

6
2 y
30061 y



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**"REDISEÑO DESCRIPCION Y ANALISIS DE UN
SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIDA DEL
TIPO DINAMICO VERTICAL"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P R E S E N T A :

MARIO ALBERTO BERNAL GARCIA

México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	PAG.
<u>OBJETIVOS</u>	
<u>INTRODUCCION.</u>	I
-Justificación.	III
-Definición.	IV
-Diferentes configuraciones.	V
-Tabla comparativa de ventajas y desventajas	XXI
-Necesidades del mercado.	XXII
-Principales disturbios eléctricos.	XXIII
-Campo de aplicación.	XXIV

CAPITULO 1

-Motores eléctricos de corriente alterna.	25
-Generadores eléctricos de corriente alterna.	49
-Acoplamiento de un motor generador.	66

CAPITULO 2

-Sistemas de almacenamiento de energía mecánica.	67
-Rediseño de la unidad de continuidad.	71
-Protección de alta temperatura de rodamientos.	78
-Protección de alta temperatura de devanados.	79

	PAG.
<u>CAPITULO 3</u>	
-Rediseño del tablero de control y transferencia.	80
-Control de funcionamiento manual.	83
-Control de funcionamiento en automático.	85
-Lógica de relevadores de control.	87
-Cambio de fuentes de energía.	90
-Control de arranque y paro de la planta de apoyo.	94
-Protecciones de baja frecuencia y sobrevoltaje	95
-Regulador de voltaje electrónico de la unidad de continuidad y planta de apoyo.	105
<u>CAPITULO 4</u>	
-Generación de energía eléctrica por motores de combustión interna.	112
-Motores de combustión interna de Gasolina, DIESEL y Gas.	116
-Cuadro comparativo entre los diferentes tipos.	117
Ventajas y desventajas de DIESEL vs Turbinas de gas.	118
-Características de la planta de apoyo.	123
<u>CAPITULO 5</u>	
-Caso practico.	124
-Diagrama Unifilar	126
-Planos de Instalación	127
<u>CONCLUSIONES</u>	128

APENDICES

APENDICE A	
Diagrama eléctrico de modelo original.	134
APENDICE B	
Diagrama eléctrico de modelo rediseñado.	135
APENDICE C	
Gráfica de pruebas de funcionamiento a plena carga.	136
APENDICE D	
Gráfica de caída libre a plena carga.	137
APENDICE E	
Pruebas eléctricas de la unidad de continuidad.	138
APENDICE F	
Precios de equipos en julio 91	139
APENDICE G	
Nomenclatura empleada	140
APENDICE H	
Simbología eléctrica	143
APENDICE I	
Simbología electrónica	144
APENDICE J	
Formulas eléctricas	145
BIBLIOGRAFIA	147

INTRODUCCION

El hombre a través de su existencia ha ido día con día, resolviendo sus problemas, aprovechando su inteligencia e ingenio para dar una solución lo más eficientemente posible, elaborando diversos equipos y aparatos para simplificar su trabajo diario.

En la actualidad, prácticamente todo el mundo tiene contacto diario con la electricidad y usa alguna de las múltiples formas en que ella rinde algún servicio.

La electricidad es una de las principales formas de energía usada en el mundo actual.

De hecho, puede decirse que la electricidad se usa en todas partes. Sin ella, no existiría iluminación conveniente ni comunicaciones de radio y televisión, servicio telefónico, semáforos, etc.

El campo del transporte eléctrico no sería lo que es en la actualidad por que depende de la energía eléctrica para su funcionamiento, así como un sin número de aparatos que a diario se usan.

En el Hogar para:

Radios, Televisiones, Licuadoras, Planchas, Aspiradoras, Hornos de microondas, Lavadora de ropa y trastes, Secadoras de pelo, Equipo de sonido, Maquinas de coser, Ventiladores, Tostadores de pan, etc.

En la Industria para:

Grúas, Tornos, Hornos Eléctricos, Sistemas de Seguridad, Computadoras, Calculadoras, Elevadores, Teletipos, Telefax, Taladros, Equipo de Comunicación por Microondas, Equipo de Medición, Aire Acondicionado, Soldadura de Arco Eléctrico, Compresores de Aire, Bombas de Agua, Sistemas de Control, Fotocopiadoras, Iluminación en general, Modems, etc.

En los Hospitales para:

Equipo de Ultrasonido, Rayos x, Tomógrafo Computarizado, Electrocardiograma, Encefalogramas, Iluminación en las salas de Operaciones, Equipo Esterilizador, Elevadores, Equipo de Diálisis, Conmutador, Equipo de Comunicación Interna, Equipo de sustentación de vida, etc.

En los Comercios:

Cajas Registradoras, Calculadoras, Escaleras Eléctricas, Equipo de Refrigeración, Enmicadoras, Letreros Luminosos, Aire Acondicionado, Sistema de Comunicación Interna, etc.

En los Aeropuertos:

Equipo de Navegación Aérea, Equipo de Comunicación Airetierra Radares, Iluminación de Pistas de Aterrizaje, Reservación de Boletos, Equipo de Seguridad, Equipo de Aterrizaje por Instrumentos, Alumbrado de Plataformas, Ayudas Visuales, Equipo de Información de Llegadas y Salidas, Bandas Transportadoras de Equipaje, etc.

III

Sin la electricidad, las personas tendrían que prescindir de aparatos eléctricos que ya llegaron a constituir parte integral de sus vidas diarias, ya que la electricidad se usa en todas partes.

JUSTIFICACION :

En la actualidad, el suministro comercial de energía eléctrica es afectado en muchas formas.

Sus cualidades pueden contaminarse e impedir el funcionamiento correcto y confiable de equipo electrónico sensible, o peor aún, la energía puede faltar por minutos, horas, días, por muchas razones, como:

Cortos circuitos, accidentes, suspensión temporal del servicio, tormentas eléctricas, fallas del equipo, sabotajes, etc.

Ocasionando grandes pérdidas económicas para la industria en general por:

- 1) Suspender la producción.
- 2) El costo de materiales arruinados.
- 3) El pago de salarios no devengados en la producción durante el tiempo de falla.
- 4) Las pérdidas monetarias y en prestigio ante los clientes que no reciben el producto o lo reciben tarde.
- 5) El tiempo de restitución o puesta en marcha nuevamente del proceso productivo hasta alcanzar la que tenía antes de la falla.

Por que existe equipo electrónico y eléctrico al cual un parpadeo de energía eléctrica es suficiente para que pierda toda la información , y equipo eléctrico al cual no le debe de faltar energía como:

Las computadoras, radares, relojes electrónicos, sistemas de seguridad, iluminación de pistas de aterrizaje, conmutadores telefónicos digitales, etc., a este tipo de equipo, se le conoce como carga crítica.

DEFINICION :

Por estas y muchas otras razones se inventaron fuentes de energía eléctrica ininterrumpibles conocidas como :

(UPS) Por sus siglas en inglés:

(UNINTERRUPTIBLE ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEMS), que significa Fuente de Energía Eléctrica Ininterrumpible, o también conocidas, como Systems (NO-BREAK), que significa Sistema de Suministro de Energía Eléctrica sin Interrupción (SEI).

Estos equipos suministran energía eléctrica cuando el suministro comercial se interrumpe.

Existen básicamente dos tipos:

Los que dependen de bancos de baterías que suministran de 15 a 30 minutos y en algunos casos hasta 4 horas de respaldo dependiendo del tamaño de banco, aunque valiosos, no son suficientes ya que si la interrupción llegara a durar más tiempo, queda literalmente fuera de operación y obligado a esperara que el banco de baterías se recargue, o si hay respaldo de una Planta de Emergencia con motor Diesel y generador, está sujeto a una interrupción de conexión.

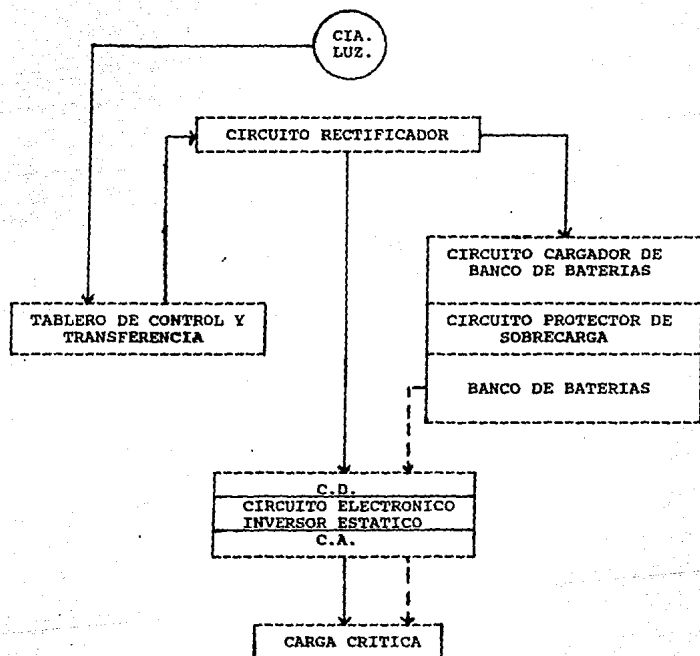
Los otros sistemas almacenan energía cinética en volantes rotatorios los cuales, mantienen el voltaje y la frecuencia mientras entra una planta de apoyo para seguir alimentando a un motor generador y no existe interrupción en el suministro de la carga, dando un respaldo confiable al usuario de 24 horas los 365 días del año si fuera necesario.

DIFERENTES CONFIGURACIONES

Existen principalmente cinco configuraciones básicas de Fuentes de Energía eléctrica ininterrumpibles.

- 1) Circuito Electrónico Inversor y Banco de Baterías.
- 2) Banco de Baterías Combinado con Motor de Corriente Directa y Generador de Corriente Alterna.
- 3) Banco de Baterías Combinado con Motor de Corriente Directa y Generador de Corriente Alterna y Motor de Corriente Alterna y Energía Rotativa.
- 4) Motor de Combustión Interna, Embrague Mecánico, Energía Rotativa, Motor de C.A., y Generador de C.A.
- 5) Motor de Combustión Interna con Generador de C.A, Energía Rotativa, Motor de C.A., y Generador de C.A.

DIAGRAMA A BLOQUES
PRIMERA CONFIGURACION



La primera configuración es un Sistema de energía ininterrumpida de tipo estático, con circuito inversor y banco de baterías.

Consta de:

Rectificador que puede ser trifásico o monofásico de C.A a C.D.

Cargador de Banco de Baterías.

Circuito Electrónico Inversor de C.D. a C.A.

Circuito de Control y Transferencia.

Banco de Baterías.

Breve descripción del funcionamiento normal de operación :

La Cia. de Luz alimenta el rectificador que provee corriente directa al cargador de baterías y al inversor que, a su vez, suministra corriente alterna a la carga.

Cuando se presenta una interrupción en la línea comercial, el tablero de control, alimenta al circuito inversor con el banco de baterías, cuando el banco de baterías se descarga, el tablero de control corta el suministro de corriente alterna a la carga causando una interrupción y esperando a que el suministro comercial regrese y recarge las baterías.

NOTA: Línea continua = operación con SUMINISTRO COMERCIAL.

Línea punteada = operación sin SUMINISTRO COMERCIAL.

PARA TODOS LOS DIAGRAMAS A BLOQUES DE TODAS
LAS CONFIGURACIONES.

Ventajas y Desventajas Significativas de las Configuraciones.Configuración 1Ventaja :

No tiene piezas móviles que se desgasten.

Desventajas :

El respaldo de energía está limitado al tiempo de descarga de las baterías y depende de la carga, al 100 % 10 minutos.

No se evitan los tiempos perdidos, durante fallas prolongadas de suministro comercial.

La carga no está aislada 100 % de los disturbios de la línea comercial.

La vida útil de las baterías es corta y requieren mantenimiento y reemplazo. Si son de plomo-acido existe peligro de explosión.

Puede requerir de aire acondicionado.

El equipo es complicado y delicado requiriendo de instalación y servicio especializado .

Puede necesitar equipo especializado para evitar interrupción durante la transferencia de fuentes de energía.

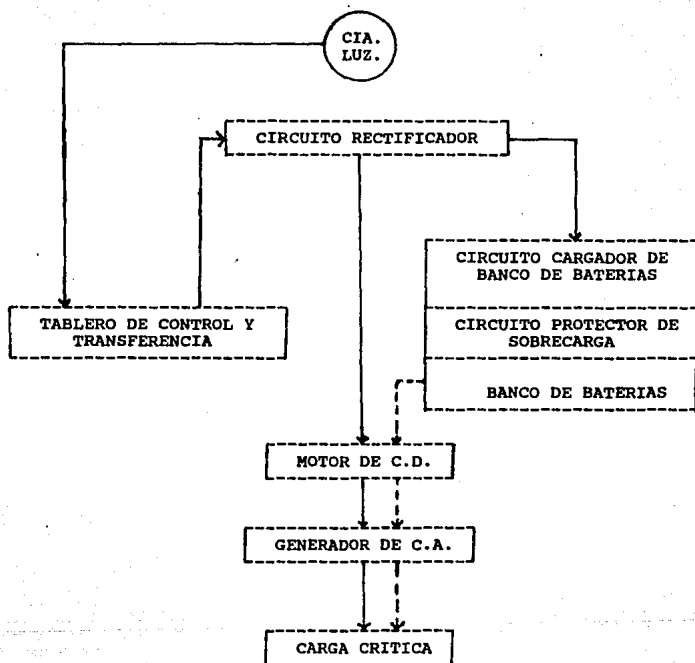
El equipo no ofrece buena capacidad de sobrecarga o corto circuito.

La forma de onda que suministra a la carga no es senoidal.

El costo del equipo depende de la capacidad eléctrica de consumo así como del tiempo de respaldo requerido, otro factor que puede intervenir es la marca del equipo.

La vida útil del equipo es de 5 años.

DIAGRAMA A BLOQUES
SEGUNDA CONFIGURACION



La segunda configuración es un Sistema de energía ininterrumpida de tipo Dinámico combinado con banco de baterías.

Consta de:

Rectificador que puede ser trifásico o monofásico de C.A. a C.D.

Cargador de Banco de Baterías

Tablero de Control y Transferencia

Banco de Baterías

Motor de C.D.

Generador de C.A.

Breve descripción del funcionamiento normal de operación :

El funcionamiento de este equipo es parecido al anterior con la diferencia, cuando se presenta una interrupción en la línea comercial, el tablero de control alimenta al Motor de Corriente directa con el banco de baterías, cuando el banco de baterías se descarga, el tablero de control corta el suministro de corriente alterna, a la carga causando una interrupción, esperando a que el suministro comercial regrese y recarge las baterías.

Ventajas y Desventajas Significativas de las Configuraciones.Configuración 2:Ventajas :

La energía que suministra este equipo a la carga esta aislada y acondicionada.

Los voltajes de salida pueden escogerse.

Buena capacidad de sobrecarga y de corto circuito

La forma de onda que entrega es una senoide verdadera

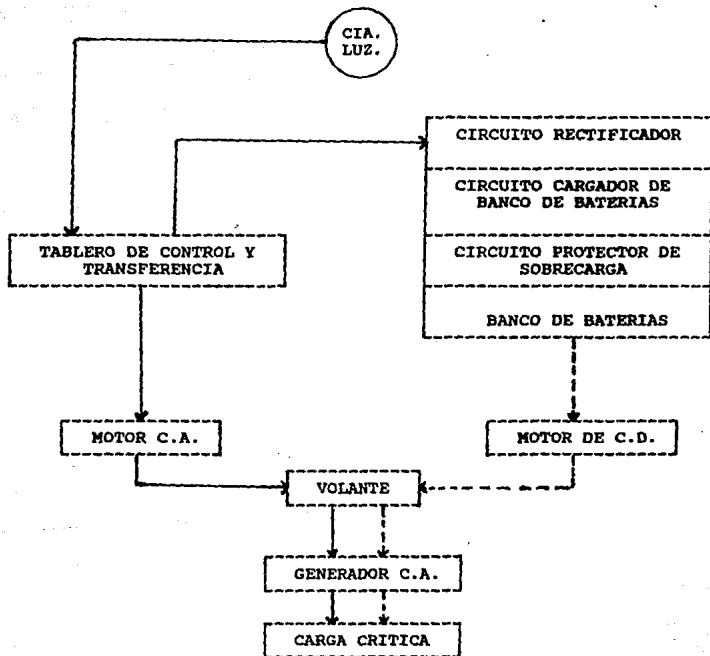
Desventajas :

El tiempo de respaldo esta limitado al tiempo de descarga del banco de baterías, el tiempo es de 10 minutos a plena carga.

Se desgastan las escobillas del motor de corriente directa

La vida de las baterías es corta, necesitan mantenimiento o reemplazo, si son de plomo-acido desprenden hidrógeno y se crea un ambiente explosivo, requieren de extractores de aire.

No se evitan los tiempos perdidos durante las fallas prolongadas de la energía comercial

DIGRAMA A BLOQUESTERCERA CONFIGURACION

La tercera configuración es un Sistema de energía ininterrumpida de tipo Dinámico combinado con banco de baterías y energía cinética.

Consta de:

Rectificador que puede ser trifásico o monofásico de C.A. a C.D.

Cargador de Banco de Baterías.

Tablero de control y transferencia.

Banco de Baterías.

Motor de C.D.

Generador de C.A.

Motor de C.A.

Volantes.

Breve descripción de su funcionamiento normal de operación :

La Cia. de Luz alimenta al rectificador, que provee corriente directa al cargador de baterías y alimenta al Motor de Corriente Alterna , que mueve al volante y al Generador de Corriente Alterna, que, a su vez, suministra corriente alterna a la carga.

Cuando se presenta una interrupción en la línea comercial, el tablero de control, alimenta al Motor de Corriente directa con el banco de baterías, para mover el Generador de Corriente Alterna.

Cuando el banco de baterías se descarga, el tablero de control corta el suministro de corriente alterna, a la carga causando una interrupción y esperando a que el suministro comercial regrese y recarge las baterías.

Ventajas y Desventajas Significativas de las Configuraciones .
Configuración 3:

Ventajas :

La energía que suministra este equipo a la carga está aislada y acondicionada.

Los voltajes de salida pueden escogerse.

Buena capacidad de sobrecarga y de corto circuito.

La forma de onda que entrega es una senoide verdadera.

Instalación y servicio no requieren de personal especializado.

Desventajas :

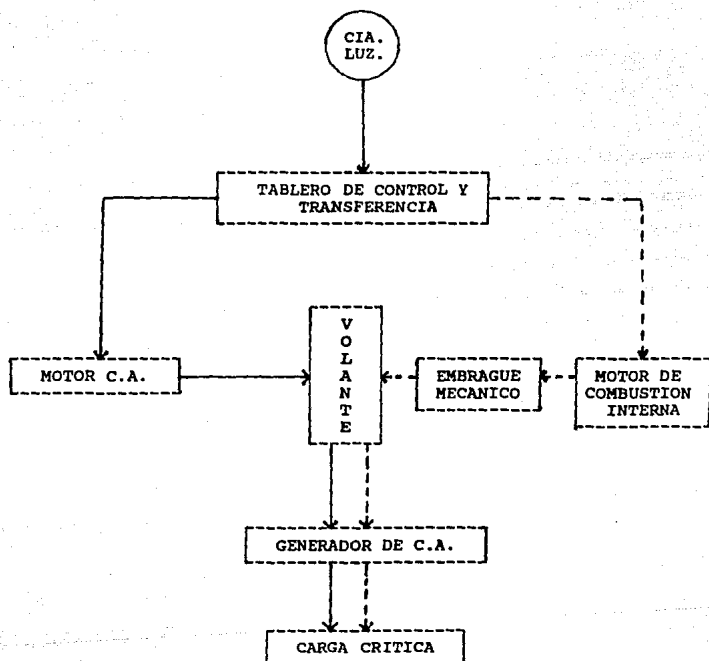
El tiempo de respaldo está limitado al tiempo de descarga del banco de baterías, el tiempo es de 10 minutos a plena carga.

Se desgastan las escobillas del motor de corriente directa.

La vida de las baterías es corta, necesitan mantenimiento o reemplazo .

No se evitan los tiempos perdidos durante las fallas prolongadas de la energía comercial.

DIAGRAMA A BLOQUES
CUARTA CONFIGURACION



La cuarta configuración es un Sistema de energía ininterrumpida de tipo Dinámico combinado con energía cinética y Máquina de Combustión Interna, Embrague Mecánico.

Consta de:

Motor de C.A. trifásico.

Motor Diesel.

Embrague Mecánico.

Volantes.

Generador de C.A.

Tablero de Control y Transferencia.

Breve descripción de su funcionamiento normal de operación :

La Cia. de Luz alimenta al motor de corriente alterna , que mueve al volante y al generador de corriente alterna, que a su vez suministra corriente alterna a la carga.

Cuando se presenta una interrupción en la línea comercial, el Volante mantiene suficiente velocidad para activar el embrague, el tablero de control arranca la planta y acelera el Motor Diesel para continuar moviendo el Generador de Corriente Alterna, que alimenta a la carga, hasta que regresa el suministro comercial.

Ventajas y Desventajas Significativas de las Configuraciones .Configuración 4 :Ventajas :

La energía que suministra este equipo a la carga está aislada y acondicionada.

Los voltajes de entrada y salida pueden escogerse.

Buena capacidad de sobrecarga y de corto circuito.

La forma de onda que entrega es una senoide verdadera.

Instalación y servicio no requieren de personal especializado.

No necesita de bancos de baterías costosos.

Evita los tiempos perdidos durante las fallas prolongadas de la energía comercial.

No requiere aire acondicionado.

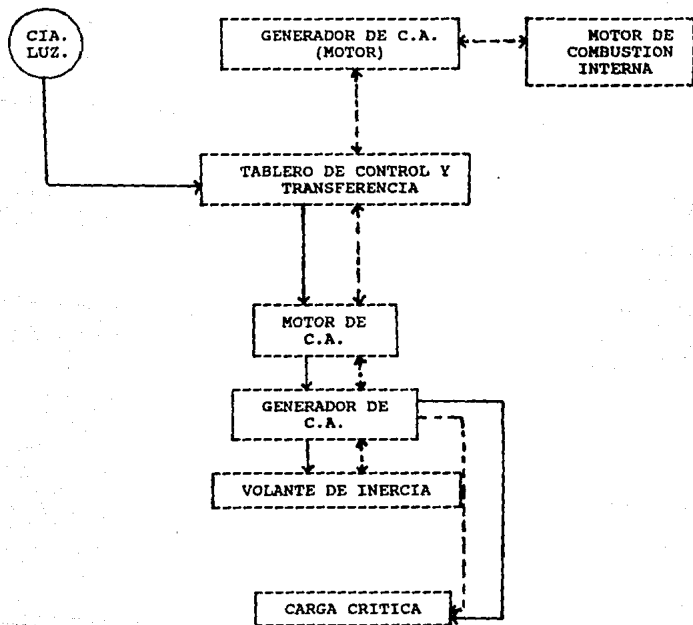
Desventajas :

La confiabilidad se reduce por el desgaste severo que sufre el Embrague Mecánico.

La confiabilidad se reduce por el severo impacto que sufre el Cigüeñal durante los arranques.

Requiere de mantenimiento y refacciones costosas.

DIAGRAMA A BLOQUES
QUINTA CONFIGURACION



La quinta configuración es un Sistema de energía ininterrumpida de tipo Dinámico combinado con energía cinética y máquina de combustión interna, con generador de corriente alterna.

Consta de:

Motor de C.A. trifásico.

Motor Diesel.

Volantes.

Dos generadores de C.A.

Tablero de control y transferencia.

Breve descripción de su funcionamiento normal de operación :

La Cia. de Luz alimenta al motor de corriente alterna , que mueve al generador de corriente alterna, y al volante, que a su vez suministra corriente alterna a la carga.

Cuando se presenta una interrupción en la línea comercial, el tablero de control, prende el motor Diesel que mueve al generador para seguir moviendo al motor trifásico que mueve al generador de corriente alterna, para seguir alimentando a la carga, hasta que regresa el suministro comercial.

Ventajas y Desventajas Significativas de las Configuraciones :
Configuración 5 :

Ventajas :

La energía que suministra este equipo a la carga está aislada y acondicionada.

Los voltajes de entrada y salida pueden escogerse.

Buena capacidad de sobrecarga y de corto circuito.

La forma de onda que entrega es una senoide verdadera.

Instalación y servicio, no requieren de personal especializado.

No requiere de bancos de baterías costosos.

Evita los tiempos perdidos durante las fallas prolongadas de la energía comercial.

No requiere aire acondicionado.

Desventajas :

La lógica de control de relevadores siempre tiene energizada la bobina, y se deterioraba el aislamiento y por lo tanto la vida útil de los relevadores, haciendo que el equipo falle.

El consumo constante de energía de los relevadores de 12 volts c.d. descarga la batería de la planta de apoyo, y ésta no arranca y el equipo falla y la vida útil de la batería se reduce .

Los temporizadores neumáticos se atorán por el polvo y el equipo falla.

El mantenimiento del equipo es más costoso y menos confiable.

Su funcionamiento depende de una batería.

Tabla comparativa de las diferentes configuraciones.

<u>Configuraciones</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Banco de baterías	*	*	*		
Circuito electrónico inversor	*				
Circuito rectificador	*	*	*		
Circuito cargador de baterías	*	*	*		*
Protector de sobrecarga	*	*	*		
Tablero de control y transferencia	*	*	*	*	*
Motor de C.D.	*	*			
Motor de C.A.			*	*	*
Generador de C.A.	*	*	*	*	*
Volantes de inercia			*	*	*
Motor de combustión interna			*	*	
Piezas móviles	*	*	*	*	*
Requiere de personal especializado para su servicio	*				
Forma de onda que entrega a la carga es senoidal	*	*	*	*	*
Fabricación y diseño nacional					*
Energía que entrega a la carga está aislada 100 %	*	*	*	*	*
Piezas con desgaste severo	*	*	*		
Evita las pérdidas durante fallas prolongadas de Cia.Luz			*	*	
Refacciones se encuentran en el país	*	*	*	*	*
El costo del equipo sea menor					*
Voltaje que entrega a la carga esté regulado y acondicionado	*	*	*	*	*
La vida útil es de 5 años	*	*	*	*	*
Costo de mantenimiento anual de 15 a 20 % del costo total.	*	*	*	*	*
Eficiencia del 80 % o más	*	*	*	*	*

El objetivo fundamental y la idea básica en que se pensó en el desarrollo de la presente tesis fué tratar de dar una solución al problema que sufre la planta productiva en nuestro país cuando queda parcial o totalmente paralizada por la falta de suministro de energía eléctrica comercial.

Por lo que el trabajo que se expone a continuación consiste en la elaboración de el rediseño, descripción y análisis, de un Equipo de suministro de energía eléctrica ininterrumpida, del tipo dinámico rotativo vertical que no dependa de tecnología y manufactura extranjera ni de bancos de baterías costosos.

Otro aspecto preponderante en el trabajo que se elabora, es el tratar de emplear nuestra propia tecnología y encontrar economía en el diseño y fabricación de este equipo para competir en el mercado Nacional y Extranjero, con un producto de diseño y manufactura nacional de alta calidad y confiabilidad.

Para abrir nuevos caminos en la tecnología de nuestro país y en el aprovechamiento de nuestros recursos tecnológicos.

Mi aportación personal es dar a conocer el equipo en el mercado nacional y extranjero con un rediseño nuevo para que sea mas confiable y económico en su manufactura y mantenimiento.

NECESIDADES DEL MERCADO

Las necesidades del mercado son grandes por que la mayor parte del equipo con el que trabaja la industria, es sensible a parpadeos y disturbios que existen en el suministro de energía eléctrica comercial provocados por el tipo de carga de los usuarios y la saturación.

PRINCIPALES DISTURBIOS ELECTRICOSEN EL SUMINISTRO COMERCIAL

CAIDA DE VOLTAJE : 127 V.C.A. cae a 102 V.C.A. por sobrecarga.

SOBRE VOLTAJE : 127 V.C.A. sube a 138 V.C.A. por falta de carga.

DISTORSION ARMONICA : distorsión ordinaria de la onda senoidal de la línea comercial de voltaje por cargas con factores de potencia no lineales, causando armónicas pares e impares.

CORRIMIENTO DE FASES Y FRECUENCIAS : se presenta cuando las cargas y factores de potencia son conectadas o desconectadas, provocando un corrimiento en la onda senoidal fundamental.

RUIDO NORMAL : es ruido eléctrico que es provocado por encendido y apagado de cargas, generando pulsos y transitorios que son sobrepuestos a la línea de voltaje.

RUIDO COMUN : este tipo de ruido eléctrico es un problema local que es generado por el propio edificio cuando el sistema total de distribución de alimentación tiene tierra física deficiente.

PARPADEOS : falta de suministro instantáneo de voltaje.

FALLAS PROLONGADAS : falta de suministro de voltaje.

Todos estos disturbios provocan que los equipos electrónicos no funcionen correctamente y su vida útil se acorte.

CAMPO DE APLICACION

El campo de aplicación de este equipo es enorme, ya que no sólo es exclusivo para proteger y mantener operando centros de computo, si no que tambien se puede emplear en :

La indutria: textil, alimenticia, contrucción, acero, llantera, vidrio, petrolera, plástico, farmaceútica, minas, etc.

También en: aeropuertos, bancos, hospitales, radio difusoras, imprentas, centros radiológicos, centros de investigación y universidades y en todas las partes que tengan cargas críticas a las que no les deba faltar la energía eléctrica de buena calidad aislada de disturbios de la línea comercial, y sin bancos de baterías costosos.

Ya que el suministro comercial esta saturado al 95% de su capacidad y la probabilidad de una falla es muy grande ya que el mantenimiento de las líneas y de todo el equipo de generación es casi nulo.

CAPITULO 1

MOTORES ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA.

Los motores de corriente alterna son máquinas rotatorias que convierten energía eléctrica en energía mecánica.

Hoy en día los motores eléctricos son indispensables a la industria, comercio y nuestra forma de vida.

Considero que hay muchos millones de motores en uso, y es asombroso el escaso conocimiento acerca de ellos.

Deseo también rendir tributo a Nikola Tesla, quien descubrió el campo magnético rotatorio de corriente alterna e invento el motor de inducción JAULA DE ARDILLA, en el año de 1888.

Se ha dicho que Tesla es el inventor más grande de la historia y sin igual en los anales del mundo intelectual.

Ya que prácticamente toda la electricidad en nuestro planeta ha sido : generada, transmitida, distribuida y convertida, en potencia mecánica por medio de los sistemas polifásicos de Tesla.

Como la mayor parte de generación y distribución de energía eléctrica es en corriente alterna, donde el voltaje y la corriente varían senoidalmente con respecto a el tiempo.

Los motores trifásicos encuentran una extensa aplicación en las industrias, debido a su fortaleza y simplicidad y al hecho de que sus características se adaptan bien para una marcha a velocidad constante.

Una única característica de cualquier máquina rotatoria de C.A. polifásica es la presencia de campos magnéticos rotatorios.

Las máquinas de C.A. se clasifican en:

Monofásicas, Bifásicas, y Trifásicas, dependiendo del tipo de fuente de alimentación.

Monofásica: una fase y neutro.

Bifásicas : dos fases y neutro.

Trifásicas: tres fases.

Los motores monofásicos encuentran una amplia aplicación en el hogar y la industria como primotores de utensilios como : ventiladores, bombas tocadiscos, licuadoras etc.

Los motores bifásicos son muy usados como dispositivos de posición en sistemas de control automático.

Las máquinas trifásicas encuentran una extensa aplicación en grandes establecimientos industriales como generadores y motores .

Las máquinas de C.A. se clasifican también como : síncronas y asíncronas, dependiendo a la velocidad angular a la que gira su rotor.

Síncrona: si su velocidad angular es constante con respecto a la frecuencia de la corriente alterna que lo hace funcionar, desde carga cero a plena carga.

Asíncronas o de inducción : si su velocidad angular es menor y variable, que la frecuencia de la C.A. que lo hace funcionar.

Todas las máquinas rotatorias tiene dos partes básicas que son :

- 1) Estator que es la parte estacionaria .
- 2) Rotor que es la parte rotatoria.

El rotor puede ser de dos tipos :

- 1) Rotor devanado.
- 2) Rotor jaula de ardilla.

El estator está hecho de láminas de acero circulares con ranuras alrededor de su periferia interior.

Los lados de las bobinas se localizan en estas ranuras.

Como se muestra en la figura 1.1

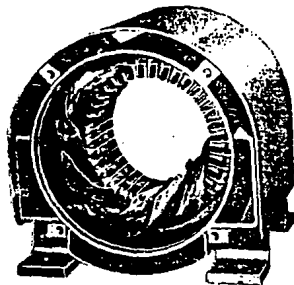


figura 1.1

Estator de un motor

En la práctica, por supuesto, el embobinado consistirá de varias bobinas distribuidas a lo largo de su periferia .

En el caso de las máquinas trifásicas, los tres embobinados se localizan en el estator con una separación entre ellos de 120 grados eléctricos, para producir un campo resultante que actúa sobre el rotor.

El rotor gira porque el campo magnético va cambiando de posición con el tiempo, en cierto ángulo.

La construcción del estator del motor de inducción y del sincrónico es casi idéntica, pero sus rotores son completamente diferentes.

Las bobinas del estator de los motores trifásicos, se pueden conectar de dos formas :

- 1) ESTRELLA
- 2) DELTA o TRIANGULO

Como se muestra en la figura 1.2 y 1.3



figura 1.2
Conexión estrella



figura 1.3
Conexión delta o triángulo

El rotor devanado tiene embobinados con el mismo número de polos que el estator con el cual está asociado, el número de fases en el rotor no necesita ser el mismo que en el estator , aunque en general es el mismo.

El embobinado del rotor está conectado a anillos deslizantes montados en la flecha , las escobillas estacionarias hacen contacto continuo con los anillos deslizantes y hacen posible la conexión de elementos externos como resistencias o fuentes de voltaje, para obtener un alto par de arranque a bajas corrientes o para el control de su velocidad.

ver figura 1.4



figura 1.4
Rotor devanado

El rotor jaula de ardilla no tiene bobinas, es el rotor que más se usa en la industria y es el más simple. consta de un núcleo de hierro laminado y ranurado longitudinalmente en toda su periferia.

En estas ranuras se colocan conductores que pueden ser de cobre o aluminio u otro material, los cuales se ajustan a presión, colocados en ranuras e igualmente distribuidos a lo largo de la periferia del rotor. En ambos extremos del rotor se observan anillos de corto circuito soldados o unidos a las barras para formar una estructura sólida. Las barras de corto circuito debido a su muy baja resistencia respecto al núcleo, no necesitan estar especialmente aisladas de él.

Las barras y anillos extremos están fundidos como una estructura integral única que se coloca en el núcleo. En realidad, los elementos en corto circuito constituyen una espira de corto circuito, por la cual circulan altas corrientes producidas por el flujo del campo magnético rotatorio.

Es fácil de fabricar y no ocasiona problemas de servicio. En un motor jaula de ardilla ya armado, la periferia del rotor esta separada del estator por un entrehierro muy pequeño.

En efecto la anchura del entrehierro no es mayor que lo necesario para permitir el movimiento del rotor. Con esto se asegura que se obtendrá la inducción electromagnética mas intensa posible.

Un rotor jaula de ardilla se muestra en la figura 1.5



figura 1.5

Rotor jaula de ardilla

El mismo rotor puede usarse con un estator de 1 fase, 2 fases, 3 fases, por simplicidad de construcción y robustez es el de mayor uso en la industria, y el número de polos del rotor es siempre igual al número de polos del estator.

Por no tener anillos colectores que se desgasten su mantenimiento es mínimo.

La desventaja es que no es posible hacer conexiones externas al rotor, por lo cual el control del motor deberá efectuarse por los devanados del estator.

Las normas de la Asociación Nacional de Manufactura Eléctrica por sus siglas en inglés (NEMA). Clasifica a los motores eléctricos por su característica de entrada de corriente a rotor bloqueado, con letras.

La entrada de corriente es importante porque influye en la caída de voltaje de la línea de arranque del motor. Generalmente la entrada de corriente máxima al arrancar esta establecida por el código local eléctrico o por la compañía de luz.

Las letras del código (NEMA) se muestran en la tabla 1-1

LETRA	KVA/HP	AMPERS A 220 VOLTS
A	0 - 3.14	0.0 -8.24
B	3.15 - 3.54	8.26 -9.29
C	3.55 - 3.99	9.31 -10.47
D	4.00 - 4.49	10.49 -11.78
E	4.50 - 4.99	11.80 -13.09
F	5.00 - 5.59	13.12 -14.67
G	5.60 - 6.29	14.69 -16.50
H	6.30 - 7.09	16.53 -18.60
J	7.10 - 7.99	18.63 -20.96
K	8.00 - 8.99	20.99 -23.59
L	9.00 - 9.99	23.61 -26.21
M	10.00 - 11.19	26.24 -29.36
N	12.20 - 12.49	29.39 -32.77
P	12.50 - 13.99	32.80 -36.71
R	14.00 - 15.99	36.74 -41.69
S	16.00 - 17.99	41.98 -57.21
T	18.00 - 19.99	47.23 -52.46
U	20.00 - 22.39	52.48 -58.75
V	22.40 - Y MAS	58.78 -Y MAS

TABLA 1-1

Nota: KVA/HP CON ROTOR BLOQUEADO A PLENO VOLTAJE.

Nota: las letras del código de B a E representan 3.1, a 5 veces la corriente nominal.

Nota: las letras del código de F a R representan 5 a 14 veces la corriente nominal.

Una corriente drástica de entrada podría disparar contactores y afectar los aparatos asociados y otros motores por bajo voltaje.

Un resumen de la clasificación de los motores jaula de ardilla, se muestra en la siguiente tabla. 1.2

CLASE	PAR DE ARRANQUE	CORRIENTE EN EL ARRANQUE	DESPLIZAMIENTO A PLENA CARGA
A	NORMAL	NORMAL	BAJO 5%
B	NORMAL	BAJA	BAJO 5%
C	ALTO 200 % DE P.C.	BAJA	BAJO 5%
D	ALTO 275 % DE P.C.	BAJA	ALTO 5% AL 13%
F	BAJO	MUY BAJA	BAJO 5%

tabla 1.2

NOTA : P.C. significa PAR CRITICO.

Las curvas características de los motores eléctricos de corriente alterna, tipo jaula de ardilla se muestran en las siguientes cuatro gráficas según su diseño. Normas Nema MG1-1.16

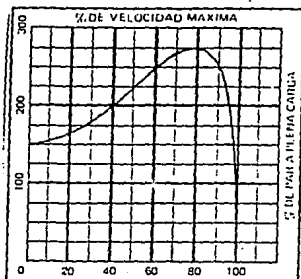


figura 1.6

Diseño NEMA A

Alta corriente de arranque

Par normal de arranque

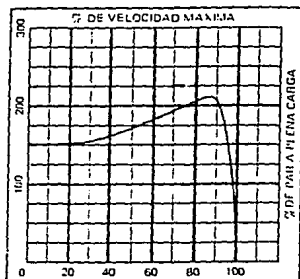


figura 1.7

Diseño NEMA B

Baja corriente de arranque

Par normal de arranque

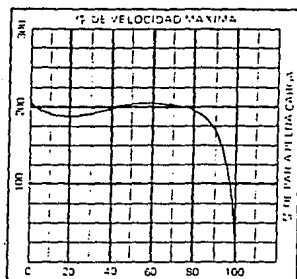


figura 1.8

Diseño NEMA C

Baja corriente de arranque

Alto par de arranque

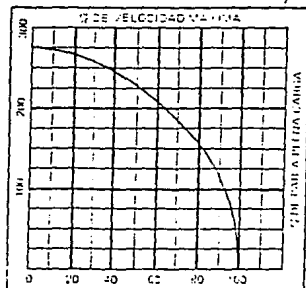


figura 1.9

Diseño NEMA D

Baja corriente de arranque

Alto par de arranque y deslizamiento

Diseño A. Este diseño es poco común su construcción.

Diseño B. Este es el diseño más común para motores de uso general y para la mayoría de las aplicaciones .

Diseño C. Este diseño es usado donde el par de arranque y aceleración del diseño B es insuficiente.

Diseño D. Este diseño tiene alto deslizamiento de 10% a 12% a plena carga aprovecha el efecto volante en cargas intermitentes a pico y donde se requieren pares de arranque más altos para periodos de arranque continuos, a menudo son construidos con doble jaula de ardilla y /o con jaula de ardilla de alta resistencia.

Las normas (NEMA) también clasifican a los motores eléctricos por el nivel de temperatura máxima que soporta el aislamientos de sus devanados, durante un tiempo de vida razonable como de 10 años promedio. Estas temperaturas incluyen el punto mas caliente máximo.

La tabla 1.3 muestra esta clasificación.

CLASE	TEMP.GRADOS C.	TEMP. GRADOS F.
O	90	194
A	105	221
B	130	266
F	155	315
H	180	356
C	220 Y +	428 Y +

TABLA 1.3

La elevación de temperatura del motor, por aumento de la temperatura ambiente 40 °C como máximo, se mide de dos formas, por resistencia y por termómetro.

No todos los motores permiten la misma elevación de temperatura con la misma clase de aislamiento, por el tipo de encierre.

La siguiente clasificación se muestra en la tabla 1.4

CLASE	POR RESISTENCIA	POR TERMOMETRO
A	60 °C	50 °C
B	80 °C	70 °C
F	105 °C	90 °C
H	125 °C	110 °C

TABLA 1.4

Las normas NEMA clasifican a los motores por par del rotor.

Par a Plena Carga:

NEMA MG1-1.46 Es el par necesario para producir su capacidad en (HP) nominal a la velocidad de plena carga.

Par de Arranque o Rotor Bloqueado:

NEMA MG1-1.47 Es el par mínimo que desarrollará en reposo para toda posición angular del rotor.

Par de Jalón o de aceleración:

NEMA MG1-1.48 Es el par mínimo que desarrolla un motor durante el período de aceleración hasta la velocidad nominal.

Par de Colapso o Máximo:

NEMA MG1-1.49 Es el par máximo que desarrolla un motor sin una caída abrupta en velocidad ; para los motores sincrónicos se conoce como par de desenganche .

PRINCIPIO DE OPERACION DE UN MOTOR DE INDUCCION

Un análisis cualitativo del fenómeno físico correspondiente a la operación de las máquinas de inducción, para ayudar a entender los campos magnéticos rotatorios, característica única de cualquier máquina de c.a. polifásica.

Estos campos magnéticos son establecidos por corrientes variables en el tiempo que circulan en los embobinados polifásicos del estator y rotor.

Considérese el estator de la máquina de c.a. trifásica mostrada en la figura 1.10 .

Una vista desarrollada del embobinado del estator se muestra en la figura 1.11 .

Por simplicidad, se supone solo una bobina por fase, si se aplica un voltaje trifásico balanceado al embobinado trifásico (el cual puede conectarse en estrella o en delta), circularán corrientes en los embobinados.

Si los voltajes son senoidales, las corrientes también pueden suponerse senoidales aunque puede ocasionarse alguna distorsión en la forma de onda por la no linealidad en la estructura magnética.

La corriente en cada fase establece un campo magnético pulsatorio en el entrehierro.

La mayoría de los estatores están diseñados para hacer senoidal la distribución espacial de flujo en el entrehierro.

La magnitud del flujo en un punto en particular en el entrehierro variará senoidalmente con el tiempo.

La figura 1.12 muestra la distribución espacial del flujo en el entrehierro a un cierto instante de tiempo representado por la posición de los complejos en la figura 1.13.

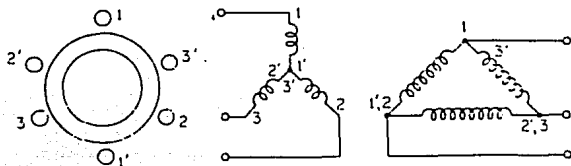


figura 1.10

Arreglo de los embobinados de un estator trifásico.

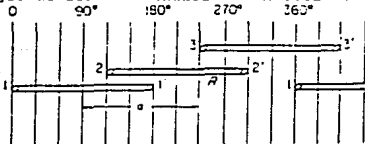


figura 1.11

Vista desarrollada del embobinado del estator.

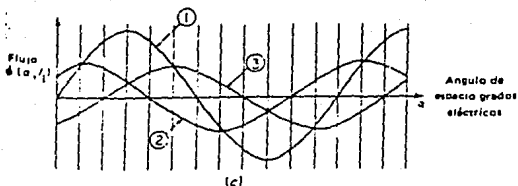


figura 1.12

Distribución espacial del flujo
en el entre hierro de una máquina
trifásica de c.a.

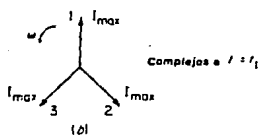


figura 1.13

Posición de los complejos.

La figura 1.14 muestra el estator de una máquina trifásica, en este caso hay dos bobinas por fase. El desplazamiento entre bobinas de diferentes fases es ahora de 60 grados mecánicos. Las direcciones del flujo de corriente en las tres fases a tres diferentes instantes de tiempo se indican como antes.

En este caso se ve que las corrientes establecen un sistema magnético de cuatro polos y los ejes de los dos pares de polos giran alrededor conforme los complejos de corrientes giran.

Sin embargo, como hay dos polos norte y dos polos sur, los fasores de corriente giran dos revoluciones por cada revolución del campo magnético ($\omega_s = W/2$).

Consecuentemente, 360 grados mecánicos son equivalentes a 720 grados eléctricos.

En general, si el estator de una máquina embobinada para P polos, entonces un grado mecánico es equivalente a $P/2$ grados eléctricos.

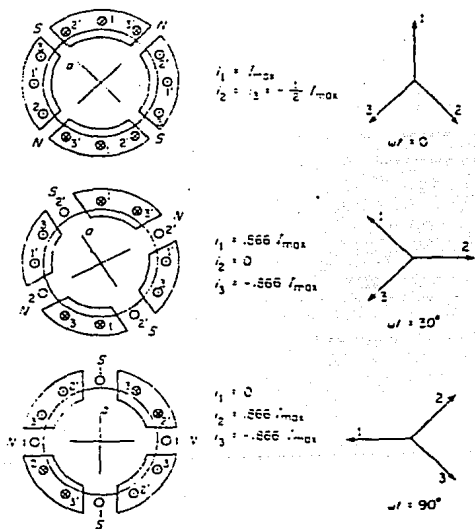


figura 1.14

Campo magnético rotatorio de 4 polos.

Por simplicidad se usará un sistema de dos polos para representar el campo magnético.

Supóngase que el rotor lleva un embobinado en corto circuito está colocado en la posición como la que muestra la figura 1.15.

El rotor de dos fases, un campo magnética rotatorio, producido por un voltaje trifásico .

Si los complejos de voltaje giran en dirección contraria a las manecillas del reloj con una velocidad angular de ω_s radianes por segundo donde la relación entre ω_1 y ω_s está dada por la ecuación.

$$\omega_s \text{ in} = \omega_s = 2\omega/P$$

El campo magnético rotatorio puede representarse por un sistema de polos norte y polos sur girando con respecto al centro del estator. Al principio, el rotor es estacionario. El campo magnético rotatorio recorre los conductores del rotor a ω_s radianes por segundo.

De acuerdo con la ley de Faraday de inducción electromagnética, una fuerza electromotriz se induce en la bobina del rotor.

Como se tiene una trayectoria cerrada, empieza a circular una corriente en la bobina del rotor.

Las direcciones del flujo de corriente, por la polaridad y la dirección de rotación del campo magnético supuesto en este análisis, son como las mostradas en la figura 1.15.

Estas están de acuerdo con la ley de Lenz, la cual establece que la dirección de las corrientes inducidas se opondrán al cambio en los enlazamientos de flujo.

Nótese que las corrientes inducidas debilitan el campo magnético rotatorio en el lado delantero de los conductores y lo fortalecen en el lado de atrás .

Una vez que han sido establecidas, las direcciones del flujo de la corriente es fácil ver que los conductores experimentan fuerzas mecánicas en la dirección mostrada.

Las direcciones de estas fuerzas se obtienen de la ecuación de la fuerza de Lorentz.

$$F = QIVl \times B$$

Por efecto de estas fuerzas el rotor gira en la misma dirección del campo magnético rotatorio.

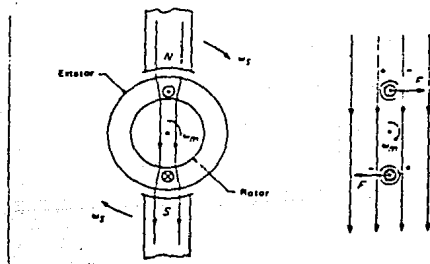


figura 1.15

Fuerzas mecánicas ejercidas por el campo magnético

En el caso ideal, cuando el rotor no tiene inercia o pérdidas, éste alcanzara finalmente una velocidad de ω_s radianes por segundo.

En este estado será estacionario con respecto al campo magnético rotatorio y consecutemente no se inducirá una fuerza electromotriz inducida en la bobina del rotor y no circulara ninguna corriente .

El par desarrollado vale cero también.

Sin embargo en la práctica, el rotor tendrá algo de inercia y pérdidas y consecutemente debe recibir energía para vencer a ésta y a aquellas.

La energía puede transferirse al rotor de la fuente de voltaje conectada al estator, solo si la velocidad angular del rotor es menor que la velocidad angular del campo magnético rotatorio.

La velocidad angular del rotor no puede exceder a la velocidad angular síncrona a menos que el rotor se esté accionando por un primotor externo, en virtud de que por sí mismo el rotor no puede generar una velocidad mayor que la velocidad síncrona.

La diferencia de velocidades del rotor y el campo magnético giratorio se define como el deslizamiento.

Este es frecuentemente expresado como una fracción de la velocidad síncrona.

Cuando una máquina de inducción opera como un motor, el deslizamiento varía entre 0 y 1 . Si el rotor se mueve en la misma dirección que el campo magnético a velocidades mayores que ω_s , se dice que la máquina de inducción tiene deslizamiento negativo lo cual significa que la máquina está actuando como generador.

Este fenómeno de deslizamiento negativo es muy importante ya que, el funcionamiento del equipo que aquí se analiza, aprovecha está para el arranque de la planta de emergencia auxiliar en menos de 4 segundos a plena carga.

Para lograr una elevada eficiencia de operación, un deslizamiento a plena carga de 2% a 5% es deseable.

Esto significa una frecuencia de deslizamiento de 1.2 a 3 Hz. y una correspondiente reactancia inductiva baja.

Para asegurar un par elevado y un bajo deslizamiento de velocidad a plena carga, es necesario un rotor de baja resistencia a velocidad nominal, y alta resistencia efectiva al arranque, una barra rectangular profunda de aluminio proporcionará características. De par alto en KVA de arranque y deslizamiento a plena carga, correspondiente a diseño clase B normal.

La figura 1.16 muestra los diseños típicos del rotor jaula de ardilla.

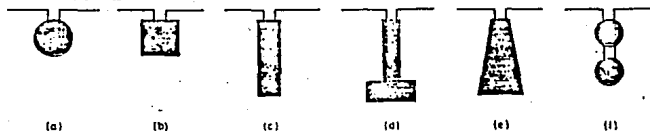


figura 1.16

Diseños típicos de rotor

En la figura 1.17 representa una curva típica de par y de KVA para un motor de diseño B.

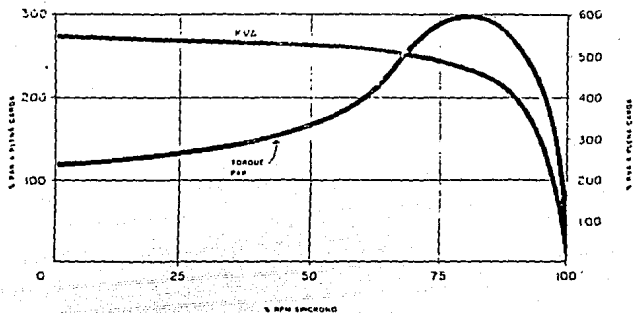


figura 1.16

Curva típica para motor clase B

La alta reactancia inductiva a un alto deslizamiento cerca del punto de reposo fuerza la corriente dentro de la sección superior de la barra causando una alta resistencia efectiva.

A velocidad normal de operación, baja frecuencia de deslizamiento la reactancia inductiva es baja permitiendo que la barra entera lleve la corriente.

El motor de inducción combina tanto acción generador como acción motor.

Los motores siguen la regla de la mano derecha. Figura 1.17

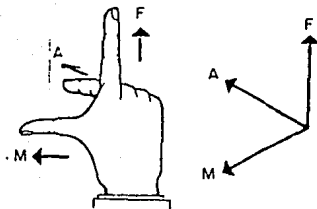


figura 1.17

Regla de la mano derecha

El dedo índice indica la dirección del flujo de las líneas magnéticas de fuerza.

El dedo pulgar indica la dirección del movimiento resultante.

El dedo medio indica la dirección del flujo de la corriente.

El voltaje generado ocasionará que la corriente fluya en la dirección apuntada por el dedo medio, si el circuito está cerrado.

Los motores de inducción deben ser seleccionados para operar tan cercanamente a su plena carga como sea posible para mantener alto el factor de potencia .

El principio del motor de inducción fue descubierto por Arago en 1824.

Hoy en día el mejor motor es aquél fabricado con el sistema de aislamiento clase F para funcionar con un aumento de temperatura clase B nominal.

Los materiales de aislamiento clase B son micas, asbestos, fibras de vidrio, resinas epóxicas y barnices orgánicos. La temperatura de operación de los devanados de un motor diseño clase B es de 115 grados centígramos .

Los extremos de las bobinas están sujetos a esfuerzos magnéticos que varían al cuadrado de la corriente, de 25 a 30 veces los esfuerzos normales durante el arranque.

La temperatura de operación en clase F es de 140 grados centígramos y son recomendados frecuentemente para mayor confiabilidad y una mas larga vida de los aislamiento. La vida promedio es de 8000 horas de cada uno de los devanados.

Al rededor de 12 años.

Una regla empírica dice que por cada 10 grados centígramos que se baje la temperatura de operación se duplicará la vida del aislamiento y la vida se reduce a la mitad por cada 10 grados centígramos que se aumente la temperatura de operación

El motor jaula de ardilla es el atlas moderno cargando el mundo industrial sobre sus hombros.

Por sus ventajas:

- 1) Menor costo inicial.
- 2) Construcción del rotor más simple.
- 3) Requiere espacio más reducido.
- 4) No producir chispas que puedan provocar incendios.
- 5) No necesita aparatos de control para el rotor.
- 6) Por su bajo mantenimiento.
- 7) Por su velocidad fija.

GENERADORES ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

Los generadores eléctricos son máquinas rotatorias que transforman energía mecánica en eléctrica. El funcionamiento del generador es parecido pero contrario al del motor.

Básicamente, un generador produce electricidad por la rotación de un grupo de conductores dentro de un campo magnético.

En lugar de introducir una corriente en los devanados del rotor para producir un campo magnético, el rotor se hace girar mecánicamente generalmente mediante un motor que puede ser eléctrico o de combustión interna, turbinas de vapor y hasta reactores atómicos.

Por lo tanto, la energía que entra a un generador es la energía mecánica necesaria para hacer que giren los conductores dentro del campo magnético.

A la salida del generador se obtiene la fuerza electromotriz conocida como FEM que se induce en los conductores cuando éstos se mueven a través del campo magnético.

Aunque se clasifican de muchas maneras, existen sólo dos tipos básicos de generadores:

- 1) Generadores de corriente continua. c.c.
- 2) Generadores de corriente alterna. c.a. o alternadores.

La magnitud de la F.E.M. inducida depende principalmente de la intensidad del campo magnético y de la rapidez con que corta las líneas de flujo.

Cuanto más intenso sea el campo o mayor sea el número de líneas de flujo cortadas en un tiempo dado, mayor será la F.E.M. inducida. Para los generadores, la dirección o polaridad de la F.E.M. se determina por la regla de la mano izquierda. figura 1.18

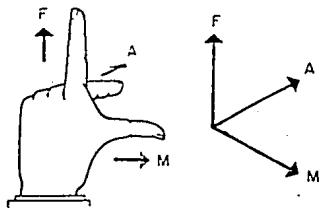


figura 1.18

Regla de la mano izquierda.

- El dedo índice señala la dirección del campo magnético.
- El dedo pulgar señala la dirección del movimiento del conductor.
- El dedo medio señala la dirección de la corriente.

Básicamente los generadores trifasicos tiene devanados espaciados igualmente y tres voltajes de salida desfasados 120 grados entre sí.

La conexiones del generador pueden ser estrella o delta y solo salen tres puntas del generador que se conectan a la carga.

Las características del generador estarán dadas por el tipo de conexión de los devanados, para ambos casos los devanados están espaciados 120 grados. figura 1.19

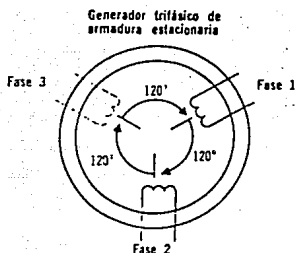


figura 1.19

Armadura estacionaria de un generador trifásico

De manera que cada devanado producirá un voltaje desfasado 120 grados con respecto a los voltajes de los demás devanados.

Físicamente, las espiras adyacentes están separadas por un ángulo equivalente a 60 grados de rotación. ver figura 1.20 Sin embargo, los extremos de las espiras están conectados a los anillos rozantes de manera que la tensión (1) está adelantada 120 grados con respecto a la tensión (2), a su vez, está adelantada 120 grados con respecto a la tensión (3). como muestra la figura 1.21

En la conexión delta, los tres devanados están conectados en serie y forman un circuito cerrado, como se muestra en la figura 1.23

En las tres puntas que salen del generador se conectan a la carga, el voltaje existente entre dos cualesquiera de las puntas es, llamado voltaje de línea, es igual al voltaje generado en un devanado, que recibe el nombre de voltaje de fase.

Los tres voltajes de fase como los tres de línea son iguales, y todos tienen el mismo valor. Sin embargo, la corriente en cualquier línea es aproximadamente 1.73 veces la corriente en cualquier fase del devanado. Por lo tanto en la conexión delta suministra un aumento de corriente pero no hay aumento en el voltaje.

En la conexión estrella, las características de voltaje y corriente son opuestas a las que presenta una conexión delta.

En la conexión estrella, una de las puntas de cada uno de los devanados se juntan con una de los otros dos, lo que deja tres puntas libres que salen para la conexión de la carga, como nos muestra la figura 1.24

El voltaje existente entre dos cualesquiera de las puntas es 1.73 veces el voltaje de una fase.

En tanto que las corrientes en la línea son iguales a las corrientes en el devanado de cualquier fase.

La potencia total real depende del factor de potencia ($\cos \theta$) para ambos casos.

La potencia real = $1.73 E \text{ línea } I \text{ línea } \cos \theta$

Las principales características de los generadores trifásicos son :

- 1) Potencia, generalmente dada en KW o en KVA tomando como factor de potencia $80\% \text{ o } 0.8$
- 2) Tensión que normalmente es de 240 V.c.a. o 480 V.c.a.
- 3) Velocidad que es de 1200 RPM a 1800 RPM para 60 Hz.
- 4) Dimensiones de diámetro interior de la armadura y largo.

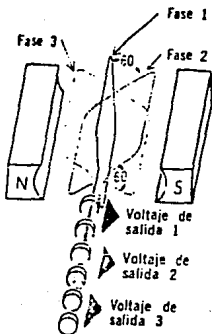


figura 1.20

Generador trifásico de espira rotatoria

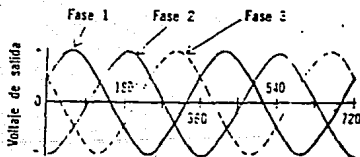


figura 1.21

Voltajes de salida de un generador trifásico

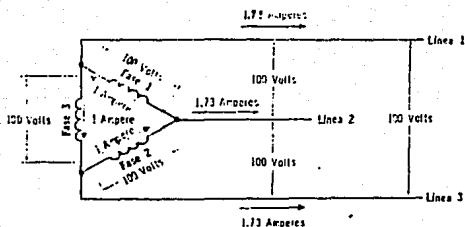


figura 1.22

Conexión delta de un generador trifásico

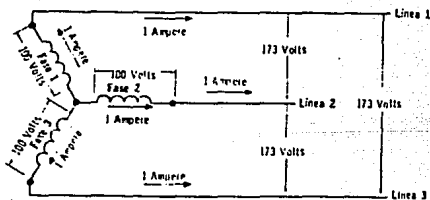


figura 1.23

Conexión estrella de un generador trifásico

La tensión de salida de un generador depende la velocidad y del número de espiras.

La corriente depende de la intensidad del campo magnético y de la potencia con que se muevan las espiras con relación al campo magnético. Los generadores de corriente alterna trifásicos con anillos rozantes y escobillas tiene mucho desgaste y una vida corta.

Existe también un generador de larga vida y bajo mantenimiento, estos son conocidos comercialmente como generadores sin escobillas.

Son generadores síncronos sin escobillas y constan de cuatro partes básicas que son:

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1) Sección generadora. | figura 1.24 y 1.25 |
| 2) Sección excitadora. | figura 1.24 y 1.25 |
| 3) Sección de control. | figura 1.24 y 1.25 |
| 4) Componentes mecánicos. | figura 1.26 |

La Sección Generadora está compuesta del estator generador o (inducido) y el rotor generador o (inductor).

El Estator Generador está hecho de láminas troqueladas de acero al silicio que es un material ferromagnético de excelentes características magnéticas con el objeto de evitar grandes pérdidas por el efecto de corrientes parásitas y ciclo de histéresis.

El embobinado del estator generador se hace de bobinas, devanadas con alambre magnético con características eléctricas adecuadas para este diseño. El alambre magnético empleado es con doble capa de aislamiento clase F.

Los aislamientos que se aplican a los embobinados también son clase F, de 4 polos y de 12 terminales de salida con objeto de hacerlos versátiles en cuanto a sus conexiones para obtener diferentes voltajes de salida.

El Rotor Generador de fabricación estándar es de 4 polos.

El núcleo del rotor generador también se fabrica con láminas de acero al silicio de las mismas características mencionadas en el estator de generador.

Para asegurar la rigidez mecánica y una construcción robusta del núcleo, el yugo está formado de una sola pieza continua con las zapatas polar; eliminando así el problema de dispersión de flujo por falsos contactos magnéticos que ocasionan los empalmes mecánicos.

Los rotores generadores se construyen con ductos de ventilación y barrenos en la zapata polar para alojar el devanado amortiguador en jaula de ardilla que está diseñado para reducir armónicas en la forma de onda del voltaje de salida y evitar los movimientos perpendiculares cuando se acoplan generadores en paralelo.

El rotor gira concéntricamente montado en la flecha del generador a una velocidad sincrónica de 1800 RPM para 60 Hz.

El embobinado de los rotores se fabrican con alambre magnético con doble capa de aislamiento TND clase F 155 grados Centígrados en generadores pequeños y con aislamiento SILANEL en generadores grandes.

El ciclo de barnizado es riguroso en generadores de 175 a 1500 KW al estar devanado cada capa, se aplica un baño de barniz epoxy de altas características dieléctricas.

Posteriormente a esto se aplican baños de barniz por inmersión a temperaturas controladas. Este proceso de barnizado es igual en el estator generador.

La Sección Excitadora es de hecho un segundo generador auxiliar de alta frecuencia en conexión trifásica, en la cual a diferencia del generador principal, el inductor está en la parte estática y el inducido en la parte rotatoria.

El voltaje de salida en el rotor excitador (inducido) se rectifica a través de un circuito de rectificación rotatoria con diodos de silicio cuya capacidad sobrada, los hace confiables aparte de ser autoprotectidos contra transitorios de voltaje.

El circuito de rectificación de 1/2 onda consta de 3 diodos montados sobre la flecha en los modelos antiguos, lo cual dificulta su mantenimiento y provoca deformaciones de onda por producir armónicas.

El rotor excitador (inducido) es de polos consecuentes construido con láminas troqueladas de acero al silicio de alta permeabilidad magnética.

El Estator Excitatriz (inductor) es de 8 polos, para 3 a 175 KW. estos son de alta frecuencia.

El núcleo estator excitatriz está construido con laminación troquelada de acero al bajo carbono cuya característica es la de retener cierto magnetismo remanente de (3 a 5 Volts) lo ideal para este tipo de aplicación.

Los embobinados tanto del estator como del rotor excitatriz están hechos de alambre magnéto con doble capa de aislamiento clase F para 155 grados centígrados y sometidos al ciclo de barnizado como se menciona anteriormente.

Este conjunto es el que alimenta de corriente al campo giratorio del generador principal pasando por el circuito de rectificación para alimentarlo de corriente directa. La corriente de excitación del campo es provista por el regulador electrónico de voltaje.

El conjunto rotor excitador, circuito de rectificación y rotor generador se ensamblan en la misma flecha.

La Sección de Control esta compuesta por un regulador de voltaje electrónico de estado solido, se puede decir que es el cerebro del generador de C.A. sin escobillas ya que alimenta de energia al campo del excitador (estator excitatriz), con corriente directa.

El estudio y análisis de este regulador se trata mas adelante por ser un sistema mas completo de control, en el capitulo 3.

Componentes Mecánicos que lo integran la flecha, armazón, cubierta de armazón tapa excitatriz, ventilador, baleros, cople, disco de acoplamiento.

La Flecha esta diseñada para evitar fallas por esfuerzos mecánicos es de acero macizo rolado en caliente SAE 1045.

El Armazón de rígida construcción con barras de acero soldadas a los anillos de guía de placa lateral .

Una sólida barra de acero soldada al armazón a fin de facilitar la instalación del generador así como la alineación con el primotor.

Las orejas de acero instaladas al armazón permiten levantar el generador.

Cubiertas de Armazón fabricada en acero para protección mecánica. cubre toda la armazón.

La exitatriz esta protegida con una cubierta remobile igualmente robusta también de acero.

Tapa exitatriz, adaptador, tapa motriz son piezas de fundición en Hierro Gris de alta calidad para soportar esfuerzos mecánicos.

Ventilador de alto rendimiento y es de fundición de aluminio para generadores pequeños y de lámina de acero para generadores grandes.

Baleros que soportan la flecha de bolas con doble sello.

Cople sólo se utiliza en generadores de un sólo balero para montaje de los discos de acoplamiento el cual es de fundición de hierro gris.

Discos de acoplamiento están hechos de láminas de acero y son para acoplar el generador de un balero al motor.

PRINCIPIO DE OPERACION

El generador de C. A. sin escobillas se basa en el principio electromagnético mas elemental, es decir, que cuando se mueve un conductor eléctrico dentro de un campo magnético, este corta las líneas de fuerza (ϕ) y se induce una fuerza electromotriz (F.E.M.) en el conductor, en forma de C. A. el cual puede conectarse de diferentes formas de los extremos de éste. $FEM = (2.22 Z \phi F) \times 10^{-8}$ VOLTS

El principio básico es que el inducido se mueve y corte el flujo del inductor o viceversa : lo importante es que exista movimiento relativo entre ambas partes.

Estos dos principios se aplican en la construcción de los generadores de C.A. sin escobillas.

El voltaje de salida se produce en el estator generador (estacionario).

El voltaje se induce en el devanado del estator generador por el corte del campo rotatorio del rotor generador.

Para que el rotor generador (inductor) se encuentre magnetizado es necesario alimentar sus devanados con energía eléctrica en forma de corriente continua.

El voltaje de excitación proviene del excitador de alta frecuencia montado directamente sobre la misma flecha que el rotor generador .

Los polos del estator excitador (inductor estático) están diseñados con material de acero que retienen algo de magnetismo remanente .

Cuando el generador se arranca, la flecha gira y entonces se inicia el ciclo de generación con el magnetismo remanente.

El flujo remanente es cortado por el devanado del rotor excitador o (inducido) generando C.A. el cual alimenta el puente de onda completa y este a su vez alimenta al rotor generador giratorio (campo) cuyo flujo corta el devanado del estator generador o (inducido).

El voltaje inducido en el estator generador para una velocidad y longitud de espira fija dependerá exclusivamente del valor del flujo giratorio.

$$(e = B l V) \times 10^{-8} \text{ VOLTS}$$

max.

Este naturalmente se puede variar recibiendo del excitador mayor o menor corriente de excitación provista por el excitador.

El voltaje para el campo del excitador se controla y alimenta por el regulador de voltaje que a su vez está conectado a las terminales de salida del estator generador.

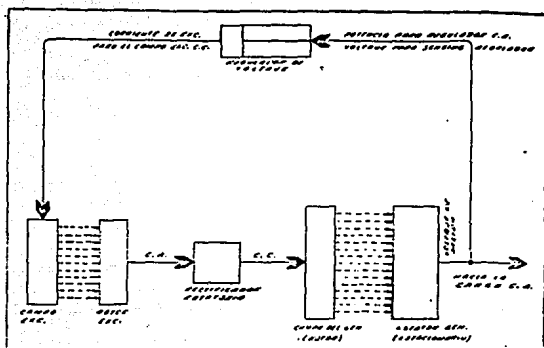


figura 1.24

Diagrama a bloques de un generador sin escobillas.

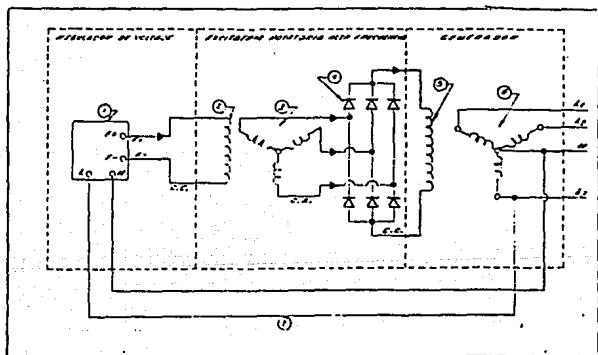


figura 1.25

Diagrama del circuito eléctrico de un generador sin escobillas.

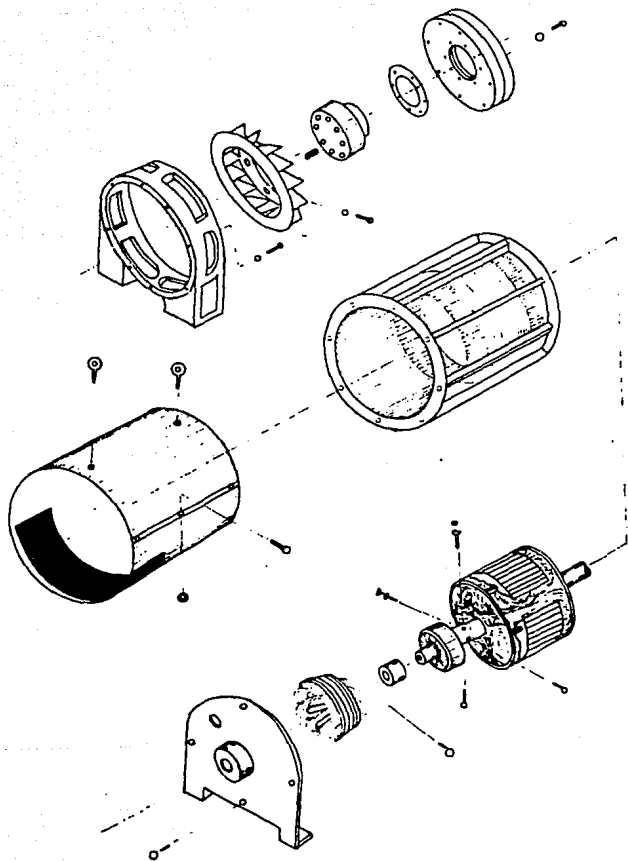


figura 1.26

Diagrama de partes mecánicas de un generador sin escobillas.

De la figura 1.25:

- | | | |
|---|----------|-------------------|
| 1) Regulador de voltaje electrónico. | | parte de control. |
| 2) Estator excitador. | inductor | parte excitadora. |
| 3) Rotor excitador. | inducido | parte excitadora. |
| 4) Rectificador rotatorio de onda completa. | | parte excitadora. |
| 5) Rotor generador | inductor | parte generadora. |
| 6) Estator generador. | inducido | parte generadora. |
| 7) Retroalimentación al regulador de voltaje. | | |

ACOPLAMIENTO DE UN MOTOR GENERADOR

Un grupo motorgenerador consta de un motor y un generador.

El motor puede ser de inducción o síncrono este suministra la energía mecánica al generador el que a su vez la transforma en energía eléctrica.

Industrialmente se usan para cambiar electricidad de un voltaje o frecuencia a otro, también para cambiar de un sistema polifásico a monofásico.

Los métodos de montajes constituyen una diferencia notable.

El generador suele hallarse cerca de su fuente de energía mecánica y muy a menudo se monta en una posición horizontal conveniente.

La potencia útil de estas unidades queda limitada solamente por la capacidad del generador.

Para nuestro caso en particular se monta el generador sobre la misma flecha, y en posición vertical, para la unidad de continuidad.

La regla de la mano izquierda para generadores es comparable a la regla de la mano derecha para motores, lo cual indica el tipo de relaciones que hay entre generadores y motores.

En ambas reglas:

El dedo índice señala la dirección del campo.

El dedo pulgar señala la dirección del movimiento del conductor.

El dedo medio señala la dirección del flujo de la corriente.

Del estudio de las reglas se saca una importante conclusión:

Si dos magnitudes son iguales en un generador y un motor, la tercera será opuesta.

En la figura 1.27 el movimiento y el flujo de corriente tienen la misma dirección en ambos; por lo tanto, las direcciones del campo en los dos serán opuestas.

Aunque la comparación de que se ha hecho de motores y generadores indica que su funcionamiento es convertible, casi nunca sucede que un motor se use como generador o viceversa.

Por que los motores desplazan al plano neutro hacia atrás, en sentido opuesto a la dirección de rotación, mientras que los generadores, el plano neutro se desplaza hacia adelante, o sea, en la misma dirección que la rotación.

Si se trata de usar uno como otro su funcionamiento será ineficiente y estará acompañado de mucho chisporroteo en el conmutador.

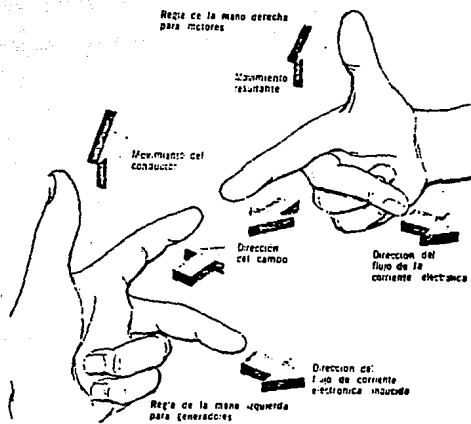


figura 1.27

Ilustración de la regla de la mano derecha e izquierda.

CAPITULO 2

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MECANICA

Los sistemas que emplean almacenamiento de energía mecánica, por lo general utilizan volantes de acero maquinado como masa rotatoria por la cual convierten energía cinética almacenada en el volante, a energía eléctrica.

Los volantes son dispositivos empleados para controlar la variación de velocidad de una máquina. Los volantes distribuyen la energía dentro de ciclo para controlar la velocidad.

La ecuación de la energía cinética para los volantes es:

$$EC = \frac{(WR)^2 (RPM)^2}{2 (g)}$$

Donde : W es el peso en Kilogramos.

R es el radio de giro en metros.

g es la gravedad m/seg

Estos sistemas proporcionan un excelente amortiguamiento de los disturbios de la fuente que alimenta al primotor y las cargas críticas que no toleran transitorios de voltaje y frecuencia.

Los tres sistemas más utilizados son :

- 1) Sistema inercial simple.
- 2) Sistema inercial de frecuencia constante.
- 3) Sistema inercial soportado por baterías.

1) Sistema inercial simple.

Este sistema está compuesto de un motor de inducción de bajo deslizamiento, un volante o masa de alta inercia y un generador síncrono. La frecuencia de salida del generador a plena carga es de 59.8 Hz.

Cuando se interrumpe la alimentación al motor, la energía almacenada en el volante es entregada al generador.

La frecuencia de salida del generador se mantiene arriba de 59.5 Hz. en un intervalo de tiempo de hasta 0.5 segundos.

Este sistema tiene relativamente bajo costo, pero provee una mínima protección para cargas que no toleren 59.5 Hz. durante 0.5 segundos.

(Este equipo es muy parecido al de la quinta configuración de la introducción en la página 18, con la diferencia de que este es horizontal.)

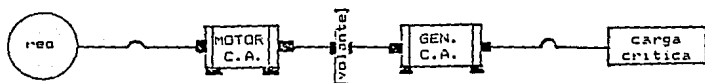


figura 2.1

Sistema Inercial Simple

2) Sistema inercial de frecuencia constante .

Este sistema está compuesto de un motor de inducción de bajo deslizamiento, un volante o masa de alta inercia, un generador síncrono y un control de frecuencia mediante un embrague que trabaja con corrientes de Eddy o parásitas.

La frecuencia de salida del generador a plena carga es de 60 Hz. \pm 0.25 Hz. mediante este control.

Cuando se interrumpe la alimentación al motor, la energía almacenada en el volante es entregada al generador.

La frecuencia de salida del generador se mantiene arriba de 60 Hz. en un intervalo de tiempo de hasta 15 segundos. En este tiempo es posible arrancar la fuente de emergencia y trasferirla al motor.

Este sistema tiene un costo mayor pero provee una mayor protección para las cargas que no toleran 59.5 Hz. durante 0.5 segundos.

(Este equipo es muy parecido al de la cuarta configuración de la introducción en la página 15.)

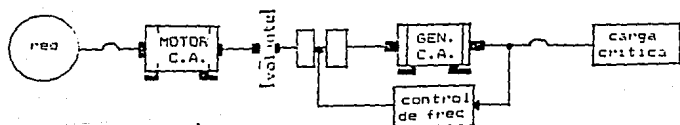


figura 2.2

Sistema Inercial de Frecuencia Constante

3) Sistema inercial soportado por baterías.

Este sistema esta compuesto de un motor de inducción de bajo deslizamiento, un volante o masa de alta inercia, un generador síncrono y un generador de C.D.

La frecuencia de salida del generador a plena carga es de 59.8 Hz. En operación normal, el motor de inducción mueve el generador de C.A. para alimentar a la carga, mientras que el generador de C.D. carga las baterías.

Cuando se interrumpe la alimentación al motor, la energía almacenada en el volante es entregada al generador de C.A.

La frecuencia de salida del generador se mantiene arriba de 59.5 Hz. en lo que se cierra un contactor de C.D. , es entonces que el generador de C.D. opera como motor de C.D. , para continuar moviendo al generador de C.A.. La inercia del volante y la de las máquinas rotatorias amortiguan la transición entre la operación normal y la de emergencia.

La capacidad de las baterías puede ser seleccionada con base en el tiempo requerido para arrancar y sincronizar un generador de emergencia.

Este sistema es redundante y muy costoso, ya que el banco de baterías es caro , y la planta de emergencia también.

(Este equipo es muy parecido al de la tercera configuración de la introducción en la página 12.)

Ver figura 2.3

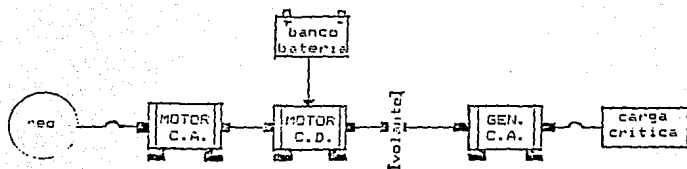


figura 2.3

Sistema Inercial Soportado por Baterías .

REDISEÑO DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD

Dentro de las partes que constituyen el equipo materia de esta tesis se encuentra un sistema inercial simple con la diferencia que en este diseño es de tipo vertical.

Es un grupo motor generador volantes de inercia, que se conoce como unidad de continuidad, por ser la encargada del suministro de energía eléctrica continua a la carga crítica.

Esta unidad de continuidad fue diseñada en México D.F. 19 de agosto en el año de 1982, por el Ing. Carlos F. Gottfried Joy. director general de Potencia Industrial S.A.

La unidad de continuidad es un grupo motor-generator y volante de inercia tipo vertical, flecha común SAE 1045, servicio continuo.

El motor de inducción trifásico jaula de ardilla, 4 polos, 3 fases devanados reforzados, aislamiento clase F, bajo deslizamiento.

El generador eléctrico, síncrono sin escobillas, 4 polos, 3 fases devanados reforzados, aislamientos clase F. 1 solo rodamiento, 3 diodos rectificadores, y ventilador montados en la flecha .

El volante de inercia de acero, maquinado a precisión SAE. 1020 diámetro 112 centímetros, peso 556 kg, SAE 1018.

Este diseño es para 10 K.V.A. el peso total rotatorio es 780 kg.

Se rediseño la unidad de continuidad por las siguientes razones:

- 1)El mantenimiento del generador se dificulta por tener los diodos en la flecha.
- 2)Eliminar la tercera armónica de la componente fundamental para que el valor de distorsión no exceda 3% a plena carga.
- 3)Evitar que los volantes de inercia salgan disparados.
- 4)La unidad de continuidad es muy ruidosa.
- 5)Por que en modelos más grandes tenían problemas en la flecha.

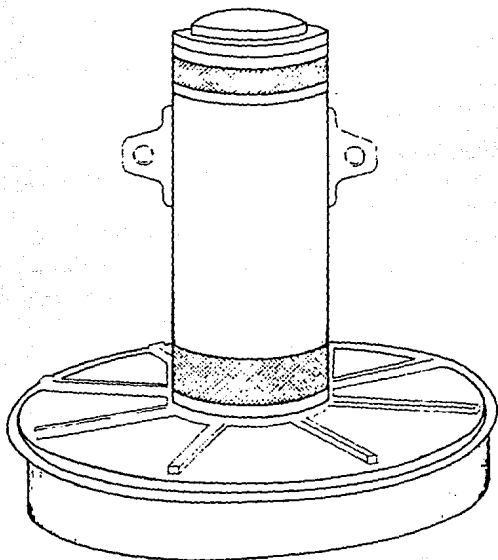


figura 2.4

Unidad de continuidad de 10 K.V.A.

Para eliminar la dificultad del mantenimiento del generador de la unidad de continuidad por tener los 3 diodos rectificadores de media onda montados en la flecha del generador a 90 grados.

Esto se cambio por un puente de onda completa de 6 diodos que están montados en un subensamble en un extremo de la flecha del generador conocido como fuera de borda. (ver figuras 2.5 y 2.6)

Que fácilmente es desmontable para la reposición rápida de cualquier componente, sin desoldar por estar diseñado por tornillería.

La reposición es rápida aproximadamente en 15 minutos.

Esto también ayudo a eliminar la tercera armónica de componente fundamental para que el valor de distorsión no exceda 3 % a plena carga.

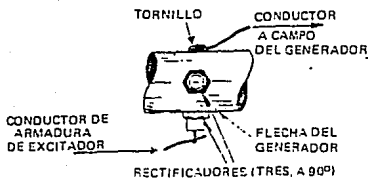


figura 2.5

Montaje sobre la flecha

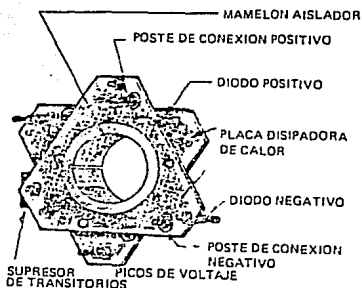


figura 2.6

Montaje fuera de borda

Para solucionar que los volantes de inercia salgan disparados y causaran daños materiales, se decidió por encerrarlos en un cajón de acero.

Para resolver el problema del ruido de la unidad de continuidad que tenía 95 dB a dos metros de distancia en operación rutinaria no cumplía con la norma NEMA MG1 que dice el nivel de ruido no tiene que exceder 85 dB a dos metros de distancia.

Se eliminó el ventilador del generador de la unidad de continuidad y se rediseñó para que trabajara en forma auto ventilada.

Reduciendo el nivel de ruido a 80 dB a dos metros de distancia y cumplir con la norma de ruido.

Originalmente en las primeras unidades de continuidad el motor de inducción se encuentra en la parte superior de la unidad y por lo tanto la flecha tenía que ser muy larga para poder tener el generador y los volantes.

Se rediseñó la unidad de continuidad por tener problemas en la flecha en los modelos de mayor capacidad. Entre más grande es la unidad de continuidad mas larga es su flecha y por lo tanto el pandeo y la deformación aumenta.

Para resolver este problema de diseño se tomó el criterio de cambiar el motor a la parte central de la unidad con dos flechas a los extremos mas cortas y cambiar el generador a la parte superior. Para que la flecha del motor no se deforme ni se pandea.

Para acortar las flechas un poco mas y hacerlas un poco mas gruesas también se diseñó el motor para hacerlo un poco mas robusto.

Se puede fabricar motores y generador de dos formas:

- 1) Delgado y largo.
- 2) Ancho y corto.

En base a la aplicación que se necesite.

Para su rediseño se tomo la segundo opción. (ver figura 2.7)

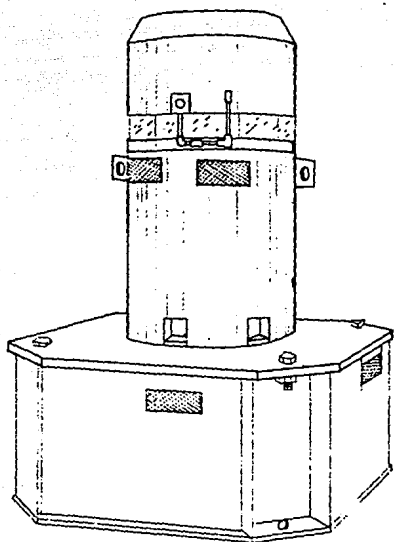


figura 2.7

Unidad de Continuidad de 100 K.V.A.

PROTECCION DE ALTA TEMPERATURA DE RODAMIENTO

Los rodamientos de la unidad de continuidad tanto superior como inferior cuentan con un circuito de protección por medio de termostatos, los cuales están montados dentro de la unidad de continuidad y muy cerca de los mismos. Estos termostatos actúan con la temperatura cuando alcanza 100 grados Centígrados.

Los termostatos antes del rediseño eran normalmente cerrados (n.c.) y después del rediseño son normalmente abiertos (n.a.) por el cambio de lógica en los relevadores mecánicos.

Los rodamientos tienen un diseño de vida útil de 25,000 horas continuas aproximadamente 3 años.

El rodamiento superior es de esferas de contacto angular, su función es el de soportar el peso de la unidad rotatoria (núcleos, rotores flecha y volantes).

El rodamiento inferior es de rodillos cilíndricos su función es el guía de la unidad rotatoria, soporta la carga radial de los volantes de inercia.

Ambos requieren de lubricación ya que su servicio es continuo.

PROTECCION DE ALTA TEMPERATURA DE DEVANADOS

Los devanados de la unidad de continuidad tanto del motor como del generador cuentan con un circuito de protección por medio de termostatos, los cuales están montados dentro de los embobinados, de la unidad de continuidad. Estos termostatos actúan con la temperatura cuando alcanza 130 grados Centígrados.

Los termostatos antes del rediseño eran normalmente cerrados (n.c.) y después del rediseño son normalmente abiertos (n.a.) por el cambio de lógica en los relevadores mecánicos.

Esta protección es para cuidar los aislamientos de altas temperaturas, ya que cada incremento de 10 grados centígrados acortan la vida útil a la mitad. El diseño de los devanados tiene una vida útil de 10 años promedio.

CAPITULO 3

REDISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL Y RETRASFERENCIA

Dentro de las partes que constituyen este equipo se encuentra el tablero de control, que en este caso es de tipo industrial estándar. de construcción NEMA 1.

Este contaba con 10 circuitos lógicos a base de la utilizar contactores y relevadores de tiempo del tipo electromagnético y relevadores de control de tipo electromecánico, protecciones de sobrecorriente por elemento térmico, instrumentos de medición analógicos contador de eventos y horas de respaldo, transformadores de corriente, tablillas de control.

Lista de circuitos que componen el tablero de control

- 1) Circuito de transferencia.
- 2) Circuito de arranque de la planta auxiliar de apoyo.
- 3) Circuito de paro de la planta auxiliar de apoyo.
- 4) Circuito de control de voltaje de salida del generador de la unidad de continuidad.
- 5) Circuito de control de voltaje de salida del generador de la planta de apoyo.
- 6) Circuito cargador de baterías.

- 7) Circuito de protecciones y señalización de la unidad de la unidad de continuidad.
- 8) Circuito de protección para la planta de apoyo.
- 9) Circuito de señalización de estados de operación.
- 10) Circuito de medición de voltaje, corriente, frecuencia.

Al rediseñar el tablero de control se busca optimizar sus componentes y su funcionamiento implementando circuitos de protección y bajar el costo de mantenimiento.

Lista de circuitos que componen el tablero de control rediseñado.

- 1) Circuito censor de voltaje del suministro comercial.
- 2) Circuito de control principal y cambio de fuentes de energía.
- 3) Circuito de arranque de la planta auxiliar de apoyo.
- 4) Circuito de paro de la planta auxiliar de apoyo.
- 5) Circuito de control de voltaje de salida del generador de la unidad de continuidad.
- 6) Circuito de control de voltaje de salida del generador de la planta de apoyo.
- 7) Circuito de protecciones y señalización de la unidad de la unidad de continuidad.

8) Circuito de protecciones de la planta de apoyo.

9) Circuito de señalización de estados de operación.

10) Circuito de medición de voltaje, corriente, frecuencia.

11) Circuito de prueba de focos

12) Circuito de memoria de alarmas

CONTROL DE FUNCIONAMIENTO MANUAL

Esta etapa lógica de control es únicamente para la puesta en marcha inicial de la unidad de continuidad. Ya que no se puede conectarla directamente a la red comercial, por que los volantes de inercia no pueden pasar de cero RPM. a 1800 RPM. en un segundo.

Esto es equivalente para el motor a tener su rotor bloqueado y la demanda de corriente es exageradamente grande y se pueden quemar los devanados del estator del motor.

Partiendo del reposo y contando con energía del suministro comercial, se realiza en forma manual con el tablero de control y la planta de apoyo. La puesta en marcha se realiza a través de la planta de apoyo para la aceleración gradual de la unidad de continuidad, sin carga.

Con el mínimo de revoluciones en la planta de apoyo y con una excitación fija para el generador de la planta de apoyo, para no dañar el regulador por baja frecuencia, el voltaje del generador de la planta es de 60 V. C.A. y 500 RPM. 16.6 Hz.

La corriente que toma el motor de la unidad de continuidad es la de plena carga, para que puede romper la inercia de los volantes de cero Hz. a 16.6 Hz.

Cuando la Unidad de continuidad alcanza la frecuencia de la planta de apoyo la corriente disminuye. Se acelera la planta sin rebasar la corriente de plena carga y se espera a que la corriente vuelva a bajar. Hasta que se tienen 60 Hz. y el voltaje nominal en la planta de apoyo. La unidad de continuidad ya tiene también 60 Hz. y se puede conectar a la red comercial y se selecciona en el tablero operación automática. Esta operación toma un tiempo de 15 a 25 minutos.

El tablero de control se encarga de hacer el cambio de fuentes y conectar el regulador de la planta y el generador de la unidad de continuidad para alimentar a la carga critica.

Quedando listo para la falla del suministro comercial.

CONTROL DE FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO

Esta etapa lógica de control es la de operación normal del equipo. La unidad de continuidad queda funcionando normalmente con el suministro comercial, alimentando a la carga crítica mientras almacena energía cinética en los volantes.

En el momento en que falla la energía comercial el tablero de control automáticamente hace cambio de fuente de alimentación, desconectando la línea comercial y conectando la planta de apoyo.

Manda la señal de arranque de la planta para seguir alimentando el motor de la unidad de continuidad y señalar operación con planta de apoyo.

El cambio de fuentes de energía dura unos cuantos segundos durante los cuales los volantes mantienen el voltaje y la frecuencia sin que ésta se altere para la carga crítica.

En este momento del cambio de fuentes de energía el motor de la unidad de continuidad se convierte en (generador), para motorizar al generador de la planta de apoyo que se convierte en (motor) para que pueda arrancar el motor Diesel de la planta con rapidez y suavidad en un tiempo de 3 segundos.

Cuando la señal de marcha termina el generador de la planta de apoyo alimenta al motor de la unidad de continuidad, por el tiempo que perdure la falla del suministro comercial, el tiempo de respaldo de la planta de apoyo dependerá del combustible que tenga el tanque de diario.

Este funcionamiento esta patentado en Estados Unidos con el numero 4460834.

Cuando regresa el suministro comercial el sensor de voltaje de entrada detecta su presencia y si las condiciones de secuencia de fases frecuencia y valor de voltaje prevalecen, activa un circuito de tiempo de 3 minutos el cual le ordena que puede hacer el cambio de fuentes de energia.

Al terminar de contar hace cambio de fuentes de energia saca el contactor de la planta y cuenta 2 segundos para meter el contactor del suministro comercial y manda señal de paro de la planta de apoyo que dura 20 segundos y señaliza operación con compañía de luz.

Quedando lista para la siguiente falla del suministro comercial.

LOGICA DE RELEVADORES

En los modelos anteriores se tenían energizados siempre 12 relevadores de control, su vida útil se reduce considerablemente y el costo de mantenimiento aumenta por cambiarlos frecuentemente.

A continuación se describe que función tienen.

KA	PRESENCIA DE C.F.E	SIEMPRE ENERGIZADO	*
KB	PRESENCIA DE C.F.E	SIEMPRE ENERGIZADO	*
KC	PRESENCIA DE C.F.E	SIEMPRE ENERGIZADO	*
K1	CONTACTOR C.F.E.	SIEMPRE ENERGIZADO	*
K2	CONTACTOR PLANTA	MOMENTANEAMENTE ENERGIZADO	
K14	CONTACTOR DE REACTORES	MOMENTANEAMENTE ENERGIZADO	
K3	EXCITACION FIJA	MOMENTANEAMENTE ENERGIZADO	
K4	PARO DE PLANTA AUTOMATICO	SIEMPRE ENERGIZADO	*
K5	SEÑAL DE MARCHA		*
K6	ALARMA DE ALTA TEMP. BALERO SUPERIOR		*
K7	ALARMA DE ALTA TEMP. DEVANADO DEL MOTOR		*
K8	ALARMA DE ALTA TEMP. DEVANADO DEL GENERADOR		*
K9	ALARMA DE ALTA TEMP. BALERO INFERIOR		*
K10	AUXILIAR DE K1		*
K11	AUXILIAR DE K2		*
K12	ALARMAS DE LA PLANTA DE APOYO		*
K13	PARO DE PLANTA EN FORMA MANUAL		*
K15	ALARMA DE BAJO NIVEL DE DIESEL		*
K16	EXCITACION DE PLANTA CUANDO SE PARA		*
TR1	RETRANSFERENCIA 45 SEGUNDOS A 1 MINUTO		*
TR2	PARO DE PLANTA DE APOYO CON SOLENOIDE 20 SEGUNDOS		*
TR3	TIEMPO DE MARCHA ACTIVADA 3 SEGUNDOS		*
TR4	TIEMPO DE ACTUAR K14 REACTORES DE RETRASFERENCIA 2 SEG. CAMBIO DE CONTACTORES		*

RELEVADORES FUNCIONANDO CONTINUAMENTE: A.B.C.4.5.6.7.8.9.10,12,15

TR1,TR2,TR3,TR4, SON RELEVADORES DE TIEMPO NEUMATICOS

NOTA : TODOS LOS * SE REVISAN CADA MES Y SE CAMBIAN CADA 4 MESES.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL 15,000,000.00 en julio de 1991.

En los modelos rediseñados se cambio la lógica de funcionamiento, reduciendo al minimo el numero de relevadores que funcionan continuamente y bajar el costo de mantenimiento.

A continuación se describe que función tienen.

	SUPERVISOR DE VOLTAJE, SECUENCIA Y PERDIDA DE FASE.	SIEMPRE. ACTIVADO.	*
K1	CONTACTOR C.F.E	SIEMPRE ENERGIZADO	*
K2	CONTACTOR PLANTA	MOMENTANEAMENTE ENERGIZADO	
K3	EXCITACION FIJA	MOMENTANEAMENTE ENERGIZADO	
K4	PARO AUTOMATICO DE PLANTA		*
K5	SEÑAL DE MARCHA		*
K6	ALARMA DE ALTA TEMP. BALERO SUPERIOR		
K7	ALARMA DE ALTA TEMP. DEVANADO DEL MOTOR		
K8	ALARMA DE ALTA TEMP. DEVANADO DEL GENERADOR		
K9	ALARMA DE ALTA TEMP. BALERO INFERIOR		
K10	ALARMAS DE LA PLANTA DE APOYO	TEMPERATURA DE AGUA	
K11	ALARMAS DE LA PLANTA DE APOYO	BAJA PRECION DE ACEITE	*
K12	ALARMA DE BAJO NIVEL DE DIESEL		
K14	AUXILIAR DE RETRANSFERENCIA		*
TR1	RETRANSFERENCIA DE 1 MINUTO A 30 MINUTOS	127 V.C.A.	*
TR2	TIEMPO DE MARCHA ACTIVA DE 3 SEGUNDOS	127 V.C.A.	
TR3	CAMBIO DE CONTACTORES 2 SEGUNDOS	127 V.C.A.	
TR4	TIEMPO DE SOLENOIDE ACTIVADO DE 20 SEGUNDOS	12 V.C.D	*

RELEVADORES FUNCIONADO MOMENTANEAMENTE : 4.5.11.14

RELEVADORES FUNCIONADO CONTINUAMENTE : 1 TRI TR4 SV1 K1

TR1,TR2,TR3,TR4, SON CIRCUITOS ELECTRONICOS DE TIEMPO.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL 5,000,000.00 en julio de 1991.

Se modifico el circuito de cambio de fuentes de energía

Se implementaron protecciones de fusibles para los instrumentos de medición, para protegerlos de cortos circuito y el cableado en general del tablero de control.

Se implementaron circuitos de prueba de focos, memoria de alarmas, protecciones de baja frecuencia y sobrevoltaje para proteger la carga critica.

Se cambio la lógica de funcionamiento de los relevadores de control y de tener 12 relevadores energizados se reduce a 1 solo.

Ya que 9 funcionan con 12 V.c.d. y al estar siempre energizados descargan la batería de la planta de apoyo y hace que no arranque o que se saliera el equipo por que se desenergizaban y detectaban fallas que no existían.

Todo el funcionamiento del equipo dependía de una batería

Se cambiaron los relevadores de tiempo neumáticos por que la ventosa con la que funcionan se reseca con el calor y descalibran los tiempos de operación y se atorán con el polvo y hace que el equipo no funcione bien, se reemplazaron por electrónicos por no tener estos problemas y duran mucho mas tiempo de vida útil.

CAMBIO DE FUENTES DE ENERGIA

Este circuito es el que se encarga de conmutar las fuentes que alimentan al motor de la unidad de continuidad, consta de dos contactores, dos relevadores neumáticos de tiempo, dos protecciones bimetálicas de sobrecorriente, tres reactores, tres relevadores de control.

El suministro comercial alimenta al motor de la unidad de continuidad a través del termomagnético CB1 el contactor K1 y, la protección bimetálica OL 1. Todos los transitorios y disturbios eléctricos se quedan aquí en el motor.

La detección de las tres fases del suministro comercial se hacía por tres relevadores de control KA,KB,KC.

Se eliminaron los relevadores de control KA,KB,KC, por que no detectan secuencia de fases invertida, desbalanceo severo en voltaje y pérdida de fase.

Se reemplazaron por un circuito electrónico supervisor de voltaje cuyas funciones principales son detectar :

- 1) Presencia de tensión trifásica.
- 2) Pérdida de fase.
- 3) Desbalance severo de voltaje.
- 4) Bajo voltaje -15 %
- 5) Secuencia de fases.

Si las condiciones son correctas entonces el circuito activa un relevador interno en aproximadamente 1/2 segundo.

Se eliminaron los reactores que amortiguan un pico de corriente al hacer el cambio de fuentes de energía por que no lo hacía, y un contactor K 14 que los conectaba.

El pico de corriente se eliminó a través de darle tiempo a la unidad de continuidad a bajar se frecuencia retardado al tiempo de cambio de contactores.

El pico se producía por que el cambio de contactores era muy rápido y para el suministro comercial era como conectarse a un generador fuera de sincronía en lugar de un motor.

Cuando por cualquier motivo tiene que hacer cambio de fuentes saca el contactor K1 y de inmediato energiza el contactor K2, manda la señal de marcha a la planta de apoyo que dura 3 segundos.

La planta alimenta al motor de la unidad de continuidad para seguir moviendo los volantes y el generador de la unidad de continuidad siga alimentando a la carga.

Cuando las condiciones de voltaje son correctas en frecuencia y secuencia de fases, el supervisor SV-1 se activa y energiza el circuito electrónico de tiempo TR1 que cuenta 3 minutos, desenergiza K2, energiza TR3 cuenta 2 segundos y energiza K1, TR4.

K1 para conectar la unidad de continuidad al suministro comercial

TR4 para cortar el suministro de Diesel del motor de la planta de apoyo.

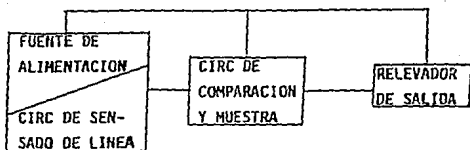


figura 3.1

Diagrama a bloques

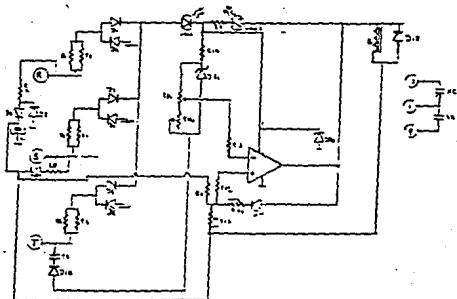


figura 3.2

Diagrama electrónico.

LISTA DE COMPONENTES SV1

ABREVIATURA	DESCRIPCION
R1,R3,R5,	18K E 2 Watt.
R2,R4,R6,	15K E 1/2 Watt.
R7	680K E 1/2 Watt.
R8	270K E 1/2 Watt.
R9	5.6K E 1/2 Watt.
R10	6.8K E 1/2 Watt.
R11	22K E 1/2 Watt.
R12	12K E 1/2 Watt.
R13	12K E 1/2 Watt.
RVI	5K E 4 Watt. Potenciómetro lineal
RV2	2M2 E Preset
RV3,RV4	25K E Preset
C1	22uF. 63 V.
C2	0.01uF 400 V.
D1 AL D10,D12	1N4005 diodo rectificador
D11	1N4148 diodo de pequeña señal.
DZ1	5.6V 1 Watt. diodo zener.
DZ2	1N4749A 24 V 1 Watt. diodo zener
K1	6 V.c.d. relevador 3 AMP. 127VCA.

CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DE LA PLANTA DE APOYO

El control de arranque de la planta de apoyo tiene dos formas

- 1) Manual
- 2) Automática

Estos circuitos se modificaron por tener dos problemas :

En el arranque por la batería baja

En el paro por que el solenoide de paro se atora.

El problema del arranque se solucióno eliminando la batería de la planta de apoyo por un trasformador trifasico con un circuito rectificador de onda completa para hacerlo autónomo y confiable al no depender de una batería para su funcionamiento y puede arrancar todas las veces que sea necesario, también para bajar el costo de mantenimiento al no tener que cambiarla cada año.

También para bajar el costo de producción al eliminar el alternador de la planta de apoyo y el circuito cargador de baterías.

El problema de paro se solucióno eliminando el solenoide de paro por que se atora con el polvo y la planta de apoyo no arranca por estar ahogada y en su lugar se coloco una electroválvula que corta el suministro de Diesel para detener el motor de la planta de apoyo.

PROTECCION DE BAJA FRECUENCIA

Esta protección se diseñó para proteger las cargas críticas conectadas a la unidad de continuidad cuando esta por cualquier causa se desacelera.

Esto afecta principalmente a equipo que no puede trabajar a una frecuencia menor de 57.5 Hz. como las lectoras de disco duros de las computadoras, por que empiezan a meter errores.

El circuito esta construido a base de electrónica de estado solido, esta equipado con un interruptor tipo bobina de disparo, de un polo cuyos contactos interrumpen la salida del regulador de la unidad de continuidad cuando la frecuencia decrezca o permanezca por debajo del valor preestablecido, dentro de un valor de tiempo inherente al propio protector.

Principio de operación.

1) La línea de voltaje aplicada a las terminales de entrada deberá estar entre 220 VCA. $\pm 10\%$ y la frecuencia entre 52 y 60 Hz.

Este voltaje llega a un filtro paso bajos con el fin de eliminar la distorsión armónica lo más posible.

Luego a un circuito recortador formado con dos diodos zener conectados con los cátodos juntos.

2) La señal cuadrada que se obtiene del circuito anterior, es rectificadada y aplicada como referencia de voltaje a la entrada de un circuito comparador.

También parte de esta señal llega al circuito censor de frecuencia, el cual tiene una salida inversamente proporcional a la frecuencia de entrada, el potenciómetro de ajuste de disparo forma parte de este circuito.

3) La señal que es inversamente proporcional a la frecuencia de entrada es rectificadada y filtrada por un capacitor y aplicada a la otra entrada del circuito integrado comparador.

La señal de frecuencia es comparada contra la frecuencia mencionada en párrafo anterior y la señal de error resultante en la salida del circuito integrado es aplicada a un diodo zener que funciona como barrera de nivel

Si éste nivel se rebasa la señal llega al compuerta de disparo de un SCR.

4) Cuando la frecuencia decrece el voltaje de salida del circuito sensor de frecuencia se incrementa y ésto genera la señal de error en la salida del circuito integrado comparador

Si la señal de error es suficientemente grande, el SCR se pondrá en conducción y consecuentemente el interruptor será activado.

Este abrirá sus contactos para inhabilitar al regulador de voltaje de la unidad de continuidad

5) Para la ganancia y atenuación de rizo existe un circuito rc de retroalimentación conectado entre la salida del comparador y la entrada de referencia.

6) Para proteger al SCR y limitar la corriente de la bobina de disparo del interruptor existe una resistencia de 20 watts en serie con dichos elementos.

Especificaciones electricas :protección de baja frecuencia

Entrada	220 Vca \pm 10 %
Frecuencia (nominal)	60 Hz.
Fases	1
Consumo	5 VA.
Tiempo de respuesta	1 a 2 seg.
Frecuencia de disparo	desde 55 Hz. a 60 Hz.
Restablecimiento	manual
Salida	1 polo contacto 30 Amp. 250 V.c.a.
Temperatura de operación	- 40 C. a 70 C.
Peso	0.75 Kg.

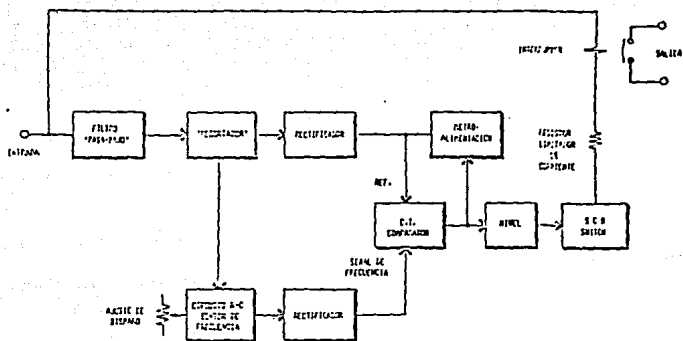


figura 3.3

Diagrama a bloques

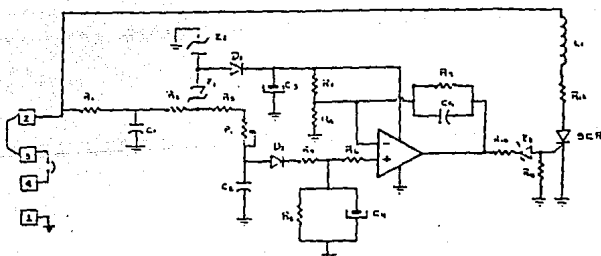


figura 3.4

Diagrama electrónico.

LISTA DE COMPONENTES P.V.F.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	ABREVIATURA	DESCRIPCION
R1	2K2 E 10 Watts.	SCR	TY1C 106D
R2	2K2 E 5 Watts.	IC1	LM 741
R3	2K2 E 5 Watts.	L1	Bobina del
R4	10K E 1/2 Watt.		interruptor.
R5	68K E 1/2 Watt.		
R6	10K E 1/2 Watt.		
R7	27K E 1/2 Watt.		
R8	27K E 1/2 Watt.		
R9	2M2 E 1/2 Watt.		
R10	2K7 E 1/2 Watt.		
R11	1K E 1/2 Watt.		
R12	100 E 20 Watts.		
DZ1	1N757A diodo zener 9.1 V. 1 Watt.		
DZ2	1N757A diodo zener 9.1 V. 1 Watt.		
DZ3	1N750A diodo zener 4.7 V. 1 Watt.		
D1	1N4007 diodo rectificador		
D2	1N4007 diodo rectificador		
P1	2K5 E Potenciómetro lineal. 2 Watts.		
C1	1.0 uF 250 V. ceramico.		
C2	1.0 uF 250 V. ceramico.		
C3	100 uF 25 V. electrolitico.		
C4	4.7 uF 63 V. electrolitico.		
C5	0.1 uF 250 V. ceramico.		

PROTECCION DE SOBREVOLTAJE

Esta protección se diseño para proteger las cargas criticas conectadas a la unidad de continuidad cuando el regulador por cualquier causa fallara.

Si llegara a dañarse el regulador de la unidad de continuidad mandaría un sobrevoltaje que puede quemar las cargas conectadas.

El circuito esta construido a base de electrónica de estado solido, esta equipado con un interruptor tipo bobina de disparo, de un polo cuyos contactos interrumpen la salida del regulador de la unidad de continuidad cuando el voltaje se incremente o permanezca por arriba del valor preestablecido, dentro de un valor de tiempo inherente al propio protector.

Principio de operación.

1) La línea de voltaje aplicada a las terminales de entrada deberá estar entre 220 VCA. $\pm 10\%$ y la frecuencia entre 52 y 60 Hz.

Este voltaje llega a un filtro paso bajos con el fin de eliminar la distorsión armónica lo más posible.

Luego a un circuito recortador formado con dos diodos zener conectados con los cátodos juntos.

2) La señal cuadrada que se obtiene del circuito anterior, es rectificadada y aplicada como referencia de voltaje a la entrada de un circuito comparador.

También parte de esta señal llega al circuito censor de voltaje, el cual tiene una salida inversamente proporcional a la frecuencia de entrada, el potenciómetro de ajuste de disparo forma parte de este circuito.

3) La señal que es inversamente proporcional al voltaje de entrada es rectificadora y filtrada por un capacitor y aplicada a la otra entrada del circuito integrado comparador.

La señal de voltaje es comparada contra la referencia mencionada en párrafo anterior y la señal de error resultante en la salida del circuito integrado es aplicada a un diodo zener que funciona como barrera de nivel

Si éste nivel se rebasa la señal llega al compuerta de disparo de un SCR.

4) Cuando el voltaje se incrementa el voltaje de salida del circuito sensor de voltaje se incrementa y esto genera la señal de error en la salida del circuito integrado comparador

Si la señal de error es suficientemente grande, el SCR se pondrá en conducción y consecuentemente el interruptor será activado.

Este abrirá sus contactos para inhabilitar al regulador de voltaje de la unidad de continuidad.

5) Para la ganancia y atenuación de rizo existe un circuito de retroalimentación conectado entre la salida del comparador y la entrada de referencia.

6) Para proteger al SCR y limitar la corriente de la bobina de disparo del interruptor existe una resistencia de 20 watts en serie con dichos elementos.

Especificaciones electricas :protección de sobrevoltaje

Entrada	220 Vca \pm 10 %
Frecuencia (nominal)	60 Hz.
Fases	1
Consumo	5 VA.
Tiempo de respuesta	1 a 2 seg.
Voltaje de disparo	desde 220. a 300 Vca.
Restablecimiento	manual
Salida	1 polo contacto 30 Amp. 250 Vca.
Temperatura de operación	- 40 °C. a 70 °C.
Peso	0.75 Kg.

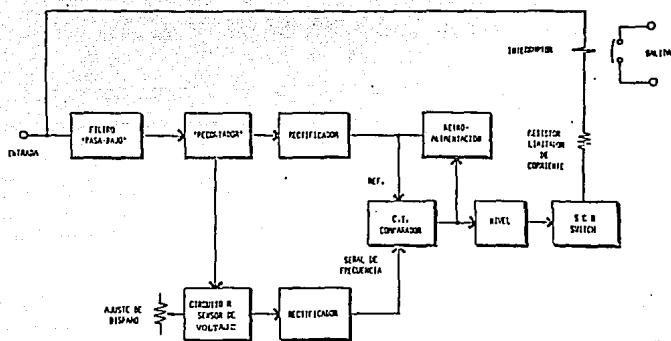


figura 3.5

Diagrama a bloques

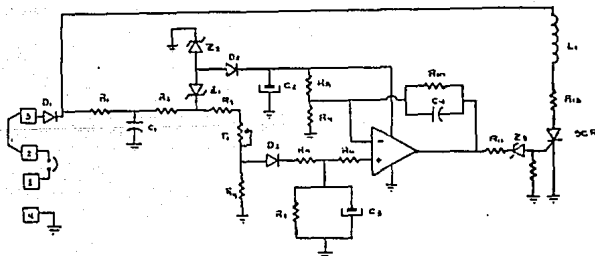


figura 3.6

Diagrama electrónico.

LISTA DE COMPONENTES P.S.V.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	ABREVIATURA	DESCRIPCION
R1	2K2 E 10 Watts.	SCR	TY1C 106D
R2	2K2 E 5 Watts.	IC1	LM 741
R3	2K2 E 5 Watts.	L1	Bobina del interruptor.
R4	4K7 E 5 Watts.		
R5	10K E 1/2 Watt.		
R6	68K E 1/2 Watt.		
R7	10K E 1/2 Watt.		
R8	27K E 1/2 Watt.		
R9	27K E 1/2 Watt.		
R10	2M2 E 1/2 Watt.		
R11	2K7 E 1/2 Watt.		
R12	1K E 1/2 Watt.		
R13	100 E 20 Watts.		
DZ1	1N757A diodo zener 9.1 V. 1 Watt.		
DZ2	1N757A diodo zener 9.1 V. 1 Watt.		
DZ3	1N750A diodo zener 4.7 V. 1 Watt.		
D1	1N4007 diodo rectificador.		
D2	1N4007 diodo rectificador.		
D3	1N4007 diodo rectificador.		
P1	2K5 E Potenciómetro lineal. 2 Watts.		
C1	1.0 uF 250 V.ceramico.		
C2	4.7 uF 63 V. electrolitico.		
C3	100 uF 25 V. electrolitico.		
C4	0.1 uF 250 V.ceramico.		

REGULADOR DE VOLTAJE ELECTRONICO.

El regulador electrónico de voltaje automático estático de estado sólido se puede decir que es la parte de control del generador eléctrico de C.A. sin escobillas y que de hecho es motivo de estudio y análisis por separado por ser un sistema completo de control y alimentación de la energía al campo del excitador (estator-excitador).

Sin embargo por tratarse de un dispositivo que una vez ensamblado al generador forma parte integral de éste, trataremos someramente su construcción y principio de funcionamiento.

El regulador de voltaje que utiliza para control de los generadores se componen de 5 circuitos básicos que son :

- 1) Circuito censor.
- 2) Circuito detector y amplificador de error.
- 3) Circuito oscilador controlado por voltaje (VCO).
- 4) Circuito rectificador de potencia.
- 5) Circuito estabilizador de voltaje.
- 6) Circuito de elevación de voltaje automático

A groso modo el regulador ilustrado en la figura 3.1. cuyos circuitos básicos hemos mencionado, censa el voltaje de salida del generador, compara este voltaje con un voltaje de referencia y alimenta al campo del excitador para tener en el generador una salida predeterminada.

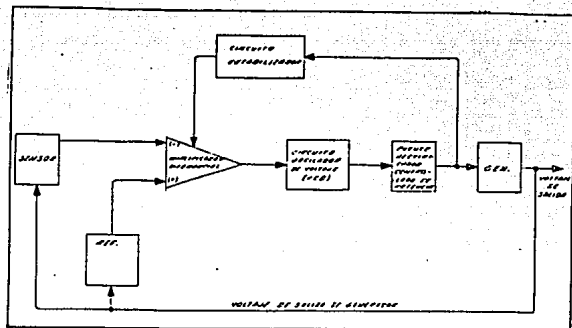


figura 3.7

Diagrama a bloques de regulador de voltaje.

1) Circuito Censor.

Este circuito se compone de un transformador censor, puente rectificador de onda completa y un circuito filtro a base de resistencias, y capacitores.

El circuito censor, censa la salida de voltaje de corriente alterna del generador, rectifica y filtra ésta y alimenta la señal resultante en forma de corriente continua al circuito detector y amplificador de error.

2) Circuito Detector y Amplificador de Error.

Básicamente este circuito se compone de un circuito comparador y un amplificador de error diodos zener y circuito divisor de voltaje a base de resistencias de valor fijo y variable. Funciona de tal

manera que una porción de voltaje rectificado y filtrado por el circuito sensor por un lado se le alimenta al circuito integrado operacional de alta ganancia, y por otro lado se le alimenta un valor fijo de referencia controlado y alimentado por un diodo zener: la resultante de estas dos entradas de voltaje constituye una señal diferencial de error esta señal es amplificada y alimenta al oscilador controlado por voltaje (V.C.O.).

3) Circuito Oscilador Controlado por Voltaje (V.C.O.).

A base de transistores monojuntura, transistores de pequeña señal, capacitores, diodo zener resistencias y puente rectificador monofásico de silicio se compone este circuito. Este circuito es básicamente un oscilador de alta frecuencia operado por la señal de salida del amplificador diferencial.

El ciclo de operación de los transistores de monojuntura se controla por la constante de tiempo de capacitores electrolíticos instalados en el circuito.

4) Circuito Rectificador de Potencia.

El circuito SCR de control de fase alimenta el circuito de potencia del regulador de voltaje que es donde se encuentra conectado el campo del excitador. Este circuito de potencia es simplemente un puente rectificador monofásico de onda completa de capacidad de sobrada al doble de la requerida compuesta por 2 SCR y 2 diodos rectificadores

de silicio protegidos por un diodo auxiliar contra transitorios de voltaje provocados por cargas inductivas.

La corriente de alimentación al campo se controla por la regulación del ángulo de conducción de los SCR obteniendo la señal de disparo del control de fases.

Cuando el voltaje de salida del generador alcanza el 75 % de su valor nominal de los contactos n.c. de los relevadores electromecánicos conectado automáticamente al puente de potencia y alimenta las bobinas del campo excitador através de éste.

5) Circuito Estabilizador de Voltaje.

Este circuito se incorpora al regulador de voltaje con objeto de tener todo el tiempo sincronizado el disparo de los SCR del puente de potencia y esto se manifiesta en la estabilidad del voltaje de salida del generador de C.A. a un valor predeterminado para cualquier condición de operación es decir, diferentes niveles de carga del generador y diferentes factores de potencia.

Se dice que el voltaje de salida del generador no es estable cuando el valor RMS es variable y apreciable al ojo humano.

6) Circuito de Elevación Automática de Voltaje.

La elevación automática del voltaje de salida del generador de C.A. se logra a partir del voltaje residual del campo excitador

En los momentos iniciales después de ponerlo en marcha. operar solamente con el magnetismo residual de los polos del campo excitador.

Através de los relevadores se propociona una trayectoria de corriente alrededor de los SCR para aprovechar el voltaje residual y rectificarlo por dos diodos de silicio hasta que el valor de voltaje alcanza el 75% de su valor nominal.

Especificaciones electricas :

Salida	63 Vcd. 5 Amp.
Resistencia del campo excitador	15 OHMS (mínimo) 100 OHMS (max.)
Alimentación	110 Vca \pm 10 % 60 Hz.
Consumo	650 VA.
Censeo	220 V.c.a. \pm 10 % 1 fase 50,60 Hz.
Consumo del censeo	10 VA.
Rango de ajuste de voltaje	220 Vca \pm 10 %
Precisión de regulación	\pm 1 % de vacío a plena carga.
Tiempo de respuesta	1 ciclo aprox. a (F.P. 0.8)
Inicio de voltaje	relevador electromagnetico.
Temperatura de operación	- 40 °C a 60 °C
Peso	1.5 Kg.

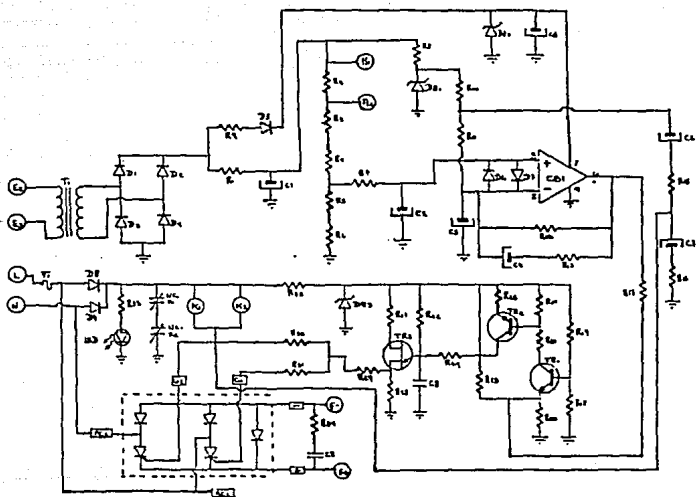


Figura 3.8

Diagrama electrónico

LISTA DE PARTES DEL REGULADOR ELECTRONICO.

R1	330 E 1/2 Watt.	R25	100E 1/2 Watt.	CBI	LM 741
R2	1K E 1/2 Watt.	R26	330K E 1/2 Watt.	KI,K2	RA400 100
R3	1K E 1/2 Watt.	R27	560E 1/2 Watt.	TRI NPN	2N1893
R4	820 E 1/2 Watt.	R28	22E 1/2 Watt.	TR2 PNP	2N2905A
R5	560 E 1/2 Watt.	R29	22E 1/2 Watt.	TR3 UJT	2N2646
R6	5K6 E 1/2 Watt.	R30	27E 1/2 Watt.	F1	1 AMP 250 V.
R7	4K7 E 1/2 Watt.	R31	27 E 1/2 Watt.	LED	VERDE 3.5 V.
R8	4k7 E 1/2 Watt.	R32	4K7 E 5 Watt.		
R9	100 E 1/2 Watt.	R33	56K E 1/2 Watt.		
R10	2K2 E 1/2 Watt.	R34	470K E 5Watt.		
R11	2K2 E 1/2 Watt.	DB,D9	S2160	T1	220 A 24 500 m.A.
R12	1M E 1/2 Watt.	D1,AL	D7 1N4007		
R13	100K E 1/2 Watt.	DZ1	1N 4749 24 V. 1 WATT.		
R14	27K E 1/2 Watt.	DZ2	1N 4733 5.1 V. 1 WATT.		
R15	27K E 1/2 Watt.	DZ3	1N 4749 24 V. 1 WATT.		
R16	330 E 1/2 Watt.	C1	22 uf 63 V. electrolitico		
R17	2K2 E 1/2 Watt.	C2	10 uf 63 V. electrolitico		
R18	150K E 1/2 Watt.	C3	22 uf 63 V. electrolitico		
R19	100K E 1/2 Watt.	C4	10 uf 63 V. electrolitico		
R20	10K E 1/2 Watt.	C5	100 uf 63 V. electrolitico		
R21	100K E 1/2 Watt.	C6,	10 uf 63 V. electrolitico		
R22	100K E 1/2 Watt.	C7	5 uf 35 V. electrolitico		
R23	10K E 1/2 Watt.	C8	0.1 uf 250 V. ceramico		
R24	10K E 1/2 Watt.	C9	0.22 uf 250 V. ceramico		

CAPITULO 4

GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA POR MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Dentro de las partes que constituyen el equipo materia de esta tesis, se encuentra una planta eléctrica estacionaria, utilizada principalmente para suministrar energía al grupo motor-generador y volantes de inercia.

Para plantas eléctricas, en la actualidad, los motores más usuales por su economía robustez y confiabilidad son los conocidos como Diesel (En memoria de su inventor el alemán Rudolf Diesel en 1892).

Un motor de combustión interna es aquel que obtiene su potencia al quemarse un combustible dentro de un cilindro, en el cilindro hay un émbolo que se mueve y este, a su vez mediante una biela, hace mover un eje con un efecto de rotación, los motores de combustión interna ya sean de gasolina o Diesel cumplen con el ciclo de cuatro tiempos, en el cual el ciclo mecánico se completa con cuatro carreras del pistón y dos revoluciones del cigüeñal.

Los cuatro tiempos de conocen como :

- 1) Aspiración
- 2) Compresión
- 3) Combustión
- 4) Expulsión

Los cuatro tiempos para el ciclo Otto o de gasolina.

1) En la aspiración entra en el cilindro una carga de aire y combustible por la válvula de admisión, estando cerrada la de escape.

2) En la compresión la mezcla de aire y combustible es comprimida por el pistón estando las válvulas cerradas.

3) En la combustión cuando el pistón se halla cerca de su final de la carrera, el dispositivo para la ignición hace saltar una chispa, la cual produce una explosión, ésta eleva la presión resultante de los gases calientes desplaza el pistón hacia abajo.

4) En la expulsión cerca del punto muerto próximo se abre la válvula de escape para dejar salir los gases quemados.

Durante este tiempo de expulsión, el pistón sube de nuevo, obligando a salir los restos de los gases quemados y completando el ciclo.

Los cuatro tiempos para el motor Diesel.

1) En la aspiración la válvula de admisión se abre y el aire atmosférico penetra al bajar el pistón, haciéndolo a una presión un poco menor que la atmosférica por el vacío que provoca el pistón mientras que la de escape permanece cerrada.

2) En la compresión la válvula de admisión se cierra (la de escape sigue cerrada).

El pistón sube y comprime el aire de un volumen V a uno mucho más reducido v .

Esta relación de compresión es entre 15 y 20 veces.

La compresión provoca en el aire un aumento de temperatura, de la atmosférica entre 15 a 35 grados centígrados, a una temperatura entre 500 a 700 grados centígrados .

En este momento se inyecta el combustible a una presión elevada, 40 Kg/cm², el aire caliente quema rápidamente el combustible que tiene un punto de ignición de unos 320 grados centígrados.

3) El combustible quemado provoca una expansión, en razón de la energía generada, aproximadamente 0.300 lts/ kwh o sea unos 2,800 kilocalorías por hora, esta energía hace bajar el pistón, este mueve la biela, la biela hace girar el cigüeñal, lográndose un movimiento rotatorio en el eje del motor.

4) En la expulsión cerca del punto muerto próximo se abre la válvula de escape para dejar salir los gases quemados.

Durante este tiempo de expulsión el pistón sube de nuevo, obligando a salir los restos de los gases quemados y completando el ciclo.

En términos generales el ciclo representa en energía estos porcentajes :

Compresión	2 %
Trabajo útil	35 %
Escape	30 %
Refrigeración	30 %
Otros	3 %

Ninguno de ellos cumple completamente el ciclo termodinámico para el cual fueron proyectados en realidad, un motor de combustión interna no trabaja según el ciclo termodinámico, porque el medio no vuelve al punto-estado original, sino que es evacuado a través del escape, y una nueva carga de medio es introducida en el cilindro.

Para el análisis termodinámico se supone que el ciclo es cerrado y que el mismo medio sufre el proceso del ciclo repetidas veces.

En la práctica los rendimientos térmicos reales son más elevados en los motores Diesel que en los Otto o de gasolina.

Los valores típicos son de 30 a 35 % para Diesel y 20 a 25 % para los de gasolina.

Cualquier tipo de motor ya sea eléctrico o de combustión interna o turbina de gas, que se utilice para suministrar energía mecánica para mover un generador de corriente alterna recibe el nombre de primotor.

El conjunto motor-generador acoplados a motores de combustión interna se fabrican desde 1KVA hasta 1000 KVA y pueden ser conectados en paralelo para proporcionar gran capacidad de energía.

Generalmente son motores de cuatro tiempos con combustibles de Gasolina, Diesel o Gas.

Los motores de gasolina son satisfactorios para instalaciones pequeñas hasta 150 KVA .

Sus ventajas son :

Arrancan rápidamente y tienen bajos costos iniciales.

Sus desventajas son :

- 1) Altos costos de operación, por el costo de la gasolina.
- 2) Grandes peligros asociados con el almacenamiento y manejo de gasolina y su necesidad de inspección y mantenimiento frecuente, para prevenir incendios y explosiones.
- 3) Que no pueden arrancar rápidamente después de períodos largos de paro.
- 4) La vida útil del motor se reduce considerablemente por tener que trabajar a 1800 rpm durante períodos prolongados.

Los motores de gas natural y licuado de petróleo (L.P.), tienen los mismos costos que los de gasolina aproximadamente y están disponibles hasta capacidades de 600 KVA .

Pueden arrancar rápidamente después de un período prolongado de paro, debido a su combustible limpio, la vida del motor es más alta y requieren menos mantenimiento que el de gasolina.

Los motores Diesel son un poco más costosos al principio pero a la vez más robustos y confiables.

El costo del combustible es menor, también el peligro de incendio y explosión es muy reducido, en relación con el de la gasolina.

CUADRO COMPARATIVO
ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

	Turbina	gasolina	Diesel
Bajo costo inicial	*		*
Menor costo de operación			*
Mayor tiempo de vida útil	*		*
Más eficientes			*
Requiere menor mantenimiento			*
Más robusto y confiabilidad			*
Arranque rápido después de períodos largos	*		*
Acepta carga plena en menos de 10 segundos			*
Disponibles en capacidades pequeñas		*	*
Menor peligro en el manejo y almacenamiento del combustible			*

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MOTOR DIESEL VS TURBINAS DE GAS

- COMBUSTIBLE** : ambos pueden quemar el mismo combustible.
ARRANQUE : ambas tienen alta confiabilidad de arranque.
RUIDO : las turbinas de gas son más silenciosas.
CAPACIDAD : no se disponen de turbinas de gas menores de 500 kw
ENFRIAMIENTO : motores Diesel requieren agua, turbinas solo aire.
INSTALACION : turbinas tienen menor costo.
COSTO : motores Diesel son más baratos.
FUNCIONAMIENTO: turbinas responden más rápido a los cambios de carga pero tardan de 40 segundos a 3 minutos en tomar plena carga.
MANTENIMIENTO : la reposición y reparación de piezas es más común para los motores Diesel.
EFICIENCIA : los motores Diesel son más eficientes.

CUADRO COMPARATIVO
 ENTRE LOS DIFERENTES COMBUSTIBLES

COMBUSTIBLE	K.CALORIA	B.T.U.
GAS	22.3/LITRO	2500/PIE CUBICO
GASOLINA	7654/LITRO	115000/GALON
DIESEL	9319/LITRO	140000/GALON

Es importante tomar en cuenta que la potencia de un motor de combustión interna, en este caso un motor Diesel que se ocupa como primotor para mover un generador de corriente alterna o primotor se le tienen que hacer correcciones por altitud y temperatura.

Ya que la presión atmosférica no es la misma al nivel del mar que a 2400 metros sobre el nivel del mar que es el caso de la ciudad de México D.F. .

Y por lo tanto afectan los siguientes parámetros:

- 1) Relación de Presión mm de Hg.
- 2) La temperatura.
- 3) El consumo de combustible %
- 4) La potencia del motor en %

Para dar el modelo de motor correcto se tienen que tomar en cuenta las pérdidas de potencia por altura, humedad y las pérdidas por temperatura.

Todo esto para determinar la fuerza motriz, que mueve al generador esta se calcula según la demanda en K.W del generador seleccionado.

La potencia requerida en la flecha del generador es igual a la potencia de salida en K.W. entre la eficiencia por 0.746 H.P está fórmula nos da la potencia mínima requerida por el motor, ya que las condiciones de arranque pueden ser :

- 1) Con sobrecarga.
- 2) Que arranque motores eléctricos sobrecargados.
- 3) Que existen limitaciones de caída de voltaje.

Por lo tanto es muy probable que se necesite de un motor de mayor potencia.

Esta relación es para generadores a nivel del mar, debiéndose hacer corrección por altitud ya que influye en la potencia de los motores por dos razones básicas:

- 1) La disminución de oxígeno de un mismo volumen de aire.
- 2) La disminución de la posible disipación del calor de la maquina.

La disminución de la potencia no es exactamente proporcional al aumento de la altura, en atención a que las pérdidas por fricción son constantes a cualquier altura .

Las características principales de un motor de combustión interna tipo DIESEL son :

- 1) Potencia media caballos de fuerza o H.P. que es en KW es igual a 0.746 H.P.
- 2) La velocidad, que en las plantas eléctricas se relaciona directamente con la frecuencia.
La velocidad es de 1000 a 1500 R.P.M. para 50 Hz.
La velocidad es de 1200 a 1800 R.P.M. para 60 Hz.
- 3) La cilindrada que es el desplazamiento total o volumen que admite cada cilindro al succiónar el aire atmosférico, multiplicado por el número de cilindros.

- 4) El diámetro del cilindro y su carrera.
- 5) La presión atmosférica, temperatura y humedad.
- 6) La calidad del combustible empleado.
- 7) El rendimiento total a partir del poder calorífico del combustible y la potencia que entrega la maquina, medida en su eje principal con freno de Prony u otro semejante.
- 8) Otras características adicionales de menor importancia que las arriba enunciadas.

CFF= Caballos de fuerza, en el freno.

P = Presión medida efectiva en Kg/cm.²

V = Volumen de un cilindro en cm.³

n = Número de revoluciones del motor por minuto (R.P.M.)

L = carrera del cilindro en cm.

D = Diámetro de un cilindro en cm.

f = Consumo del combustible en Kg por caballo-hora

p = Peso específico del combustible en g/cm.³

Para la corrección por presión atmosférica, temperatura y humedad hay fórmulas complicadas deducidas por el Dr. K. Zinner (Alemán).

En la práctica se utiliza el diagrama donde se relacionaron estas variantes con la potencia del motor, a una presión de 760 mm de Hg, a (nivel del mar) aire seco y temperatura ambiente de 15 a 16 grados centígrados consideradas como normales. (ver figura 4.1).

Las normas (DEMA) por sus siglas en inglés, que significan:
 DIESEL Engine manufacturers Association de E.U.A.

Y en español Asociación de Fabricantes de Motores DIESEL de
 Estados Unidos de América.

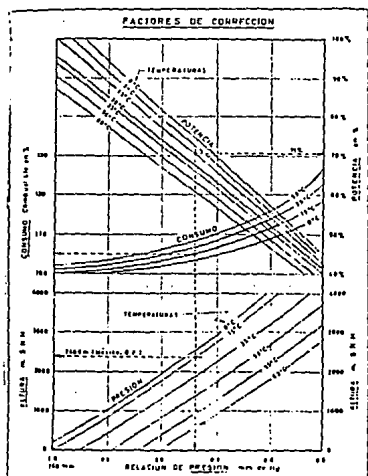


figura 4.1

Factores de Corrección

El motor con 1800 rpm a 2400 m.s.n.m solo dará el 71% de su potencia.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE APOYO

La planta de apoyo consta de un motor Diesel como primotor y un generador sin escobillas.

Motor marca Cummins modelo 6BT-59 6 cilindros 166 HP turvocompensada.

Generador marca potencia industrial 150 KW 187 KVA f.p. 0.8

Aislamientos clase F. Armazón P-20

Montaje horizontal acoplado por brida y discos flexibles.

Rodamiento de bolas del generador lubricado por grasa.

Pre calentador de agua 1000 Watts 440 v. controlado por termocontrol.

Censor de presión de aceite presostato n.c. 20 lbs.

Censor de temperatura de agua termostato n.a. 130 grados centígrados

Gobernador de velocidad de tipo mecánico.

Ventilador del radiador para expulsión de aire hacia adelante.

Electrovalvula de paro automático.

Enfriamiento por radiador.

Arranque sin batería. Transformador trifasico 220 Vca a 17 Vca estrella

Montaje sobre amortiguadores directamente sobre la base estructural de acero, con resortes para amortiguar la vibración.

CAPITULO 5

Un caso práctico de este equipo rediseñado sería, el instalado en Palacio de Hierro COYOACAN en junio de 89 es de 100 K.V.A. 80 K.W.

Cuando el cliente tiene la necesidad de contar con un sistema de energía ininterrumpida confiable, para respaldar su centro de computo para este caso en particular.

Después de hacer un cálculo de la capacidad de la carga en K.V.A. que se va instalar, se hace un cuadro comparativo de los diferentes equipos que existen en el mercado nacional, marca, costo, tiempo de respaldo, calidad de energía, tiempo de entrega, condiciones de pago tiempo de garantía, costo de instalación, facilidad de encontrar las refacciones en el mercado nacional, que no requiera para su mantenimiento de personal especializado, el espacio requerido para su instalación, eficiencia, después de la evaluación técnica de los equipos, se hace una evaluación económica.

CUADRO COMPARATIVO

TIPO	ESTATICO	DINAMICO
MARCA	SIEMENS	POTENCIA INDUSTRIAL
FABRICACION	ALEMANA	MEXICANA
COSTO	\$279,473,000.00	\$180,000,000.00
TIEMPO DE RESPALDO	10 MINUTOS *	76 HORAS **
TIEMPO DE ENTREGA	4 MESES	5 MESES
COSTO DE INSTALACION	\$18,536,760.00	\$21,600,000.00
EFICIENCIA P.C.	92 %	81.7 %

* Nota : este tiempo de respaldo es el del banco de baterías, para aumentar el tiempo se tienen dos opciones:

- 1) aumentar el tamaño del banco.
- 2) comprar una planta de emergencia.

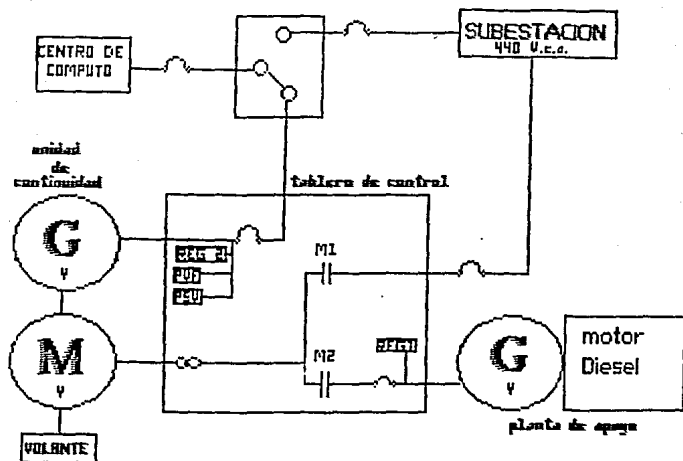
Cualquiera de las anteriores incrementa el costo del equipo.

** Nota : este tiempo de respaldo depende del tamaño del tanque de Diesel, en este caso el tanque es compartido con una planta de emergencia de 625 KVA.

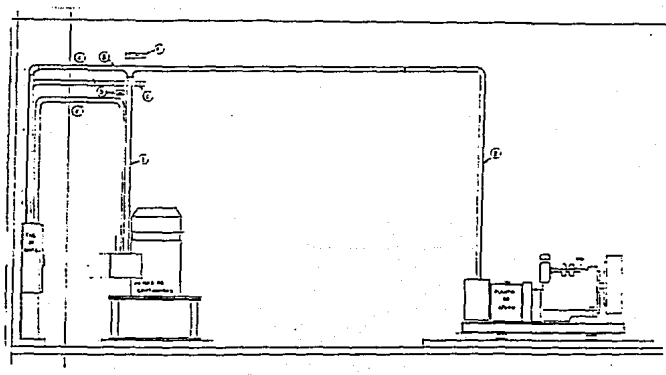
CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD.

	MOTOR INDUCCION C.A. CLASE B	GENERADOR SINCRONO C.A.
VOLTAJE ALIMENTACION	440 V.C.A.	
VOLTAJE DE SALIDA		220 V.C.A. ENTRE FASES.
AMPERS	160 AMP.	260 AMP.
CONEXION	ESTRELLA	ESTRELLA
FASES	3	3
K.W.	97.92	80
H.P.	155	
POLOS	4	4
CORRIENTE INICIAL	190 AMP.	
AISLAMIENTOS CLASE	F	F
TIEMPO TOTAL DE ACELERACION	22 MIN.	
F.P.	0.80	0.80
FRECUENCIA PLENA CARGA	59.67 Hz.	
PEBO TOTAL	6,000 Kg.	
# DE VOLANTES	5	

DIAGRAMA UNIFILAR

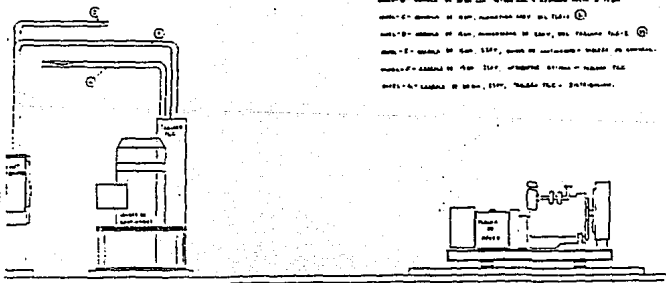


PLANOS DE INSTALACION

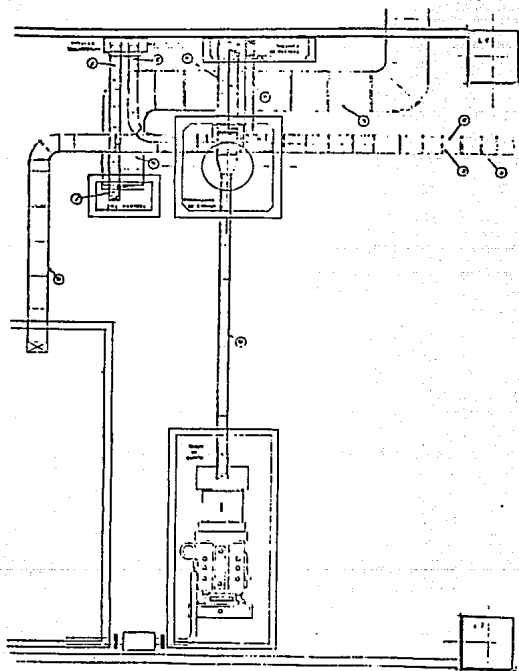


DESCRIPCION:

1.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 1)
 2.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 2)
 3.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 3)
 4.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 4)
 5.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 5)
 6.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 6)
 7.- CAJON DE ALUMINIO DE 1200 x 600 x 1000 mm. (VER FIGURA 7)



PLANOS DE INSTALACION



CONCLUSIONES:

-Como ya se dijo al principio de esta tesis, se busca economía en la fabricación y mantenimiento de este equipo de producción nacional. Para competir en los mercados nacional y extranjero, con un equipo de alta calidad y confiabilidad y precio razonable.

-Al rediseñar este equipo se buscó optimizar sus componentes, y al mismo tiempo aumentar la confiabilidad de su funcionamiento con la idea de poder resolver el problema que sufre nuestra industria en general por parpadeos y fallas de suministro de energía eléctrica. De una manera sencilla, ya que una excesiva complejidad cuesta energía y dinero.

El uso de este tipo de equipo se ha incrementado debido a la saturación del servicio del suministro comercial.

-Al eliminar la batería de la planta de apoyo se busca aumentar la confiabilidad del equipo, al no depender de baterías para su funcionamiento y reducir costos de fabricación, al eliminar el alternador y el cargador de batería y las baterías, haciéndolo mas autónomo en funcionamiento y confiable.

-Se rediseño la unidad de continuidad para mejor funcionamiento al ser más robusta, silenciosa, segura y durable.

Al eliminar su ventilador para trabajar de forma autoventilada. Se reforzó la jaula de ardilla para mayor duración del motor. y se encajonaron los volantes porque en el diseño anterior salían disparados y causaban muchos daños.

-Al rediseñar el generador de la unidad de continuidad para eliminar la tercera armónica de la componente fundamental, ya que distorsiona la forma de onda senoidal, esto les afecta a algunos equipos de comunicación y de computo, este valor no excede el 3% a plena carga.

-Al incorporar protecciones de baja frecuencia, sobre voltaje, se pretende proteger la carga crítica, ya que existen equipos que no fueron diseñados para trabajar con frecuencia menor de 57.5 Hz. Y si se llegara a dañar el regulador electrónico de voltaje proteger la carga crítica de sobrevoltaje.

-Al incorporar circuitos supervisores de voltaje, secuencia de fases, pérdida de fase, bajo voltaje, desbalanceo severo, sobre voltaje se trata de proteger el grupo motor-generador o unidad de continuidad, ya que es la parte más importante, delicada y costosa, de este equipo.

-Se incorporaron protecciones al tablero con fusibles, para proteger los instrumentos de medición, y todos los circuitos de control.

-Al rediseñar la lógica de relevadores se pretende el ahorro de energía y dinero al prolongar la vida útil del aislamiento de los relevadores de control, y reducir el costo de su mantenimiento.

-Al cambiar los temporizadores neumáticos por electrónicos se trató de aumentar la confiabilidad de operación del equipo, ya que los temporizadores neumáticos se atorán con el polvo y el calor reseca la ventosa descalibrando al temporizador, en consecuencia el equipo falla.

-Se eliminaron los reactores y el contactor K14 debido a su alto costo de fabricación y poca utilidad ya que no amortigua el pico al hacer el cambio de fuentes de energía, y en ocasiones explotaban. Poniendo en peligro al equipo mismo y al personal cercano.

-Al rediseñarlo se logro hacerlo muy confiable y superior con respecto a los otros sistemas.

Por la calidad de energía que entrega a la carga crítica libre de disturbios y acondicionada.

Por su forma de onda que si es una senoide verdadera.

Por el tiempo de respaldo cuando existen fallas prolongadas y repetitivas del suministro comercial.

Evitando los tiempos perdidos de producción.

Las pérdidas monetarias por suspender la producción y el pago de sueldos no devengados, y costo de materias primas arruinadas como en el caso del industria del plástico, vidriera.

Evita también perder prestigio ante los clientes al recibir sus productos a tiempo.

Al no requerir de mano de obra calificada para su mantenimiento preventivo y al no depender de banco de baterías costosos.

-Su superioridad por su tiempo de respaldo de 24 horas los 365 días del año, y por su alta eficiencia que es del 80% al 85% a plena carga, no requiere mucho espacio ni aire acondicionado.

-El nivel de ruido en operación rutinaria no excede 85 dBa a 2 metros de distancia . (norma NEMA MG1-1978).

-Los problemas al diseñar que encontré son:

- 1) Cierta resistencia a los circuitos electrónicos
- 2) Se les hace muy caro adquirir equipo para el desarrollo y prueba de los circuitos.
- 3) Quieren invertir poco y ganar mucho.
- 4) Ya teniendo un circuito desarrollado quisieran que fuera eterno y reducir el costo de producción.

-Los problemas al implementar que encontré son:

- 1) Buscar que exista comercialmente.
- 2) Que nos faciliten la información técnica, que necesitamos para ver si nos sirve que es lo mas difícil, ya que los fabricantes no siempre cooperan.
- 3) Que nos den buen precio y descuento, en la adquisición.

El estado tecnológico actual es muy bueno ya que existen en el mercado equipos con tecnología muy avanzada y con la apertura de las fronteras entran al mercado nacional equipos de alta calidad y precios muy competitivos. Con tiempos de entrega muy cortos y respaldo de asesoría y servicio de fabrica.

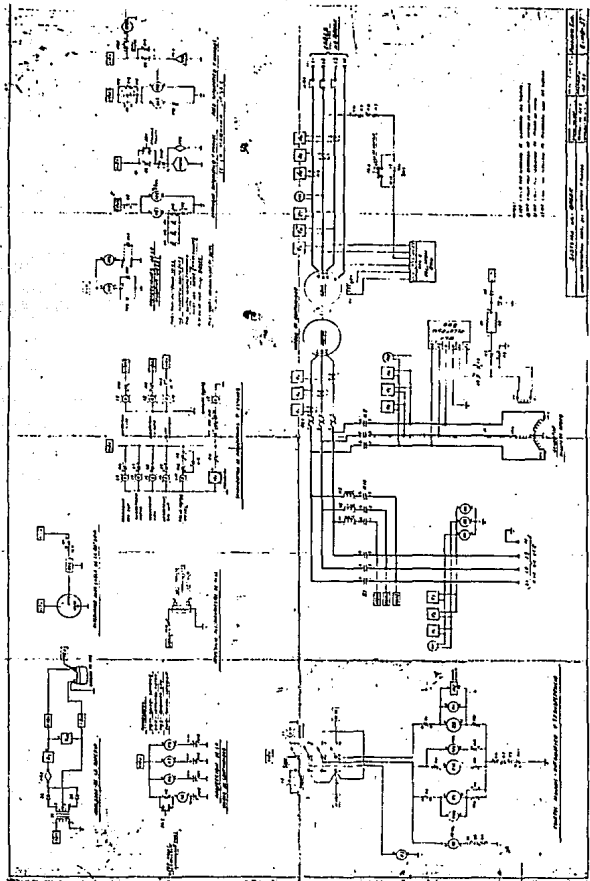
Dando muchas alternativas a un problema común la falta de suministro de energía comercial, que cada vez es más frecuente.

Para la realización de esta tesis se utilizaron los conocimientos académicos adquiridos durante los estudios profesionales, así como la experiencia profesional adquirida, y los cursos, y consejos de las personas capacitadas en la fabricación de este tipo de equipos.

-En el presente trabajo se cuidaron las normas y disposiciones requeridas para la obtención del Título Profesional pretendido, pero desde luego, tratando de que éste, aporte a la ingeniería una pauta a generaciones futuras, para que las experiencias expresadas en este trabajo, despierten el interés, para lograr nuevos diseños que tengan una utilidad práctica en nuestra industria y primordialmente en nuestro país.

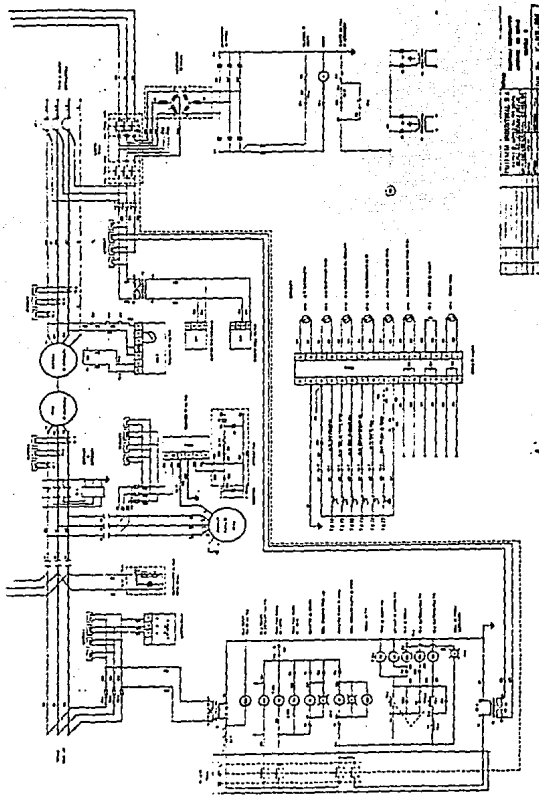
APENDICE A

DIAGRAMA ELECTRICO MODELO ORIGINAL



APENDICE B

DIAGRAMA ELECTRICO MODELO REDISEÑADO



APENDICE C

GRAFICA DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO A PLENA CARGA (80 K.W.)

Esta gráfica fue hecha con un analizador de disturbios eléctricos.

EL día 26 de Septiembre de 1988.

Velocidad de 5mm/seg. frecuencia y Voltaje.



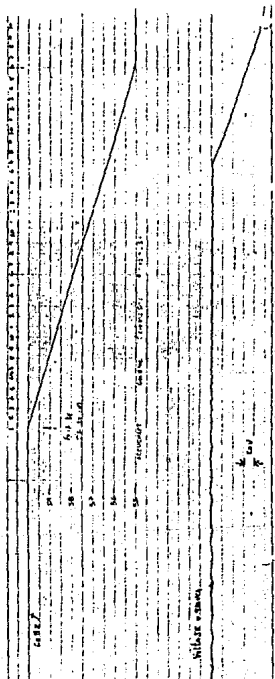
APENDICE D

GRAFICA DE CAIDA LIBRE A PLENA CARGA (80 K.W.)

Esta gráfica fue hecha con un analizador de disturbios eléctricos.

El día 26 de Septiembre de 1988

Velocidad de 5 mm/seg. frecuencia y Voltaje.



APENDICE E

PRUEBAS ELECTRICAS DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD.

PRUEBAS ELECTRICAS DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD DE 100 KVA

80 K.W. ABRIL 4, 89

PALACIO DE HIERRO COYOACAN.

PARAMETROS DE ENTRADA AL MOTOR DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD

% DE CARGA	K. W.	FRECUENCIA Hz	AMPERES DE ENTRADA	VOLTS DE ENTRADA
25	33.12	60	96.70	481.70
25	33.60	60	99.50	482.70
50	52.80	60	114.00	487.20
50	56.40	60	114.00	458.00
75	78.32	60	134.00	455.00
75	75.80	60	134.00	455.00
100	97.92	60	160.00	453.40
100	97.90	60	162.00	454.00

PARAMETRO DE SALIDA DEL GENERADOR DE LA UNIDAD DE CONTINUIDAD

% DE EFICIENCIA	K. W.	FRECUENCIA Hz	AMPERES DE SALIDA	VOLTS DE SALIDA	F. P.
64.70	21.44	59.90	53.90	220.80	1.00
62.20	21.60	59.90	70.90	220.10	0.80
78.7	41.60	59.80	108.00	221.20	1.00
75.00	42.88	59.80	141.00	219.50	0.80
79.60	60.80	59.80	159.00	222.00	1.00
78.90	60.60	59.60	203.00	218.00	0.79
82.00	80.64	59.67	213.00	222.40	1.00
81.70	80.00	59.67	255.20	218.90	0.80

APENDICE F

PRECIOS DE LOS EQUIPOS DE 80 KW 100 KVA EN JULIO 91.

TIPO : DINAMICO

MARCA : ASTRONIC NO-BREAK

MODELO : ANB-100

TIEMPO DE RESPALDO: CON TANQUE DE 500 LITROS 35.7 HORAS

PRECIO : \$ 295,000,000.00

TIPO : ESTATICO

MARCA : SIEMENS.

MODELO : TIPO 3212

TIEMPO DE RESPALDO

PRECIO

10MINUTOS

\$ 346,184,000.00

15MINUTOS

\$ 493,552,000.00

20MINUTOS

\$ 622,608,000.00

TIPO : ESTATICO

MARCA : EXIDE ELECTRONIC.

MODELO : 150

TIEMPO DE RESPALDO

PRECIO

10MINUTOS

\$ 320,220,200.00

15MINUTOS

\$ 449,132,320.00

20MINUTOS

\$ 585,251,520.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA NI LA INSTALACION

APENDICE G

NOMENCLATURA EMPLEADA

Lo que a continuación se presenta es la descripción de cada una de las literales empleadas durante la tesis.

LITERAL	DESCRIPCION
A	Ampers
AWG	American Wire Gauge Norma Norteamericana para la medición de alambres magnetos.
B	Bobina
BTU	Brithish Thermal Unit Unidad Británica de calor. 3413 BTU= 1 KwHora=1.3414 HP.Hora
C	Centígrados
C	Capacitor
CA	Corriente Alterna
CB1	Amplificador operacional
CC	Corriente Continua
CD	Corriente Directa
cn	Centímetros
CI	Circuito integrado
D	Diodo
DIN	Deutsche Industrue Normen La asociación de normas en Alemania Occidental para equipo eléctrico.
DEMA	Diesel Engine manufacturers Association de E.U.A. Asociación de fabricantes de motores Diesel de Estados Unidos de América

LITERAL	DESCRIPCION
Dz	Diodo Zener
DLI	Diodo Emisor de luz
dB	Decibelios
e	Tensión
E	Ohms
EC	Energia Cinética
F	Grados Fahrenheit
F	Frecuencia
FP	Factor de Potencia
u	Fusible
Hg	Mercurio
HP	Horsepower
Hz	Hertz
I	Corriente
ICE	Comisión Internacional Electrotécnica
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
l	Longitud
L	Inductancia
mm	milímetros
m	Metro
m.S.N.M	Metros sobre el nivel del mar.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association de E.U.A. Asociación de fabricantes de Equipo Eléctrico de Estados Unidos de América Que establece las normas eléctricas para motores.

LITERAL	DESCRIPCION
θ	Teta
OL	Protección bimetálica.
P	Polos
P	Potencia
P.A.	Planta de Apoyo
P.C.	Plena carga
R	Resistencia
r	Radio
REG	Regulador de voltaje
RPM	Revoluciones por Minuto
SCR	Rectificador controlado de silicio
SVI	Censor de bajo voltaje
T	Par Mecánico
TC	Tablero de Control
TR	Circuito electrónico de tiempo
UC	Unidad de Continuidad
V	Volts.
VA	Volts Ampers.
w	Peso en Libras
W	Watts
Ws	Velocidad angular en radianes por segundo
XC	Reactancia Capacitiva
XI	Reactancia Inductiva
Z	Impedancia

APENDICE H

SIMBOLOGIA ELECTRICA EMPLEADA

Lo que a continuación se presenta es la descripción de cada uno de los símbolos empleados en los diagramas durante la tesis.

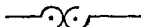
Batería



Contacto N.A.



Elemento Térmico



Generador



Interruptores con elemento de sobre carga térmico



Instrumentos de medición



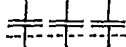
Motor jaula de ardilla



Relevadores de tiempo



Contactores



Contacto N.C.



Fusible



Interruptores en general



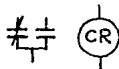
Interruptores con elemento de sobre carga magnético



Lampara indicadora



Relevadores de control



Transformadores



APENDICE I

SIMBOLOGIA ELECTRONICA EMPLEADA

Lo que a continuación se presenta es la descripción de cada uno de los símbolos empleados en los diagramas durante la tesis.

Amplificador Operacional



Bobina



Capacitor Ceramico



Diodo rectificador



Diodo zener



Fusible



Resistencia variable



Transistor npn



Transformador



Bobina con núcleo



Capacitor electrolítico



Diodo emisor de luz LED



Diodo rectificador controlado por silicio SCR



Resistencia fija



Transistor pnp

Transistor monounión
UJT

Tierra



APENDICE J

FORMULAS ELECTRICAS

Lo que a continuación se presenta es un resumen de formulas eléctricas empleadas durante la tesis.

$$\text{RPM sin} = (120 \times F) / P$$

$$\text{RPM} = (7200) / P \quad \text{para 60 Hz.}$$

$$F = (\text{RPM} \times P) / 120$$

$$S = (\text{RPM sin} - \text{RPM rotor} / \text{RPM sin}) \times 100$$

$$T_{pc} = (5250 \times \text{HP}) / \text{RPM} \quad \text{par a plena carga}$$

$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ KW}$$

$$\text{KW} = (I \times E \times \text{FP} \times 1.732) / 1000 \quad \text{potencia real}$$

$$\text{KVA} = (I \times E \times 1.732) / 1000 \quad \text{potencia aparente}$$

$$\text{Grados mecánicos} = (2 \times \text{Grados eléctricos}) / P$$

$$\text{Eficiencia} = ((\text{Salida en Watts}) / (\text{Entrada en Watts})) \times 100$$

BIBLIOGRAFIA

-Orange book

IEEE Std 446-1980

Recommend Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and commercial Applications.

-Industrial power Systems Hanbook

BEEMAN D.L.

McGraw-Hill

-Uninterruptible Power System Prevents Computer Downtime

Rubber World. Nov 1970.

-The Automatic Transfer Switch Heart of Emergency Power.

A Reliability Study of a Power Supply Systems.

The Battery World. Electrical Consultant. vol 88, nov. 1972

-KATZAROFF, P.A. Base Guide to Uninterruptible Power Systems.

IEEE Conference Recod of the 1974.

Anual Conference of Electrical Engineerring Problems in the rubber and Plastic Industries.

IEEE 74 CH0831-81A.

-División de Educación Continua

Facultad de ingeniería U.N.A.M.

Instalaciones Eléctricas Industriales tema 12.

Ing. Juan José Quezada. octubre 1987.

-Apuntes de personal de PEMEX

DPTO de perforación

Potencia Industrial S.A.

en colaboración con Plantas Electricas MEXICO S.A.

Marzo 1980.

-Apuntes de Potencia Industrial S.A.

Tema : PLANTAS GENERADORAS CON GENERADORES ELECTRICOS

DE C.A. SIN ESCOBILLAS.

ING. L. Fregoso U.

Junio de 1978.

-Conversión de Energía Electromecánica.

GOURISHANKAR

Representaciones y servicios de ingeniería. S.A.

-Electrical Machines second edition

SISKIND

Mc Graw Hill

-Tratado de electricidad. tomo 1 y 2.

Dawes

Edicion G. Gili. S.A.

-The ABC of theory and application of polyphase electric
motors in industry.

G.L. Oscarson