

SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA

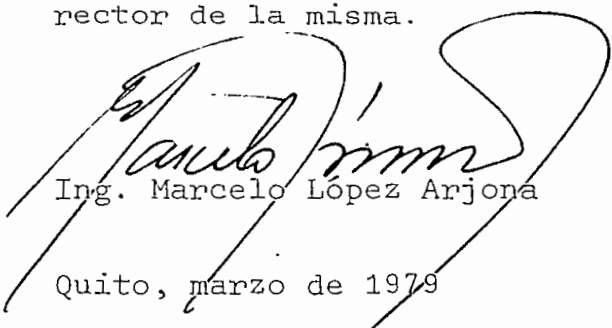
Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico - en la especialización de Potencia de la Escuela Politécnica - Nacional.

CARLOS HERNAN VELEZ VELASCO

Quito, marzo 1979

CERTIFICO QUE:

El señor Carlos Hernán Vélez Velasco ha realizado esta Tesis bajo mi control, como Director de la misma.


Ing. Marcelo López Arjona

Quito, marzo de 1979



A MIS PADRES

AGRADECIMIENTO:

Dejo constancia de mi especial agradecimiento al Ing. Marcelo López Arjona, A la Compañía INE LIN, al Ing. Milton Toapanta y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron y me estimularon para la realización del presente trabajo.

EL AUTOR

I N D I C E

<u>CAPITULO I:</u>	<u>INTRODUCCION</u>	Página
I.1	JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	1
	I.1.1. Confiabilidad	1
	I.1.2. Confiabilidad óptima	1
	I.1.3. Salidas de servicio en sistemas eléctricos	3
	I.1.4. Clasificación de las salidas de servicio	3
	I.1.5. Motivos para realizar una alimen tación de emergencia	4
I.2	CONSIDERACIONES TECNICAS	7
	I.2.1. Códigos y normas	7
	I.2.2. Clasificación de los suministros según su asimilación de carga	8
	I.2.3. Selección de cargas	9
	I.2.3.1 Institutos de Educación	27
	I.2.3.2 Centros de salud u hospitales	27
	I.2.3.3 Centros de aglomeración	30
	I.2.3.4 Centros industriales o fábricas	31
I.3	TERMINOLOGIA Y SIMBOLOGIA	37
	I.3.1. Unidades fundamentales	39
	I.3.2. Unidades derivadas	40

CAPITULO II: SISTEMAS DE EMERGENCIA APLICABLES

II.1	CONSIDERACIONES GENERALES	42
II.1.1.	Factores a considerarse	42
II.1.2.	Tipos de falla de poder eléctrico	45
II.1.3.	Tipos de sistemas de emergencia	45
II.1.3.1	Sistemas Stand-By	46
II.1.4.	Necesidades prácticas de los equipos de emergencia	47
II.1.5.	Soluciones disponibles para realizar alimentación de emergencia	49
II.2	SUMINISTRO CON ACOMETIDA DOBLE	50
II.2.1.	Acometida con entrada auxiliar	50
II.2.1.1	Alimentación auxiliar con capacidad total	51
II.2.1.2	Alimentación auxiliar en paralelo con el suministro normal	51
II.2.2.	Doble protección desde la misma barra	51
II.2.3.	Doble alimentación	53
II.2.4.	Entrada auxiliar con selección de carga	55

	Página
II.3 ALIMENTACION POR GRUPOS ELECTROGENOS	57
II.3.1. Diversas alternativas de alimentación de emergencia	57
II.3.2. Diversas formas de conseguir energía	75
II.3.2.1 Sistemas motor diesel-generador	75
II.3.2.2 Sistema motor gasolina-generador	77
II.3.2.3 Sistemas motor gas-generador	77
II.3.2.4 Sistema de múltiple equipo motor generador	78
a. Equipos motor generador operadando en paralelo	83
b. Sistema de control de poder pico	84
c. Sistema con selección de cargas	85
d. Sistema de poder localizado y alimentación de emergencia	86
e. Sistema Stand-By Dual	88
II.3.2.5 Consideraciones especiales	89
a. Consideraciones ambientales	89
b. Valores de sistemas motor-generador	89
c. Consideraciones del motor de arranque	90
d. Métodos de arranque	91

	Página
e. Iluminación y carga de baterías	91
II.3.2.6 Sistema Turbina-generador	92
a. Sistema turbina motriz-generador	92
b. Sistema Turbina motriz-generador, a vapor	92
c. Sistemas de arranque para turbinas	99
II.3.2.7 Equipo móvil o transportable	99
II.4 ALIMENTACION POR BATERIAS DE ACUMULADORES	101
II.4.1. Descripción del acumulador	101
II.4.1.1 Carga y descarga	103
II.4.1.2 Capacidad	103
II.4.2. Alimentación individual	103
II.4.3. Alimentación en grupo	105
II.4.4. Alimentación de emergencia a través de inversores	108
II.4.5. Alimentación de emergencia por grupos compactos	108
II.4.6. Factores a considerarse, para seleccionar un sistema de iluminación de emergencia por baterías	109
II.4.7. Soluciones para alimentación de emergencia por acumuladores	111
II.4.7.1 Corta falla de poder normal	111
II.4.7.2 Alimentación de emergencia ininterrumpible	112

	Página
a. Sistema no redundante	112
b. Sistema redundante	115
c. Sistema con By-Pass estático	116
d. Sistemas en paralelo	118
d.1 redundante	118
d.2 no redundante	118
e. Combinación de elementos es- táticos y rotativos	120
II.4.8. Selección de baterías	123
II.4.8.1 Dimensionamiento	123
II.4.8.2 Capacidad del cargador de bate- rías	125
II.4.8.3 Capacidad de baterías	126
II.4.9. Diversas formas de combinar so- luciones	127
II.4.10. Esquema de alimentación de emer- gencia de un hospital	129
II.5 OTRAS SOLUCIONES	131

<u>CAPITULO III: TRANSFERENCIA DE CARGA</u>		Página
III.1	FORMA MANUAL	133
III.1.1.	Interruptores de transferencia	134
III.2	FORMA AUTOMATICA	136
III.2.1.	Elementos para la transferencia automática	136
III.2.2.	Transferencia en doble acometida	137
III.2.3.	Requerimientos en los aparatos de transferencia	139
III.2.4.	Valores de los aparatos de transferencia	140
III.2.5.	Interruptores automáticos de transferencia (SAT)	141
III.2.5.1	Teoría de funcionamiento	141
III.2.5.2	Tipos de tableros automáticos de transferencia	145
III.2.5.3	Pruebas a realizarse	147
III.2.5.4	Coordinación con los aparatos de protección	149
III.2.5.5	Interruptores de transferencia múltiple	151
III.2.5.6	Vida útil	152
III.3	INFLUENCIA DEL NEUTRO	153
III.3.1.	Forma de conexión del neutro	154
III.3.1.1	Múltiples conexiones de tierra del neutro	156

	Página	
III.3.1.2	Problemas causados por la múltiple conexión de tierra del neutro	157
III.3.1.3	Soluciones existentes	160
	a. adición de un cuarto polo	160
	b. traslapación de los contactos del neutro	168
III.4	PUESTA A TIERRA	173
III.4.1.	Definición y normas	173
III.4.2.	Tipos de electrodos	174
III.4.2.1	Placas de hierro fundido o cobre	174
III.4.2.2	Barras de cobre para tierra	175
III.4.2.3	Cañería principal del agua	175
III.4.2.4	Cinta de cobre	175
III.4.2.5	Tierra de la Empresa distribuidora de energía	176
III.4.3.	Requerimientos básicos para la puesta a tierra	176
III.4.4.	Principales factores que determinan la conexión de un sistema de alimentación a tierra	177
III.4.4.1	Continuidad de servicio	177
III.4.4.2	Múltiples fallas a tierra	177
III.4.4.3	Protección contra incendios debido a fallas con arco	178
III.4.4.4	Localización de fallas	179

	Página
III.4.4.5	Seguridad 179
III.4.5.	Razones básicas para la conexión a tierra 179
III.4.6.	Métodos existentes para conectar un equipo a tierra por neutro 180
III.4.6.1	Conexión salida a tierra 183
III.4.6.2	Conexión a tierra a través de una resistencia 184
III.4.6.3	Conexión a tierra a través de una reactancia 186
III.4.6.4	Conexión a tierra a través de un neutralizador de falla a tierra 188
III.4.7.	Selección de colores de equipos para conexión a tierra 189
III.4.8.	Conclusión 191

CAPITULO IV: DISPOSICIONES GENERALES PARA
INSTALACIONES

IV.1	DISPOSICION DE EQUIPOS	193
IV.1.1.	Condiciones del local de ins- talación	193
IV.1.1.1	Características del local	194
IV.1.2.	La cimentación y sus caracte <u>r</u> rísticas	195
IV.1.3.	Características mecánicas a comprobarse	196
IV.1.4.	Alineación del equipo	196
IV.1.5.	Temperatura y ventilación	198
IV.1.6.	Requerimientos básicos para la instalación de baterías	198
IV.1.7.	Ubicación del sistema de emer <u>g</u> gencia	200
IV.1.8.	Principales dimensiones a con <u>s</u> siderarse	201
IV.2	CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS DE EMERGENCIA	204
IV.2.1.	Circuitos ramales	205
IV.2.1.1.	Alambrado de los circuitos	207
IV.2.1.2	Consideraciones básicas para el diseño de los circuitos - ramales	208
	a. Seguridad	208
	b. Capacidad	209
	c. Flexibilidad	209

	Página
d. Accesibilidad	209
e. Confiabilidad	209
f. Regulación de tensión	209
g. Simplicidad	210
IV.2.1.3 Capacidad de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes	210
IV.2.1.4 Capacidad de los circuitos para motores y cargas indivi- duales	214
IV.2.1.5 Canalización de los circuitos ramales	215
IV.3 PROTECCION Y SEÑALIZACION	218
IV.3.1. Condiciones para diseñar los sistemas de protección y seña- lización	218
IV.3.2. Principales tipos de falla	220
IV.3.3. Características de los elemen- tos a usarse en sistemas de protección	220
IV.3.4. Coordinación de los elementos de protección	221
IV.3.4.1 Los relés en los sistemas de protección	223
IV.3.5. Protección para generadores de emergencia	224
IV.3.5.1 Protección para fallas a tie- rra	225

	Página
IV.3.5.2	Protección contra la motorización. 225
IV.3.5.3	Protección contra sobrevelocidad 225
IV.3.5.4	Protección contra pérdidas de excitación. 225
IV.3.6.	Protección para motores 226
IV.4	PRUEBAS Y MANTENIMIENTO 228
IV.4.1.	Requisitos principales de prueba y mantenimiento 228
IV.4.2.	Elementos que requieren especial mantenimiento 229
IV.4.2.1	Cojinetes 230
IV.4.2.2	Colectores, anillos rozantes 230
IV.4.2.3	Escobillas 231
IV.4.3.	Control de temperatura 231
IV.4.4.	Instructivos y respuestas a conseguirse 232

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1	PRESENTACION DEL EJEMPLO	235
V.2	DESCRIPCION Y CALCULO DE LA CARGA, EXISTENTE EN LOS PLANOS	236
V.3	CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL GRUPO DE EMERGENCIA A USARSE	239
V.4	DIAGRAMA UNIFILAR DEL EJEMPLO	240
V.5	RECOMENDACIONES PARA REALIZAR LA ALIMENTACION DE EMERGENCIA	241
V.6	SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO	242
V.7	ESPECIFICACIONES PARA EL GRUPO DE EMERGENCIA A ADQUIRIRSE	245
	V.7.1. Equipo para realizar el encendido y apagado automático	246
V.8	DESCRIPCION GENERAL DE FUNCIONAMIENTO, DEL SISTEMA DE EMERGENCIA TRATADO	247
V.9	CONCLUSIONES	249

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

I.1 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

I.1.1. CONFIABILIDAD: existen muchos criterios que tratan de definir de una forma u otra, el término denominado confiabilidad, entre ellos expongo el siguiente: es la propiedad de un sistema de cumplir las funciones prefijadas, mantener sus índices de explotación dentro de los límites establecidos, para regímenes y condiciones de trabajo dados, durante el intervalo de tiempo requerido.

Comienzo definiendo la confiabilidad por - que en ella se basa la necesidad y creación de equipos o sistemas de emergencia que será el tema a tratarse en este estudio.

I.1.2. CONFIABILIDAD OPTIMA: teóricamente, (Idealmente), se trata de definir un sistema que brinde el 100% de confiabilidad, durante - todo el tiempo, en la práctica no es posible tal cosa, debido a limitaciones de peso, volumen, complejidad, razones económi-

cas primordialmente, que hacen que la Ingeniería acepte en sí rangos de confiabilidad menores que la unidad, que representen equilibrio entre las razones anteriormente expuestas.

Si sabemos que el fin de todo sistema eléctrico, es el de proveer energía a todos y a cada uno de los usuarios, llámese a éstos de tipo residencial, industrial, comercial, al momento y en la cantidad que ellos soliciten, forzosamente tendremos que pensar en exigir un grado óptimo de confiabilidad al sistema, cosa que en nuestro medio no se da.

Las últimas teorías de confiabilidad han tomado otro curso, desde el famoso apagón registrado en la ciudad de New York, en 1965, y es el de que ya no se debe pensar en sistemas eléctricos infallibles, sino en dar pauta o estar conscientes de que todo sistema por más seguro o mallado que sea, siempre estará expuesto a fallar en algún momento determinado. Por tanto habrá que estar alerta y con una buena solución de emergencia, para evitar problemas, no solamente de orden económico sino muchas veces de tipo humano.

I.1.3. SALIDAS DE SERVICIO EN SISTEMAS ELECTRICOS: todo sistema eléctrico de potencia está compuesto por varios subsistemas: Generación, Transmisión, Distribución, etc., cada uno de los cuales está formado a su vez por varios componentes. La desconexión de un componente del sistema, se denomina salida de servicio.

Toda desconexión tendrá su causa definida y producirá determinados efectos dentro del sistema.

I.1.4. CLASIFICACION DE LAS SALIDAS DE SERVICIO: la falla o desconexión de un elemento del sistema, puede o no, producir una suspensión de servicio a los abonados. Otra diferencia en las salidas de servicio es que pueden ser programadas o forzadas. Una más extensa tipificación, se puede realizar en relación con la parte del sistema en la cual se produce la desconexión. Y, por fin pueden clasificarse las salidas, también, de acuerdo a las causas ^{originales} primarias, que dan origen a las señaladas desconexiones.

Todo esto nos llevará entonces a definir muchas causas por las que puede salir de

servicio, las partes, o todo un sistema de energía eléctrica, afectando de una u otra forma al usuario, debido a que producirá una insatisfacción en la demanda ocasionando molestias y problemas económicos para el cliente.

Concretizando más hacia nuestro enfoque correspondiente al tema, vemos la necesidad de que cierto tipo de industrias, como también hospitales o instalaciones comerciales o de vivienda se encuentren obligados a recurrir a eficientes sistemas eléctricos de emergencias, para suplir o disminuir la falta de confiabilidad propia que proporcionan los sistemas eléctricos de energía encargados de la venta del Kilovatio-hora en el sector correspondiente.

I.1.5. MOTIVOS PARA REALIZAR UNA ALIMENTACION DE EMERGENCIA: para visualizar un poco más la problemática a resolverse puede pensarse en los siguientes ejemplos:

En un hospital, es imposible que en una sala de cirugía o quirófano en el momento menos pensado, se presente una falta de flujo eléctrico, es evidente pensar en los riesgos y consecuencias fatales que este hecho podría ocasionar sobre la vida de un

ser humano.

En otro caso, dentro del plano económico, industrias que poseen hornos eléctricos - de fundición de algún metal, en el momento de ser privados estos hornos de energía eléctrica se correrá riesgos inmensos debido a que la solidificación del metal dentro del horno, inutilizará al mismo, y para repararlo habrá que romper para ingresar al interior, ocasionando en esta forma pérdidas de índole económica muy graves, muchas veces incapaces de ser superadas por estas industrias.

* Cabe anotar también que la importancia - que poseen ciertas cargas en una determinada instalación, hace necesaria la presencia de una alimentación auxiliar para dichas cargas, en caso de falla en el suministro normal de energía.

Por tanto, dentro de nuestro estudio tendremos necesariamente que hacer una selección de cargas, ya sea que necesiten o no un trato especial en cuanto se refiera a suministro de energía dentro de la instalación correspondiente.

Concluimos por tanto señalando la imperio



sa necesidad de recurrir a la idea de suministrarse energía propia como alternativa de emergencia, evitándose en esta forma - problemas concernientes a la falta de confiabilidad dentro de demandas industriales comerciales, en hospitales, edificios públicos, etc. Pasamos entonces al análisis de las diversas consideraciones técnicas - necesarias dentro de un sistema de alimentación de emergencia.

R

I.2 CONSIDERACIONES TECNICAS

I.2.1. CODIGOS Y NORMAS: los códigos que reglamantan las instalaciones eléctricas y las condiciones de seguridad hacen imperativa la - necesidad de proyectar sistemas de emergencia en determinadas circunstancias, y reglan mentan a través de ciertas normas las condici ciones que éste debe cumplir.

En este punto habrá que anotar que existen muchas normas de diferente origen, que pueden ser aplicadas para nuestro medio, debido a la no existencia de normas propias elab oradas dentro de nuestro país. Por lo general las normas más aplicadas dentro de - nuestro medio son las normas Americanas, cono cidas por NEC, que traducidas al español representan el Código Eléctrico Nacional. Sin embargo, actualmente existen varios profoesionales y profesores que tienden a regirse por las normas Europeas, aduciendo el - equilibrio técnico-económico que representan éstas. Esto se debe esencialmente a - las distintas infraestructuras en que se desenvuelve la técnica europea y la americana sus diferencias son notables, así por ejemplo mientras las primeras para el diseño de iluminación en un edificio consideran niveles de iluminación de aproximadamente 300 -

luxes, las normas americanas dan valores - de 1.000 luxes, reflejándose esta diferencia económicamente en el diseño a tratarse

Pero esta diferencia de las normas americanas dan por su lado niveles de seguridad - más altos que las europeas.

Sin embargo, para nuestro estudio en particular, sistemas de emergencia, escogeremos las normas que más importancia tengan y - que representen una mayor utilización en - la práctica, sin importar el origen de las mismas.

I.1.2. ✱ CLASIFICACION DE LOS SUMINISTROS SEGUN SU ASIMILACION DE CARGA: dentro de los suministros de energía, los de emergencia pueden estar definidos según el porcentaje de carga que éstos van a asimilar, o a suplir

(2)

- a. Suministros de Socorro, que asimilen - un cierto porcentaje (15%) del total - de la carga; *Ejemplo*.
- b. Suministros de reserva que ~~cojen~~ ^{tomar} entre el 40-50% de la potencia total; y, *Ejemplo*
- c. Suministros duplicados que son los que ~~cojen~~ ^{tomar} toda la carga sin tener límites anteriormente señalados para suministrar potencia.

I.2.3. SELECCION DE CARGAS: ahora bien, antes de pasar a realizar el estudio de las diversas alternativas que podemos utilizar para cada caso en particular, tendremos necesariamente que señalar las formas como se seleccionan las cargas, según su importancia dentro de un sistema que va a necesitar alimentación de emergencia.

Para nuestro caso en particular ^{se irá} iremos señalando casos concretos de selección de cargas, dentro de establecimientos que ya sea mediante regulaciones estatales se exige la presencia de sistemas de emergencia y/o sistemas Stand-by de alimentación.

Donde, como sistema eléctrico de emergencia se conoce a una fuente independiente de reserva de energía eléctrica, la cual en caso de falla o salida de la fuente normal de suministro, automáticamente provee una fuerza eléctrica confiable dentro de un tiempo específico, para aparatos y equipos críticos en que una falla podría traer riesgos y daños tanto en él como en el personal de manejo. Y como sistema Stand-by de alimentación (eléctrico) se conoce a una fuente independiente de reserva de energía eléctrica, la cual en caso de falla o

Carg
m

salida de la fuente normal de suministro, provee energía eléctrica de aceptable calidad y cantidad que fácilmente puede ser utilizada y permitirá una operación satisfactoria con la misma.

Así, consideraremos selección de cargas - para: centros de educación, para centros de salud, hospitales, para centros de concentración de público con asistencia de - terminada como teatros, cines, edificios, etc., y también se estudiará los medios - de transporte que necesiten alimentación eléctrica como ascensores, transportadores, escaleras, etc., igualmente analizaremos otras series de alternativas eléctricas que necesiten alimentación de emergencia y/o Stand-by.

Las recomendaciones que irán apareciendo están incluidas en las normas NEC, en su artículo 700, que son las mínimas seguridades que debe presentar un sistema de emergencia. Otras que no sean regidas - por éstas normas que señalarán para cada caso en particular.

A continuación se verán tablas que han sido elaboradas para señalar las diversas -

consideraciones preliminares que se deben tomar, para definir el tipo de alternativas a usarse en la alimentación con sistemas de emergencia, a los diversos tipos de cargas que se hallarán en los establecimientos señalados, anteriormente.

Nota: Estas tablas han sido tomadas del Orange Book de la IEEE con título: Recommended Practice for Emergency and Stand-By Power Systems.

T A B L A 1

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand By	
1	Iluminación	Evacuación de personal	Hasta 10 segundos preferible no más que tres segundos.	2 h	x		Prevención de pánico, heridos y víctimas. Cumpliendo leyes y códigos de construcciones. Mínimos rangos de seguridad. Prevención de daños de propiedad.
		Perímetros y seguridad	10 segundos.	10-12 h durante todas las horas oscuras.	x	x	Mínimos índices de robos y daños en la propiedad. Mínimos rangos de seguridad. Prevención de heridas.
		Advertencia	Desde 10 segundos hasta 2 ó 3 minutos.	Hasta el retorno de el servicio principal.	x		Prevención o reducción de daños en la propiedad. De acuerdo con los Códigos de edificaciones. Prevención de heridos y muertes.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en - falta de <u>ser</u> <u>vicio</u> .	Mínimo tiempo recomendado de suministro de - energía <u>auxi</u> <u>liar</u> .	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema.
					Emer- Gencia	Stand By	
		Restablecimiento del sistema normal de poder.	1 segundo hasta que exista luz disponible	Hasta reparar el daño completamente y se restaure - el servicio.	x	x	Mantener poder y luz durante el - tiempo de <u>repara</u> <u>ción</u> .
	Iluminación General	Indefinidamente dependiendo de un análisis y evaluación.		Indefinido de <u>pendiendo</u> <u>de</u> un análisis y evaluación.		x	Prevención de - disminución de - ventas. Reducción de disminución - de producción. Mínimo de robos. Mínimo rango de seguridad.
	Hospitales y áreas <u>mé</u> <u>dicas</u> .	0.1 segundo hasta ininterrompible (UPS); código de seguridad de vida (NFPA No. 101) Permitiendo 10 - segundos para encendido de motores y <u>exis</u> <u>ta</u> <u>poder</u> <u>dis</u> <u>ponible</u> .		Hasta que <u>re</u> <u>torne</u> <u>el</u> <u>ser</u> <u>vicio</u> <u>princi</u> <u>pal</u> .	x	x	Servicio ininterrompido para <u>pa</u> <u>cientes</u> <u>médicos</u> <u>enfermeras</u> <u>y</u> <u>so</u> <u>corros</u> . De acuerdo con <u>códigos</u> <u>y</u> <u>Leyes</u> . Prevención de <u>heridos</u> <u>o</u> <u>muer</u> <u>tes</u> . Reducción de <u>Pérdidas</u> <u>debido</u> <u>a</u> <u>pleitos</u> <u>legales</u> .

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand By	
2	Arranques de Poder	Calderos	3 segundos.	Hasta que retorne el servicio principal.	x	x	Retorno de la producción. Provisión para instrumentos de control. Prevención de daños de propiedad debido a enfriamiento.
		Compresores de aire.	1 minuto.	Hasta retorno servicio.		x	Retorno de producción. Control
3	Transportación.	Elevadores.	15 segundos hasta 1 minuto.	1 h hasta que retorne el servicio.		x	Evacuación de edificios. Continuidad de actividades normales - Seguridad Personal.
		Escaleras	15 segundos hasta no querer de poder.	Cero, hasta retorno del servicio principal.		x	Ordenanza de evacuación. Continuidad de actividades normales.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar.		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Transportadoras	15 segundos - hasta 1 minuto.	Según análisis y justificación económica.		x	Completar carrera de producción Ordenanza de acabado. Continuación de actividades normales.
4	Sistemas de utilidad maquina.	Agua (refrigeración y uso general)	15 segundos	1/2 h hasta retorno de servicio principal.		x	Continuación de producción. Prevención de daño de equipo. Fuente de protección contra incendio.
		Agua (bebible y sanitaria)	1 minuto no requisito	Indefinido hasta evaluar		x	Proveer servicio acostumbrado. - Mantener ritmo de personal.
		Fuerza en calderos.	0.1 segundo	1 h hasta retorno de servicio.	x	x	Prevención de - Pérdida de generación eléctrica y turbina. Mantener la producción Prevención de daño en equipo.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Bombas para agua, higiene y producción de líquidos.	10 segundos hasta no requisito.	Indefinido - hasta evaluar		x	Prevención de inundaciones. Mantenimiento de refrigeración. Proveer necesidades sanitarias. Mantener operando caldero. Continuación de producción
		Accesorios para ventilación y calefacción.	0.1 segundo hasta retorno de servicio.	Indefinido - hasta evaluar	x	x	Mantener operando caldero. Mantener refrigeración y calefacción para edificios y para producción.
5	Calefacción.	Preparación de alimentos.	5 minutos.	Hasta retorno de servicio.		x	Prevención de pérdidas de inventos y ganancias. Prevención de daños en la preparación.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del sistema
					Emergencia	Stand by	
		Proceso	5 minutos	Indefinido - hasta evaluar		x	Prevención de daños de productos en proceso. Continuación de Producción. Prevención de pagar salarios sin producción. Mínimos rangos de seguridad. Prevención de daños en la propiedad.
6	Refrigeración.	Equipo especial o aparatos que tengan encendido crítico.	5 minutos	Hasta retorno de servicio.		x	Prevención de daños en equipo o productos.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Depósitos - de naturaleza crítica como: bancos de sangre u otros similares.	5 minutos	Hasta retorno de servicio.		x	Prevención de Pérdidas en material almacenado.
		Depósitos - de naturaleza no crítica como: comida, productos, etc	2 h	Indefinido hasta evaluar		x	Mínimos rangos de seguridad, Prevención de pérdidas de material guardado.
7	Producción	Procesos - Críticos en potencia (fábrica de - azúcar, procesos químicos, productos de vidrio, etc).	1 minuto	Hasta retorno de servicio u orden de apagado.		x	Prevención de daños en equipo y - producto. Normal producción. Prevención de apagados prolongados - cuando no se los prevee. Rangos mínimo de seguridad

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del sistema
					Emergencia	Stand By	
		Procesos de control de potencia.	Ininterrumpible (UPS) hasta 1 minuto.	Hasta que retorne servicio.	x	x	Prevencción de pérdidas de máquinas y procesos de control en programas de computadoras. Mantener producción. Prevencción de productos fuera de tolerancia
8	Condiciones de espacio.	Temperatura (Aplicación crítica)	10 segundos	1 minuto hasta retorno de servicio.	x	x	Prevencción de riesgos en personal. Prevencción de daños en productos. Prevencción de pérdidas de función de computadoras. Mínimo de seguridad.

OK

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del sistema
					Emergencia	Stand by	
		Ventilación (atmósfera explosiva)	10 segundos	Hasta retorno de servicio u orden de apagado.	x	x	Reducción de riesgos de explosión. Riesgos menores de incendios. Mínimos de seguridad. Códigos y Leyes.
		Ventilación (general de edificios)	1 minuto	Hasta retorno de servicio.		x	Mantener eficiencia en personal. Suficiente aire en edificio.
		Ventilación (Equipo especial)	15 segundos	Hasta retorno u orden de apagado.	x	x	Operación de purga para proveer seguridad de arranque y apagado. Disminuir riesgo.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del sistema
					Emergencia	Stand By	
		Presión (Crítica) pos/neg atmósfera	1 minuto	1 minuto hasta retorno de servicio.	x	x	Prevención de riesgos de personal. Continuación normal de actividades. Prevención de daños en propiedad y productos. Rangos mínimos de seguridad.
		Humedad (Crítica)	1 minuto	Hasta retorno de servicio.		x	Prevención de Pérdida de funciones en el computador. Mantenimiento de operaciones y pruebas normales. Prevención de explosión u otros riesgos.
		Carga estática	10 segundos o menos	Hasta retorno del servicio	x	x	Prevención de carga eléctrica - estática y sus riesgos asociados. Normal Producción

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Calefacción y refrigeración de edificios.	30 minutos	Hasta retorno del servicio.		x	Mantener eficiencia del personal. Continuar actividades normales.
		Ventilación (Vapor tóxico)	15 segundos	Hasta retorno del servicio u orden de apagado o cierre de gas.	x	x	Reducción de riesgos de salud. Reducción de contaminación.
		Ventilación (común y general)	1 minuto	Opcional		x	Mantener bienestar y confort.
		Control de contaminación de aire.	1 minuto	Indefinido evaluar.	x	x	Continuación normal de operaciones. Leyes y Códigos.
	Protección contra incendio.	Alarma anunciadora	1 segundo	Hasta retorno de servicio.	x		Cumplir leyes. Mínimos de seguridad.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Bombas de apagado.	10 segundos	Hasta retorno de servicio.		x	Cumplir leyes y mínimos de seguridad.
		Iluminación auxiliar	10 segundos	5 minutos hasta retorno.	x	x	Servir a un buen arranque a las bombas de apagado de fuego. Suficiente visibilidad a personal que apagará el fuego.
		OK					
10	Proceso de datos.	Memorias Programadas	Microsegundos	Hasta retorno u orden de apague.	x	x	Prevenir pérdida del programa. Operación normal
		Depósitos de registros de núcleos y discos.	Milisegundos	Hasta retorno u orden de apague.	x	x	Prevenir pérdida del programa. Operación normal
		Control de humedad y temperatura	1 minuto	Hasta retorno u orden de apague.		x	Mantener condiciones para prevenir malos funcionamientos en procesamientos de datos del sistema Prevenir daños en equipo.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
11	Sistemas de mantenimiento y seguridad de vida (equipo médico, hospitales, clínicas, etc)	Rayos X	Milisegundos hasta varias horas	Desde no requerirlo hasta el retorno de servicio por evaluación.	x	x	Mantener calidad de exposiciones o radiografías. Disponibilidad para emergencias
		Iluminación	Milisegundos hasta varias horas.	Hasta retorno del servicio.	x	x	Cumplir con Códigos y leyes establecidas. Prevención de interrupciones en operaciones y de sus necesidades respectivas.
		Máquinas y servicios críticos de vida.	Milisegundos	Hasta retorno del servicio.	x	x	Mantener la vida. Prevención de interrupciones en cirugía o tratamientos. Continuar actividades normales. Leyes.

Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Refrigeración	5 minutos	Hasta retorno del servicio		x	Mantenimiento de plasma o material importante, que necesite condiciones de temperatura.
12	Sistemas de comunicación.	Escritora teletipo	5 minutos	Hasta retorno		x	Mantener servicio acostumbrado. Prever pérdidas y mantener normal comunicación.
		Teléfonos internos de edificios.	10 segundos	Hasta retorno	x		Continuación de actividades normales y control.
		Televisión (circuito cerrado y comercial)	10 segundos	Hasta retorno		x	Continuar ventas. Mantener seguridad y continuar producción.



Sección	Necesidad General	Necesidad Específica	Máxima tolerancia de duración en falta de servicio.	Mínimo tiempo recomendado de suministro de energía auxiliar.	Tipo de Sistema Auxiliar		Justificación del Sistema
					Emergencia	Stand by	
		Sistemas de Radio.	10 segundos	Hasta retorno	x	x	Mantener la seguridad y alarmas de fuego. Proveer instrucciones de evacuación. Continuar servicio. Dirigir vehículos normalmente.
		Sistemas de intercomunicación.	10 segundos	Hasta retorno	x	x	Proveer instrucciones de evaluación. Dirigir actividades en una emergencia. Mantener seguridad.
13	Circuitos de señal	Alarmas y anuncios.	1 hasta 10 segundos.	Hasta retorno	x	x	Prevención de robos, incendios, etc., Servir alarmas para cualquier eventualidad.
		Avisos en aeropuertos y similares.	1 segundo hasta 1 minuto.	Hasta retorno	x	x	Prevención de heridos.

OK

I.2.3.1 INSTITUTOS DE EDUCACION: basándonos en las consideraciones anteriores, podemos ver que dentro de institutos de educación, las cargas esenciales son casi exclusivamente de alumbrado, avisos iluminados, lugares de circulación, y sólo en los casos en que las instalaciones sean de magnitudes considerables, se deben tener en cuenta otros equipos como bombas de incendio, bombas del sistema de aguas blancas, sistemas de señales, ascensores, escaleras mecánicas, etc., los cuales pueden requerir alimentación de emergencia.

Deben ser ^{tomados} tenidos, en cuenta los equipos de cocina y refrigeración o conservación de alimentos, si son de tipo eléctrico, con objeto de determinar su necesidad de alimentación de emergencia en relación con la continuidad de servicio externo, pudiendo en base a este estudio constatar si resulta conveniente el uso de equipos eléctricos o no.

I.2.3.2 CENTROS DE SALUD U HOSPITALES: en hospitales, centros de salud, clínicas y similares cualquiera, es imperiosa la existencia de fuentes auxiliares de suministro, que cumplan con los requisitos exigidos por cada grupo de cargas esenciales y cuya selección

se hará en base a las consideraciones preliminares señaladas en las tablas anotadas anteriormente (Tabla 1).

Cabe señalar que las diversas recomendaciones para las instalaciones en los hospitales están basadas en normas "Sistemas Eléctricos Esenciales", NFPA, publicadas por la Asociación Nacional de Protección contra incendios de los Estados Unidos de América.

Ahora bien, la interrupción de servicio puede estar causada ya sea por: tormentas, inundaciones, incendios, terremotos o explosiones; por fallas en cadena de subestaciones que transmiten la energía eléctrica o por causas internas del hospital; así también como por causas de tipo humano, tales como: colisión de coche contra postes cercanos al hospital o por actos de vandalismo

Dentro de un hospital habrá una clasificación de cargas según la importancia que tengan éstas, (Tabla 1), ampliando este concepto tenemos que se consideran cargas críticas o de "clase A" a aquellas cargas que se agrupan dentro de:

Obstetricia y Cirugía:

1. Quirófanos y salas de parto alimentadas del tablero de aislación.
2. Alumbrados y Fuerzas de todos los ambientes de zonas acépticas.
3. Salidas para equipos de Subsistencia, cuyos aparatos no admiten más de 5 segundos de interrupción.
4. Salidas para sistemas de T.V. en quirófanos.

Estas cargas serán agrupadas en un sistema eléctrico y el cual en caso de falla del sistema normal, alimentará automáticamente y en un tiempo menor a los 5 segundos (NEC 700).

Las siguientes cargas se clasifican dentro de la "Clase B" y son aquellas que estarán agrupadas en un sistema eléctrico de una planta de tipo convencional y que en caso de falla del sistema normal, alimentará automáticamente y en un tiempo mayor a los 5 segundos (hasta 10 segundos), siendo éstas:

Alumbrado y tomacorrientes para equipo vital que puede soportar interrupciones mayores a los cinco segundos.

Luego vienen las cargas que se encuentran -

dentro de la "Clase C" que son aquellas que deben agruparse de tal forma que sea posible su alimentación desde el sistema auxiliar de suministro mediante maniobra manual

I.2.3.3 CENTROS DE AGLOMERACION: dentro de esta sección se consideran cines, teatros, auditorios, edificios públicos, centros comerciales, etc., donde necesariamente las cargas a ser tomadas por el sistema de alimentación auxiliar, (ya señaladas en tabla 1), serán especialmente de alumbrado esencial de pasillos, escaleras, salidas de emergencia, etc., es decir lugares de evacuación de personas.

El sistema de señales a suministrarse, dentro de dichos centros, deberán también considerárselos en el sistema auxiliar de alimentación a usarse.

Los suministros de agua, conservación de alimentos y otras actividades importantes son regidos por motores eléctricos muchas veces y por tanto deberán ser considerados para el sistema de emergencia.

Las cargas hasta aquí señaladas, por lo general, serán provistas de una alimentación rápida de emergencia, mientras otras podrán

esperar lapsos de tiempo más prolongados, -
(NEC 700).

Dentro de éste grupo de selección de cargas habrá que considerar el sistema de transporte en cuanto se refiere a elevadores, escaleras eléctricas o transportadores. Donde el caso más crítico de las tres menciones será el de los elevadores, ya que por no permitir el movimiento de las personas que lo utilizan, en caso de falta de la alimentación normal, podría traer fatales consecuencias si no se lo considera en un adecuado sistema de emergencia.

I.2.3.4 CENTROS INDUSTRIALES O FABRICAS: aquí es muy importante el equilibrio que se deba tener en el costo inversión y el costo rendimiento, ya que dentro de una fábrica la parte económica es la que más pesa para adoptar cualquier resolución.

Por tanto para pensar en la instalación de cualquier tipo de sistema de emergencia de energía, es necesario que previamente se haga un análisis de pérdidas por concepto de paralización de la planta o industria por falta de fluido eléctrico normal.

Para ésto se ha logrado en base a análisis, elaborar un juego de ecuaciones que nos permiten determinar los costos, en una estimación bastante aproximada, de la pérdida económica que ocurriría dentro de una fábrica debido a su paralización por falta de fluido eléctrico. Dichas ecuaciones son:

$$E = A \times D (1,5 B + C)$$

$$H = F \times G$$

$$I = J \times K (B + C) + L \times G$$

$$\begin{aligned} \text{Total de pérdidas en un tiempo} \\ \text{de falta de suministro} &= E + H + I \end{aligned}$$

Donde:

A = Número de empleados productivos afectados.

B = Base de honorarios por hora de empleado afectado en (\$/h)

C = Margen y costos horas por cabeza por empleado afectado, en (\$/h)

D = Duración de la salida de servicio en horas.

E = Costos de trabajo directo en \$.

F = Unidades de pedazos de material en falla.

G = Costo por unidad de los pedazos de material en \$.

H = Pedazos menos debidos a la falla en \$

- I = Costos de arranque en frío, en \$.
J = Arranque y su tiempo en horas.
K = Número de empleados que realizarán con sueldo el arranque.
L = Unidades de pedazos de material debido al arranque, en (yd).

Y si se quiere una mayor precisión, al costo total de pérdidas obtenido por las ecuaciones de arriba habrá que añadirle:

- Depreciación del costo de capital.
- Depreciación en la calidad en proceso de materiales.
- Costo de moneda invertida por paro de material o máquinas.

Nota: Estas ecuaciones han sido tomadas del Orange Book de la IEEE: Recommendation Practice for Emergency and Stand By Power Systems.

Para ilustrar mejor lo dicho, asumiremos cierta fábrica X a la cual le calculamos sus pérdidas en tres horas de falta de flujo eléctrico. Los costos estarán dados en dólares:

*June de Anshor
gsto*

(2)

Datos:

$$A = 5; B = \$4/h; C = \$3/h; D = 3h.$$

$$E = 5.3 (1,5 \cdot \$4 + \$3) = \$ 135$$

$$F = 250 \text{ yd} ; G = \$ 1,30$$

$$H = 250 \cdot 1,3 = \$ 325$$

$$J = 2h ; K = 6; L = 400 \text{ yd}.$$

$$I = 2.6 (\$4 + \$3) = \$ 604$$

$$+ 400 \text{ yd} \cdot \$ 1,30.$$

$$\text{Pérdidas totales en 3h ; } \underline{\$1.064}$$

Entonces, ya podremos contar con cifras que nos muestran una apreciación muy cercana a la realidad, y se podrá o no justificar una inversión para un tipo de alimentación de emergencia dentro de una planta industrial.

Muy importante dentro de una fábrica es el producto o fases del producto a elaborarse, ya que según la naturaleza del mismo se sabrá el grado de tolerancia que permita una paralización del proceso por falta de energía de suministro, lo que incidirá de una manera directa sobre la aplicación de un sistema de emergencia en su planta. Ya que si hablamos de elaboración de cierto producto por medio de procesos químicos, es imposible pensar en dejar en mitad de proceso sin suministro de energía debido al peligro de descomposición, que se correría.

Al principio de este capítulo, se expuso la confiabilidad necesaria en plantas industriales que trabajen con hornos de fundición de metales, que en número llega a la exigencia de un 99,99% para poder trabajar, lo cual obviamente nos obliga a pensar en su necesidad de tener eficientes sistemas de suministro de energía, tanto de la empresa que lo distribuye, como de un sistema auxiliar de emergencia propio de la planta.

Podemos entonces concluir ésto diciendo que por lo general dentro de toda planta industrial o centro comercial de importancia, es imprescindible su propia generación de emergencia.

Así mismo, dentro de institutos de Educación se hace necesaria la presencia de un grupo destinado a una alimentación auxiliar

Dentro de hospitales o centros de salud la inclusión de una alimentación de emergencia es imprescindible, y está reglamentada por Códigos y Reglas Propias.




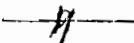
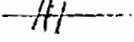
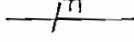
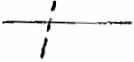
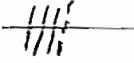
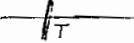




Y en centros de aglomeración, con cierta capacidad de recepción de personas, no puede faltar un sistema que permita disponer de

energía auxiliar, en caso de fallar el sumi
nistro de la red normal.

Por tanto, estas conclusiones y necesidades
en diversos establecimientos nos llevarán a
realizar un estudio detallado de las diver-
sas alternativas y soluciones que se nos -
presentan y pueden ser utilizadas en la -
práctica.

1.3 TERMINOLOGIA Y SIMBOLOGIA

Antes de pasar a señalar gráficos y diagramas de diversas soluciones a presentarse en los próximos capítulos, será necesario el definir y especificar los símbolos y términos que se usarán dentro de este estudio:

- Corriente alterna, símbolo general 
- Polaridad positiva 
- Polaridad negativa 
- Dos conductores 
- Tres conductores 
- n conductores 
- Conductor neutro 
- Sistema trifásico a cuatro conductores 
- Conductor a tierra 
- Tierra 
- Enrollamiento de máquina o equipo 
- Generador de corriente alterna 
- Motor de corriente continua 

- Motor de corriente alterna



- Maquinaria que puede ser motor y Generador.



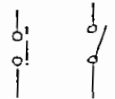
- Transformador de dos enro-
llamientos



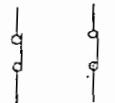
- Batería de acumuladores de
pilas



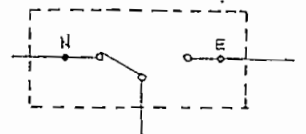
- Contactos normalmente abier-
tos (NA)



- Contactos normalmente cerra-
dos (NC)



- Interruptor automático de -
transferencia.



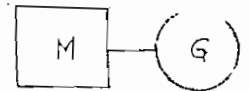
- Fusible



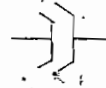
- Central Eléctrica, símbolo
General



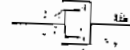
- Grupo Electrónico



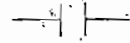
- Acople de rotores



- Embrague



- Arrancador



- Tablero General



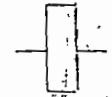
- Tablero para alumbrado y tomacorrientes



- Tablero de fuerza



- Volante acumulador de inercia



- Elemento de protección



I.3.1. UNIDADES FUNDAMENTALES

<u>Magnitud</u>	<u>Unidad</u>	<u>Símbolo</u>
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A
Temperatura Termodinámica	Kelvin	K

<u>Magnitud</u>	<u>Unidad</u>	<u>Símbolo</u>
Intensidad lu- minosa	Candela	cd

I.3.2 UNIDADES DERIVADAS

<u>Magnitud</u>	<u>Unidad</u>	<u>Símbolo</u>
Frecuencia	Hertzio	Hz
Fuerza	Newton	N
Presión	Pascal	Pa
Energía, Trabajo	Julio	J
Potencia, Flujo de energía	Vatio	W
Cantidad de elec- tricidad	Coulombio	C
Voltaje	Voltio	V
Capacidad eléctrica	Faradio	F
Resistencia Eléctrica	Ohmio	Ω
Conductancia eléctrica	Siemens	S
Flujo mag- nético	Weber	Wb

<u>Magnitud</u>	<u>Unidad</u>	<u>Símbolo</u>
Inductancia	Henrio	H
Flujo luminoso	lumen	lm
Iluminación	lux	lx

C A P I T U L O I I

SISTEMAS DE EMERGENCIA APLICABLES

II.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Como ya se indicó en el anterior capítulo, la importancia que ciertas cargas tienen en una instalación, hace necesaria la existencia de un sistema de alimentación auxiliar, en caso de falla del suministro normal de energía.

OK / El sistema que se diseñe, para suministrar alimentación a las diferentes cargas que requieren este servicio, depende, del sistema de distribución de la instalación, específicamente, de las características de seguridad y continuidad del servicio mismo, así como de las condiciones de servicio de la red exterior y de la compañía de suministro de energía eléctrica.

II.1.1 FACTORES A CONSIDERARSE:

- a. Factor determinante, para el diseño del sistema de alimentación a usarse es el de la carga y sus requisitos específicos. Siendo necesario tener en cuenta además:

- La magnitud de las cargas que requiere cada tipo de alimentación.
- Proporciones relativas entre los diferentes tipos de cargas y su uso dentro del grupo considerado como esencial.
- Tensiones de servicio más convenientes para los equipos que requieran alimentación de emergencia.
- Características de comportamientos de las cargas ante las perturbaciones introducidas por las transferencias, cambios de alimentación, etc., ocurridos al alimentar con la fuente auxiliar de suministros.
- Características que puedan influir en el costo de diseños, tales como localización de las cargas, espacios destinados a los equipos, equipos de protección y maniobras adicionales, controles, automáticos de operación, y programación de pruebas, alarma, mantenimiento, repuestos, etc.
- Disponibilidad y costo de energía eléctrica y de los combustibles para producción de energía mecánica, necesidades de almacenamiento de los mismos, etc.

OK

b. Además de estos factores dependientes de las consideraciones externas al equipo de suministro de energía, es necesario, entrar a considerar equipos, cuando los sistemas a usar resultan comparables desde el punto de vista eléctrico. Para ésto resulta conveniente tener en cuenta el tipo de influencia económica, que represente hacia el sistema los siguientes aspectos:

- Requisitos especiales, necesarios, para ciertos equipos como acumuladores, (sistemas de rectificación, sistemas de transferencia de cargas alimentadores, etc).
- Requisitos de personal, tales como: supresión de ruidos indeseables, gases, refrigeración, ventilación, etc.
- Características de operación de los equipos (Rendimiento, velocidad de operación, disponibilidad).
- Requisitos adicionales para proveer al personal de mantenimiento de la debida seguridad.

Una vez hecho estos análisis, habrá que considerar un estudio para satisfacer to-

das las necesidades al menor costo posible

II.1.2. TIPOS DE FALLA DE PODER ELECTRICO: dentro de este estudio se describirá una combinación de sistemas que resolverán los siguientes tipos de falla de poder eléctrico con una buena confiabilidad:

1. Largo tiempo de interrupción (horas)
2. Medio tiempo de interrupción (minutos)
3. Corto tiempo de interrupción (segundos)
4. Transitorios de interrupción (milisegundos)
5. Sobre o bajo voltaje
6. Sobre o baja frecuencia
7. Transitorios en la principal fuente de poder.
8. Transitorios causados por equipos de los usuarios.

II.1.3. * TIPO DE SISTEMA DE EMERGENCIA: los sistemas de emergencia son de dos tipos básicamente:

1. Una fuente de poder eléctrico separada de la principal fuente de poder operando en paralelo, la cual mantendrá poder para las cargas críticas si fallara la fuente principal; ó,
2. Una disponible y confiable fuente de -



poder a la cual las cargas críticas - son rápidamente conectadas de forma automática cuando la principal fuente de poder falla.

Los sistemas de emergencia son a menudo, - pero no siempre, caracterizados por conti-nuas y rápidas disponibilidades de poder - eléctrico de duración limitada y suplida - por un sistema de alambrado separado. Fre-cuentemente los sistemas de poder de emer-gencia tienen un sistema Stand-By de poder el cual incrementa el tiempo de demanda de emergencia tan largo como se lo necesite:

II.1.3.1 SISTEMAS STAND-BY: Los sistemas de poder Stand-By, están conformados principalmente por los siguientes componentes:

1. Una fuente alterna confiable de ener-gía eléctrica, separada de la princi-pal fuente de poder.
2. Control de arranque y regulación de - voltaje, si el poder Stand-By es selec-cionado como la fuente.
3. Controles, los cuales transfieren las cargas desde la fuente de poder princi-pal o de emergencia, para la fuente - Stand-By.

*

II.1.4. NECESIDADES PRACTICAS DE LOS EQUIPOS DE EMERGENCIA: Es necesario para el usuario antes de especificar y comprar el equipo de emergencia, establecer las necesidades prácticas dentro de la cual se desempeñará el equipo de emergencia a comprarse:

- OK
1. Incremento de capacidad.
 2. Equipo de larga vida.
 3. Regulación de frecuencia y voltaje.
 4. Inmunidad contra transitorios de voltaje y frecuencia.
 5. Incremento de disponibilidad.
 6. Operación continua de una fuente de emergencia ininterrumpible.
 7. Aumento de confiabilidad.
 8. Aumento de capital temporal de sobrecarga.
 9. Operación silenciosa.
 10. Seguridad en riesgos de combustible.
 11. Operación libre de contaminación.
 - *12. Inmunidad de armónicas.


Una concesión habrá que hacerse para el aumento de carga. Futuros requerimientos de poder necesitan ser a menudo conectados a los sistemas de emergencia y Stand-By. Puede ser deseable en algún momento aumentar cargas adicionales a las existen

OK
tes y deberán estos incrementos ser considerados en el diseño o adquisición del equipo de emergencia, para obtener una mayor confiabilidad del mismo. Si esta capacidad adicional no puede ser justificada inicialmente, el equipo y sistema puede seleccionarse y designarse para una futura expansión económica compatible con la instalación inicial. Los costos de operación del sistema son usualmente secundarios para reunir las necesidades, pero podrían incluirse como un factor para la selección. Estos incluyen costos de combustible, frecuencias de inspección, facilidad de mantenimiento, frecuencias de pruebas, costos de repuestos e impuestos.

La calidad en la instalación del equipo obtenido es muy importante para el funcionamiento normal y confiable del mismo.

Habrà que tener cuidado para no introducir voltajes transitorios dentro del sistema de emergencia o Stand-By, y deberá lograrse un nivel adecuado de voltaje en el mismo, para cualquier condición o estado de carga a lograrse.


II.1.5. SOLUCIONES DISPONIBLES PARA REALIZAR ALIMENTACION DE EMERGENCIA: Entre las diversas soluciones que se conocen y se utilizan en la práctica, más comunmente, para establecer un sistema de emergencia tenemos:

- 
- *1. Alimentación individual.
 - 2. Alimentación en grupo:
 - Alimentación por baterías de acumuladores.
 - Alimentación por baterías de acumuladores, con convertidor a corriente alterna.
 - 3. Alimentación por grupo de generación:
 - Sistema Motor-Generador: A diesel
A gasolina
A gas
 - Sistema Turbina-Generador: A vapor
A gas y
Petroleo
 - Equipos ambulantes de Generación.
 - 4. Acometida con entrada auxiliar:
 - Planta de generación.
 - Suministro con acometida doble
 - Suministro dual

Comenzaremos nuestro análisis detallado, -
con esta última solución enunciada:

II.2 SUMINISTRO CON ACOMETIDA DOBLE

II.2.1. ACOMETIDA CON ENTRADA AUXILIAR: para estudiar este tipo de alternativa, antes debemos analizar, la acometida con entrada auxiliar, en la que el sistema normal de suministro puede ser alimentado en forma total o parcial por una fuente de suministro auxiliar, en caso de falla de su alimentación normal.

puede ser


de diferentes puntos?

La fuente de alimentación puede ser: una planta de generación, un suministro con acometida doble, o una doble alimentación. En cualquiera de los casos se obtiene una posibilidad adicional de alimentación de todo el sistema, aunque la capacidad de esta segunda posibilidad puede implicar hacer una restricción en las cargas.

Cuando hablamos de una acometida auxiliar a través de una planta de generación, consideraremos a ésta alimentando a todo el sistema, ya más adelante en su parte correspondiente se analizará este tipo de solución específico, para ciertos sectores de cargas considerados como indispensables. De acuerdo a esto se presentan las siguientes posibilidades:

II.2.1.1 ALIMENTACION AUXILIAR CON CAPACIDAD TOTAL:

La alimentación de la planta con capacidad total o parcial se usa alternativamente - con el suministro de la acometida. Como - servicio de emergencia puede ser considerado cualquiera de los dos suministros, dependiendo del funcionamiento normal del - sistema.

II.2.1.2 ALIMENTACION AUXILIAR EN PARALELO CON EL -

SUMINISTRO NORMAL: La planta puede ser - puesta en paralelo con el suministro externo de energía. Esta posibilidad trae como consecuencia el estudio y solución de los problemas referentes a mantenimiento de - operación sincrónica, protección contra interrupciones producidas por sobrecargas y perturbaciones en el sistema. La aproba - ción de la compañía suministradora de ener - gía es indispensable. Su uso por tanto no es muy difundido, más bien diremos que es limitado.

II.2.2. * DOBLE PROTECCION DESDE LA MISMA BARRA: A

fin de preveer un posible daño en la acometida o disparo de la protección de la mis - ma, por falla transitoria dentro del siste - ma, puede usarse una alimentación doble a la carga la cual mediante un sistema auto-

(7)

mático de transferencia (SAT), pueda cambiar de alimentación al fallar el suministro. El sistema descrito es mostrado a continuación en la figura 1:

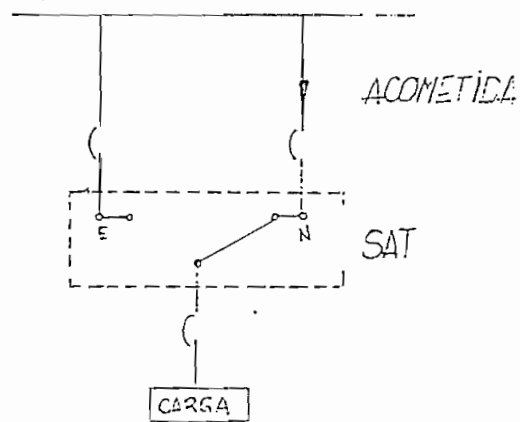


figura 1

Este principio es usado para aumentar la seguridad de suministro en los sistemas de distribución denominados de primario selectivo, y en circunstancias se complementan con cualquiera de los sistemas de emergencia que se seguirán mencionando en el presente estudio, a fin de aumentar la disponibilidad de servicio a las cargas de la instalación.

Puesto que esta solución depende de la Compañía de suministro, es necesario coor

dinar su diseño con la misma o pedir la acometida cumpliendo con esta característica.

II.2.3 DOBLE ALIMENTACION: el suministro dual o de doble alimentación (Fig. 2), es un sistema que representa una considerable ventaja con respecto al sistema que hemos acabado de presentar, debido a que el suministro con doble alimentación es aquel que se obtiene cuando el sistema se alimenta de dos fuentes de suministro alternas: subestaciones diferentes de una misma o de diferentes compañías de suministro de energía eléctrica. Y por tanto, cuando existiera una determinada falla en una subestación - esto no afectaría necesariamente el suministro de la otra, y si el suministro auxiliar proviene de una empresa diferente la probabilidad de falla simultánea de los dos suministros se reducen aún más. El problema de este diseño es que no siempre puede ser realizable.

En la figura 2 podemos ver claramente el sistema de doble alimentación, en donde la fuente de suministro 1 es la línea de poder normal de energía y la fuente 2 es una fuente de energía separada para dar alimen

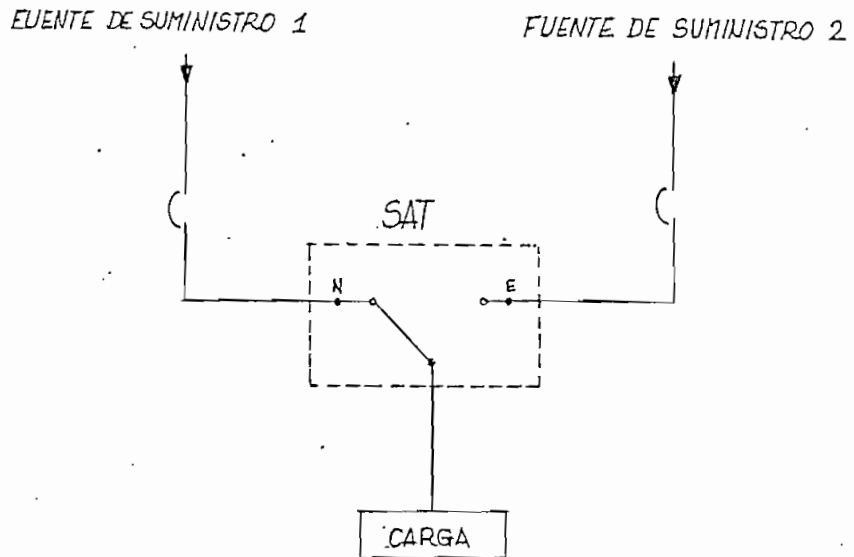


figura 2

tación de emergencia. La transferencia es realizada automáticamente a través del interruptor (SAT). Mientras que los breakers o interruptores de protección de ambos están normalmente cerrados. La carga será capaz de tolerar los pocos ciclos de interrupción, mientras el interruptor o sistema automático de transferencia opera.

El uso de dos o más fuentes de suministro en un sistema es económicamente factible, cuando la empresa local de suministro puede proveer dos o más conexiones de servicio sobre líneas de alimentación separadas y desde distintos puntos de suministro, -

los cuales no estarían propensos a ser afectados conjuntamente por disturbios en el sistema, tormentas, u otras formas de daños o riesgos. Esto tiene la ventaja de la relativa velocidad de transferencia en la que no hay 5 ó 15 segundos de retraso como existe cuando se arranca un sistema motor generador, para una alimentación auxiliar.



De la misma forma que se señalara anteriormente, esta solución presentada puede ser usada junto con alguno de los otros sistemas de suministros a cargas esenciales.

II.2.4. ENTRADA AUXILIAR CON SELECCION DE CARGA:

En ciertas circunstancias se usa también la solución presentada por la figura 3:

Si ocurre una falla en A que sucede?

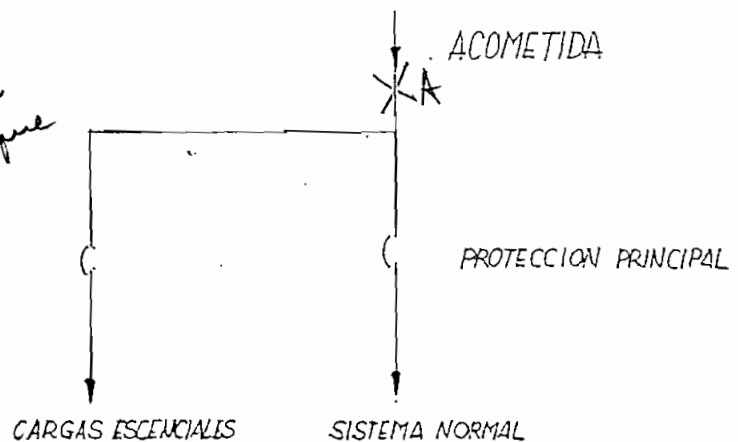


figura 3

Esta solución consiste, en una entrada tomada en la acometida antes de la protección principal para alimentar el sistema de cargas esenciales.

Al realizar este diseño se consigue tener alimentación a las cargas esenciales, cuando por alguna circunstancia de falla o mantenimiento en el sistema normal la protección principal se abra. Se parte, naturalmente, de que la disponibilidad de suministro en la acometida es alta y que en las cargas no se tienen requisitos de disponibilidad mayores a los que tiene la acometida.

A todas las soluciones presentadas hasta ahora, será necesario proveerlas de suficientes protecciones y alarmas para evitar contrariedades innecesarias y para poder tomar resoluciones correctas con el fin de prevenir daños en los equipos a usarse.

Pe PA

II.3 ALIMENTACION POR GRUPOS ELECTROGENOS

Cuando el conjunto de cargas esenciales es alimentado por una planta de generación, se pueden presentar las siguientes posibilidades:

- Cuando las cargas solo funcionan durante la falla del suministro normal, que sería el caso de equipos auxiliares para uso en emergencia.
- Cuando las cargas existen total o parcialmente en estado normal de suministro, que es el caso más corriente en que los equipos de funcionamiento indispensables deben poder recibir energía de emergencia en caso de falla del suministro normal.

II.3.1 DIVERSAS ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA: a continuación presentaremos unos esquemas que nos demostrarán diversas alternativas de alimentación de emergencia para ser usados según el caso que se crea conveniente, así:

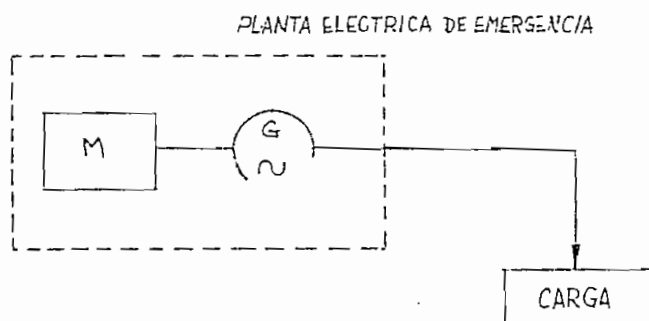


figura 4

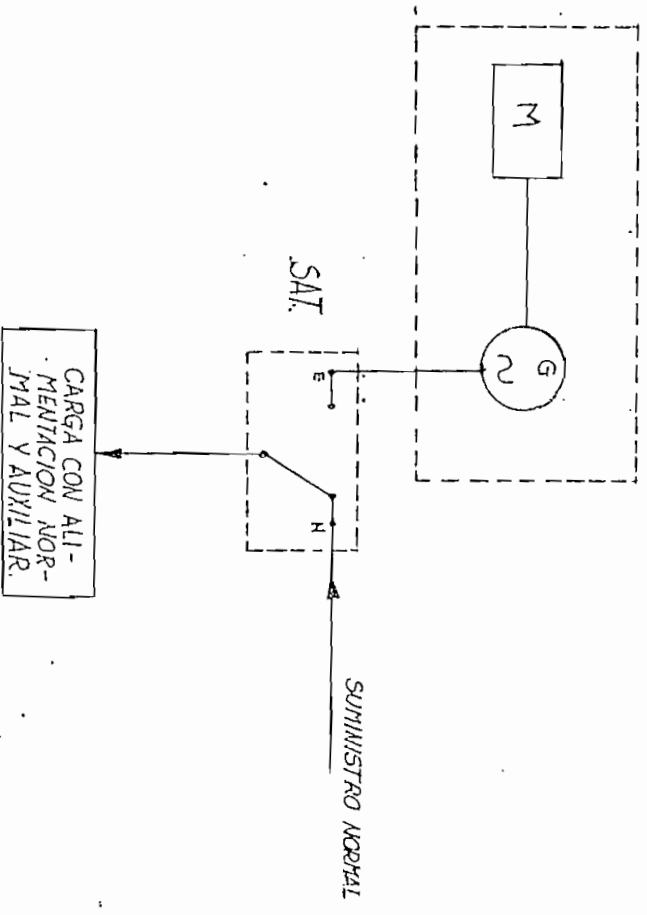


Figura 5

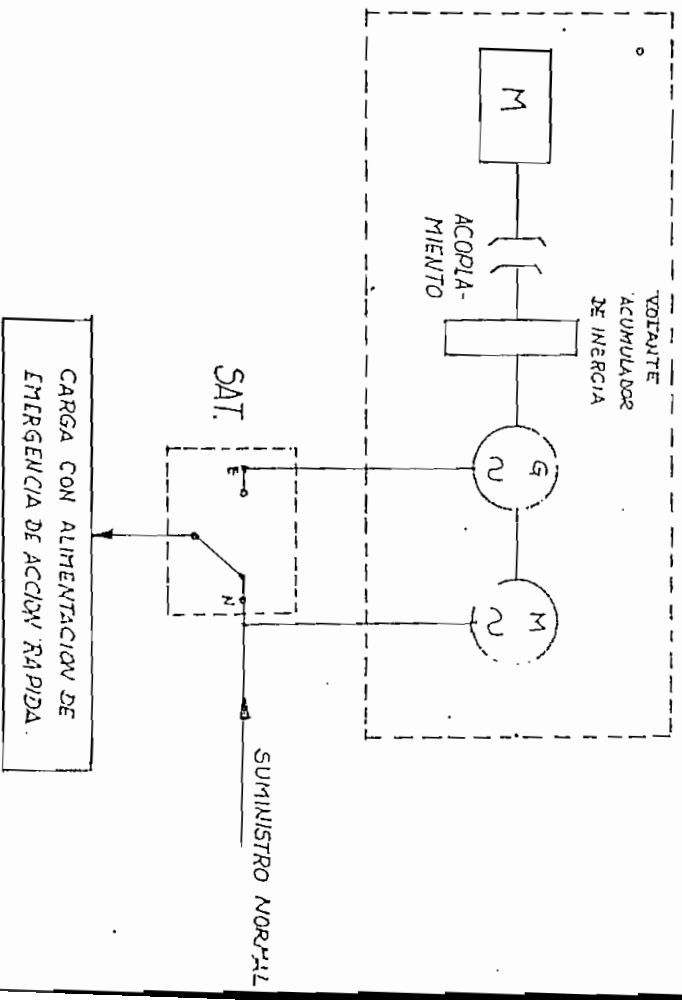


Figura 6

II.3.1.1 En el primer caso, (figura 4), la planta de generación será puesta en funcionamiento, de una forma manual o automática, si llegara a faltar el suministro normal de energía, alimentando o estando en posibilidad de hacerlo a las cargas del sistema, el cual de este modo es completamente independiente del sistema normal. La planta a usarse puede ser de cualquiera de los tipos que serán descritos y estudiados más adelante, dependiendo de las necesidades de la carga.

Buen

II.3.1.2 En el segundo caso, (figura 5), las cargas indispensables están alimentadas por el suministro normal, a través de un equipo de transferencia de cargas, el cual, al ocurrir la falla conecta la carga al sistema de generación de emergencia. La transferencia y el arranque pueden ser manuales o automáticos, dependiendo esto de la tolerancia de interrupción y del tiempo considerado como conveniente para retardar su acción, a fin de evitar arranques innecesarios por interrupciones cortas en el suministro normal. El tiempo de interrupción en caso de falla depende de las características de funcionamiento del grupo de generación respecto a velocidad de arranque y

Buen

tiempo necesario para estar en capacidad de tomar carga (8 - 15 segundos con grupos de generación convencionales). *rv*

II.3.1.3 Cuando se requiere disminuir el tiempo de interrupción, en este sistema, a un mínimo dado por el interruptor de transferencia, 0.2 segundos aproximadamente, se usa una planta denominada comunmente como de "acción rápida". Esta consiste en añadirle al grupo de generación un volante acumulador de inercia, posteriormente lo detallaremos, y además un motor eléctrico cuya función será la de llevar al volante y al generador en vacío, a la velocidad nominal (figura 6). El sistema funcionará de la siguiente manera: al ocurrir la falla, se efectuará la transferencia de la carga al generador, mediante el sistema de transferencia automático, y debido a la energía de inercia acumulada en el volante, el generador podrá asumir la carga con una caída de tensión de 5% a 30%, dependiendo de la magnitud de la misma, hasta que el diesel o motor de acción del grupo haya arrancado eléctricamente y esté en su velocidad nominal para poder efectuar el acople del sistema por medio de un embrague electromagnético o de inducción, lo cual ocurrirá

Se esta considerando fallas internas y no externas

DS

||

en fracciones de segundo. Utilizando un volante apropiado el arranque del Diesel o motor del equipo, puede ser efectuado por la misma energía cinética acumulada en el volante.

Al restablecerse el servicio normal, ocurrirá el proceso inverso, es decir se retransferirá la carga a éste y se detendrá el motor del grupo, comenzando nuevamente el motor eléctrico a arrastrar el volante.

II.3.1.4 Cuando no existe tolerancia para la interrupción de servicio, y se exige una gran exactitud de tensión y frecuencia, se usarán diseños que suministrarán energía de emergencia sin interrupción, por lo cual se les denomina de "Continuidad absoluta", "de acción inmediata", o "de disponibilidad inmediata". Dentro de éstos diseños la carga será alimentada continuamente mediante el generador, el cual, junto con un volante acumulador de inercia, es movido por un motor eléctrico con capacidad suficiente, que es alimentado por la red de suministro normal, (figura 7). Este sistema funciona de la siguiente forma: al ocurrir la falla en el suministro normal, la planta arrancará automáticamente y alcanzada su velocidad nominal asumirá la carga. En

En nuestro caso la energía de la red es la que desaparece por lo mismo este sistema no puede ser aplicado a nuestro medio

el período de tiempo que transcurre hasta lograr la velocidad nominal o sea entre - la caída de voltaje y la toma de carga, - debido al motor de combustión, el volante acumulador de inercia suministrará ener - gía necesaria para mantener la tensión, - la cual solo sufre una pequeña perturba - ción de caída de tensión de 8% a 15%, du - rante unos 0.050 segundos al tomar carga el volante, siempre dependiendo de la car - ga que se esté alimentando. Debido a la reducción de velocidad, al ser entregada la energía por el volante acumulador de - inercia la frecuencia podrá caer de 3% a 6%. Al restablecerse el servicio normal, el motor de combustión se detendrá después de un cierto tiempo quedando el sistema - nuevamente en condiciones iniciales.

II.3.1.5 En instalaciones donde existen cargas con tolerancia normal de interrupción y car - gas que requieren un sistema de acción rá - pida, en lugar de dos sistemas, puede ser usado un sistema formado por una planta - convencional para las primeras y un grupo generador volante acumulador de inercia y motor eléctrico para las segundas, (figu - ra 8), el cual será alimentado por la red normal y cuando ocurra la falla, mediante

el interruptor de transferencia automático pasará a ser alimentado por la planta convencional junto con las cargas de tolerancia normal.

Hay que anotar que en los grupos de continuidad absoluta, la carga debe tener un circuito que permita su alimentación en forma segura en caso de mantenimiento o falla del grupo. La conexión de este circuito puede ser manual o automática según se requiera.

Una seguridad de suministro adicional, a la vez que un aumento de capacidad de emergencia, puede obtenerse al usar el grupo de acción rápida o instantánea completo.

- II.3.1.6 Se introducirá una variante al sistema descrito hasta ahora si se utiliza una máquina sincrónica reversible que cumpla las funciones de motor generador a la vez, (figura 9) y que funcionará de la siguiente manera: Durante el suministro normal, la carga y la máquina sincrónica reversible funcionando como motor y arrastrando al volante acumulador de inercia, estarán alimentados de la red de suministro normal. Al fallar ésta, la carga y la máquina sin-

crónica se aislarán de la red automáticamente, comenzando entonces ésta última a funcionar como generador, con la energía del volante acumulador hasta que el motor del grupo arranque y se acopla al generador asumiendo la carga.

II.3.1.7 Este equipo puede ser también utilizado en el sistema con planta convencional para cargas de tolerancia normal, (figura 10), con el cual una vez tomada la carga por el grupo convencional, la máquina sincrónica reversible y la carga volverían a su estado inicial. Al retorno del servicio normal, durante el breve tiempo de la retransferencia se repetiría el proceso anterior.

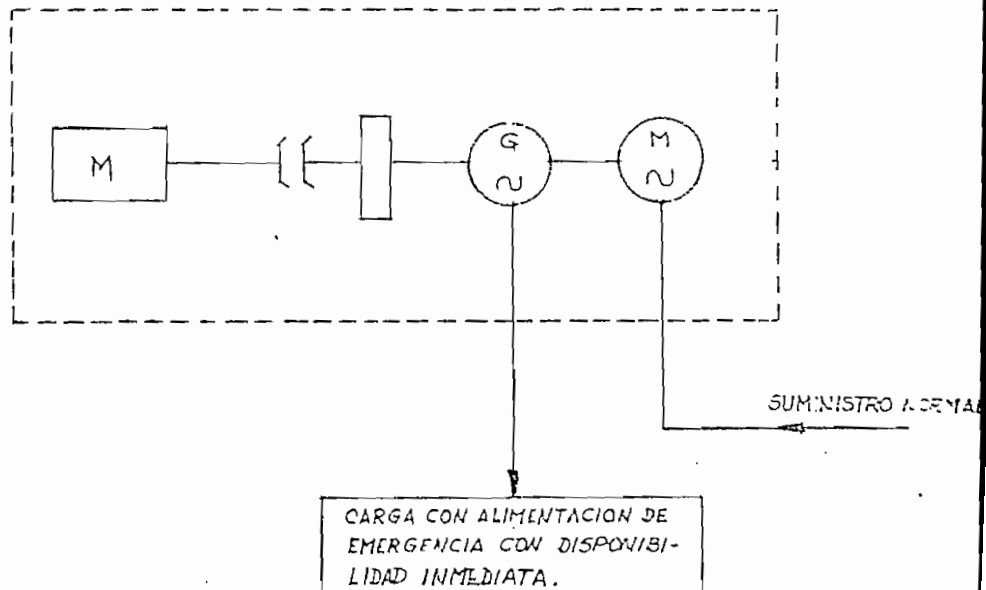


figura 7

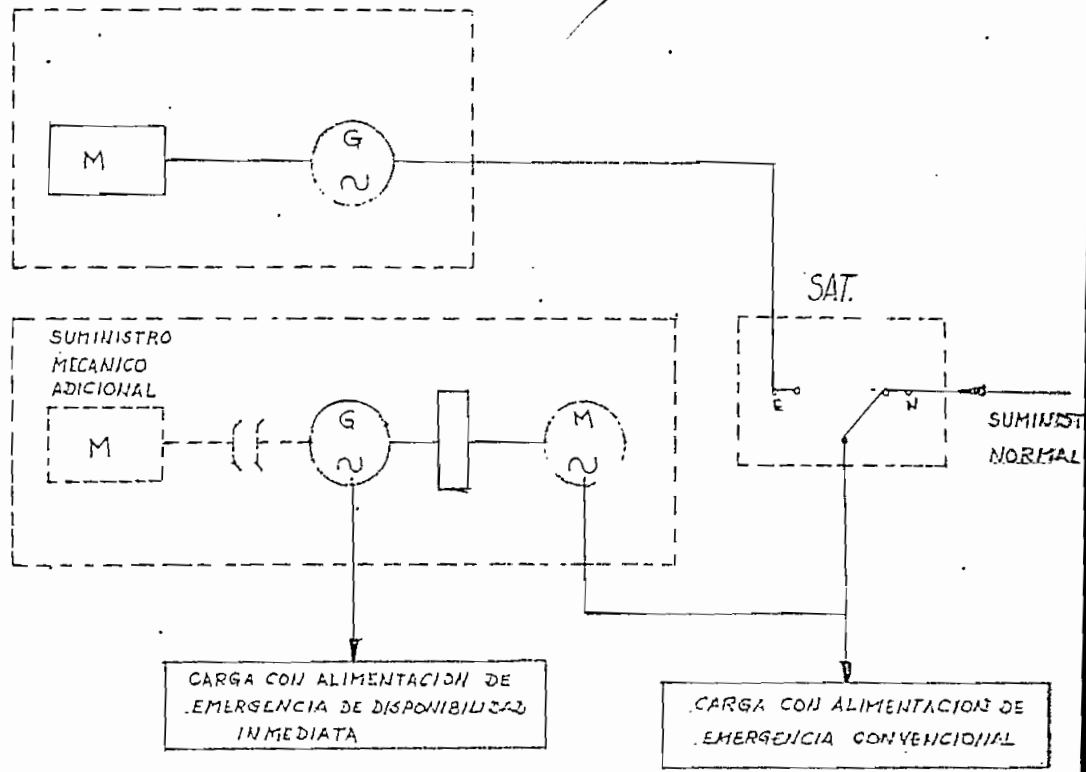


figura 8

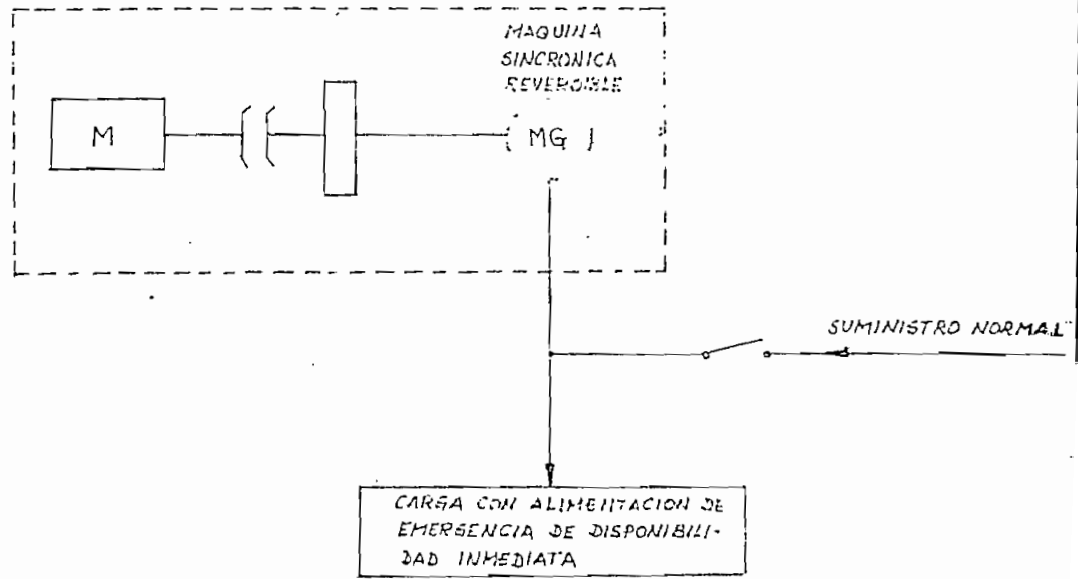


figura 9

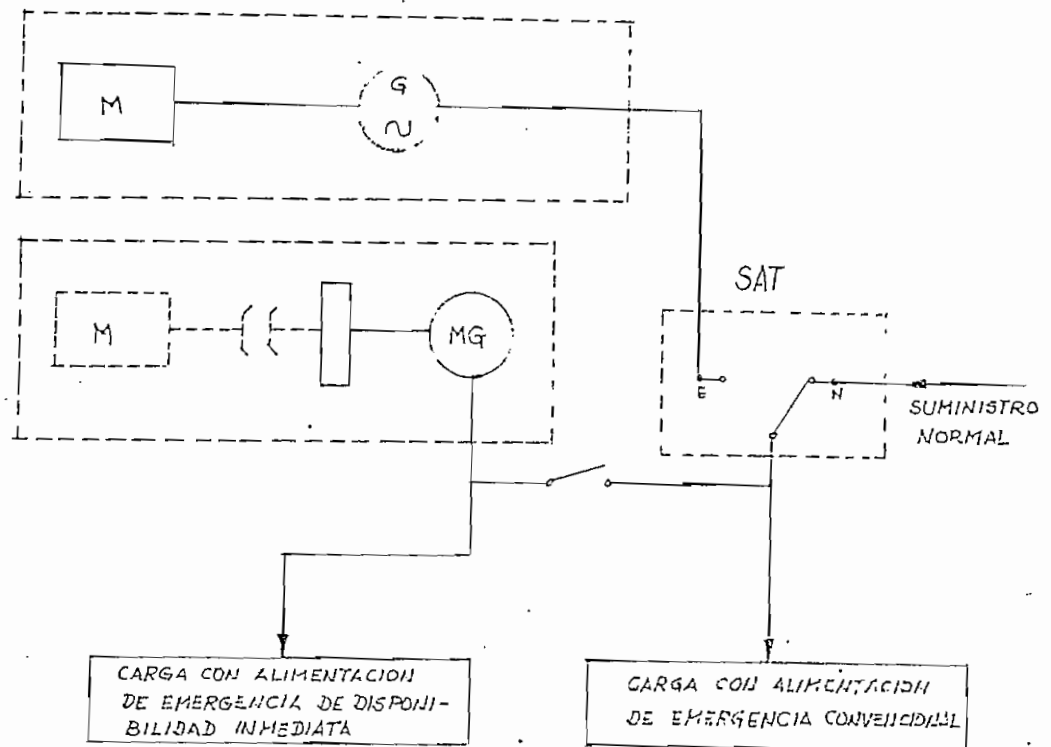


figura 10

En todos los sistemas que usan volantes se podrán obtener diseños mediante los cuales el motor del equipo puede ser arrancado por la energía de inercia almacenada en el volante. Esta energía es energía cinética (KE) contenida en la masa rotativa la cual es transformada en energía eléctrica; para obtener un servicio ininterrumpible de energía:

$$KE = (WK^2) (r/min)^2 / (3.23 \times 10^6) \quad \text{hp.s}$$

donde: W es el peso en libras, y
K el radio de giro en pies, del volante.

Los sistemas que utilizan esta forma de energía, proporcionan una excelente amortiguación o atenuación entre la fuente principal de poder y la carga a servirse, por cuanto estos sistemas no permitirán o no tolerarán transitorios en voltaje y en frecuencia.

Como se vió antes, existen muchos sistemas de éstos que son usados en la práctica, a continuación expondremos otros más. Configuraciones distintas pueden ser hechas, pero limitadas tanto económicamente como por la habilidad del diseñador.

II.3.1.8 El sistema más sencillo, (figura 11), está compuesto por un motor de inducción con bajo deslizamiento, el cual conduce un volante acumulador de inercia y un generador sincrónico:

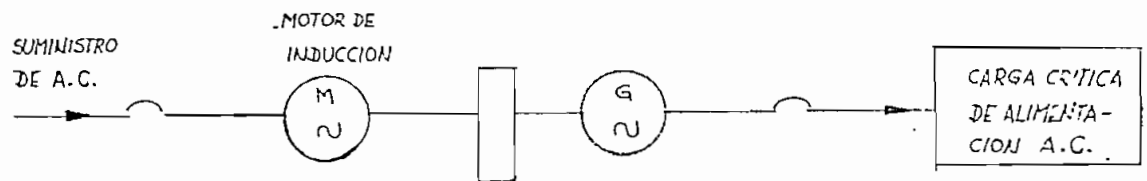


figura 11

Bajo condiciones de carga total la salida de frecuencia es de 59.8 Hz. Cuando el suministro de entrada se pierde o falla, la energía guardada en el volante acumulador de inercia conduce el generador. La frecuencia es mantenida sobre los 59,5 Hz, para intervalos de tiempo arriba de los 0.5 segundos. El intervalo de tiempo para el cual la frecuencia puede ser mantenida es proporcional a la relación que existe entre la inercia acumulada en el volante y la carga a alimentarse, para cualquier velocidad operacional dada.

Para mantener el peso del sistema bajo, es conveniente una velocidad alta, pero para mantener un ruido bajo a la salida y optimizar la confiabilidad, es deseable una baja velocidad. Comúnmente este sistema, por tanto, se lo opera a 1.800 RPM, siendo un buen rango de velocidad éste.

La mayoría de las interrupciones de energía en la entrada de poder son por lo general de corta duración y duran por intervalos de 1/2 a 30 ciclos. Por lo tanto este sistema minimizaría pérdidas de los controles en calderos y computadoras a un precio económicamente bajo.

Tanto la velocidad operacional del sistema como su frecuencia de salida son directamente proporcional a la frecuencia de entrada.

II.3.1.9 Luego tenemos el siguiente diseño que presentamos en la figura 12, es efectivamente un equipo motor generador volante acumulador de inercia de corriente alterna con una máquina de corriente continua y un banco de baterías adjunto.

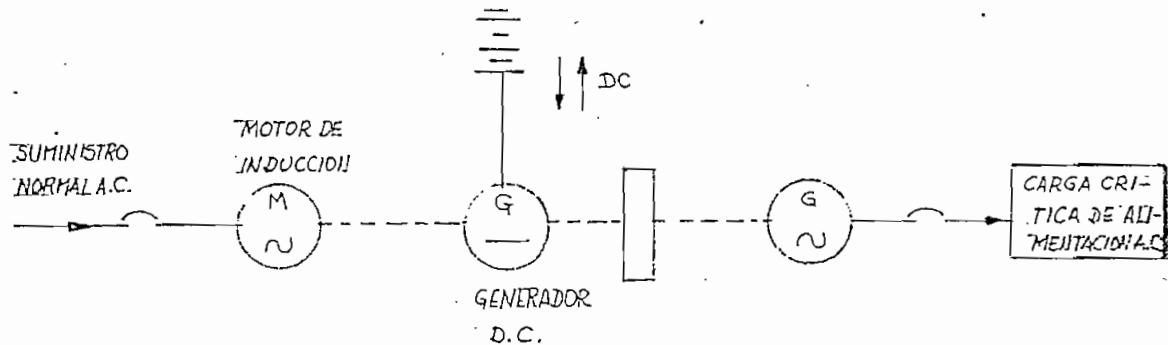


figura 12

En operación normal, el motor de corriente alterna manejará el generador de corriente alterna, para suplir la carga. Una opción disponible es cuando se le permite a la máquina de D.C. actuar como un generador para cargar las baterías. Una

vez perdido el poder de suministro de A.C. el arrancador de corriente alterna o motor de arranque de a.c. se separa y se cierra un contactor de corriente continua, para aplicar el voltaje de baterías hacia la máquina de continua; entonces ésta comienza a actuar como un motor que arrastra al generador de corriente alterna, y la inercia acumulada en el volante y en las máquinas rotativas, amortiguan el paso de operación normal a operación de emergencia.

Cuando el suministro de poder en la entrada es restaurado, el sistema se revierte automáticamente a funcionamiento de modo normal, y la máquina de corriente continua pasará entonces a recargar al sistema de baterías, (ésto ocurrirá si es incluida dentro del sistema esta opción). El tiempo total de interrupción para el cual la carga puede ser sustentada o sostenida es determinado por la cantidad de capacidad disponible en el sistema de baterías instaladas. La capacidad de las baterías puede ser elegida en base al tiempo para arrancar y conducir en línea una generación de tipo auxiliar o hasta que se de una orden de cierre o apagado del sistema si es necesario.

II.3.1.10 El siguiente sistema a ser presentado, figura 13, consiste de un motor de inducción el cual maneja el volante de inercia, y un embrague o acople de corriente de Eddy a velocidad fija:

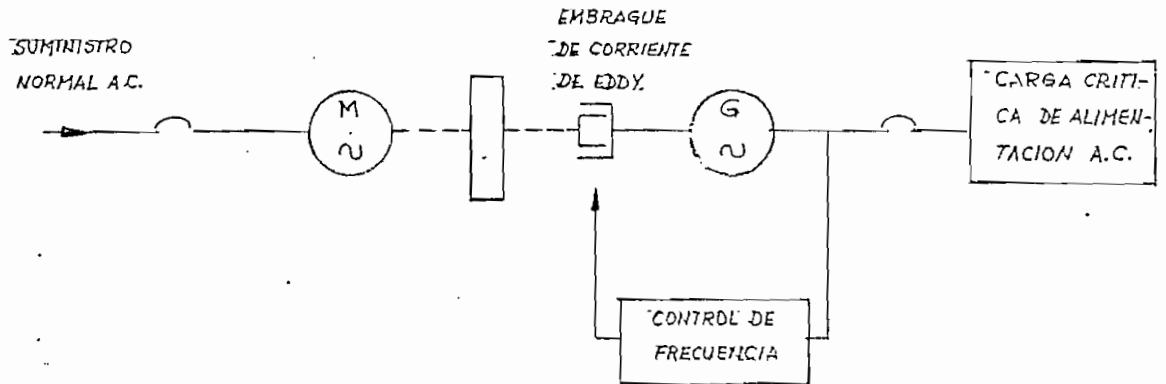


figura 13

El generador opera en una velocidad menor que el volante acumulador de inercia, mediante control del deslizamiento del embrague de corriente de Eddy, y por tanto la salida de frecuencia será mantenida en $60 \text{ Hz} \pm 0.25 \text{ Hz}$, debido a este control.

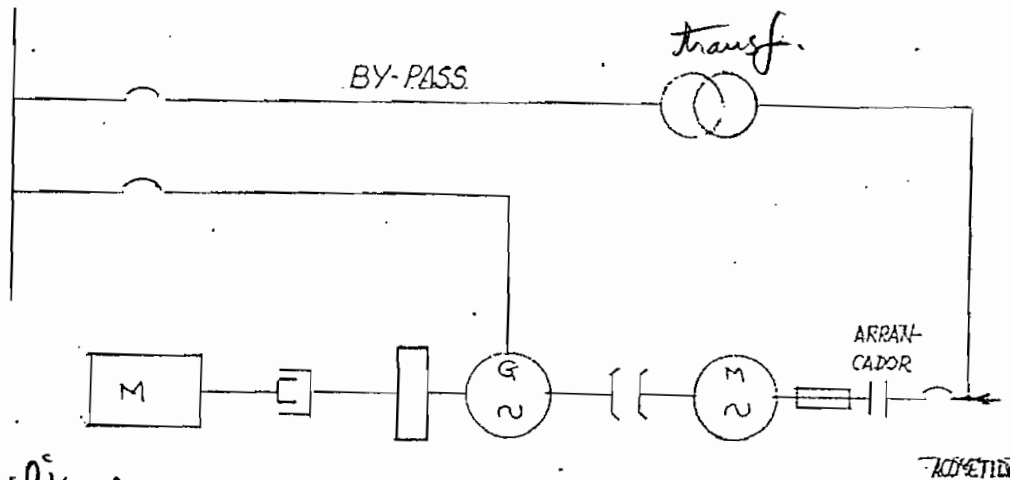
En pérdida de suministro en la entrada de corriente alterna, el generador recibe energía almacenada en el volante de inercia; y mientras el volante de inercia disminuye su velocidad, el deslizamiento del

acople de corriente de Eddy es reducido para mantener los 60 Hz de frecuencia en la salida.

La alimentación para la carga crítica es mantenida por arriba de los 15 segundos, después de la salida del suministro de la red de entrada. Esto provee tiempo necesario para arrancar y conectar en la fuente de respaldo, la cual es normalmente un equipo motor generador con adecuada capacidad de poder para arrancar y operar las cargas conectadas a ésta.

Los rendimientos son de baja calidad, generalmente son menores que el 55% en condiciones de carga total. El costo de adquisición de todo el equipo es de alrededor de \$ 400 por KVA, para una unidad de tamaño mediano (125 KVA), no incluye este costo la instalación del equipo y es un costo de adquisición fijado en la USA para el año de 1970.

II.3.1.11 En la figura 14 presentamos otro sistema en el cual un motor de inducción es energizado desde el suministro de la empresa y está directamente acoplado a un alternador con su propio sistema de excitación y regulación de voltaje.



Estos tipos de máquinas en que caso prohiben utilizarse, ya que generalmente es la empresa que falla su utilización se ve limitada por lo mismo.

figura 14

Tenemos también, directamente acoplado al equipo motor generador un volante acumulador de inercia, relativamente grande, con una de sus partes conectada a un lado del embrague o acople magnético, siendo el otro lado de este embrague conectado hacia un motor diesel que será otra fuente de poder principal.

Durante el período transitorio de cambio de poder, la energía cinética acumulada en el volante de inercia es usada para generar poder y el regulador de voltaje para mantener el nivel del voltaje.

Con una apropiada selección de componen -

tes para minimizar el arranque y el tiempo de encendido del motor diesel, la caída de frecuencia puede ser mantenida aproximadamente entre 1.5 Hz a 2 Hz sin ajustes. Así con una frecuencia de estado estable de - 59.5 Hz, la frecuencia transitoria podría ir desde 57.5 Hz a 58 Hz. El tiempo para arrancar el diesel puede ser rápido, y para tomar la carga normalmente va desde 6 a 12 segundos.

El costo del equipo para este sistema, en la USA, es desde \$ 700 a \$800 por KW, con 150 KW de comienzo como mínimo.

Las ventajas de este sistema son principalmente:

- a. El bajo costo inicial,
- b. El moderado costo de mantenimiento,
- c. Se evita el uso de pesadas baterías o equipos requeridos para ventilación - del cuarto de baterías.

Mientras que las desventajas presentadas - por el mismo son:

- a. Frecuencia de estado estable para barra crítica siempre abajo de los 60 Hz

- b. Caída de frecuencia transitoria desde 1.5 Hz a 2 Hz.
- c. Necesita muchas almohadillas para aislar las vibraciones y sonidos que pueden afectar otras partes del montaje, o construcción.
- d. El motor diesel en el sistema está limitado solamente a suplir poder a la carga, en la barra crítica y no puede ser usado para otro suministro Stand-By de poder.

II.3.2 DIVERSAS FORMAS DE CONSEGUIR ENERGIA: dentro de este punto de estudio, es decir - alimentación de emergencia mediante grupos electrógenos que estamos analizando, pasaremos ahora a señalar las diversas - formas de conseguir energía, mediante distintos tipos de máquinas que arrastrarán a los generadores que alimentan las cargas críticas que necesiten la alimentación de emergencia. Así tenemos:

II.3.2.1 SISTEMA MOTOR DIESEL GENERADOR: Es un sistema muy utilizado. Los valores típicos de estos sistemas que se encuentran en el mercado están dados por la siguiente tabla:

Nota: Esta tabla ha sido ^{tomada} sacada del Orange Book de la IEEE, con título: Recomendation Practice for Emergency and Stand By Power Systems.

Valores nominales (KW)	Factor de Potencia	Tipo de combustible: DIESEL	Velocidad (RPM)	Costo 1971 (\$) USA
5	1.0		1.800	1.040 ✓
10			1.800	1.860 ✓
25	0.8	x	1.800	4.200 ✓
100	0.8	x	1.800	6.500 ✓
250	0.8	x	1.800	15.000 ✓
750	0.8	x	1.200	51.000 ✓
1000	0.8	x	1.200	70.000 ✓
1000	0.8	x	1.200	75.300 ✓
				67.800 ✓

TABLA 2

Estas unidades instaladas y en operación - tendrán un costo aproximado de \$ 100 a \$ 700 por KVA, precio USA.

Unidades de baja velocidad serán más pesadas y más costosas, pero serán así mismo - más apropiadas para un suministro continuo de energía.

Las máquinas diesel serán algo más pesadas y costosas en tamaños pequeños, pero son más fuertes y seguras. El costo del combustible es bajo y los riesgos de fuego y explosión son menores que los que se tendrá con motores a gasolina. Los tamaños varían desde cerca de 2.5 Kw a 4.000 Kw y en adelante, (Ver tabla No. 2).

II.3.2.2 SISTEMA MOTOR GASOLINA GENERADOR: Este tipo de sistema es usado como satisfactorio para instalaciones de hasta cerca de 100 Kw de salida. Estos sistemas arrancan rápidamente y tienen un bajo costo inicial comparados con los motores a diesel. Sin embargo, su costo de operación es mucho mayor, así como los riesgos propios en el almacenamiento y manejo de la gasolina. Su revisión se la hará en un tiempo menor generalmente.

II.3.2.3 SISTEMA MOTOR GAS GENERADOR: Las máquinas a gas natural y a gas LP se clasifican con las de gasolina en cuanto a costo y son confiables hasta cerca de 600 Kw. Ellas proveen un rápido arranque después de un largo período de apagado debido al suministro de combustible puro. La vida de la máquina es larga con un reducido mantenimiento.

to. No obstante, habrá que tomar consideraciones para la posibilidad de que ambos suministros el de la empresa y el de gas natural sean inasequibles o indisponibles al mismo tiempo. Las consideraciones para seleccionar entre gas natural y gas LP para combustible de las máquinas serán de la disponibilidad y dependencia del suministro de combustible, especialmente en una situación de emergencia.

II.3.2.4 SISTEMAS DE MULTIPLE EQUIPO MOTOR GENERADOR

El arranque automático de múltiples unidades y el control automático de sincronización están disponibles y practicables para la instalación de múltiples unidades.

La ventaja de tener varias unidades pequeñas en vez de una grande, puede ser considerada desde el punto de vista que se puede tener poder disponible de emergencia - y/o Stand-By, mientras una de las unidades es mantenida o reparada, cosa que no puede lograrse si se daña la única gran unidad de suministro de poder.

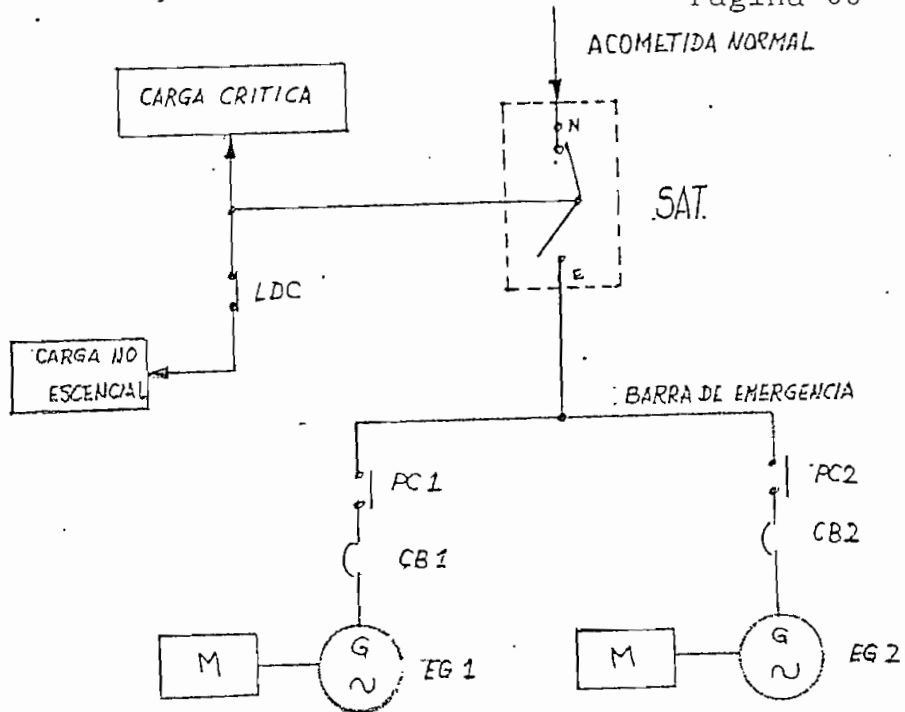
Al ^{momento} rato de arranque, es el sistema usualmente confiable, si las unidades están ca-

lientes y se las mantiene en constante ejercicio. La probabilidad de que todas las unidades no arranquen es extremadamente baja comparada con la de una sola unidad.

Cuando se tiene el capital disponible y la necesidad de incrementar la capacidad de poder crece, unidades adicionales de idénticos tamaños y del mismo tipo pueden ser añadidas, lográndose de esta forma simplificar las partes, el mantenimiento y evitándose el problema de entrenamiento del personal para el manejo del nuevo equipo.

La tendencia a lograrse grandes suministros de poder de emergencia, también justifican el uso de múltiples unidades o equipos, como medio para dar poder o energía adicional.

A continuación ilustraremos en las siguientes figuras, unos diseños de tipos de sistemas de múltiple equipo motor generador:



:figura 15

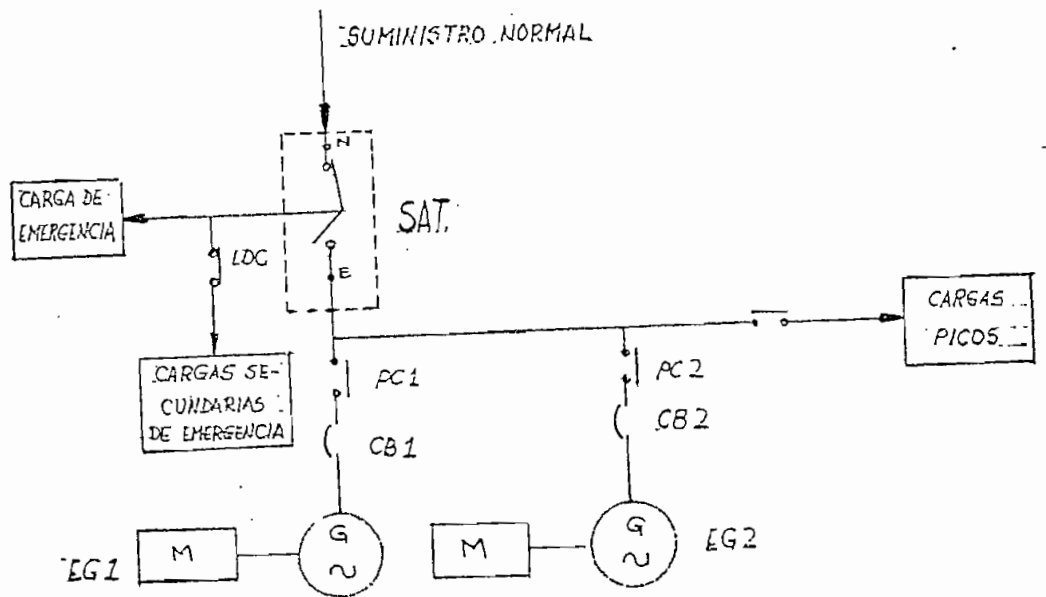


figura 16

SUMINISTRO NORMAL

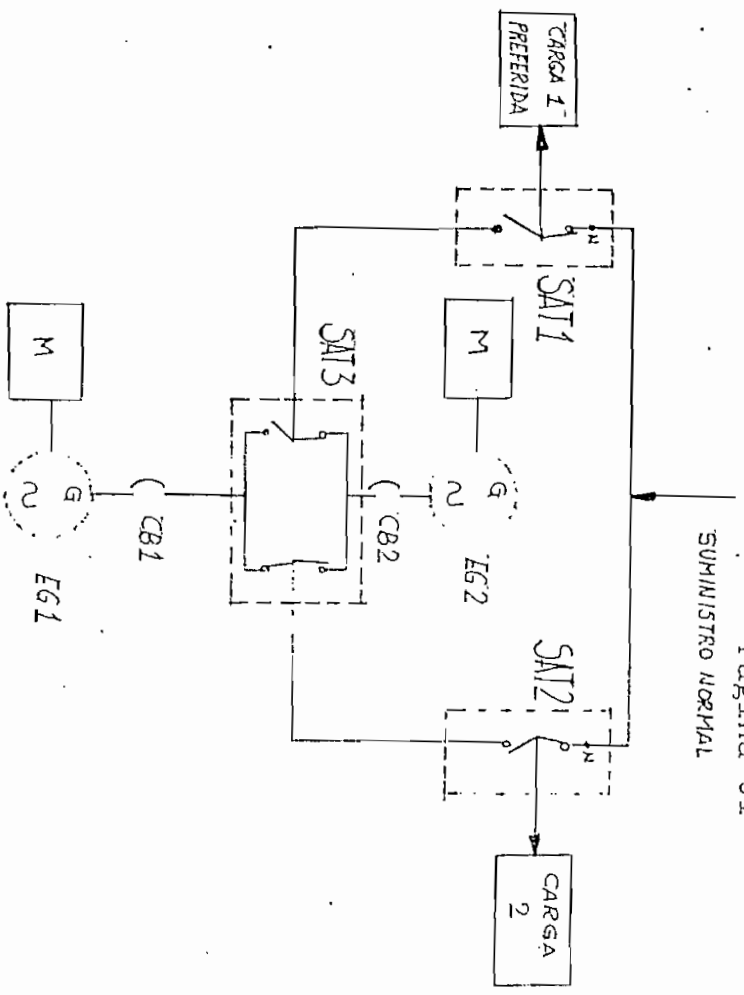
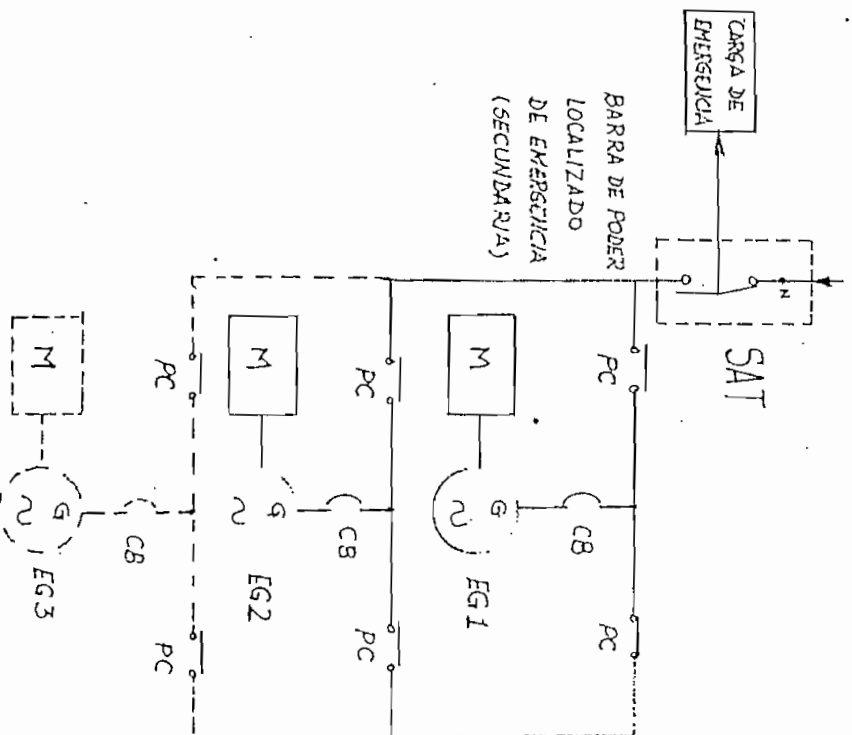


Figura 17

SUMINISTRO NORMAL



BARRA DE PODER LOCALIZADO DE EMERGENCIA (SECUNDARIA)

BARRA DE PODER LOCALIZADA (PRINCIPAL)

Figura 18

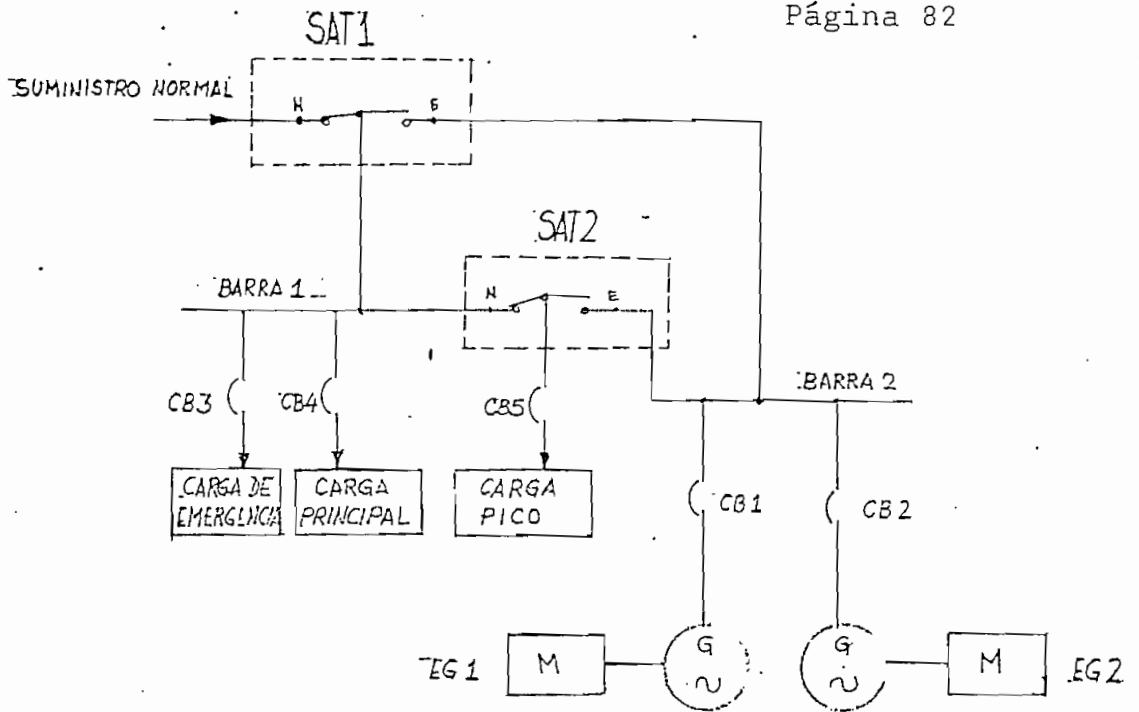


figura 19

Donde:

SAT = interruptor automático de transferencia.

CB = protección con Breakers.

EG = sistema motor generador.

LDC = contactor de desplazamiento de carga eléctricamente operado y de enclavamiento mecánico.

PC = contactor de entrada en paralelo, eléctricamente operando y de enclavamiento mecánico.

Una muy importante consideración para la -

selección entre Pequeñas y Grandes, es el servicio para el cual ellas podrán ser asignadas. Las pequeñas unidades son casi todas, máquinas manejadas a alta velocidad (1.800 RPM). Y si estas unidades deben estar en marcha continuamente por largos períodos de tiempo, la máquina debe ser chequeada adecuadamente. Aunque la experiencia ha demostrado que estos sistemas no son muy adecuados para operaciones continuas, por varias semanas. Los sistemas más adecuados para este tipo de servicio continuo, son los que funcionan a baja velocidad y con el pistón de desplazamiento más largo.

- a. Equipos motor generador operando en paralelo: La figura 15, muestra un sistema de poder Stand-By, en donde si se produce una falla en la acometida normal de la empresa, ambas máquinas generadoras arrancan automáticamente para proporcionar la alimentación auxiliar. El primer generador al alcanzar voltaje y frecuencia de operación accionará los circuitos de desplazamiento de carga y asumirá la carga que le será transferida, y una vez que el segundo generador haya al-

canzado su sincronización entrará automáticamente en paralelo. Después que los generadores hayan entrado en paralelo, toda o una parte de la carga de desplazamiento será reconectada, si la capacidad del sistema Stand-By lo permite.

Si se presentara una falla en uno de los generadores éste es inmediatamente desconectado, y se procederá a desplazar una parte de la carga de tal forma que la carga restante a alimentarse pueda ser mantenida por el generador que sigue en funcionamiento. Cuando el generador que ha fallado es nuevamente reinstalado, una vez compuesto, la carga que se ha desplazado es reconectada.

En el momento de producirse el retorno del servicio normal de poder, la carga será retransferida y los generadores serán automáticamente desconectados y apagados.

- b. Sistema de control de poder pico: Con el sistema mostrado en la figura 16, se logra que los sistemas generadores

Stand-By, que se hayan desocupado, pueden cumplir una función secundaria, ayudando a suplir poder para las cargas picos o máximas. Dependiendo de los requerimientos de la carga, este sistema conecta una unidad o más, con el fin de alimentar las cargas picos o máximas, mientras el servicio dado por la Empresa alimenta las cargas de emergencia.

Si se produce una falla en el suministro de la empresa, las cargas picos son automáticamente desconectadas, y los generadores ^{tomarán} cojerán automáticamente las cargas de emergencia a través de los dispositivos de transferencia.

- c. Sistema con selección de cargas: La siguiente figura, (figura 17), nos muestra un sistema Stand-By de poder, donde existe una carga de emergencia dividida, siendo una de las cargas más críticas que la otra.

Cuando existe la falla en el suministro normal, los dos generadores son desconectados, y si la carga 1 es la carga más crítica, esta será tomada o mantenida por el generador que alcanza

más rápidamente su velocidad de operación, esto ocurrirá a través del interruptor automático de transferencia No. 3 que conectará al generador en operación hacia la línea de la carga 1 la cual es a su vez energizada mediante el interruptor de transferencia automática No. 1. Y cuando el otro generador alcance su velocidad de operación entrará entonces a alimentar a la carga No. 2. Si el generador que está alimentando a la carga 1 fallase, entonces automáticamente se transferirá al otro generador desde la carga 2 hacia la carga 1. Cuando la fuente normal es restaurada, ambas cargas son retransferidas a la fuente normal y serán apagados los generadores.

- d. Sistema de poder localizado y alimentación de emergencia: El sistema que se muestra en la figura 18, provee conexión y control de suministro y a la vez alimentación localizada a ciertas cargas críticas. Está provisto el sistema de dos barras de alimentación localizada, la una barra que es la preferida es la que suministra una alimentación continua hacia sistemas de compu-

tadoras u otras cargas esenciales de su tipo; y la segunda barra llamada secundaria, es la que supe alimentación localizada de emergencia desde los generadores de poder, en caso de existir falla en el suministro normal. En ambos casos, la transferencia se realiza a través de equipo automático.

En operación normal uno de los generadores es seleccionado para suplir poder continuo hacia la barra preferida, (en este caso es EG1). Una simplificada sincronización semiautomática y controles de paralelismo, permiten a cualquiera de los generadores desocupados ser arrancado y puesto en paralelo con el generador que se halla funcionando, para de esta manera alternar generadores sin que exista interrupción o salidas de cargas. Mediante circuitos de anticipación de fallas, se permitirá una transferencia hacia un nuevo generador sin que exista salida de cargas. Sin embargo, si el generador entrara en un cierto tipo de falla, la transferencia hacia el nuevo generador es hecha automáticamente pero con interrupción de carga.

Muchas cargas tales como iluminación, alarmas de fuego, calefacción y aires acondicionadores son alimentados por el suministro de la empresa a través de equipo de transferencia.

- e. Sistema Stand-By Dual: El sistema de la figura 19, es similar al de la figura 16, donde el generador Stand-By desocupado puede cumplir una función secundaria, ayudando a suplir poder para las cargas picos o máximas. Dependiendo de los requerimientos de la carga, este sistema encenderá uno o ambos generadores para alimentar las cargas picos mediante conexión de ATD2 mientras que el servicio de la empresa continúa para suplir las cargas principal y de emergencia. El segundo generador es automáticamente puesto en paralelo con el primero.

Si la acometida de la empresa falla, las cargas principal y de emergencia son automáticamente conectadas y transferidas al generador de emergencia. Dependiendo de la capacidad del generador, las cargas picos pueden ser conectadas o retiradas al generador de emergencia a través de CB5.

II.3.2.5 CONSIDERACIONES ESPECIALES:

- a. Consideraciones ambientales: en inusuales conexiones de altitud, temperatura ambiente, o ventilación puede requerirse un generador más grande para sujetar las temperaturas de los bobinados o protecciones especiales para resistir mayores temperaturas. Los generadores que operan en la costa o trópico están ap - tos para encontrar excesivas humedades, altas temperaturas, malezas, bichos, - etc., y pueden requerir protección tro - pical especial y espacios calentadores para mantener secos los bobinados y la protección sin deterioro.

- b. Valores de sistemas motor generador: Pa - ra algunas construcciones de generación máxima continua en la carga, será el total de la carga alimentada, cuando todo el equipo en la construcción está ope - rando. Para otras esto puede ser más - práctico y económico, ya que solo se necitará alimentación de emergencia para ciertas cargas tales como iluminación y elevadores, que pueden ser operados - cuando la carga está en el sistema Stand By de generación.

- c. Consideraciones del motor de arranque: Conociendo la pendiente máxima de voltaje momentáneo, que es aceptable en el circuito, es posible seleccionar el tamaño del motor que arrastra al generador el cual será capaz de arrancar motores de tamaños conocidos sin exceder la pendiente del voltaje. Si es posible que dos motores puedan arrancar juntos, la suma de sus caballajes debe ser usada como una base, para estimar los requerimientos del motor de arranque o controles provistos para arranques separados.

Las máquinas que manejan generadores deben tener capacidad para soportar la continua carga de KWs, que deben ser suplidas a la carga, a los requerimientos del motor de arranque y a las pérdidas del generador.

Los generadores son usualmente dimensionados para una máxima demanda continua de KVA. En caso de haber inusuales cargas de inercias elevadas para arrancar sin el beneficio de un arranque de voltaje reducido, o si la regulación de voltaje y frecuencia son otras que las especificadas y no pue -

den ser toleradas durante el período - de arranque, un generador más grande - debe ser requerido.

- d. Métodos de arranque: La mayoría de - los sistemas generadores utilizan una batería cargada por un motor eléctrico para arrancar la máquina. El nivel de confianza para arrancadores seguros, - no es mejor que la confiabilidad de la batería y su cargador. Un sistema neumático o hidráulico es usado solamente donde el arranque de la planta eléctrica es iniciado manualmente.

- e. Iluminación y carga de baterías: Algunas luces del cuarto del generador pueden ser cargadas por baterías, especialmente si el sistema debe ser arrancado manualmente. En adición al generador que carga a la batería en el sistema, un cargador de baterías automático separado es recomendado para mantener la carga de la batería cuando el generador está apagado. La entrada del cargador automático de la batería debería estar conectada al lado de la carga en el interruptor de transferencia.

II.3.2.6 SISTEMA TURBINA - GENERADOR: Ahora estudiaremos el tipo de alternativa para llevar generadores a través de turbinas:

Existen dos tipos generales de turbinas - motrices para generadores eléctricos que están disponibles, a vapor y a gas o petróleo.

- a. Sistema Turbina motriz generador, a vapor: El vapor no es usualmente disponible si todas las fuerzas eléctricas han sido perdidas, aunque existen sistemas de suministro de vapor independientes los cuales ellos mismos pueden tener sistemas eléctricos ininterrumpibles. En estos casos las turbinas a vapor pueden ser consideradas. Hay turbinas compactas a vapor las cuales podrían traer poder a la línea en aproximadamente 5 minutos. Esta es una fuente especial de suministro. Las turbinas a vapor son usadas para llevar generadores que son más grandes que aquellos que pueden ser llevados por máquinas a diesel. Sin embargo, las turbinas a vapor son designadas para operaciones continuas, y necesitan un caldero con suministro de

combustible y un condensador. Por lo tanto, son costosas para el uso en su ministro de poder de emergencia y Stand-By, y pueden tener problemas ambientales comprometiendo el suministro de combustible, ruido, salida de producto inflamable y calentamiento del agua para el condensador.

La figura 20 muestra un sistema turbina a vapor generador en línea, suministrando poder a una barra crítica, en paralelo con una fuente de poder de una empresa de suministro eléctrico.

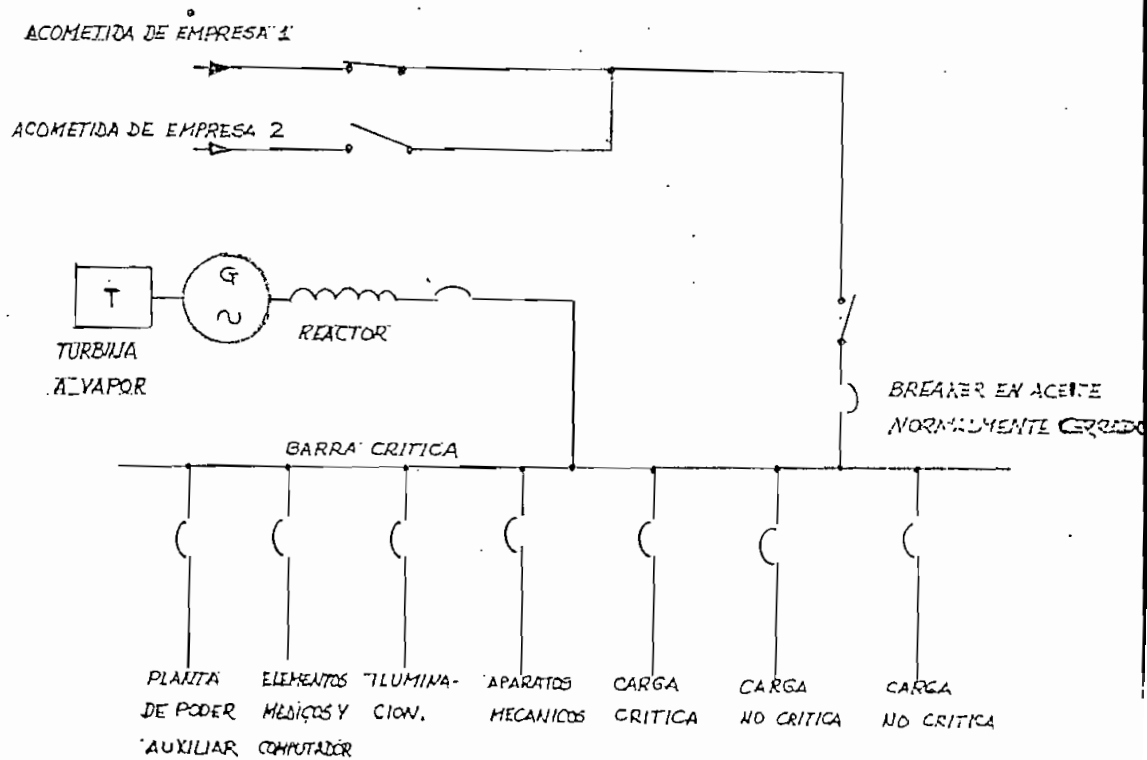


figura 20

Una fuente alterna de suministro de una distinta empresa, puede ser conectada manualmente en un minuto, más o menos, en caso de una falla dentro del suministro de la empresa que se halla en línea. El suministro de empresa normal, podría ser grande, lo suficiente para suplir poder a toda la barra crítica si la turbina está apagada. Relés de corriente inversa pueden ser usados, para separar inmediatamente el suministro de la empresa y el generador manejado por la turbina a vapor, con el fin de que el poder de emergencia esté disponible en la barra crítica. Algún esquema de relés protectivos sería coordinado para prevenir una realimentación al servicio de la empresa. Las dos cargas no críticas del sistema en estudio, serán sacadas al mismo tiempo, para prevenir una sobrecarga en la turbina a vapor.

Si el suministro de empresa ha fallado, una transferencia manual es hecha a la fuente de empresa alterna, y las cargas que dan salida son reenergizadas. Si la turbina ha caído o falla-

do desde la barra, se toma una decisión para aceptar una nueva demanda pico desde la Compañía de servicio, o para esperar el retorno de energía desde la turbina generadora, antes de energizar las dos cargas no críticas del sistema.

- b. Sistema Turbina Motriz Generador a Gas o Petróleo: Las unidades más comunes - para turbinas motriz de generación eléctrica, empleadas para dar alimentación de emergencia o Stand-By, son las que - utilizan como combustible gas o petróleo. Varias clases de petróleo pueden ser utilizadas, así también como el gas natural y el gas propano. Otras fuentes menos comunes que éstas son las que utilizan como combustible Kerosene o gasolina. La restauración del servicio - puede ser lograda aproximadamente en un mínimo de tiempo de 40 segundos, así como en varios minutos, para más grandes unidades de turbinas de combustión.

Turbinas del tipo avión conduciendo generadores, han sido comunmente usadas, donde el poder eléctrico puede ser necesitado por unas pocas horas en el día. Unidades pequeñas industriales han sido

desarrolladas hoy en día. En estos sistemas es necesario la adquisición de seguros recipientes o lugares de almacenamiento del combustible, que presenten facilidades a su vez para sacar el mismo cuando se lo necesita.

Es posible obtener ahorros económicos dentro de estos sistemas para alimentación de emergencia, mediante el uso de unidades de recorte de picos, con el fin de reducir la demanda de carga. Además con ésto se logra la ventaja de poder chequear o controlar las unidades cuantas veces sea necesario.

Diseños de Turbinas, caen dentro de dos categorías extremas: máquinas tipo avión, que incorporan muy sofisticada técnica para lograr una muy exacta relación entre peso y caballaje de potencia ($1/4$ a $1/2$ lb/HP). Esto acorta la vida útil de la turbina. La figura 21, muestra un típico sistema generador con tipo turbina a gas con un diagrama de carga típica servida.

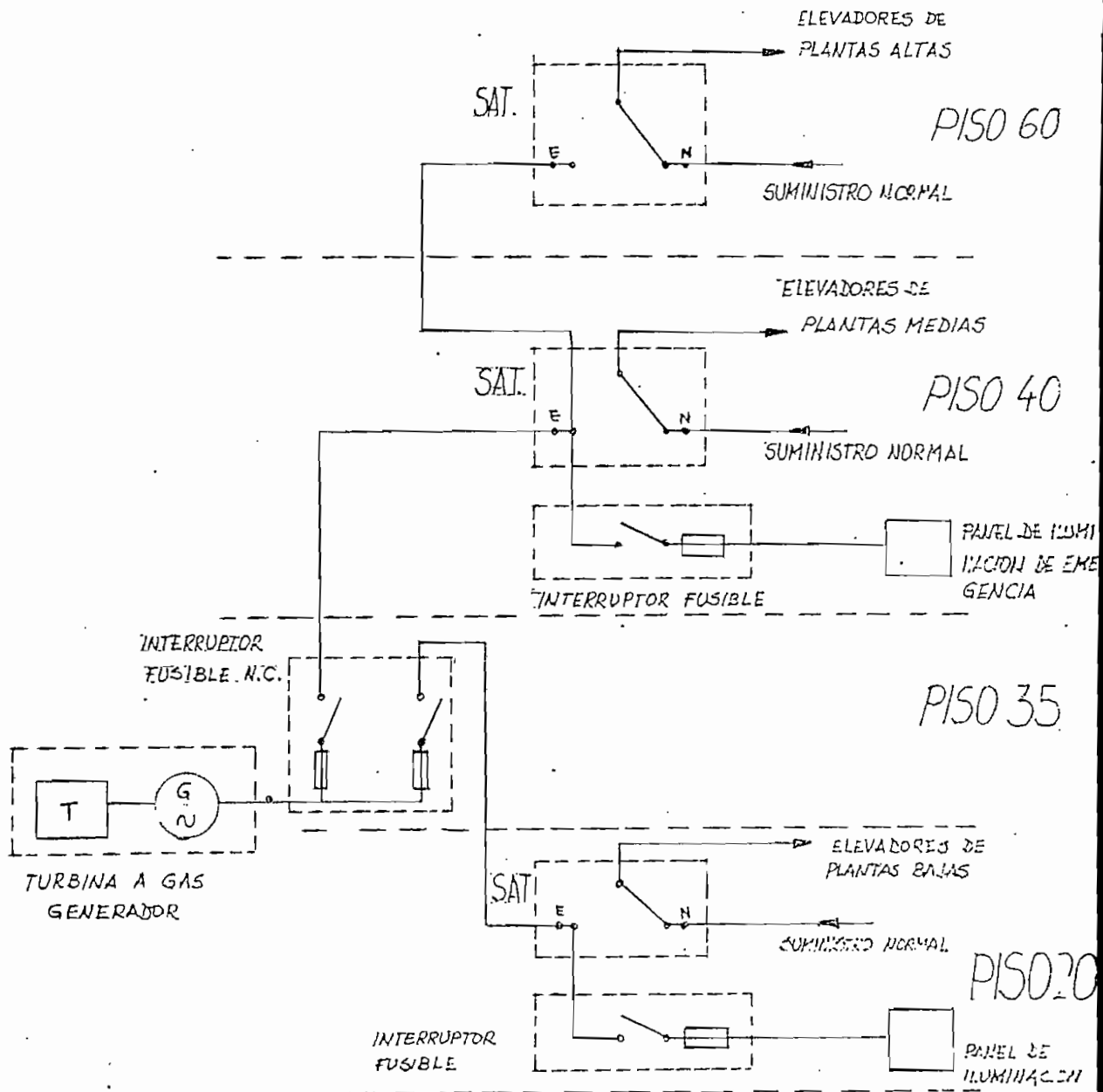


figura 21

La alternativa de filosofía opuesta - emplea la gran escala o diseño de tipo abultado, de técnica similar a la turbina de vapor, en un esfuerzo por asegurar la larga vida de la turbina, pero con una relación de 10 lb/HP. Am bas alternativas tienen su uso, depen diendo de la justificación del costo y de las horas uso por año. Diseños industriales confiables están disponi bles dentro de estos valores.

Se necesitarán accesorios para este - tipo de sistemas, tales como filtros, silenciadores, etc., y aislaciones de vibraciones y ruidos en áreas donde - el nivel de ruido lo requiera, ya que bandas de ruidos desde 75 a 9600 lb. *AB* son muy comunes en este tipo de sistemas y muchas veces habrá necesidades de atenuación desde 5 a 60 dB en sus bandas.

Una completa unidad de turbina de Gas generador de 750 Kw, pesa aproximadamente 13000 lb y ocupa espacios aproximados de 80 pies cuadrados.

c. Sistemas de arranque para turbina:
Existen cuatro sistemas básicos de arranques disponibles para turbinas:

1. Motor eléctrico suplido desde un banco de baterías.
2. Pequeña turbina de vapor.
3. Un compresor de aire o sistema de gas.
4. Un pequeño motor a diesel.

Las turbinas pueden ser programadas para una operación manual o automática.

II.3.2.7 EQUIPO MOVIL O TRANSPORTABLE: Por último, dentro de este punto de estudio, alimentación de emergencia por grupos electrógenos señalaremos la alternativa de realizar este tipo de alimentación mediante el uso de equipo móvil o transportable:

Para muchas aplicaciones industriales el equipo móvil incluirá solamente dos tipos de accionamiento, motor-generator y turbina de gas-generator.

En las turbinas a gas generadoras por bajo de los 200 Kw es muy difícil comparar las

ventajas y desventajas de este sistema con el de motor generador. Sin embargo, por arriba de este valor las turbinas de gas llegan a tener una mejor justificación en su uso. La turbina a gas tiene varias ventajas sobre su recíproco tipo de máquina - entre ellas tenemos:

1. Bajo costo inicial,
2. Es más silenciosa en su funcionamiento,
3. Relativamente pequeña y compacta,
4. Baja vibración, etc.

Los rangos de tamaños disponibles para generadores móviles, van desde 10 Kw a 2700 Kw en unidades tipo turbinas de gas y desde 1 Kw a 450 Kw en unidades tipo motor generador. Pudiendo lograrse capacidades mayores mediante conexiones en paralelo.

II.4 ALIMENTACION POR BATERIAS DE ACUMULADORES

Una batería es la fuente más segura disponible para una alimentación de emergencia y aplicada con otros aparatos, puede además ser la de mayor versatilidad

La aplicación de las baterías de acumuladores varía desde la más elemental ayuda manual para una iluminación, hasta la más sofisticada forma de suministro para sistemas de computadoras.

Los Códigos, Reglas y Regulaciones concernientes a la iluminación de emergencia, están dentro del artículo 700 del NEC y el Código de Seguridad de Vida - NFPA No. 101.

Antes de pasar a realizar el estudio de este punto, bien vale señalar el concepto claro de lo que es una batería o acumulador:

II.4.1. DESCRIPCION DEL ACUMULADOR: El acumulador es un aparato electroquímico típico, que sirve para la acumulación de energía eléctrica, con el fin de poder consumirla en el momento necesario.

El más utilizado, en la práctica, es el de plomo (Pb) y ácido (SO_4H_2), que se caracteriza por la elevada tensión del ele-

mento y costo ventajoso en la adquisición.

Existen, también, los acumuladores alcalinos de Níquel-Hierro o Níquel-Cadmio, pero no son de mucha difusión.

El acumulador debe ser analizado desde tres puntos de vista:

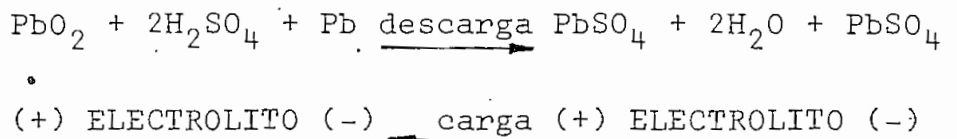
1. El Químico: que se ocupa de la naturaleza y propiedades de los materiales que se usan en su construcción y de la reacción que ocurre durante la carga y la descarga.
2. El Físico: con un estudio relacionado con la entrada y salida eléctricas factores de capacidad y la teoría de transformación de energía química en eléctrica y viceversa.
3. El Práctico: que se refiere a las aplicaciones de los acumuladores.

Los componentes activos de los acumuladores de Pb y ácido son: el peróxido de plomo (PbO_2) en placas positivas, el plomo esponjoso (Pb) en las placas negativas y el ácido sulfúrico (SO_4H_2) en el electrolito.

II.4.1.1 CARGA Y DESCARGA: Durante la descarga se realiza: una reducción parcial en el material de placas positivas con oxidación de las negativas y combinación de los productos resultantes en las mismas con el SO_4H_2 . El resultado es la transformación en PbSO_4 o sulfato de plomo, acompañado de un descenso, en la concentración del electrolito.

Durante la carga se invierte el proceso y se restablece el sistema original.

La acción química fundamental es:



II.4.1.2 CAPACIDAD: La capacidad de un acumulador puede expresarse como la capacidad en amperios-hora o vatios-hora que puede brindar la batería.

II.4.2 ALIMENTACION INDIVIDUAL: Cuando las cargas por sus características lo permitan - (equipos telefónicos, de señales, de alumbrado esencial, letreros iluminados, etc) y esta solución resulta ventajosa económica

camente, el suministro de poder de emergencia para dichas cargas se efectúa por medio de equipos de acumuladores que se conectan automáticamente por medio de interruptores de transferencia a la línea de suministro de cada equipo o conjuntos de equipos agrupados. Existen muchas versiones de equipos comerciales individuales para alumbrado de emergencia, los cuales operan por medio de una batería y su funcionamiento es automático para encendido al fallar la tensión y la carga de la batería al ser restablecido el sistema normal.

Para ciertas cargas con una necesidad más crítica en la continuidad de la energía, tales como lámparas quirúrgicas, equipos en procesos cuidadosos de laboratorios, etc., se pueden obtener sistemas cuyo funcionamiento es, en general, como sigue:

La carga se alimenta de un acumulador, a través de un equipo para la transformación de corriente directa a corriente alterna, a su vez, el acumulador es alimentado a través de un sistema de carga desde la red normal; de este modo, al fallar el suministro normal, el acumulador suministra

energía a la carga durante un tiempo que depende de su propia capacidad. Todos estos equipos están dotados, además, de los sistemas que señalan sus condiciones de disponibilidad o falla:

La fuente normal de suministro es de C.A. si se toma los acumuladores (C.D.) el equipo que se usa puede ser el más.

El suministro de energía auxiliar por estos sistemas basados en acumuladores es de una gran seguridad, pero requiere un programa de mantenimiento apropiado y cumplido con exactitud. Otro problema con estos sistemas es el de tener en la práctica un tiempo de suministro limitado por los amperios-horas de los acumuladores utilizados.

II.4.3. ALIMENTACION EN GRUPO: Esto se produce cuando la alimentación se realiza hacia un grupo de cargas consideradas como esenciales; por lo cual el problema de alimentación de emergencia se traslada de las cargas al sistema de distribución.

Las fuentes auxiliares se las puede obtener por medio de baterías de acumuladores, cuando la distribución puede hacerse en corriente directa; aunque también se pueden utilizar sistemas con conversión de corriente directa en alterna.

Cuando se realiza la alimentación a través de baterías de acumuladores, se presentan dos posibilidades:

1. El sistema puede ser alimentado durante su funcionamiento normal con corriente alterna de la red normal, pasando por medio de una transferencia manual o automática a ser alimentado en corriente directa desde la sala de baterías. Esta solución solamente es aplicable a cargas que puedan funcionar sin problemas en las dos condiciones de suministro por lo cual su uso no es muy común.
2. El sistema sólo es alimentado por la batería y por lo tanto el funcionamiento de las cargas se limita al tiempo de duración de la falla en los circuitos normales; la entrada en servicio de estos equipos de emergencia puede ser manual o automática, siendo esta última más recomendable cuanto mayor sea la importancia del sistema en que se usa.

El equipo para cargar los acumuladores está determinado por las características de

los mismos, por la magnitud de la carga y el tiempo en que los acumuladores deben ser recargados.

Estos sistemas tienen una capacidad en amperios-horas limitados, debiendo ejecutarse pruebas individuales en las celdas, a intervalos regulares, a fin de asegurar su correcto funcionamiento.

A continuación en la figura 22, mostramos un típico sistema con alimentación de emergencia por baterías de acumuladores.

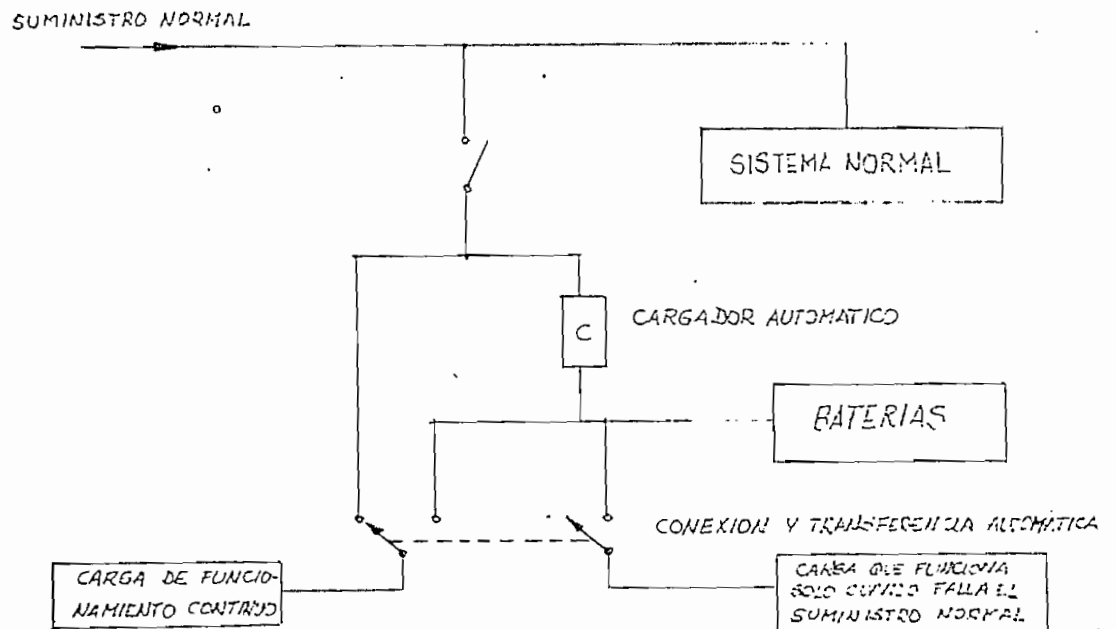


figura 22

II.4.4. ALIMENTACION DE EMERGENCIA A TRAVES DE INVERSORES: Como se dijo antes, también se puede lograr la alimentación de emergencia por baterías de acumuladores con convertidor de corriente alterna, o más conocido - como inversor. Esto se hace especialmente cuando se tiene la necesidad de una continuidad total de servicio de suministro, - sin tolerancia en la variación de tensión o de frecuencia, e incluso sin distorsión de la tensión, se usa una alimentación por medio de equipos iguales a los de la figura 23.

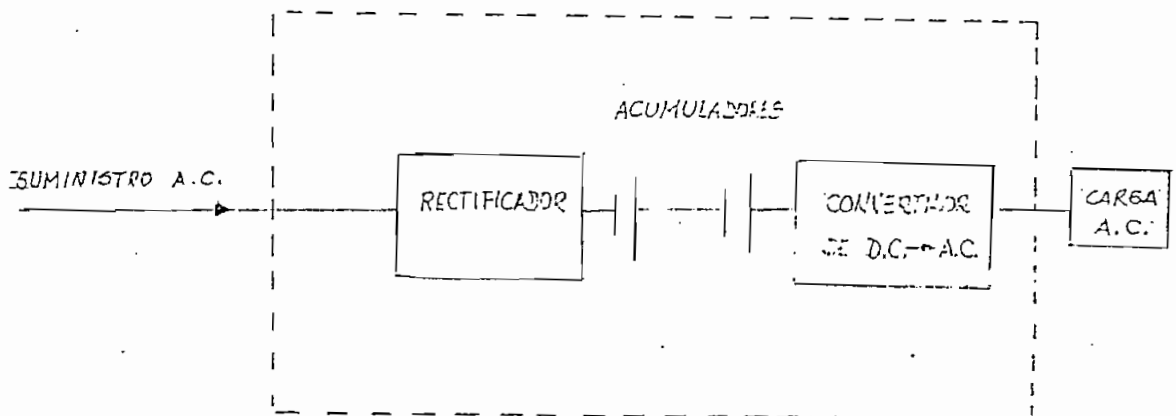


figura 23

A continuación señalaremos en breves rasgos lo que se conoce como inversor, equipo importante en este punto de estudio. Los inversores son dispositivos empleados para alimentar una carga con corriente alterna, de frecuencia y fase cualquiera, a partir de un suministro de corriente continua. - Más concretamente, se emplean en sistemas de tracción para alimentar motores de corriente alterna de frecuencia ajustable; - para recuperar energía devolviéndola a la red de alterna al decelerar motores de corriente continua que puede ser una batería un sistema de distribución o también desde un rectificador.

II.4.5. ALIMENTACION DE EMERGENCIA POR GRUPOS COMPACTOS: Para fines de evacuación de personas dentro de un edificio, con el objeto de evitar heridas, injurias u otra clase de daños, son muy utilizados equipos de luz de emergencia que funcionan a batería, son unidades pequeñas y compactas, provistas de un pequeño cargador para mantener la propia carga a la batería. Tienen incorporadas sus propias lámparas y cuando el servicio normal es restaurado, éstas son apagadas y las batería son recargadas.

El costo, USA, de estas unidades va aproximadamente desde \$ 80 a \$ 250 cada unidad, dependiendo del tipo de batería, número de lámparas, y duración de poder mantenido en las lámparas durante la falla del suministro normal.

En conjuntos de extensas construcciones, puede ser usado, también un sistema de carga de batería central, para la conexión de muchas lámparas a usarse.

Para aplicaciones limitadas en áreas relativamente pequeñas, unidades de 6 v y 12 v, pueden ser preferidas para iluminación de emergencia, ya que ellas pueden controlar hasta 8 lámparas desde una unidad y pueden iluminar varios cuartos y áreas simultáneamente.

Donde se necesite alimentación para un número mayor de lámparas y más grandes recorridos de cables, la solución es instalar varias unidades de 6 v o 12 v o una de 32 v o 115 v, con una fuente de poder centralmente localizada.

II.4.6. FACTORES A CONSIDERARSE, PARA SELECCIONAR UN SISTEMA DE ILUMINACION DE EMERGENCIA -

POR BATERIAS: las preguntas inmediatas a responder son: qué área es la que va a ser servida, y que nivel de iluminación es necesario en la misma. En los planos de los edificios, departamentos y distribución de cuartos se hallará la contestación a la primera pregunta. Los niveles de iluminación requeridos son dictados por varios factores, incluyendo códigos aplicables, fondos disponibles y preferencias de personal. El nivel de iluminación es determinado por el número de lámparas, sus respectivos vatiajes, los lúmenes por vatios de salida de lámparas, la eficiencia de las mismas, la reflectancia de las superficies de la construcción y el área a cubrirse con la iluminación.

Para sistemas grandes se necesitará paneles de distribución para distribuir la corriente directa disponible a un número de circuitos fusionados particularmente, con cada acometida dispuesta de su monitor donde habrá señales visibles y audibles de alarma. El panel de distribución es localizado usualmente en lugares próximos o cercanos a la fuente de baterías. Tanto el voltaje AC de carga de las baterías como el voltaje propio de éstas, pueden -

ser monitorizados, dotándoles de sus respectivas alarmas.

La batería intentará dar continuidad en el suministro de poder tanto tiempo como dure la interrupción en el servicio de poder normal, sin embargo, en la práctica actual, la batería está limitada en la cantidad de poder que puede entregar, y una falla de poder de larga duración traerá una sobredescarga en la batería y esto muchas veces puede causar daños permanentes en la misma. Para prevenir esto se utilizan relés de corte, basados en el tiempo o en el nivel de voltaje de la batería u otro parámetro del sistema que pueda controlárselo.

II.4.7. SOLUCIONES PARA ALIMENTACION DE EMERGENCIA POR ACUMULADORES:

II.4.7.1 CORTA FALLA DE PODER NORMAL: En el sistema que se muestra en la figura 24, la pérdida de voltaje en la línea de corriente alterna, causará el cierre del contactor de corriente directa y el suministro de poder al inversor.

Al mismo tiempo de cierre del contactor DC, opera el interruptor de transferencia

para transferir la carga hacia el suministro del inversor. Este sistema es adecuado para iluminación, circuitos de señales, sistemas de radio, y otras cargas las cuales puedan tolerar la corta falla de poder.

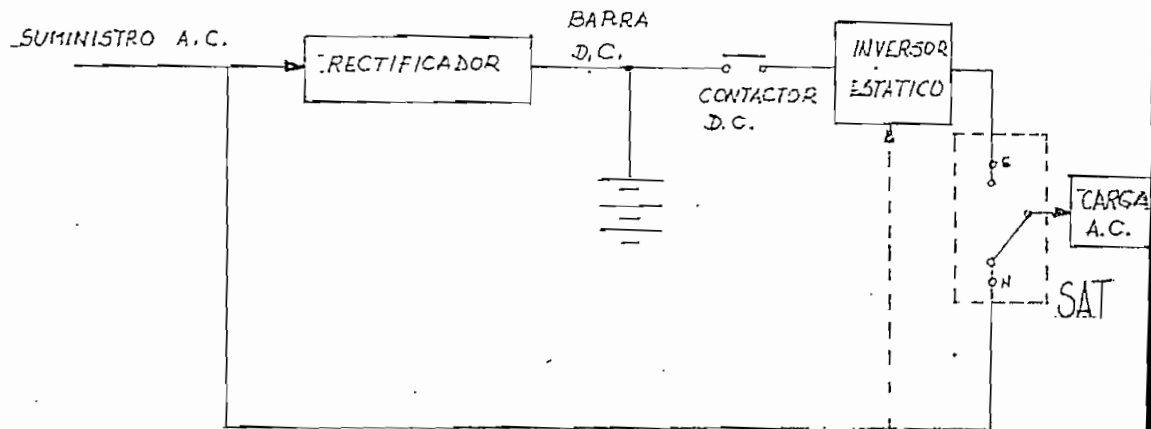


figura 24

II.4.7.2 ALIMENTACION DE EMERGENCIA ININTERRUMPIBLE:

- a. Sistema no redundante: para cargas, que requieren de un poder de corriente alterna ininterrumpible, generalmente los sistemas que más se utilizan son los formados por un rectificador, una batería y un inversor. Estos sistemas son disponibles en tamaños que van desde 250 VA, hasta algunos miles de KVA.

Un típico diagrama lineal de estos sistemas es mostrado en la figura 25:

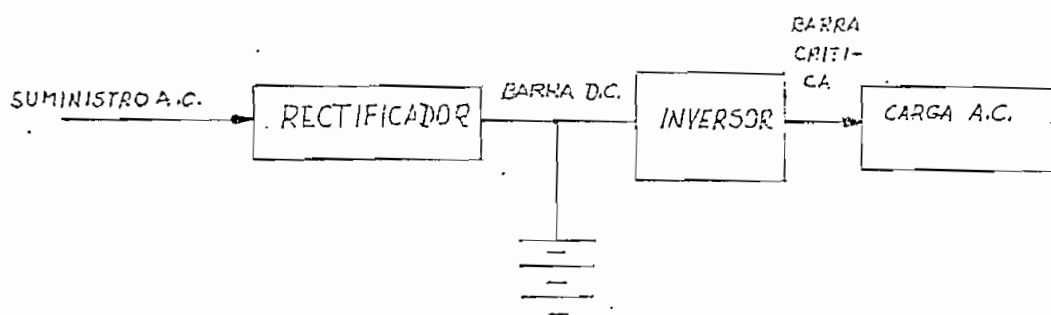


figura 25

Durante la operación normal, el poder principal y el suministro de poder - rectificado va al inversor y también para la carga de la batería que está puesta en la barra de corriente directa y que es mantenida completamente - cargada. El inversor convierte el poder de la batería, de continuo a al - terno, para que sea usado por las car - gas críticas. El inversor solo gobier - na las características de la corrien - te alterna de salida y cualquier fluc - tuación de voltaje o frecuencia o - transitorios que se presenten en el - sistema de poder normal, están comple

tamente aislados de la carga crítica.

Una vez restaurado el poder principal la sección del rectificador nuevamente reanudará la alimentación de poder al inversor y simultáneamente comenzará a recargar la batería.

Los sistemas estáticos como el descrito, proveen:

1. Preciso poder ininterrumpible,
2. Bajo mantenimiento,
3. Fácil instalación, sin bases especiales necesarias,
4. Alta eficiencia, en los aparatos estáticos de conversión,
5. Buena performance, frecuencia inafectable por cambios en la carga excelente regulación de voltaje y respuestas rápidas a los transitorios.

El sistema presentado en la figura 25 tiene la ventaja de la simplicidad y, el bajo costo; sin embargo, estos sistemas presentan las desventajas de disturbios en la barra crítica en el caso de una falla en el inversor. Es

ta desventaja puede ser superada mediante el uso de un sistema redundante, como el mostrado en la figura 26.

- b. Sistema redundante: en el sistema redundante, cada mitad del sistema tiene un valor igual a los requerimientos de la carga crítica.

Los elementos básicos de poder (rectificadores, inversor, e interruptor) están duplicados, pero esto no implica el hecho de tener que duplicar también el sistema de batería, debido a su alta confiabilidad inherente que posee. Ciertos elementos de control tales como oscilador de frecuencia pueden también ser duplicados.

Los interruptores estáticos aíslan al inversor defectuoso de la barra crítica y previene fallas iniciales de arranque que puedan perjudicar al inversor que se halla disponible. Grandes sistemas que requieran múltiples rectificadores/inversores para manejar los requerimientos de la carga, requerirán de un rectificador/inversor adicional para dar redundancia.

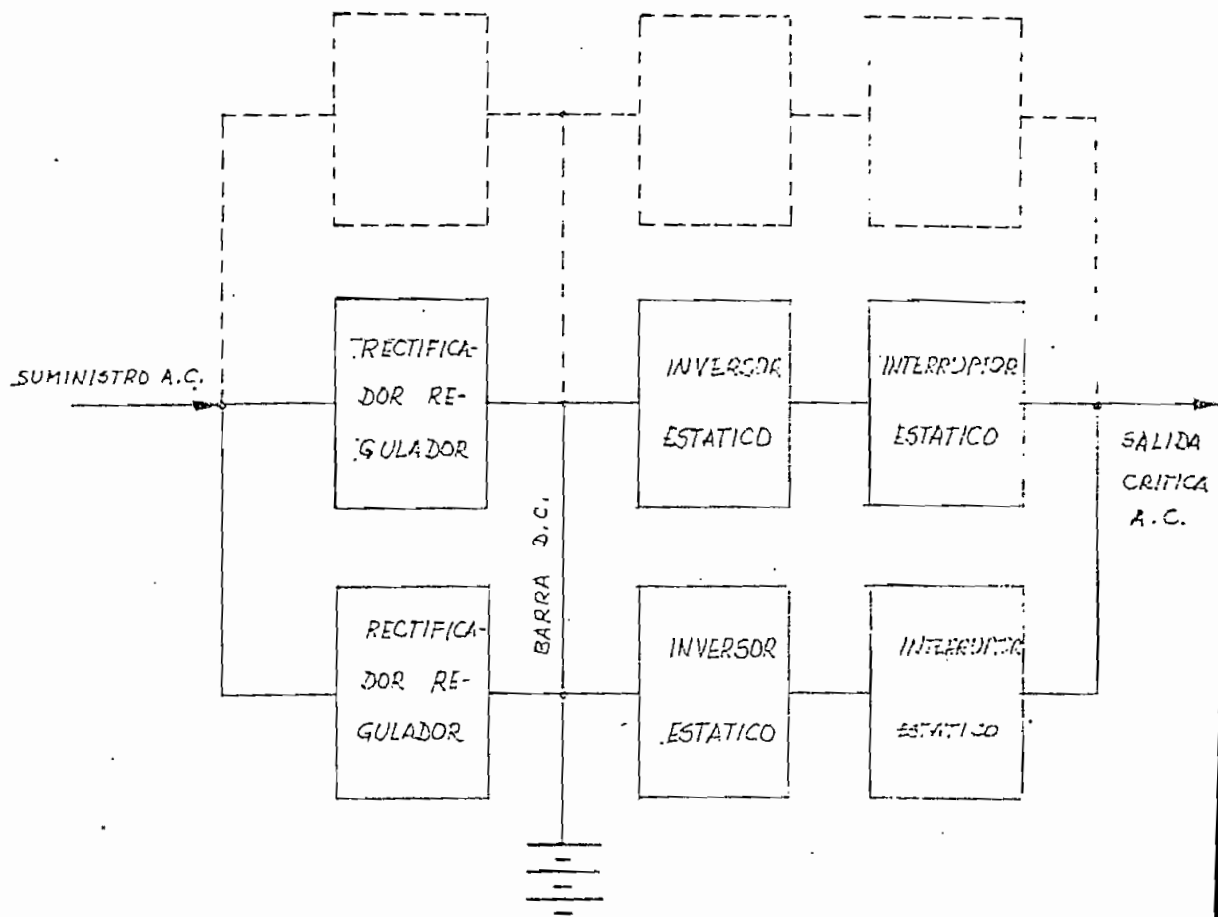


figura 26

El costo de un sistema redundante es aproximadamente $(N + 1)/N$ más alto - que para un sistema no redundante, - donde N es el número de partes requeridas para un sistema no redundante.

- c. Sistema con By-Pass estático: una alternativa para incrementar en su totalidad la confiabilidad de un sistema.

tema, es el uso de un By-Pass estático alrededor del inversor defectuoso. Se puede ver en la figura 27, que nos presenta un sistema ininterrumpible no redundante con un interruptor By-Pass estático:

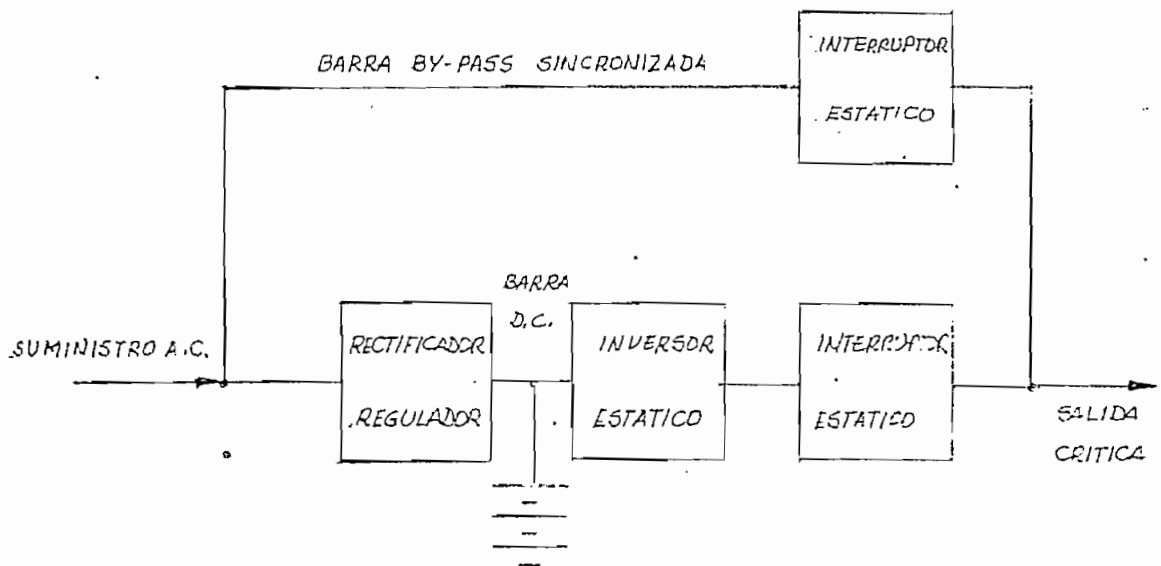


figura 27

Cuando una falla en el inversor es sentida, la carga crítica puede ser transferida al circuito By-Pass en menos de 5 milisegundos. El By-Pass estático suma cerca del 20% al costo de un sistema redundante, pero es 8 o 10 veces más confiable.

d. Sistemas en paralelo:

d.1 Redundante: la figura 28, muestra un sistema paralelo: suministrando poder ininterrumpible redundante en paralelo. La confiabilidad es una consideración suprema dentro de estos sistemas. Sensores en estado sólido e interruptores estáticos, no mostrados, son instalados para limpiar un inversor de mal funcionamiento sin efecto en la carga crítica (computadores).

d.2 No Redundante: la figura 29, muestra un sistema de suministro ininterrumpible de poder no redundante paralelo, con un interruptor estático de By-Pass. La instalación consiste de dos sistemas discretos, sirviendo a dos computadoras. Un sincronizado interruptor estático By-Pass, protege cada carga en el caso de falla en el inversor.

En caso de pérdida de voltaje en uno de los dos computadores, el interruptor estático de transferencia, operará para reestabilizar el voltaje en - menos que $1/4$ de ciclo, rapidez suficiente para ser considerada como poder continuo para muchas cargas.

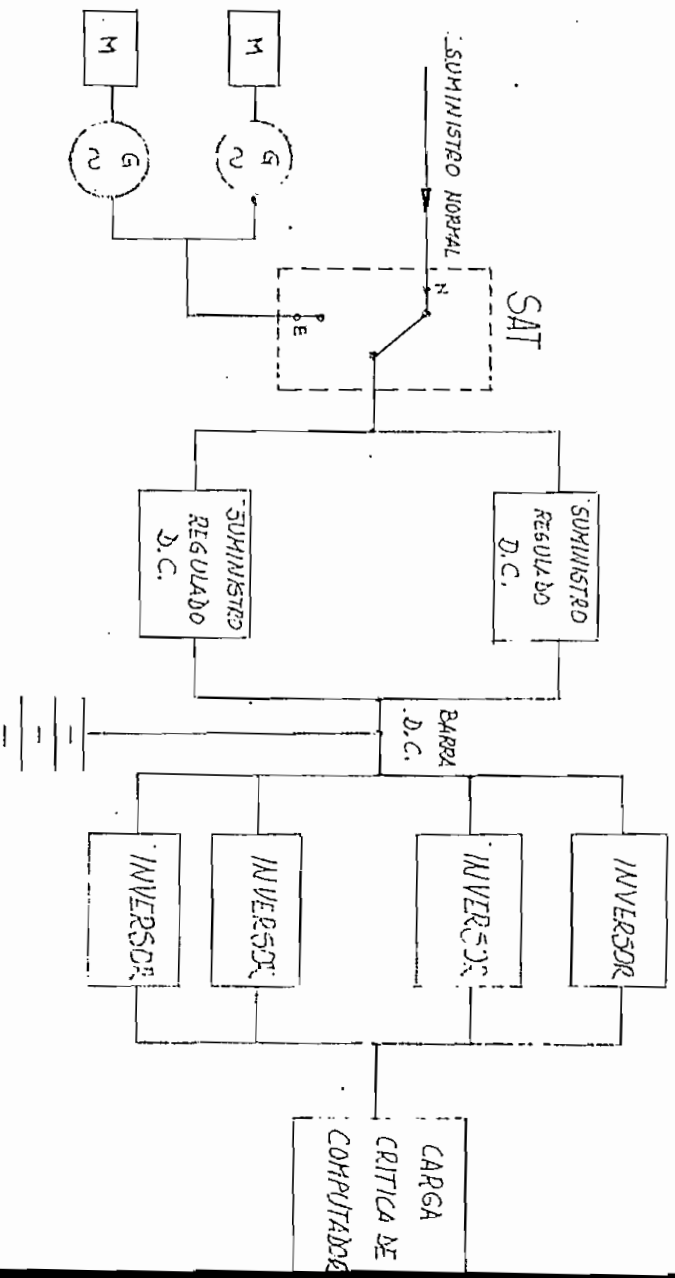


figura 28

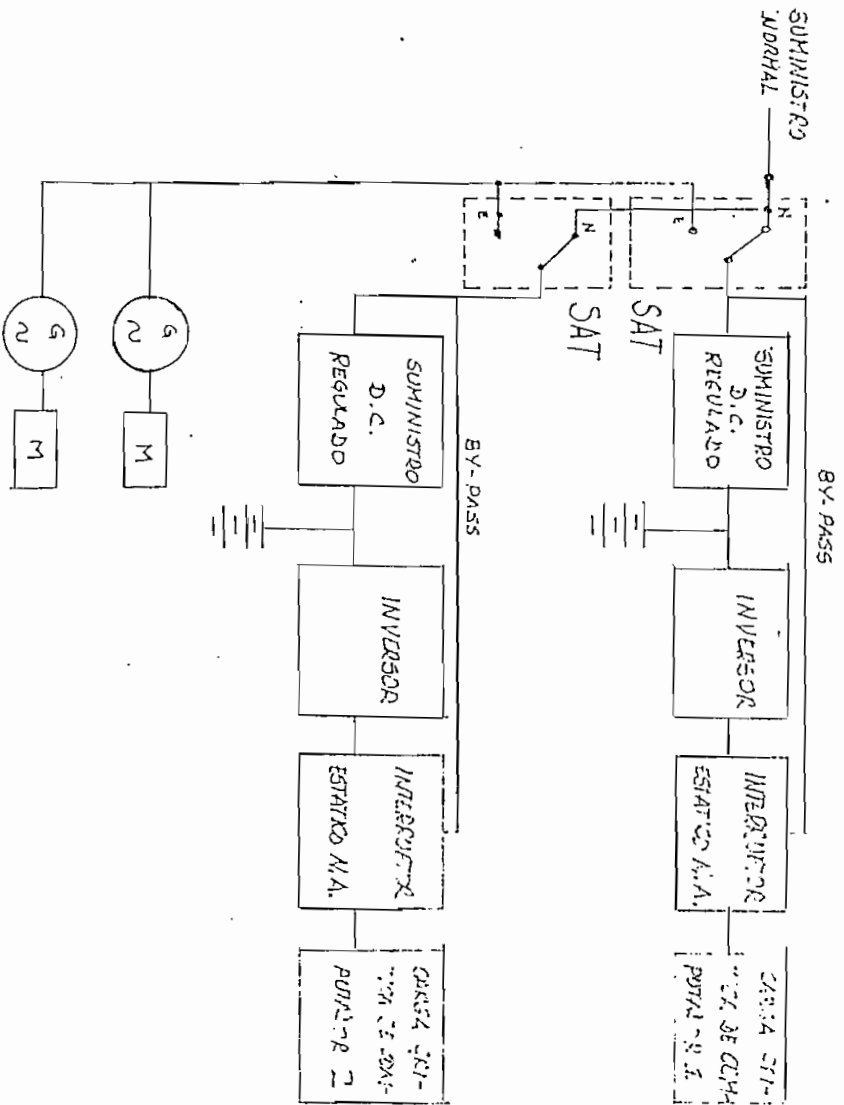


figura 29

- e. Combinación de elementos estáticos y rotativos:
- e.1 Una combinación de elementos estáticos batería y elementos rotativos para dar un sistema de suministro de poder ininterrumpible se ha logrado en la figura 30:

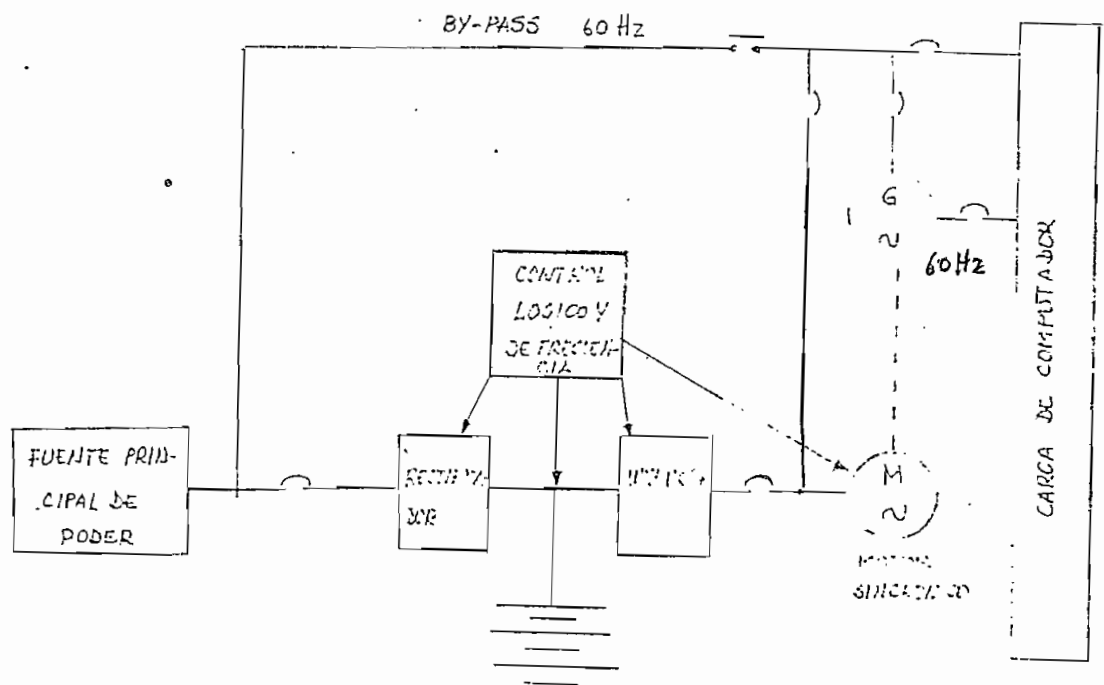


figura 30

En operación normal, el rectificador - es suplido desde la fuente principal - de poder y la batería es puesta en la línea para su carga.

El rectificador de estado sólido está supliendo poder de corriente directa al inversor y está, también, manteniendo las baterías en su carga adecuada. El generador suple poder a la carga, - pudiendo ser una unidad comercial standard. No se usa volante de inercia en este sistema.

Durante una falla en la acometida o - fuente de poder normal, la alta capacidad de las baterías suplen poder de corrriente directa a el inversor. La frecuencia del inversor controla, la frecuencia del motor sincrónico con un - + 0.1% del valor standard, mientras la batería está manteniendo el sistema. - Estos sistemas muestran buena estabilidad de frecuencia y voltaje bajo carga

e.2 Un típico arreglo de una fuente de poder principal, una fuente de motor generador y una fuente de poder de baterías muestra la figura 31:

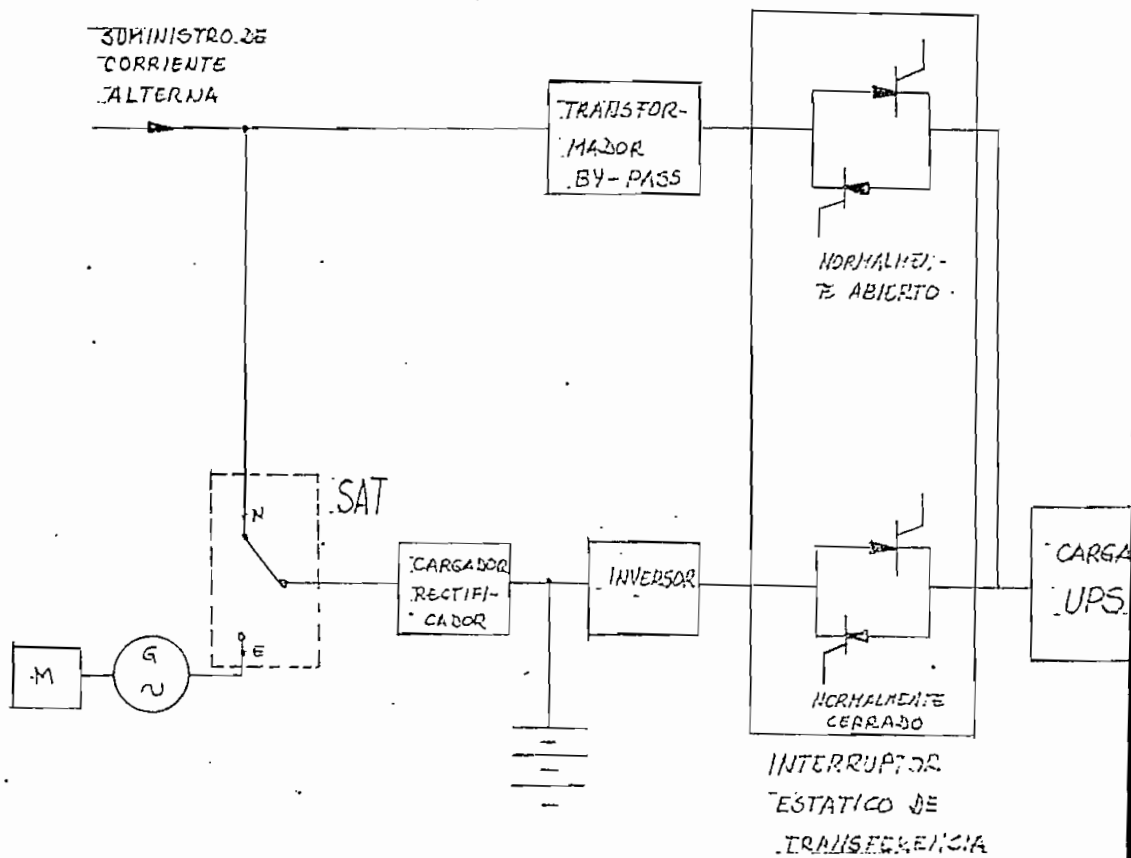


figura 31

Durante una interrupción del poder normal, el suministro de poder ininterrumpible de los elementos estáticos proveen continuidad de poder para las cargas críticas seleccionadas. Un relé con retardo de tiempo previene el arranque inmediato del motor generador. Desde

pués del tiempo de retardo el motor generador arranca automáticamente y cuando estabiliza el voltaje, el interruptor de transferencia automática, conecta la carga que necesita poder ininterrumpible.

La carga es normalmente servida por el inversor inicialmente, pero si el equipo de suministro ininterrumpible de poder falla, ocurriría la inmediata transferencia de la carga hacia la fuente - By-Pass.

II.4.8 SELECCION DE BATERIAS: Como sabemos los inversores requieren un mínimo de voltaje DC, para realizar la conmutación, y este mínimo requerido es usualmente del 75 a 80 por ciento del valor nominal. Típicos valores de placa de un inversor son: 105 a 140 voltios DC de entrada, 120 voltios AC de salida. Estos valores deberán considerarse cuando se seleccionan equipos de baterías para sistemas de suministro ininterrumpible de poder.

II.4.8.1 DIMENSIONAMIENTO: Las baterías son dimensionadas para soportar las cargas críticas, hasta que:

1. La carga crítica pueda ser desconectada en una manera ordenada, o
2. ocurra el retorno del poder principal o una fuente alterna de poder Stand-By, - pueda ser arrancada y conectada.

Baterías típicas podrían soportar 5, 15, o 30 minutos. Ya para rangos de tiempo más largos, habrá que pensar en alternativa de poder como: motores o turbinas generadores de poder Stand-By.

Como dijimos anteriormente, las baterías que se utilizan son las del tipo, plomo-ácido o tipo Níquel-cadmio. Cada tipo tiene sus ventajas y desventajas, algunas de las cuales se nombrarán a continuación, en la siguiente tabla:

<u>Tipò de batería</u>	<u>Composición</u>	<u>Características típicas</u>
Plomo-antimonio:	Plomo y placas plomo y antimonio; electrolito el ácido sulfúrico	Vida aproximada 14-18 años a 77°farenheit, con rangos de operación desde 10°F a 110°F Decrece la capacidad con el decrecimiento de temperatura. Requiere periódicas igualadas de carga. Más bajo en costo inicial.

<u>Tipo de batería</u>	<u>Composición</u>	<u>Características Típicas</u>
Plomo-Calcio	Plomo y placas plomo calcio; electrolito el ácido sulfúrico.	Vida aproximada 20-30 años; rangos de temperatura iguales a los de plomo-antimonio; no requiere igualadas periódicas de carga si se mantiene entre 2.2 y 2.5 voltios por celdas Su costo aproximado es de 15% más que la de plomo antimonio.
Níquel-Cadmio	Cadmio y placas de óxido de níquel; electrolito el hidróxido de potasio.	Vida mayor 25 años; mejora su capacidad a baja temperatura. Pocos gases cuando carga. Costo más elevado que los anteriores. Requiere periódicas igualadas de carga.

Las baterías dan un mayor amperaje-hora en rangos de temperatura cerca de 77°F.

II.4.8.2 CAPACIDAD DEL CARGADOR DE BATERIA: La carga de la batería, es una parte muy importante dentro de un sistema de poder de emergencia.

Una fórmula general para dimensionar el cargador de la batería para un sistema inversor sería la siguiente:

$$\text{Cargador de batería (Amperios)} = \frac{\text{Salida del inversor (VA)} \times 100}{\text{Voltaje de entrada} \times \text{eficiencia de conversión}}$$

$$\times \frac{1.15 \times \text{capacidad de banco de baterías}}{\text{tiempo deseado de recarga (horas)}}$$

La capacidad del banco de baterías en Amperio-hora.

La salida del cargador de baterías tendrá sus conexiones de acuerdo a condiciones de altura y temperatura.

II.4.8.3 CAPACIDAD DE BATERIAS: Para determinar la capacidad de la batería a seleccionarse para la alimentación de ciertas cargas críticas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A \times h = A_1 \times t_1 + A_2 \times t_2 + \dots + A_n \times t_n$$

Donde: A x h = capacidad amperios-hora

A = carga en amperios.

T = tiempo en horas.

Todos los sistemas que han sido expuestos -

hasta ahora, pueden ser combinados y de acuerdo al ingenio del diseñador mejorados, para lograr una mejor confiabilidad y seguridad en su funcionamiento. Pueden lograrse, en base, a estas combinaciones muy sofisticados sistemas.

II.4.9. DIVERSAS FORMAS DE COMBINAR SOLUCIONES: En una serie de figuras, a continuación, exponemos algunos diseños que combinan las soluciones expuestas hasta ahora:

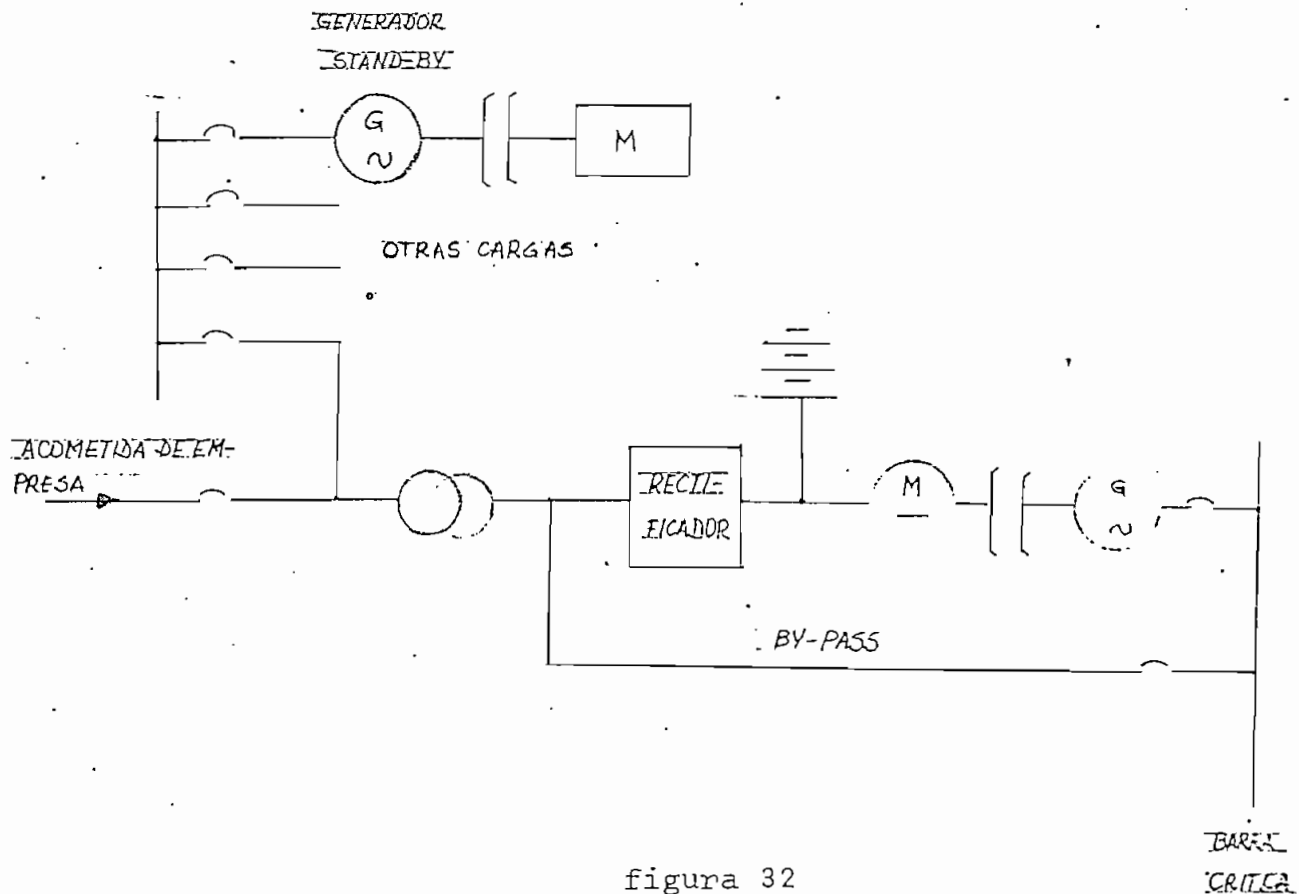
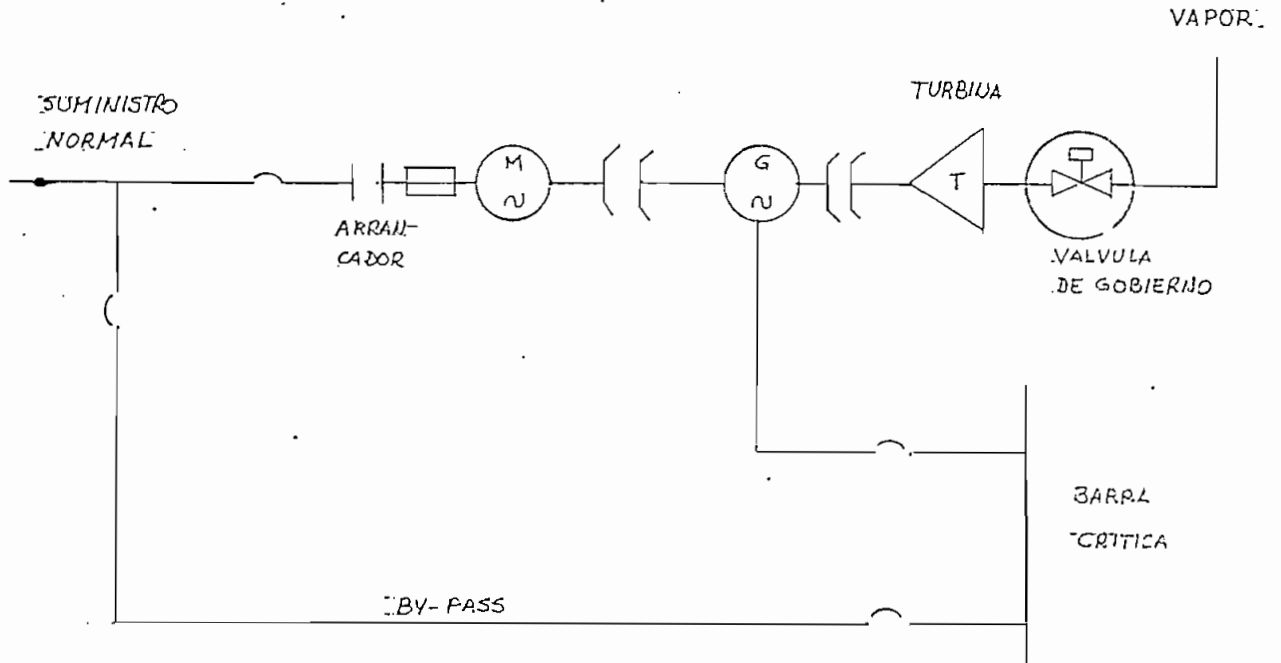
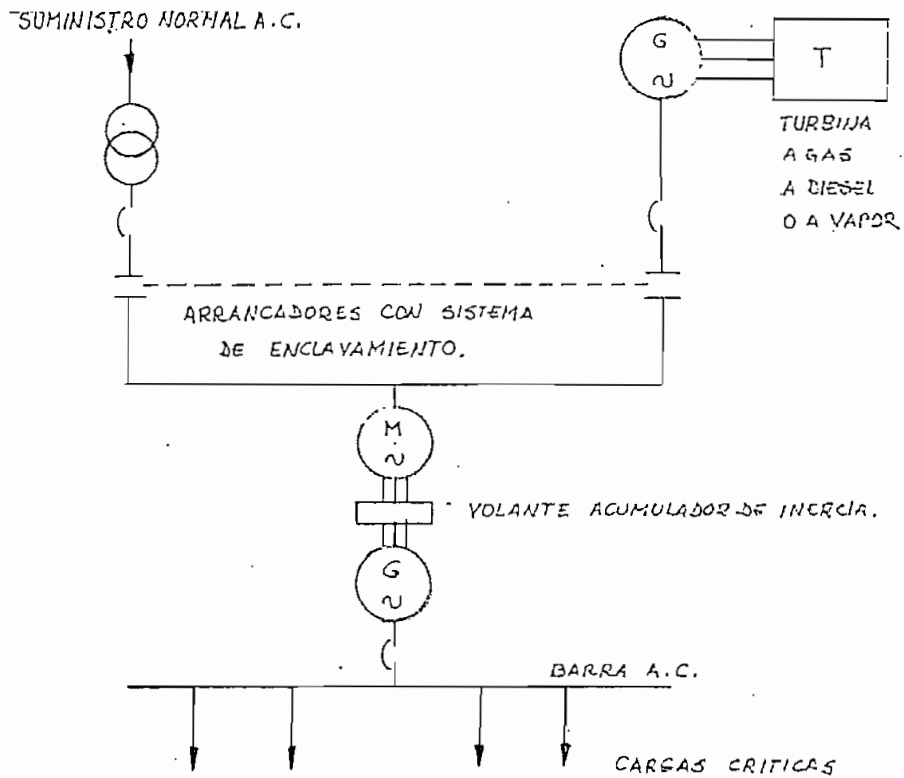


figura 32

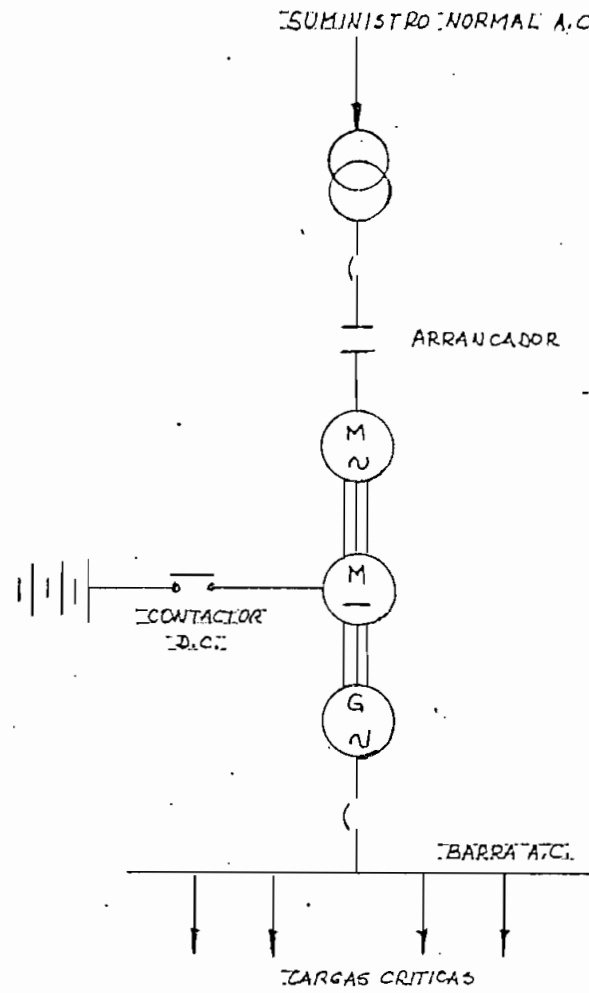
BARRA
CRITICA



Sistema de poder de emergencia mediante Turbina de vapor.
figura 33



UPS electromecánico, para largo tiempo de disturbio
figura 34



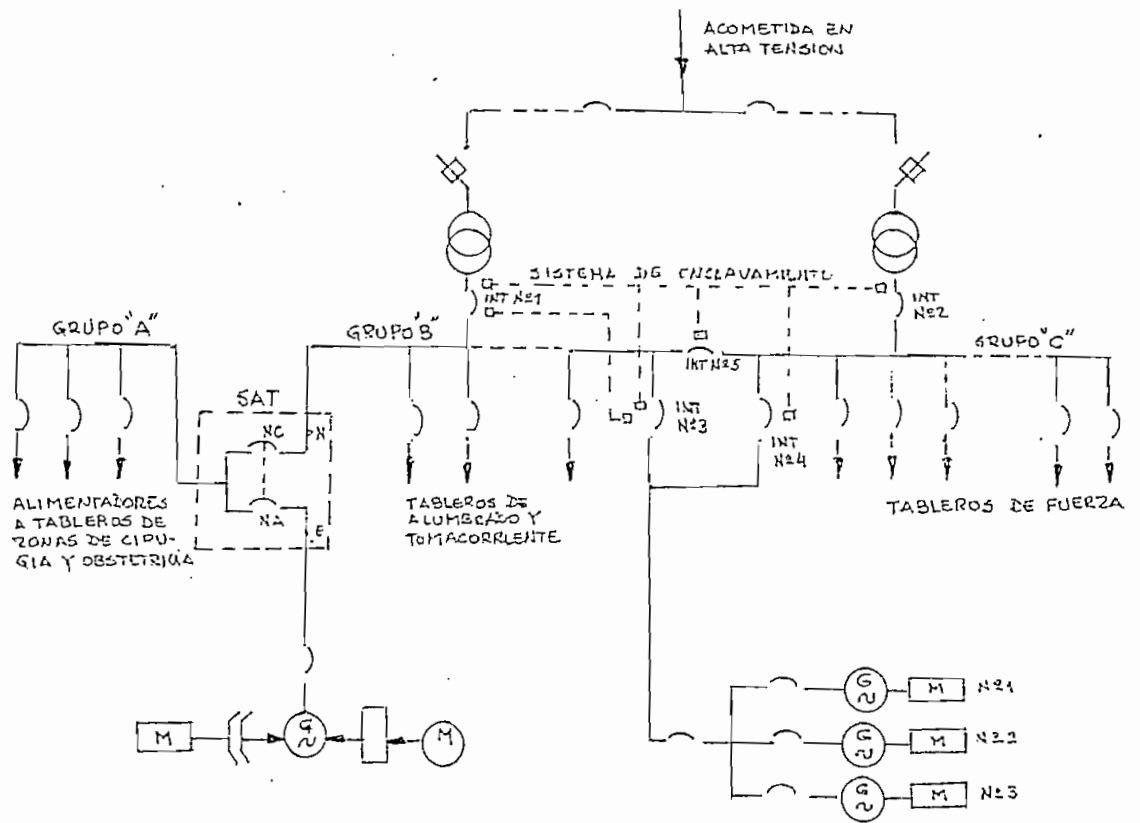
UPS electromecánico, para tiempos medio de falla.

figura 35

Donde: UPS = Sistema ininterrumpible de poder.

II.4.10. ESQUEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA EN UN HOSPITAL: A continuación, a manera de ilustración,

tracción y como un ejemplo práctico y rápido presentaremos un esquema de una instalación típica para hospitales, en el cual se aplican los principios mencionados en este capítulo.



Alimentación de emergencia para hospitales

figura 36

X- INDICA INTERRUPTOR CERRADO

MANIOBRAS NECESARIAS

Nº INTERRUPTORES	1	2	3	4	5
1	X	X			
2	X		X		
3	X	X		X	
4	X				X
5					
6		X	X		

MANIOBRAS PROHIBIDAS

Nº INTERRUPTORES	1	2	3	4	5
1	X	X			
2	X		X		
3	X	X		X	
4	X			X	X
5	X	X	X	X	

II.5 OTRAS SOLUCIONES

Conforme ha ido avanzando la técnica y las diversas sofisticaciones en muchos diseños realizados con miras a la obtención de energía eléctrica, se han presentado y se seguirán presentando otras y muchas alternativas a los sistemas de alimentación de emergencia.

Estas alternativas nuevas si bien no tienen aplicación inmediata, sin embargo con el tiempo estarán disponibles como soluciones prácticas. Algunas de estas soluciones para futuras aplicaciones son:

1. Células combustibles que convierten la energía química directamente en energía eléctrica:

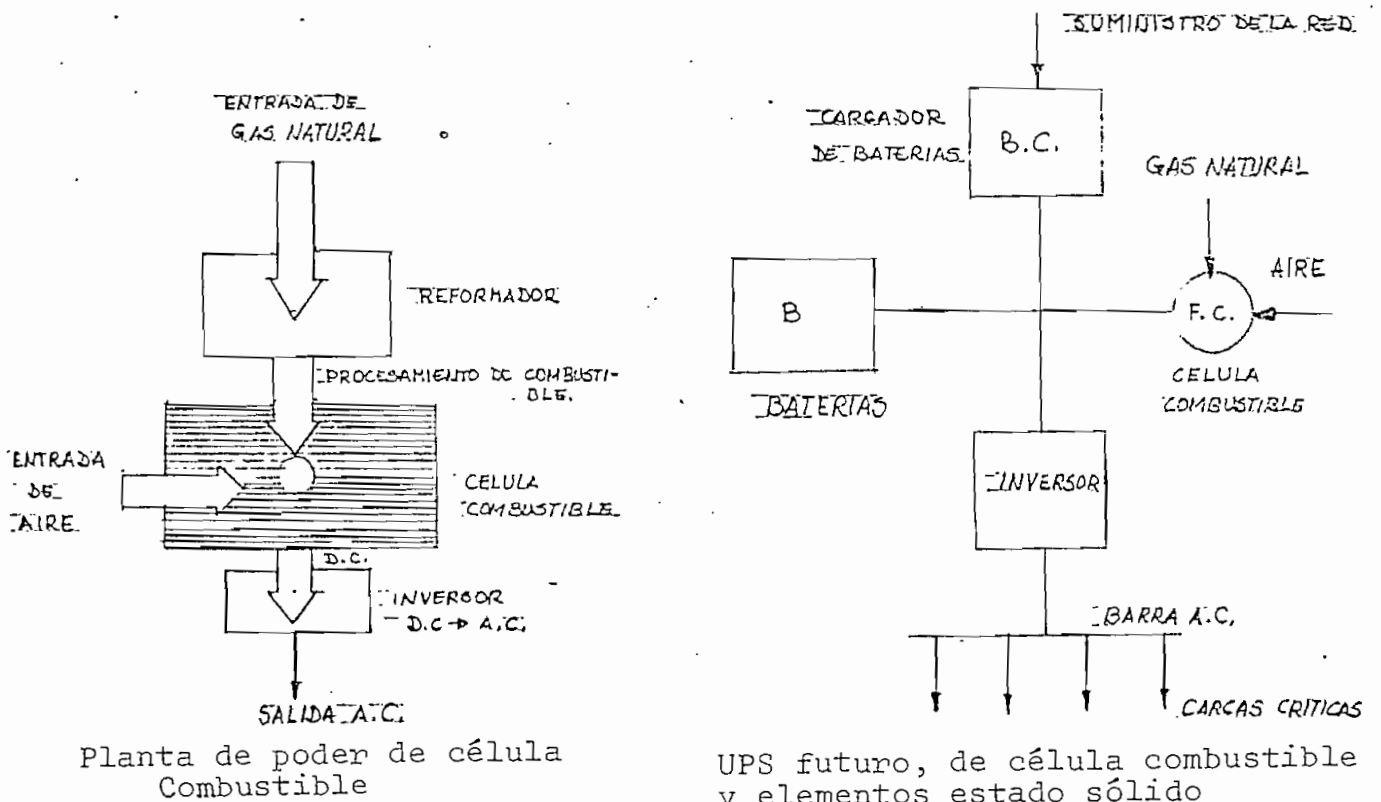


figura 37

2. Células radiantes y solares que convierten energía radiante en energía eléctrica.
3. Luminiscencia química tratada para convertir energía en luz.
4. Generadores de poder nuclear.
5. Termocuplas que convierten calor en energía eléctrica.
6. Radio isótopos que excitan paneles químicos para producir iluminación.

Todos estos sistemas tendrán su aplicación, dentro de alimentación de emergencia, encuadrándose dentro de los requisitos y exigencias de la carga a servirse, en cada caso particular.

C A P I T U L O I I I

TRANSFERENCIA DE CARGA

Dentro de este capítulo enfocaremos las alternativas que se presentan para realizar la transferencia de la carga, dentro de un sistema de alimentación de emergencia. La forma más simple de realizar esta transferencia es la que se ejecuta por medios manuales, pero la de más confiabilidad y rendimiento es la hecha a través de sistemas automáticos.

A continuación se tratará lo relacionado con la protección del sistema destinado a dar alimentación de emergencia, tanto en la forma de conectar los neutros existentes dentro de la instalación, así como la necesaria puesta a tierra de partes consideradas como peligrosas para desarrollar ciertos potenciales, que podrían perjudicar al personal de operación o mantenimiento.

III.1 FORMA MANUAL

Basándose en los requerimientos propios de la carga a alimentarse, puede ser adoptada como una solución adecuada este tipo de transferencia, hacia los grupos de alimentación de emergencia.

Por lo general, en cargas que permitan o toleren tiempos determinados de falta de energía sin sufrir

daño alguno, puede ser realizada su alimentación de emergencia a través de interruptores de operación manual.

Este tipo de transferencia de carga es el más simple y el de más bajo costo y es utilizado satisfactoriamente donde el arranque automático y la transferencia de carga no es requerimiento crítico.

Los elementos utilizados para realizar la transferencia manual (interruptores de transferencia), deben presentar un fácil acceso en todo momento, así como suficiente protección al personal que lo operará.

III.1.1. INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA: los interruptores de transferencia, son equipos cuya función es transferir una carga a un sistema desde una fuente de alimentación a otra, tienen por lo general las protecciones incorporadas, y son muy utilizados en sistemas de emergencia para transferir carga del sistema normal, cuando este falla, hacia el de emergencia o auxiliar, pudiendo hacerse esta operación de una forma manual o automática. Para su plena identificación y aplicación, debe definirse claramente en los interruptores de transferencia, su capa-

cidad nominal, voltaje o tensión nominal su capacidad de interrupción y condiciones para la transferencia y la retransferencia.

Son frecuentemente utilizados dentro de una transferencia manual a realizarse, - los llamados interruptores de seguridad de tipo navaja de doble tiro. Existiendo diseños con portafusibles y sin ellos.

III.2 FORMA AUTOMATICA

En determinados lugares, tales como hospitales, fábricas, bancos, etc., en los cuales se requiere mantener un servicio de energía eléctrica en forma continua y segura, son utilizados grupos de emergencia para operar en ausencia de la alimentación normal. - Estos grupos pueden ser operados mediante conmutadores manuales en instalaciones de poca importancia o con tableros de transferencia automática en instalaciones importantes donde el arranque y la transferencia de la carga adquieren necesidades críticas.

En la práctica el tiempo de transferencia (en sistemas automáticos) se ha logrado reducir a pocos segundos, siendo el indispensable para arrancar el motor y producir la operación de los contactores.

III.2.1. ELEMENTOS PARA LA TRANSFERENCIA AUTOMATICA: Para ordenar que un equipo motor generador provea poder automático de emergencia, el sistema deberá incluir también controles de arranque automático del motor de arrastre, cargador automático de la batería, y un sistema de transferencia automático para la carga. El sistema de suministro normal será el de la red y la alimentación de emergencia estará proporcionada por el equipo motor generador, el

cual será ordenado arrancar automáticamente, una vez que se haya detectado en monitores la falla existente en el suministro de alimentación normal. La transferencia automática de la carga será realizada tan pronto como el generador Stand-By haya logrado su voltaje y velocidad de trabajo. Una vez restaurado el servicio de la red el aparato de transferencia automática retransferirá la carga a la red y se iniciará el inmediato apagado del generador de emergencia.

III.2.2. TRANSFERENCIA EN DOBLE ACOMETIDA: un equipo de conexión automática puede estar constituido por dos breakers entrelazados como muestra la figura 38:

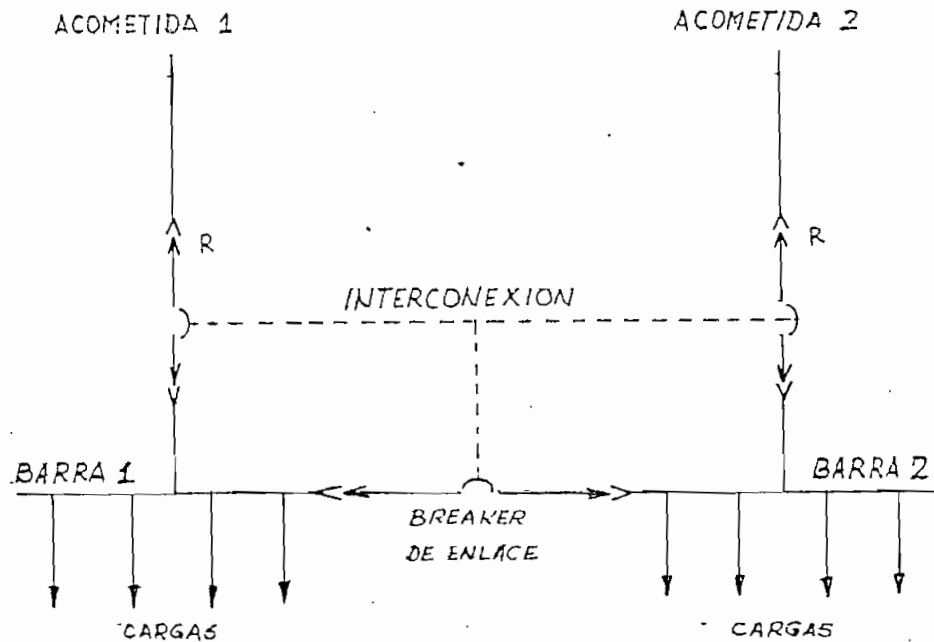


figura 38

Los breakers son generalmente usados para conexiones primarias donde el voltaje excede valores de 600 voltios. Existen otros más caros y más seguros que los que se usan y se los pueden aplicar de acuerdo a las necesidades. Se les proveerá de relés para transferir automáticamente la carga a la fuente de emergencia en caso de que la normal falle y ésto se realizará con el breaker de enlace cerrado, funcionando como una sola barra de alimentación. Mientras que si la carga puede ser tomada desde ambas acometidas, los breakers R estarán cerrados y el breaker de enlace permanecerá abierto, dividiendo de esta forma la barra en dos. Los tres breakers estarán interconectados de modo de permitir solamente permanecer a dos de ellos cerrados simultáneamente, evitando de esta forma interconectar las dos fuentes de acometida. Este arreglo tiene la ventaja de que la transferencia momentánea solamente será sobre la carga suplida por la acometida fallada. Este sistema mostrado en la figura 38 provee solamente protección contra la caída del suministro normal de la red.

III.2.3. REQUERIMIENTOS EN LOS APARATOS DE TRANSFERENCIA: los requerimientos característicos de los aparatos de transferencia deben incluir capacidades para:

1. protegerse contra irrupciones de corriente sin que existan soldaduras,
2. llevar el máximo valor de corriente continuamente sin sobrecalentarse,
3. resistir corrientes de cortocircuito disponibles sin separar sus contactos
4. poder interrumpir las cargas para prevenir descargas entre los dos servicios de acometida.

Habrán que coordinar el funcionamiento adecuado de los interruptores automáticos de transferencia y las protecciones contra sobrecorrientes. Altas corrientes de falla crean fuerzas electromagnéticas dentro de los contactos de los breakers, las cuales ayudan a proveer aperturas rápidas y por lo tanto dan mínimos tiempos de despeje. Sin embargo, los interruptores automáticos de transferencia son diseñados para resistir altas corrientes de falla, utilizando las fuerzas electromagnéticas en forma reversa, para asegurar que los contactos del interruptor de transferencia

cia queden cerrados hasta que la falla - haya sido despejada.

Por estas razones estos interruptores de berán ser seleccionados de acuerdo a su respectivo diseño y al propósito para el que se lo usará.

III.2.4. VALORES DE LOS APARATOS DE TRANSFERENCIA
Aparatos de transferencia de carga son - disponibles en las siguientes formas:

1. interruptores automáticos de transferencia disponibles en valores desde 30 a 3000 amperios, 600 voltios hasta 15 kilovoltios,
2. breakers automáticos de poder, que - consisten en dos o más interruptores los cuales son interconectados mecánicamente y/o eléctricamente,
3. interruptores manuales de transferencia (600 voltios) son disponibles en valores de corriente desde 30 a 200 amperios,
4. interruptores disparados a presión - operados manual o eléctricamente (600 voltios), fusibles o no fusibles, - son disponibles desde 800 a 6000 amperios.

III.2.5. INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE TRANSFERENCIA (SAT): en cualquier sistema de poder de emergencia o Stand-By, la carga de circuitos esenciales para mantenimiento de vida y seguridad de personas y propiedades, deberán ser transferidas automática e inmediatamente una vez ocurrida la falla en la alimentación normal. El único camino realmente confiable para transferir tales cargas a la fuente de emergencia es mediante el uso de interruptores automático de transferencia (SAT) específicamente diseñados para cumplir esta función.

III.2.5.1 TEORIA DE FUNCIONAMIENTO: Estos sistemas de transferencia automática de carga están basados en una teoría bastante simple la cual describiremos a continuación. Sus diagramas o circuitos de mando estarán provistos de suficientes relés que permitan realizar la transferencia de la carga así como el encendido y las condiciones necesarias para que el grupo de emergencia pueda asimilar la misma. De esta forma, el voltaje de la red principal estará controlado mediante un relé de voltaje (RVL), el cual da la orden de operación del circuito de línea. Cuando existe una falla total o parcial del suministro nor-

mal de energía, este relé detecta y ordena el arranque del grupo de emergencia. Un segundo relé de voltaje (RVE) del generador detecta el voltaje correcto de operación y ordena el cierre del contactor del circuito de emergencia. Un relé de tiempo (RT2) controla la entrada de energía del grupo emergente con el fin de evitar que el motor (diesel o a gasolina) tome carga estando frío. Un segundo relé de tiempo (RT1) evita falso retorno de energía de la línea de servicio público dando un tiempo hasta que se estabilice el mismo.

A continuación presentaremos las figuras 39 y 40, que cumplen con los requisitos señalados arriba:

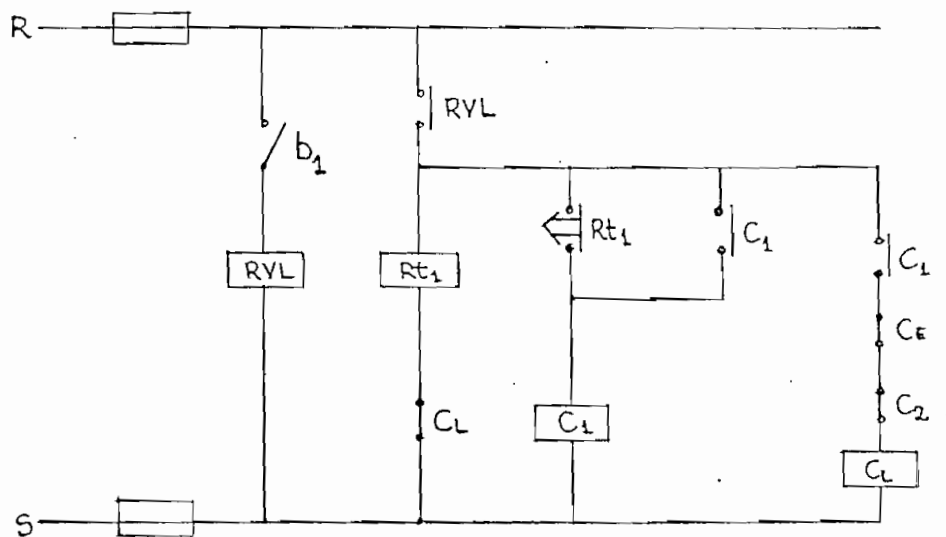


figura 39

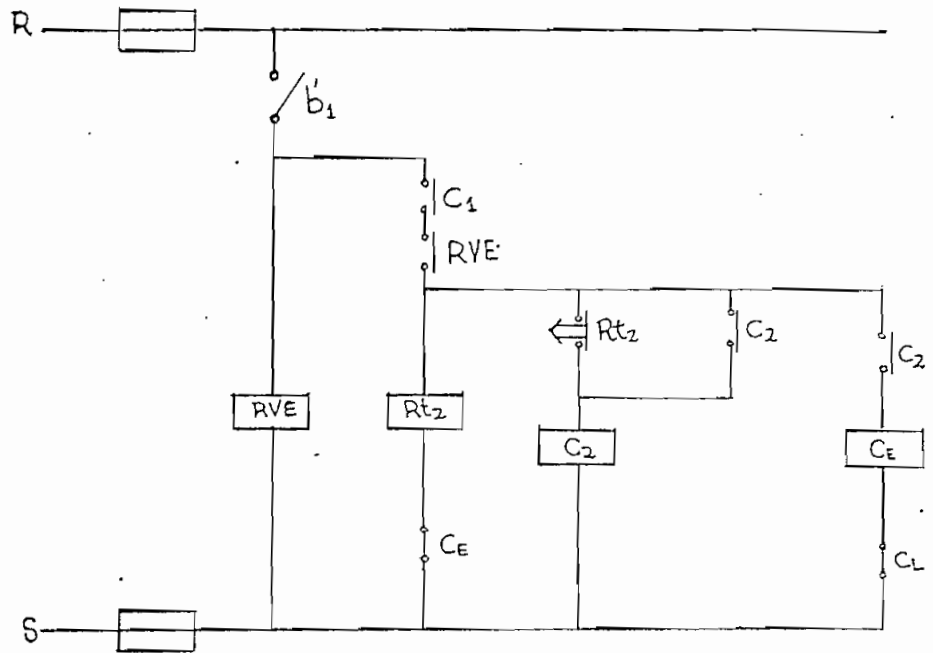


figura 40

El contactor de línea C_1 opera sólo cuando el relé de voltaje (RVL) detecta el voltaje correcto y ordena el cierre del mismo. El contactor de línea C_1 acciona solo después de haber transcurrido un tiempo (t_1) para evitar perturbaciones por falso retorno de energía. El grupo de emergencia arranca inmediatamente en caso de ausencia de servicio público o

falla del mismo. La orden de cierre del contactor de emergencia C_2 viene dada por un relé de voltaje RVE del grupo, que detecta y ordena el cierre del mismo cuando el voltaje es correcto. El cierre del contactor de emergencia se produce solo después de un tiempo t_2 para evitar que el motor del grupo actúe estando frío. Al retorno de la línea, el grupo se apaga y predomina el circuito principal. Los tiempos t_1 y t_2 estarán definidos de acuerdo a las condiciones que se establezcan.

Este diseño y la descripción hecha, es con el único propósito de dar una idea clara sobre el funcionamiento elemental que tienen los interruptores de transferencia automática. De aquí a una aplicación práctica dista mucho ya que los interruptores de transferencia automática, hechos para industrias o centros que lo necesiten son mucho más sofisticados; incluso vienen con sus respectivas protecciones, dando un sistema modular para su adquisición en el mercado.

Como se dijo anteriormente, para poder obtener el interruptor de transferencia a adquirirse habrá que establecer su capaci

dad de interrupción, frecuencia, fases y las condiciones para la transferencia y la retransferencia.

III.2.5.2 TIPOS DE TABLEROS AUTOMATICOS DE TRANSFERENCIA: para dejar sentadas estas últimas ideas presentaremos en las siguientes figuras tableros automáticos de transferencia que son fabricados y pueden encontrárselos para su adquisición dentro del mercado:

Vienen estos diseños en caja Nema 1 y se los puede hallar tanto para N/S neutro sólido, como para SWN neutro sólido interrumpido.

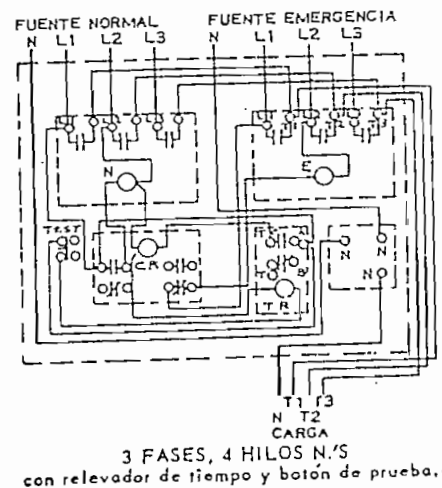
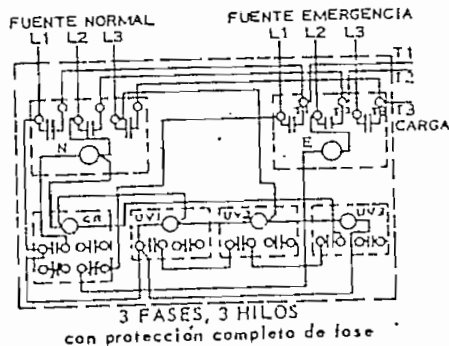
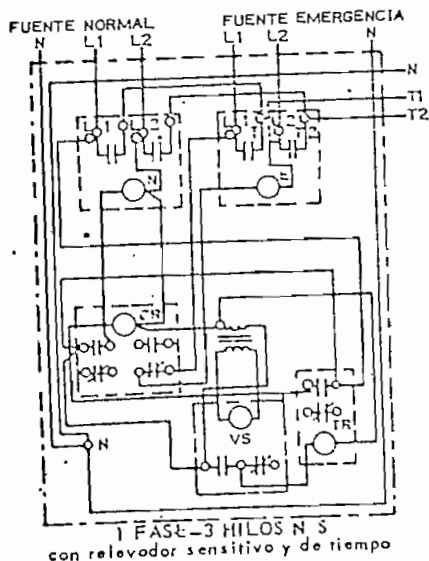
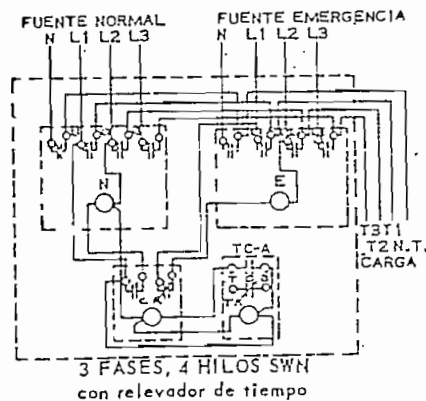
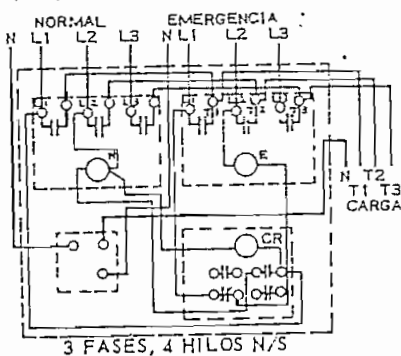
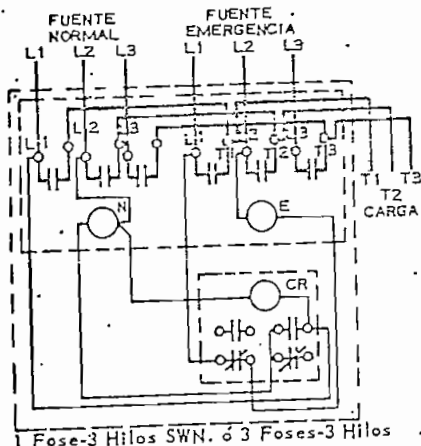
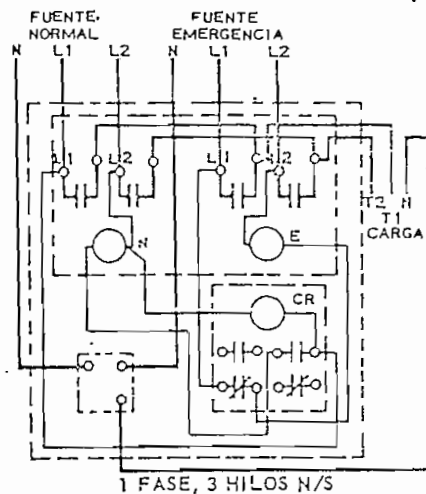
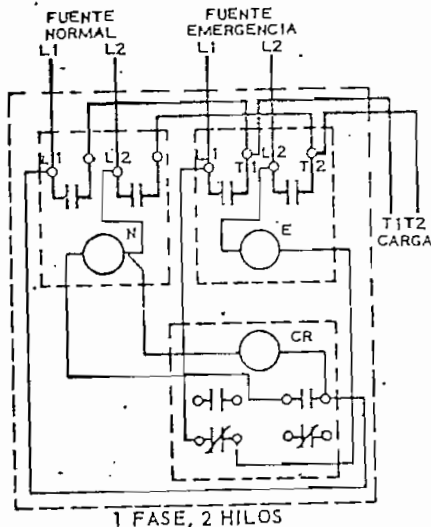
TABLEROS AUTOMATICOS DE TRANSFERENCIA

DIAGRAMAS DE CONEXIONES



N-CONTACTOR NORMAL
 E-CONTACTOR EMERGENCIA
 CR-RELEVADOR DE CONTROL
 TR-RELEVADOR DE TIEMPO

NOTA: CUANDO USE SISTEMA DE 1 FASE-3 HILOS CONECTE EL HILO NEUTRO A L3 y T3.



III.2.5.3 PRUEBAS A REALIZARSE: Las pruebas deberán pasar los interruptores de transferencia automática, están enlistadas dentro de U.L. (Underwrites Laboratories) que las clasifican dentro de sus numerales y párrafos. Entre ellos tenemos, párrafos (25.10-B del UL 1800) que señalan las mínimas corrientes de cortocircuito que el interruptor de transferencia resistirá, hasta que el equipo de protección contra sobrecorrientes abra:

Valores de interruptor y corrientes de cortocircuito:

Valor nominal de interruptor	Amperios de corriente
100 amperios o menos	5000
101 - 400 amperios	10000
401 y mayores	20 veces el valor pero no menos que 10000 amperios.

Las corrientes en lista, son corrientes alternas en amperios RMS basados en una frecuencia de 60 Hz. El tiempo que deberá resistir el interruptor de transferencia, la corriente de cortocircuito es el tiempo de

despeje que posee el equipo de protección contra sobrecorriente usado en el caso. - Por lo general este tiempo es muy pequeño (muchas veces de fracciones de ciclo) y - para una buena coordinación del aparato de protección contra sobrecorriente y el interruptor de transferencia que irán conectados en serie, se determina un valor de corriente mayor de 125% en el equipo de protección contra sobrecorrientes al valor del interruptor, en amperios.

Una consideración importante, a tomarse en cuenta, para la determinación de un interruptor automático de transferencia son los valores de resistencia de la presión térmica (I^2xt) (amperios² x segundos) ó calor) que deberá tener el mismo.

Si la energía térmica ($I^2 \times t$) producida por la corriente durante un período de tiempo específico excede la capacidad térmica del interruptor de transferencia, éste puede dañarse y hasta llegar a su destrucción. De aquí la importancia de determinar cuidadosamente los factores que permitirán temperaturas mayores a las permitidas por el interruptor de transferencia.

La casa constructora deberá incluir en sus catálogos información completa acerca de pruebas hechas para: magnitud de la corriente de cortocircuito en amperios rms simétricos, relación X/R y voltaje en el cual están basados los valores de resistencia del interruptor de transferencia.

III.2.5.4 COORDINACION CON LOS APARATOS DE PROTECCION: Cuando se usan fusibles limitantes de corriente, como protección, con los interruptores de transferencia automática, habrá que añadir a los datos obtenidos por las pruebas de resistencia, valores de la máxima corriente pico instantánea (I_p) y su energía térmica I^2xt asociada, con las recomendaciones de la clase de fusible a usarse. El diseñador puede entonces coordinar, adecuadamente, los valores del interruptor de transferencia con cualquier fusible que se usaría dentro de la instalación.

Cuando se usan breakers con interruptores de transferencia automáticos, para la protección contra sobrecorrientes, habrá que añadir a los datos obtenidos por las pruebas de resistencias; valores de la magnitud de la corriente de corto circuito, la

cual pueda resistir en forma segura el interruptor de transferencia, basada en una unidad instantánea de disparo con un tiempo de despeje específico. Cuando el tiempo de despeje del breaker excede el valor de disparo instantáneo, las magnitudes de corrientes de cortocircuito recomendadas, por su seguridad, para períodos largos de despeje, deben ser consideradas.

El interruptor de transferencia es el corazón de los sistemas de emergencia y debido a su costo hay que tener cuidado en su adquisición, ya que no es un equipo. - que luego de comprado, se lo pueda dese - char. En este aspecto se diferencia de - los fusibles o de los breakers (equipo de protección para el sistema) y por lo tanto es indispensable que los elementos del interruptor de transferencia, tales como los contactos estacionarios y móviles, - sean fácilmente accesibles para la inspec - ción y mantenimiento si es que lo necesi - tan. Los By-Pass o interruptores de ais - lamiento son a veces instalados para con - veniencia y seguridad en el servicio de - interruptores automáticos de transferen - cia.

III.2.5.5 INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA MULTIPLES:
Los autores recomiendan instalaciones de interruptores de transferencia múltiple, como los mostrados en la figura 41, para ser considerados en todos los edificios - institucionales y comerciales, particularmente en edificios que tengan numerosos - pisos. En caso de que ocurra una falla - en el lado de la carga del interruptor de transferencia, solamente una pequeña parte del sistema de emergencia se afecta. - De esta manera se reducirán causas de pánicos, injurias o pérdidas de vida. Por tanto, el uso de un solo interruptor automático de transferencia para proveer poder de emergencia no es recomendado. Si durante una prolongada salida del sistema normal de poder pudiese ocurrir una falla del lado de la carga del interruptor de transferencia, el breaker principal - del generador puede dispararse, quedando de esta forma todo el edificio sin poder de emergencia.

La transferencia de la fuente normal a la de emergencia, generalmente, se hace a 50% del voltaje nominal. Mientras que la - transferencia de la fuente de emergencia a la normal, se efectúa a 80% del voltaje

nominal aproximadamente, Si se desea transferencia en valores determinados de voltaje, habrá que usarse relevadores sensitivos, para el propósito.

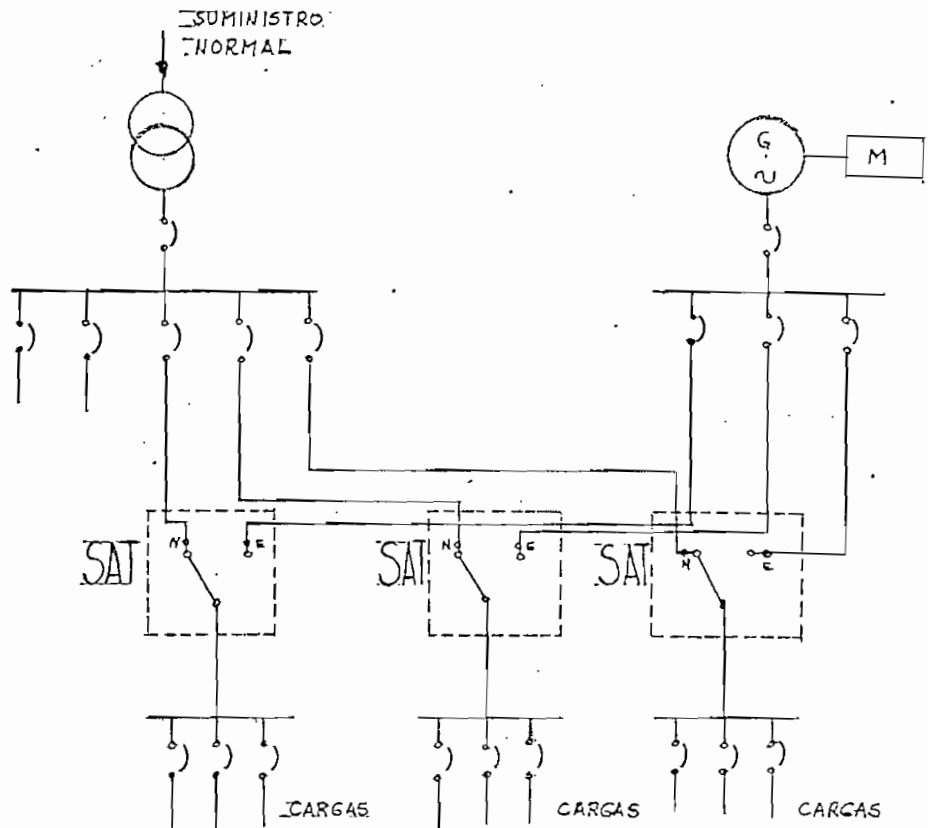


figura 41

III.2.5.6 VIDA UTIL: Los interruptores automáticos de transferencia son disponibles con una vida útil de 20 a 40 años y éste es un factor de importancia que deberá ser tomado en cuenta dentro del costo de un sistema de alimentación de emergencia.

III.3 INFLUENCIA DEL NEUTRO

Proveer una confiable protección para fallas dentro de un sistema es una preocupación muy importante. - Especial trato deberá darse a las conexiones realizadas con el neutro del sistema, para que dichas fallas puedan ser rápidamente sentidas y enviadas hacia tierra, evitándose de esta forma corrientes de fallas elevadas que traerán sus respectivos problemas tanto en el sistema como en los interruptores termomagnéticos.

Después de 1971 el código eléctrico nacional, de la USA (NEC), introdujo los requerimientos para protección de fallas a tierra, dándole una especial atención a la coordinación, aplicación y mantenimiento del equipo eléctrico asociado. Aunque el progreso ha sido hecho en varias áreas aparentemente allí está quieta una necesidad para un mejor entendimiento

El NEC no exige, protección adicional de fallas a tierra cuando la carga es energizada desde un sistema de alimentación separado, tal como un equipo motor generador. Sin embargo, ello es esencial para considerar los efectos que un equipo motor genera - dor con un conductor neutro conectado a tierra, pueda tener dentro de una falla sentida a tierra en la entrada de servicio. Por lo tanto, habrá que tener en mente dos objetivos básicos:

1. El equipo de protección de falla a tierra desconecta la entrada de la fuente de alimentación, - en el caso de un flujo anormal de corriente de - falla hacia tierra.
2. El equipo de poder de emergencia conecta la fuente alterna de poder para cargas críticas en el - caso de una pérdida de voltaje.

III.3.1. FORMA DE CONEXION DEL NEUTRO: Buenos ingenieros en la práctica exigen que un equipo motor generador, cuando es usado para alimentación de emergencia, sea considerado - como un sistema de neutro separadamente derivado. Ello por tanto obedecería a los - requerimientos aplicables del artículo 250 del NEC. La sección 250-26 del artículo - 250, exige que el conductor del neutro sea conectado al más cercano disponible y efectivo electrodo de puesta a tierra. Por - tanto, cualquier sistema trifásico de 4 - alambres con tierra correcta (equipos motor generador), tendrían conexiones múltiples de neutro a tierra. Una conexión sería en la entrada de servicio, con otras - conexiones en cada equipo motor-generador.

Con unas pocas excepciones, los equipos motor generador, son provistos con una conexión de neutro la cual no está conectada a

la estructura del equipo generador. Por lo que, cuando la estructura o carcasa de un equipo motor generador es puesta a tierra (requerimiento del NEC, artículo 445-8), el neutro no está necesariamente en tierra en ese punto. Entonces, el instalador del equipo deberá seguir pasos adecuados para asegurar que el neutro del motor generador esté conectado a una tierra correcta.

Por razones de seguridad y práctica de buena ingeniería existe justificación para hacer tierra el neutro del equipo motor generador. Si el neutro del motor generador no está puesto a tierra, la carga se la transferirá a un sistema de alimentación de emergencia sin tierra y ésto podría arriesgar la continuidad de servicio y posiblemente caería en una falla a tierra no prevista ni sentida. Además, fallas concurrentes de un transformador de baja corriente pueden no ser detectadas y así el alto voltaje sería aplicado a las cargas críticas y correría peligro el personal. Otra razón para hacer tierra el neutro en el generador es la posibilidad de que ocurra una falla a tierra cuando el interruptor de transferencia estuviera

en la posición de emergencia.

III.3.1.1 MULTIPLES CONEXIONES DE TIERRA DEL NEUTRO

Cuando un sistema eléctrico tiene múltiples conexiones de tierra del neutro, puede ser un problema el obtener adecuadas señales de corrientes de falla a tierra. Esto se puede ilustrar por el siguiente ejemplo: considerando un sistema 480 Y / 277 V, con un interruptor de transferencia de tres polos y señales de secuencia cero para fallas a tierra, como la muestra la figura 42:

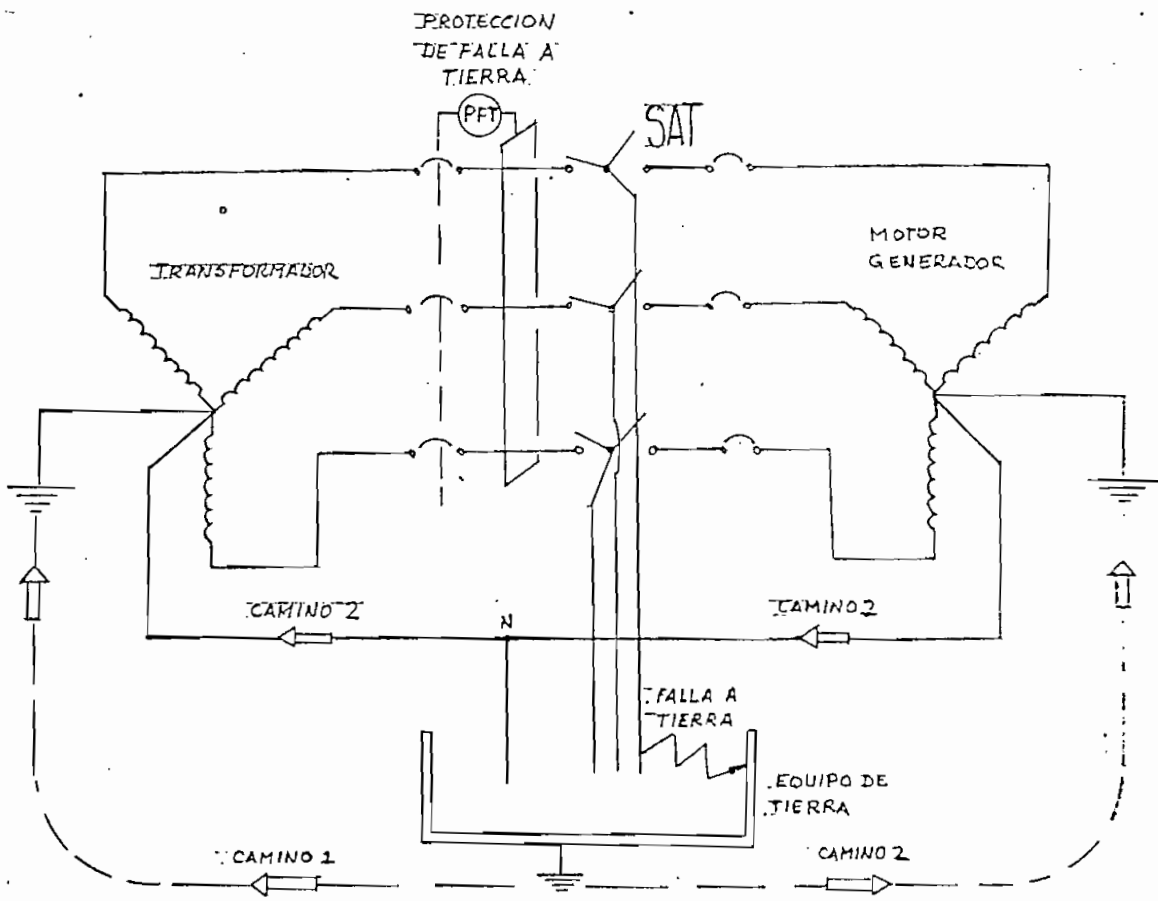


figura 42

La alimentación normal estará disponible desde el secundario del transformador - instalado y un equipo motor generador - proveerá el poder de emergencia. Se asume una falla a tierra como la mostrada - en la figura.

La corriente de falla a tierra tiene dos caminos de flujo. El camino 1 es directamente desde el equipo de tierra hacia el electrodo de conexión de tierra del - secundario del transformador. El camino 2 es desde el equipo de tierra hacia el electrodo de conexión de tierra del generador y luego a través del conductor de conexión de los neutros del secundario - del transformador y el generador.

La corriente a través del camino 2 no accionará el sensor de falla a tierra por esta razón habrá información incompleta de la corriente total de falla a tierra. El sensor no puede distinguir entre la - corriente de falla a tierra y la corriente normal del neutro.

III.3.1.2 PROBLEMAS CAUSADOS POR LA MULTIPLE CONE-
XION DE TIERRA DEL NEUTRO: conexiones -
múltiples del neutro a tierra pueden tam

bién causar ligeras molestias al equipo de protección de fallas a tierra; puesto que varios caminos son disponibles para el flujo de la corriente del neutro, motivando cargas desbalanceadas. Consideramos un sistema 480 Y / 277 V, con un interruptor de transferencia automático de tres polos y señales de secuencia cero para fallas a tierra, con una carga desbalanceada como se muestra en la figura 43:

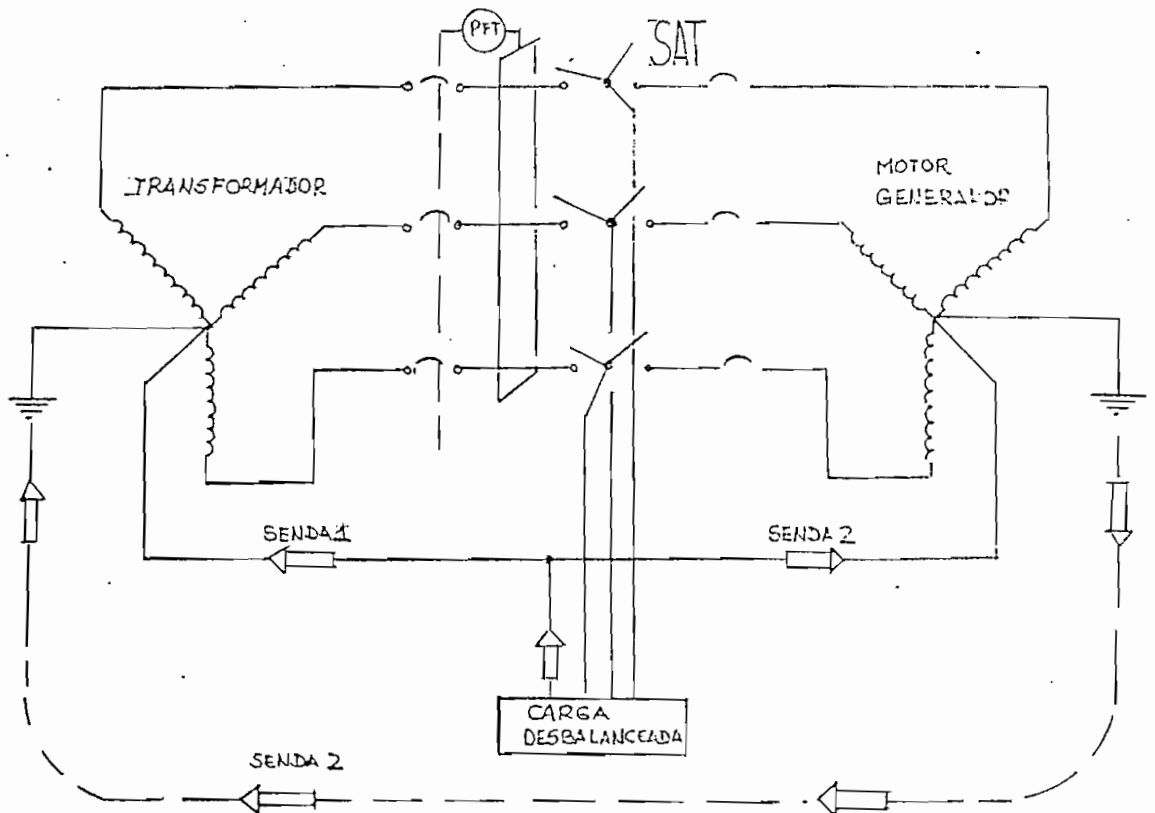


figura 43

La corriente desbalanceada en el neutro tiene dos sendas de flujo. La senda 1 - es directamente hacia el neutro en servicio del secundario del transformador. La senda 2 es al neutro del generador, a través del electrodo de tierra del generador y por el camino del equipo de tierra regresa al neutro en servicio. La corriente a través de la senda 2, tendría el mismo efecto en el sensor de falla a tierra, como el de una corriente de falla dirigida hacia tierra. De este modo una carga desbalanceada afectaría la sensibilidad del sensor de falla a tierra y podría ser causa del disparo del breaker, aún si bien una falla o cortocircuito no estuviera presente. Es verdad que la impedancia para el flujo de corriente de la senda dos puede ser sustancialmente mayor que la presentada por la senda 1. Sin embargo, si el generador es localizado próximo a la cometa de servicio, suficiente corriente puede fluir en la senda 2, siendo entonces causante de molestias en el sistema. Esta situación puede ser aún más molesta si no se realiza un buen escogitamiento de las varillas que se utilizarán para hacer tierra

III.3.1.3 SOLUCIONES EXISTENTES: los problemas presentados hasta ahora pueden ser resueltos mediante las siguientes proposiciones para el efecto:

1. aumentar un cuarto polo al interruptor de transferencia,
2. especial senso de las fallas a tierra
3. aislamiento mediante el uso de transformadores, y
4. traslapando contactos del neutro.

Ahora bien, hay que señalar que algunas de estas proposiciones pueden ser causa de otros problemas. Por tanto, para decidirse por cualquiera habrá que hacer un análisis técnico-económico para situar las ventajas y desventajas que presentan cada uno de ellos.

A continuación señalaremos las características de las más importantes proposiciones expuestas arriba:

- a. Adición de un cuarto polo: un interruptor de transferencia de 4 polos provee aislamiento de conductores neutros. Esto vence los problemas causados por múltiples conexiones a tierra

de neutros, a saber, registros improprios de corrientes de falla a tierra y ligeras molestias.

La figura 44, muestra como se provee el aislamiento en el caso de una falla a tierra.

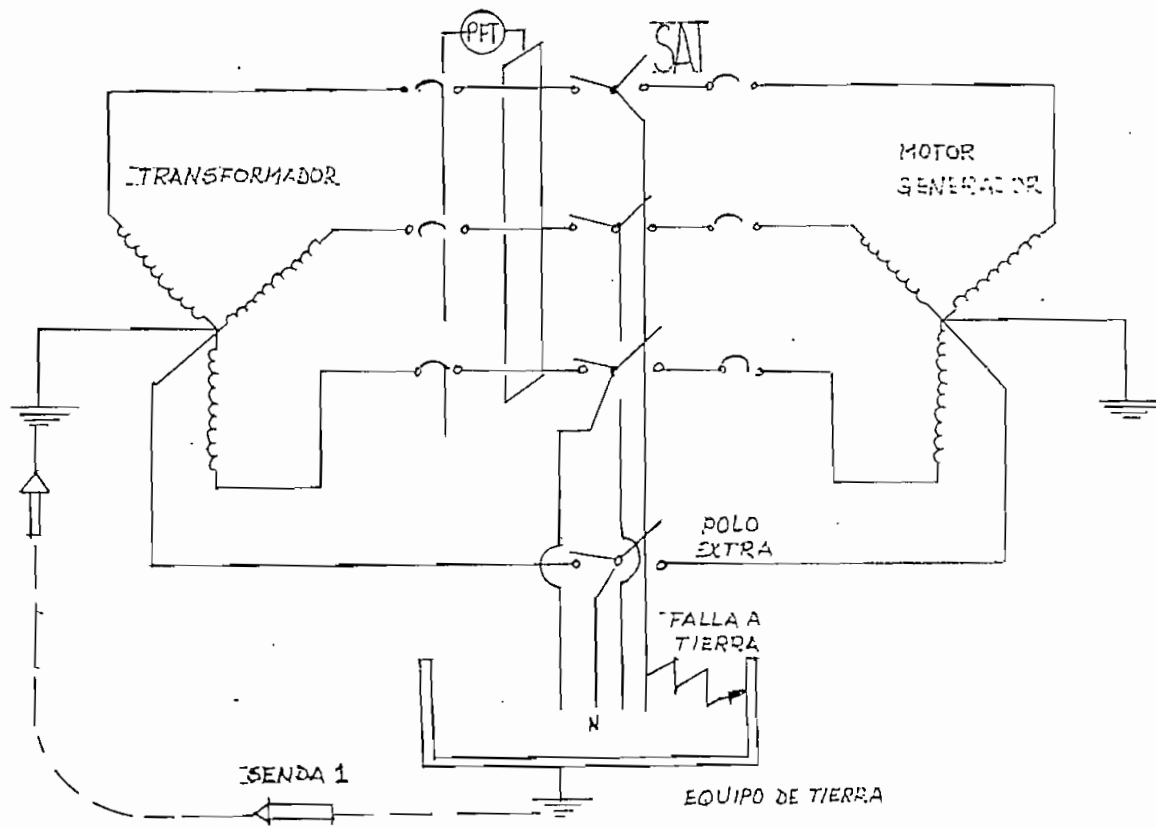


figura 44

Se nota que la senda 1 proveerá el único retorno de corriente de falla a tierra al neutro del transformador. Con los neutros de este modo aislados, registros convencionales para una señal de alarma pueden ser adjuntados a la salida del generador.

Interruptores de transferencia de 4 polos han sido satisfactoriamente aplicados donde las cargas son pasivas y relativamente balanceadas. Sin embargo, cargas desbalanceadas pueden causar voltajes anormales para períodos de 10 a 15 milisegundos, cuando el conductor del neutro es momentáneamente abierto durante la transferencia de la carga. Además, cargas inductivas pueden causar altos voltajes adicionales transitorios en rangos de los microsegundos.

Para ser más específicos, cuando un interruptor de transferencia como el mostrado en la figura 45, interrumpe la carga desde una fuente las corrientes en cada línea y en el neutro no serán despejadas todas en el mismo instante. Las posibilidades son -

que la corriente en el neutro, la cual es usualmente menor que la corriente en las líneas, será despejada primero. Luego un instante más tarde, otra corriente de línea estará despejada. De este modo para un corto período de tiempo, el cual puede ser como mucho de 10 a 15 milisegundos, dependiendo del arco de duración, la carga es momentáneamente conectada a una fuente de alimentación con el neutro desconectado.

-¿Qué ocurre a los voltajes a través de una carga desbalanceada cuando el neutro es prematuramente o momentáneamente abierto?.

Esto puede ser contestado mediante la consideración de un típico alimentador 480 Y / 277 V, trifásico de cuatro alambres con una carga desbalanceada no inductiva, como se muestra en las figuras 45 y 46:

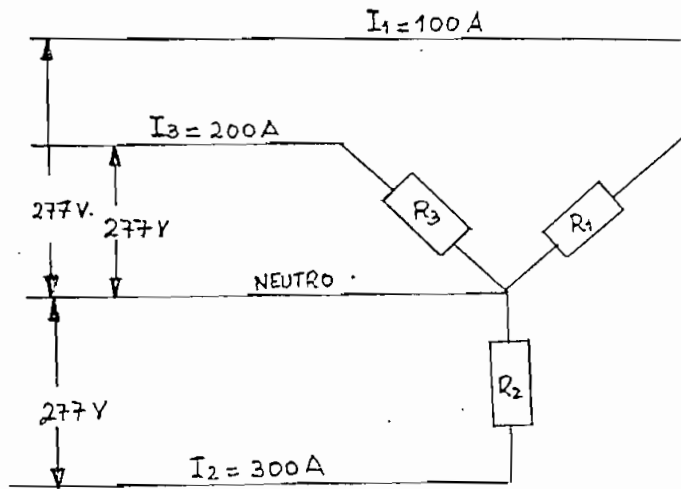


figura 45

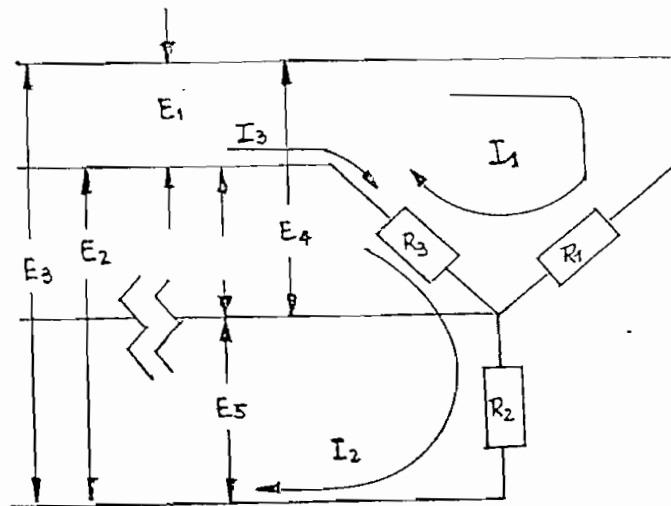


figura 46

Obviamente, si la carga estaba ~~des~~ balanceada, el neutro no llevaría corriente e ignorando aspectos de seguridad, el neutro podría ser removido sin causar disturbios de voltaje a través de cada carga. Sin embargo, en el caso de desbalance, se asume la resistencia de la carga No. 1 a ser 2.77 ohmios, la carga No. 2 a ser 0.923 ohmios, y la carga No. 3 un valor de 1.385 ohmios, como se muestra en la figura 45. La corriente será en sus respectivas cargas de 100, 300 y 200 amperios. A pesar de este desbalanceo, los voltajes a través de cada carga quedan aproximadamente en 277 voltios.

Ahora considerando que podría ocurrir si el neutro llega a ser desconectado Ver figura 46:

Aplicando leyes de Kirchoff's, esto puede ser determinado:

$$1. I_1 = (E_1 \angle 0^\circ + I_2 R_3) / (R_1 + R_3)$$

$$2. I_1 = (I_2 (R_3 + R_2) - E_2 \angle -120^\circ) / R_3$$

Ecuaciones (1) y (2), resolviendo para I_2 y sustituyendo en los valores actuales:

$$I_2 = \frac{(E_1 \angle 0^\circ)R_3 + (E_2 \angle 120^\circ)(R_1 + R_3)}{(R_1R_3 + R_1R_2 + R_1R_3)}$$

$$I_2 = -43.33 - j 225.15 = 229.3 \angle -101^\circ \quad (3)$$

Sustituyendo I_2 en (1):

$$I_1 = \frac{(480 \angle 0^\circ) (-43.33 - j 225.15) (1.385)}{4.155} = 101.08 - j 75.05 = 125.9 \angle -36.6^\circ \quad (4)$$

$$I_3 = I_2 - I_1 = (-43.33 - j 225.15) - (101.08 - j 75.05) = -144.41 - j 150.10 = 208.3 \angle 226.1^\circ \quad (5)$$

La magnitud de los voltajes a través de cada carga respectiva es:

$$E_4 = R_1 I_1 = (2.770) (125.9) = 349 \text{ v} \quad (6)$$

$$E_5 = R_2 I_2 = (0.923) (229.3) = 212 \text{ v} \quad (7)$$

$$E_6 = R_3 I_3 = (1.385) (208.3) = 288 \text{ v} \quad (8)$$

El ejemplo precedente ilustra, como abriendo el neutro se incrementa el voltaje a través de la carga R_1 en un 26%. Mayor carga desbalanceada causa aún mayor diferencia de voltaje. Desconectando el neutro, aún momentáneamente, puede haber un efecto perjudicial en ciertos tipos de carga.

Las cargas reactivas fomentan aún más el problema debido a los largos arcos de duración que se forman y a los voltajes puntas. Teóricamente, un voltaje línea-neutro en una sola fase de un sistema de tres hilos puede doblar con máxima carga desbalanceada. En un sistema trifásico de 4 alambres, un voltaje línea-neutro puede incrementarse en un 73%. Un neutro sólido que es propiamente puesto a tierra, distribuye estos agitamientos de voltaje entre fases y reduce la posibilidad de excesivos voltajes de carga en el aislamiento fase a tierra de una

fase particular.

Además, el uso de un cuarto polo el cual desconecta momentáneamente el neutro desde una fuente disponibles de poder, puede ser interpretado como una violación del NEC sección 250-51 que dice: "El camino a tierra desde los circuitos equipos y conductores deberá: a) ser permanentes y continuos.... b) tener una suficiente impedancia...".

A pesar de que el factor de excepción del NEC No. 1 sección 380-2 permite la desconexión del conductor de tierra, la integridad del cuarto polo como un miembro acarreador de corriente con "suficiente baja impedancia" sobre un período extenso de tiempo debe ser considerada. Esto es particularmente verdad, ya que los contactos del cuarto polo interrumpirán la corriente y son, además, sujetos a arcos y erosiones en los mismos.

- b. Traslapación de los contactos del neutro: el otro método concerniente a lo que se refiere a la influencia del

neutro, según su forma de conexión, para aislar el neutro de la fuente normal con el de la fuente de emergencia, es mediante el traslapo de los contactos del neutro. Este sistema provee el aislamiento necesario para neutros, y a la vez minimiza voltajes anormales a presentarse. Por motivos de traslapación de contactos la única vez que los neutros del sistema normal y de emergencia son conectados juntos es durante la transferencia y la retransferencia. Con un solenoide operado por un interruptor convencional de transferencia de doble tiro, esta duración puede ser menor que el tiempo de operación del sensor de falla a tierra, el cual generalmente se lo pone entre 6 y 24 ciclos. Así pequeñas molestias debidas a cargas desbalanceadas son superadas.

La figura 47, nos muestra un típico sistema utilizando un interruptor de transferencia de 3 polos con traslapación de contactos para aislar los neutros:

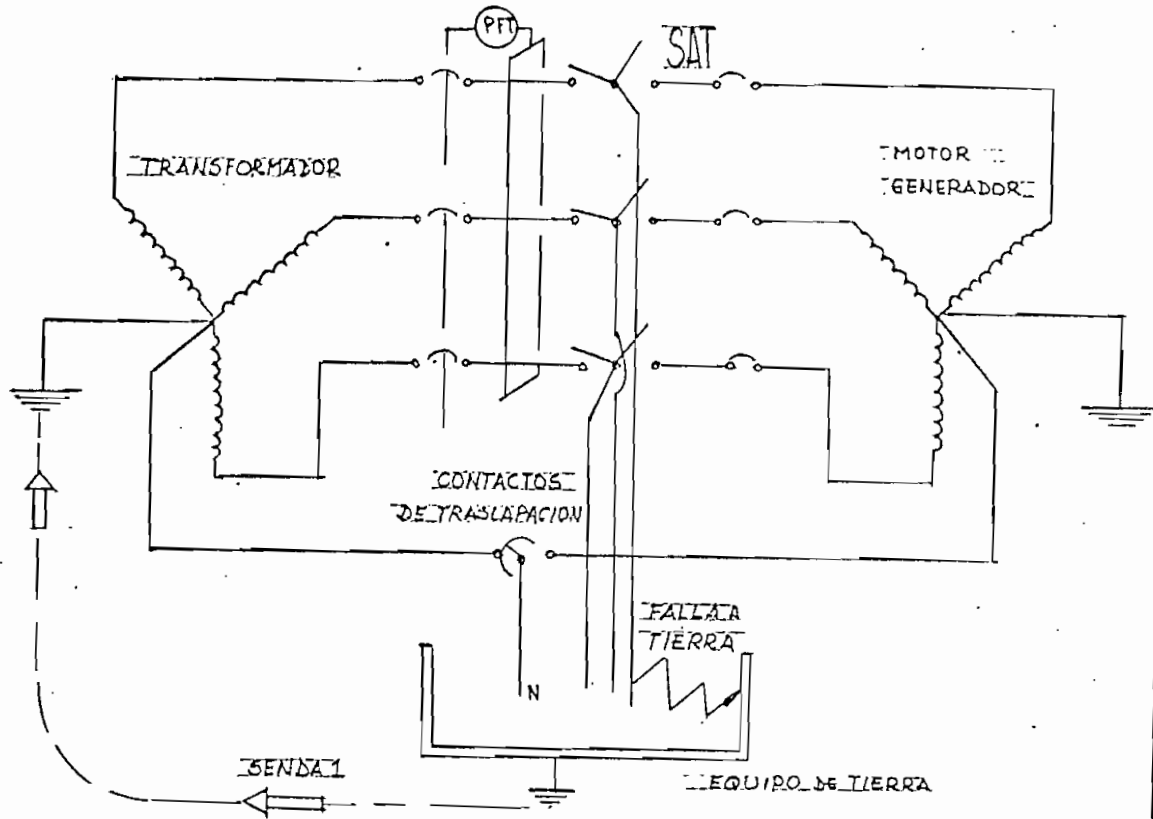


figura 47

Nótese que aquí no es posible el flujo de corriente de falla a través del neutro, que reducirá efectivamente cualquier falla a tierra que se haya

detectado. Además, allí no es posible el flujo de corriente desbalanceada a través del neutro del generador con sus respectivas consecuencias y molestias.

El neutro en la carga es siempre conectado a cualquier fuente de poder. En eso no existe apertura momentánea del neutro cuando el interruptor de transferencia opera; los voltajes transitorios y anormales son mantenidos en un mínimo. También, no existe erosión en los contactos de traslapación debido a la curvatura, así se asegura la integridad en el acarreamiento de la corriente y no se incrementa en impedancia el circuito neutro. No siendo requerido el interruptor la corriente, el costo de la adición de contactos de traslapación en los neutros a un interruptor de transferencia, es generalmente menor que si se añade un cuarto polo. Y además, los interruptores de transferencia automáticos con contactos de traslapación de neutros, aprobados, son usualmente disponibles, los cuales reúnen los requerimientos de seguridad de UL

1008, y cumplen también con el NEC.

Existen numerosos factores a ser considerados para llegar a una solución apropiada en el sentir de fallas a tierra en sistemas eléctricos con poder de emergencia o Stand-By. Estos incluyen requisitos a cumplirse en los Códigos, efectos de voltajes anormales, confiabilidad y costos. Las soluciones pueden también variar dependiendo de la aplicación particular a realizarse. Por ejemplo, el uso de un interruptor de transferencia de 4 polos puede ser aceptado para cargas pasivas relativamente balanceadas, o un transformador de aislamiento puede ser usado para cargas críticas menores cuando económicamente sea justificable. Sin embargo, para muchas aplicaciones que requieran alto grado de confiabilidad, el uso de interruptores automáticos de transferencia con traslapación de contactos neutrales aparece como el más deseable y económicamente más rentable.

III.4 PUESTA A TIERRA

III.4.1 DEFINICION Y NORMAS: la conexión de tierra de una instalación eléctrica es la unión que garantiza de una manera esencial su seguridad. El conductor de puesta a tierra deberá proporcionar un camino de baja resistencia para el paso de la corriente de falla hacia tierra. La resistencia máxima permisible en una instalación que utilice conductores de acero es de 0.5 ohmios ó de 1 ohmio cuando el conductor de cobre es utilizado para establecer la continuidad con tierra.

La resistencia de puesta a tierra es directamente proporcional a la continuidad del circuito metálico a partir del electrodo de tierra (el conductor de continuidad con tierra y el de conexión con ella) y a la resistencia de la zona del terreno que rodea al electrodo de tierra.

Las normas de IEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos Ingleses) definen en cuanto se refiere al conductor de conexión con el electrodo de tierra, que su mínimo tamaño será el de 1 mm^2 (milímetro²). No debe ser menor que la mitad del área

de la sección recta del mayor de los conductores que debe ser protegido, excepto cuando el tamaño máximo necesario es de 70 mm^2 . El conductor de conexión con el electrodo de tierra deberá ser protegido contra los daños mecánicos y la corrosión y la pieza de sujeción que se utilice para conectarlo con el electrodo de tierra no deberá ser de material fér^{ri}co y deberá ser accesible a la inspección.

III.4.2. TIPOS DE ELECTRODOS: ahora señalaremos los tipos de electrodos que se utilizan para realizar la puesta a tierra de un - equipo:

II.4.2.1 PLACAS DE HIERRO FUNDIDO O COBRE: este tipo de electrodo de tierra se utiliza cuando el espacio disponible es restringido. Tiene la ventaja de ser capaz de transportar grandes corrientes. La conductividad de la tierra que le rodea se incrementa a menudo por el uso de sal o carbón de coque puesto alrededor del - mismo; la sal debe ser renovada períodicamente. Las placas de los electrodos están perforadas a menudo con el objeto de aumentar la superficie de contacto. Los conductores de cobre deberá quedar

estañados antes de su conexión con una placa de hierro, con el objeto de evitar la corrosión por reacción química de la conexión (acción electrolítica).

III.4.2.2 BARRAS DE COBRE PARA TIERRA: las barras de cobre para tierra de 20 mm o 25 mm de diámetro se utilizan cuando existen terrenos de alta resistencia (guijarros). Es posible el obtener barras de cobre con conexiones en sus extremos, de una longitud determinada (usualmente unos 1.5 m), que se pueden enchufar a rosca, una vez desenroscada la punta de acero endurecido entre sí.

III.4.2.3 CAÑERÍA PRINCIPAL DEL AGUA: la cañería principal del agua forma un electrodo de tierra efectivo, pero el conductor de tierra debe ser conectado al punto más próximo de su entrada. La cañería del agua debe ser eléctrica y metálicamente continua, en todo su recorrido (es decir sin la intervención de válvulas, juntas de alta resistencia o secciones de PVC).

III.4.2.4 CINTA DE COBRE: esta cinta es sumergida en una acequia o corriente de agua cuando predominan las formaciones rocosas en el suelo. Se puede obtener una baja re-

sistencia por este método, pero es costoso y requiere de largo recorrido. La longitud necesaria depende principalmente de las condiciones del terreno.

III.4.2.5 TIERRA DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA: es ésta la conexión que se toma desde la cubierta del conductor del cable que procede de la fuente de alimentación o del de 5 hilos de un sistema aéreo. Puede ser utilizado como el de un terminal de tierra, únicamente con el permiso de la proveedora.

III.4.3. REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA PUESTA A TIERRA: los requerimientos básicos para la puesta a tierra se los puede señalar como: el camino de retorno con tierra deberá ser capaz de llevar tres veces la corriente de fusión del fusible o una vez y media la necesaria para lograr la sobrecarga del interruptor. El voltaje máximo permisible entre los terminales de la parte metálica de la instalación y el de tierra es de 40 voltios (en el lado de baja tensión). Se deberá poner a tierra todas las partes metálicas de la instalación que se encuentren descubiertas; además, todas las partes metálicas que no lleven

corriente, con el propósito de garantizar que no exista la posibilidad de que aparezca un voltaje entre la parte metálica de la instalación y la masa general de tierra.

III.4.4. PRINCIPALES FACTORES QUE DETERMINAN LA CONEXION DE UN SISTEMA DE ALIMENTACION A TIERRA: los principales factores que influencian en determinar la conexión de un sistema de poder a tierra, son los siguientes:

III.4.4.1 CONTINUIDAD DE SERVICIO: la experiencia ha mostrado, en cierto número de siste - mas, que una mayor continuidad del servicio puede obtenerse con sistemas efectivamente conectados neutralmente a tierra que con aquellos sistemas que no tienen conexión neutral a tierra.

III.4.4.2 MULTIPLES FALLAS A TIERRA: en un siste - ma con eficiente conexión a tierra se podrá detectar cualquier falla que ocurra dentro del mismo hacia tierra y podrá - ser despejada. Evitando de esta forma - se desencadene una serie de fallas hacia tierra por el hecho de no haber despeja - do la primera.

III.4.4.3 PROTECCION CONTRA INCENDIOS DEBIDO A FALLAS CON ARCO: en los últimos años, especialmente en sistemas de poder de bajo voltaje, han sido reportados varios casos de incendios por fallas con producción de arcos, en los cuales han ocurrido graves daños o la destrucción total del equipo, debido a la energía de la corriente de arco de falla. Típicamente un arco debido a falla, se llega a presentar entre dos fases en un sistema sin tierra y en dos fases y tierra en sistemas con conexión neutral a tierra.

Las características que presentan estas fallas con incendios debido a arcos, no permiten operar a los aparatos de protección contra sobrecorrientes para despegarlas rápidamente en su inicio. Por tanto la protección de estas fallas es realizada a través de relés especialmente conectados dentro del camino de retorno de corriente de tierra y es un método muy utilizado dentro de sistemas de poder, ya que la sensibilidad y rapidez de tales relés es independiente a los valores de corriente de carga y a los ajustes de aparatos para sobrecorrientes en las fases. Así, la conexión sólida y de

baja resistencia del neutro a tierra en un sistema provee una base para realizar una protección fácil y segura contra fallas peligrosas, con formación de arcos, y por tanto con riesgos de incendios que destruirían el equipo en funcionamiento.

III.4.4.4 LOCALIZACION DE FALLAS: Con un equipo - hecho efectivamente su conexión a tierra se permitirá la inmediata sensibilidad de la falla y su despeje inmediato.

III.4.4.5 SEGURIDAD: Muchos de los riesgos para el personal y bienes existentes en algún sistema eléctrico industrial son debidos a la no existencia de conexión de tierra en el equipo eléctrico y sus estructuras metálicas.

Una adecuada puesta a tierra de un sistema de distribución de bajo voltaje - (600 voltios o menos) puede resultar - con menor probabilidad de accidentes para el personal que el mismo sistema sin conexión a tierra.

III.4.5 RAZONES BASICAS PARA LA CONEXION A TIERRA: Se puede entonces reunir las razones básicas para poner a tierra un sis-

tema, dentro de los siguientes tres puntos:

1. Para limitar la diferencia de potencial eléctrico entre todos los objetos conductores sin aislamientos dentro del área de instalaciones.
2. Para proveer aislamiento de equipos y circuitos defectuosos cuando ocurre la falla.
3. para limitar apariciones de sobrevoltajes en el sistema bajo condiciones varias.

III.4.6 METODOS EXISTENTES PARA CONECTAR UN EQUIPO A TIERRA POR NEUTRO: luego de haber realizado una justificación de la necesidad de realizar una adecuada conexión de puesta a tierra, señalaremos, los diversos métodos existentes para poner un equipo a tierra por neutro:

Este método es muy utilizado y preferido a realizar tierra en uno o más puntos del equipo. Esta conexión puede ser hecha:

1. conexión sólida a tierra,
2. conexión a tierra a través de una re

sistencia,

3. conexión a tierra a través de una reactancia,
4. conexión a tierra a través de un - neutralizador de falla a tierra

A continuación en las siguientes figuras se presentarán los literales enunciados:

- Sin conexión a tierra:

Circuito

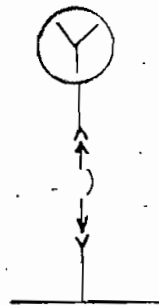
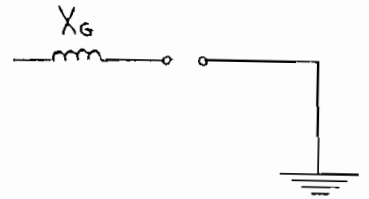


Diagrama
Equivalente



a. Sólidamente a tierra:

Circuito

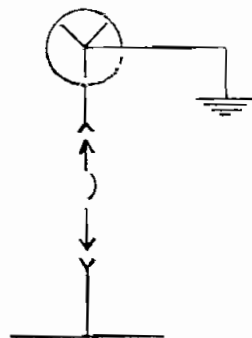
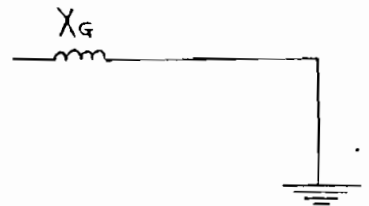


Diagrama
Equivalente



b. A través de resistencia a tierra:

Circuito

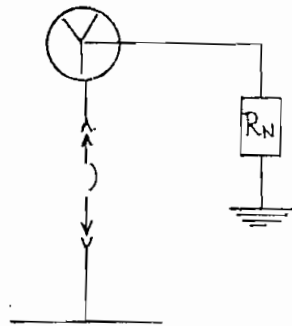
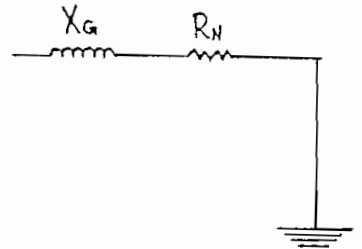


Diagrama Equivalente



c. A través de reactancia a tierra:

Circuito

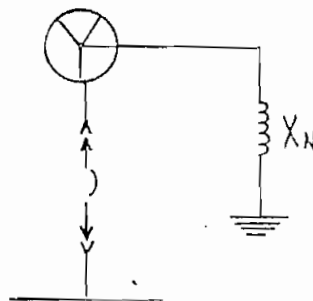
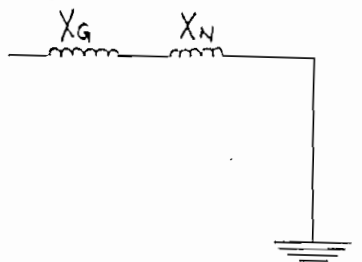


Diagrama Equivalente



d. Neutralizador de falla a tierra:

Circuito

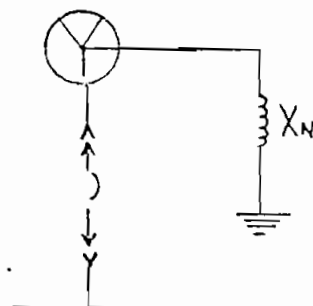
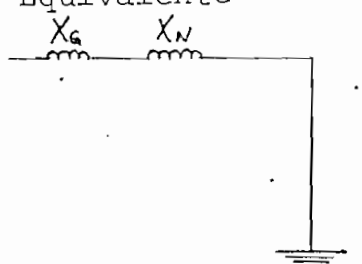


Diagrama Equivalente



X_g = reactancia del generador o transformador.

X_n = reactancia de puesta a tierra.

R_n = resistencia de puesta a tierra.

En cada caso la impedancia del generador o transformador, cuyo neutro está a tierra, está en serie con el circuito externo. De este modo, un generador o transformador sólidamente a tierra puede o no puede proveer una tierra efectiva al sistema, dependiendo ésto de su impedancia.

III.4.6.1 CONEXION SOLIDA A TIERRA: Esto se refiere a la conexión del neutro de un generador o transformador de poder directamente a la tierra de la estación o hacia tierra franca.

Si la reactancia del generador es también grande con respecto a la reactancia total del sistema, el objetivo buscado - al hacer tierra principalmente, que es - inmunizar contra sobrevoltajes transitorios puede no lograrse. Así, ¿ésto es necesario para determinar el grado de tierra que se proveerá el sistema?. Una buena guía en respuesta de esta pregunta

es la magnitud de la corriente de falla a tierra comparada con la corriente trifásica del sistema.

En muchos generadores, sólidamente a tierra, eso es, sin impedanciá externa, puede permitir a la máxima corriente de falla a tierra desde el generador, exceder a la máxima corriente trifásica de falla. Por tanto, generadores con neutro a tierra serían puestos a tierra a través de un reactor, el cual limitará la corriente de falla a tierra a un valor no mayor que la corriente trifásica de falla del generador.

III.4.6.2. CONEXION A TIERRA A TRAVES DE UNA RESISTENCIA: Aquí, el neutro es conectado a tierra a través de una o más resisten - cias. En este método, con las resistenencias normalmente usadas y exceptuando - para sobrevoltajes transitorios, el voltaje línea-tierra el cual existe duran - te una falla de línea a tierra está cercanamente en el mismo como para un sis - tema sin conexión a tierra.

Un sistema propiamente en tierra mediante resistencias no está sujeto a sobre-

voltajes transitorios destructivos. Para sistemas en tierra con resistencias, sobrevoltajes cerca de los 15 kilovoltios y menos, no serán ordinariamente de una seria naturaleza a menos que la resistencia exceda los siguientes límites:

$$R_0 \leq X_{co}^2/3; R_0 \geq 2X_0 \text{ (el subíndice cero indica la secuencia)}$$

La resistencia de puesta a tierra puede ser también de dos clases, alta resistencia o baja resistencia, distinguidas por la magnitud de corrientes de falla a tierra que se permita pasar por ellas. Ambos tipos son designados para limitar sobrevoltajes transitorios a un nivel seguro (dentro del 250% del normal); sin embargo, la diferencia entre las dos será el tiempo de despeje de falla que se designe, ya que con la alta resistencia fluirá a través de ella corrientes de falla a tierra muy bajas, del orden de los 5 amperios, y tendrá un tiempo de despeje mayor que si se utiliza la baja resistencia, que permitirá mayores corrientes de flujo hacia tierra (400 amperios o más) y serán más rápidamente despejadas.

Las razones para limitar la corriente mediante resistencia de conexión a tierra, pueden ser una o más de las siguientes:

1. para reducir calentamientos y fundiciones dentro de equipo eléctrico - fallado tales como, interruptores, transformadores, cables y máquinas rotativas,
2. para reducir fuerzas mecánicas en - circuitos y aparatos que acarrear - corrientes de falla,
3. para reducir riesgos de shock eléctricos en el personal, causados por corrientes de fallas parásitas en - el camino de retorno a tierra,
4. para reducir pendientes momentáneas de voltajes de líneas ocasionadas - por el despeje de fallas a tierra,
5. para un control seguro de sobrevoltajes transitorios cuando se cierra un circuito fallado; de una primera falla a tierra.

III.4.6.3 CONEXION A TIERRA A TRAVES DE UNA REACTANCIA: Esto describe el caso en el - cual el reactor es conectado entre el - sistema neutro y tierra. De este modo, la magnitud de la corriente de falla a

tierra estará limitada por la reactancia de conexión de tierra y es a menudo usada como un criterio para describir el grado de puesta a tierra. En un sistema con reactancia de puesta a tierra la corriente de falla a tierra sería menor que el 25% y preferiblemente el 60% de la corriente de falla trifásica para prevenir serios voltajes transitorios.

$(X_0 \leq 10 X_1)$. Esto es considerablemente más alto que la mínima corriente de falla deseable en un sistema con resistencia de conexión a tierra y además, la reactancia de conexión a tierra no es considerada usualmente en alternativa para hacer tierra por conexión de resistencia.

En la práctica, conexión de tierra a través de una reactancia se usa solamente en el caso en el cual el neutro del generador está listo a ser conectado directamente a tierra. En esta situación, puede ser necesario añadir un reactor de bajo valor con el fin de limitar la corriente de falla a tierra disponibles a través del generador a un valor no mayor que el de la corriente de falla trifásica dada por el generador.

III.4.6.4 CONEXION A TIERRA A TRAVES DE UN NEUTRALIZADOR DE FALLA A TIERRA: Un neutralizador de falla a tierra es un reactor - conectado entre el neutro de un sistema y tierra, siendo este reactor especialmente seleccionado con un valor de reactancia relativamente alto. Debe ser - visto que fallas en aisladores sólidos tales como papel, barniz y plástico o - caucho no son autoregenerados como lo - son en los aisladores de descarga y además no son extinguidos por el uso de - un neutralizador de fallas a tierra.

Una falla línea-tierra causa un voltaje línea-neutro para ser grabado a través del neutralizador, por el cual pasa una corriente inductiva. Esta corriente está 180° desfasada y es aproximadamente igual en magnitud (cuando el neutralizador es sintonizado al sistema) a la corriente resultante de carga del sistema de las dos fases sin fallas. Las componentes inductivas y capacitativas de corriente se neutralizan mutuamente y solamente la corriente remanente que queda en la falla es debida a resistencia. Esta corriente es relativamente pequeña y, como esto está en fase con el volta-

je línea neutro, la corriente y voltaje pasan a través de un valor cero al mismo instante. Además, el arco es extinguido y la descarga es apagada sin remover la sección de línea fallada del servicio.

En sistemas para los cuales fallas en el aire son relativamente frecuentes, neutralizadores de falla a tierra pueden ser muy usados para reducir el número de breakers requeridos para remover dichas fallas, mejorando de esta forma la continuidad de servicio.

Luego de esto podemos decir que el método más apropiado para realizar la conexión de puesta a tierra de generadores para proporcionar alimentación de emergencia o Stand-By, será a través de una resistencia limitadora de la corriente de falla a tierra; siendo después de este método el de neutralizador de falla a tierra el más utilizado.

III.4.7. SELECCION DE VALORES DE EQUIPOS PARA CONEXION A TIERRA: Resistencias, reactores y transformadores para realizar la conexión a tierra se consideran normal-

mente para llevar corriente en un tiempo limitado solamente. El valor del intervalo de tiempo standard usualmente aplicable para sistemas industriales con arreglos de relé para proteger el equipo de conexión a tierra, es de 10 segundos.

El valor de voltaje, de una resistencia para conectar a tierra sería el valor del voltaje línea-neutro del sistema y la clase de aislamiento de un reactor es determinada por este mismo voltaje.

Las resistencias de puesta a tierra son consideradas en términos de la corriente que fluirá a través de ella con el valor de voltaje de resistencia aplicado, y la corriente considerada para un reactor de conexión a tierra es el valor de la corriente térmica.

Para sistemas de neutro a tierra con baja resistencia, la determinación del valor de la resistencia en ohmios está basado en lo siguiente:

1. Proveer suficiente corriente para satisfacer la performance del esquema de relés existente en el sistema.

2. Limitar la corriente de falla a tierra a un valor en el cual se minimizará los daños en el punto donde ocurre la falla y también la aparición de sobrevoltajes en el sistema.

La reactancia de un reactor para conexión de tierra sería elegida para limitar la corriente de tierra y la corriente en la fase fallada a un valor deseado. Para lograr minimizar sobrevoltajes transitorios, la corriente de falla a tierra deberá no ser menor que el 25% de la corriente de falla trifásica. Esto corresponde a una razón de $X_0/X_1 = 10$. La corriente de falla a tierra tampoco podrá exceder el valor de la corriente de falla trifásica, correspondiendo ésto a una razón de $X_0/X_1 = 1$. Donde X_0 es la reactancia de secuencia cero y X_1 es la reactancia de secuencia positiva. Esto establece entonces el criterio para máximos y mínimos valores de la reactancia de puesta a tierra en el neutro.

III.4.8. CONCLUSION: Por tanto, podemos concluir que una conexión de tierra, es tan importante dentro de cualquier sistema a diseñarse que una mala conexión o un descui-

do en este sentido, puede traer innumera-
bles daños tanto para el equipo que -
se instalará como para el personal que
lo manejará.

C A P I T U L O IV

DISPOSICIONES GENERALES PARA INSTALACIONES

IV.1 DISPOSICION DE EQUIPOS

Los equipos deben ser ubicados de manera que todas las operaciones de mantenimiento puedan efectuarse cómoda y fácilmente; así en motores, operaciones como lubricación de chumaceras y el reemplazo de los carbones, deberán ser realizadas con la mayor comodidad requerida.

Las máquinas que posean conmutadores o anillos colectores, deberán ser ubicadas con la respectiva protección para evitar que las chispas puedan alcanzar algún material combustible próximo.

IV.1.1. CONDICIONES DEL LOCAL DE INSTALACION: En el momento de instalación del equipo o maquinarias, es importante detallar al constructor las condiciones del local donde va a funcionar dicho equipo; se deberá indicar: temperatura máxima, grado de humedad, contaminación de polvo u otras partículas, tipo de cimentación propuesto, posibilidad de vibración de la cimentación

y sistema de acoplamiento a la carga que se va a emplear, si no forma parte de la máquina accionada.

IV.1.1.1 CARACTERISTICAS DEL LOCAL: El lugar de instalación del equipo además de que deberá tener una buena área de trabajo será ideal si tiene las características de un lugar seco, limpio y fresco. Si es seco, habrá que considerar el peligro de que la resistencia del aislamiento descienda mucho y pueda llegar a un valor tal que la tensión nominal de suministro baste para perforarlo; esto se soluciona con el uso de un aislamiento especial.

La pulcritud del ambiente es un requerimiento primordial, ya que el polvo y la suciedad se van acumulando en las partes externas e internas de la máquina hasta el punto de impedir su ventilación, con los consecuentes peligros de calentamiento excesivos que pueden llevar al equipo a su destrucción.

Los fundamentos para las máquinas grandes con sus canales para cables y ventilación, deben realizarse con arreglos a los planos de construcción, es decir de

acuerdo a las facilidades físicas que presente el lugar de la instalación.

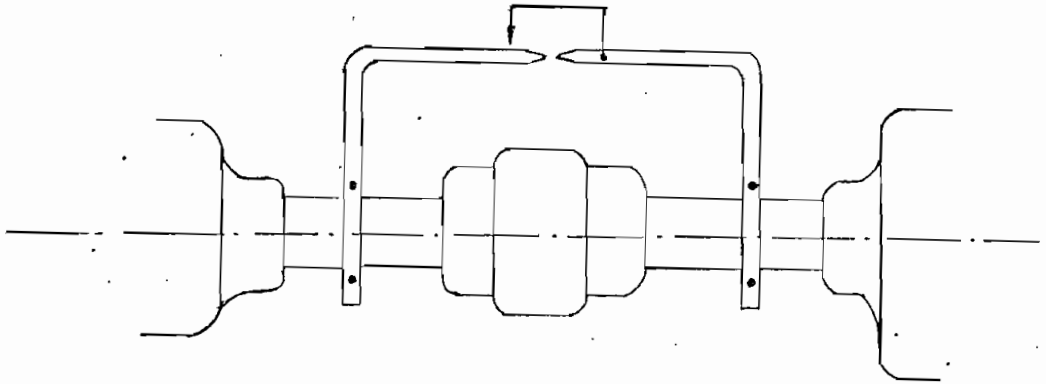
IV.1.2. LA CIMENTACION Y SUS CARACTERÍSTICAS: La cimentación a de ser firme, sólida y nivelada, con la máquina, su bancada a los carriles de deslizamiento bien atornillados a ella, asegurando que no se producirá ningún movimiento durante el funcionamiento. Los pernos de cimentación deberán estar rodeados de una camisa de tubo, y los materiales de cimentación serán de hormigón. Por lo general la placa de la base de la máquina se la fija con lechada de concreto, y la mezcla de ésta debe de estar hecha con proporciones definidas de sus componentes, para luego debido al movimiento evitar aflojamientos peligrosos para el nivel de vida del equipo.

El equipo además de ser fijado sobre hormigón, puede ser provisto de carriles para su deslizamiento. Estos carriles de deslizamiento se necesitan, especialmente cuando se utiliza transmisión por bandas o correas; lo cual permite tensar más o menos las correas. Los pernos de fijación se cementan en su posición una vez que el equipo ha sido situado en línea.

La trepidación de la máquina se amortigua (así como el ruido) usando asientos elásticos ya sean de fieltro, corcho, placas de goma o topes de caucho armado. También se puede lograr este amortiguamiento utilizando grupos amortiguadores o juegos de resortes o aisladores de suspensión.

IV.1.3. CARACTERISTICAS MECANICAS A COMPROBARSE: Antes de montar el equipo habrá que comprobar, que ésta está mecánicamente en orden, rotores tanto de motor como de generador girarán libremente, y que coincidan las características de las placas, tensión clase de corriente y frecuencia con las necesitadas. Es muy importante liberar de toda clase de vibraciones a la máquina y además de que ésta carezca de esfuerzos inadmisibles exteriores en sentido axial, como el esfuerzo de un sinfin. Habrá que comprobar también que los orificios de ventilación permanezcan abiertos.

IV.1.4. ALINEACION DEL EQUIPO: las máquinas equipadas con platos de acoplamiento, motor y generador, deberán alinearse de tal forma que no solo los extremos de los ejes estén paralelos, sino también que los ejes de simetría coincidan en su prolongación; así:



Las puntas no variarán de posición mientras se gira el inducido de una de ellas.

figura 48

El acoplamiento entre ambos rotores, motor generador, deberá ser lo suficientemente flexible y consistente a la vez. Por lo general son de carácter elástico, con lo cual se logra amortiguar los esfuerzos producidos por choques (acción y reacción).

La alineación del equipo se deberá verificar ocasionalmente, debido a que pueden de

sarrollarse esfuerzos posteriores que ocasionarán, luego de un cierto tiempo, desalineamiento.

IV.1.5. TEMPERATURA Y VENTILACION: Los motores - diesel deben ser mantenidos a una temperatura ambiente mínima de 10°C ó de 21°C en la camisa de agua; los motores a gasolina gas natural y gas licuado exigen las mismas condiciones, y por tanto debe mantenerse una ventilación adecuada tanto para proveer aire a la combustión como para la correcta operación del sistema de enfriamiento.

IV.1.6. REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA INSTALACION DE BATERIAS: debido a la presencia de - acumuladores o baterías dentro del grupo de emergencia, habrá que considerar para la instalación de las mismas los requerimientos básicos dictados por el Código - Eléctrico Nacional (NEC):

- El local de instalación deberá ser un lugar bien ventilado, debido a la formación de gases en el momento de la - carga de los acumuladores.
- Los tapones de los respiraderos, deberán ser quitados antes de empezar la - carga.

- No se deberán utilizar luces desnudas - (sin envolturas) en las proximidades de las baterías.
- Las baterías de tipo alcalino y las de ácido plomo, se deberán cargar por separado.
- Agentes neutralizantes deberán ser puestos a mano ante las eventualidades de - que puedan producirse quemaduras o de - rramas (ácido bórico, para los alcali - nos y sosa de blanquear para el ácido - sulfúrico).

Vestiduras protectoras deberán ser usadas en el lugar de carga.

- La batería debe ser accesible por la - parte superior y; además, por uno de - sus lados.
- Las baterías que excedan de los 60 voltios deberán tener soportes de vidrio o de porcelana para cada uno de los elementos. El pedestal de la batería debe quedar aislado, cuando el voltaje de la batería exceda los 120 voltios.
- Los pernos de conexión de las baterías deberán de quedar recubiertos por vaselina neutra.
- Los accesorios de unión no deberán poder ser atacados por la corrosión o habrán de estar tratados con pinturas resistentes a los ácidos.

IV.1.7.

UBICACION DEL SISTEMA DE EMERGENCIA: por lo expuesto hasta aquí se podrá decir en cuanto se refiere a la ubicación de los sistemas de emergencia, que el lugar propicio para su instalación deberá reunir los siguientes requisitos:

- a. lo más cerca posible de los equipos de gran potencia.
- b. de fácil acceso para montar y desmontar los elementos del grupo.
- c. evitar ruidos molestos, malos olores y gases de escape.

A donde sea posible, las máquinas son des-pachadas completamente ensambladas y pueden ser puestas y colocadas en su fundación de concreto, previamente preparada, y de acuerdo a las instrucciones y diagramas suplidas por el fabricante y el diseñador.

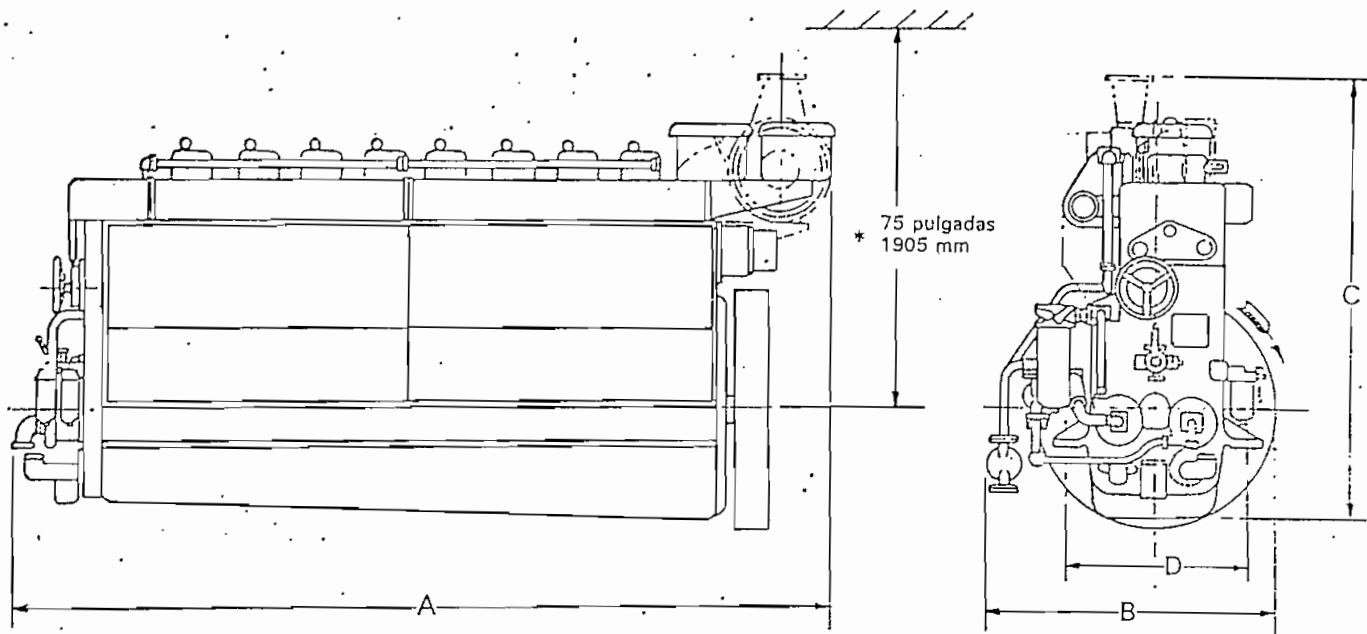
De enorme importancia será en una instalación, el lugar destinado para el almacenamiento de combustible, con el que funcionará el equipo, ya que deberá presentar fácil acceso y máxima seguridad para evitar peligros y riesgos de incendio, con sus lamentables consecuencias.

IV.1.8. PRINCIPALES DIMENSIONES A CONSIDERARSE:

Ahora, para dejar mejor sentados los principios de una instalación adecuada de un equipo de generación, que se lo destinará para alimentación de emergencia, presentamos a continuación las principales dimensiones que se deberán considerar al adquirir dicho equipo y, además, un ejemplo de distribución del mismo dentro de un área destinada a su ubicación. Claro está que de acuerdo a su capacidad y poder, el equipo, variará sus dimensiones.

Para nuestro ejemplo en concreto se ha tomado referencia en equipos que van desde 60 kilovatios a 800 kilovatios. Y basándose en sus respectivas capacidades se puede entrar a un catálogo y ver detalladamente cada dimensión que es presentada a continuación:

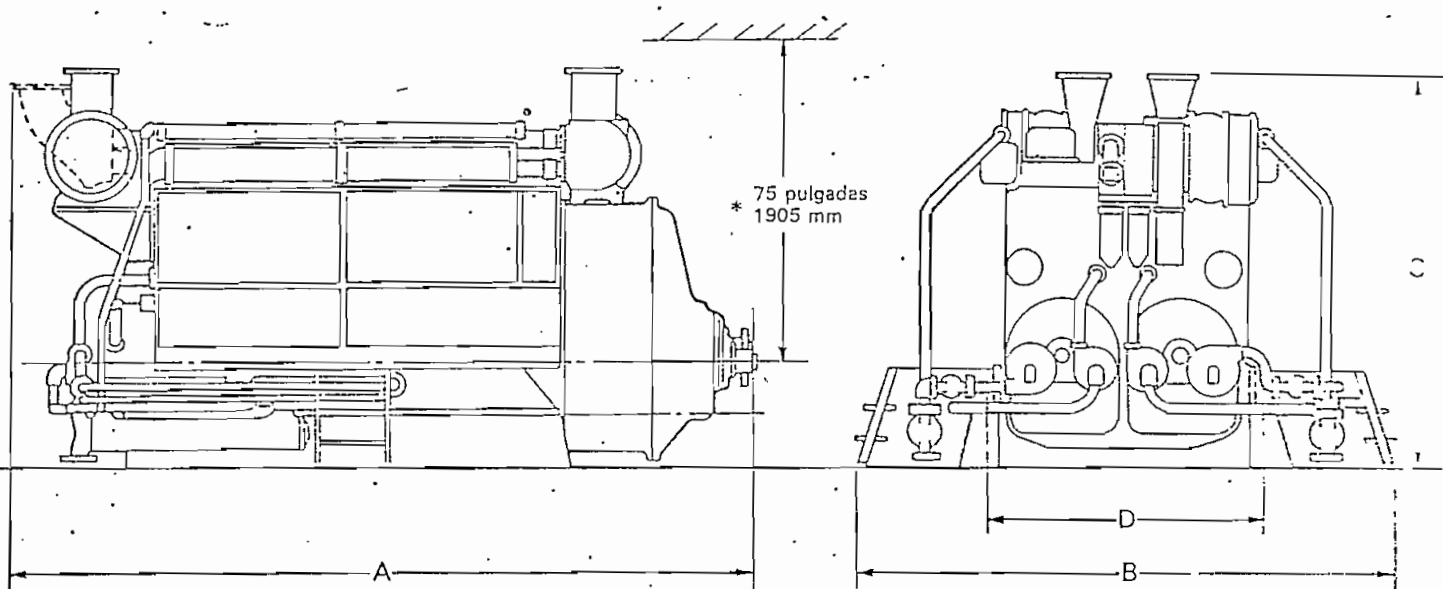
Dimensiones Extremas Aproximadas y Pesos



* La altura mínima hasta el techo tiene una tolerancia de 5 pulgadas (127 mm) para el mantenimiento.

MOTORES DE UNA BANCADA

		A		B		C		D		Peso	
		pul.	mm	pul.	mm	pul.	mm	pul.	mm	lb	kg
Aspiración natural	(4 cyl)	94.5	2400	58.4	1483	80	2032	36	914	9200	4175
	(6 cyl)	124	3150	58.4	1483	80	2032	36	914	12800	5800
	(8 cyl)	150	3810	58.4	1483	80	2032	36	914	16800	7600
Turbo-cargados	(4 cyl)	94.5	2400	60	1524	84.3	2140	36	914	9500	4300
	(6 cyl)	124	3150	60	1524	84.3	2140	36	914	13100	5900
	(8 cyl)	150	3810	60	1524	98	2489	36	914	17500	7900



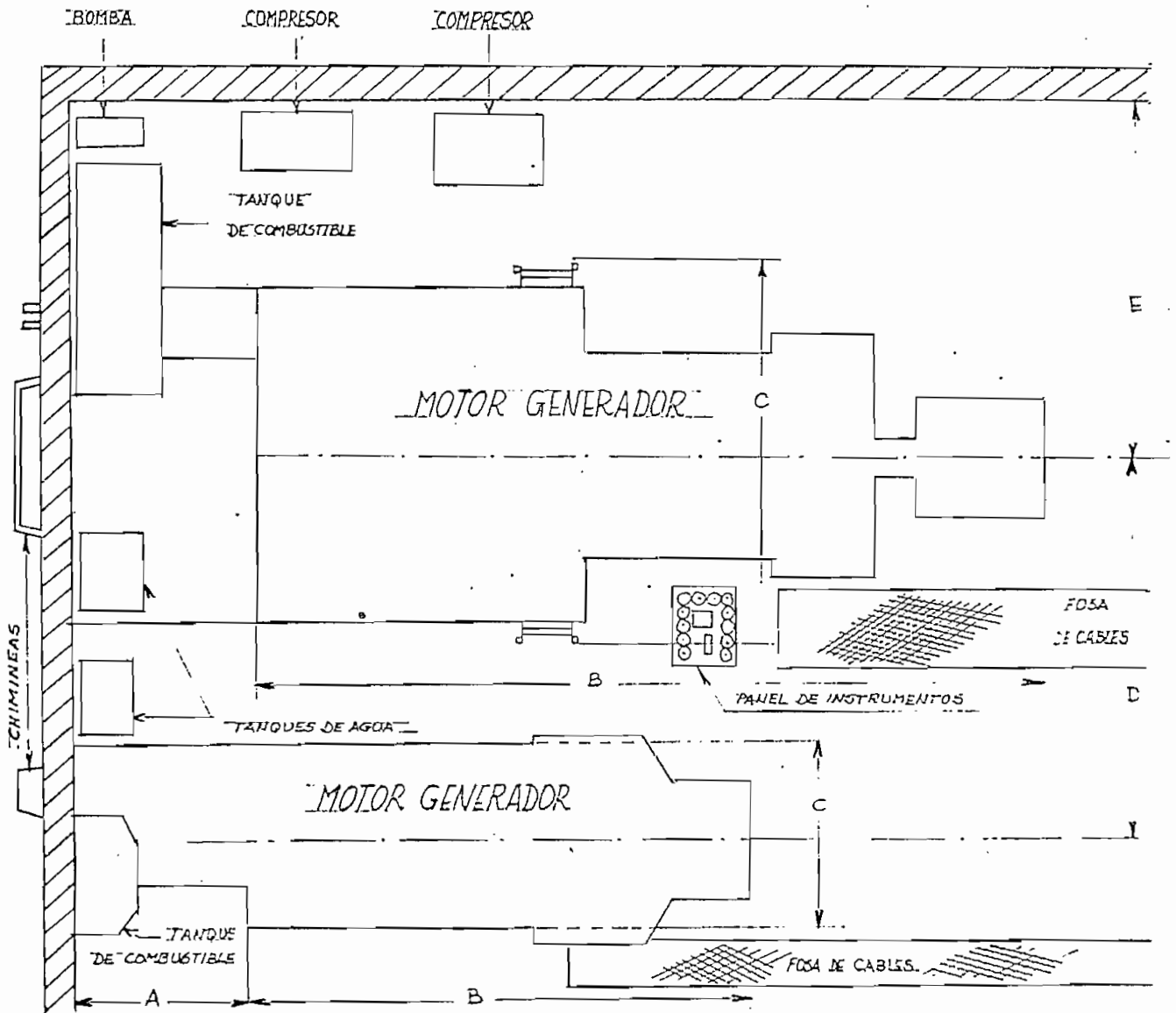
* La altura mínima hasta el techo tiene una tolerancia de 5 pulgadas (127 mm) para el mantenimiento.

MOTORES DE DOBLE BANCADA

		A		B		C		D		Peso	
		pul.	mm	pul.	mm	pul.	mm	pul.	mm	lb	kg
Turbo-cargados	(12 cyl)	153	3886	120	3048	91	2311	63	1600	30900	14000
	(16 cyl)	180	4572	120	3048	109	2769	63	1600	39800	18000
Con enfriamiento intermedio	(12 cyl)	156	3962	120	3048	109	2769	63	1600	32100	14600
	(16 cyl)	183	4648	120	3048	109	2769	63	1600	41000	18600

Estos datos son aproximadas. Las dimensiones y pesos varían según los tamaños de los turbocargadores, enfriadores (cuando existen), volantes y equipos auxiliares.

DISTRIBUCION TIPICA DE LOS EQUIPOS DE GENERACION DENTRO DE UN LOCAL:



Las distancias A, B, C, D, E están definidas dentro de los catálogos respectivos de los equipos, y varían de acuerdo a la potencia de los mismos.

Figura 49

IV.2 CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS DE EMERGENCIA

Los sistemas de emergencia están generalmente instalados en lugares de reunión donde se necesita alumbrado artificial, tales como edificios ocupados por gran número de personas, hoteles, teatros, campos de deportes, hospitales e instituciones similares. Estos sistemas pueden suministrar fuerza para el funcionamiento de equipos esenciales, tales como los de refrigeración, los de ventilación cuando son esenciales para mantener la vida, los de alumbrado y de fuerza para las salas de operación de hospitales, los sistemas de alarmas contra incendios, las bombas de incendio, los destinados a procesos industriales donde la interrupción de corriente producirá serios peligros, los sistemas de altavoces públicos y los equipos similares.

Los sistemas de emergencia tendrán capacidad y régimen adecuados para el funcionamiento de emergencia de todos los equipos conectados al sistema.

El suministro de corriente será tal que en caso de falla del suministro normal al edificio u otra instalación, el alumbrado o la fuerza de emergencia o ambos, estén disponibles de inmediato y además debe de tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesita, si es de corta o larga duración.

Los circuitos de alumbrado de emergencia no alimentarán artefactos ni lámparas - que no sean las especificadas como las - necesarias para su utilización en servicio de emergencia. El alumbrado de emergencia incluirá todas las luces de salida requeridas y todas las demás luces especificadas como necesarias para obtener un alumbrado suficiente.

Los sistemas de emergencia para alumbrado deben ser diseñados e instalados de manera tal que la falla de un elemento individual, como es el caso de quemarse un filamento de un bombillo, no deje áreas en completa oscuridad.

IV.2.1. CIRCUITOS RAMALES: los circuitos ramales destinados a suministrar alumbrado de emergencia se instalarán de forma tal que entren en funcionamiento inmediatamente cuando el suministro normal del alumbrado se interrumpa. Tal instalación se obtendrá por uno de los medios siguientes:

- a. Un suministro de alumbrado de emergencia, independiente del sistema general de alumbrado, con medios para realizar automáticamente la transferencia del -

- alumbrado de emergencia, mediante dispositivos aprobados para este propósito, en el caso de falla del suministro del sistema general del alumbrado.
- b. Dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes, de manera que cada sistema provea suficiente corriente para el alumbrado de emergencia. A menos que ambos sistemas se utilicen para el alumbrado normal y se mantenga encendidos los dos, se proveerá medios automáticos para que cada uno se ponga en marcha cuando falle el otro. Uno u otros sistemas o ambos pueden formar parte del sistema general de alumbrado del local protegido.

Los circuitos ramales que alimentan equipos clasificados como de emergencia, tendrán una fuente de alimentación de emergencia a la cual será transferida automáticamente e inmediatamente la carga cuando falle el suministro normal.

IV.2.1.1 ALAMBRADO DE LOS CIRCUITOS: el alambrado de los circuitos de emergencia deberá ser completamente independiente de otras instalaciones y equipos y no se instalará en

la misma canalización, conducto, caja o gabinete, con otro alambrado. Existen, sin embargo, excepciones en las cuales no se cumple ésto tales como:

- a. para interruptores de transferencia.
- b. para aparatos de alumbrado de salida o de emergencia alimentados por dos fuentes.
- c. en una caja de empalmes común sujeta a aparatos de alumbrados de salida o de emergencia, alimentados por dos fuentes.

IV.2.1.2 CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DISEÑO DE CIRCUITOS RAMALES: las consideraciones básicas que deben ser tenidas en cuenta al diseñar los circuitos ramales, del mismo modo que los demás sistemas eléctricos son:

- a. Seguridad: las normas del Código Eléctrico Nacional (NEC), tienden a disminuir los riesgos de incendio en la instalación eléctrica y deben ser tomados como requisitos mínimos; sin embargo, un buen diseño requiere además el estudio de cada sistema a fin de tomar las medidas de seguridad adicionales que -

se crean convenientes.

- b. Capacidad: la capacidad adecuada debe ser una de las principales características que debe poseer un sistema eléctrico y ésto se obtiene con una correcta previsión de salidas, reservas y capacidad de cables y canalización.
- c. Flexibilidad: algunos tipos de instalación requieren tener una cierta flexibilidad que permitan asimilar en forma económica y fácil las modificaciones futuras. Tal es el caso de algunos talleres y laboratorios.
- d. Accesibilidad: debe tenerse especial cuidado en la observación de este requisito ya que la comodidad y hasta la seguridad de un sistema son función directa de esta cualidad que solo el buen criterio del proyectista puede valorar.
- e. Confiabilidad: existen elementos que requieren un servicio continuo de energía, siendo por lo tanto necesario diseñar circuitos o sistemas que den esa seguridad. Es imprescindible estudiar cuidadosamente el proyecto a fin de determinar estas necesidades.
- f. Regulación de Tensión: Debe asegurarse que exista la correcta capacidad de potencia a plena tensión en cada toma

o salida de un circuito, para lo cual debe diseñarse en forma cuidadosa teniendo en cuenta todos los factores - que ocasionen caídas de tensión. Además se recomienda como norma general de diseño agrupar en diferentes circuitos el alumbrado general, los equipos automáticos, equipos fijos, y tomacorrientes de uso general. Generalmente para equipos automáticos fijos se usan circuitos individuales.

g. Simplicidad: tanto los circuitos como los sistemas a diseñar deben ser - lo más simples que se pueda a fin de lograr una fácil operación y mantenimiento.

IV.2.1.3 CAPACIDAD DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES: Los artículos del Código Eléctrico Nacional que reglamentan la capacidad de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes son:

<u>Asunto</u>	<u>Artículo</u>
Clasificación	210.3
Tensión	210.6
Lámparas de gran potencia	210.8
Requisitos de conductores	210.19
Máxima carga	210.23

<u>Asunto</u>	<u>Artículo</u>
Carga permisible	210.24

Basándose en las disposiciones de los artículos señalados, consideraciones prácticas y experiencia en instalaciones de este tipo; para el diseño de circuitos ramales destinados a alumbrado y tomacorrientes, se dan las recomendaciones siguientes:

- a. Los circuitos ramales con más de una salida, no se deben cargar más del 50% de su capacidad nominal.
- b. Los circuitos tomacorrientes de uso general pueden tener el siguiente número de salidas según su capacidad:

15 amperios	5 dispositivos
20 amperios	7 dispositivos

Las cargas para alumbrado permitidas son:

Capacidad del Circuito en Am perios	Cargas en VA (voltam perios)		
	120 V	240 V	277 V
15	900	1800	2100
20	1200	2400	2800
30	1800	3600	4200
40	2400	4800	5600
50	3000	6000	7000

- c. Para circuitos de 15 y 20 amperios se recomienda usar como calibre mínimo el No. 12 (3 mm²).
- d. Cuando la distancia desde un tablero a la primera derivación de un circuito de alumbrado exceda los 15 metros, la sección del conductor será por lo menos de un tamaño inmediatamente superior al que determine su capacidad; la distancia máxima de separación hasta la primera derivación de alumbrado no deberá ser nunca mayor de 30 metros, a menos que la carga sea tan pequeña que se pueda garantizar una caída de tensión no mayor del 3% desde el tablero hasta el punto más desfavorable del circuito.
- e. Cuando la distancia desde un tablero a la primera derivación de un circuito de tomacorrientes de uso general, sea ma -

yor a 30 metros deberá ser usado cable No. 10 AWG (5.3 mm²).

- f. La caída de tensión máxima permisible hasta el punto más desfavorable del circuito ramal de alumbrado o tomacorriente es de 3% con tal que, en alimentadores y circuitos ramales no exceda el 5% del total.
- g. Los elementos de derivación de los circuitos, portalámparas, tomacorrientes, deben cumplir las siguientes normas:

- los portalámparas deben tener capacidad no menor a la carga que van a alimentar y cuando pertenezcan a circuitos de capacidad de 20 amperios o más, deben ser del tipo de servicio pesado.
- Los tomacorrientes deben tener una capacidad no menor a la carga que van a alimentar, y dentro de los siguientes límites:

Circuitos de 15 A	Capacidad no mayor de 15 A.
Circuitos de 20 A	Capacidad de 15 A a 20 A
Circuitos de 30 A	Capacidad de 30 A
Circuitos de 40 A	Capacidad de 40 A a 50 A

Circuitos de 50 A Capacidad de 50 A

Los tomacorrientes de capacidad 15 A - conectados en circuitos de 15 A ó 20 A (amperios), que sirven a dos o más tomacorrientes no pueden ser usados por equipos portátiles de consumo mayor de 15 Amperios.

Los que tienen capacidad de 20 amperios conectados en circuitos de 20 amperios no pueden ser usados por equipos portátiles que consuman más de 24 amperios.

- h. Los conductores para derivaciones individuales, pueden ser de menor capacidad que el circuito.

IV.2.1.4 CAPACIDAD DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA PARA MOTORES O CARGAS INDIVIDUALES: cuando se trata de motores o cargas de otro tipo se deberán observar las siguientes reglas

- a. los circuitos que alimentan cargas individuales (no motores) deben ser diseñados con una reserva en capacidad del 20% de la carga nominal,
- b. Los circuitos que alimentan motores deberán tener una capacidad de corriente

- no inferior a 125% de la nominal a plena carga del mayor de los motores, más la suma de los demás,
- c. Calibre mínimo de conductor No. 12 AWG (3 mm^2),
 - d. La caída de tensión máxima admisible - en circuitos ramales para cargas individuales será la misma que la establecida para circuitos de alumbrado y tomacorrientes,
 - e. En los casos en que el circuito alimente la carga por medio de un tomacorriente, éste debe tener una capacidad según la recomendación (g) anterior.

IV.2.1.5 CANALIZACION DE LOS CIRCUITOS RAMALES: -
Las instalaciones ramales dentro de un sistema de emergencia deberá ir con una canalización adecuada, y ésta es generalmente hecha a través de tubos tipo "conduit" rígidos o "EMT". Normalmente se prevee un "conduit" para el conjunto de los conductores de cada circuito o de cada alimentador, es decir, para 2, 3 ó 4 conductores y raras veces más; por ejemplo, en circuitos de interruptores de tres o cuatro vías, (el neutro de un sistema trifásico no se considera como un conduc-

tor al fijar la capacidad de corriente ad
misible en tales conductores).

El código admite un mayor número de con -
ductores en un solo tubo "conduit" cuando
la capacidad de corriente es reducida; es
estos conductores pueden pertenecer a dife -
rentes sistemas de distribución y a dife -
rentes tipos de corriente, mientras no ex
cedan, en ambos casos, de 600 voltios; pe
ro por varias inconveniencias (la dificul
tad de introducir muchos conductores en -
el tubo sin que se dañen; la de identifi -
car los conductores al hacer las conexio -
nes; y por la mayor probabilidad de que -
un conductor defectuoso afecte a los de -
más) es preferible evitar tales solucio -
nes. Solamente en los circuitos de alimen -
tación de un motor, los conductores de -
mando a distancia de relés y de amperíme -
tros se colocan a menudo en el mismo tubo
"conduit".

Los conductores de sistemas de señales de
radios no deben colocarse en el mismo tu -
bo de conductores de sistemas de luz y de
fuerza. Es recomendable usar, en ocasio -
nes, tubos mayores que los del tamaño mí -
nimo permitido para preveer cierta capaci

dad de reserva para aumentos de carga o para poder instalar en el futuro conductores de mayor diámetro.

Todos los tubos conduit, cajas metálicas y demás partes metálicas expuestas a la instalación habrá que conectarlas eléctricamente entre sí de una manera segura y durable y de conectar el extremo al conductor a tierra de la acometida. Esta conexión se llama "tierra del equipo"

Ahora pasaremos a tratar sobre la protección y señalización de los circuitos de alimentación de emergencia.

IV.3 PROTECCION Y SEÑALIZACION

La protección y maniobra de un sistema y equipos para alimentación de emergencia deben ser diseñados cuidadosamente a fin de evitar fallas debidas a un diseño inapropiado.

IV.3.1. CONDICIONES PARA DISEÑAR LOS SISTEMAS DE PROTECCION Y SEÑALIZACION: los sistemas de protección deben ser diseñados de modo que un daño, fuera o dentro del sistema de distribución no pueda causar la caída de servicio por lo cual deben ser tenidas en cuenta las siguientes condiciones:

- a. en sistemas para cargas esenciales es de gran importancia la coordinación de las protecciones a fin de que una falla no pueda causar una caída en cadena de todas las protecciones con la consiguiente interrupción del servicio de emergencia.
- b. los elementos de los sistemas de protección deben ser capaces de soportar las condiciones de arranque de cargas pesadas.
- c. la ubicación de los equipos y su ins-

talación debe hacerse de modo que se cumplan las condiciones de seguridad - requeridas,

- d. todos los motores deben estar provistos de protecciones contra sobrevelocidad,
- e. debe diseñarse un sistema de señales - audiovisuales, alimentadas por acumulador para:
 1. determinar el mal funcionamiento de la fuente de energía de emergencia, incluyendo excesiva temperatura, temperatura inferior a los requisitos del equipo, baja presión de aceite de lubricación o altas - temperaturas del mismo.
 2. indicación de que el generador está suministrando energía.
 3. indicación de un contenido de combustible en el tanque, inferior al necesario para el funcionamiento - contínuo a plena carga durante tres horas.
 4. indicación visual de un buen funcionamiento del acumulador.
 5. señales audibles para advertir mal

funcionamiento de los equipos, deben ser ubicadas en lugares de rápida y fácil captación por parte del personal de mantenimiento.

6. en el planeamiento de la ubicación de equipos y las señales que éstos requieran, debe considerarse la posibilidad del uso de sistema de vigilancia por medio de un circuito cerrado de televisión.

IV.3.2. PRINCIPALES TIPOS DE FALLA: los principales tipos de fallas que ocurren en un sistema son: cortocircuitos, sobrecargas, - fallas a tierra y en algunos casos sobre-voltajes transitorios.

IV.3.3. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS A USARSE EN SISTEMAS DE PROTECCION: los elementos que pueden detectar y despejar tales fa - llas son los relés interruptores y los fusibles. Estos dispositivos deberán cum - plir con:

- deben tener la capacidad adecuada para interrumpir un circuito, con seguridad bajo cualquier condición anormal.
- Sus rangos de voltaje y corriente de - ben ser bien especificados, así como -

las curvas características.

- Deben tener suficiente capacidad selectiva y sensibilidad para detectar y despejar fallas.

El sistema de protección más usado es el selectivo y consiste en que cada aparato de protección está en rango de plena corriente de cortocircuito en su punto de aplicación.

Mirando el sistema en línea recta desde una carga hacia la fuente, se tendrán diversos tipos de protección, para motores, alimentadores, tableros, transformadores y generadores o entrada de la Empresa.

Las características tiempo corriente son coordinadas entre todos los dispositivos de protección, para que solo actúe la protección correspondiente. Esto significa que solo el aparato más cercano al punto de mayor contribución de corriente de cortocircuito abra sus contactos, para interrumpir el flujo de corriente.

IV.3.4.

COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION: la coordinación de las protecciones es de primera importancia en el dise-

ño y sirve para determinar las características finales y ajustes (calibración) de los relés de protección, fusibles, etc., lográndose una combinación optima de la - protección para el sistema y servicio confiable para las cargas.

La coordinación de los aparatos de protección, pretende dotar de la máxima confiabilidad de servicio por medio de la elección y ajustes de los aparatos de protección de manera que el mínimo posible de - carga del sistema sea interrumpida cuando se despeja una falla, en otras palabras, asegurar que varias secciones de la planta no salgan necesariamente del servicio por un cortocircuito ocurrido en otra parte de la planta.

Cuando una planta industrial debe trabajar con su generación en paralelo con la Empresa Eléctrica, el problema de las protecciones y su coordinación es muy importante, puesto que en caso de salir de servicio la Empresa Eléctrica o un generador de la planta, existe el peligro que en el primer caso, el generador de la planta tome la carga que le corresponde a la Empresa Eléctrica y sea sobrecargado en extre-

mo hasta llegar a destruir totalmente dicho generador, con consecuencias funestas y en el segundo caso la motorización del generador de la planta, lo cual tampoco es deseable.

IV.3.4.1 LOS RELES EN LOS SISTEMAS DE PROTECCION:
se debe tener presente que:

- los interruptores de los alimentadores deben ser equipados con relés de sobrecorriente de tiempo inverso o muy inverso y con unidades de interrupción instantáneas.
- los generadores de la planta deben ser protegidos con relés diferenciales, y tener protección de respaldo externo.
- El terminal de la línea de llegada de la Empresa Eléctrica debe tener reo - nectadores automáticos, a través de relés de sincronización para disparo final.
- El neutro de la Empresa Eléctrica debe estar puesto a tierra y los neutros de los generadores de la planta a tierra a través de una resistencia.

La protección para el terminal de la Empresa Eléctrica puede consistir en relés de distancia o relés de sobrecorrientes con unidades instantáneas si se usan relés de distancia, deben ajustarse para operar instantáneamente para fallas en la línea de la Empresa Eléctrica al 10% de la distancia desde la planta industrial si se utilizan relés de sobrecorriente - deben ser coordinados con relés instantáneos en una planta industrial. En el terminal de la planta deben instalarse relés direccionales de sobrecorrientes y protección de fallas a tierra.

IV.3.5. PROTECCION PARA GENERADORES DE EMERGENCIA en cuanto se refiere a la protección de los generadores podemos decir que tendrán que estar protegidos especialmente contra

- fallas entre espiras y devanados
- sobrecargas
- sobrecalentamientos
- sobrevelocidad
- falla o pérdida de excitación
- motorización
- fallas a tierra, etc.

Algunas de estas condiciones no requieren

de un disparo automático del generador, -
puesto que pueden ser corregidas en una -
estación bien atendida, mientras permane-
ce en servicio la máquina esas proteccio-
nes pueden accionar alarmas. Otras, como
en el caso de cortocircuitos requieren -
ser despejadas lo más pronto posible.

- IV.3.5.1 PROTECCION PARA FALLAS A TIERRA: la pro-
tección más efectiva para fallas a tierra
o fallas en bobinados o devanados es la -
protección diferencial.

- IV.3.5.2 PROTECCION CONTRA LA MOTORIZACION: La -
protección contra la motorización es prin-
cipalmente para la turbina y puede consis-
tir en detectores de temperatura o un re-
lé de potencia inversa que provee una ade-
cuada seguridad y protección de retaguar-
dia.

- IV.3.5.3 PROTECCION CONTRA SOBREVELOCIDAD: la pro-
tección es provista sobre la máquina mo-
triz, siendo un dispositivo de acción cen-
trífuga en el árbol con un relé de sobre-
frecuencia.

- IV.3.5.4 PROTECCION CONTRA PERDIDA DE EXCITACION:
para la pérdida de excitación se deben -

disponer de alarmas que adviertan al operador, de relés de retardo de tiempo que den el tiempo necesario para la corrección y por último proveer un disparo automático de la máquina. Se puede usar protección de impedancia MHO o direccional con su característica de operación en la zona negativa. Puede usarse también, un relé de falta de voltaje en los anillos del rotor, o uno direccional sensible al paso de los KVAR que acompañan a la condición de pérdida de la excitación.

VI.3.6. PROTECCION PARA MOTORES: la protección de motores es menos normalizada que para generadores y existen muchos esquemas y grados variables de protección con éxito. Por ésto el grado de protección que se da a un motor es evaluado en base a la inversión y al nivel de protección contra riesgos de falla, según el tamaño del motor y el tipo de servicio que dará.

El código indica el amperaje máximo permisible, para la protección del ramal del motor contra sobrecorriente, en forma de porcentaje de la corriente del motor a plena carga; según su tipo, método de arranque y corriente de rotor frenado. Co

mo dispositivos de protección se pueden usar fusibles o interruptores automáticos. Al usar interruptores automáticos, el valor más bajo permisible es el 115% de la corriente del motor a plena carga.

El dispositivo puede omitirse completamente si los conductores del ramal del motor hasta el arrancador tienen el mismo tamaño del alimentador. Entonces el circuito del motor queda protegido por la protección del alimentador.

Para finalizar el enfoque de este capítulo daremos algunas recomendaciones referentes a las pruebas y mantenimiento que deberá suministrarse al equipo que servirá la energía de emergencia.

IV.4 PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

IV.4.1. REQUISITOS PRINCIPALES DE PRUEBA Y MANTENIMIENTO: los requisitos principales de prueba y mantenimiento que deben ser establecidos y observados son:

- a. Los grupos de generación deben ser inspeccionados diariamente y probados al menos durante 30 minutos en condiciones de carga, a intervalos no mayores de siete días.

Quando se conoce la existencia de posibilidades de fallas en el suministro normal por tormentas, lluvias, etc., es conveniente el encendido de los grupos generadores durante 30 minutos. La operación de los grupos por períodos cortos deben evitarse especialmente con equipos de ignición a compresión, puesto que si los vapores de condensación que se han formado antes de que el motor llegue a estar propiamente calentado no se disipan, formarán una película en los cilindros y ácido en el aceite, lo cual es perjudicial al motor.

- b. Los sistemas de transferencia deben incluir sistemas para permitir pruebas a intervalos regulares que normalmente - no excedan a siete días.
- c. Los sistemas de acumuladores se deben inspeccionar a intervalos no mayores - de siete días, y mantener de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes. - Los acumuladores dañados se deben reemplazar tan pronto se descubra algún defecto (Artículo 700-4 del NEC).
- d. Debe establecerse una reglamentación - para el registro de inspecciones, funcionamiento, períodos de funcionamiento de pruebas y reparaciones.

El mantenimiento y operaciones periódicas de prueba en el sistema permiten garantizar su operación correcta y sin demoras, cuando se presente el estado de emergencia para el cual se hayan previsto.

IV.4.2. ELEMENTOS QUE REQUIEREN ESPECIAL MANTENIMIENTO: dentro de los elementos constitutivos de una máquina, los que deben estar sometidos a un buen y frecuente mantenimiento son los agrupados en la siguiente descripción:

IV.4.2.1 COJINETES: unas de las partes más sometidas a desgaste dentro de los motores eléctricos son los cojinetes, las superficies del colector, los anillos rozantes y las escobillas. Los cojinetes de bolas no sufren desgastes pero necesitan de vez en cuando un cambio de grasa. Y si son cojinetes antifricción habrá que controlarse el entrehierro existente, entre el rotor y el estator, su tolerancia es del orden de décimas de milímetros.

IV.4.2.2 COLECTORES, ANILLOS ROZANTES: Los colectores en perfecto estado deberán poseer una superficie muy lisa y mate y girar completamente circular.

El chisporroteo debajo de las escobillas indican marcha no circular del colector, las vibraciones que hay escobillas gastadas o aislamiento entre delgas demasiado saliente, etc.

Tendrá que considerarse, también, que los granos de polvo gruesos producen en la periferia del colector rayas, si éstos se sitúan debajo de las escobillas. Estas rayas deberán eliminarse ya sea torneando si son de importancia o mediante lija si son

pequeñas. Los bordes de las delgas habrá que eliminárselos con una lima pequeña - triangular.

IV.4.2.3 ESCOBILLAS: Las escobillas deberán tener poco juego y sin embargo deben ser de fácil movimiento en sus portaescobillas respectivos. Al cambiarlas por las de repuesto deberá esmerilarse sobre el colector - a la curvatura de éste.

IV.4.3. CONTROL DE TEMPERATURA: las máquinas refrigeradas por aire deberán limpiarse periódicamente de las partículas de polvo - transportadas por el aire. Con ésto se evitarán sobrecalentamientos dentro de - las mismas que pueden ser de carácter peligrosos y destruirlas. Por tanto el control de temperatura deberá realizárselo. Si la máquina se calienta en demasía durante su funcionamiento habrá que medir - el valor de la temperatura para adoptar - una rápida solución. No es suficiente saber que la temperatura de la carcasa no - sobrepasa la temperatura de la mano al tocarla. Un medio más seguro de saber el calentamiento es el de la medición de la resistencia de los devanados de la máquina en caliente y en frío. Aunque el método

todo más utilizado es aquel de medir la temperatura directamente por medio de un termómetro ubicado dentro del ojete de la máquina.

Para adoptar un buen criterio respecto a la temperatura de la máquina habrá que considerar que la temperatura del devanado es mayor que la que pueda presentar la carcasa.

Dado que la temperatura es dependiente de la ventilación que se pueda proporcionar a una máquina, es muy importante el considerar que un motor, sea abierto o protegido, jamás se colocará en una caja o cubierta totalmente cerrada para protegerlo de las malas condiciones del lugar de instalación. Esto se explica debido a que la ventilación de dicho equipo debe ser suficiente e indispensable, ya que con ella se podrá mantener la temperatura adecuada de operación del equipo o máquina instalada.

IV.4.4. INSTRUCTIVOS Y RESPUESTOS A CONSEGUIRSE:
Todo mantenimiento o prueba que se vaya a realizar dentro de un sistema de generación instalado, deberá estar basado en

los instructivos dados por el fabricante al que se ha comprado el equipo. Existe una considerable diferencia de opinión - en relación a la bondad del procedimiento de reconstruir partes desgastadas tales como anillos de desgaste y otras.

Cualquier mantenimiento a realizarse deberá ser rápido y eficiente a fin de evitar daños mayores.

Hay que tomar en cuenta que los elementos de medición, luego de un período de uso, deberán ser recalibrados y probados para determinar su funcionamiento correcto.

Es muy importante, el proveer una suficiente cantidad de repuestos para cualquier eventualidad que pueda ocurrir. - Por último en toda prueba o mantenimiento deberá llevarse un buen Registro de inspección y reparaciones.

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES

V.1 PRESENTACION DEL EJEMPLO

Dentro de este capítulo por resolución del Consejo de Facultad se determinó dar a manera de ejemplo, recomendaciones prácticas para determinar el sistema de emergencia aconsejable para el teatro de la Escuela Politécnica Nacional.

Primeramente, basándose en los planos existentes dentro del departamento de Construcción de la Escuela, - que de paso diremos no se ajustan a la realidad debido a varias modificaciones y fallas dentro del trabajo realizado por parte de la constructora, pasaremos a realizar la evaluación de la carga que existe dentro del diseño eléctrico del teatro, para de este modo, encontrar la capacidad del grupo que dará la energía de emergencia.

En esta última afirmación, se verá que el sistema aconsejable para dar energía al teatro será un grupo motor diesel generador.

V.2 DESCRIPCION Y CALCULO DE LA CARGA, EXISTENTE EN LOS PLANOS

Dentro de los planos encontramos dos tableros principales T_1 y T_3 , a los cuales llega la acometida del transformador de energía alimentado por la Empresa Eléctrica. También existe un subtablero T_2 que se alimenta a través del tablero principal T_1 .

Todos los tableros están alimentando a un grupo de cargas especificados en el diseño, como se indica a continuación:

Tablero T_1 :

Circuito.No.	Cantidad	Tipo	Carga
-12	11	Reflector Washing-wall de 150 w a 110 V.	1650 W
- 1-2-3-4-5 6-7-8-9	58	Reflector Incandescente de 150 w a 110 V.	8700 W
- 11	21	Equipo fluorescente 1 x 40 W a 110 V.	840 W
- 11	4	Equipo fluorescente 1 x 40 W a 110 V.	320 W
- 10	11	Reflector de 150 W a 110 V Washing-wall.	1650 W
- 19	24	Equipo fluorescente 1 x 40 W.	960 W

Circuito No.	Cantidad	Tipo	Carga
- 20	22	Equipo fluorescente 1 x 40 W.	880 W
- 14-15	75	Luz piloto de 10 W.	750 W
- 13	4	Tomacorriente doble 3000 W	12000 W
- 22	8	Tomacorriente de piso 1000 W	8000 W
TOTAL TABLERO T ₁ :			<u>35750 W</u>

Tablero T₃ :

Circuito No.	Cantidad	Tipo	Carga
- 24-25-26	3	Toma de ventilador (1 HP)	1000 W
- 27-28-29	3	Toma de ventilador (1 HP)	1000 W
- 30-31-32	3	Toma de ventilador (1 HP)	1000 W
- 33-34-35	3	Tomas especiales 20 A	15000 W
TOTAL TABLERO T ₃ :			<u>18000 W</u>

Tablero T₂ :

Circuito No.	Cantidad	Tipo	Carga
- 13	4	Equipo fluorescente 2 x 40 W.	320 W

Circuito No.	Cantidad	Tipo	Carga
- 21	2	Tomacorriente doble 3000 W.	6000 W
- 16	12	Tomacorriente doble 3000 W.	36000 W
- 17-18	2	Tomas especiales 20 A	10000 W
TOTAL DEL TABLERO T ₂ :			<u>52320 W</u>

CARGA TOTAL:	Tablero T ₁ :	35750 W
	Tablero T ₂ :	52320 W
	Tablero T ₃ :	18000 W
	TOTAL:	106070 W

Basándonos en el Código, vemos que los factores de demanda para teatros o similares son del 100%, por tanto la carga a alimentarse será la total obtenida. Y escogiendo un factor de potencia de 0.9 debido a la mayoría de cargas de carácter resistivo, tenemos:

$$106070 \text{ W} / 0.9 = \underline{117.855.6 \text{ VA}}$$

V.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL GRUPO DE EMERGENCIA A USARSE

Luego, la capacidad para alimentar toda la carga deberá ser de 118 KVA, y el grupo de emergencia que suplirá la energía será un grupo de 120 KVA de potencia efectiva, para funcionar a 2800 m sobre el nivel del mar.

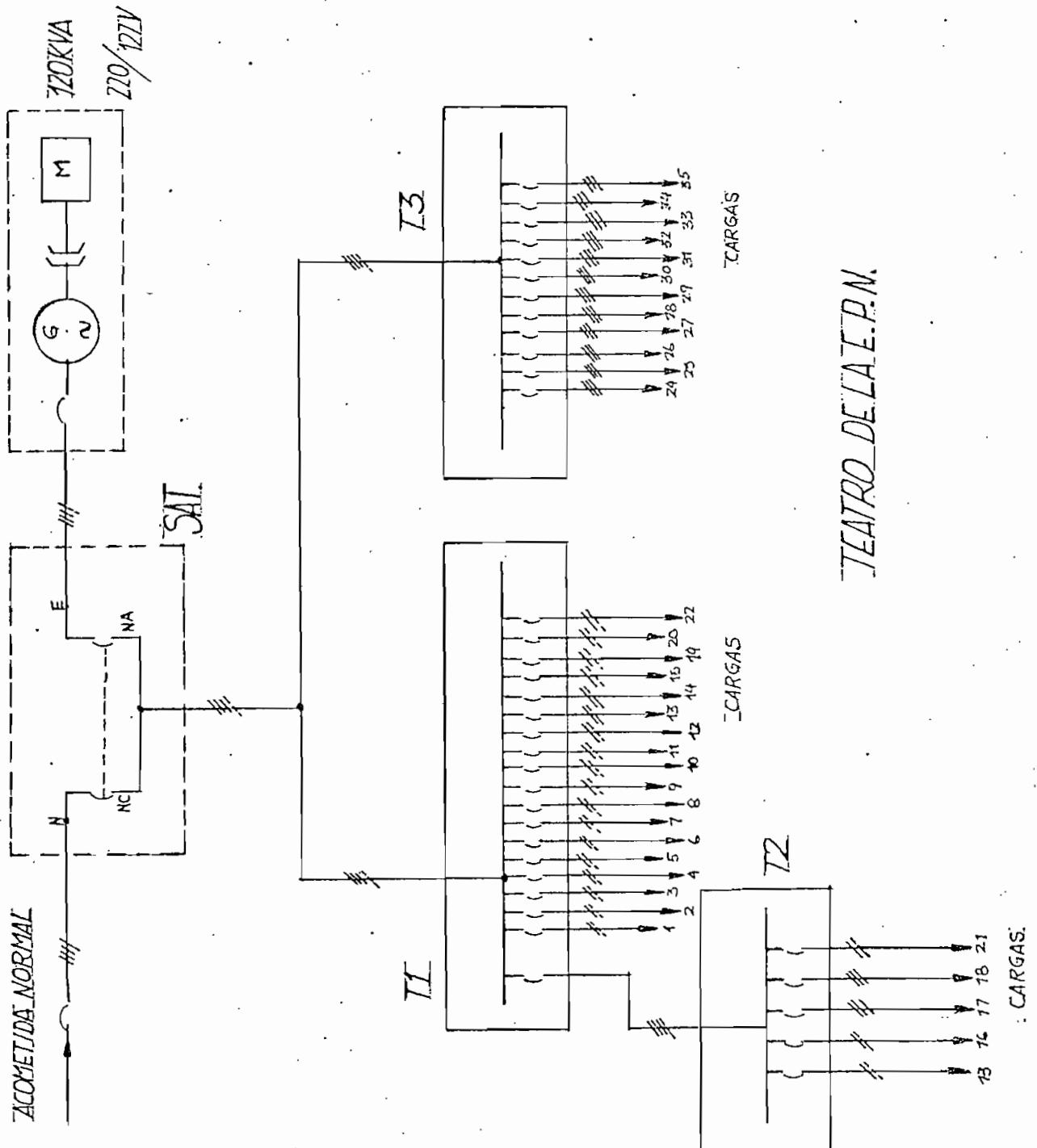
Cabe indicar aquí que el arranque de los motores conectados al sistema de ventilación, no influyen de manera considerable respecto al grupo de emergencia, debido a su poca potencia (alrededor de 1 HP).

El grupo motor generador deberá ser instalado en un lugar seco y adecuado de manera de cumplir con las normas dadas en el capítulo anterior en lo que se refiere a la ubicación de los grupos de emergencia.

La transferencia será de forma automática a través de un interruptor automático de transferencia con dispositivos de enclavamiento, como se ve en la figura 50, a manera de evitar una motorización del equipo si llegara a quedar en paralelo con el sistema.

V.4 DIAGRAMA UNIFILAR DEL EJEMPLO

A continuación, en un diagrama unifilar (figura 50), presentaremos la respectiva conexión del sistema de emergencia dentro de la carga existente en el teatro de la Escuela Politécnica Nacional.



TEATRO DE LA E.P.N.

V.5 RECOMENDACIONES PARA REALIZAR LA ALIMENTACION DE EMERGENCIA

El sistema presentado para la alimentación de emergencia en el teatro de la Escuela Politécnica, cumplirá - con las siguientes recomendaciones:

1. El sistema de emergencia asumirá toda la carga del teatro, en el momento de falta de servicio normal de energía eléctrica dado por la Empresa Eléctrica
2. Será un grupo motor generador a diesel de 120 KVA en potencia efectiva, generando a 220/127 voltios a 1800 RPM y a 60 Herzios de frecuencia.
3. La transferencia de la carga será de manera automática, a través de un interruptor automático de transferencia, que se lo adquirirá con los respectivos mandos y protecciones.
4. El arranque o encendido, así como el apagado, del grupo diesel de emergencia tendrá carácter automático. Y recibirá las órdenes correspondientes desde el interruptor automático de transferencia.

V.6 SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO

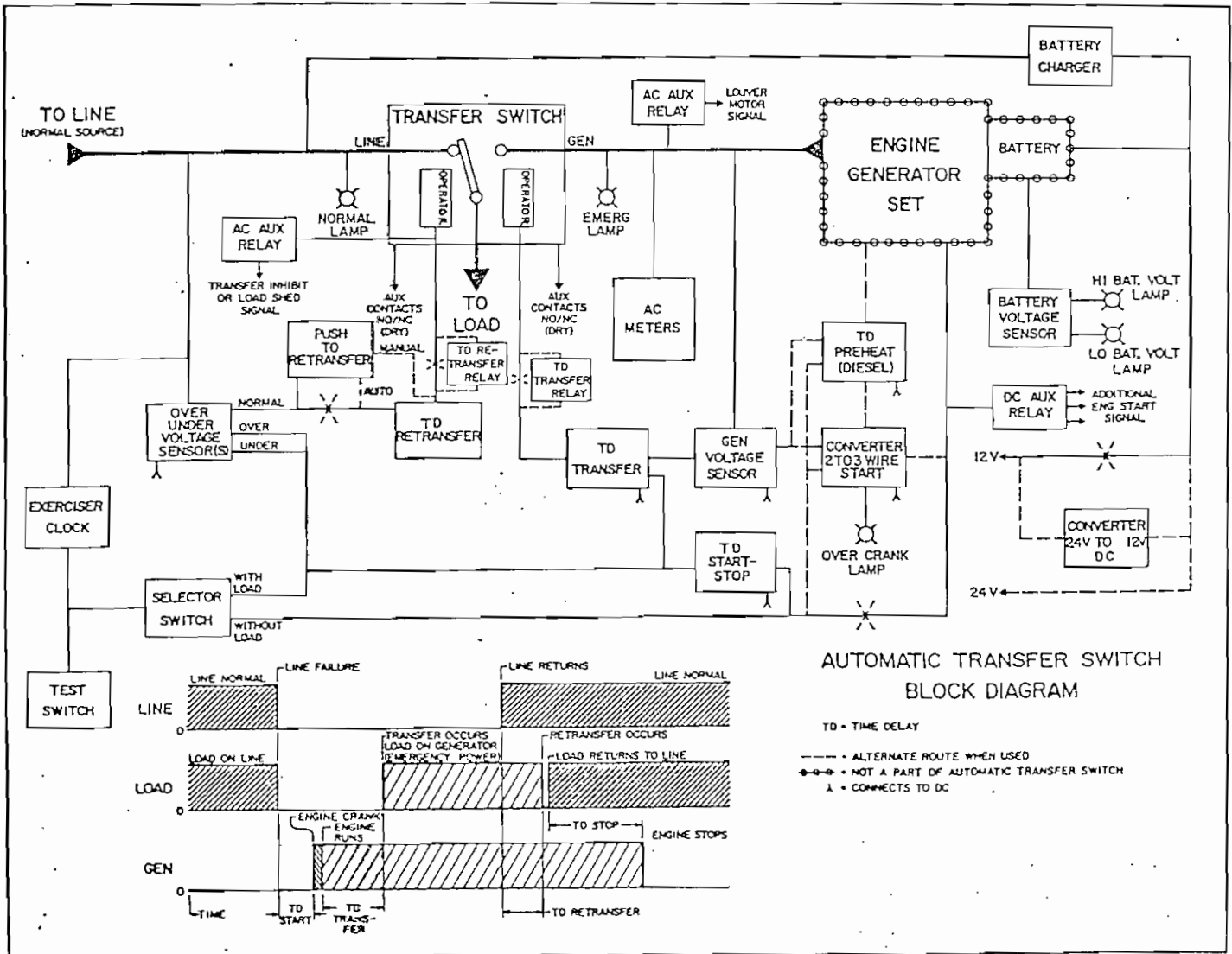
A continuación presentaremos un diagrama característico del sistema de encendido y apagado automático e inmediato, que viene incluido dentro de diseños específicos de equipos para alimentación de emergencia que funcionan a diesel y que pueden ser adquiridos en el mercado:

Así mismo incluiremos un diagrama de funcionamiento de bloque de un interruptor automático de transferencia que puede ser utilizado para el diseño de emergencia de el teatro de la Escuela Politécnica Nacional. Particularmente será el interruptor de transferencia a usarse aquel que presenta su valor de conexión continuo de corriente en 400 amperios, se pueden ver sus características también dentro del respectivo cuadro de valores que se adjunta en el diagrama:

RECOMMENDED PROTECTION FOR ONAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCHES AND ASSOCIATED WIRING

SWITCH CONTINUOUS AMPERE RATING	ASSOCIATED WIRING	*MAXIMUM ALLOWABLE INSTANTANEOUS PEAK LET-THRU CURRENT	**MAXIMUM AVAILABLE SHORT CIRCUIT CURRENT (Amps RMS Symmetrical)	RECOMMENDED PROTECTION Maximum Fuse Rating
30	No 8 Copper THW Cable 1 conductor per phase	17,000-amp	112,000-amp	† Bussmann FRS-60
60	No 4 Copper THW Cable 1 conductor per phase	19,000-amp	112,000-amp	† Bussmann FRS-100
100	No 2 Copper THW Cable 1 conductor per phase	22,000-amp	112,000-amp	† Bussmann FRS-150
225	No 4/0 Copper THW Cable 1 conductor per phase	44,000-amp	112,000-amp	† Bussmann FRS-250 LPS-250 JKS-600
400	300 MCM Copper THW Cable 2 conductors per phase	60,000-amp	112,000-amp	† Bussmann FRS-500 LPS-500 KTU-800
800	300 MCM Copper THW Cable 3 conductors per phase	70,000-amp	150,000-amp	† Chase-Shawmut A4BY-1000
1200	350 MCM Copper THW Cable 4 conductors per phase	90,000-amp	150,000-amp	† Chase-Shawmut A4BY-1600
1750	500 MCM Copper THW Cable 5 conductors per phase	118,000-amp	150,000-amp	† Chase-Shawmut A4BY-2500

* Maximum let-thru current for current limiting fuse clearing in 0.5 cycles (0.008-sec) or less.
 ** 600-volts, open circuit, 12-15 percent power factor. † Or equivalent.



V.7 ESPECIFICACIONES PARA EL GRUPO DE EMERGENCIA A AD-
QUIRIRSE.

Los grupos motor-generador presentan sus característi-
cas de funcionamiento de acuerdo a la Casa en que se
los fabrica. Para nuestro caso en particular, necesi-
tamos un grupo motor-generador con 120 KVA de capaci-
dad efectiva y que además poseerá las siguientes espe-
cificaciones para lograr un funcionamiento apropiado:

- Sistema de combustible diesel.
- Bombas de inyección individuales:
Combustible: cebado y transferencia.
Agua: de enfriamiento del motor seccionado
por engranajes.
- Codo de escape seco.
- Alternador de carga (24 voltios).
- Arranque eléctrico (24 voltios).
- Enfriador del aceite lubricante.
- Filtro de aire seco de una etapa.
- Filtros de combustibles y de aceite lubricante.
- Manómetros del combustible, del aceite e indicador
de la temperatura de agua.
- Medidor de servicio.
- Múltiple de escape seco.
- Respiradero del cárter.
- Soportes de montaje.
- Termostato y caja
- Tubería flexible del combustible.

V.7.1. EQUIPO PARA REALIZAR EL ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMATICO: El equipo para realizar el encendido automático, así como el apagado, podrá variar de acuerdo a la marca del equipo pero por lo general consiste en:

- Arrancador
- Ayudas para el arranque, bujías incandescentes.
- Baterías
- Calentador de agua en las camisas
- Cargador de baterías
- Conexiones de escape flexible
- Control de arranque y parada automáticas
- Generador o alternador
- Intercambiador de calor. Tanque de Expansión.
- Interruptores de alarmas
- Paradas automáticas accionadas para baja presión del aceite, exceso de velocidad y temperatura del agua
- Radiador y ventilador
- Tablero de control: montado en el generador o en la pared.

V.8 DESCRIPCION GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EMERGENCIA TRATADO

La descripción general del funcionamiento del equipo es la siguiente:

Se va la energía en la acometida normal e inmediatamente a través de los relés, que dispone el interruptor automático de transferencia, se determina la conexión de los contactos que aplican la energía de la batería hacia el motor arrancador, el cual acciona la bomba de inyección de combustible, para cebar el mismo y poder realizar la combustión; mientras tanto habrá calentado el sistema de temperatura de trabajo del motor, que se lo realiza por medio de agua caliente. Existen los relés de control de presión de aceite así como los de control de sobrevelocidad y sobre temperatura, los cuales interrumpirán cualquier funcionamiento del equipo, en presencia de condiciones anormales dentro del mismo. Los tiempos para realizar las operaciones definidas hasta aquí, están controlados mediante relés de retardo de tiempo.

En el interruptor automático de transferencia, se definirán las condiciones de operación del sistema (1800 RPM; 220/127 voltios) e inmediatamente un relé transferirá la carga al equipo de alimentación de emergencia.

Durante el proceso de funcionamiento del grupo de alimentación de emergencia, a través de elementos recti-ficadores en el cargador, se pasará a cargar el sistema de baterías.

La retransferencia será realizada de forma automática una vez que se restaura el servicio normal, el inte - rruptor automático de transferencia abrirá sus contactos de alimentación de energía de baterías hacia el - sistema de inyección de combustible, para lograr en - esta forma el apagado del equipo generador motor a - diesel, y retransferirá la carga hacia el sistema normal de alimentación.

V.9 CONCLUSIONES

Resumiendo los puntos considerados hasta aquí, diremos que para la instalación de cualquier grupo de emergencia, una vez determinada la carga que alimentará el mismo deberá adquirirse el equipo con la capacidad necesaria para cubrir la carga que se alimentará durante el funcionamiento de emergencia (para nuestro caso 120 KVA) y además se deberá especificar las condiciones de funcionamiento que se le dará al mismo, ya sea, arranque y/o apagado manual o automático. La casa constructora vende ya los grupos de generación con equipamiento para realizar cualquiera de las condiciones de funcionamiento, así mismo ella provee diagramas y diseños de interruptores de transferencia de carga deseable y el funcionamiento adecuado del grupo que proveerá la energía de emergencia necesitada.

Para finalizar, hay que dejar bien en claro, el criterio, de que la aplicación de cualquier tipo de idea para un diseño de un sistema de energía de emergencia, estará dependiendo directamente de los recursos económicos con los cuales se dispone.

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

- Orange Book: IEEE
Recommended Practice for Emergency and Stand-By Power Systems.
- Green Book: IEEE
Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
- Código Eléctrico Nacional, Venezolano, Capítulo 7.
Condiciones Especiales. Sistemas de Emergencia.
- IEEE. Transactions on Industry Applications, November - December 1975: Reichstein and Castenschiold, Coordinating Overcurrent Protective Devices.
- IEEE. Transactions on Industry Applications, May-June 1976: Sidney Staller: In Plant Generation. Design Consideration for Industrial facilities.
- IEEE. Transactions on Industry Applications, September/October 1977: August L. Richard, Ground - Fault Protection of low - voltaje Equipment for Solidly Grounded Wye Electrical Service.
- IEEE Transactions on Industry Applications, November/December 1977: René Castenschiold, Ground Fault protections of Electrical Systems with Emergency or Stand-By Power.
- Electrical Installations. Theory and Practice, E.I. Donnely 1965. Teoría y análisis de las máquinas eléctricas, Kingsley, Kusko y Fitzgerald 1975.

- IEEE. Transactions on Industry Applications, March/April, 1974. Reliability of Electrical Equipment.
- Katz E. G. Evaluations of Hospital Essential Electrical Systems. Fire Journal vol. 62., Noviembre 1968.
- Beeman, D.L. Ed. Industrial Power Systems Handbook, - New York: McGraw-Hill, 1955.
- The Automatic Transfer Switch Heat of Emergency Power A reliability Study of a Power Supply Systems. The - Battery World. Electrical Consultant. vol 88. November 1972.
- Electrical Generations Hydro, diesel and gas turbine. Skrotzki, Bernhardt G. A. New York, McGraw Hill, 1956.
- Electricidad Industrial. Burgos Monfort, José; Cuarta Edición, Madrid Bossat 1962.
- Electricidad Industrial Cubillo López Augenio; Madrid Dossat 1961.
- Instalaciones Eléctricas de fuerza y luz; Curchod A.
- Tesis: Sistema de alumbrado de Emergencia con lámparas fluorescentes en base a baterías. Loza Arguello Adolfo
- Tesis: Guía para el diseño de Instalaciones Industriales. Mauro A. Trujillo.
- Tesis: Normas para la instalación de motores y controles. Castro Velasco Angel P.
- Tesis: Los sistemas de protección para alternadores y su aplicación. Santos J. Luis Edgar.
- Tesis: Manual de instalaciones eléctricas. Guerrero - Castro L.
- Tesis: Operación y mantenimiento de equipo eléctrico - en centrales termoeléctricas. Torres Paredes Eugenio L.

- Tesis: Proyecto de instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza, comunicaciones y aire acondicionado para el Hospital de Portoviejo. Kuri Agami Antonio.
- Emergency and Stand-By Power Systems Electrical Consultant, October 1971.
- Lister Generating Sets, Electricity without Mains, England 1971.
- Mirrlees Blackstone Limited. Motores Diesel Industriales Tipo Blackstone E.
- Mirrlees Blackstone Limited. Vertical Engines and Generating Sets.
- Square D de México S.A., Catálogo compendiado No. 17.
- Código Eléctrico Ecuatoriano.