equipos a la que tiene que suministrar energía. Su elección debe ser de acuerdo al tipo de carga, voltaje, potencia, número de fases, resistencia de las corrientes de falla, frecuencia, factor de potencia de la carga, factor de seguridad, etc.

1.6.2. Características y operación del interruptor de transferencia como parte del sistema.

Los interruptores de transferencia automáticos pueden ser operados eléctricamente con ayuda mecánica, lográndose de esta forma transferir el

suministro de energía emergente a toda la carga a la que esté ajustado el mismo de una manera automática.

En algunas instalaciones más sofisticadas y en donde se necesite mayor control, se requiere de un programador para que el sistema normal se incorpore una vez que ha cesado la interrupción momentánea de energía hacia la carga. Este hecho puede ser dado por una derivación conocido como de intercambio, para que nos permita la retransferencia automática en el caso en que la fuente normal esté disponible y en el que la fuente emergente falle.

Se debe considerar como parte del diseño eléctrico un mecanismo que trabaje como traba y pueda prevenir la operación simultánea entre las dos fuentes de energía normal y emergente.

Los sistemas sensores que permiten registrar el nivel de voltaje, deben estar previstos de monitores entre todas las fases que mida el voltaje deseado para incorporarse la retransferencia.

Los dispositivos temporizadores o relé de tiempo, deben estar ajustados de una forma tal que permita el retardo del sistema de arranque del generador de la fuente emergente; este tipo debe ser limitado para toda la

carga a transferirse, para que luego permita ser incorporado rápidamente y no cause molestias en el servicio normal.

Este tiempo debe ser lo bastante corto y se lo escoge en un rango no mayor a los 10seg. Lográndose de esta forma estabilizar la generación normal antes de su transferencia con la carga.

Las luces pilotos de señalización deben ser identificadas apropiadamente, para indicarnos la posición exacta del interruptor en su transferencia.

1.7.AJUSTE DEL GENERADOR Y MOTOR PRIMARIO EN EL SISTEMA EMERGENTE

1.7.1. Generalidades

En este párrafo se hace una descripción sobre la instalación, funcionamiento mantenimiento de los circuitos, sistemas de equipo encargados de suministrar energía para iluminación y tomas en los casos de falla en el suministro normal o de accidentes provocados por elementos propios del sistema de generación.

Todo sistema emergente es necesario en donde la iluminación artificial lo requiera, así como de preferencia hospitales, así mismo hay que tomar en

cuenta la adecuada refrigeración de los alimentos, control de equipos utilizados durante las operaciones, ventilación.

INSTALACION

El generador lo que conforma el motor primario y la máquina a gasolina o diesel; son instalados en un lugar tal, que permita un control rápido aislados en un lugar tal, que permita un control rápido y aislado del operador; así como alejado de áreas en las que permita reducir las molestias por efectos de vibración, ruido, etc.

La unidad generadora como parte complementaria incluye también el tanque de combustible, sus conductos y todo el equipo que debe ser instalado con las máquinas de combustión o turbinas de gas.

El banco de transformadores no debe ser instalado en las mismas áreas del sistema de generación evitando de esta forma, daños simultáneos por la red de alimentación elevada vibración, mantenimiento periódico del mismo, etc.

Las pruebas de mantenimiento deben ser revisadas periódicamente, consideradas por un banco de baterías, unidades de equipos que involucran al sistema de arranque dado por máquinas auxiliares y que provean en un mínimo de tiempo de 60seg., de carga continua.

La cimentación como su malla a tierra debe ser considerada para los efectos de vibración y soporte del mismo.

1.7.2. Ajuste del generador con su carga pico – capacidad

El generador debe tener la suficiente capacidad para suministrar energía en el sistema esencial de emergencia así como todo el equipo conectado al mismo.

La capacidad máxima pico de la carga en el sistema de emergencia debe ser estabilizada en un mínimo del 5% de la frecuencia nominal de los 10seg., después de perder el servicio normal.

1.7.3. Mantenimiento de temperatura, ventilación y baterías del sistema de generación

Se debe considerar que la ubicación de las máquinas a diesel, gasolina, gas natural o gas licuado, como parte del sistema de generación deben estar en un cuarto cuya temperatura no sea menor a 10°C.; y para máquinas que tienen refrigeración por conductos de agua a una temperatura no menor de 21°C., esto es para prever la cristalización y mala operación del mismo.

La ventilación de aire al sistema de generación debe ser provista adecuadamente de un sistema de enfriamiento, mediante radiadores en la que circule agua fría y se mantenga fresca la máquina de combustión.

Las baterías que son utilizadas en estos sistemas de generación deben tener la capacidad adecuada para suministrar y mantener un nivel de voltaje no menor al 87.5% y durante un período de tiempo no menor de 1.5 horas, previniéndose de esta forma de efectos simultáneos.

Las baterías a ser utilizadas pueden ser de dos clases: ácidas o alcalinas; las baterías de auto no deben ser usadas de preferencia ya que son baterías especiales para tales funciones.

El generador debe ser ajustado y manejado a través del motor primario, que tiene un sistema de arranque automático en el instante en que el interruptor de transferencia actúa. Se debe considerar en los hospitales que el tiempo de interrupción de transferencia no debe exceder de los 10seg., para mantener una estabilidad entre el sistema de servicio normal y de emergencia y no producir arco de disrupción por efecto del arranque rápido.

El tiempo de reconexión en caso de falla debe ser regulado en un tiempo tal que evite cortocircuito por restablecimiento de la fuente normal instantánea.

Cuando las máquinas de combustión interna son usadas en conjunto del combustible debe ajustarse para mantener una demanda durante 90 minutos a plena carga.

Es necesario que se considere además del tanque de combustible normal un receptáculo auxiliar que permita abastecerse en caso de escasez cuando la interrupción es permanente.

1.7.4. Dispositivos de seguridad: Alarmas

Las máquinas de combustión interna deben estar equipadas de sistemas de seguridad que equipan proteger al sistema de generación mediante alarmas visuales y audibles como lo describimos a continuación.

Una alarma visual, son dispositivos sensores que indican ya sea la temperatura de circulación de agua del generador como la de aceite.

Sensores visuales de pre-alarma que sirven para indicar la temperatura alta de la máquina con respecto a su funcionamiento normal y otro menor que indique la baja presión de aceite lubricante con respecto al funcionamiento normal.

1.7.5. Guía de mantenimiento

En este párrafo se ha estructurado una serie de criterios, creando una guía que ayude al personal de operación o mantenimiento a prevenir problemas en el servicio del sistema eléctrico. El ajuste de equipo debe hacerse previniendo las seguridades en ciertos tiempos en los que dure el

suministro de servicio normal y debe energizarse por lo menos una vez por semana aunque no exista falla.

Los circuitos disyuntores deben ser revisados periódicamente; así el disyuntor principal y la alimentadora pueden ser probados bajo condiciones de sobrecarga simultánea, se debe elaborar un programa de mantenimiento del sistema eléctrico de generación en conjunto con el resto de los equipos y componentes del sistema eléctrico en general.

Diariamente el personal chequea la máquina, generador, interruptor de transferencia y el disyuntor principal para indicar las condiciones de trabajo, desgastes, etc.

Semanalmente se deben hacer las pruebas de operación del generador, midiendo así su carga en conjunto con el interruptor de transferencia, durante 30 minutos de ejercicio periódico cuyas lecturas son medidas mediante instrumentos; durante la semana se observa si el sistema es aplicable a la instalación bajo las siguientes restricciones:

A. En los sistemas de gas natural o petróleo: Operación de solenoides regulares.

Condición de mangueras

Cantidad de combustibles

- B. En los sistemas de combustibles de gasolina:
- Tanque principal con su nivel de combustible.
 - Funcionamiento del sistema.
- C. En los sistemas diesel:
- Nivel de combustible del tanque principal.
 - Operación de combustible a través de bombas y controles.
- D. En motor primario o turbina:
- Nivel de enfriamiento de agua en los calentadores de recambio.
- E. Máquina con dispositivo automático que nos indica su operación como
- En los casos que mencionamos a continuación.
 - Sobrecargas en falla de arranques (térmicos).
 - Sobre velocidad
 - Baja presión de aceite lubricantes (presostatos)
 - Temperatura excesiva (termocupla).
- F. Un sistema de alarma audible, cuyo dispositivo será oído cuando actúen una o más prealarmas existentes.

Los combustibles de fluidos que son suministrados al sistema de generación de emergencia, necesita de sensores de alarmas que

indiquen que el tanque contienen menos de tres horas de suministro de operación y que el operador debe hacer funcionar otro tanque de reserva o a su vez alimentar al existente.

Los combustibles de fluidos que son suministrados al sistema de generación de emergencia, necesita de sensores de alarmas que indiquen que el tanque contienen menos de tres horas de suministro de operación y que el operador debe hacer funcionar otro tanque de reserva a su vez alimentar al existente.

Los sistemas de alarmas en condiciones de emergencia, deben ser provistos de un funcionamiento exterior al cuarto de generación, es decir. De un gabinete que puede ser observado por el personal el control de operación y mantenimiento.

Condiciones de ventilación y correa del alternador.

G. El sistema de lubricación del generador Nivel de lubricación de aceite.

Operación de la lubricación del aceite caliente.

Presión de aceite correcto.

H. Sistema de arranque eléctrico del generador.

Terminales de baterías limpias y apretados.

Adición de agua destilada para mantener el nivel electrolítico apropiado.

Rango de carga de las baterías

Cargador de baterías apropiado para el circuito operacional.

I. El sistema de arranque de aire comprimido del generador.

Funcionamiento apropiado de aire compresor.

Lubricación del nivel de aceite del compresor de aire.

1.7.4 Tanque de aire del compresor principal.

Drenaje de agua del aire comprimido en los tanques.

J. Interruptor de transferencia

Limpieza interior y libre de materia extraña.

Sonidos no usuales

Terminales y conectores de color normal

Condiciones normales del aislamiento de todo el alambrado.

Toda conexión de cubierta ajustada

Puerta de seguridad cerradas

K. Generalidades

1.7.5 Cualquier condición no usual de vibración, deterioramiento, escape o alta temperatura superficial o ruido.

Mantenimiento manual, registro de servicio, servicio básico de herramienta y un suministro disponible.

Chequeo y anotación del intervalo de tiempo en los varios incrementos del arranque automático y secuencia de parada.

Limpieza total del cuarto de generación.

Elementos no necesarios en el cuarto no necesarios en el cuarto de generación.

1.7.6. Inspección y prueba

El servicio del generador de emergencia y los sistemas de equipo podrían ser inspeccionados diariamente y ejercitados en un tiempo menor a los 30 minutos, bajo condiciones de carga de intervalos de no más de 7 días.

Los 30 minutos de funcionamiento periódico es el mínimo recomendado por la fábrica para máquina individual.

La regular prueba de chequea podría incluir una completa simulación en frío del arranque del generador, es decir, en vacío, y de una apropiada transferencia automática y manual de todo el sistema de carga esencial.

1.7.7. Circuito de emergencia, alumbrado y poder

Las cargas de los circuitos ramales de emergencia deben ser controladas antes de ser utilizadas, dependiendo del uso requerido, como la lámpara y

aplicaciones que se acaten a las especificaciones de emergencia. Es posible que el circuito de alumbrado sea suministrado por lámparas emergentes aislados al sistema de generación.

El sistema de alumbrado emergente, podría ser diseñado e instalado, previniendo la falla de algunos elementos individuales.

Un criterio de alumbrado es que el suministro emergente sea independiente al sistema de alumbrado general, el cual puede ser transferido automáticamente por dispositivos apropiados.

Los receptáculos, cables, cajas o gabinetes deben ser enteramente independientes al alumbrado normal.

En la figura N° 1., se proyecta un diagrama que muestra los diferentes dispositivos de protección entre el circuito normal y de emergencia.

1.7.8. Localización del conmutador

Todo interruptor para controlar los circuitos de emergencia, debe de estar colocados convenientes, bajo la autorización de personas responsables de su funcionamiento.

En centros de reunión, tales como el teatro, un interruptor que sirve para controlar el sistema de alumbrado emergente y que debe estar localizado en los vestíbulos o en lugares convenientes accesibles.

En ningún caso, deben ser colocados los interruptores de control del alumbrado emergente en un teatro emergente en un teatro, salas de cine, en lugares donde es imposible un rápido acceso como los escenarios, salas de proyección.

El alumbrado exterior del hospital no necesariamente utilizada toda su iluminación normal, sino lo suficiente, de tal manera que permita ser controlado por un dispositivo actuador automático

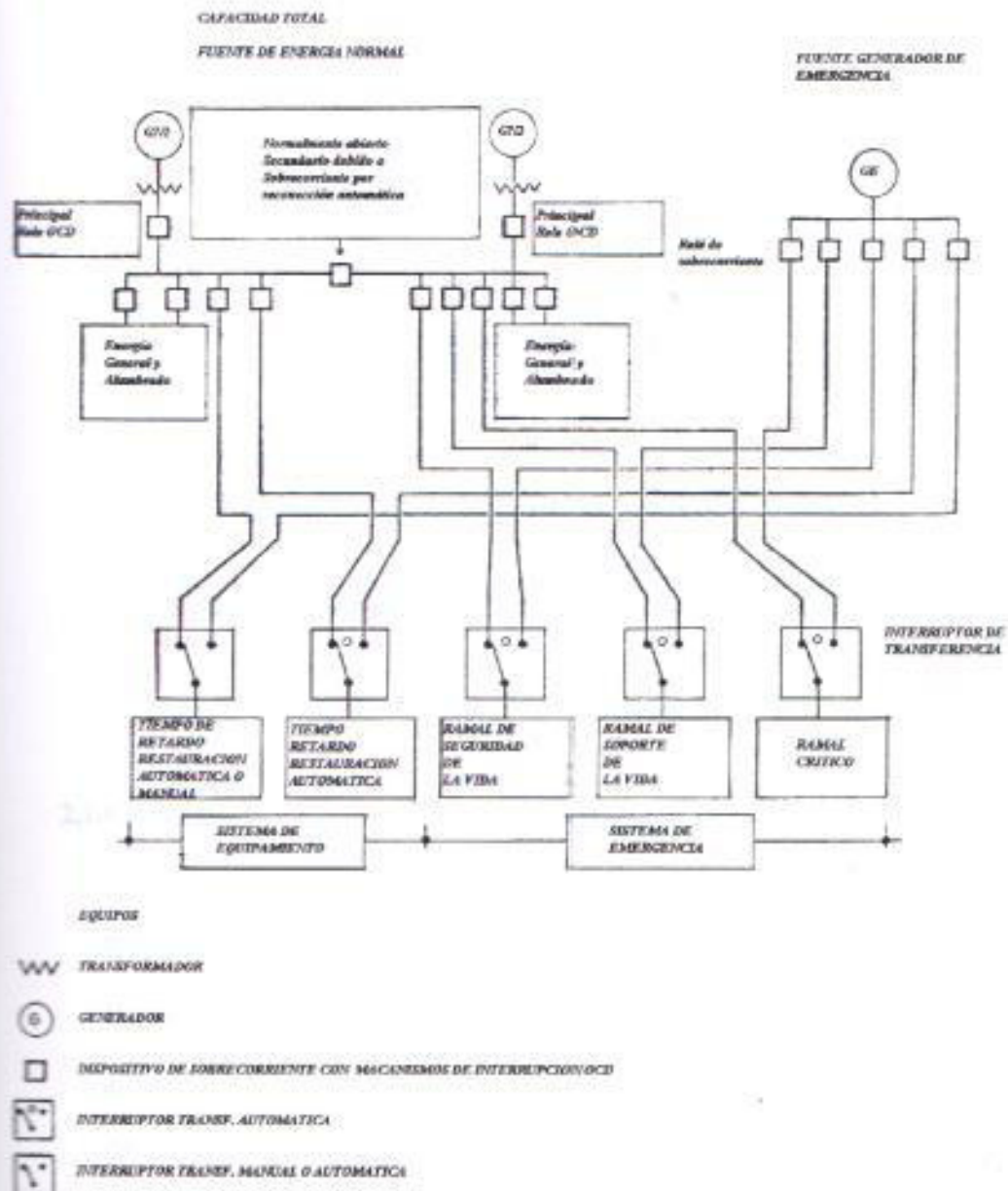


Figura N° 1

DIAGRAMA UNIFILAR REPRESENTANDO EL SISTEMA NORMAL Y EMERGENTE CON SUS RESPECTIVOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y RAMALES DE LA DISTRIBUCIÓN.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL DEL NIÑO

2.1.CRITERIOS GENERALES CONTEMPLADOS

El objetivo de este capítulo, a pesar de estar orientado al estudio del sistema eléctrico del Hospital del Niño, paralelamente su planificación podrá ser aplicada a cualquier otro centro hospitalario, ajustando criterios, capacidad, distribución del sistema eléctrico.

Como debemos conocer los sistemas eléctricos en los hospitales son cada vez más exigentes, complejos y críticos; esto es gran parte debido a la carga necesaria y al incremento en el uso de equipos especializados que servirán para diagnósticos, tratamientos y post-procedimientos de cuidado a los pacientes.

En la planificación eléctrica del Hospital del Niño, se tomaron en cuenta, cambios y proyecciones en conjunto con el arquitecto encargado de la construcción.

Además, se consideró que la persona encargada del mantenimiento total en el futuro vaya conociendo los pasos y detalles de la obra eléctrica en casos de emergencia.

También es necesario que el médico encargado del sistema hospitalario, deba ser consultado para la planificación de la obra, en lo concerniente a la distribución de energía eléctrica, comunicación y señales requeridas en áreas especiales como por ejemplo: salas de rayos X; o la intercomunicación entre departamentos al servicio del paciente.

La administración también debe ser consultada acerca de sus necesidades, en áreas tales como computación o equipos de procesamiento de datos, así como también el sistema de transportación vertical y horizontal a través del hospital, y que están de acuerdo con las especificaciones técnicas del equipo. Las consideraciones económicas pueden ir recibiendo atención continuamente, no sólo durante la planificación y diseño, sino también durante su construcción.

La planificación eléctrica efectuada en el Hospital del Niño, se ha recogido por las normas dadas en el Código Eléctrico Nacional (NFPA-70), Facilidades para el

cuidado de los Sistemas Eléctricos esenciales (NEPA-76A), Código para la Seguridad de la vida (NFPA-101) y Uso de inhalaciones anestésicas (NFPA-76A)

Con el conocimiento de criterios, códigos y reglas se puede planificar un proyecto eléctrico adecuado evitando así costos económicos que repercuten posteriormente al diseño.

A esta circunstancia debemos mencionar, que en el Hospital del Niño, se tuvieron que hacer cambios durante el proceso del diseño, montaje e instalaciones. Con este fin debemos prever muchos cambios posteriores, y para esto se ha tenido que tomar en cuenta las consideraciones técnicas y generales, que se basan en la experiencia del proceso de diseño y que describimos a continuación.

2.1.1. Consideraciones técnicas

Los requerimientos técnicos para las especificaciones eléctricas, las he cubierto mediante tres amplias categorías que son las siguientes:

1. Descripción del sistema
2. Bosquejo del procedimiento para la instalación.
3. Descripción de los equipos a utilizarse.

Cada una de estas principales categorías sugiere decisiones en otras áreas, dándole a escoger al cliente un proyecto eléctrico adecuada.

En muchos casos durante la construcción y según las especificaciones de algunas piezas o equipos, éstas pueden ser sustituidas por otras de menor confiabilidad, pero esto no es deseable para la utilidad que vaya a prestar el equipo. Los equipos y piezas deben ser probados antes de su montaje, considerando su aspecto mecánico, eléctrico; así por ejemplo un generador de emergencia, debe ser probado a plena carga en cortocircuito o a tierra con el sistema de distribución, ya que su coordinación debe ser adecuada.

Las especificaciones apropiadas para el funcionamiento de los equipos a ser utilizados, deben ser suministrados en gran parte por los fabricantes y en otra por la técnica usual utilizada. Los fabricantes nos suministrarán sus especificaciones bajo catálogos, dándonos la confiabilidad, tiempo y servicio del equipo.

En la tabla N° I, se muestra una parte de la técnica a utilizarse como guía de ingeniería de los sistemas eléctricos, cuya aplicación fue considerada en el Hospital del Niño.

Con esta tabla debemos objetivizar los puntos de vista de las instalaciones, necesidades, equipos y áreas a las que el diseñador eléctrico deberá puntualizar sus criterios.

TABLA # I

**TOPICOS PARA SELECCIONAR LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS
EN LOS DISEÑOS ELECTRICOS DEL HOSPITAL**

1. Campo de trabajo	29. Sala de mando principal
2. Trabajo específico bajo áreas	30. Registro de médicos
3. Servicio eléctrico	31. Música de fondo
4. Panel de distribución principal	32. Alarma de encendido
5. Energía y distribución de paneles de disyuntores	33. Detector automático de encendido
6. Alambrado del panel de disyuntores	34. Detector de humo
7. Gabinete del panel de disyuntores	35. Sistema de puertas magnéticas
8. Circuito disyuntor	36. Llamado de enfermera
9. Tipo de conducto EMT – PVC	37. Sistema de alarma de oxígeno y de óxido nitroso
10. Conectores y uniones de caja	38. Alarma de extinguidores
11. Cajas de tomas de corriente	39. Reloj de alarma
12. Interruptores locales	40. Localidades de peligro
13. Receptáculos o tomas de corriente	41. Fusibles
14. Tapas cubiertas	42. Interruptores de tiempo
15. Interruptores de seguridad	43. Botón de disparo
16. Alambres y cables	44. Accesorios de alumbrado
17. Transformador de aislamiento	45. Lámparas dimmers
18. Monitor de aislamiento de línea	46. Sistema de cierre
19. Suministros de energía a sistemas aislados	47. Sistema de timbre de entrada
20. Puerta a tierra	48. Sistema intercomunicador
21. Equipo de cocina	49. Sistema para señales de emergencias radiográficas
22. Altura de enchufes	50. Motor generador de emergencia
23. Alumbrado quirúrgico	51. Alarma del banco de sangre
24. Alumbrado para la iluminación de Rayos X	52. Indicadores de tiempo transcurrido
25. Equipo de Rayos X	53. Sistema de alarma de paro cardiaco
26. Medidor de conductibilidad	
27. Conductor telefónico empleado	
28. Antena maestra de TV	

2.1.2. Consideraciones generales

Un completo delineamiento de un proyecto eléctrico hospitalario debe incluir como condiciones generales, las siguientes informaciones:

- A. Completa construcción de los detalles incluyendo, las descripciones de materiales y dimensiones.
- B. Diagrama o gráficos que den los detalles incluyendo, los materiales y dimensiones.
- C. Dato de funcionamiento.
- D. Descripción de la operación o funcionamiento.

El contratista puede tener problemas al inicio de su diseño, pero lo puede superar en el transcurso de la instalación de los equipos como en su funcionamiento.

En la tabla N° II, se muestra los tópicos de las especificaciones generales a ser utilizados en el inicio del diseño.

TABLA # II
TOPICOS PARA LAS CONSIDERACIONES GENERALES EN EL
PROYECTO ELECTRICO HOSPITALARIO.

1. Leyes y regulaciones	11. Indicadores
2. Luces y energía temporal	12. Cortadura y parchada
3. Examinación del sitio	13. Excavación y relleno
4. Coordinación con otros diseños	14. Limpieza del local
5. Supervisión	15. Taller de diseño
6. Interpretación de dibujos	16. Instrucciones de mantenimiento y operación.
7. Accesibilidad	17. Aceptaciones
8. Materiales	18. Garantía
9. Herramientas específicas	19. Gráficos de construcción.
	20. Aprobaciones de sustitución.

2.1.3. Cálculo y planificación de la carga eléctrica

De acuerdo con lo expuesto en el párrafo anteriormente de está capítulo, se observa los criterios generales que se han tomado en cuenta y deben

considerarse en todo proyecto eléctrico hospitalario, en mi caso se lo ha aplicado en el ámbito de asesoramiento y estudio en el Hospital del Niño.

En este párrafo identificaré al cálculo y planificación del sistema eléctrico emergente, adjuntando a la vez consideraciones de planificación con el servicio eléctrico en general.

Los detalles a los criterios expuestos se discutirán en los siguientes párrafos de este mismo capítulo.

Para una correcta planificación del sistema eléctrico del hospital a proyectarse primero se debe tener en cuenta los siguientes factores:

a. Planificación arquitectónica y estructural del hospital.

b. Áreas o espacios disponibles para montajes de:

Sub-estación (transformador) – red de alta tensión.

Generadores – interruptor transferencia – banco de baterías.

Paneles de distribución principal y secundaria por barras o conductores, alimentadores.

Equipos tales como controles, monitores, alarmas, luz de señalización.

Tomas, cajas de derivación, conexión.

Puesta a tierra.

Iluminación, etc.

- c. Tipo de red a utilizarse monofásica 120 V, bifásica 240 V, Trifásica 220 o 440 V de corriente alterna o 12, 24, 48, 60 V, etc. de corriente continua.
- d. Calibre de los conductores con la clasificación AWG, sean de Cu, Al, ASCR, etc.
- e. Postería para la red de alta, baja e iluminación exterior.
- f. Herrajería, cruceta, pernos, etc.
- g. Tipo de iluminación exterior e interior.
- h. Red de climatización (sistema de compresores).
- i. Areas críticas y esenciales.
- j. Marca y procedencia de los equipos (no necesariamente)
- k. Capacidad de todos los equipos generales, considerados como carga, sean éstos motrices, resistivas, etc.
- l. Tipos de equipos de comunicación, radio.
- m. Tipo de equipos médicos (Rayos X).

El segundo objetivo es la división de todo el servicio eléctrico hospitalario por zonas, lográndose de esta forma separar los circuitos ramales de cada zona, como circuitos de subdistribución.

En el Hospital del Niño se ha logrado aplicar este criterio tomándose en cuenta que tienen seis pisos altos y planta baja.

Los subtableros de distribución en cada piso ST para el servicio normal y los STE para el servicio emergente, están diseñados de tal forma que en cada piso distribuya su carga en centros de subdistribución cubriendo su demanda.

A. Consideraciones para el cálculo de circuitos ramales y alimentadores:

Cálculo de la carga de alumbrado general: Para esta carga se parte de las dimensiones exteriores del edificio y del número de pisos.

En donde instale el sistema de alumbrado del tipo de descarga eléctrica debe usarse un factor de potencia elevado o de lo contrario se aumenta la capacidad del conductor.

Así tenemos que para hospitales, escogemos el factor 22 watt/m².

P = Potencia total del alumbrado

V.E.= Valor efectivo (carga unitaria)

A = Area

I = Consumo total (amp)

N = Número de circuitos

V = Tensión de alimentación

IS = Corriente nominal de cada circuito 1300 W.

$$P = A \times VE \quad I = P / V$$

$$N = I / IS$$

2.2.CALCULO Y PLANIFICACION DE LA CARGA ELECTRICA

Para hospitales el factor de demanda del alimentador, se considera en alumbrado.

- Los primeros 50.000 W. o menos (40 %)
- Los restantes, o sea, más de 50.000 W. (20 %)

La suma de estas dos capacidades dividida para su voltaje aplicado, nos da la intensidad de corriente, al igual manera se calcula la capacidad del conductor.

Estos factores de demanda no se aplican a la carga calculada para sub alimentadoras o salas de operaciones.

Para el caso de motores debe incluirse una carga calculada del 125% de las intensidades a plena carga del motor, más grande si existen varios motores, más grande si existen varios motores, más la suma de las intensidades a plena carga de los restantes motores.

La carga del alimentador para cocinas eléctricas domésticas y otros artículos de cocina con capacidades individuales del 1 3/4KW, pueden ser calculadas de acuerdo a la tabla 220-5 del Código Eléctrico (CEN 1971).

A la carga de aparatos fijos como aire acondicionado, se debe fijar un factor de demanda de 75%.

A. Carga del alimentador neutro:

Se considera el 70% de la máxima potencia desequilibrada entre fases.

B. Consideraciones en la acometida:

En el Hospital del Niño que en sí, es un edificio con varias localidades, el juego de conductores no puede ser único, ya que tiene bombas de incendio, alumbrado de emergencia, etc.

El aislamiento de los conductores de acometida deben tener una cubierta aislante que resista normalmente la exposición a la intemperie y otras condiciones de uso.

En conductores de acometida de puesta a tierra se instala sin cubierta aislante.

Los conductores de entrada de acometida non deben ser menores que el N° 6.

Las canalizaciones de acometida y las fundas metálicas de cable de acometida, deben estar puestas a tierra.

En la alimentación de emergencia, el desconectador debe ser tal, que corte todos los conductores activos de su fuente de alimentación usual antes de que se haga la conexión a la alimentación de emergencia.

Los medios de desconexión de acometida si se utiliza un interruptor, deben tener un calibre no inferior a 60A si se utiliza un disyuntor no debe ser inferior a 50 A.

C. Requisitos para la instalación eléctrica:

1. Los equipos y conductos a utilizarse deben ser los indicados (resistencia mecánica, calentamiento normal continuo, resistencia de aislamiento).
2. Que el calibre de los conductores sea de acuerdo a las tablas (310-12) (310-15) del Código eléctrico Nacional.
3. Métodos de instalación que cumplan con las disposiciones de normalizaciones y EMELEC.
4. La capacidad de interrupción de los dispositivos de protección (fusibles, disyuntores deben ser el adecuado para que prevenga fallas, tales como una explosión.
5. La protección de las partes vivas de cualquier instalación de 600 V ó menos, debe proteger de acuerdo a las distancias minimas del artículo 110-6 del CEN.
6. Resistencia de aislamiento que se somete la instalación eléctrica para evitar cortos.

D. Consideraciones en las derivaciones

1. Circuitos de 15 y 20 amp., para alumbrado toma de corriente.
La potencia de cualquier aparato a conectarse no debe exceder del 80% de la capacidad nominal, el conductor a utilizarse es N° 12 y 14.
2. Los circuitos de 30 amp., se utilizan para salidas especiales, para servir a equipos de potencia conocida, y que el valor de consumo sea del 80% del nominal de la toma de corriente, así por ejemplo en aire acondicionado se utiliza el conductor N° 10 como mínimo.
El valor asignado a cualquier aparato portátil no debe exceder de 24 amp.
3. Circuitos de 40 – 50 amp., se utilizan en cocinas eléctricas, centrales de aire acondicionado, calentadores de agua y que no exceda el 80% de la toma. Se utiliza conductor N° 8 y 6.

E. Consideraciones para la identificación de los circuitos:

1. Sistema trifilar 240 v:
LC1 = negro
LC2 = rojo
LN = blanco
LT = verde

2. Dos sistemas trifilar 240 V:

LC1 = negro

LC2 = rojo

LC3 = azul

LC4 = amarillo

LN = blanco

LT = verde

3. Sistema monofásico 120V.

LC = línea conductora viva

LN = línea neutro

LT = línea puesta a tierra

F. Consideraciones en la caída de tensión

El tamaño de los conductores del alimentador debe ser tal, que la caída de tensión entre ellos, hasta el punto de distribución final para la carga, no debe ser mayor que el 3% par carga del calefacción o potencia y no mayor del 1% para cargas de alumbrado o cargas combinadas de alumbrado, calefacción o potencia.

G. Consideraciones en los cuadros y tableros de distribución:

Estos cuadros y tableros de distribución son usados para el mando de circuitos de alumbrado y de potencia. Se debe de tomar en cuenta el tipo

de Nema debido al ambiente en donde va ser montado, así por ejemplo, en áreas peligrosas de anestesia se utilizan tableros de NEMA 7.

Los conductores y barras deben estar situados de tal forma que queden libres de acciones mecánicas que den rígidis. Su disposición será tal que evite el sobrecalentamiento a efectos inductivos.

Todos los tableros de distribución deben tener capacidad no inferior a la mínima exigida al alimentador para la carga calculada.

No deberá instalarse más de 42 disyuntores en un tablero de circuitos de alumbrado y tomas de poder.

H. Planos y esquemas (interpretación):

En las figuras y esquemas y planos que a continuación se exponen, se logran identificar mediante diagramas unifilares, la distribución eléctrica desde su sistema de generación principal emergente, en relación con el servicio normal a través de su interruptor de transferencia, como se ve en la figura N° 2, dando sus capacidades del generador y de las subestaciones. En la figura N° 3, observamos una diagramación de las alimentadoras mediante paneles y subpaneles de distribución, sean éstos de servicio normal ó emergente.

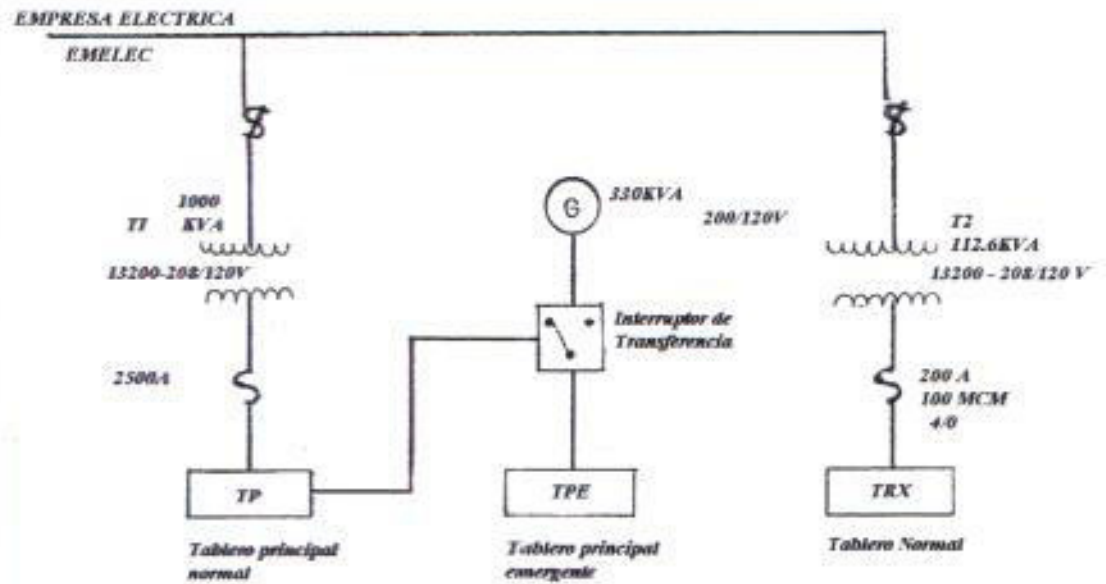


FIGURA N° 2

DIAGRAMA GENERAL REPRESENTANDO EL SISTEMA DE GENERACION NORMAL Y EMERGENTE CON SUS RESPECTIVOS TABLEROS DE DISTRIBUCION DEL HOSPITAL DEL NIÑO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

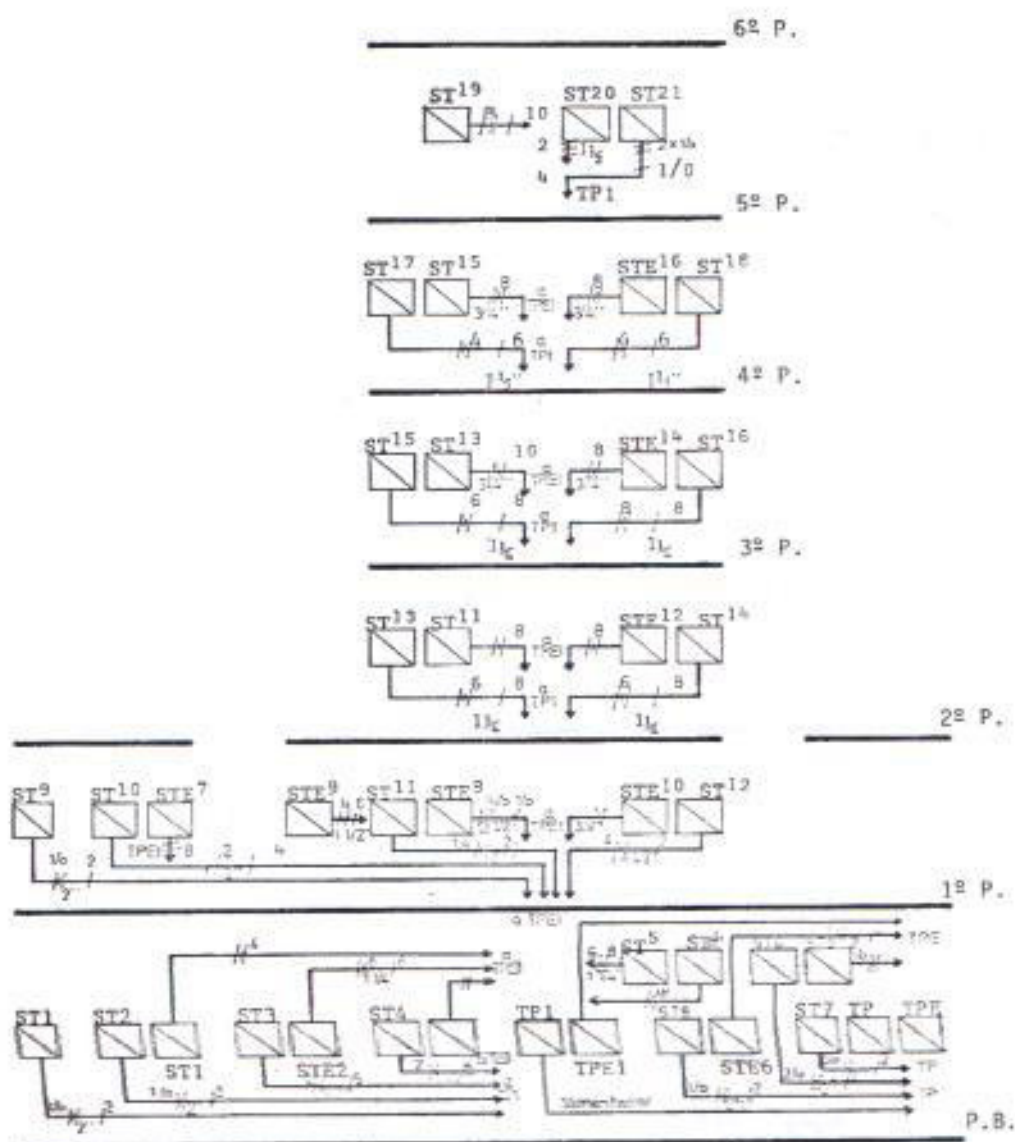


FIGURA N° 3

DIAGRAMA VERTICAL DE ALIMENTADORES MEDIANTE PANEL Y SUBPANELES DE SERVICIO NORMAL Y EMERGENTE, REPRESENTANDO UN ESQUEMA DE FLUJO DE SU DISTRIBUCION ELECTRICA AL TRAVES DE LOS PISOS DEL HOSPITAL DEL NIÑO.

Así mismo podemos observar a través de los diagramas unifamiliares de los tableros principales de los tableros principales y emergente TP, TPE, TPI, TPE1, como muestran las figuras N° 4, 5 y 6, donde se indica su correspondiente valor nominal, como protección contra cortocircuitos de la acometida principal y derivaciones, así como subpaneles.

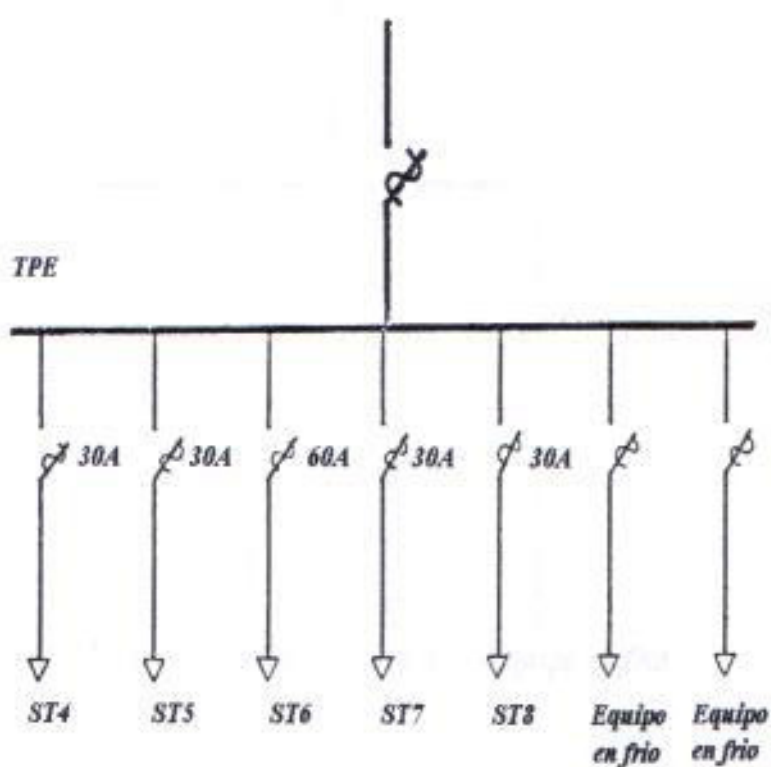


FIGURA 4.A) DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO PRINCIPAL NORMAL

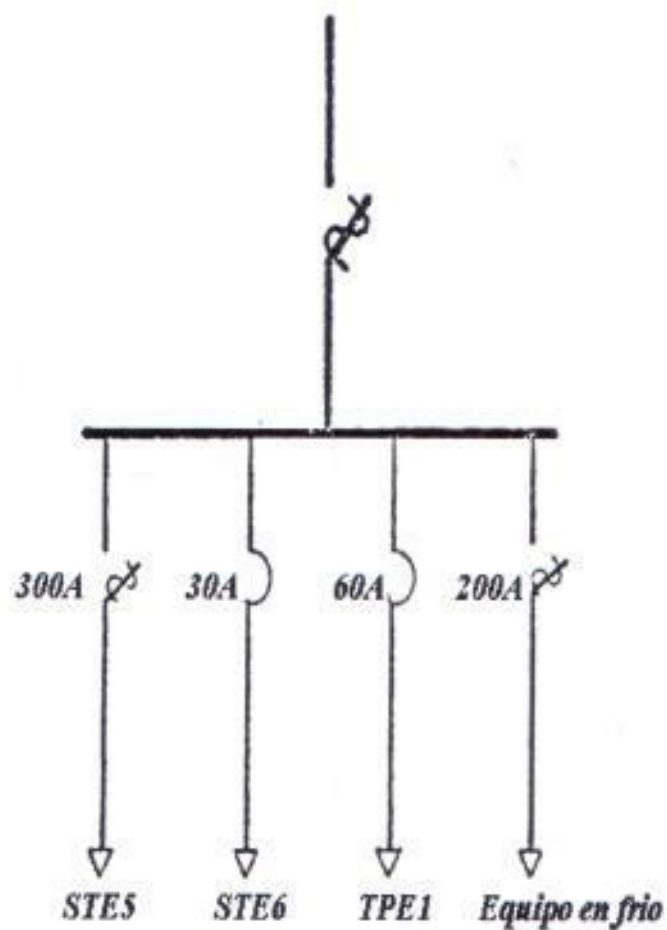


FIGURA 4.B) DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO PRINCIPAL DE EMERGENCIA

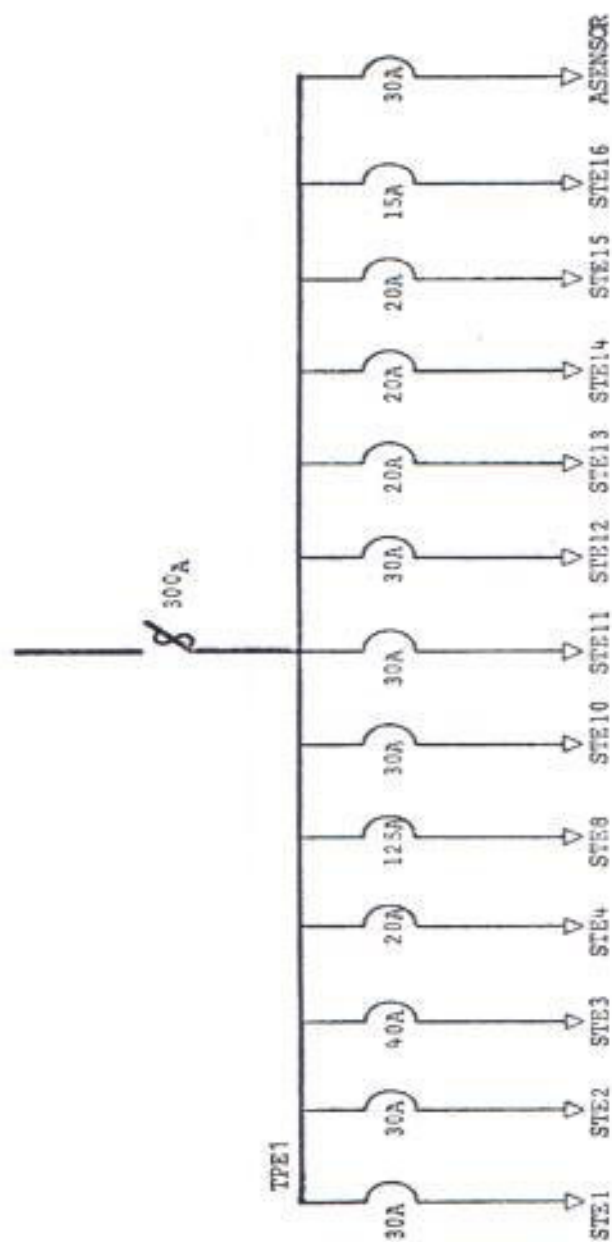


FIGURA N° 5

DIAGRAMA UNIFILIAR DEL TABLERO PRINCIPAL DE EMERGENCIA CON SUS RESPECTIVAS DISTRIBUCION DE CARGAS DEL HOSPITAL DEL NIÑO.

En la figura N° 7, se ha interpretado el esquema de instalación de tomas de corriente en áreas peligrosas y la iluminación exterior como detalles especiales. En la figura N° 8, se da una ilustración de las simbologías a utilizarse en los planos eléctricos, cuya interpretación de los circuitos de tomas y alumbrado, nos ilustra el tipo de acometida, ductos, ramificación del circuito a paneles, subpaneles y puntos de tomas.

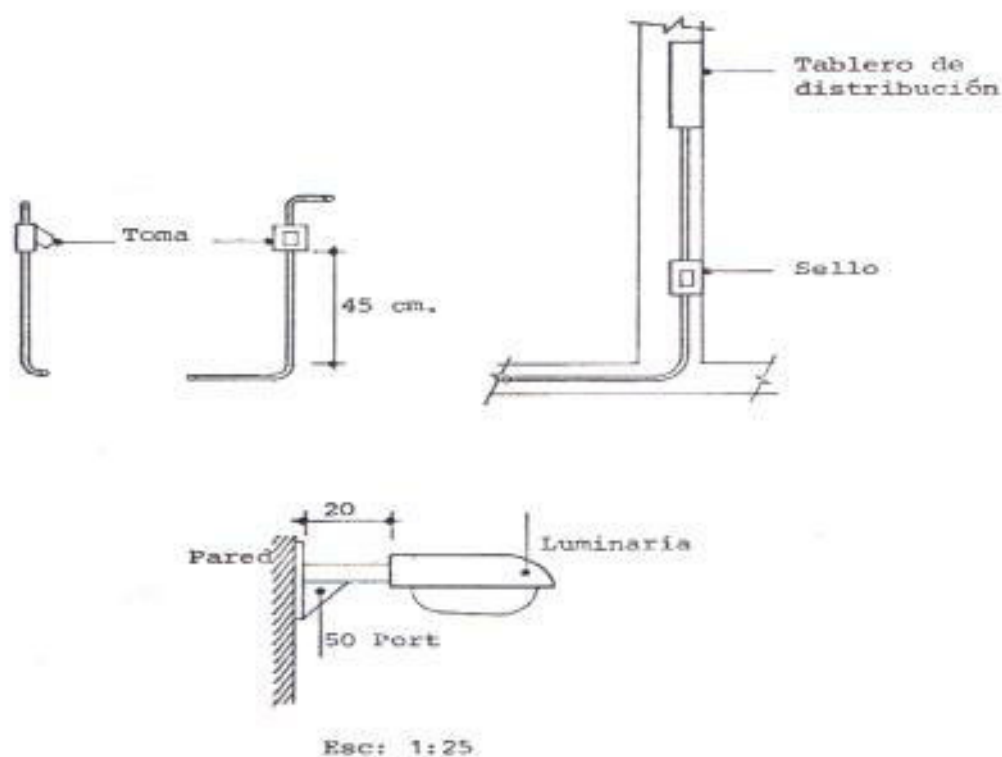






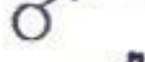


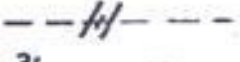
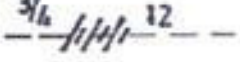


FIGURA 7

ESQUEMA DE INSTALACION DE TOMACORRIENTES EN AREAS PELIGROSAS. ILUMINACION EXTERIOR

FIGURA N° 8

SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LA DIAGRAMACION DE LOS PLANOS ELECTRICOS

	Luminaria con cuatro tubos fluorescentes de 40w
	Luminaria con dos tubos fluorescentes de 40w
	Luminaria con un tubo fluorescente de 40w
	Luminaria una lámpara incandescente de 100w
	Luz cielítica para quirófanos
	Luz germicida
	Luz de guía
	Aplique
	Tomacorriente doble 120v
	Tomacorriente interruptor
	Tomacorriente de tres polos 208 o 120 V y tierra
	Salida especial
	Barredera eléctrica
	Tomacorriente de piso
	Tomacorriente a prueba de explosión
	Tablero aislado de tierra
	Tablero de distribución
	Tablero principal

S₃	Conmutador de tres vías
S₄	Conmutador de cuatro vías
	Disyuntor monopolar
1P 	Disyuntor bipolar
2P 	Disyuntor tripolar
3P 	Suiche fusible
	Tubería que sube
	Tubería que baja
	Alimentaciones a los circuitos 2 y 3
	Tubería por el cielo raso
	Tubería por el piso
	Tubería por la pared
	Caja de empalme
S	Interruptor de un polo
Sab	Interruptor doble de comanda las luces "a" y "b"
D	Dimmer

A continuación se da el cuadro de detalles en los que se ha reunido las secciones por pisos, con el fin de ubicar las necesidades de equipos y fuentes eléctricas como poder y alumbrado, sin dejar de mencionar teléfono, alarma, etc.

PLANTA BAJA: Sector Norte (calle Quito, Gómez Rendón, Pedro Moncayo).

Consultorios – inmunizaciones – preparación – utilería sucia – utilería limpia - jefe médicos – sala de reuniones – servicio social – director – jefe de personal – tratamientos – curaciones – administración y labores – sala de espera – vestidores – post consulta – procesamiento de datos – centrales de aire acondicionado – hermoterapia – ortopedia y traumatología – bacteriología – archivo – electrocardiograma y encéfalo – enfermería, jefe de consulta externa – oficina de interpretación – lavado estéril – atención domiciliaria – central telefónica – terapia recreacional – observación – educación – sala de curaciones – museo, laboratorio – consulta fisioterapia – ortopedia traumatología.

PLANTA BAJA: Sector sur

Cámara frigorífico – reuniones dietistas – auditorio – jefe de docencia – comedor – biblioteca – aulas – cocina – bodega viveres sucios – bodega de basura y compresos – lavandería – costura – sala de máquina – generador – taller de transformadores – oficina de mantenimiento.

PLANTA ALTA: Piso 1

Consultorios – otorrinolaringólogo – examen diagnóstico – prótesis – laboratorio – cámara obscura – utilerías – aire acondicionado – prematuros aislados – cuidados intensivos – recuperación – anestesia – quirófano traumatológico – control – central de TV – curaciones – rayos X – banco de sangre – laboratorio de biopsias – cubículos de cunas – estación de enfermería.

PLANTA ALTA: Piso 2

Cubículos de cunas – estación – curaciones – baño de artesa – aire acondicionado.

PLANTA ALTA: Piso 3

Cubículos de cunas – estación – curaciones – baño artesa – aula – aire acondicionado.

PLANTA ALTA: Piso 4

Aislamiento – aula – estación – camas – juegos – aseo – aire acondicionado.

PLANTA ALTA: Piso 5

Aislamiento – aula – estación – camas – juegos – aseo – aire acondicionado – curaciones.

2.2.1. Suministro eléctrico

Se lo considera desde el punto de entrada cuya confiabilidad está dada por la compañía encargada de las líneas de distribución, que en nuestro caso es la Empresa Eléctrica del Ecuador EMELEC.

Para el diseño preliminar la compañía constructora, que estuvo a cargo del sistema eléctrico del Hospital del Niño, antes de empezar se tuvo que formular un cuestionario de preguntas, como el que exponemos a continuación:

1. Estimar la carga de alumbrado
2. Estimar la carga de motores
3. Estimar la carga del motor más grande
4. Requerimientos de aires acondicionado
5. Posibilidad de futura expansión
6. Puntos en que el servicio puede ser solicitado
7. Características del voltaje deseado
8. Número de curvas en el hospital
9. Requerimientos eléctricos especiales, particulares al trabajo.
10. Lugar planificado indicando la localización de la institución.

En todos estos aspectos las condiciones arquitectónicas del edificio, también deben ser consideradas debido a los espacios de los equipos a instalarse.

Para máxima confiabilidad el servicio de conductores podría ser instalado por vía subterránea, desde el punto de entrada al hospital, evitando peligros desfavorables posteriormente, así como el no tener postes cruzando por la propiedad hospitalaria.

En esta lámina se nos muestra la subestación cortes, implantación y su diagrama unifilar del sistema de suministro eléctrico del Hospital del Niño. Como observamos la sub-estación está conformado por dos transformadores trifásicos, uno de 1.000 KVA, y otros de 120 KVA; esto es debido en gran parte a los espacios y a que en último instante se implementó mayor carga.

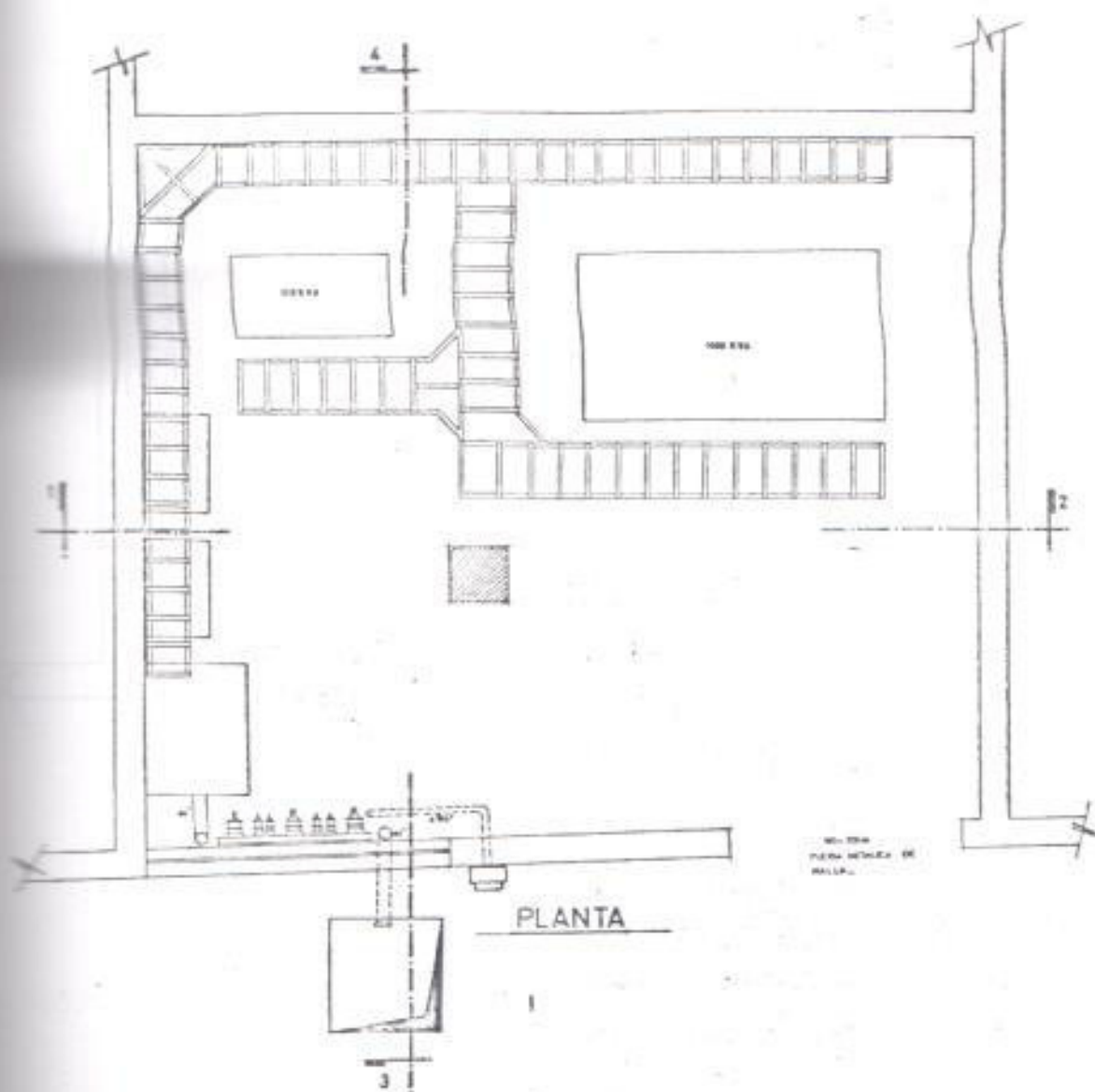


FIGURA N° 9-A

Cortes del Montaje de los transformadores

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		
OBRA : SUBESTACION - CORTES - IMPLANTACION - DIAGRAMA UNIFILAR		
Resp. tecnica	Diseño Electrico	
PEDRO G. TUTIVEN	PYC: ELECTRICA	
ESCALA	FECHA SEPTIEMBRE 83	LAMINA

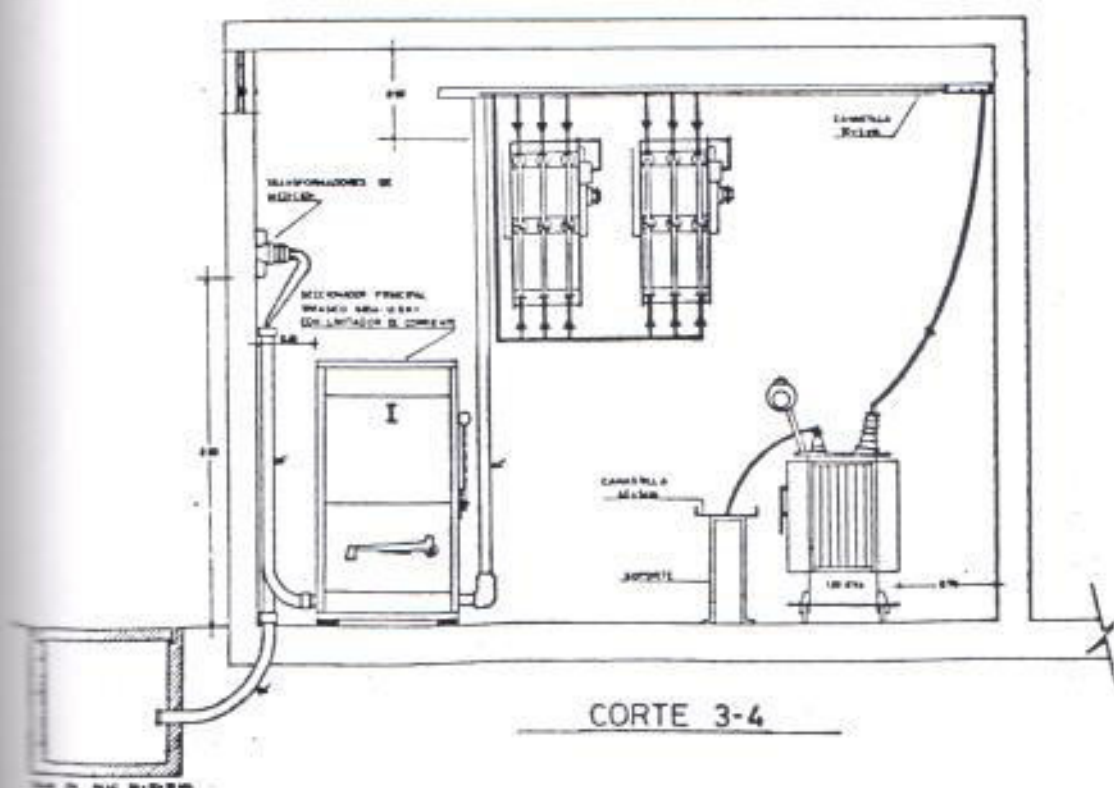
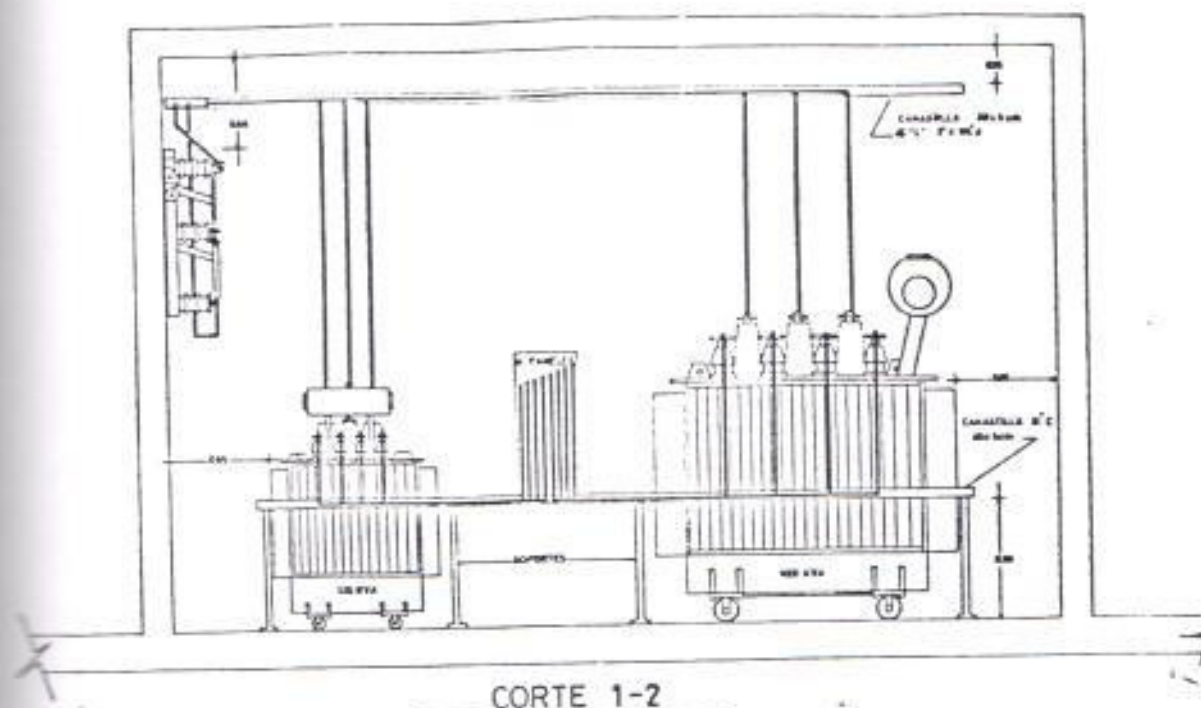


FIGURA Nº 9.b.

CORTES DEL MONTAJE DE LOS TRANSFORMADORES

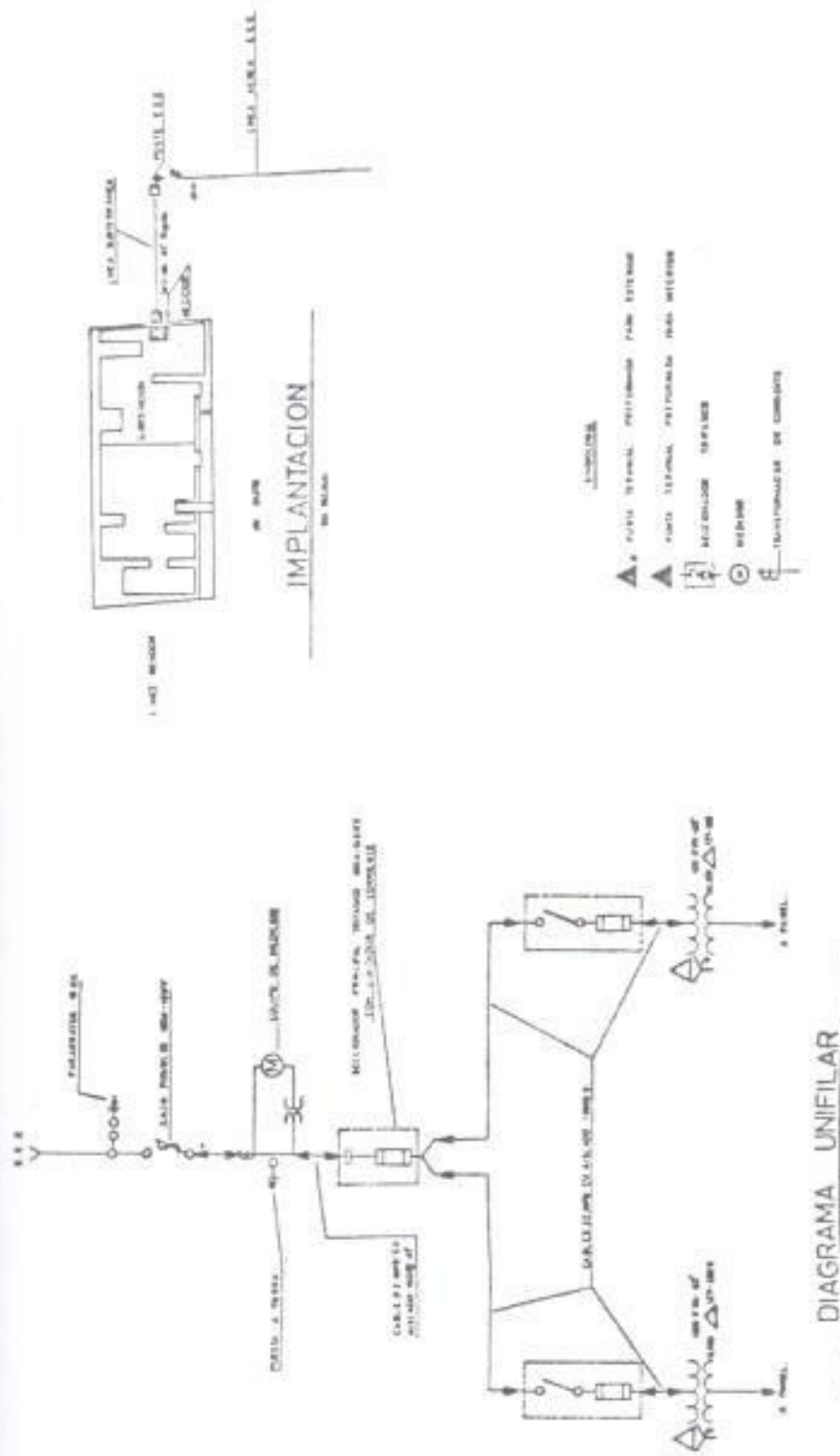


FIGURA N° 9-C

El seccionador principal, ha sido seleccionado con el criterio de considerarlo con una capacidad de 6 – 7 veces la capacidad nominal instalada de la sub-estación; así se tiene que en nuestro caso:

$$\text{Cap. de sub-est. (amp.)} = \frac{(1.000 + 120) \text{ KVA}}{13.2 \text{ KV}} = 84.84$$

$$\text{Cap. de seccionador princ. (amp)} = 7 (84.84) = 593.88$$

Por lo tanto, el seccionador a elegirse de acuerdo a la capacidad normal y comercial es el de 600 amp., a 13.8 KV.

Los seccionadores secundarios en el lado principal de cada transformador son calculados de forma semejante, considerando su capacidad individual; así se tiene:

$$\frac{\text{Cap. secc.}}{1.000 \text{ KVA}} = 7 \frac{(1.000)}{13.2} = 530.3 \text{ amp.}$$

$$\text{Cap. secc.} = 7 \frac{(120)}{13.2} = 63.64 \text{ amp.}$$

El criterio para seleccionar la caja de fusible, es considerado el 120% de la capacidad de la sub-estación, es decir:

$$\text{Cap. caja de fusible} = 1.2 (84.84) = 101.81 \text{ amp.}$$

Por lo tanto, de acuerdo a este resultado se escoge aquel que tenga de característica una capacidad de 100 amp. Y con un BIL de 15 KV, ya que su nivel de alto voltaje en distribución es de 13.8 KV.

La capacidad de la sub-estación depende de la carga total a la que se halla considerando en conjunto con las estimaciones para una carga futura, que depende de la cantidad de equipo como motores, ascensores, calderos, cocina, aire acondicionado, instrumentales, rayos X, etc.

Es normal dimensionar sobre la carga neta y efectiva de un 150 a 200% para seleccionar la capacidad adecuada de la subestación.

La estación del pararrayos depende del nivel de voltaje a trabajar de línea de tierra.

$$\text{Pararrayos} = \frac{13.2}{3} = 7.63 \text{K.V}$$

Por lo tanto, se selecciona el pararrayos con un nivel de aislamiento dado por su BIL que es de 10KV.

Los cables son seleccionados de acuerdo a la capacidad nominal de la sub-estación, considerando con un margen de protección de un 20%.

Cap. acometida princ. = $1.2 (84.88) = 101.81$ amp.

De acuerdo con el resultado anterior se selecciona de la tabla N° 310-12 del Nec, con aislamiento para 15.000 V en TW o en RH por lo tanto escogemos el N° 2 AWG.

Los esparcimientos considerados por la distancia libre de separación de la sub-estación con respecto al piso y a las paredes dependen para nuestro caso de la facilidad que ofrezca de un nivel de aislamiento adecuado, como para un futuro mantenimiento o cambio de la sub-estación por exigir mayor capacidad.

En la figura N° 10, se muestra los métodos típicos de conexión del suministro de energía a utilizarse, que mediante cierto estudio se llegó a una selección para aplicarlo en el Hospital del Niño.

El transformador debe tener la suficiente ventilación, ya sea natural o forzado mediante aceite que refrigera los arrollamientos de una elevación en su temperatura.

En el Hospital del Niño, se ha considerado el sistema de refrigeración natural en el exterior y a aceites en interior; además, se ha previsto que su montaje tenga el espacio suficiente como para que se mantengan ventilados.

- A. Conexión simple primaria y secundaria, con la salida desde la línea de distribución primaria, el diseño toma en cuenta un conducto adicional instalado par nuevos cables en caso de fallas o futuras expansión.
- B. Este sistema es similar al anterior, excepto en el interruptor de transferencia a ser adiciomado en la línea de distribución, la que se encuentra conformada por dos alimentaciones de diferentes sub-estaciones.
- C. Esto es utilizado por la compañía que se suministra al hospital dos alimentadoras de distribución, en este caso si existe una falla en alguna subestación, la alimentadora y el conducto al transformador podria no conectarse el servicio en un largo periodo.

La transferencia puede ser hecha desde la misma plataforma donde está montado el transformador con el interruptor de transferencia.

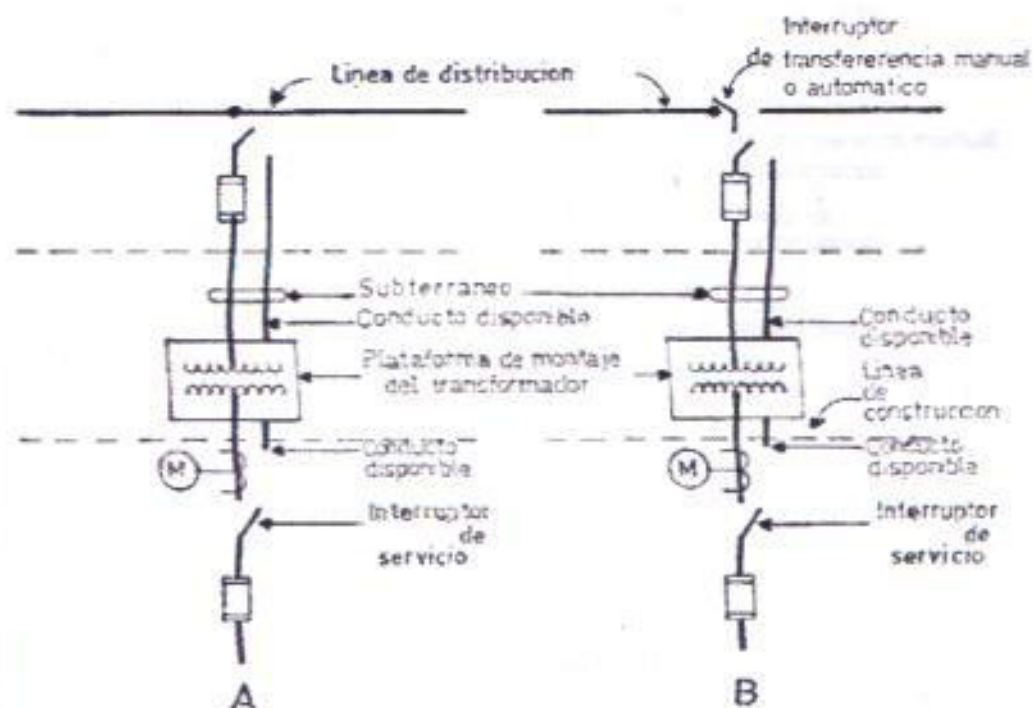


FIGURA # 10-a

MÉTODOS TÍPICOS PARA CONEXIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA PARA SER SELECCIONADO Y APLICADO EN EL HOSPITAL DEL NIÑO.

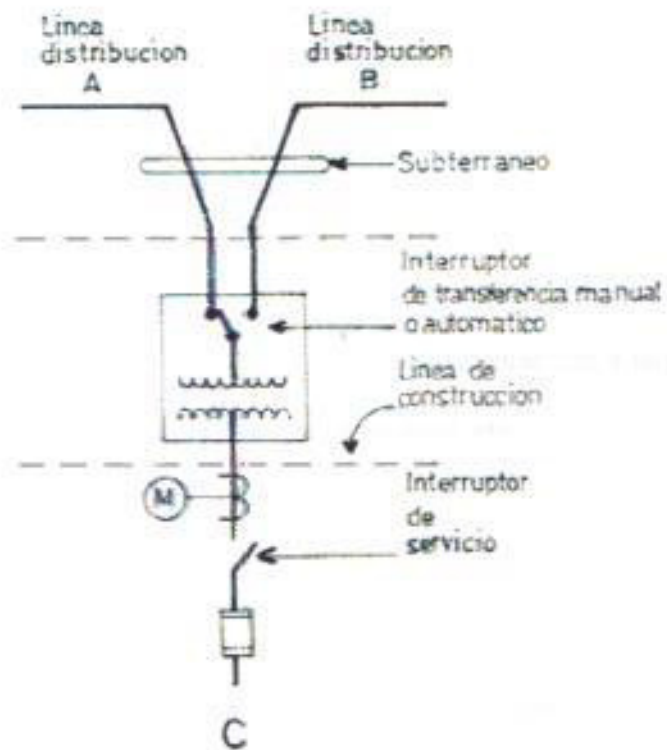


FIGURA # 10-b

Observación: De los tres métodos expuestos anteriormente, podemos indicar que considerando los criterios en las que han sido aplicadas en el Hospital del Niño, el método B, cumple con los requerimientos y especificaciones eléctricas a las que diseño se ha basado, de lo contrario no dejamos de mencionar que el método C, también es aplicado, todo depende si el sistema de distribución suministrado por la E.E.E., tiene dos alimentadoras o ramales, es decir, si el sistema es radial en dos zonas de la estación hospitalaria.

suministrado por la E.E.E., tiene dos alimentadoras o ramales; es decir, si el sistema es radial en dos zonas de la estación hospitalaria.

El nivel de voltajes secundario, para pequeñas cargas 208/120 V, como equipo médico luminario, así como en otras áreas para grandes cargas 480/277 V, puede ser determinado por las alimentadoras a requerir, así como el tamaño de los arrancadores de motores, etc.

El Hospital del Niño, cuenta con importantes instalaciones el tratamiento médico, contribuyen a la atención general de pacientes y personal (cocina, lavandería, etc.). Según el tamaño del hospital (el número de camas puede tomarse como base) variando de esta manera con la potencia necesaria del hospital. Teniendo que a mayor número de camas disminuye la potencia necesaria específica por camas disminuye la potencia necesaria específica por cama, lo que nos demuestra la siguiente figura N° 11, como resultado de una estadística de hospitales con cargas de climatización e instalaciones eléctricas parciales.

Por lo tanto, multiplicando el número de camas por la potencia específica, se puede deducir aproximadamente la potencia necesaria del transformador, según el grado de electrificación, se aumentan los valores entre un 15% a 30%.

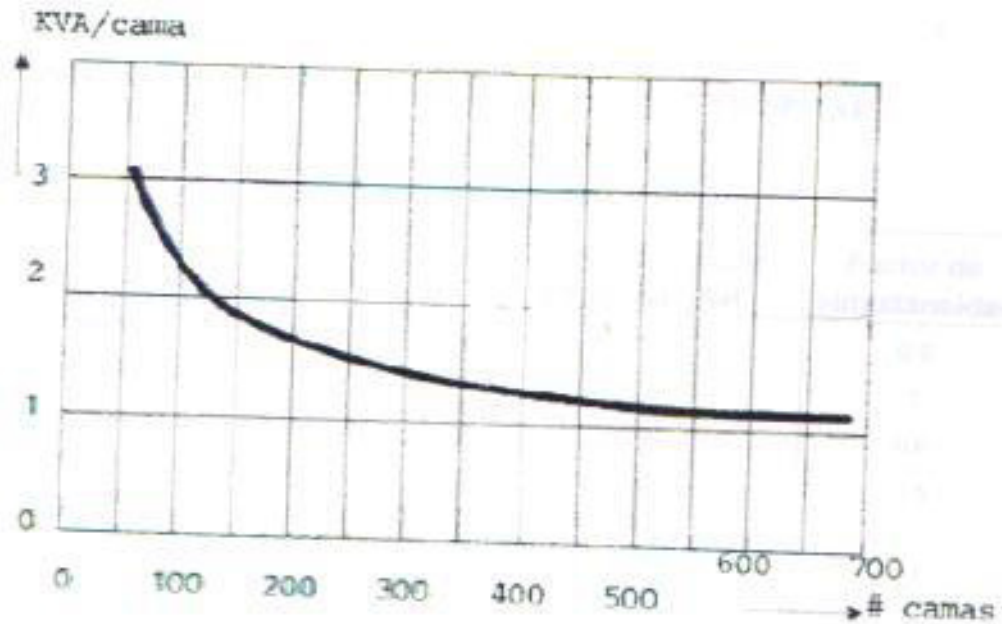


FIGURA N° 11
POTENCIA ESPECIFICA EN FUNCIÓN
DE NÚMEROS DE CAMAS

Entre las consideraciones sobre la potencia necesaria a de contarse con la probabilidad de que puedan haber varias instalaciones eléctricas simultáneas en el servicio.

La siguiente tabla III nos muestra junto a los valores orientativos de la potencia correspondiente a los grupos funcionales de un hospital y los correspondientes factores de simultaneidad.

TABLA # III
POTENCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE UN HOSPITAL

Area Funcional	Potencia necesaria en % del total	Factor de simultaneidad
-Alumbrado	25	0.9
-Climatización parcial	15	1
-Cocina parcialmente electrificada	10	0.6
-Esterilización parcialmente electrificada	10	0.4
-Lavandería parcialmente electrificada	5	0.6
-Ascensores	15	1.0
-Instalaciones médicas y otros receptores	20	0.6

2.2.2. Sistema de distribución

Se conoce que la función básica de un sistema de distribución, es la de transmitir energía de un punto a otro, manteniendo su nivel de voltaje estable y sin interrupción alguna en su servicio, incluyendo á esto, el sistema normal como emergente. De esta forma este concepto, nos hace prever que el diseño del sistema de distribución del Hospital del Niño, cumpla con estos criterios para dar mayor confiabilidad y protección a los equipos que van a ser utilizados en bien de los pacientes.

A continuación clasificamos al sistema de distribución en sus partes, así como su descripción con el fin de dar mención a los criterios que han sido contemplados y aplicados en el Hospital del Niño.

a. Sistema de protección contra falla a tierra

Tomando en cuenta que el nivel de voltaje de distribución secundaria a utilizarse en el hospital del Niño es 208/120 V, esto nos hace considerar que su sistema de protección contra fallas a tierra del blanco de transformadores es mediante la puesta a tierra de su punto neutro de la conexión en Y.

Esta consideración está basada en el criterio puesto en la sección 230-95 del NEC, en la que sugiere que para niveles de voltajes mayores a 150 V., y para servicios de 1.000 amp., la conexión a tierra debe ser instalada. En esta sección del Código NEC se contempla todas estas aplicaciones, así también como la de no considerar la protección de falla a tierra para servicios mayores de 1.000 amp. De acuerdo con este criterio en la instalación del Hospital del Niño, se ha considerado su puesta a tierra en el secundario de los dos bancos de transformadores, tanto en el de 1.000 KVA como en el de 115 KVA, esta puesta a tierra, también servirá para una mejor referencia de los niveles de voltaje usados 208/120/240 V., así también de un rápido despeje contra falla de cortocircuito ya que el conductor neutro de la E.E.E., es una referencia muy distante.

b. Cuarto del cuadro de disyuntores y gabinetes eléctricos (áreas)

En el Hospital del Niño, la instalación del cuarto donde se lo colocaron

los gabinetes y cuadros de disyuntores principales, hubo que hacer un estudio cuidadoso de su sistema de equipos, ya que debe tomarse en cuenta desde el punto de vista presente y futuro, en lo que respecta a cantidad y a capacidad.

El cuadro de disyuntores principales, se localiza en un área aislada, con suficiente claridad y espacio para trabajo y para posterior adición de disyuntores.

Los gabinetes eléctricos instalados en el Hospital del Niño, están provistos en cada piso de circuitos de alumbrado y de receptáculos de tomas de energía de disyuntores, lo que está considerado por la sección 110-16 del Código NEC.

Estos gabinetes no deben ser instalados cerca de una misma área donde entra en funcionamiento muchos equipos, a la vez así como monitores electrónicos, ya estos tienen alta ganancia susceptible a los 60 HZ., y producen armónicas (3era. Armónica) que son perjudiciales por su buen funcionamiento; por lo tanto se ha dispuesto que los centros de distribución estén separados como mínimo una distancia de 12 metros, de estos equipos. Estos criterios deben ser aplicados por ejemplo a:

Los electroencefalogramas, equipos telemétricos los que pueden ser afectados por el funcionamiento cercano de motores de gran capacidad.

Se debe tener en cuenta que los fusibles y disyuntores a ser instalados en sus respectivos paneles del cuarto principal, como los que están en los corredores de la estación hospitalaria no se encuentren afectados de una elevada temperatura ambiental, ya que su estado térmico haría que se dispare sin ningún control o coordinación, por lo tanto es de vital importancia que los paneles están instalados en lugares mejor ventilados.

Cuando el servicio de un panel principal de distribución es de 1.600 amp, o más, se aconseja que sea separada bajo un número de secciones individuales, mediante interruptor de transferencia, sistema de emergencia y dispositivos de distribución para sobrecorriente. Los fusibles y los disyuntores, son seleccionados de acuerdo a una coordinación adecuada con el resto del sistema eléctrico, ya que la desconexión en cierta área por motivo de falla no afecte a otra cercana.

La diferencia en utilizar como su sistema de protección disyuntor a la de fusible, lo tenemos en el caso de máquinas trifásicas, ya que el disparo de una fase individual será perjudicial.

Los paneles deben estar provistos de voltímetros, ya que existen muchos monitores fisiológicos y dispositivos terapéuticos que dependen de un apropiado voltaje.

Una consideración que ha sido aplicada en el Hospital del Niño, es que exista un número suficiente de paneles distribuidos en los pisos, cubriendo las distintas áreas dándoles seguridad a los diferentes circuitos ramales para alumbrado, así como tomas de corrientes de energía cuya distancia del circuito no exceda de los 25 a 30 metros, ya que estarían sujetas en caso contrario, a excesivas caídas de voltaje. Debido al estado transitorio de la corriente de fuga por motivo de voltaje. Debido al estado transitorio de la corriente de fuga por motivo de un cortocircuito., no son recomendable longitudes menores a 8 mts., ya que ello influiría a los otros circuitos ramales cercanos.

Los disyuntores a ser usados, deben tener una capacidad del 25% - 50% de sobrecarga a la capacidad de uso.

De acuerdo con estos esquemas y a sus diagramas unifilares, observamos que se ha considerado una nomenclatura de TP, para especificar los tableros principales y TPE para los tableros principales de emergencia.

De esta nomenclatura también podemos mencionar que se ha descrito como ST# para representar un sub-tablero, que depende del suministro de energía normal y los STE# que suscribe al sub-tablero de distribución que depende del sistema de energía emergente.

c. Alimentador:

Dentro de las consideraciones para seleccionar el adecuado alimentador que va a alimentar los tableros principales TP o TPE, así como también los sub-tableros ST o STE, se debe tomar en cuenta la capacidad de la carga de alumbrado de energía y otros servicios a ser utilizados.

La capacidad del alimentador principal está basada en las consideraciones dadas por el NEC (Art. 215 – 220), así como también por las consideraciones expuestas en el párrafo N° 2.2., de este capítulo, donde se observará el factor de demanda del alimentador para el alumbrado.

Dentro de los requerimientos necesarios para la selección de un alimentador están: su tamaño que lo determina la sección 220-4 del NEC de acuerdo a la disposición de carga a la que vaya a estar sometido por su caída de voltaje, por su protección contra fallas a tierra, por ejemplo, si tenemos una exigencia de carga de 200 amp.,

el menor servicio de la alimentadora sería dado por el conductor $2 \times 3/0$ THW por fases; en este ejemplo al considerar dos conductores en vez de uno, es por motivo de fácil manejo, costo de obtención en el mercado.

Toda alimentadora debe ser diseñada con un 25% más de carga calculada por la demanda, y la que considere también proyecciones futuras.

Como se observa en los diagramas del Hospital del Niño, el mínimo alimentador utilizado es el número 6, y para el alimentador neutro es el 8, el máximo que ha considerado es el $2/0$; y $1/0$ para su respectivo neutro.

d. Ductos:

En la instalación eléctrica del Hospital del Niño, se ha considerado el uso de ductos metálicos rígidos EMT, debido a diversos factores como son costo, cualidades mecánicas, accesible a diferentes áreas o condiciones y con probabilidad a futuras modificaciones.

Se ha considerado que los paneles de distribución están separados de los ductos que están alejados en el tumbado por una distancia de 0.7 –

1.30 mts., debido a estética, colocación de tumbados falsos y para una fácil verificación en caso de daños de circuitos ramales.

El uso de ductos metálicos, hace posible que sirva de chasis o pantalla a los campos electromagnéticos producidos por acoplamientos capacitivos e inductivos, logrando eliminar de esta forma los efectos transitorios o de interferencia por radio frecuencia, que son perjudiciales en el buen funcionamiento de los equipos electrónicos, así como monitores, computadoras, comunicación, registros médicos, además podrían servir como un agente conductor de la línea de tierra. En caso de que éste estuviera ausente y sea imprescindible su instalación.

La dimensión de estos ductos, depende de la capacidad en alojar ciertos conductores, cuya cantidad en alojar ciertos conductores, cuya cantidad está limitada y de acuerdo a lo expuesto en el Art. 346 del NEC, 1971.

Como observamos en los diagramas unifilares de las alimentadoras del Hospital del Niño, tenemos los de utilizar ductos de 1 1/2 - 1 1/4 - 2" para alimentadoras principales de los subtableros a los paneles principales TP o TPE.

Los ductos de los circuitos ramales de los subtableros de distribución STP o STPE para alumbrado y tomas de energía, son consideradas en el orden de 1/22 pulg., como el más pequeño hasta 1" como para alimentaciones motrices.

e. Alambres y cables conductores:

Debido al alto costo del cobre y al ligero peso del aluminio, es ahora muy usado este último, en instalaciones hospitalarias.

Los conductores de aluminio # 14 y 12, pueden ser conectados como extensiones de los conductores de cobre de longitud cortos.

En aplicaciones de ingeniería para hospitales se permite el uso de aluminio N° 4 para ciertas alimentadoras.

El aislamiento de los conductores a usar es de vital importancia en las diferentes áreas hospitalarias a aplicarse. El uso más general es el tipo TW, utilizadas en ramas de circuitos y el tipo de THW para alimentadoras que es el más común. Cuando el tamaño del conductor es un problema de las mismas propiedades eléctricas como de aislamiento, pero con un espesor más fino.

En áreas con baja corriente de fuga por cortocircuito o en sistemas de puesta a tierra, se utiliza conductores con aislación de baja constante dieléctrica, así como es el tipo XHHW.

La capacidad de los conductores para 600 V, en sus respectivas aplicaciones, dependiendo de la carga a suministrar, lo podemos obtener en el código Nacional Eléctrico. Art. N° 310.

Para el cálculo del alambrado en el diseño del sistema eléctrico del Hospital del Niño, se consideró que la corriente de fuga por cortocircuito debe ser menor a los 200 amp.

f. Interruptores:

Por consideraciones de cuidado se necesita que los interruptores sean del tipo silencioso para reducir ruidos particularmente en áreas pacientes, también se utiliza los interruptores colocados en estaciones de enfermería, siendo accesible sólo el personal del hospital. (ver figura N° 12).

Existirá alumbrado que está conectado directamente con el generador de emergencia, mediante interruptores de transferencia.

Hay que considerar la clase de interruptor en áreas peligrosas, como las localidades anestésicas, que deben ser de un Nema 7 y 9 para protección anti-explosiva y corrosión.

En dos entradas a una misma localidad hay que tener un gran número de interruptores del tipo tres vías, así como interruptores de control remoto que consiste en la activación magnética de contactores en la activación magnética de contactores para paneles de distribución.

En lugares donde se requiere mejor alumbrado y para evitar interferencias con monitores e instrumentos electrónicos, algunos dimers SCR, no son recomendables para ser instalados como alumbrado de emergencia por su elevada radiofrecuencia de interferencia.

Los interruptores de tiempo o temporizadores, son utilizados en hospitales para el alumbrado exterior, para circuitos de tres controles como la muestra la figura N° 12, a continuación:

Los temporizadores pueden tener ajuste de tiempo propio, mediante un dial llevado a nuevo ajuste a incorporarse al sistema mediante un reset.

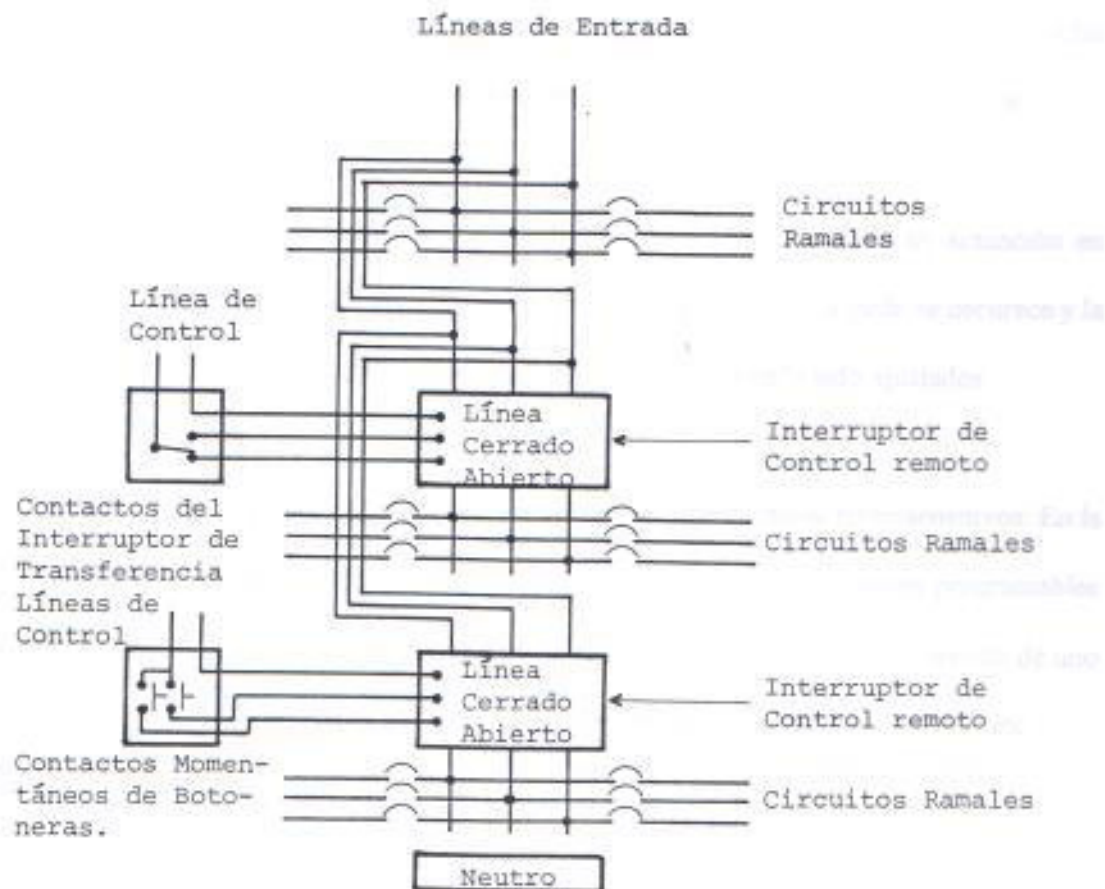


FIGURA N° 12

ESQUEMA DE INTERRUPTOR DE CONTROL REMOTO.- A ser usado en paneles de distribución para el control de alumbrado y circuitos ramales.

El alumbrado exterior es también accionado mediante celdas fotoeléctricas orientadas de acuerdo a la sensibilidad superficial.

Estos tienen ventajas a los temporizadores, porque su actuación en épocas de invierno en que tempranas horas de la tarde se oscurece y la sensibilidad de los relés temporizados no halla sido ajustados.

Algunas alarmas son activadas por interruptores termosensitivos. En la actualidad con el avance de la ciencia, existen controles programables en los que se puede controlar la intensidad, como el encendido de uno o un grupo de circuitos de alumbrado, como tomes de poder, etc.

Tomas de corriente:

Las regulaciones eléctricas exigidas para hospitales, definen un número mínimo de tomas de corriente en varias áreas del mismo, cuyos requerimientos están contemplados por el Código NE(1.978) de la sección 517. (83-84) y a las regulaciones especiales para áreas anestésicas que son anotadas en la parte G del artículo 517.

Estas consideraciones fueron aplicadas en el Hospital del Niño, así tenemos que los toma de corriente normales son de 15 - 20 amp., de tres alambres, con terminal de tierra a 125 V.

El requerimiento del tipo de tierra, está dado por la sección 210-21(b) del NEC y las conexiones de la puesta a tierra en las tomas de corriente la contempla la sección 250-74 del NEC, esto es debido a que una buena tierra continua en un hospital da un apropiado funcionamiento en los monitores electrónicos.

Todo receptáculo a la fuente de energía emergente puede ser distinguida por algunos métodos:

1. Los toma de corriente son distinguidos por su color rojo; ó,
2. La placa de la toma de corriente es de color rojo.

2.2.3. Sistemas Eléctricos esenciales del Hospital del Niño

El sistema eléctrico hospitalario normal, está sujeto a interrupciones provocadas por la compañía de la Empresa Eléctrica, como en el caso del Hospital del Niño en la ciudad de Guayaquil.

Para estas circunstancias se ha previsto, de una fuente de energía emergente, que suministrará el servicio eléctrico a una parte de toda la carga eléctrica hospitalaria, de acuerdo a un orden de prioridad.

Estos requerimientos contempla en la publicación dado por la NFPA (1.977). Entre las consideraciones podemos observar que los componentes de un sistema esencial, con la excepción de la fuente de

suministro normal e interruptor de transferencia, son el mismo que un sistema de distribución normal.

Una máquina generadora emergente debe dar un servicio tal, que mantenga un apropiado voltaje y frecuencia con una interrupción mínima de los 10 segundos. En hospitales donde se realizan operaciones tales como, las de corazón abierto, se sugiere el sistema de suministro de energía ininterrumpible conocido como UPS. Fuente de Energía ininterrumpible.

Muchos hospitales están ahora usando computadoras, para propósito médicos en adición a su procesamiento de datos, por lo tanto se recomienda para ello un sistema estabilizador de voltaje del tipo CVS (estabilización de voltaje constante).

En muchos casos un generador de emergencia puede ser usado para alimentar sólo una edificación, pero, sin embargo, en donde funciona un generador en paralelo, podrían suministrar energía a una compleja edificación hospitalaria, como es el Hospital del Niño.

En la figura N° 13, observamos que por medio de interruptores de transferencia, podrían conmutar energía a una edificación del complejo hospitalario.

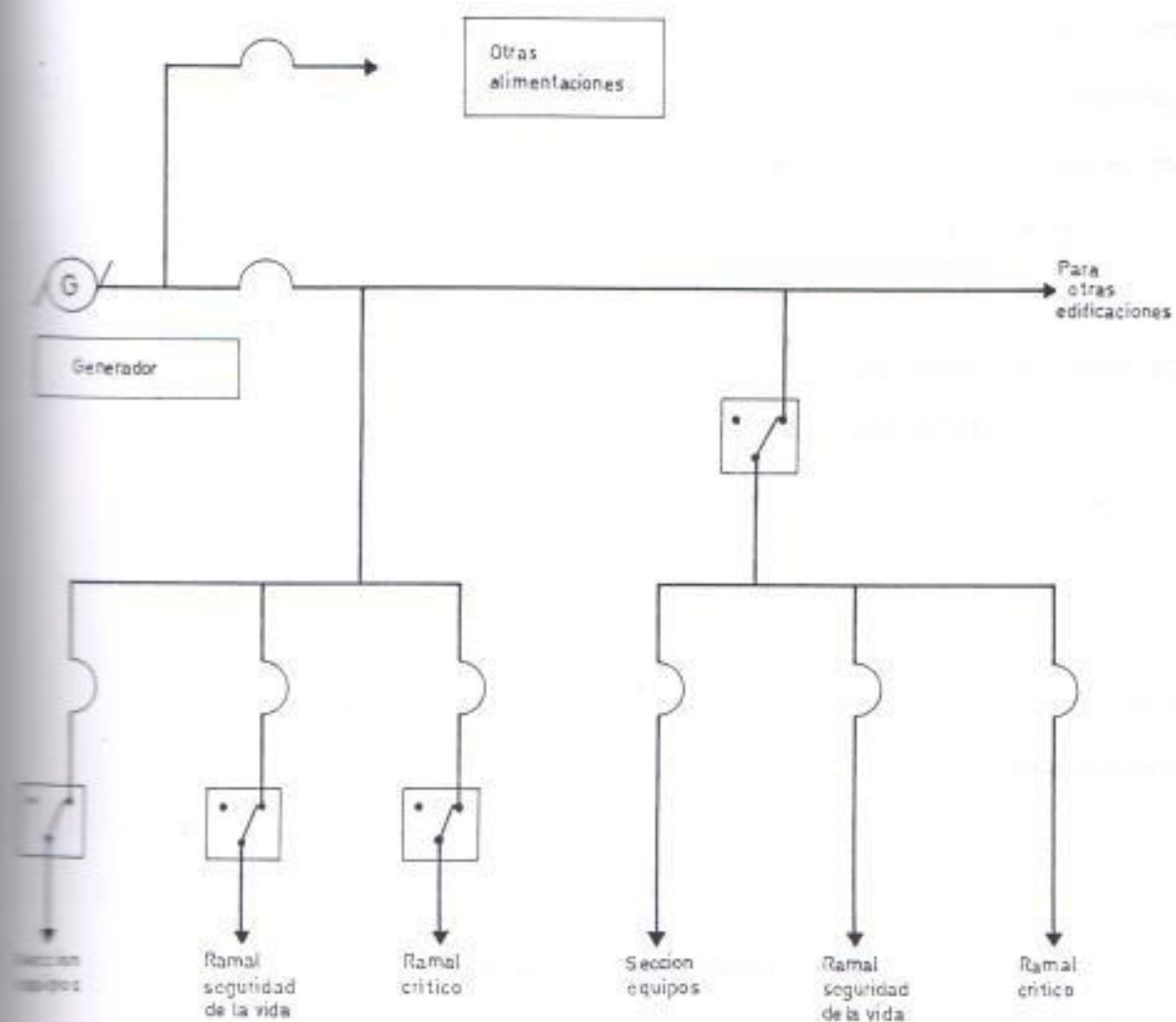


FIGURA # 13

SISTEMA DE DISTRIBUCION EMERGENTE

Es posible que se requiere suministrar en caso de emergencia a ciertas cargas y que el transformador no sienta la sobre carga, por arranque de las máquinas motrices, como compresores, ascensores, ventiladores, etc., dando prioridad en cierta forma al área de cuidado de pacientes.

El generador debe estar equipado como para automatizado como para automatizar el paro del generador, en caso de baja lubricación de aceite, alto flujo de agua caliente, sobre velocidad por falla del arranque, juntos con audio indicadores y visibles de un control local y remoto.

En un generador debe indicarse el tiempo de funcionamiento continuo, para que el operador tome sus precauciones como el del almacenamiento de combustibles.

2.2.4. Criterios de iluminación del sistema considerado

El alumbrado es una parte integral en el diseño eléctrico hospitalario, tomando en cuenta desde las clases de luminarias a utilizar hasta el tipo de localidades con sus circuitos y control que se requiera para asegurar un funcionamiento adecuado.

Difiere las necesidades de varias personas con diferentes funciones en una misma localidad, como lo es el cuarto del paciente, para lecturas, visitas,

doctores, enfermeras que requieren de un alumbrado para examinación y terapia, como para el personal de quehaceres.

Las zonas de reflexión y brillantes, son muy importantes, son muy importantes de ser consideradas y evitadas cuando el periodo de tiempo en que se las necesita es muy largo.

Las zonas de reflexión y brillantes, son muy importantes de ser consideradas y evitadas cuando el periodo de tiempo en las que se las necesita es muy largo.

La estética y la arquitectura pueden ser afectadas por el alumbrado, así como sus accesorios de control en paredes, pisos y esquinas.

Ciertas decisiones pueden afectar en sus costos considerablemente, por lo tanto todas las especificaciones del alumbrado deben ser consultados con la persona, arquitecto o decorador del hospital, así tenemos lo siguiente:

1. Consideraciones especiales:

La combinación de luces fluorescentes, son fuentes de interferencias por efectos de su radio - frecuencia, lo cual causaría lecturas erróneas en muchos tipos de equipos electrónicos; por lo tanto, se aconseja que se usen filtros de radio - frecuencia que reducen estas emisiones ya

doctores, enfermeras que requieren de un alumbrado para examinación y terapia, como para el personal de quehaceres.

Las zonas de reflexión y brillantes, son muy importantes, son muy importantes de ser consideradas y evitadas cuando el periodo de tiempo en que se las necesita es muy largo.

Las zonas de reflexión y brillantes, son muy importantes de ser consideradas y evitadas cuando el periodo de tiempo en las que se las necesita es muy largo.

La estética y la arquitectura pueden ser afectadas por el alumbrado, así como sus accesorios de control en paredes, pisos y esquinas.

Ciertas decisiones pueden afectar en sus costos considerablemente, por lo tanto todas las especificaciones del alumbrado deben ser consultados con la persona, arquitecto o decorador del hospital, así tenemos lo siguiente:

1. Consideraciones especiales:

La combinación de luces fluorescentes, son fuentes de interferencias por efectos de su radio - frecuencia, lo cual causaría lecturas erróneas en muchos tipos de equipos electrónicos; por lo tanto, se aconseja que se usen filtros de radio - frecuencia que reducen estas emisiones ya

que son usadas comúnmente en centros de cuidado coronario, cuidados intensivos, salas quirúrgicas, laboratorios de cauterización cardíacas y laboratorios electrónicos.

La reactancia capacitiva a tierra de los balastos es baja, por lo tanto existen monitores dinámicos que regularían la actividad de la iluminación.

El alumbrado emergente debe ser provisto en específicas áreas del hospital, cuyas referencias encontramos en el Código NE (1.978) Art. 517.

2. Iluminación en cuarto de pacientes:

Un adecuado criterio de iluminación en el cuarto del paciente, es de que su luz sea directa y no muy brillante.

La iluminación general recomendada para visitas, debería ser un nivel de 215.2 lux.

La iluminación montada en la estructura del hospital debe ser dirigida y reflejada del tumbado y paredes con una luz indirecta de baja brillantez.

La luz fluorescente es muy utilizada para la iluminación general, y su costo es bajo con relación a los lúmenes por vatio, con respecto a las lámparas incandescentes.

Los focos de lectura deben ser de un nivel de 322.8 lux y la tonalidad de las lámparas fluorescentes, son de un color blanco – gris.

La iluminación recomendable para examinación de pacientes es de 1.076 luces, existiendo a la vez lámparas portátiles.

Las luces de noche son usualmente bajas en la pared a 4.30 metros, tipo aplique, cerca del piso de la puerta de entrada y del lado opuesto a ella en un cuarto. Las luces de noche de los cuartos pueden ser controladas por interruptores, desde la estación de enfermería.

Para la lectura, el paciente controla la luz por medio de interruptores, desde la estación de enfermería.

Para la lectura, el paciente controla la luz por medio de interruptores del tipo de cadena.

Los interruptores de pared son generalmente del tipo 3 – vía.

3. En otras áreas:

El alumbrado en ciertos sectores del hospital como oficinas, cuartos de internos y cafeterías, son diseñados de igual forma que en toda edificación, con excepción de ciertas áreas como corredores que pueden ser controlados desde la estación de enfermería. En corredores un nivel adecuado de iluminación es 215.2 lúmenes, además, para sistemas emergentes hay que considerar las lámparas de emergencia de control independiente.

En el cuarto de operación, con el fin de eliminar sombras y tener buen alumbrado sin excesivo calentamiento, se requieren de reguladores de la intensidad de alumbrado.

Una recomendación para un cuarto de cirugía es de proveer de 26.900 lux, dando un área de alumbrado con un margen de 35 cm, este alumbrado quirúrgico, puede estar conectado a los circuitos normales sin puesta a tierra y son montados con una altura de 1.52 metros del piso, que es el límite en áreas peligrosas.

El tipo de lámpara para iluminación en general son las de cuatro tubos fluorescentes 0.61 x 1.22 metros colocados paralelamente.

A continuación en la tabla N° 4 se aprecia los niveles de iluminación a utilizarse en las diferentes áreas de un hospital.

TABLA N # IV

NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADAS EN ÁREAS HOSPITALARIAS	
AREA A ILUMINAR	NIVEL DE ALUMBRADO FOTOCANDELA
Cuarto de anestecia	30
Autopsia y morgue	100
Central esterilizada	30
Almacenamiento	30
Corredores	20
Cuarto dental	150
Cuarto de examinación	30
Electrocardiograma	100
Cuarto de fracturas	50
Laboratorios	50
Estación de enfermería	70
Cuarto medico	100
Enfermería infantil	100
Laboratorio Obstetricia	100
Cuarto de paciente	20
Unidad pediátrica enfermería	50
Farmacia	100
Laboratorio radioquímico	30
Cuarto de cirugía	100
Cuarto de operaciones	200
Terapia física	20
Cuarto de ejercicio	30
Cuarto de rayos X	10

2.3.DETERMINACION DEL GRUPO EMERGENTE

2.3.1. Selecciónamiento de la carga emergente

Dentro de las características de los sistemas eléctricos esenciales, tenemos los sistemas de emergencia y los sistemas de equipos. Los sistemas de

equipos, se los considera a los mismos que son suministrados por la fuente de energía así como las centrales al vacío y equipos de gases médicos, así como bombas, sistemas de control y alarmas. Además, como parte del equipo, se consideran los de calefacción, servicio para un ascensor, suministro y extracción de áreas específicas, etc.

En el caso del Hospital del Niño, que hay más de un elevador, se prevee de un interruptor, se prevee de un interruptor manual o automático que permita que una vez que se ha suspendido el servicio normal, entre como carga de ascensor uno cada vez, logrando que cada elevador funcione en distinto tiempo o que por transferencia manual lo realice uno solamente y que los otros descarguen en cada piso, permitiendo así el trabajo de un solo.

El ramal de seguridad que alimenta la iluminación de corredores y salidas, sistema de alarma y comunicaciones, son también considerados como parte del sistema emergente.

El ramal crítico, suministrará energía para iluminación general, tomas de corriente y dispositivos generales o especiales.

Un área de particular selección es el cuarto general par pacientes, en este caso debe considerarse una toma de corriente para cada cuarto.

En el caso de falla del suministro de energía, estas tomas de corriente, deben estar adaptados para ser usados en equipos portátiles para brindar mayor seguridad a la vida de los pacientes, como son lámparas, televisores, en la que un paciente por su estado psicológico pueda necesitarlo.

Hay que considerar la selección de las tomas de corrientes para que sean los mapas convenientes, en corredores, rayos X, equipos de cocina, lavatorios, dependiendo del tipo de fase, voltaje y amperaje.

Los calentadores eléctricos deben ser en lo mínimo seleccionados como carga emergente de acuerdo a una utilidad práctica, como en la sección de lavandería, calefacción, cocina, etc.

A continuación en la tabla N°5 nos ayuda a sugerir las cargas emergentes de acuerdo al tipo de área.

TABLA # V
CARGAS EMERGENTES

1. Entradas, salidas y corredores	Seleccionar alumbrado, señales de y receptáculos doble en corredores.
2. Sala de cirugía y obstetricia	Sistema eléctrico completo incluyendo ventilación.
3. Area de enfermería	Seleccinamiento de alumbrado, toma corriente y ventilación, si no hay ventanas móviles.
4. Enfermería	Seleccionar alumbrado, toma corriente, energía para incubadora y ventilación sino hay ventanas móviles.
5. Laboratorio	Seleccionar alumbrado, toma corriente, para procedimientos especiales, sistemas de suministros y escapes.
6. Cuidado intensivo y unidades de cuidado coronario.	Sistema eléctrico completo incluyendo sistema de ventilación.
7. Cuarto de recuperación	Sistema eléctrico completo
8. Estación de enfermería y áreas de preparación medica	Seleccinamiento de alumbrados y tomas corrientes.
9. Localidad de la maquina generadora	Seleccinamiento de alumbrado y tomas

	operación.
24. Laboratorio de cateterización cardíaca	Alumbrado y toma corriente y energía necesaria a equipos de cateterización.
25. Unidades de Diálisis	Energía.
26. Bombas de succión	Energía.
27. Areas de administración	Seleccionamiento de alumbrado y receptáculos.
28. Farmacia	Seleccionamiento de alumbrado
29. Area central esterilizadura	Seleccionamiento de alumbrado
30. Area psiquiatra	Seleccionamiento de alumbrado y tomacorriente

2.3.2. Selección de la máquina generadora

Influyen muchos factores para el seleccionamiento de un generador adecuado

Y puedan ser los siguientes:

- a. ¿Qué combustible va a ser usado por el motor primario?
- b. ¿Cuál es su costo?
- c. ¿Qué accesorios pueden ser incluidos?
- d. ¿Qué tipo de transferencia va a ser usado?
- e. ¿Cuál podría ser el costo del mantenimiento?

El combustible a ser utilizado por el motor primario cuya maquina es de combustión interna, debe ser considerado por su tipo, así los combustibles pueden ser gasolina, gas y diesel.

La gasolina es un combustible volátil, que requiere precauciones especiales para su almacenamiento.

La maquina a gasolina arranca rápidamente y depende del nivel de la temperatura para que desarrolle energia a plena carga.

Los combustibles gaseosos tienen sus ventajas por la larga vida que dan a las maquinas y un menor mantenimiento, esto es debido a su completa combustión, lo cual reduce la formación de aceite y carbón, debido a la ausencia del tetraetilico.

Las tuberías interiores que conducen el combustible son del tipo de construcción natural, debido al propano y butano que se desarrolla en el combustible.

El gas natural y el gas embotellado usualmente, tienen un contenido térmico de aproximadamente 1.100 BTU por pie³. Considerando que el fabricante de gas da un rango mínimo de los 450 BTU por pie³.

Una máquina generadora puede desarrollar aproximadamente el 90% de su gasolina, usando 1.100 BTU de gas y solamente un 55% usando 450 BTU de gas. El sistema a gasolina no es versátil para tiempo continuo en caso de falla, para esto, existe el tipo diesel.

El combustible a diesel para su almacenamiento y por su rendimiento es utilizado en los generadores a diesel.

Con respecto al de la gasolina disminuye, pero en tamaño se incrementa.

En nuestro medio el costo del diesel es más económico (s/. 40,00), y el de la gasolina (s/. 50,00), en uso por hora.

En general las unidades de gas bajo de 170 Kv, son más económicas que las de diesel, debido al poco mantenimiento, poco accesorio y alto rendimiento y se ajusta al medio donde la materia prima (diesel) no exista.

Para el seleccionamiento de un generador a diesel, se lo considera por su funcionamiento, bajo la extensa carga en condiciones de emergencia.

El generador a diesel tiene una utilidad en hospitales que toman en cuenta su costo inicial, almacenamiento de combustible, costo de operación,

mantenimiento, confiabilidad y seguridad.

El combustible almacenado necesario para mantener un servicio, debe ser aproximadamente de 48 horas de suministro eléctricos.

El sistema de enfriamiento de estas máquinas generadoras son hechas por agua fría circulante o por radiador que es lo más usual.

Cuando existe una distancia grande de los radiadores, se puede hacer circular el agua por medio de bombas.

2.3.3. Capacidad del generador

La capacidad del generador debe estar dimensionado por su potencia en Kw y KVA.

En algunos casos el fabricante del generador, considera dentro de sus características la sobre carga específica y el tiempo de trabajo continuo, sin problemas del generador.

La máquina generadora se selecciona a una sobre carga si el factor de potencia de la carga es bajo o el motor es muy grande.

En ciertas normas, el Kw, es la potencia real considerarse como capacidad del generador, la que no puede exceder más allá de un porcentaje a la carga en lapsos de tiempos muy cortos.

Algunos fabricantes suministran, motores con mayor capacidad que el requerido para manejar al generador y a sus ligeras sobrecargas.

Una sobrecarga al ser removida puede causar sobre velocidad en el motor primario, la que puede ser recogida por el generador del mismo. Si en un instante los cambios de frecuencia se producen, éstas pueden ser perjudiciales para el resto del sistema.

Las cargas continuas del hospital, pueden ser anotadas por el cálculo total de la máquina generadora y considerar así su capacidad.

Los picos momentáneos y las corrientes de "Inrush" deben ser consideradas especialmente para la sección de la capacidad del generador, así como también la corriente de arranque de uno o dos de los motores más grandes existentes; obviamente, el costo del generador incrementaría con su capacidad, en este aspecto, se debe asegurar que un gran número de motores, no van a arrancar simultáneamente cuando el generador tome su carga considerada; esto puede ser ajustada y mediante botoneras.

Hay que evitar que muchos motores sean conectados al sistema eléctrico esencial, particularmente sección podría ser dada para la carga que requieran tipos de energía en fracciones de segundos como son las unidades de rayos X.

Así tenemos por ejemplos, que los laboratorios de cauterización cardiaca pueden tener un rango de los 150KVA, en equipos de rayos X, para uso de operación; así también en fluoroscopia, requiere una capacidad de 35 KVA; cada uno de estos equipos toman como mucho 30 películas de rayos X, en un periodo de 5 segundos, por lo tanto, para estos propósitos de utilización se vería el sistema de distribución con cargas prácticas y continuas, que se limitarían en los segundos, por lo tanto, la capacidad de los rayos X, puede ser considerada como alternativa principal para la operación.

Cuando hay pérdida de la energía, el procedimiento – diagnóstico puede ser parado y el de cauterización removido.

2.3.4. Selección del sitio del generador y su mantenimiento

El cuarto del generador y sus accesorios deben estar provistos del adecuado espacio para el mantenimiento y fácil acceso a todas las partes del mismo, que el aire de ventilación y combustión sea fácilmente

cambiable. Hay que evitar largos recorridos de tuberías desde el almacenamiento del combustible como la de considerar grandes bombas.

El lugar en donde puedan ser montados debe ser tal que no provoquen muchos ruidos ni disturbios a la operación y a sus pacientes.

Deben ser montados en una base de concreto con calzada de acero y aisladores de vibración, mediante muelles, evitando transferencia al resto del edificio hospitalario. Una temperatura apta es bajo los 10°C.

De acuerdo con lo descrito en el Capítulo I, y al NFPA-76 A(1.977), en la que se enlista una guía de mantenimiento para dar servicio al sistema de generación, lo que puede ser realizada por el Ingeniero Eléctrico del diseño.

Las pruebas pueden ser realizadas varias veces a los meses, en un periodo de 30 minutos bajo carga y a temperatura de operación.

2.3.5. Equipamiento de transferencia

La carga es transferida de la fuente de energía a la fuente emergente ya sea manual, o automáticamente. En caso de emergencia, debe existir un personal calificado para resolver los problemas eléctricos, par su transferencia así como su coordinación.

La transferencia manual puede ser visual en casos de cargas autorizadas en ciertos intervalos de tiempos específicos.

Como sugerencia para transferencia automática, (Ver capítulo III), se debe considerar un solo grupo de dispositivos similares y ser trabajados en forma de cascadas de acuerdo a un orden de necesidad, tal en el caso de los elevadores.

El generador debe ser ajustado a la capacidad del arranque y que acepte la carga en un tiempo de 10 segundos, actuando por medio de un relay sensitivo de sobrevoltaje.

La transferencia del generador puede ser proyectado par trabajar con el sistema normal, con una caída de voltaje con un porcentaje del 70% de su valor nominal.

2.4. PROTECCIÓN DEL GRUPO DE EMERGENCIA

Antes de analizar los problemas de coordinación y protección del sistema de emergencia, revisaremos ciertos criterios básicos y la tecnología asociada para estos casos; estando estos conceptos delineados por el Código Eléctrico Nacional NEC, las normas ANSI y NEMA.

El factor de aclaramiento I^2t , es la medida en que el fusible tiene la capacidad para despejar la corriente de falla en un tiempo dado.

La corriente resistida o de soporte, es la que a pesar del control de motores, interruptor de transferencia, la corriente persiste por causa de un corto producido durante el ciclo de la corriente alterna.

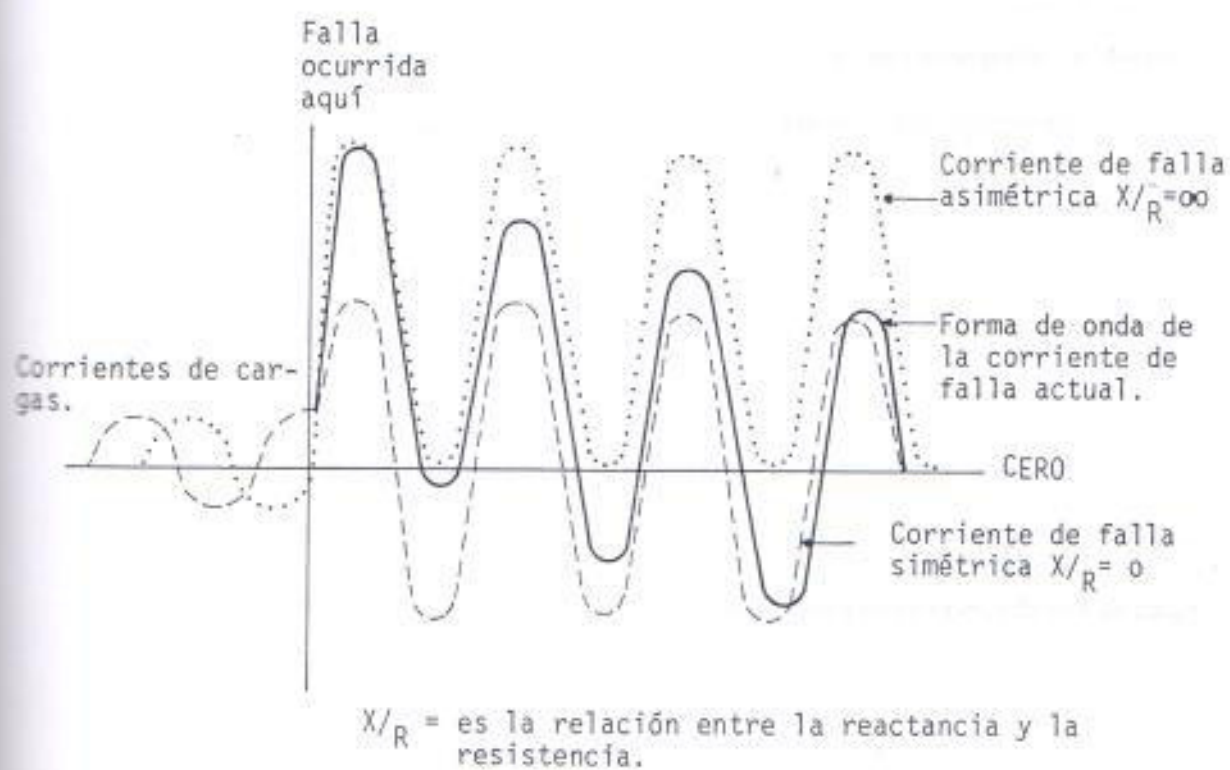


FIGURA N° 14

FORMA DE LA ONDA ASOCIADA CON LA CORRIENTE DE FALLA

2.4.1. Corriente de cortocircuito y coordinación del sistema eléctrico

Los propósitos generales para una coordinación del sistema eléctrico hospitalario, en nuestro caso, se radica en el área emergente, en donde se necesita proteger al paciente de los peligros que ocasionaría una falla eléctrica.

La siguiente figura N° 15, muestra el típico sistema eléctrico emergente con relación al resto del sistema de distribución, al igual que el centro de generación, como el de su interruptor de transferencia automático.

El tiempo en que el generador de emergencia demora en adquirir su carga, debe ser ajustado en el orden de los 10 segundos ó menos.

Los requerimientos de las cargas para ser dimensionado el generador, se lo debe hacer en estado transiente y estable, lo que es posible obtener durante el periodo de arranque.

Las protecciones contra sobrecargas, consiste en dispositivos sensitivos a la frecuencia con su voltaje referencial.

De acuerdo con el sistema de generación ONAN o Caterpillar, la protección de líneas por circuito disyuntores o fusibles, no es recomendable cuando el generador suministra energía a través de su

interruptor de transferencia; sin embargo, puede ser esto requerido de acuerdo a la interpretación dada por el Nec.

Si en un caso un circuito disyuntor va a ser usado como protección de la línea, este debe ser bajo voltaje y con un tiempo de retardado corto en coordinación con los dispositivos de sobrecorriente.

Para la coordinación de los elementos de protección de los elementos de protección los primeros ciclos de la corriente de cortocircuito son muy importantes, siendo esto independiente de la excitación del generador, como de la regulación del sistema, pero a su vez dependiente de las propiedades magnéticas y eléctricas intrínsecas en el generador.

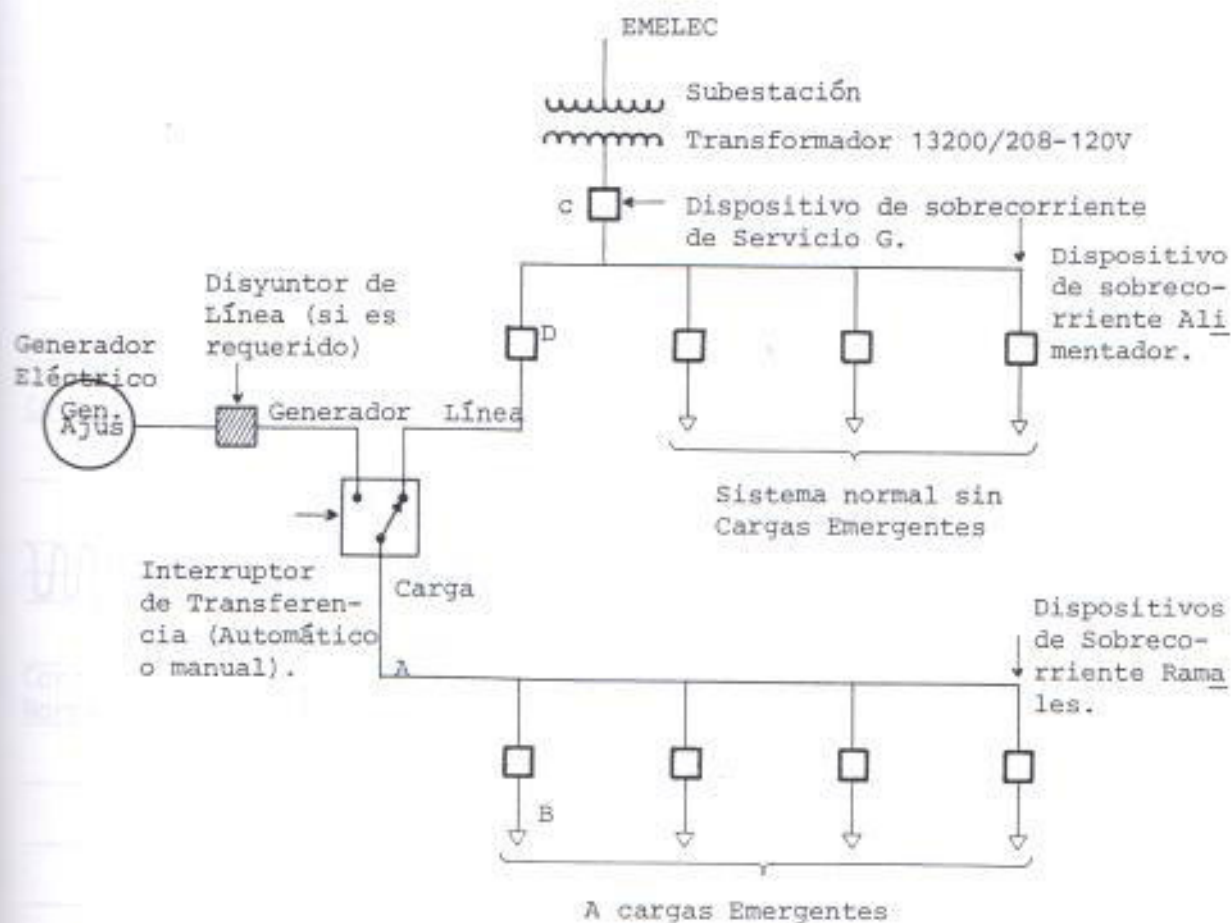
La máxima corriente de cortocircuito trifásico en un generador, se la obtiene de la siguiente relación:

$$\frac{E_{AC}}{X''_d}$$

E_{AC} : Voltaje en circuito abierto

X''_d : Reactancia subtransiente en el eje directo

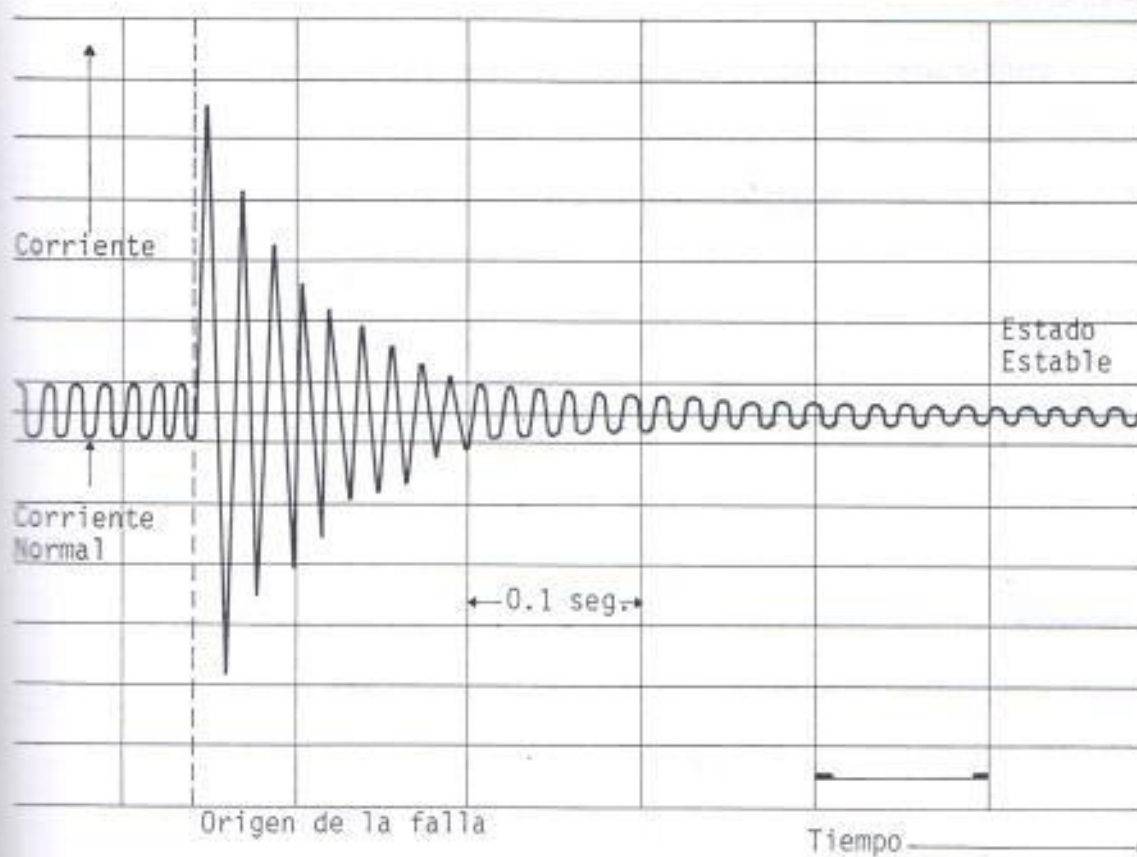
El decremento de la corriente de cortocircuito, es del 10% por ciclo, como lo muestra la figura N° 16.



NOTA: Para falla en "A y B" puede ser despejado en "C" o "D" o ambas.

FIGURA N° 15

TIPICO SISTEMA DE ENERGIA EMERGENTE

FIGURA N^o 16

CURVA DEL DECREMENTO DE LA SALIDA DEL GENERADOR

Con una buena coordinación del sistema de emergencia, se consigue selectividad en caso de falla de algunos puntos del sistema de distribución, utilizando dispositivos de sobrecorriente, lográndose de esta manera el despeje de la falla, sin que el resto del sistema se altere.

Es importante que varios dispositivos de sobrecorriente en el sistema emergente y equipos protejan en caso de cortocircuitos en forma de cascada, previniendo sobrecargas de los equipos limitando así la corriente de pico, debido al restablecimiento instantáneo del sistema eléctrico normal.

Para una apropiada coordinación, se necesita conocer las características corriente - tiempo y rangos de interrupción de los tipos de dispositivos de sobrecorriente, lo que incluye al definir al dispositivo dándonos a conocer su tiempo de retardo al despeje de la falla.

Protección con circuito disyuntor de caja moldeada

Es el principal dispositivo de sobrecorriente utilizado en la actualidad y en su mayoría están equipados con sus características duales de disparo, como lo muestra la figura N° 17.

El circuito disyuntor por su mecanismo tiene una respuesta de retardo de tiempo que oscila entre los 10 a 20 segundos, para el disparo, del elemento desde el estado estable.

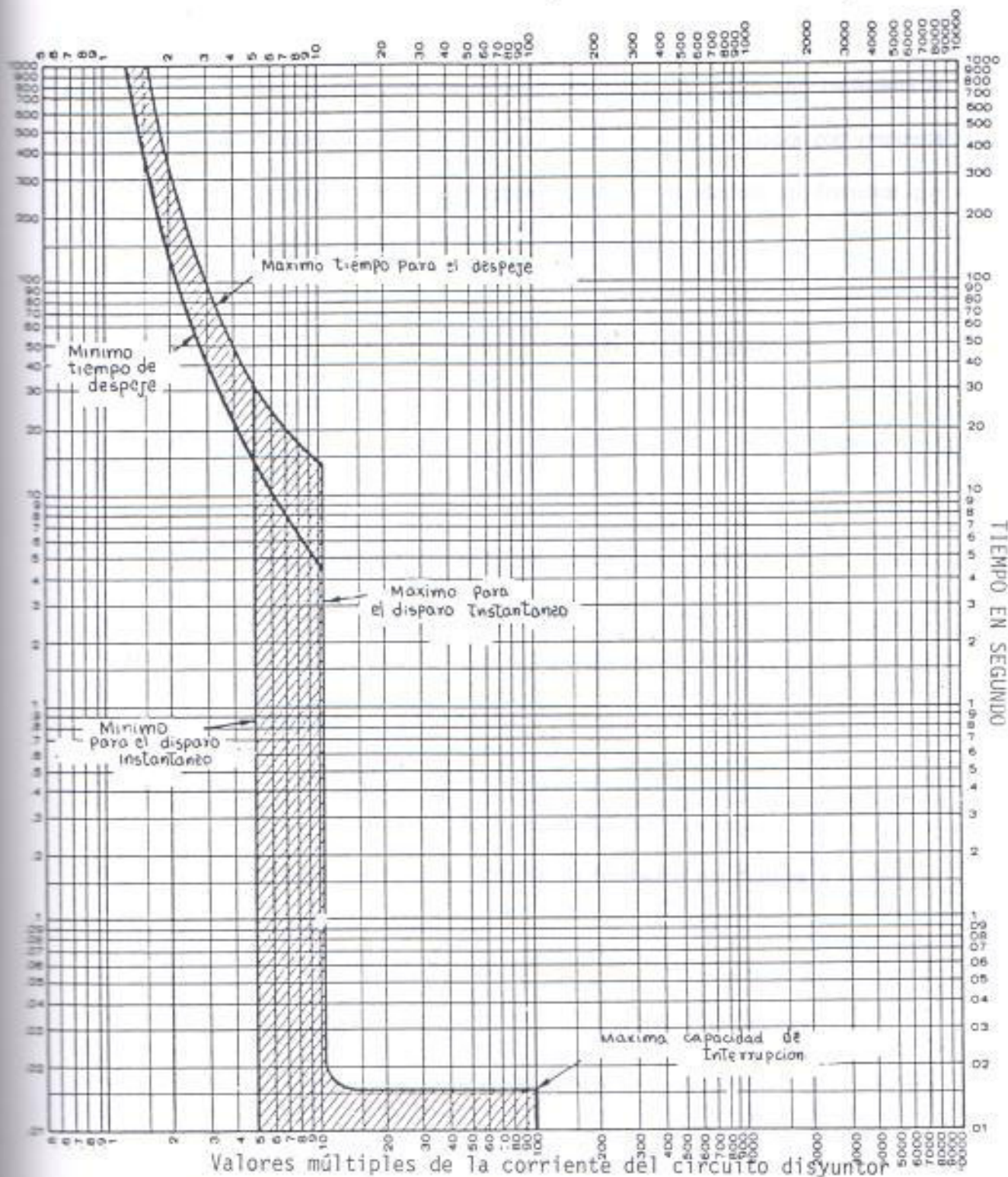


FIGURA 17 CARACTERISTICAS PARA EL DISPARO DEL ELEMENTO DOBLE DE UN CIRCUITO DISYUNTOR DE CAJA MOLDEADA.

La segunda parte de la curva (menor de 10 a 20 seg.) representa la característica instantánea en el que el elemento dispara con respuesta magnética a una sobrecorriente, causando la apertura del disyuntor que puede ser menor a 1/2 ciclo en base a 60 HZ.

El tiempo de despeje puede variar de 1 a 1.5 ciclos, como a 3 ciclos, dependiendo del fabricante.

En valores grandes de capacidad de protección el ajuste al disparo, está variando en un rango de 15% a 1.000 % de lo normal; en valores pequeños (100amp. O menos) se lo ajusta en 1.000 % de lo normal.

Algunos disyuntores tienen un disparo menor a 1/2 ciclo entre el inicio de la falla en el rango de disparo instantáneo y su apertura.

Con el incremento de la capacidad de interrupción, existen ciertos modelos con corriente integral de limitación por fusibles a la falla, es decir, son regulables.

Protección por fusibles:

Es el menor complejo de los dispositivos de sobrecorriente y el más económico; además, es confiable en proporción a su corriente para el despeje de las fallas como se lo observa en la figura N° 18.

El despeje del fusible está dado por la fusión de este elemento y su pérdida I^2R , es menor en un tiempo de $1/2$ ciclo.

2.4.2. Cálculo y protección de la corriente de cortocircuito

De acuerdo con los requerimientos dados por el Código Eléctrico NEC) en su artículo N° 110-10 750-8, 517-40F nos da la manera de proteger a un circuito emergente como a sus componentes, en particular al interruptor de transferencia de los peligros ocasionados por la corriente de falla.

Estos artículos en resumen nos dan la forma de obtener una buena coordinación y selectividad entre los dispositivos de sobrecorriente, la impedancia total del circuito y el resto del sistema.

La protección que debe tener el equipo de transferencia y su alambrado de conexión debe tomar en cuenta un corto tiempo de retardo entre los 3 a 4 ciclos, antes de producir su desclavamiento; ya que tomaría 6 ciclos su despeje total.

Hay que tener en cuenta que el interruptor de transferencia soporta la corriente de plena carga, los efectos termomagnéticos de la corriente de cortocircuito.

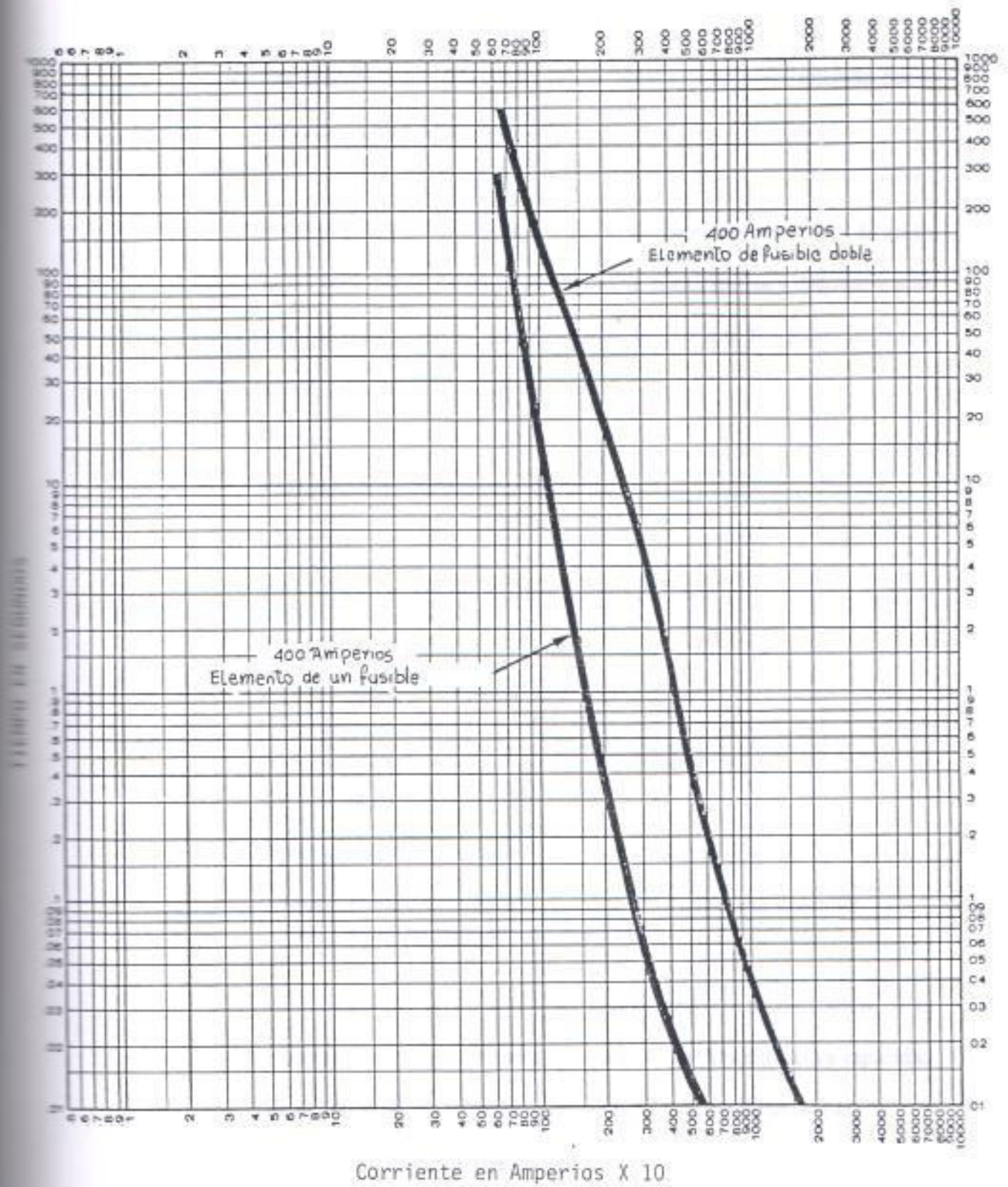


FIGURA # 18 Características corriente-tiempo del fusible

De acuerdo a los fabricantes la corriente subtransitoria resistida puede demorar de los 3 a los 10 ciclos.

Cuando la corriente de cortocircuito se encuentra en el periodo de caída, se requiere que el disyuntor de una rama pueda abrirse y despejarse a los 0,02 segundos, con el valor máximo de corriente fluyendo, si esto no puede causar problemas al generador.

Usándose la corriente nominal del generador y de los disyuntores en los disyuntores en los circuitos ramales, el siguiente es un método para determinar si el disyuntor ramal puede dispararse, por un cortocircuito de fase a fase o trifásico.

Lo podemos analizar con la siguiente fórmula: Los efectos de la falla por cortocircuito con el siguiente porcentaje:

$$\frac{\text{Valor (amp)del generador}}{\text{Valor (amp)del disyuntor}} \times 1.000 = \% \text{ del valor disyuntor}$$

Así, por ejemplo tenemos que si nuestro generador es de 100Kw., y su corriente nominal de 347 amp., escogiendo un disyuntor cuya capacidad sea de 100 amp., en un circuito ramal emergente, tendríamos que:

$$\frac{347 \text{ amp}}{100 \text{ amp}} \times 1.000 = 3470 \% \text{ de valor disyuntor}$$

Verificándose con la curva de la figura N° 19, observamos que el disyuntor dispara y despeja la falla de un tiempo menor a 0,02 segundos, es necesario que se respete la misma curva para el mismo tipo de disyuntor.

A continuación se detalla como calcular la corriente de cortocircuito trifásico, mediante el siguiente procedimiento:

1. Valor por unidad de la reactancia del generador:

$$P.U.X_g = \frac{KVA \text{ (base)}}{KVA \text{ (Capac. del generador)}}$$

2. En el transformador:

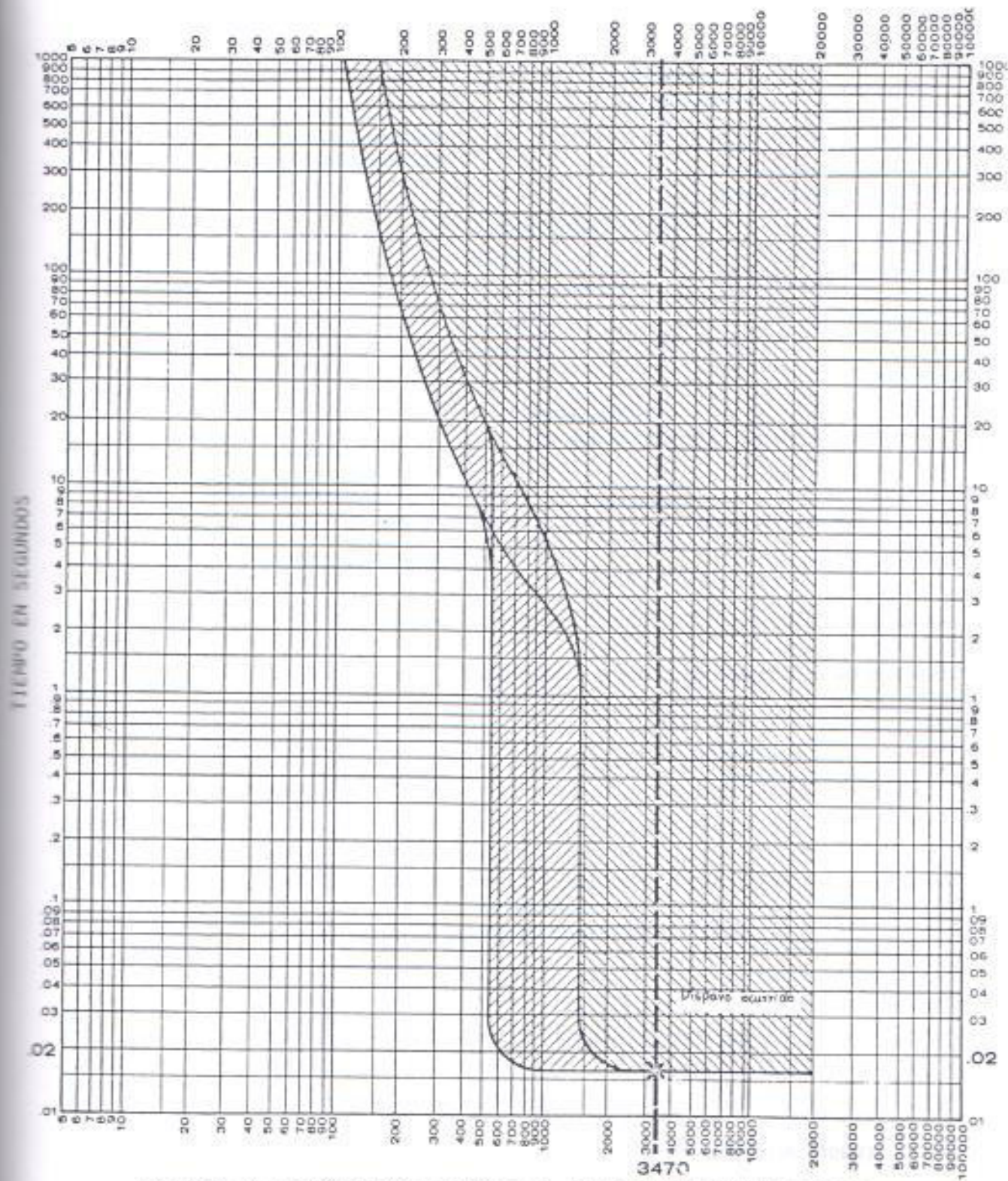
$$P.U.X_t = \frac{(\%X) (KV Abase)}{(100) (KV At)}$$

$$P.U.R_t = \frac{(\%R) (KV Abase)}{(100) (KV At)}$$

3. Componentes por unidad de la línea, cable, barra, interruptor, transformador de corriente:

$$P.U.X_l = \frac{(\text{ohm } X) (KV Abase)}{(1.000) (KV)^2}$$

$$\text{ohm } X = \frac{l(\text{pie})}{1.000 (\text{pie})} \times \frac{(\text{tabla } 5)}{3}$$



VALORES DE LA CORRIENTE PORCENTUAL EN LAS UNIDADES DE DISPARO DEL DISYUNTOR

FIGURA # 19 Efecto de falla en un disyuntor de 100 Amp.

11. Determine la relación X/R en el punto de falla

$$X/R = \frac{P.U.X.tot}{P.U.R.tot}$$

12. De la tabla VIII columna Mn de los Anexos A obtenemos el factor correspondiente a la relación X/R hallada anteriormente. Este múltiplo nos da el peor caso asimétrico ocurrido en 1/2 ciclo. Cuando el promedio trifásico, su múltiplo deseado se busca en la columna Ma.

13. La corriente de cortocircuito más asimétrica puede ser calculada como:

$$I_{c.c. rms}^{asym} = (I_{sc rms sym}) \times (\text{Factor})$$

$$I_{cc rms}^{total} = (I_{sc rms asym}) + \text{Contrib. Asym. Mot.}$$

De esta forma con nuestro diagrama de la unifilar del sistema del Hospital del Niño mostrado en la figura N° 20, podemos hacer sus respectivos cálculos.

Cálculos de I (falla 3φ) el Punto A del panel normal:

$$KVA_{BASE} = 100 \text{ amp}$$

$$P.U.X_G = \frac{100}{1000} = 0.1$$

$$P.U.X_T = \frac{(5.1)(100)}{(100)(1000)} = 0.0051$$

$$P.U.X_L = \frac{(\text{ohm})(KVA \text{ base})}{(100)(KV)^2}$$

$$\text{ohm}_x = \frac{20'}{1000} \times \frac{0.0356}{3} = 0.00024$$

$$P.U.X_L = \frac{(0.00024)(100)}{(1000)(0.24)^2} = 0.00042$$

$$P.U.X_L = \frac{(0.000045)}{(1000)(0.024)^2} = 0.000078$$

$$P.U.R_T = \frac{(0.89)(100)}{(100)(1000)} = 0.00089$$

$$P.U.R_L = \frac{(\text{ohm } R)(KVA_{BASE})}{(100)(KV)^2}$$

$$\text{ohm } R = \frac{20'}{1000} \times \frac{0.0194}{3} = 0.00013$$

$$P.U.R_L = \frac{(0.00013)(100)}{(1000)(0.24)^2} = 0.00023$$

$$P.U.X_{TOT} = \Sigma P.U.X_n = 0.1056$$

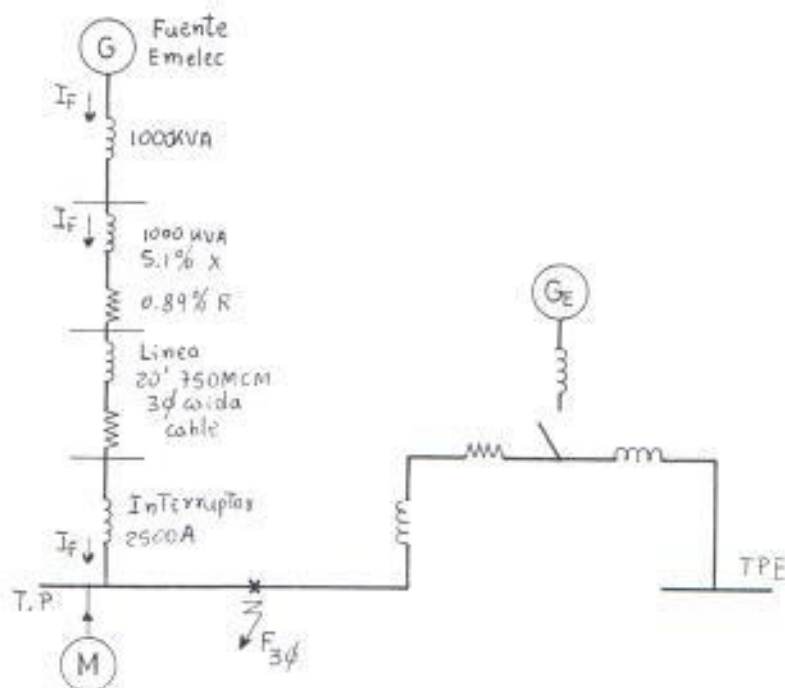
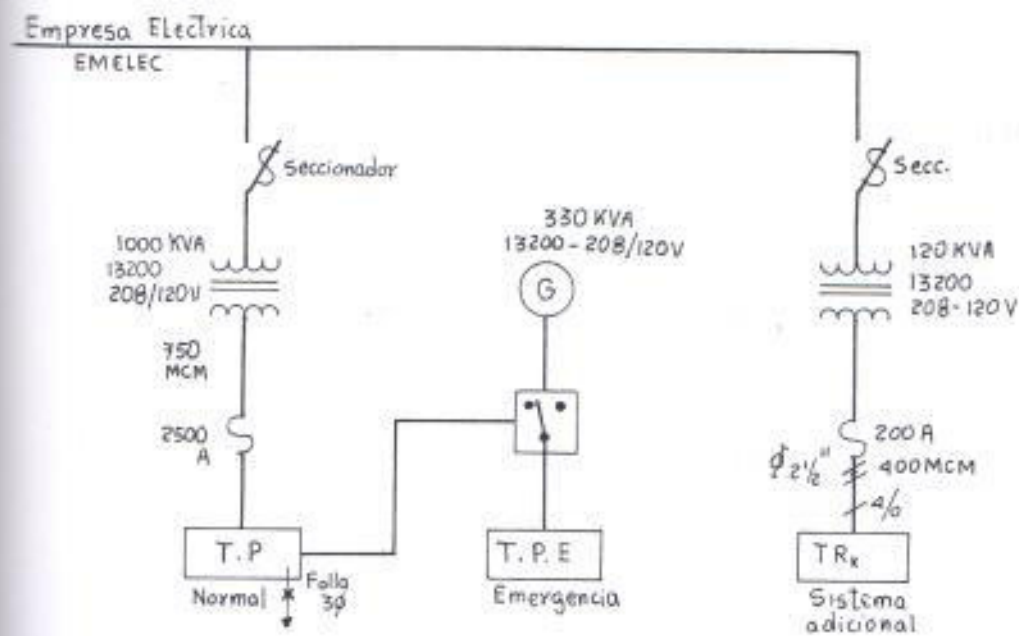


FIGURA # 20

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO DEL HOSPITAL DEL NIÑO PARA EL CALCULO DE LA CORRIENTE DE FALLA.

$$P_{UR_T} = \Sigma P_{UR_n} = 0.00112$$

$$Z_{TP.U} = (P_{UX_{tot}^2} + P_{UR_{tot}^2})^{1/2} = 0.1056$$

$$I_{Frms}^{3\Phi} = \frac{100}{(3)^{1/2} (0.024) (0.1056)} = 2280.75 \text{ Amp.}$$

Simétrica

$$I_{P.C}^{Transf} = \frac{1000}{(3)^{1/2} (0.24)} = 2408.48 \text{ amp.}$$

$$I_{F.L}^{Motor} = 100 \% I_{P.C}^{motor} = 100 \% I_{P.C}^{transf.} = 2408.48 \text{ Amp.}$$

$$I_{asymet}^{Contrib. motor} = 5 (2408.48) = 12042.4 \text{ Amp.}$$

$$I_{symet}^{Count motor} = \frac{12042.4}{1.25} = 9633.92 \text{ Amp.}$$

$$I_{total}^{Falla 3\Phi \text{ en A}} = \text{(SYMETRIC, A) RMS} = 2280.75 + 9633.92 = 11914.67 \text{ AMP}$$

$$\text{Relación } \frac{X}{R} = \frac{0.1056}{0.00112} = 94.28$$

Factor asimétrico = 1690 De la tabla N° 8 del anexo N° B ocurrido en los primeros ciclos columna Mm.

Amperios RMS

$$\text{de cortocircuito} = 1.69 \times 2280.95 = 3854.46 \text{ Amp.}$$

asimétrico

Corriente total

$$\text{Asimétrico RMS} = 3854.46 + 12042.4 = 20351.65 \text{ Amp.}$$

de cortocircuito

en falla en A

Estos cálculos nos permiten seleccionar la capacidad de protección, en lo que respecta a una falla por cortocircuito trifásico del equipo de generación interruptor de transferencia.

En el Anexo A, podemos obtener datos de tablas en base a factores de seleccionamiento por la falla.

2.4.3. Características corriente - tiempo en cortocircuito

De acuerdo a estas características podemos describir mediante la curva señalada en la figura N° 21.

Como observamos la línea de salida representada la máxima condición corriente - tiempo en la que el interruptor de transferencia y el alambrado

puede ser funcional.

La sección inclinada de la curva, representa al límite térmico del aislamiento del conductor a usarse con el interruptor de transferencia del sistema de emergencia. El THW es el conductor más utilizado, ya que resiste las sobrecargas térmicas.

La sección vertical de la curva representada, la forma en que el interruptor resiste las fuerzas magnéticas asociadas con la alta corriente de falla.

Esta curva fue hallada mediante pruebas reguladas con voltaje en circuito abierto a 600 V, y la máxima corriente rms simétrica de 24.000 amp.

La limitación de la protección de los fusibles está dada por los picos de corriente instantánea, para las interrupciones de transferencia.

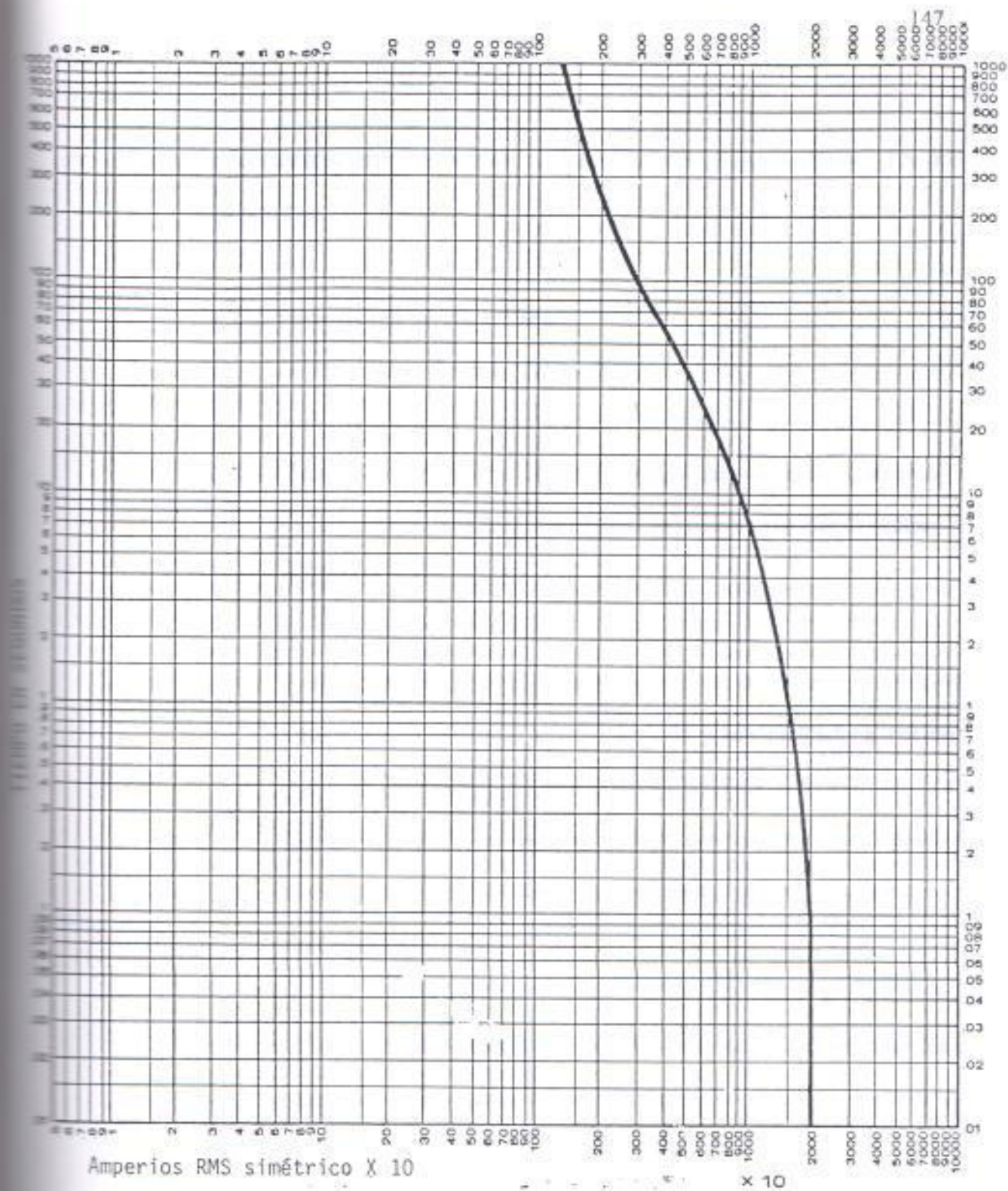


FIGURA # 21 Curva característica de la corriente Vs. Tiempo disparo para un interruptor de transferencia de 400 Amp asociado con un conductor de 300 MCM de CM-THW 60.000 Amp max corriente de pico instantánea.

2.5.CRITERIOS DE SISTEMAS ATERRIZADOS Y AISLADOS EN EL HOSPITAL

2.5.1. Sistemas con puesta a tierra:

En los diseños eléctricos hospitalarios, hay que tomar en cuenta y dar mayor importancia a la protección y al cuidado de los pacientes como al personal que labora en el hospital, protegiéndolo del peligro ocasionado por los choques eléctricos, que al estar en contacto con ciertos equipos o dispositivos energizados pueden ser fatales.

Con las apropiadas precauciones de la conexión a tierra y sistemas aislados que se utilizan en el suministro de la energía eléctrica, nos dan alternativa apropiada para limitar estos peligros, que serán aplicados en el Hospital del Niño y que de acuerdo a lo descrito en el Código Eléctrico Nacional, Art. 250, nos dan los requerimientos aplicados en sistemas de conexión a tierra.

En la instalación eléctrica del Hospital del Niño, son utilizadas estas conexiones para el control de sobrevoltaje en caso de falla, protegiendo su operación y equipo de las sobre-corrientes.

De acuerdo a las planificaciones efectuadas en el Hospital del Niño, tenemos que el generador está puesto a tierra mediante su malla metálica,

lo mismo que el interruptor de transferencia, como el lado secundario del transformador de distribución; en donde más de un voltaje es utilizado, así como 240-120 voltios. También, se ha considerado que en los paneles de distribución, tomas de corriente y cajas de control estén con su debida puesta a tierra, el principal propósito de la puesta a tierra en los equipos médicos a ser utilizados, es la de reducir los peligros ocasionados al personal que labora en el hospital, los que da una baja resistencia a tierra del cuerpo humano, la corriente circula por la parte metálica del sistema o equipo con puesta a tierra y no por el cuerpo.

En algunos casos como en el hospital, se requiere de una puesta a tierra separada a la del sistema como lo es en los equipos de computación, donde tienen máquinas altamente sensitivas, así también como en los dispositivos terapéuticos o monitores que directa o indirectamente están en contactos con el paciente.

De acuerdo a los reportes médicos, el cuerpo humano expuesto a una corriente a una corriente de 100 mA, mediante choques eléctricos pueden causar fibrilación ventricular en el corazón lo que sería fatal.

Por lo tanto me he pasado en este valor, para hacer las consideraciones especiales para su adecuada protección.

En operaciones de corazón abierto, un microshock de 180 μ amp-60Hz, puede causar fibrilación ventricular.

Los terminales eléctricos directos al corazón en cauterización cardiaca, pueden reducir la impedancia del cuerpo a niveles de 500 Ohm, requiriendo de una diferencia de 90 mV.

De acuerdo con el Código Eléctrico Nacional NEC, Art. 517, (81-82-83-84), nos establece el límite de la máxima diferencia de potencial entre dos superficies conductoras a ser aplicadas a un paciente bajo operación, las que son del orden de los 500mV, en cuidado general 100 mV, en cuidado crítico a través de 1.000 Ohms de resistencia a una frecuencia de 1.000 Hz o menos.

En sistemas de puesta a tierra como paneles, equipos hay que considerar como mínimo un conductor a tierra N° 10 AWG de cobre.

La figura N° 22, muestra los requerimientos en puntos exteriores sobre la puesta a tierra en áreas de cuidado crítico, así como equipos adyacentes al paciente y panel de disyuntores, dándoles así un punto de referencia.

En algunas ocasiones la puesta a tierra y los puntos de uniones, pueden ser combinados juntos a los puntos monofásicos. A continuación están los requerimientos adicionales para tal conexión, las que han sido consideradas en el Hospital del Niño:

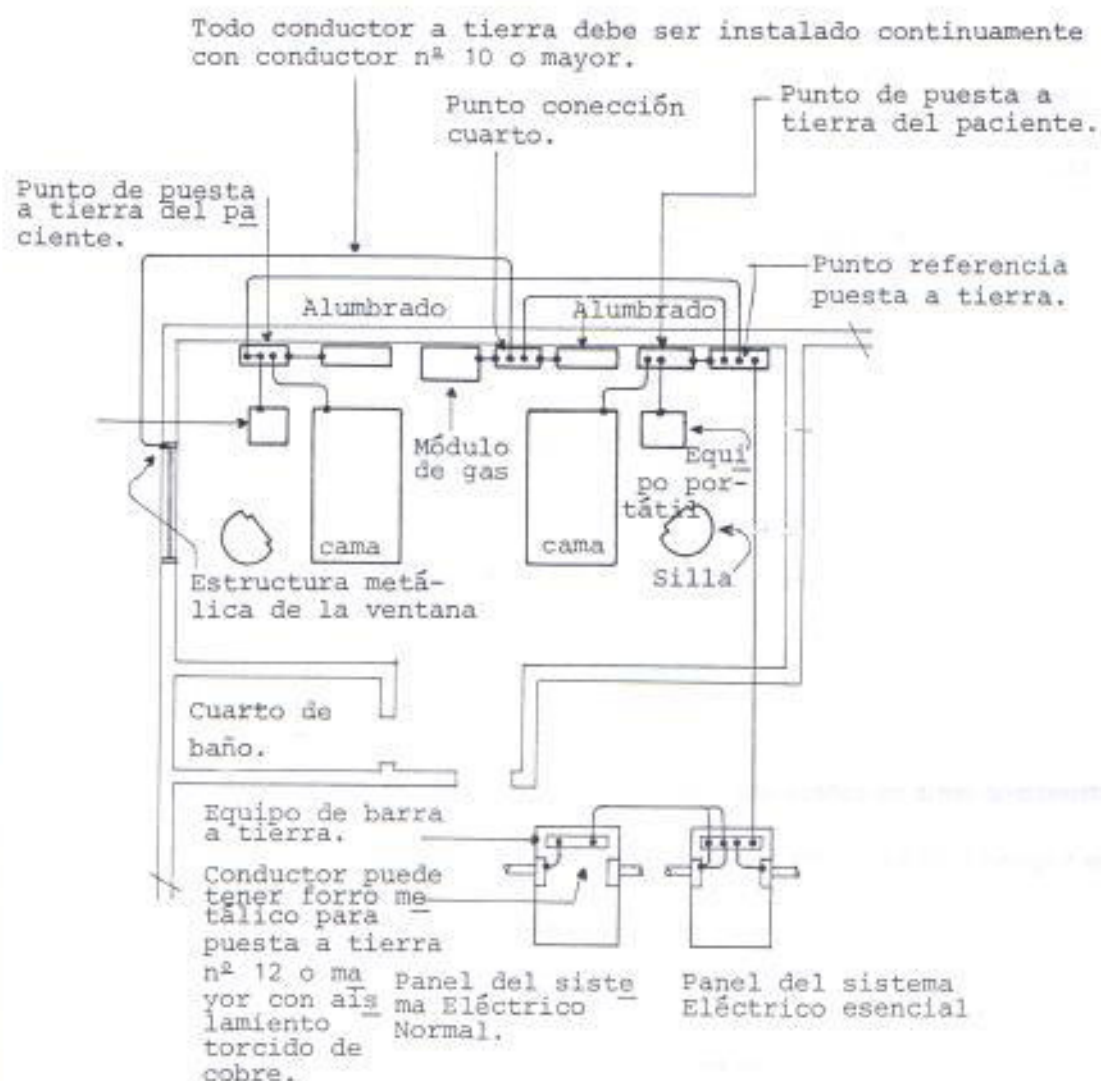


FIGURA N° 22

PUESTA A TIERRA EN AREAS DE CUIDADO CRITICO CON SU SISTEMA DE DISTRIBUCION Y TOMAS.

- a. Los conductores alimentadores instalados en un sistema de distribución, debe ser puesto a tierra con el uso de sus respectivos conectores, forros metálicos (funda sellada) y que puedan ser unidos al panel de disyuntores a través de su barra a tierra 5/8 x 6" Cu.
- b. En los sistemas de Rayos X, su instalación permanente debe ser independiente y continua, utilizando conductores de cobre no menor que el N° 4, los equipos asociados con la puesta a tierra del equipo de rayos X pueden tener una máxima resistencia C.D. de 0.025 Ohm, medio entre el chasis y el punto a tierra del paciente.
- c. Los sistemas aislados no aterrizados, son usados en áreas anestésicas, excepto en los indicadores del monitor de aislación de la línea que esta localizado en la estación de enfermería.

A continuación observaremos algunos casos en que los sistemas eléctricos están puestos a tierra y que con sus principios equipotenciales, muestra los problemas en la magnitud de la corriente.

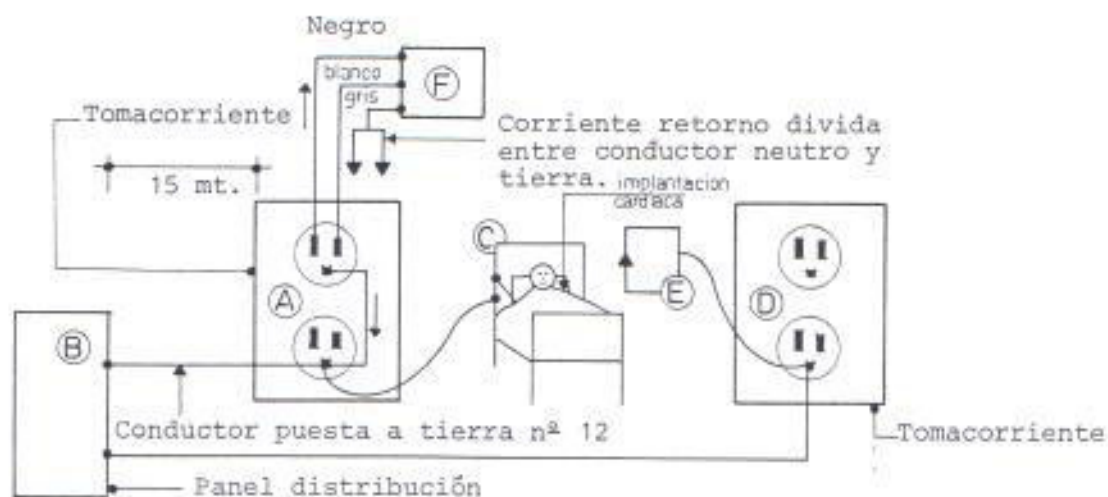
La figura N° 23, muestra al paciente en contacto con la estructura de la cama con la puesta a tierra, a través de receptáculos de tomas de corrientes, como de dispositivos externos, conectores para implantación

cardíaca, el conductor utilizado en este caso para puesta a tierra es el N° 12.

Asumiendo en el dispositivo F una corriente de falla tierra de 2.5 amp., que circula por el conductor a tierra bajo estas circunstancias un disyuntor de 15 a 20 amp, para sobrecorriente no se abriría. Aquellos puntos están al mismo potencial no fluiría corriente; en el caso de A – B, si, porque existe una diferencia de potencial. Considerando que el cuerpo humano presenta como bajo, una impedancia de 500 ohm , por lo tanto habrá una corriente circulatoria a través de la implantación puede ser de $400 \mu\text{Amp}$, que puede ser fatal.

La figura N° 24, también muestra el peligro fatal en el caso de utilizarse un solo circuito a tierra con dos dispositivos separados, una distancia de 15.24 metros, existiendo un corto en uno de ellos produciría una corriente de $400 \mu\text{Amp}$.

Este peligro puede ser reducido limitando la distancia entre los rectángulos con la línea de tierra común, utilizando conductor metálico o logrando poner un módulo de puesta a tierra común, utilizando conductor metálico o logrando poner un módulo de puesta a tierra equipotencial, cuyos receptáculos están separados ahora 0.15 metros, solamente como se observa en la siguiente figura N° 25.



$$Z_{CU \# 12} = 0.00162 \times 3.28 \text{ ohm/Metro} \quad Z_{15mt} = 15 \times 0.00162 \times 3.28 = 0.08 \text{ ohm.}$$

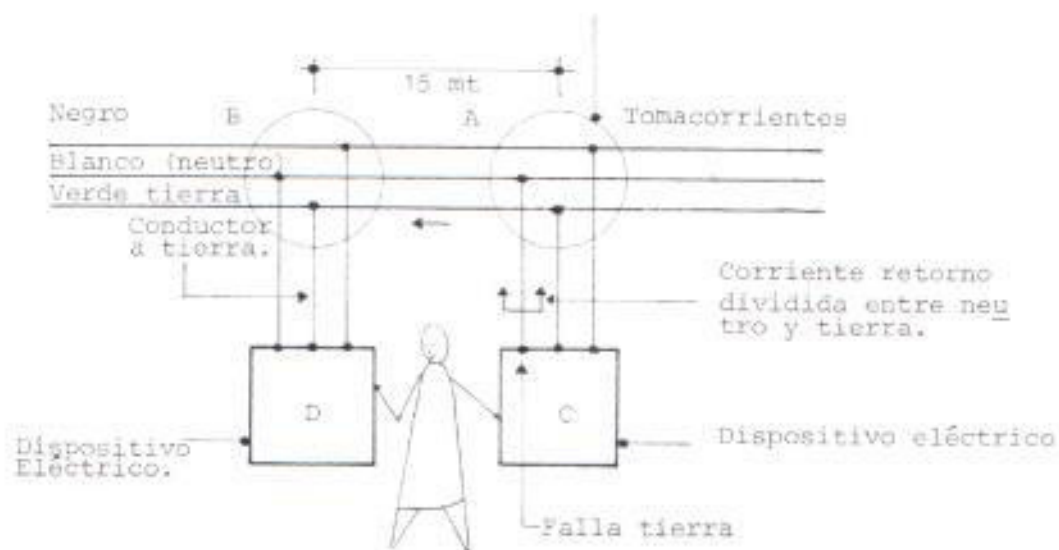
$$E_{AB} = I_{Falla} \times Z_{con} = 2.5 \text{ amps} \times 0.08 \text{ ohm.} = 0.2 \text{ Volt} = 200 \text{ mV.}$$

$$E_{AB} = E_{CD}$$

$$I_{CD} = \frac{E_{CD}}{Z_{CUERPO}} = \frac{200 \times 10^{-3}}{500 \text{ Ohm}} = 400 \text{ Amp}$$

FIGURA N° 23

CORRIENTE DE CONTACTO DEL PACIENTE CON LAS ESTRUCTURAS METALICAS DEL CUARTO.



$$E_{AB} = I_{AB} \times Z_{ZH} = 2.5 \text{ amps} \times 0.08 \text{ ohm} \\ = 0.2 \text{ volt} = 200 \text{ m volt.}$$

$$E_{AB} = E_{CD}$$

$$I_{CD} = \frac{E_{CD}}{Z_{\text{Cuerpo}}} = \frac{200 \times 10^{-3} \text{ V}}{500 \text{ ohm}} = 0.4 \times 10^{-3} = 400 \text{ Amp.}$$

FIGURA # 24

PUESTA A TIERRA NO EQUIPOTENCIA. DE UN CIRCUITO CONDUCTOR.

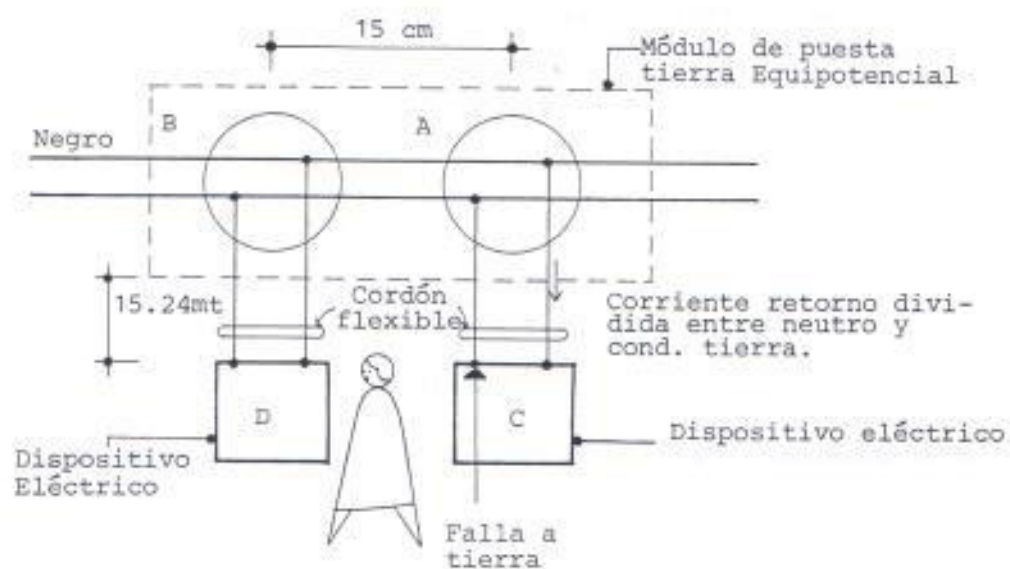


FIGURA N° 25

PUESTA A TIERRA EQUIPOTENCIAL

$$E_{AB} = 2.5 \text{ amp.} \times 0.008 \text{ ohm} = 0.002\text{V} = 2\text{mv}$$

Impedancia del alambre cordón a tierra

$$= 0.00162 \times 3.28 \frac{\text{ohm}}{\text{mt}} \times 15.2 \text{ mt} = 0.008 \text{ ohm}$$

$$E_{AC} = 2.5 \text{ Amps} \times 0.008 \text{ ohm} = 0.02\text{V} = 20\text{mV}$$

$$E_{AC} = E_{CD}$$

$$I_{CD} = \frac{E_{CD}}{Z_{CUERPO}} = \frac{20 \times 10^{-3} \text{ v}}{500 \text{ ohm}} = 40 \times 10^{-6} = 40 \mu\text{Amp.}$$

El tiempo de operación requerido del fusible o circuito disyuntor, podría ser lo suficientemente largo a causa de la fibración ventricular en el paciente.

La duración del shock que puede ser aplicado es de aproximadamente un segundo.

En los estudios de las curvas de los circuitos disyuntores usados en los alumbrados como: tomas de corriente deben indicar lo siguiente:

1. La mínima corriente para el tiempo de disparo de un segundo en falla, está entre 7 – 10 veces, de la corriente normal del disyuntor.
2. La máxima corriente para el tiempo de disparo de un segundo en falla, puede ser elevado como 500 veces la corriente nominal.

2.5.2. Sistemas aislados

Cuando una falla ocurre en un sistema con puesta a tierra, la corriente de falla tienen un retorno a través del sistema neutro y tierra.

Un sistema aislado es requerido en áreas anestéticas o inflamables, reduciendo de está áreas anestéticas o inflamables, reduciendo de está manera los peligros de chispa y consecuentemente los peligros de explosión.

La figura N° 26, muestra a un transformador de aislamiento con relación 1:1, en el que el secundario no está puesto a tierra y puede ser utilizado para el suministro de sistemas aislados, de está manera la corriente de falla no puede circular a través del paciente si se tocase accidentalmente la línea caliente y tierra.

No siempre se puede conseguir un sistema absolutamente aislado, ya que existe una capacitación reactiva entre conductores, con respecto a tierra y entre el primario y el secundario del transformador de aislamiento.

En estos sistemas se pueden colocar algunos sensores que permitan observar la existencia de una falla a tierra, y estos pueden ser insertados en el sistema aislado como monitores. Estos observadores estáticos comparan la reactancia de un conductor aislado con otro, logrando medir el desbalance, para luego hacer funcionar una alarma.

Este tipo de detector no puede ser efectivo en un falla híbrida (resistencia y capacitor) o en falla balanceada (corriente de fuga igual por línea), siendo está última la causa de lo más grandes problemas.

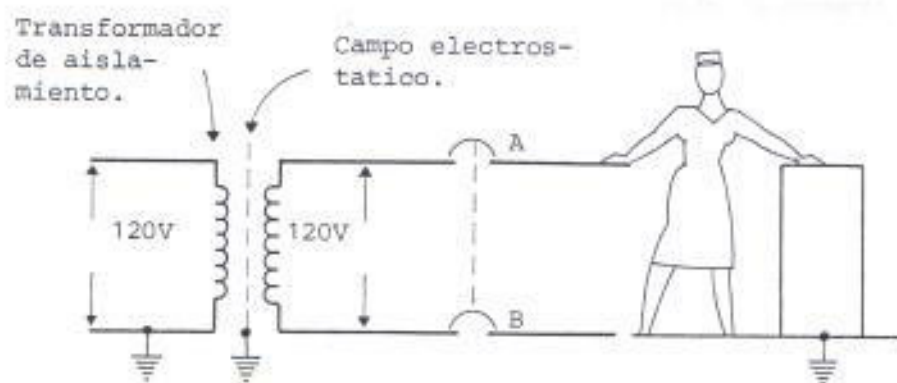


FIGURA N° 26

TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO

Aislación en el suministro de energía:

Una unidad completa consiste en un transformador de aislamiento, monitor de aislación de la línea, indicador de corriente de falla, alarmas, tomas de corriente, polarización de la línea y barra a tierra referencial.

Una unidad completa consiste en un transformador de aislamiento, monitor de aislación de la línea, indicador de corriente, polarización de la línea y barra a tierra referencial.

Estas unidades son normalmente usadas en áreas anestésicas y críticas (cuarto de operación, partos, etc).

Muchos de estos sistemas requieren de una separación, como lo es para cargas a 120 V, y uno para 240 V, como lo es para equipos de rayos X.

Algunas unidades que suministran energía a los circuitos de rayos X, tienen trabas para prevenir funcionamientos simultáneos entre dos de estos circuitos.

Cuando en varias localidades se suministran energía por un mismo sistema aislado, hay que tener cuidado de la máxima longitud del circuito, recomendada por el fabricante debido a su gran reactancia capacitativa a tierra.

Los indicadores de falla en localidades anestésicas con rayos X, pueden ser dos: uno para sistema de 120 V, y otro para los de 240 V, como lo es en rayos X; esto consiste en un indicador verde que nos señala (presencia

de falla); a la vez de una señal audible que se coloca remotamente desde una estación de enfermería.

Los tomas de corriente instalados en las áreas anestésicas son a prueba de explosión y pueden estar a 1.5 metros, del piso. Se puede considerar aún que el sistema de aislamiento está en una parte exterior del cuarto del paciente.

Monitor para aislamiento de línea:

El esquema de un sistema aislado con el monitor de aislamiento de líneas LIM, se lo muestra en la figura N° 27, en el que se observa un toma de corriente enchufado a un equipo monofásico para el uso de los pacientes. Las conexiones a tierra son mostradas con las líneas llenas, las líneas entre cortadas representan disturbios de las reactancias Z_1 y de Z_2 , de ambas líneas con respecto a tierra; así como también la reactancia a tierra de la corriente de falla Z_L .

El LIM es representada por un medidor, una impedancia de 120.000 ohm y un interruptor.

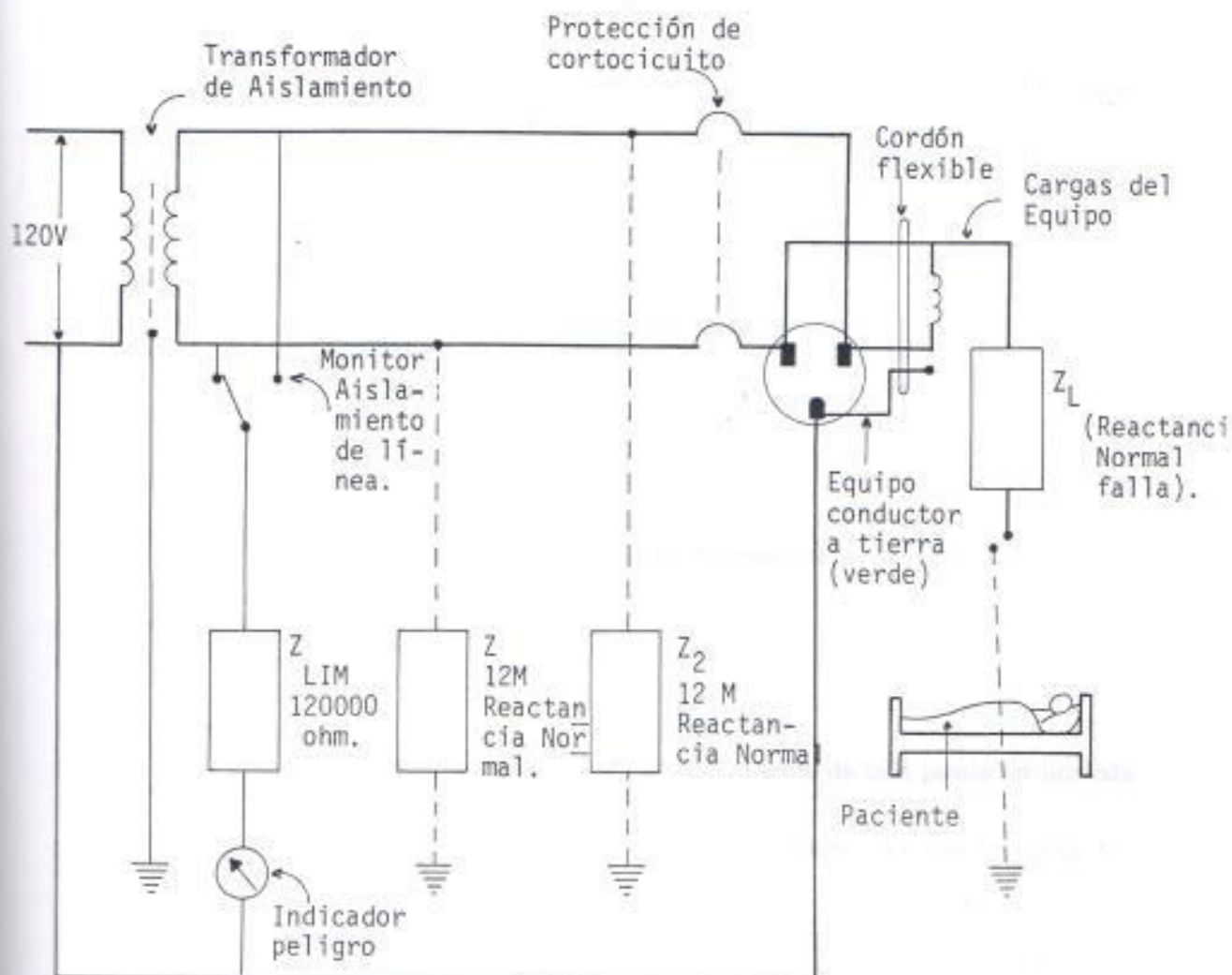


FIGURA # 27

SUMINISTRO AISLADO DE ENERGIA CON CARGA CONECTADA

Si nosotros asumimos una reactancia de carga normal de 2 Mohm, el circuito normal reactivo con el monitor LIM visto de un lado de la línea, lo muestra la siguiente figura N° 28.

Para este caso la corriente total normal reactiva puede ser cerca de 65.5 μ Amp.

Si la impedancia Z_L se reduce ligeramente a cero (en falla a tierra repentina),

como lo muestra la figura N° 29, la corriente de falla puede ser limitada por los valores de Z_I y Z_{LIM} en paralelo, ya que las otras dos cortocircuitadas.

Debido a la gran magnitud de Z_I muestra corriente de falla se hallaría limitada totalmente por la Z_{LIM} , la que sería aproximadamente de 1 mAmp.

Si asumimos ahora, que cuando esta falla a tierra ocurra la sonda cauterizadora a tierra, está aplicado en el corazón del paciente y que de alguna forma el paciente se encuentre en contacto con tierra.

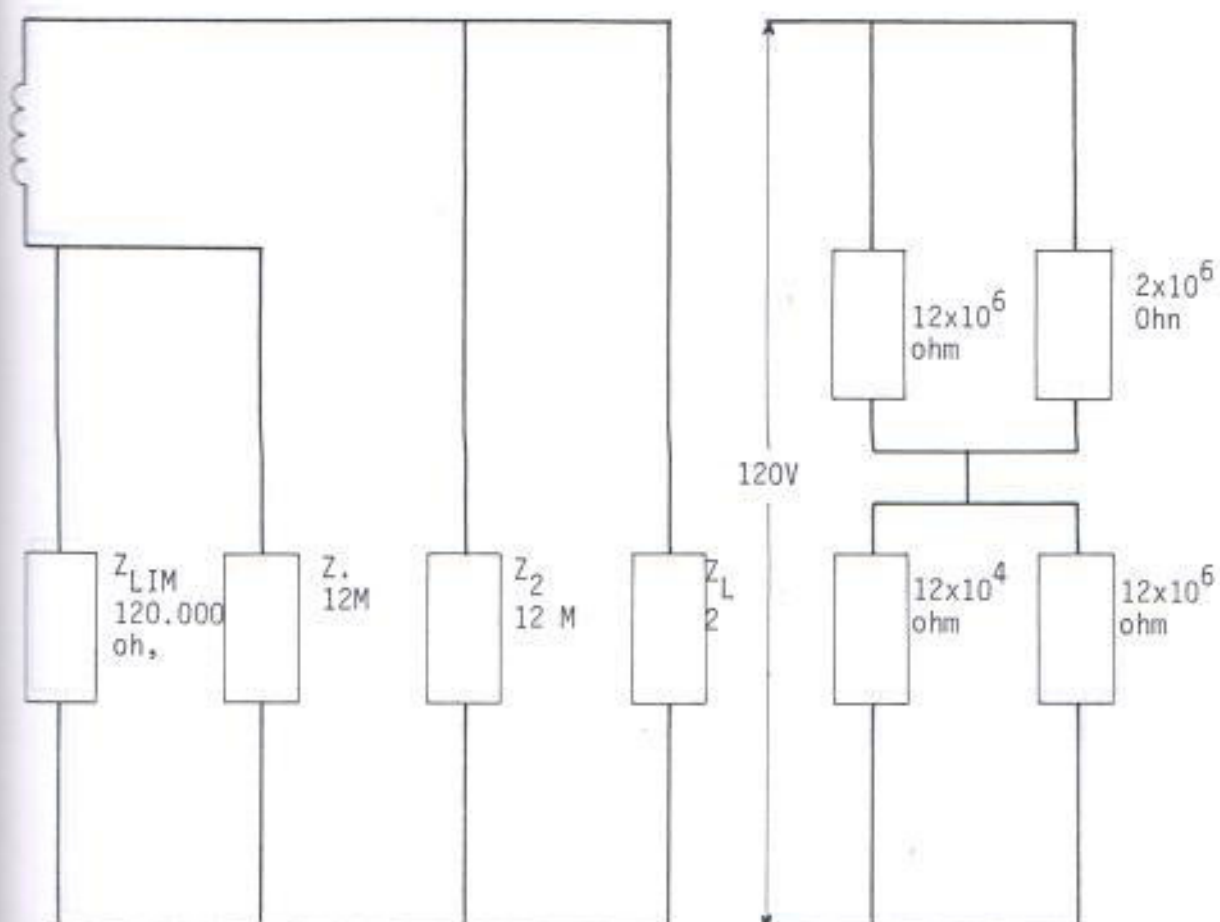


FIGURA # 28
CORRIENTE DE FUGA NORMAL

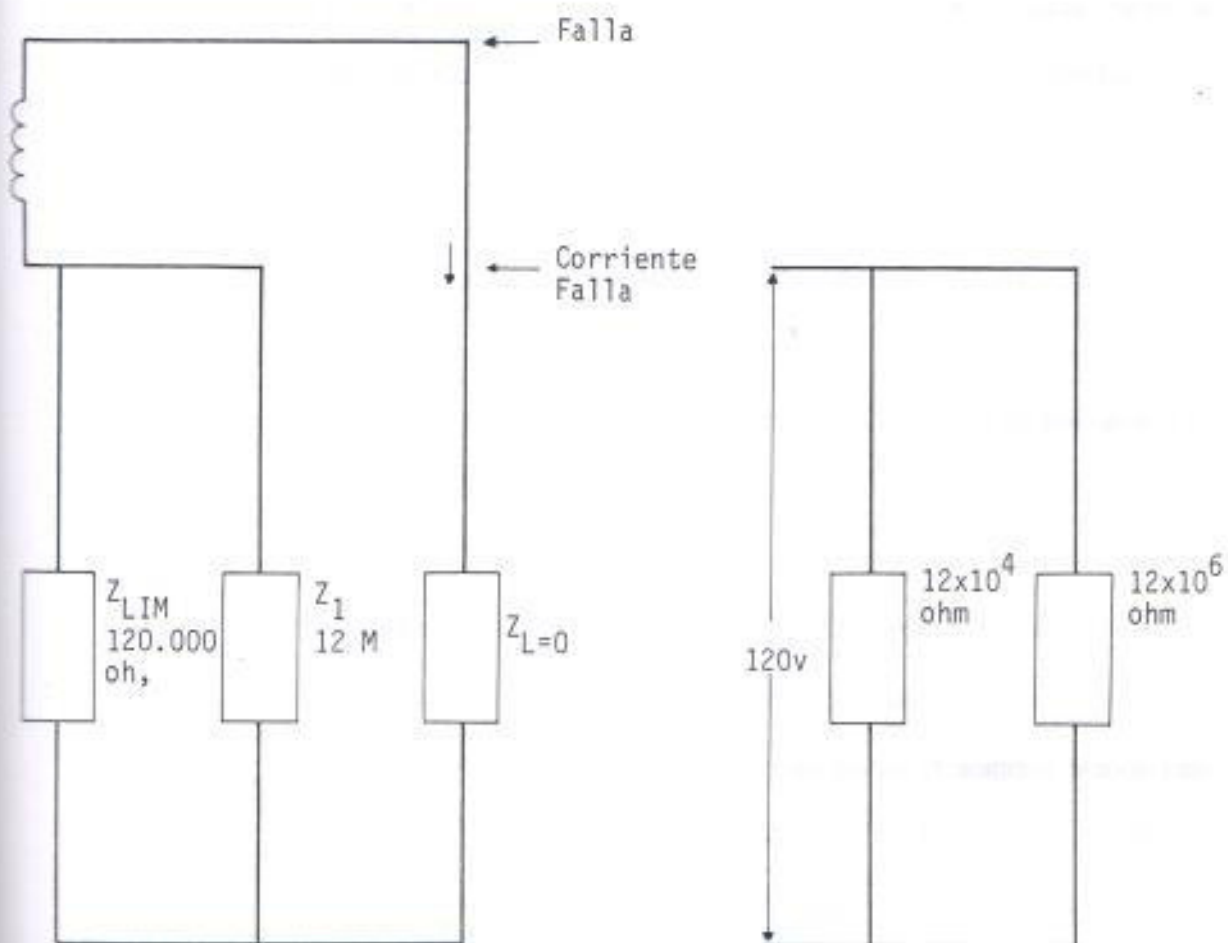


FIGURA # 29

FALLA A TIERRA EN UN CONDUCTOR AISLADO

La impedancia del cuerpo entre el corazón y una extremidad (como la mano) puede ser como bajo 500 ohm, y la impedancia del conductor N° 12, de puesta a tierra en un cordón de 1.5 metros sea de 0.008 ohm.

Con estos valores la impedancia resultante en paralelo puede estar alrededor de los 0.008 ohm estuviera roto, una corriente de 1m Amp, podría circular a través del paciente, de allí la exigencia de mantenerse la integridad de estos equipos.

Se había anotado en los sistemas con puesta a tierra que puede existir una diferencia de potencial de 20 mv, entre el chasis del equipo y la tierra referencial del paciente. En estas circunstancias el alambre blanco con falla a tierra (al chasis) fluiría una corriente de 2.5 Amp., a través del conductor a tierra de color verde, cuya longitud es de alrededor de los 1.5 metros y de cordón flexible.

Estos 20 mV, pueden causar 40 μ Amp, a través del paciente a diferencia del sistema aislado que en caso de falla su corriente está limitada a 0.016 μ Amp.

Consideraciones en su diseño:

En el diseño e instalación de estos suministros de energía aislado, hay que tener especial cuidado en tomar una corriente reactiva de un valor mínimo.

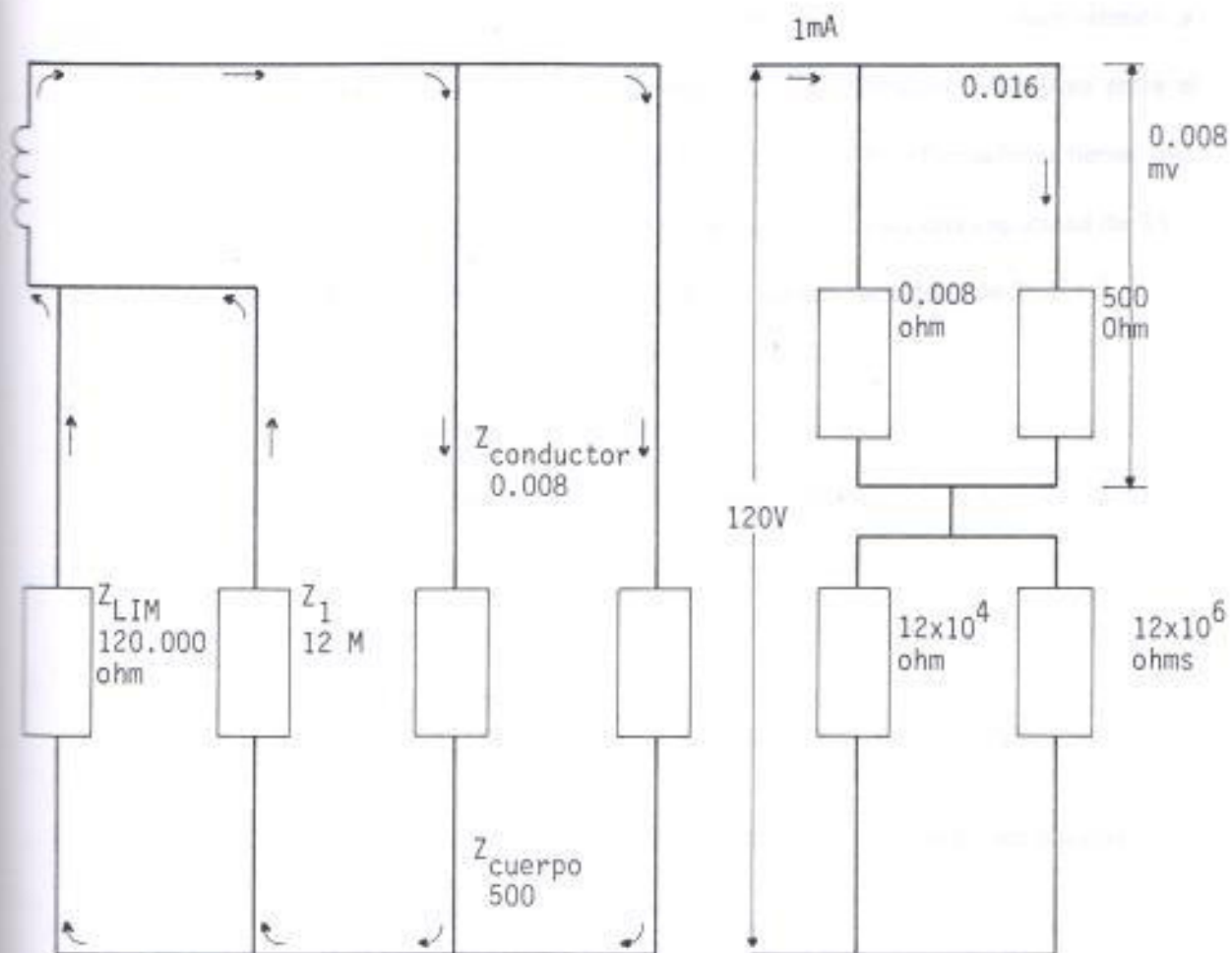


FIGURA # 30

CONFIGURACION DE FALLA AL TRAVES DEL PACIENTE

El transformador de aislamiento debe tener el campo electrostático a tierra, reduciendo así en lo mínimo, el acoplamiento capacitivo entre el primario y el secundario. Muchos de estos transformadores tienen una corriente reactiva alrededor de los 10 μ Amp, para una capacidad de 3 y 5 KVA, así como de 25 μ amp, para los de una capacidad de 25 KVA.

Los conductores usados en los circuitos ramales, deben tener un aislamiento con una constante dieléctrica de 3.5 o menos; así como los de cubierta de polietileno (tipo X.HHW), que reduce la reactancia capacitiva entre conductores y el de tierra; esto lo expone la sección 517-104 (d) del código N.E. 1978.

Las lámparas fluorescentes deben ser evitadas en los sistemas aislados por interferencia de radio-frecuencia.

Un bajo nivel de ruidos pueden ser especificados por el transformador de aislamiento (35 db para unidades de 10 KVA).

Designaciones en la seguridad del sistema:

Considerando al paciente como una impedancia de 500 ohm se ha determinado la corriente promedio de 10 Amp, sin causar fibrilación ventricular, por lo tanto un potencial mayor a 5 mV, podría ser fatal para el paciente.

En la tabla VI, examinamos una lista de las resistencias de varios conductores de cobre; usando la tabla y la gráfica, se selecciona el tamaño del conductor adecuado que va a ser necesitado para su conexión en paralelo con la impedancia del cuerpo y que nos permitan tener la diferencia de potencia de 5mW, entre el paciente y la tierra.

TABLA N° VI
RESISTENCIA DE CONDUCTORES DE COBRE

Calibre del Conductor (AWG)	Resistencia CD (OHM/MT x 3.28)
6.4 cm ² de cobre	0.000008
3.2 cm ² de cobre	0.000017
0000	0.000049
000	0.000062
00	0.000078
0	0.000098
2	0.000156
4	0.000249
6	0.000395
8	0.000628
10	0.000999
12	0.001588
14	0.002525
16	0.004016
18	0.006385
20	0.010150

CAPITULO III

SISTEMA AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA

3.1.CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL SISTEMA AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA

Para la elección del interruptor del interruptor automático de transferencia en el Hospital del Niño, se ha tomado en cuenta neta obtenida, así como lo hizo con el generador de emergencia dándole en este caso un margen de seguridad de un 20 - 30%, esto es si el generador no ha sido sobredimensionado en su capacidad, lográndose de esta manera proteger contra fallas de arcos dieléctricos de esta manera proteger contra fallas de arcos dieléctricos producidos en los contactos del interruptor de transferencia seleccionado.

Desde el punto de vista económico y funcional existe el interruptor de transferencia manual y automático, de los cuales el segundo es el más utilizado por la confiabilidad que da sus elementos sensores, tales como control de aceite, combustible, temperatura, sobrevoltajes, sobrecorrientes, fallas, estabilidad, vibración, frecuencia, instrumentación, y controles en general, la que analizaremos en la sección correspondiente a interruptor automático.

Para una adecuada selección se debe tener en cuenta las consideraciones prácticas previo al montaje e instalación de un interruptor de transferencia en las que se debe juzgar las características técnicas, mediante reportes, experiencias y pruebas suministradas por los fabricantes. Así como también deberá conocer el mecanismo automático que tendrán sus accesorios para complementarse por un caso de daño que tuviere posteriormente el equipo, y no hubiera el mismo repuesto en el mercado.

Los interruptores de transferencia son medios en lo que respecta a capacidad en amperios, y que servirá para la carga total emergente, incluyendo el control de motores, lámparas de filamento de tungsteno que no excedan de un 30% de la capacidad total. Por lo tanto, un interruptor de transferencia está caracterizado por el control de cargas específicas, sean éstas solamente resistivas, de tungsteno, motrices, etc., o una combinación de algunas de ellos.

Se debe también tener en cuenta que dentro de las consideraciones técnicas, la

corriente de carga continua de los dispositivos de protección contra variaciones de corriente incorporados en el circuito interruptor principal, no exceda en un 80% de la capacidad del interruptor de transferencia.

Un criterio importante en su selección es tener conocimiento sobre los circuitos sensores de voltaje y de baja frecuencia que controla el suministro del servicio eléctrico, de la fuente generadora emergente, no existiendo así simultaneidad en su funcionamiento.

Además, el interruptor de transferencia debe ser utilizado considerando sus características técnicas, tales como su capacidad máxima en amperios, clase de protección es por fusible o del tipo de circuito disyuntor, que será seleccionado de acuerdo a su capacidad a desarrollar los amperios RMS simétricos y voltaje máximo.

La corriente de falla de disyuntor principal puede ser, 20 veces la capacidad en amperios del interruptor de transferencia.

3.2.INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO

Para poder considerar la adecuada instalación y funcionamiento del interruptor de transferencia, hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

3.2.1. En la construcción del interruptor

a. El encerramiento:

De acuerdo con las normas de protección contra el medio ambiente y con el servicio de equipos que lo conforman, el espesor no puede ser menor que 0.13 cm., para planchas aceradas Nema 7-9 a prueba de humedad, explosión y corrosión; o de 0.19 cm., si es de aluminio.

b. La conexión para el sistema de conductores:

Los troquelados de agujeros del encerramiento del interruptor de transferencia deben tener algunas medidas, debido a los conductos a ser utilizados.

Las conexiones para barras del interruptor de transferencia debe estar provista de terminales de conductores para las líneas de fase y neutro, y su capacidad no debe ser menor a la capacidad en amperios del interruptor.

Podemos así considerar que dispositivos que tengan que conectarse y que tienen una corriente nominal de 100 amperios o menos, pueden utilizarse conductores con rango de 75°C.

El aislamiento aceptable por conductores a utilizarse internamente al interruptor de transferencia, si es THW debe tener un espesor de 0.07 cm., para aplicaciones de 300 y 600 voltios.

- c. El tamaño del conductor puesta a tierra del interruptor de transferencia y equipos:

Un interruptor de transferencia provisto con un conductor neutro, debe estar previsto con un conductor de puesta a tierra al terminal neutro, según la siguiente tabla N^o VII.

- d. Mecanismos de Operación:

El funcionamiento mecánico del interruptor de transferencia, deben dar seguridad a una intensa operación, por lo tanto, se debe ajustar bien todas las partes después de su uso.

Para uso del servicio de equipos como en circuitos ramales desconectados, pueden ser provisto de un ramal de derivación para una utilización independiente, del servicio eléctrico emergente.

El manual de operación del interruptor de transferencia, debe especificar las medidas para su mantenimiento y servicio previo, el que considera que debe tener partes como para la disipación de arcos, como protección al operador de una inadvertida maniobra del interruptor bajo cargas.

El interruptor de transferencia, debe tener un operador manual externo que permita abrir o cerrar los contactos del interruptor en un tiempo bastante corto.

Se debe considerar que tenga un mecanismo de traba mecánica, para prevenir conexiones simultáneas entre el suministro normal emergente.

Debe tener también un control remoto, de prueba si es que se requiere prevenir la transferencia de la fuente emergente en el caso de falla de la fuente normal.

e. Espaciamento:

Los espaciamientos entre los terminales de conductores de polaridad opuesta y con respecto a tierra, deberá no ser menor que 0.7 cm., para el caso que un cortocircuito se pueda producir entre los terminales.

En circuitos que involucran entre los terminales pueden ser de 0.35 cm., a través del aire y 0.7 cm., sobre superficie.

TABLA # VII
TAMAÑO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA EN EL
INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA

Tamaño del conductor de servicio (o equivalente para múltiples conductores.*		Tamaño del conductor de puesta a tierra.	
COBRE	ALUMINIO	COBRE	ALUMINIO
2AWG o menor	0 AWG o menor	8 AWG	6 AWG
100	2/0 o 3/0	6	4
2/0 o 3/0	4/0 AWG o 25(0 MCM	4	2
Sobre 3/0 AW 6 a 350 MCM	Sobre 250 a 50(0 MCM	2	0
Sobre 350 a 600	Sobre 250 a 900	0	3/0
Sobre 600 a 1100	Sobre 900 a 1750	2/0	4/0
Sobre 1100	Sobre 1750	3/0	250 MCM

El conductor equivale por múltiples conductores es la suma de las áreas en circular-mil de los conductores individuales

3.2.2. Características y operación de los accesorios para ayudar mecánicamente al interruptor de transferencia en un sistema automático

Para este artículo se ha diseñado un tipo de control de transferencia, constituido por sus controles relés sensores, relés de tiempo, contactores auxiliares, etc., que permitan automatizar su transferencia de energía eléctrica entre el servicio normal y emergente.

En la figura N° 31, se muestra el diagrama del sistema del interruptor de transferencia, y sus accesorios de control, los que describimos a continuación:

1a, 1b y 1c (TD1)

Consiste en el relé de tiempo para conseguir el arranque del generador desde el instante que cesó el servicio eléctrico normal, tienen una regulación fija de un segundo, tres segundos, respectivamente. Están conformados como un circuito de descarga usando un capacitor, resistor y diodo. La entrada al diodo puede ser 120 V ó 240 V CA; la salida de voltaje DC, es aproximadamente 10% menor que la entrada, el circuito capacitor de descarga previene la desenergización del relé A de un retardo de tiempo fijado, ya que este controla la energización del servicio normal.

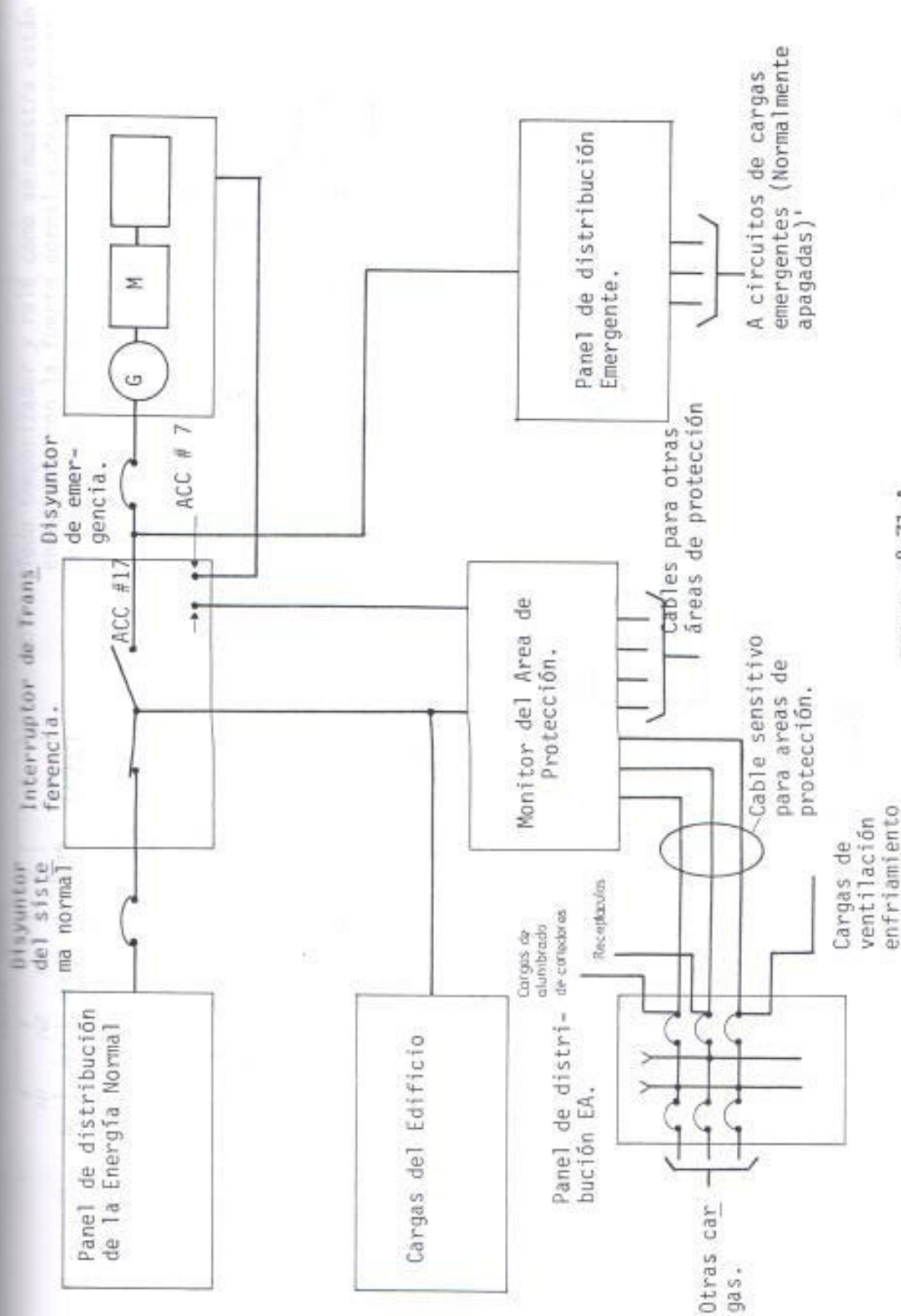


FIGURA N° 31-A
 ESQUEMA DE CONEXION DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA
 CON SU SISTEMA DE DISTRIBUCION Y GENERACION.

NOTA: Todo temporizador y relé como se muestra están energizado con la fuente normal y desenergizado la fuente emergente.

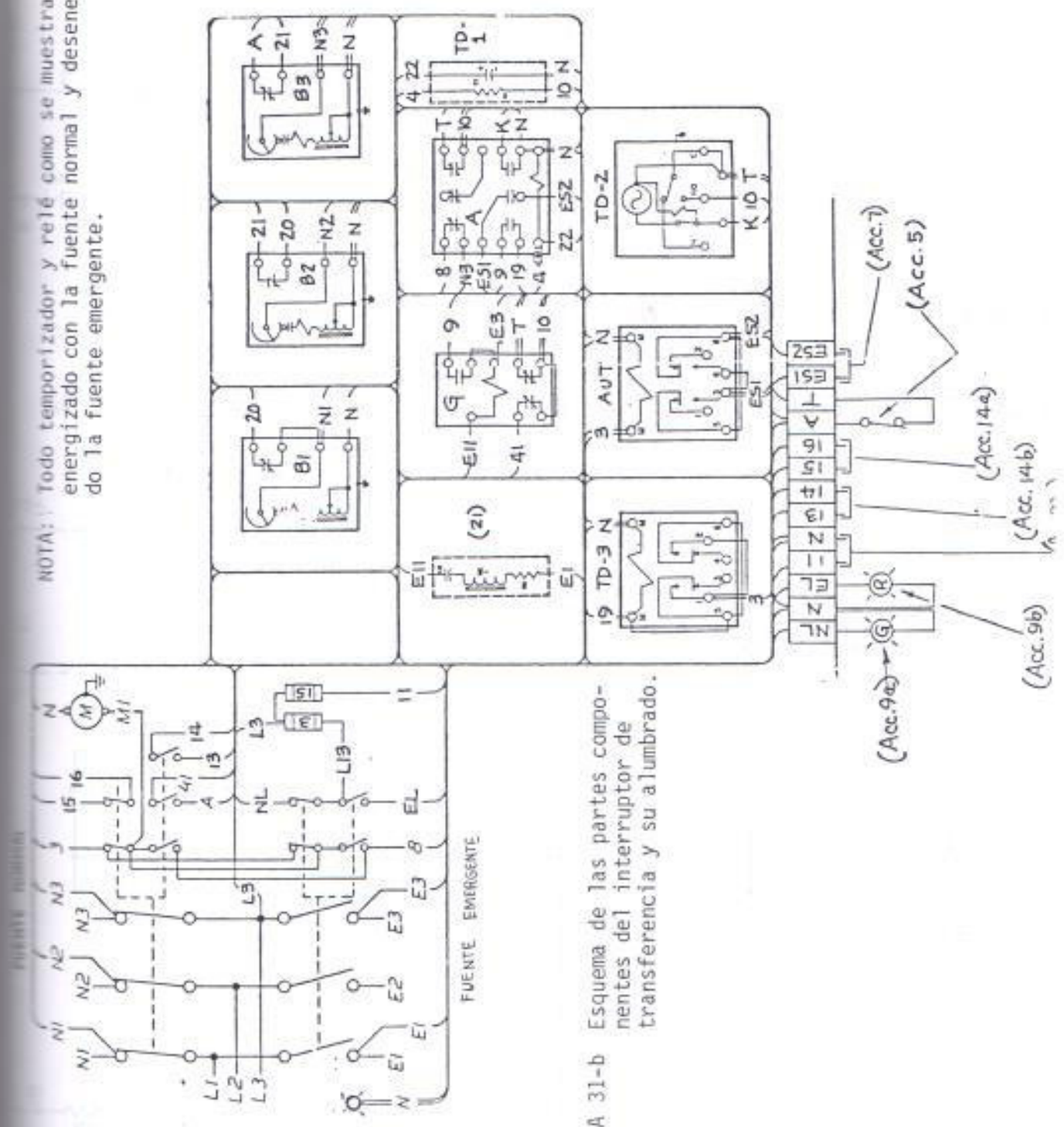


FIGURA 31-b Esquema de las partes componentes del interruptor de transferencia y su alumbrado.

2a (TD2), 2b(TD3) y 2c (TD1)

Son relé de tiempo ajustable (del tipo de diagrama de aire o neumático, el primero es usando para el encendido a la retransferencia del servicio normal con un ajuste máximo de 0-30 minutos, el segundo es usando para la transferencia del sistema de la bobina puede ser cambiable 120V, 240 V; la capacidad de sus contactos puede ser 10 Amp. A 120 voltios.

3c (TD2 y AUT)

Es un relé de tiempo ajustable para la retransferencia al circuito normal con cinco minutos adicionales, desde el tiempo de descarga de adicionales, desde tiempo de descarga de la planta emergente hasta cumplir su recorrido; con relé tipo motor, su ajuste para retransferencia es dos minutos con un máximo de 25 minutos.

4. Es un relé de protección al cierre de fase diferencial del sistema normal, con un rango de ajuste del 80% de su caída, como al 90% de su subida del voltaje nominal y de acuerdo al gráfico está dado por B1, B2 y B3.
5. Es un interruptor de palanca para prueba montada en el panel o gabinete sirve para simular falla de energía; este es conectado del relé de fase. Este interruptor puede arrancar al generador y el interruptor

puede transferir su propio voltaje y frecuencia, que son cambiados con el generador.

- 6a. Es un botón de reposición al servicio normal con contactos auxiliares.
- 6b. Es un botón usado para desviar el retardo de tiempo a la retransferencia de (2a, 3a o 3c). Este accesorio es solamente usado cuando está funcionamiento el temporizador TD2.
- 7. Es un contacto auxiliar normalmente abierto y va a cerrarse cuando falla el sistema normal e inician el control de arranque del generador, cuyos contactos son normalmente de 12, 24 o 32 voltios y de capacidad 25 amperios.
- 8. Contacto auxiliar está siempre más alto que el relé "A" y está normalmente cerrado para abrirse cuando falla el sistema normal. Este es rara vez usado para el arranque del generador y puede ser operado remotamente.
- 9a. Es una luz piloto verde indicadora del cierre a la posición normal.
- 9b. Es una piloto roja indicadora del cierre a la posición del servicio emergente.

10. Es un cargador de baterías de 12 ó 24 V CD con capacidad 2 amp.

El voltaje de entrada puede ser 120 ó 240 V, con un amperímetro y reostato se puede ajustar la capacidad de carga.

11a. Es un reloj de tiempo con un mínimo ajuste de 20 minutos con la opción de un paso, de uno a seis días.

El máximo ajuste es superficial al corrido continuo del generador que puede ser ajustado por el ingeniero de control en el hospital.

11b. Es un reloj de tiempo como el bosquejado en 11a., con sus contactos NC en serie, con el relé de fase.

El generador podría arrancar y cuando aumenta la velocidad y frecuencia el interruptor puede transferir a la emergencia, corrido para el tiempo programado y retransferir como respaldo al servicio normal.

12. Es un selector-interruptor de cuatro posiciones:

“Palanca normal”.- En esta posición la maquina puede arrancar y moverse.

“Sin carga”.- Cerrando los contactos a través de ES1.

“Prueba de la maquina” - Es el mismo accesorio explicado en el N° 5

“Automático”.- Es un ajuste normal de este interruptor.

“Paro”.- Impide completamente el encendido del generador (para mantenimiento).

- 13a. Son contactos auxiliares encrucetados y podrían abrirse.
- 13b. O cerrarse normalmente, dependiendo de la posición del interruptor.
La capacidad de los contactos puede ser de los 25 amp. Permiten el cierre al servicio normal o emergente, respectivamente.
14. Es un interruptor de palanca que esta es serie con el accesorio N° 7 ó N° 8, en termino de interruptor al cierre del generador.
15. Es un bloque terminal de cdos posiciones, junto con el contacto del relé del área de protección; está en serie con los contactos del relé de fase.
16. Amperímetro con un rango que cubre al interruptor y un transformador de corriente electromagnética.
17. Voltímetro cuyos rangos pueden ser 0 – 300, 0 – 500, 600 voltios o mayores.

18. Es un relé que controla al generador de su sensibilidad de frecuencia y voltaje. Consiste en un capacitor, resistor y reactor en serie con la bobina del relé.

Este relé puede demorar la transferencia del interruptor a la fuente emergente hasta voltaje y frecuencia que tengan una elevación del 90% de la capacidad normal del generador. De acuerdo al diagrama se lo identifica con G, este también nos da el cierre o control del generador.

19. Es un bloque fusible del lado del sistema de emergencia del interruptor. Esto es de capacidad 30 amp. Ya al voltaje del generador.

REFERENCIA: (Ver figura N° 31 a,b,c)

TD1.- Relé de tiempo al arranque del generador B1,B2,B3 relé de fase dado por 4^a o 4b.

“ES” arranca el generador dado por N° 7

“A” control o relé de transferencia

“G”.- Si al N° 19 adicionamos un circuito RC al relé G, en serie con la bobina dará sensibilidad a su voltaje y frecuencia. El relé G, da también el cierre o control del generador.

TD2.- Relé de tiempo para la restauración del servicio normal.

TD3.- Relé de tiempo a la transferencia al sistema de emergencia antes que el motor aumente su velocidad o de dos fuentes de energía comercial.

AUT.- Para el corrido del generador bajo condiciones sin carga.

La figura N° 31, nos da la diagramación equivalente cuando todos los temporalizados y relé con servicio normal, está energizados y el sistema de emergencia desenergizado.

3.2.3. FUNCIONAMIENTO CON CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO GENERALIDAD

El funcionamiento de un interruptor de transferencia automático puede ser investigado mediante pruebas que lo representamos en la tabla N° VIII.

Todas estas pruebas pueden ser conducidas en una muestra encerrada expuesta a sobrecarga, temperatura, aguante y soporte dieléctrico.

Si el dispositivo no está fallando con algunos de los rangos de voltajes, no lo indicaria sus pruebas como son:

a. Operación normal:

Un interruptor de transferencia puede ser capaz de operar relativamente para toda condición de lo señalado en su funcionamiento, como los: circuitos sensores de voltaje del suministro

normal, indicando la iniciación de su transferencia. Así como también se debe hacer en sus circuitos sensores voltaje frecuencia, cuyos valores pueden ser determinados por:

- Incremento de la frecuencia del suministro emergente con un ajuste de voltaje al mínimo especificado por el voltaje de operación.
- Incremento del voltaje del suministro emergente con un ajuste de su frecuencia al mínimo especificado por la frecuencia de operación.

TABLA N° VIII
PRUEBA POR VOLTAJES

PRUEBAS	Voltaje nominal de dispositivos y su correspondiente potencial de prueba en volts.			
	110-120	220-240	440-480	550-600
Operación normal	120	240	480	600
Sobre voltaje CA o CD	132	264	528	660
Bajo voltaje				
Sobrecarga	120	240	380	600
Temperatura	120	240	480	600
Aguante a cargas repetiti	120	240	480	600
Soporte dieléctrica				
Asoporte sin disrupción	120	240	480	600
Cerramiento de circuitos	120	240	480	600
Soporte dieléctrico				

b. Sobrevoltajes:

La bobina de un electromagneto puede ser capaz de aguantar un 110% del voltaje nominal por el máximo tiempo si este es normalmente energizado en un servicio fuera de peligro. Para ello a su prueba se incrementa al voltaje bajo condiciones en que la bobina alcanza una temperatura constante.

c. Bajo voltaje:

Una bobina de un relé sensor de voltaje de línea puede ser capaz de soportar los peligros en el rango de un 95 % de su voltaje durante cuatro horas, sin excederse en la temperatura dada por el fabricante.

d. Sobrecarga:

Un interruptor de transferencia puede funcionar aceptando una sobrecarga de prueba, consistente en el número de operaciones, dado en la tabla N° IX y controlado por una corriente de prueba como lo describe la tabla N° X.

El mínimo tiempo de apertura de cada contacto es el de 1/6 de segundo (10 ciclos HZ) excepto en el disparo de los dispositivos de sobrecorriente.

El interruptor de transferencia puede ser operado a través de un interruptor de prueba lo que simula falla de la fuente normal.

La prueba de sobrecarga son cubiertas a condiciones de máximo voltaje, energía y corriente de interrupción.

El conductor a tierra del interruptor de transferencia puede ser probado con la conexión del chasis a tierra, a través de una corriente de 30 amp., mediante un conductor N° 10 AWG Cu., de longitud de 4 – 6 pies. El fusible a tierra no se abre durante esta prueba.

TABLA # IX
PRUEBA SOBRECARGA

Capacidad del interruptor (amps)	Número de ciclos de operación .	Rango de funcionamiento.
0-300	50	1 por minuto
301-400	50	1 por 2 minutos
401-600	50	1 por 3 minutos
601-800	50	1 por 4 minutos
801-1600	50	1 por 5 minutos
1601-2500	25	1 por 5 minutos
2501-y a mayor	3	1 por 5 minutos

e. Temperatura:

La prueba de temperatura del interruptor de transferencia puede ser operado bajo condiciones normales, esto es llevando una corriente de prueba continua al potencial de prueba especificando anteriormente.

La corriente de prueba puede ser del 100% de la corriente de prueba continua al potencial de prueba especificando anteriormente.

La corriente de prueba puede ser del 100% de la corriente nominal, excepto cuando el interruptor de transferencia incorpore protección contra sobrecorriente en el circuito principal, puede ser probado al 80% de su corriente nominal, logrando obtener elevación a temperaturas máximas aceptables, para aislamiento clase 90 con termocupla 50°C, con resistencia 70°C; así mismo para clase 105 será 65°C y 85°C, respectivamente, como para clase 130° que es 85°C y 105°C, respectivamente, como clase 130° que es 85°C y 105°C, respectivamente.

f. Prueba de duración a cargas repetidas

Un interruptor de transferencia puede funcionar aceptando ciclos repetitivos controlado por una corriente de prueba, bajo condiciones similares a la prueba de sobrecarga, antes que el circuito se cierre y la corriente de Inrush puede ser 10 veces la corriente nominal. (Ver tabla N° XI).

TABLA # X
METODO PARA DETERMINAR LA CORRIENTE DE PRUEBA PARA LA
COMPROBACION DE SOBRECARGA EN INTERRUPTORES DE
TRANSFERENCIA

Dispositivos usados para	Dispositivos capacidad en (AMP)	Corriente de prueba	Factor de potencia
Cargas motrices o carga del sistema total	C.A.	6 veces la In	0.40 - 0.50
	C.D.	10 veces la In	carga resistiva
Control de lámparas incandescentes o cargas resistivas.	C.A.	1.5 veces a In	0.75 - 0.80
	C.D.	1.5 veces la In	carga resistiva
Control de lámparas de descarga eléctrica.	C.A.	3 veces la In	0.40 - 0.50

g. Prueba de soporte dieléctrico:

Un interruptor de transferencia puede ser capaz de soportar por un minuto sin sucederle nada; en su ajuste, la aplicación de un potencial sinusoidal de 1.000 voltios a 60 Hz, como el doble de su potencial máximo nominal; entre las partes sin aislamiento de los equipos y el chasis con los contactos cerrados de cada fuente de energía, entre los terminales de polaridad con los contactos cerrados. Con un transformador de 0.5 o mayor con un voltaje de salida variable, ayuda para obtener los resultados en esta prueba.

h. Instrumentación y calibración en circuitos de alta capacidad:

El voltaje en circuitos abierto de un circuito no debe ser menor que 100% o más que 105% del voltaje nominal, en un circuito bajo prueba, excepto en alto voltaje.

TABLA # XI
PRUEBA DE DURACION DE CICLOS EN INTERRUPTORES DE
EMERGENCIA

Capacidad del interruptor.	Rango de operación.	Número de ciclos de operación.		
		con corriente	sin corriente	total
0-300	1 por minuto	6.000	-	6.000
301-00	1 por minuto	4.000	-	4.000
401-800	1 por minuto	2.000	1.000	3.000
801-1.600	1 por 2 minutos	1.500	1.500	3.000
1601 y mayor	1 por 4 minutos	1.000	2.000	3.000

Esta medida prueba determinarse por un voltímetro calibrado o como un promedio del máximo y mínimo valor de la onda de voltaje. El mínimo punto de la onda de voltaje no puede ser menos que el 90% del voltaje nominal del circuito disyuntor.

El galvanómetro es un oscilógrafo, es empleado para las lecturas de voltaje y corriente durante circuitos de calibración y prueba, debiendo ser del tipo que tengan una deflexión (+ 5 %) de la respuesta a la frecuencia desde 50 a 1200 Hz.

La corriente simétrica rms., puede ser determinada cortocircuitando los terminales por medición de la componente alterna de la onda en un instante de 1/2 ciclo (60 Hz).

3.3.COORDINACION DE LA PROTECCION

De acuerdo con lo previsto en el Hospital del Niño, la protección contra cortocircuito de su sistema eléctrico, debe ser coordinado por medio de fusibles (cartuchos – seccionadores) y circuitos disyuntores o una combinación de ambos, que usualmente lo tenemos instalado, antes del interruptor de transferencia y de los circuitos alimentadores. Nuestra ingeniería para sistemas hospitalarios tiene que ser capaz de coordinar de coordinar la protección contra la corriente de falla y ser despojados en la fracción de un ciclo.

Para una adecuada protección del interruptor de transferencia mediante fusibles, es necesario coincidir nuestra corriente de falla rms, con la combinación corriente Vs. Tiempo, así como lo muestra la curva (figura N° 32), con esto podemos conocer si el interruptor de transferencia tiene una pobre corriente resistida y si experimente una descarga de contacto de un valor de corriente bajo, en la que si el tiempo de despejos de la falla no es el adecuado, puede causar peligro al interruptor de transferencia. Así por ejemplo, la curva de fusible nos muestra que a 60 Hz nos despeja una corriente de falla de 9000 Amp, cuando usamos fusibles de 1200 Amp, cuando usamos fusibles de 1200 Amp nominal clase L. Los contactos del interruptor pueden permanecer cerrados por el gran tiempo en el que puede resistir la corriente de falla y puede ser despejado, si esto no sucediera, causaría problemas en la coordinación con el resto del sistema.

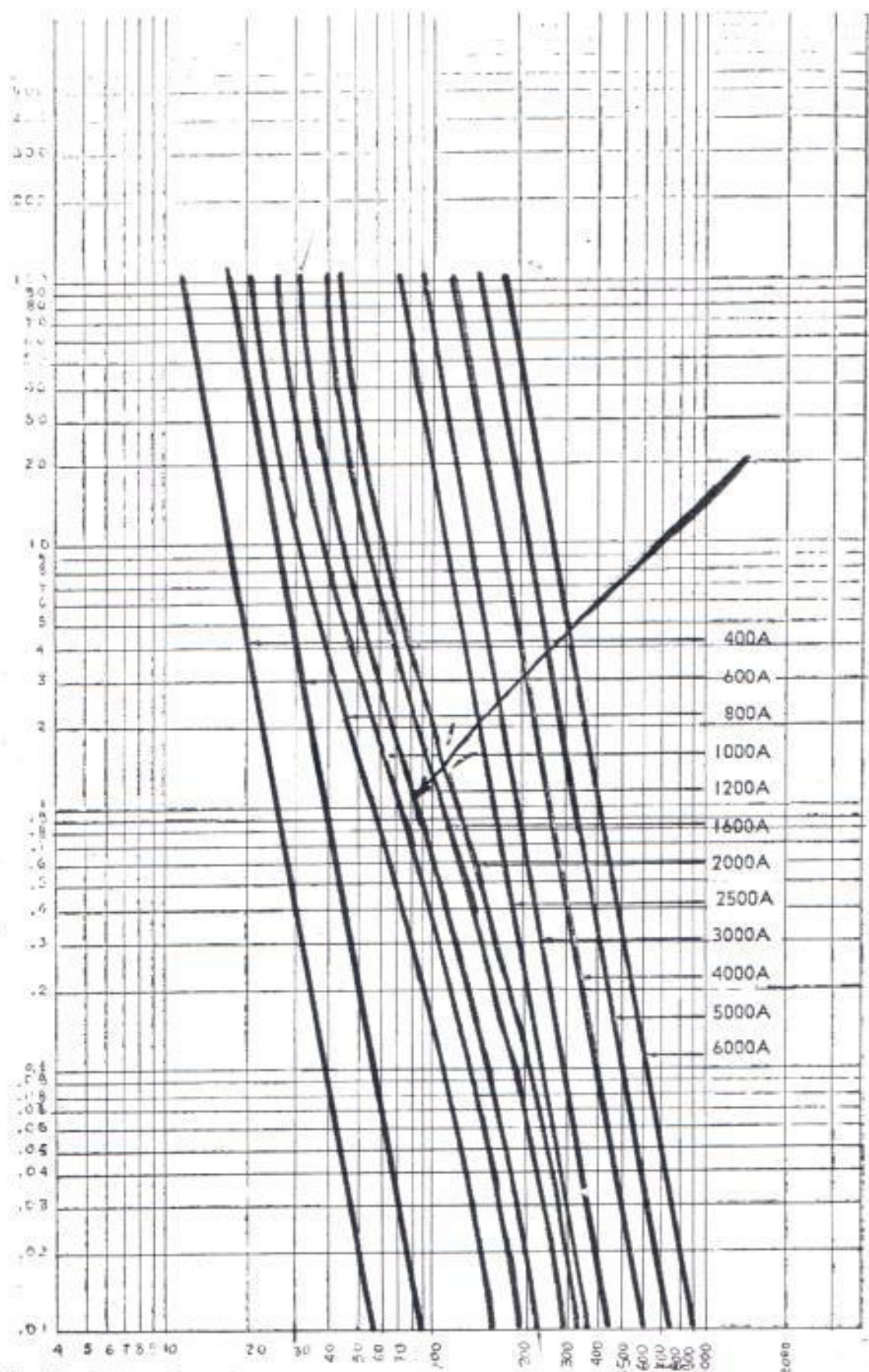


FIGURA 32 Selecciónamiento de la protección con fusible del interruptor de transferencia.

De acuerdo a pruebas de laboratorio con una corriente de falla simétrica de 100.000 Amp RMS y si los contactos del interruptor no pueden permanecer cerrados; un arco dieléctrico podría generarse entre ellos. Además, la interrupción del fusible por una falla rápida puede causar demasiado peligro al interruptor de transferencia.

El mismo interruptor podría probarse limitando la corriente del fusible para largos períodos de tiempo, ejemplo 40.000 Amp., para 10 ciclos mostrando a mantener sus contactos presionados sin arco, limpiando la protección.

La limitación de la magnitud de la corriente de cortocircuito por circuito disyuntor, como un intermedio a la corriente de sobrecarga más, después que un fusible. Esto se determina por la característica de un disparo de las curvas del circuito disyuntor dado en la figura N° 33.

De acuerdo al Código Eléctrico Nacional, para requerir circuitos disyuntor dimensionamos aproximadamente de 15 - 25% cuando usamos para aplicaciones motrices, aunque para el interruptor de transferencia podría ser similar cuando mezclamos cargas o arranques motrices, pero en muchas partes sus aplicaciones no son muy usuales y se requiere que el tiempo de despeje y sea aproximadamente 2.7 ciclos.

3.4. CURVAS Y DURACION DE SOPORTE DIELECTRICO

El análisis de pruebas del interruptor a utilizarse en el Hospital del Niño, con una capacidad de 400 Amp, es hecha en base de su soporte dieléctrico, (aislamiento).

El interruptor de transferencia es operado eléctricamente y ayudado mecánicamente, que previene a que la fuente normal y emergente entren en contacto a la carga en un mismo tiempo.

Se previene por causa de un corto circuito que los contactos del interruptor se quemem o se suelden.

Dentro de las especificaciones que nos da el fabricante nos indica que el interruptor de transferencia, debe funcionar a frecuencia nominal de 60 Hz y un máximo voltaje de 600 V.

Los instrumentos a utilizarse en está prueba para medir la integridad del interruptor de transferencia son:

- 1 voltímetro
- 1 amperímetro
- 1 vatímetro
- 1 transformador de corriente
- Osciloscopio (oscilógrafo)
- Indicador de temperatura

- Transformador de potencial
- Medidores de frecuencia
- 3 bobinas Shunt (paralelo) de 0.1 a 60.

PRUEBA DE SOPORTE A CORTOCIRCUITO

El interruptor de transferencia será energizado del lado del servicio normal por medio de una fuente de alta corriente cuyo circuito es ajustado para suministrar una corriente de un mínimo de 8.000 Amp (20 veces la corriente nominal) por un tiempo de 30 ciclos (1/2 segundo) con una fuente de voltaje de línea a línea de 520 voltios. Ver diagrama de conexión figura N° 34. La prueba puede repetirse con el interruptor cerrado del lado emergente.

Los resultados a esta prueba para los dos casos, los tenemos a continuación como también observando el Anexo N° (Ver tabla N° XII).

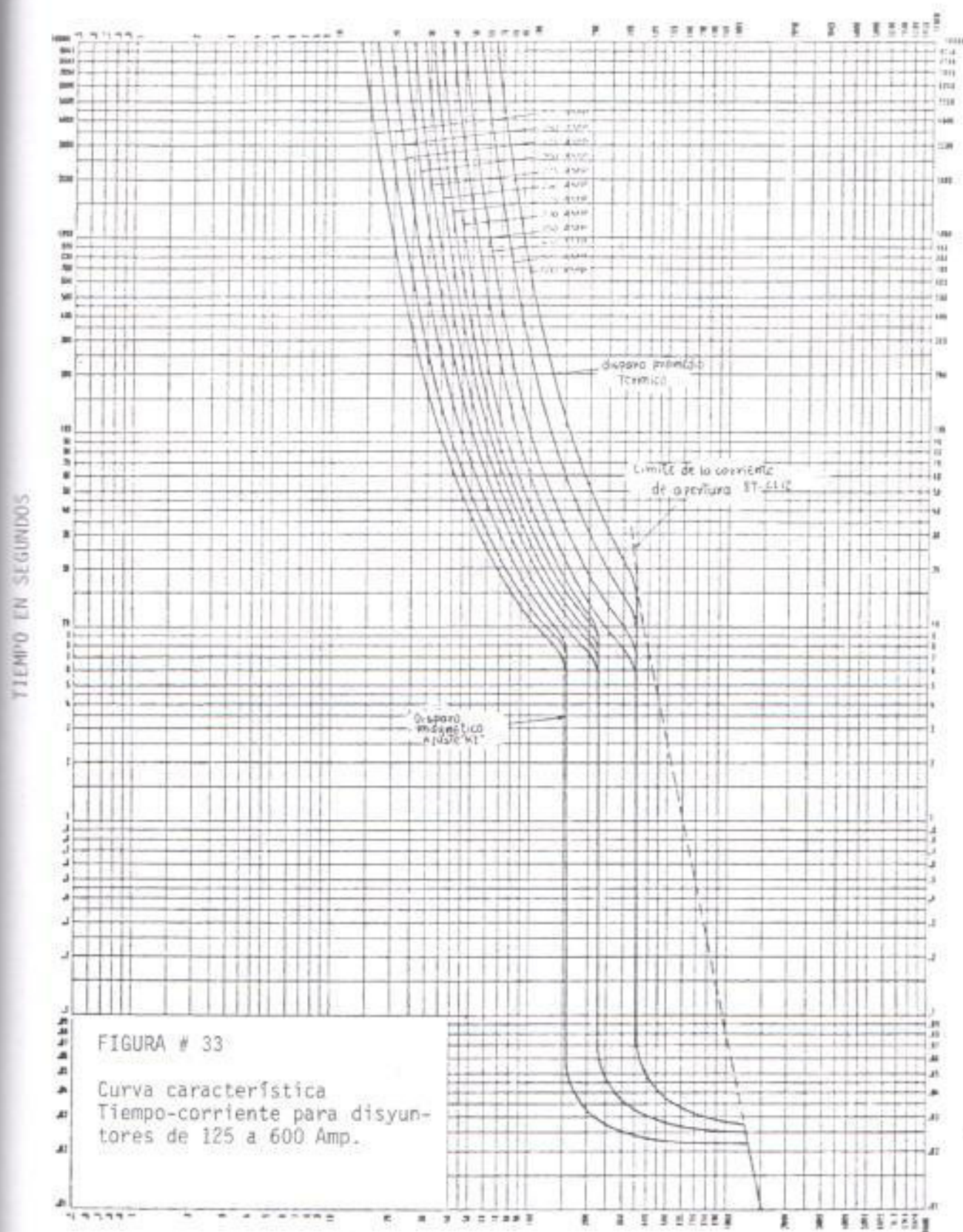


TABLA XII
CORRIENTE EN ESTADO ESTABLE AMP. RMS

FASE	LADO NORMAL	L/ADO EMERGENTE	DURACION DE PRUEBA EN CICLOS
1	9.800	9.900	62 (apro. =1 , 1 seg)
2	9.900	9.800	62
3	10.000	9.900	62
Prom.	9.900	9.870	62

Con esto se comprueba que los contactos del interruptor están en buena condición porque la corriente de cortocircuito nominal es de 9.000 Amp RMS y esta prueba está sobre este valor, lo cual nos da seguridad al funcionamiento.

PRUEBA DE SOPORTE A LA TEMPERATURA

Para cada prueba el interruptor es energizado en la fuente del servicio normal usando un suministro de corriente de bajo voltaje. De acuerdo al diagrama de conexión como se observa en la figura N° 35, se le suministró 400 Amp continuamente. La temperatura a medirse se lo hace en diferentes puntos a intervalos de 30 minutos hasta alcanzar la temperatura estabilizada.

El conductor usado para los puentes de cortocircuitos de un aislamiento par 3/0 AWG. Los puntos que son medidos con la termocupla pueden ser:

- Terminales N1, N2, N3
(30 min-40°C) – (180 min-47°C)
- Terminal L1, L2, L3

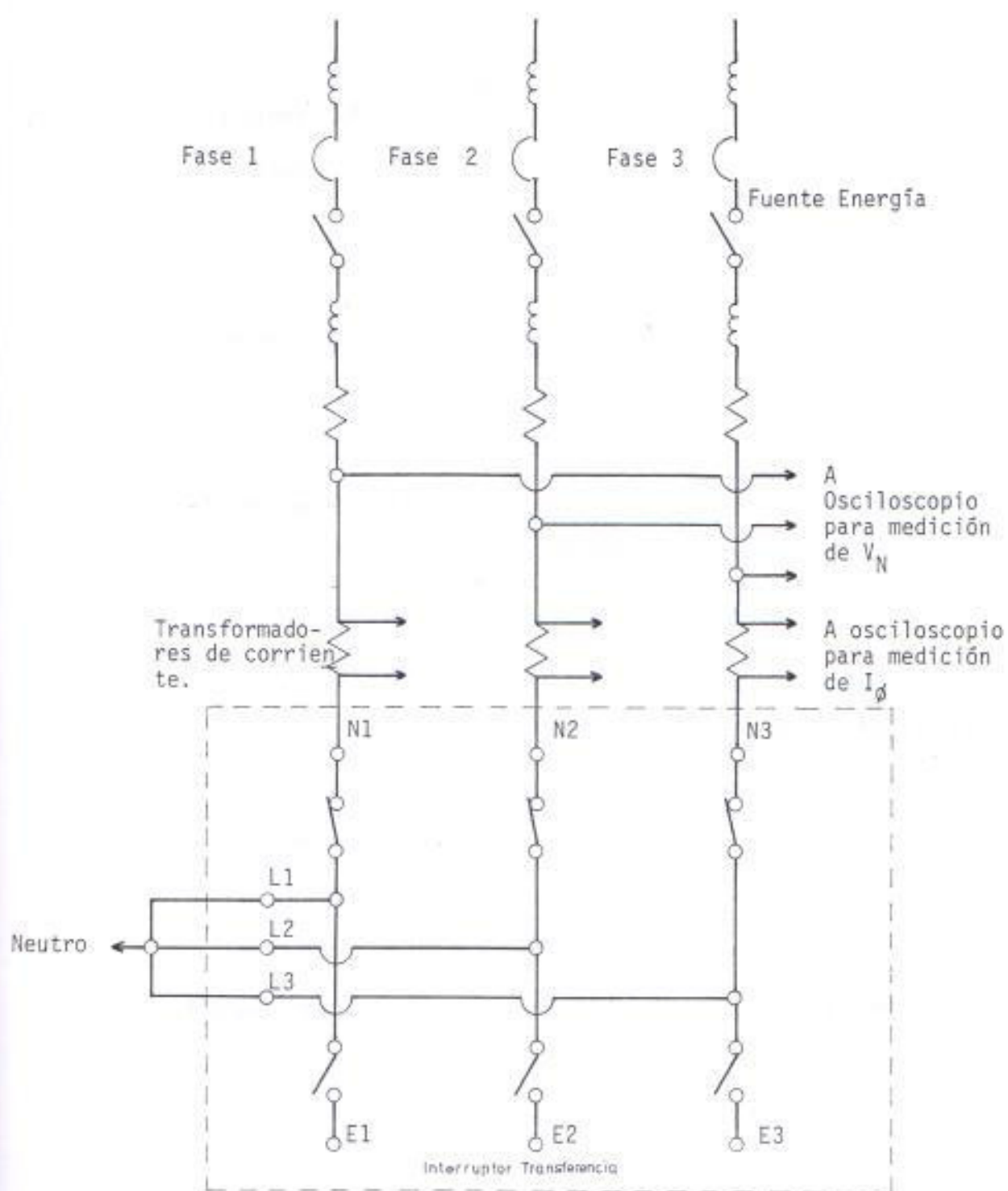


FIGURA # 34

DIAGRAMA DE CONEXION PARA PRUEBA DE CORTOCIRCUITO DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO.

(30 min – 39°C) – (180 min-42°C)

- Gabinete

(30 min – 28°C) – (190 min – 30°C)

- Barras fase 1, fase2, fase 3

(30 min – 37°C) – (180 min – 43°C)

- Ambiente del cuarto

(30 min – 23.5°C) – (180 min-24°C)

Con estas pruebas observamos las máximas elevaciones de temperatura sobre el ambiente.

PRUEBA DE SOPORTE DIELECTRICO

Para está prueba se suministra un potencial (aproximadamente 30 Amp) a 60 Hz durante 1 min., entre:

- a. Partes metálicas activas y el encerramiento
- b. Partes metálicas activas y las no activas del interruptor y en medio de las dos
- c. Entre las partes metálicas activas (funcionando a diferentes potenciales.

Ejemplo entre dos de los terminales L1, L2, L3 o con el gabinete estando cerrando el interruptor en cualquiera de los casos normal o emergente. Durante esta prueba no debe existir disrupción dieléctrica o salto de arco.

PRUEBA DE SOPORTE DEL TIEMPO DE TRANSFERENCIA O RETRANSFERENCIA

El tiempo requerido para la transferencia o retransferencia de una fuente a otra, es menor que el máximo permitido de 1/3 segundo.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO NORMAL

Para esto conectamos los terminales de línea del suministro normal 240/480 volt.- 3 Φ , lo cual puede ser variado y los terminales del suministro de emergencia se conecta a un voltaje fijo de 240/48:0 volt.- 3 Φ .

El interruptor puede producir su operación, causar para los siguientes casos:

- a. Interruptor en prueba
- b. Interruptor y restauración en cambio de cada conductor del suministro normal.
- c. Reducción del voltaje normal en el cambio de cada fase.
- d. Ajusta el relé de tiempo en 5 segundos para propósito de esta prueba.

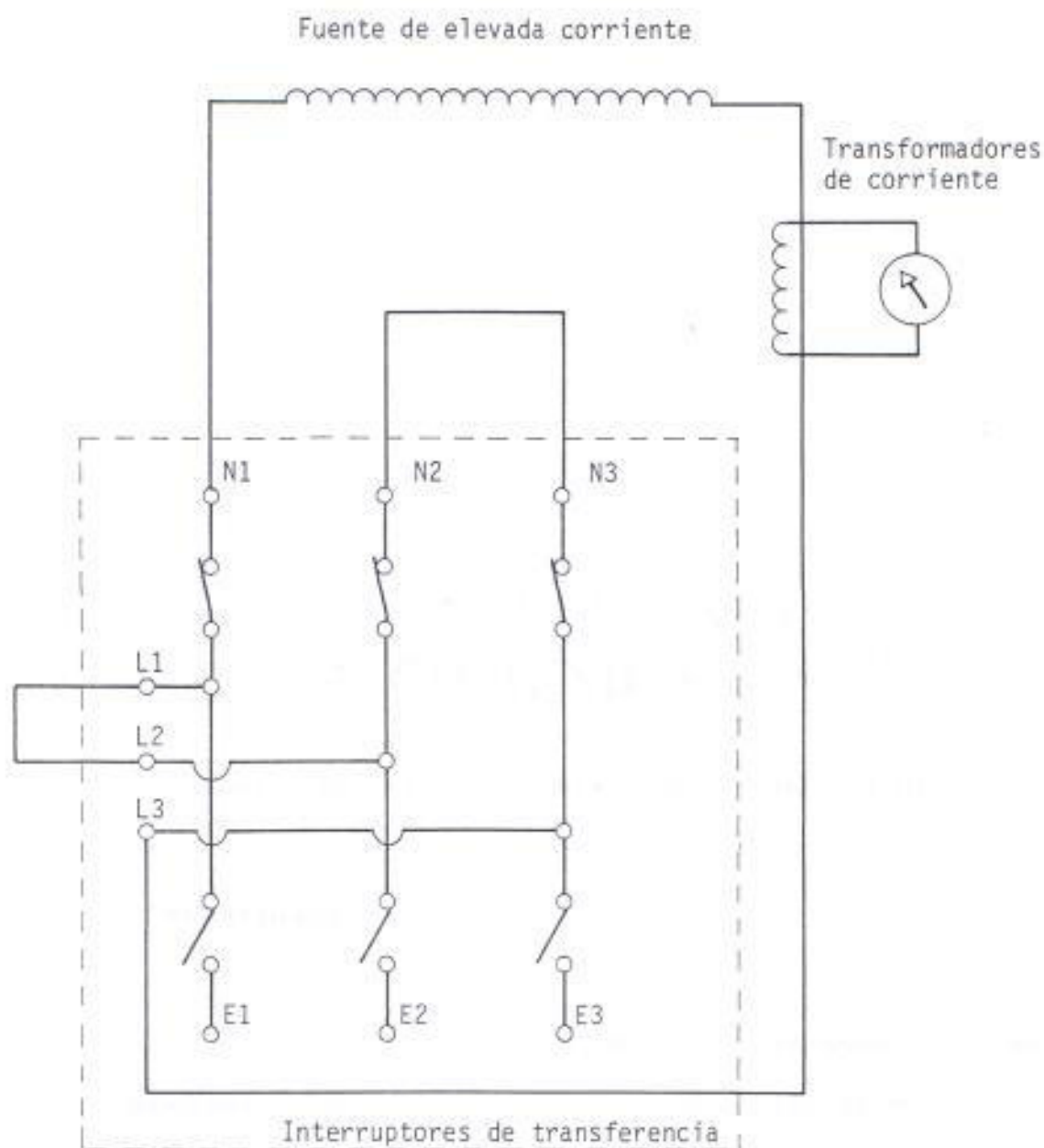


FIGURA # 35

DIAGRAMA DEL CIRCUITO USADO PARA LA PRUEBA DEL SOPORTE DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA CON LA ELEVACION DE TEMPERATURA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APLICADAS A INSTALACIONES ELECTRICAS HOSPITALARIAS

GENERALIDADES

El estudio realizado en esta tesis de grado es el de establecer normas, criterios para la planificación de un proyecto eléctrico en cualquier casa de salud, sean estos hospitales, clínicas, etc., no hemos dejado de mencionar sobre su propia infraestructura, es decir, desde su sistema de generación, distribución, sistema de transferencia, tomas de poder, iluminación.

Los sistemas eléctricos en hospitales son en la actualidad más exactos, más exigentes,

más complejos y más críticos, esto es en gran parte debido a la gran carga que se requiere y al incremento de equipos médicos especializados par su uso de diagnósticos, tratamientos y post-procedimientos al cuidado de los pacientes.

1. El constructor eléctrico debe considerar posteriormente los cambios no solamente por los problemas en su distribución normal y comunicaciones, sino también futuros.
2. Los fabricantes están continuamente adoptando sus productos nuevos, por lo tanto el ingeniero eléctrico, debe estar actualizado en todas estas innovaciones para tener la posibilidad de cambios y ser anticipados a proponer soluciones a los problemas de diseño.

EN LA PLANIFICACION

1. Los diseños eléctricos hospitalarios requieren mucho cuidado en su planificación, cuyas consideraciones no solamente deben ser dada para requerimientos presentes sino también futuros. en el futuro de mantenimiento, operación del sistema completo conozca desde su principio, sobre todos los detalles de la planificación y sea observador de la ejecución de la obra.
2. El diseño eléctrico debe ser preparado en conjunto con el arquitecto o personas que intervienen en el cambio de la planificación, así como con los supervisores de la obra.

3. Es muy apropiado que la persona que va a ser encargado en el futuro del mantenimiento, operación del sistema completo conozca desde su principio, sobre todos los detalles de la planificación y sea observador de la ejecución de la obra.
4. El médico encargado del proyecto puede ser también consultado para la planificación del sistema de fuerza, comunicaciones y requerimientos de señalización en áreas especiales como ejemplo, los provisionamientos de energía para rayos X y la intercomunicación entre departamentos.
5. El encargado de la parte administrativa debe también ser consultado acerca de las necesidades sobre los equipos de computación, en el procesamiento de datos y sobre el sistema de transporte de pacientes y visitantes, sean éstos horizontales y verticales.
6. Las consideraciones económicas son dependientes de varias fuentes, incluyendo investigaciones independientes de donaciones en las que se debe tomar en cuenta la cantidad de pacientes para proveer su cuidado. Estas consideraciones económicas deben considerarse no solamente durante su planificación y diseño, sino también en su construcción.
7. Consideraciones especiales:

Algunos de los sistemas dentro de un hospital, son más mecánicos que eléctricos, sin embargo, el consultor eléctrico debe estar familiarizado con ellos para proveerlos de la energía necesaria. Muy importante en esta categoría es la transportación y el sistema de manejo de materiales.

Los ascensores y escaleras móviles que proveen transportación vertical para pacientes, residentes médicos y visitantes en un hospital se determina por el tamaño, tipo, número y localización que usualmente son especificados por el arquitecto antes de un estudio del tráfico hecho en conjunto con el fabricante para determinar aspectos como el número de pasajeros, velocidad deseado, etc., por lo tanto la necesidad de llevar camillas, camas y mesas de operación hacen que los ascensores hospitalarios sean grandes.

La provisión de energía emergente para el sistema de ascensores es muy importante, y debe ser considerado, por lo tanto, el generador de emergencia debe tener la suficiente capacidad para el recorrido como mínimo de un ascensor. Además su esquema de control bajo condiciones de emergencia debe proveerse de una nivelación automática de cada elevador, funcionando así uno cada vez, prestando servicio sin sobrecargar su capacidad, la selección también puede ser manual dando secuencia de funcionamiento.

Así como se debe considerar a los ascensores de pasajeros, también debe considerarse a los de transportación de materiales en un caso emergente.

LAS FLUCTUACIONES DE VOLTAJE

Un voltaje estabilizado es importante para el apropiado funcionamiento de todo equipo eléctrico como son los de diagnóstico y terapia.

1. Los motores son diseñados usualmente para soportar fluctuaciones de + 10% del voltaje de placa, bajo estas condiciones el peligro puede ser menor si el motor es desconectado del suministro eléctrico, logrando así sólo estabilizar ciertos equipos de mayor sensibilidad electrónica.

En equipos de fisiología y diagnóstico puede causar lecturas erróneas con voltajes bajos.

RECOMENDACIÓN

Dentro de esta tesis hago mención de equipos reguladores de voltaje que serán aplicados en equipos electrónicos médicos, y los sistemas U.P.S., que mantienen mediante bancos de baterías y convertidores durante cierto tiempo energizado el sistema eléctrico sin interrupción.

2. Es recomendable por la sensibilidad y el error que causaría en el sostén de vida de un paciente, sensores audibles como alarmas o registradores de voltaje gráfico para así conocer el peligro mediante su lectura.

El servicio de la Empresa Eléctrica como servicio público, permite una fluctuación de $\pm 3\%$, pero debido a las caídas de voltajes variantes es necesario que el alimentador en un circuito ramal de los equipos de mayor sensibilidad se limita la caída por un 5% como mínimo.

MODERNIZACION O REFACCION DE LA CONSTRUCCION

1. Cuando existe un área en la que se está modernizando ya sea por cambios de sus funciones a las que tenía anteriormente el trabajo eléctrico, podrían ser hecho sin que afecte a otras áreas particularmente a camas, o servicio del paciente (laboratorio de rayos X).
2. Existen equipos que pueden ser usados para reducir el costo por conexiones temporales y las interrupciones de servicio, usando cables concéntricos que permiten alimentar directamente el lugar y no dejar sin servicio a ciertas áreas.
3. Los elevados niveles de iluminación provocados por las lámparas incandescentes pueden ser reemplazados con lámparas fluorescentes que presta una baja iluminación y además no incrementa el consumo de energía.
4. En la modernización del lugar hay que considerar el tipo de área o sistema ramales (seguridad de la vida, soporte de la vida, etc.), para aplicar las reglamentaciones exigidas por el Código Eléctrico Nacional, en la que se debe considerar también la operación individual.

EN LOCALIDADES ANESTETICAS

1. La consideración de la diferencia entre anestesia inflamable y no inflamable, involucra que toda área anestésica se considera su sistema de puesta a tierra y sistemas aislados, aislación de las líneas con monitores, pisos electrostáticos, medidores de conducción, tipo de toma de corriente, etc.

En lugares inflamables se aconseja su instalación a un nivel de cinco pies del piso.

FUNCIONAMIENTO ANTICIPADO Y PROBLEMAS DE MANEJO

1. A través de consultas al Ingeniero Eléctrico, puede adquirirse los diseños de operación y mantenimiento del sistema, así como también a través de manuales para equipamiento del hospital. Con estas herramientas y apropiado personal puede funcionar un adecuado mantenimiento, localizando la fuente a través de reparaciones y renovaciones y modernización con un mínimo de trabajo de exploración.
2. Cuando se tiene que los encargados del hospital para los servicios de mantenimiento eléctricos son reducidos o que no son calificados para estos

trabajos. Para estos casos se tendría que contratar servicios organizados de compañías particulares.

3. El mantenimiento preventivo no puede ser descuidado, los tomas de corrientes y cordones deben ser reparados. El sistema de puesta a tierra el de conductividad superficial pueden ser probado por continuidad y conductividad.
4. El generador de emergencia puede ser probado bajo condiciones de carga y así muchos otros cuidados similares deberán ser atendidos.

Esto puede incluir una constante anotación de las cargas existentes, se debe elaborar diagramas con los ajustes de su sistema de distribución, como alimentadores y paneles, considerando su tamaño, tipo de aislamiento, tipo y capacidad de los disyuntores, la fuente de cada alimentador y las cargas alimentadas.

La carga pico del alimentador se puede registrar usando la pinza amperimétrica.

CONSIDERACIONES EN LA DISTRIBUCION DE ENERGIA CON PUESTA A TIERRA EN APARTADOS PARA HOSPITALES

El diseño del sistema eléctrico con puesta a tierra con sistema de detección dinámica de tierra, involucra la correlación de tres consideraciones básicas en su diseño: localización de equipo, selección de materiales y cálculo de la corriente de fuga.

Existen monitores de aislamiento, transformador de aislamiento, indicadores y compensadores de peligros que protegen al paciente de ciertos choques eléctricos perjudiciales.

ASPECTOS ECONOMICOS DEL PROYECTO DE INSTALACIONES

1. La economía en instalaciones interiores se halla influida por muchas consideraciones. Evidentemente todo conductor debe cumplir con los requisitos de resistencia mecánica, capacidad conductora y una caída de tensión razonable, pero no obstante las pérdidas anuales pueden aconsejar una mayor intervención inicial de cobre; no todos los tipos de instalaciones pueden realizarse con el mismo costo unitario. Para los grandes motores (caldero, ascensores, etc.). Se puede disponer del suministro de tensión primaria con la eliminación del gasto que representa un transformador y la reducción de las pérdidas de los conductores ($P = RI^2$).

BIBLIOGRAFIA

1. BRUNER, J.M.R. Hazards of Electrical Apparatus 28:396, 1967
2. BURCHALL, H.B., Electroshock Hazards, 1967 p.p 227 – 228.
3. CALLON H., Protective Electrical Systems in Hospitals. Ottawa, 1967: 19-26
4. CATERPILLAR. Guia de Operación. Industrial Engine d353.
5. ETECO PREDIOS, Planos y Esquemas del Hospital del Niño, 1982 – 83
6. FEDERAL PACIFIC ELECTRICAL. Electrical Protection Equipment for Health Care Facilities, 1973.
7. FERRIS, L.P. effect of electric shock on the heart, 1936, pp. 498 – 515.
8. FISCHER, M.J. Techniques of Electrical Construction and Design for Hospital Vol. Mc Graw Hill, pp. 60.
9. GENERAL ELECTRIC CO. Ground Break Systems Bulletin GTE 2964.
10. GRIFFIN, N.C. Hospital Electrical Facilities Publication N° 930-D 16, Washington, D.C., 1969.
11. HOPPS, J.A. Electrical Hazards in Cardiac Diagnosis and Treatment, 1963, pp. 1 – 133.
12. LIPPICOTT, J.B., Shock Hazards in Operating Rooms and Patient Care Areas, Vol. 31, Number 2, August 1969.
13. MAGAZINE, Electrical Construction and Maintenance, 1973.
14. NATIONAL ELECTRICAL CODE NFPA 90 – 1971.

15. ONAN. Coordination and Protection for Emergency and Estandby Power Systems (ecelco), 1973, p.p.: 57.
16. RUSSELL, R.G. Bulletin Electrical Testing Laboratories inc., Performance Tests of 600 amp. Automatic Transfere Switch, New York, 1972.
17. RUSSELECTRIC INC., Handbook. Emergency Power Control Sისტems, 1.972.
18. TURNER, J.B. Folleto Ground-Faultt Equipment f.p.e. , may 1974, pp.4.
19. WALTER, C.W. Safe Patient Power Center. Modern Hospital 1969, pp. 1-133.

ANEXOS

ANEXO A

TABLA A-1

DATOS DE IMPENDANCIA DE TRANSFORMADORES

El % de R, X y Z está basado en los KVA del transformador

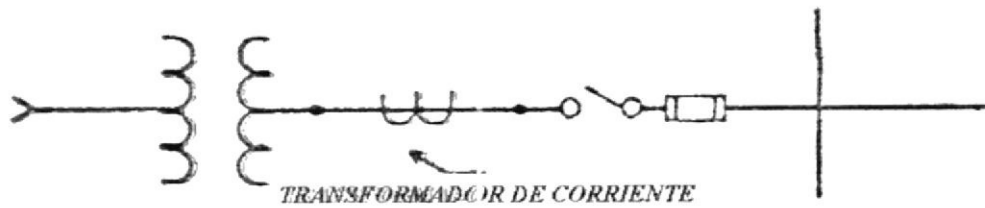
Capacidad Transformador		R	X	Z
KVA	X/R	%	%	%
150	3.24	1.23	4.0	4.19
225	3.35	1.19	4.0	4.17
300	3.5	1.14	4.0	4.16
500	3.85	1.04	4.0	4.12
750	5.45	0.94	5.1	5.19
1000	5.7	0.89	5.1	5.19
1500	6.15	0.83	5.1	5.18
2000	6.63	0.77	5.1	5.17
150	1.5	1.111	1.665	2.0
225	1.5	1.111	1.665	2.0
300	1.5	1.111	1.665	2.0
500	1.5	1.111	1.665	2.0

Estos valores son para transformadores trifásicos autoenfriados o por radiador.

TABLA A-2

DATOS DE LA REACTANCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE
CORRIENTE

Capacidad-Primaria Amperios	Reactancia en Ohms para varios valores de voltaje		
	600-5000V	7500V	15,000V
100-200	0.0022	0.004	
250-400	0.0005	0.0008	0.0002
500-800	0.00019	0.00031	0.00007
1000-4000	0.00007	0.00007	0.00007



Estos valores están dados en Ohms por fase

TABLA A-3

DATOS DE LA REACTANCIA POR DESCONEXION DEL INTERRUPTOR

La reactancia de la desconexión de interruptores de circuitos de bajo voltaje (600 volts o menos) está en el orden de 0.00008 ohms por polo a 0.00005 ohm por polo a 60 Hz en interruptores con valor de 400-400 Amp.

Reactancia

Aproximadas

Tamaño del interruptor Amp

200	0.0001
400	0.00008
600	0.00008
800	0.00007
1200	0.00007
1600	0.00005
2000	0.00005
3000	0.00004
4000	0.00004

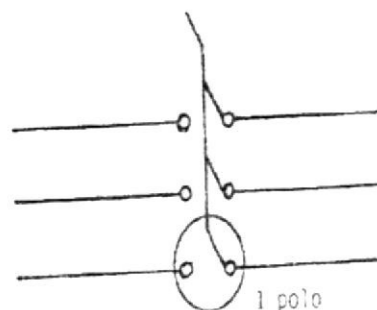


TABLA A-4

DATOS DE LA REACTANCIA EN CIRCUITO DISYUNTOR

Reactancia de disyuntores para circuitos de bajo voltaje.

Capacidad de del disyuntor (AMP)	Capacidad en Amperios	Reactancia en Ohms
15,000	15 to 35	0.04
and	50 to 100	0.004
25,000	125 to 225	0.001
	250 to 600	0.0002
50,000	200 to 800	0.0002
	1000 to 600	0.00007
75,000	2000 to 3000	0.00008
100,000	4000	0.00008

En bajo voltaje esta reactancia no se incluye en el cálculo de la corriente de falla.

Impedancia típica de circuitos disyuntores de caja moldeada.

Capacidad (AMP) del disyuntor de caja moldeada	Resistencia en Ohms	Reactancia en Ohms
20	.00700	Negligible
40	.00240	Negligible
100	.00200	.00070
225	.00035	.00020
400	.00031	.00035
600	.00007	.00017

Cerca de los 600 Amp esta conclusión son similar en valor en los datos a la tabla adjunta.

TABLA A-5
DATOS DE LA IMPEDANCIA DEL CABLE DE COBRE EN OHMS POR
1000 PIE.

Solo 3 conductores Simples

Resistencia, Reactancia e Impedancia de los circuitos conductores cable cobre

AWG o MCM	En ductos magneticos					
	600 V y 5 KV Sin recubrimiento protec.			5 KV con recubrimiento de Proteccion 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
8	.811	.0754	.814	.811	.0860	.816
8 (solid)	.786	.0754	.790	.786	.0860	.791
6	.510	.0685	.515	.510	.0796	.516
6 (solid)	.496	.0685	.501	.496	.0796	.502
4	.321	.0632	.327	.321	.0742	.329
4 (solid)	.312	.0632	.318	.312	.0742	.321
2	.202	.0585	.210	.202	.0685	.214
1	.160	.0570	.170	.160	.0675	.174
1/0	.128	.0540	.139	.128	.0635	.143
2/0	.102	.0533	.115	.103	.0630	.121
3/0	.0805	.0519	.0958	.0814	.0605	.101
4/0	.0640	0.0497	.0810	.0650	.083	.0929
250	.0552	.0495	.0742	.0557	.0570	.0797
300	.0464	.0493	.0677	.0473	.0564	.0736
350	.0378	.0491	.0617	.0386	.0562	.0681
400	.0356	.0490	.0606	.0362	.0548	.0657
450	.0322	.0480	.0578	.0328	.0538	.0630
500	.0294	.0466	.0551	.0300	.0526	.0505
600	.0257	.0463	.0530	.0264	.0516	.0580
750	.0216	.0445	.0495	.0223	.0497	.0545

AWG o MCM	En ductos no magneticos					
	600 V y 5 KV Sin recubrimiento prote.c.			5 KV con recubrimiento de Proteccion 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
8	.811	.0603	.813	.811	.0688	.814
8 (solid)	.786	.0603	.788	.786	.0688	.789
6	.510	.048	.513	.510	.0636	.514
6 (solid)	.496	.0548	.499	.496	.036	.500
4	.321	.0506	.325	.321	.0594	.325
4 (solid)	.312	.0506	.316	.312	.0594	.318
2	.202	.0467	.207	.202	.0547	.209
1	.160	.0456	.166	.160	.0540	.169
1/0	.127	.0432	.134	.128	.0507	.138
2/0	.101	.0426	.110	.102	.0504	.114
3/0	.0766	.0415	.0871	.0805	.0484	.0939
4/0	.0633	.0398	.0748	.0640	.0466	.0792
250	.0541	.0396	.0670	.0547	.0456	.0712
300	.0451	.0394	.0599	.0460	.0451	.0644
350	.0368	.0393	.0536	.0375	.0450	.0585
400	.0342	.0392	.0520	.0348	.0438	.0559
450	.0304	.0384	.0490	.0312	.0430	.0531
500	.0276	.0373	.0464	.0284	.0421	.0508
600	.0237	.0371	.0440	.0246	.0412	.0479
750	.0194	.0356	.0405	.0203	.0396	.0445

3 CONDUCTORES EN CABLES

AWG or MCM	En ductos magneticos con blindaje de Acero					
	600 V y 5KV sin recubrimiento protector			5 KV con recubrimiento y 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
8	.811	.0577	.813	.811	.0658	.814
8 (solid)	.786	.0577	.788	.786	.0658	.789
6	.510	.0525	.513	.510	.0610	.514
6 (solid)	.496	.0525	.499	.496	.0610	.500
4	.321	.0483	.325	.321	.0568	.326
4 (solid)	.312	.0483	.316	.312	.0508	.317
2	.202	.0448	.207	.202	.0524	.209
1	.160	.0436	.166	.160	.0516	.168
1/0	.128	.0414	.135	.128	.0486	.137
2/0	.102	.0407	.110	.103	.0482	.114
3/0	.0805	.0397	.0898	.0814	.0463	.0936
4/0	.0640	.0381	.0745	.0650	.0446	.0788
250	.0552	.0379	.0670	.0557	.0436	.0707
300	.0464	.0377	.0598	.0473	.0431	.0640
350	.0378	.0373	.0539	.0386	.0427	.0576
400	.0356	.0371	.0514	.0362	.0415	.0551
450	.0322	.0361	.0484	.0328	.0404	.0520
500	.0294	.0349	.0456	.0300	.0394	.0495
600	.0257	.0343	.0429	.0264	.0382	.0464
750	.0216	.0326	.0391	.0223	.0364	.0427

AWG or MCM	En ductos no magneticos y blindaje de Aluminio					
	600 V y 5KV sin recubrimiento protector			5 KV con recubrimiento y 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
8	.811	.0503	.812	.811	.0574	.813
8 (solid)	.786	.0503	.787	.786	.0574	.788
6	.510	.0457	.512	.510	.0531	.513
6 (solid)	.496	.0457	.498	.496	.0531	.499
4	.321	.0422	.324	.321	.0495	.325
4 (solid)	.312	.0422	.315	.312	.0495	.316
2	.202	.0390	.206	.202	.0457	.207
1	.160	.0380	.164	.160	.0450	.166
1/0	.127	.0360	.132	.128	.0423	.135
2/0	.101	.0355	.107	.102	.0420	.110
3/0	.0766	.0346	.0841	.0805	.0403	.090
4/0	.0633	.0332	.0715	.0640	.0389	.0749
250	.0541	.0330	.0634	.0547	.0380	.0666
300	.0451	.0329	.0559	.0460	.0376	.0596
350	.0368	.0328	.049	.0375	.0375	.0530
400	.0342	.0327	.0475	.0348	.0366	.0505
450	.0304	.0320	.0441	.0312	.0359	.0476
500	.0276	.0311	.0416	.0284	.0351	.0453
600	.0237	.0309	.0389	.0246	.0344	.0422
750	.0197	.0297	.0355	.0203	.0332	.0389

La resistencia del cobre a 600 V y 5 KV su recubrimiento está basado en barniz cambric y cables 15KV se basa en aislamiento neoprone, los valores está basados a 75°C.

TABLA A - 6

DATOS DE IMPENDANCIA DE CABLES DE ALUMINIO

Aproximadamente en Ohm por 1000 pies

3 CONDUCTORES SOLOS

Cable con aislamiento de polietileno cruzado con su resistencia; reactancia e impedancia

AWG or MCM	En ductos magneticos					
	600 V y 5KV Sin recubrimiento protec.			5 Kv con recubrimiento y 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
6	.847	.053	.849	-	-	-
4	.532	.050	.534	.532	.068	.536
2	.335	.046	.338	.335	.063	.341
1	.265	.048	.269	.265	.059	.271
1/0	.210	.043	.214	.210	.056	.217
2/0	.167	.041	.172	.167	.055	.176
3/0	.133	.040	.139	.132	.053	.142
4/0	.106	.039	.113	.105	.051	.117
250	.0896	.0384	.0975	.0892	.0495	.102
300	.0750	.0375	.839	.0746	.0479	.0887
350	.0644	.0369	.0742	.0640	.0468	.0793
400	.0568	.0364	.0675	.0563	.0459	.0726
500	.0459	.0355	.0580	.0453	.0444	.0634
600	.0388	.0359	.0529	.0381	.0431	.0575
700	.0338	.0350	.0487	.0332	.0423	.0538
750	.0318	.0341	.0466	.0310	.0419	.0521
1000	.0252	.0341	.0424	.0243	.0414	.0480

AWG or MCM	En ductos no magneticos					
	600 V y 5KV Sin recubrimiento protec.			5 Kv con recubrimiento y 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
6	.847	.042	.848	-	-	-
4	.532	.040	.534	.532	.054	.535
2	.335	.037	.337	.335	.050	.339
1	.265	.035	.267	.265	.047	.269
1/0	.210	.034	.213	.210	.045	.215
2/0	.167	.033	.170	.167	.044	.173
3/0	.133	.037	.137	.132	.042	.139
4/0	.105	.031	.109	.105	0.41	.113
250	.0894	.0307	.0945	.0891	.0396	.0975
300	.0746	.0300	.0804	.0744	.0383	.0837
350	.0640	.0245	.0705	.0638	.0374	.0740
400	.0563	.0291	.0634	.0560	.0367	.0700
500	.0453	.0284	.0535	.0450	.0355	.0573
600	.0381	.0287	.0477	.0377	.0345	.0511
700	.0330	.0280	.0433	.0326	.0338	.0470
750	.0309	.0273	.0412	.0304	.0335	.0452
1000	.0239	.0273	.0363	.0234	.0331	.0405

CABLE DE 3 CONDUCTORES

AVG or MCM	En ductos magneticos					
	600V y 5KV Sin recubrimiento prote.c.			5 KV con recubrimiento y 15KV		
	R	X	Z	R	X	Z
6	.847	.053	.849	-	-	-
4	.532	.050	.534	-	-	-
2	.335	.046	.338	.335	.056	.340
1	.265	.048	.269	.265	.053	.270
1/0	.210	.043	.214	.210	.030	.216
2/0	.167	.041	.172	.167	.049	.174
3/0	.133	.040	.139	.133	.048	.141
4/0	.106	.039	.113	.105	.045	.114
250	.0896	.0384	.0975	.0895	.0436	.100
300	.0750	.0375	.839	.0748	.0424	.0860
350	.0644	.0369	.0742	.0643	.0418	.0767
400	.0568	.0364	.0675	.0564	.0411	.0700
500	.0459	.0355	.0580	.0457	.0399	.0607
600	.0388	.0359	.0529	.0386	.0390	.0549
700	.0338	.0350	.0487	.0335	.0381	.0507
750	.0318	.0341	.0466	.0315	.0379	.0493
1000	.0252	.0341	.0424	.0248	.0368	.0444

AWG or MCM	En ductos magneticos					
	600V y 5KV Sin recubrimiento prote c.			5 KV con recubrimiento y 15 KV		
	R	X	Z	R	X	Z
6	.847	.042	.848	-	-	-
4	.532	.040	.534	-	-	-
2	.335	.037	.337	.335	.045	.338
1	.265	.035	.267	.265	.042	.268
1/0	.210	.034	.213	.210	.040	.214
2/0	.167	.033	.170	.167	.039	.171
3/0	.133	.037	.137	.133	.038	.138
4/0	.105	.031	.209	.105	.036	.111
250	.0894	.0307	.0945	.0893	.0349	.0959
300	.0746	.0300	.0804	.745	.0340	.0819
350	.0640	.0245	.0705	.0640	.0334	.0722
400	.0563	.0291	.0634	.0561	.0329	.0650
500	.0453	.0284	.0535	.0452	.0319	.0553
600	.0381	.0287	.0477	.0380	.0312	.0492
700	.0330	.0280	.0433	.0328	.0305	.0448
750	.0309	.0273	.0412	.0307	.0303	.0431
1000	.0239	.0273	.0363	.0237	.0294	.0378

Estos valores son para circuitos a 1000 pies a 90°C.

TABLA A - 7

DATOS DE IMPEDANCIA DE BARRA COLECTORA EN OHM POR 1000

PIES

BARRAS PLUG DE CONEXION

(Amps) Capac. barras de Cu	ohms por 1000 pie de linea a neutro 60 HZ		
	Resistencia	Reactancia	Impedancia
225	225	0.0800	0.1157
400	0.0437	0.0232	0.0495
600	0.0350	0.0179	0.0393
800	0.0218	0.0136	0.0257
1000	0.0145	0.0135	0.0198

(Amps) Capac. barras de Al	ohms por 1000 pie de linea a Neutro 6 HZ		
	Resistencia	Reactancia	Impedancia
225	0.1090	0.0720	0.1313
400	0.0550	0.0222	0.0592
600	0.0304	0.0121	0.0327
800	0.0243	0.0154	0.0288

BAJA IMPEDANCIA DE BARRA ALIMENTADORA

Capac. (Amp)	ohms por 1000 pie linea a neutro 60 HZ		
	Resistencia	Reactancia	Impedancia
800	0.0219	0.0085	0.0235
1000	0.0190	0.0050	0.0196
1350	0.0126	0.0044	0.0134
1600	0.0116	0.0035	0.0121
2000	0.0075	0.0031	0.0081
2500	0.0057	0.0025	0.0062
3000	0.0055	0.0017	0.0058
4000	0.0037	0.0016	0.0040

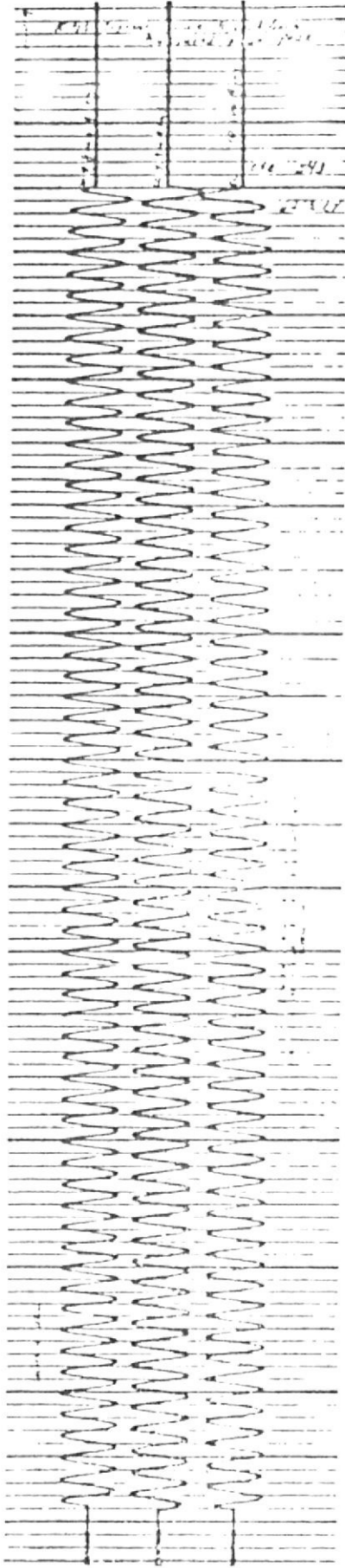
CORRIENTE LIMITADORA DE BARRA

Capac. (Amp)	ohms por 1000 pie linea neutro 60 HZ X/R			
	Resistencia	Reactancia	Impedancia	Relación
1000	0.013	0.063	0.04	4.85
1350	0.012	0.061	0.062	5.08
1600	0.009	0.056	0.057	6.22
2000	0.007	0.052	0.052	7.45
2500	0.006	0.049	0.049	8.15
3000	0.005	0.046	0.046	9.20
4000	0.004	0.042	0.042	10.50

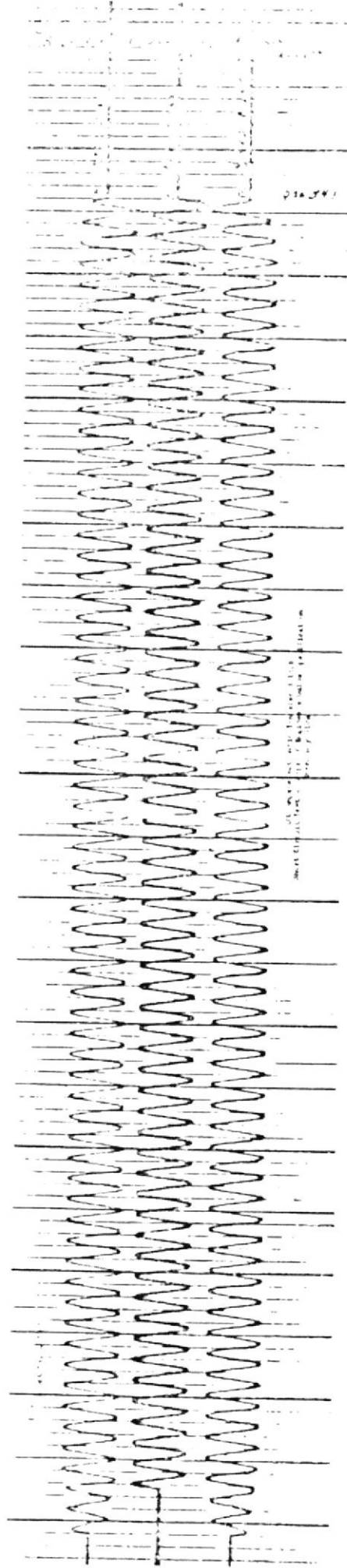
TABLA A-8 FACTORES ASIMETRICOS

Porcentaje factor potencial en cortocircuito.	Relación X/R de cortocircuito	RELACION DE AMPERIOS RMS SIMETRICO		
		Máximo pico instantáneo 0 Amp Mp	Máximo factor asimétrico RMS 10 en 1/2 ciclo Mn.	Promedio Amp Rms 30 1/2 ciclo
0		2.28	1.732	1.394
1	100.00	2.785	1.96	1.374
2	49.993	2.743	1.665	1.355
3	33.322	2.702	1.630	1.336
4	24.979	2.663	1.598	1.318
5	19.974	2.625	1.568	1.301
6	16.623	2.589	1.540	1.285
7	14.251	2.554	1.511	1.270
8	13.460	2.520	1.485	1.256
9	11.066	2.487	1.460	1.241
10	9.9301	2.455	1.436	1.229
11	9.0354	2.424	1.413	1.216
12	8.2733	2.394	1.391	1.204
13	7.6271	2.364	1.372	1.93
14	7.021	2.336	1.350	1.182
15	6.5912	2.309	1.330	1.171
16	6.1695	2.282	1.312	1.161
17	5.7947	2.256	1.294	1.152
18	5.4649	2.231	1.277	1.143
19	5.1572	2.207	1.262	1.135
20	4.8990	2.183	1.247	1.127
21	4.6557	2.160	1.232	1.119
22	4.4341	2.138	1.218	1.112
23	4.2313	2.11	1.205	1.105
24	4.0450	2.095	1.192	1.099
25	3.8730	2.074	1.181	1.093
26	3.7138	2.054	1.170	1.087
27	3.5661	2.034	1.159	1.081
28	3.4286	2.015	1.149	1.075
29	3.3001	1.996	1.139	1.070
30	3.1798	1.978	1.130	1.066
31	3.0669	1.960	1.121	1.062
32	2.9608	1.943	1.113	1.057

Porcentaje factor potencial en cortocircuito.	Relación X/R de cortocircuito	RELACIÓN DE AMPERIOS RMS SIMETRICO		
		Máximo pico instantáneo o Amp Mlp	Máximo factor asimétrico RMS 10 en 1/2 ciclo Mn.	Promedio Amp Rms 30 1/2 ciclo
33	2.606	1.926	1.105	1.053
34	2.760	1.910	1.098	1.049
35	2.6764	1.894	1.091	1.046
36	2.5916	1.878	1.084	1.043
37	2.5109	1.863	1.078	1.039
38	2.4341	1.848	1.073	1.036
39	2.3611	1.833	1.68	1.033
40	2.2913	1.819	1.062	1.031
41	2.2246	1.805	1.057	1.028
42	2.1608	1.793	1.053	1.026
43	2.0996	1.778	1.049	1.024
44	2.0409	1.765	1.047	1.022
45	1.9845	1.753	1.041	1.020
46	1.9303	1.740	1.038	1.019
47	1.878	1.728	1.034	1.017
48	1.8277	1.716	1.031	1.016
49	1.7791	1.705	1.029	1.014
50	1.7321	1.694	1.026	1.013
55	1.5185	1.641	1.015	1.008
60	1.3333	1.594	1.009	1.004
65	1.1691	1.553	1.004	1.002
70	1.0202	1.517	1.002	1.001
75	0.8819	1.486	1.0008	1.0004
80	0.7500	1.460	1.0002	1.00005
85	0.6198	1.39	1.00004	1.00002
100	0.0000	1.414	1.00000	1.00000



6-1 Gráfica de prueba del soporte a cortocircuito del interruptor de transferencia 400 Amp del lado de la fuente normal.



B-2 Gráfica de prueba de prueba del soporte a cortocircuito del interruptor de transferencia
400 Amp del lado de la fuente emergente.

BIBLIOGRAFIA

1. BRUNER, J.M.R. Hazards of Electrical Apparatus 28:396, 1967
2. BURCHALL, H.B., Electroshock Hazards, 1967 p.p 227 – 228.
3. CALLON H., Protective Electrical Systems in Hospitals. Ottawa, 1967: 19-26
4. CATERPILLAR. Guia de Operación. Industrial Engine d353.
5. ETECO PREDIOS, Planos y Esquemas del Hospital del Niño, 1982 – 83
6. FEDERAL PACIFIC ELECTRICAL. Electrical Protection Equipment for Heat Care Facilities, 1973.
7. FERRIS, L.P. effect of electric shock on the heart, 1936, pp. 498 – 515.
8. FISCHER, M.J. Techniques of Electrical Construction and Design for Hospital Vol. Mc Graw Hill, pp. 60.
9. GENERAL ELECTRIC CO. Ground Break Systems Bulletin GTE 2964.
10. GRIFFIN, N.C. Hospital Electrical Facilities Publication N° 930-D 16, Washington, D.C., 1969.
11. HOPPS, J.A. Electrical Hazards in Cardiac Diagnosis and Treatment, 1963, pp. 1 – 133.
12. LIPPICOTT, J.B., Shock Hazards in Operating Rooms and Patient Care Areas, Vol. 31, Number 2, August 1969.
13. MAGAZINE, Electrical Construction and Maintenance, 1973.
14. NATIONAL ELECTRICAL CODE NFPA 90 – 1971.

15. ONAN. Coordination and Protection for Emergency and Estandby Power Systems (ecelco), 1973, p.p.: 57.
16. RUSSELL, R.G. Bulletin Electrical Testing Laboratories inc., Performance Tests of 600 amp. Automatic Trans-fere Switch, New York, 1972.
17. RUSSELECTRIC INC., Handbook. Emergency Power Control Sitems, 1.972.
18. TURNER, J.B. Folleto Ground-Fault lEquipment f.p.e. , may 1974, pp.4.
19. WALTER, C.W. Safe Patient Power Center. Modern Hospital 1969, pp. 1-133.



A.F. 142662