

19
281



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



" GENERACION ELECTRICA FUNDAMENTAL
PARA UN DC9-32 "

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

LUIS FIGUEROA SANCHEZ

FAUSTINO ROJAS OCAMPO

JORGE CAYETANO ROJAS OCAMPO

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN (U. A. M.)
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: Generación eléctrica fundamental para un DC9-32.

que presenta el pasante: Luis Figueroa Sánchez
con número de cuenta: 8501252-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 5 de Abril de 1995

PRESIDENTE	Ing. Esteban Corona Escamilla	<i>E. Corona</i>
VOCAL	Ing. J. Juan Contreras Espinosa	<i>J. Contreras</i>
SECRETARIO	Ing. J. Luis Buenrostro Rodríguez	<i>J. Buenrostro</i>
1er. SUPLENTE	Ing. Ramón Osorio Galicia	<i>R. Osorio</i>
2do. SUPLENTE	Ing. Juan González Vega	<i>J. González</i>



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis Generación eléctrica fundamental para un DC9-32

que presenta al pasante: Faustino Rojas Ocampo
con número de cuenta: 8203002-5 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 5 de Abril de 1995

PRESIDENTE	Ing. Esteban Corona Escamilla	
VOCAL	Ing. J. Juan Contreras Espinosa	
SECRETARIO	Ing. J. Luis Buenrostro Rodríguez	
1er. SUPLENTE	Ing. Ramón Osorio Galicia	
2do. SUPLENTE	Ing. Juan González Vega	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U. N. A. M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES PROFESIONALES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis Generación eléctrica fundamental para un DC9-32

que presenta el pasante: Jorge Cayetano Rojas Ocampo con número de cuenta: 8161908-3 para obtener el TITULO de: Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 5 de Abril de 1975

PRESIDENTE	Ing. Esteban Corona Escamilla	
VOCAL	Ing. J. Juan Contreras Espinosa	
SECRETARIO	Ing. J. Luis Buenrostro Rodríguez	
1er. SUPLENTE	Ing. Ramón Osorio Galicia	
2do. SUPLENTE	Ing. Juan González Vega	

Agradezco

A Dios.

Por ayudarme a encontrar la paz interna y por haberme dotado de unos padres que me han sabido guiar por el buen camino.

A mis Padres.

Por haberme dado su apoyo y comprensión durante tantos años y por haber sembrado en mí esa semilla de aliento hacia el estudio y que a base de sacrificios han cultivado durante años. Por esto, por su cariño y por su dedicación "Gracias".

A mi Esposa

Lety y a mis hijos Jorge, Lupita y José de Jesús, que han sabido entenderme y comprenderme.

Jorge

Agradezco



A Dios.

Por haberme permitido terminar mi carrera.



A Mis Padres.

Por haberme dado su apoyo y comprensión durante tantos años y por haber sembrado en mí esa semilla de aliento hacia el estudio y que a base de sacrificios han cultivado durante años. Por esto, por su cariño y por su dedicación "Gracias".



A Mi Tety

"China"

Domingo



Mis Padres:

A ustedes dedico este trabajo, porque a ustedes debo lo que soy, porque no escatimaron esfuerzos para brindarme lo necesario para lograr esta meta, que, aunque no es el final del camino es un triunfo muy importante en la vida.

Gracias por enseñarnos a volar, porque no importa que cruja la rama, ustedes están tranquilos, ya que nos mostraron como usar las alas.

Gracias por sus consejos que me sirbieron de guía ante los obstáculos de la vida.

Padre y Madre, sus esfuerzos no han sido vanos ahora, duerman tranquilos, que, nosotros estamos despiertos.



Mis hermanos:

ustedes que me motivaron a seguir adelante "Gracias".

Hoy que vemos los frutos de muchos años de trabajo, bayan y conozcan al mundo, pero sin olvidar que hay plumajes que cruzan el pantano y no se manchan; sus plumajes son de ellos.

Ustedes tienen toda una vida por delante y deben aprovecharla, porque el camino no tiene fin, pues, al avanzar un paso se abre un nuevo horizonte ante sus ojos.

¡ Adelante muchachos!

Fuis

INDICE

Prologo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
Introducción	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
Capítulo 1 GENERACION DE CORRIENTE ALTERNA.												
1.1. Generación de corriente alterna.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
1.1.1. Tipos de generadores.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
1.1.2. Características de la FEM generada.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
1.2. Generador principal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6
1.2.1. Teoría de operación.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
1.2.2. Características del generador.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
1.2.3. Generador de imán permanente.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
1.2.4. Rotor.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
1.2.5. Montaje del rotor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
1.2.6. Enfriamiento.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
1.2.7. Ensamble rectificador rotatorio	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
1.2.8. Estator excitador	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
1.2.9. Armadura del excitador.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	15
1.2.10. Rectificador rotatorio.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	15
1.2.11. Campo rotatorio principal.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16
1.2.12. Devanado principal de salida.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16
1.3. Regulador de voltaje de C.A.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
1.3.1. Operación.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19

5.2. Transformadores rectificadores.	+	+	+	+	+	+	+	84
5.3. Baterías principales.	+	+	+	+	+	+	+	85
5.3.1. Capacidad de las baterías.	+	+	+	+	+	+	+	88
5.3.2. Estado de carga de la batería.	+	+	+	+	+	+	+	88
5.3.3. Desbordamiento térmico.	+	+	+	+	+	+	+	89
5.4. Instalación típica de baterías de un avión DC9-32.	+	+	+	+	+	+	+	90
5.5. Cargador de baterías.	+	+	+	+	+	+	+	90
5.6. Cargador de baterías y revelador de la barra de transferencia de C.D.	+	+	+	+	+	+	+	93
5.7. Relevadores de corriente inversa.	+	+	+	+	+	+	+	93
5.8. Conjunto de rectificadores de bloqueo.	+	+	+	+	+	+	+	93

Capítulo 6 PANEL DE CONTROL DE BARRAS (BCU).

6.1. Descripción y función básica.	+	+	+	+	+	+	+	96
6.2. Sensor de barra muerta.	+	+	+	+	+	+	+	96
6.3. Revelador de alimentación cruzada de C.A. (ACTR).	+	+	+	+	+	+	+	98
6.3.1. Control de revelador de acoplamiento de alimentación cruzada (ACTR).	+	+	+	+	+	+	+	102
6.4. Control de conexión de transformadores de corriente de protección diferencial de energía auxiliar.	+	+	+	+	+	+	+	103

Capítulo 7 DISTRIBUCION DE CARGA ELECTRICA.

7.1. Descripción y operación.	+	+	+	+	+	+	+	107
7.2. Conjunto de barras.	+	+	+	+	+	+	+	109
7.2.1. Descripción y operación.	+	+	+	+	+	+	+	109
7.3. Relevadores de control de tierra.	+	+	+	+	+	+	+	109

PROLOGO

El presente trabajo recopila los conocimientos necesarios para entender, el sistema eléctrico con que cuentan los aviones comerciales actuales.

Los aviones, para atender a sus demandas de energía eléctrica, utilizan básicamente los siguientes tipos de corriente:

- 1.- Corriente alterna trifásica 115/200 V a 400 Hz.
- 2.- Corriente alterna monofásica de 28 V a 400 Hz.
- 3.- Corriente directa de 28 V.

Prácticamente desde la aparición de la unidad de velocidad constante la generación de corriente eléctrica en los aviones es de tipo alterna trifásica.

Los aviones comerciales, entre los cuales se encuentra el avión DC9-32, producen este tipo de corriente con generadores sin escobillas, movidos por el motor a través de la unidad de velocidad constante.

Esta corriente se suministra a los distintos circuitos de utilización del avión entre los cuales se incluyen las unidades transformadoras rectificadoras que proporcionan la alimentación de 28 V de c.d.

Los generadores de corriente alterna deben ser de la suficiente potencia para abastecer todas las demandas de energía del avión.

En general se cuenta con un generador por cada motor del avión y además un generador movido por una turbina de gas que en conjunto forman la unidad de energía auxiliar del avión para abastecer demandas neumáticas y eléctricas.

A pesar de que se cuenta con más de una fuente de energía eléctrica el sistema (del avión DC9-32) está diseñado para evitar el paralelismo entre las fuentes de c.a. En aviones con más de dos motores (3 o 4) sí se cuenta con paralelismo entre fuentes.

INTRODUCCION

Uno de los más novedosos y avanzados aviones introducido en la época del jet es el Douglas DC-9, un transporte comercial compacto parecido o igual al jet. Este avión está diseñado para cubrir distancias cortas (según rangos de aviación) brindando seguridad, confort y economía con una amplia cabina para el público usuario y obtener una mayor rentabilidad de operación. Para llevar a cabo ésta meta la filosofía de diseño del avión DC-9, de estos sistemas y componentes, están basados en cuatro grandes criterios que son: *simplicidad, seguridad, facilidad de mantenimiento y economía de operación.*

Dentro de la línea de esta filosofía, la compañía de aviones Douglas y la corporación eléctrica Westinghouse división eléctrica aeroespacial, desarrollaron un sistema de generación eléctrica de c.a., integrado que asegura simplicidad de operación y un alto grado de integridad en cumplimiento con los requerimientos de aplicación para el DC-9. Los componentes eléctricos de c.a., seleccionados representan avances paralelos con el desarrollo tecnológico, pero al mismo tiempo que utiliza servicios, comprueba principios para brindar máxima confiabilidad con mínimo mantenimiento.

El diseño del avión está orientado a facilitar su mantenimiento y operación, así como a reducir el equipo de tierra necesario para su servicio. La figura I da una panorámica global del avión.

La velocidad de crucero del DC-9 es aproximadamente de 900 km/h (560 mph) a 7,620 m (25,000' pies), la simplicidad del diseño permite una operación eficiente con una tripulación mínima de un capitán, un copiloto y tres sobrecargos.

El avión está dividido en puntos de referencia en pulgadas, que se designan como números de estación; estos números de estación son un medio de rápida identificación para la localización de componentes, el centro de gravedad y la distribución de peso.

Se usan tres ejes trazados de antemano en los números de estación: el eje central o eje "X", el eje longitudinal o eje "Y" y el eje vertical o eje "Z". En la figura II y III se muestran los ejes del avión, así como sus dimensiones.

Los sistemas de energía eléctrica de c.a., y c.d., usados en el avión, son similares en el diseño. Referidos como a un sistema de barras separadas, ambos sistemas de energía de c.a., y c.d., son divididos en dos sistemas independientes, el lado izquierdo y el lado derecho. Normalmente cada lado opera independientemente del otro y cada uno de ellos contiene una fuente de energía y su sistema de barra que proporciona energía a las diferentes demandas de carga del avión. En el caso de una pérdida de energía en las barras de carga de uno de los lados (cualquiera de ellos), existe un relevador de acoplamiento de alimentación cruzada (ACTR) que sirve para que las barras muertas puedan ser conectadas

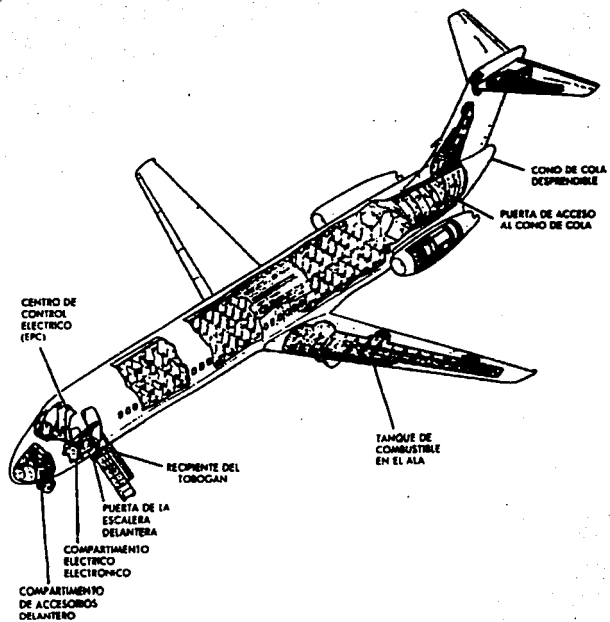


Figura 1. AVION EN GENERAL - VISTA AVION DC9

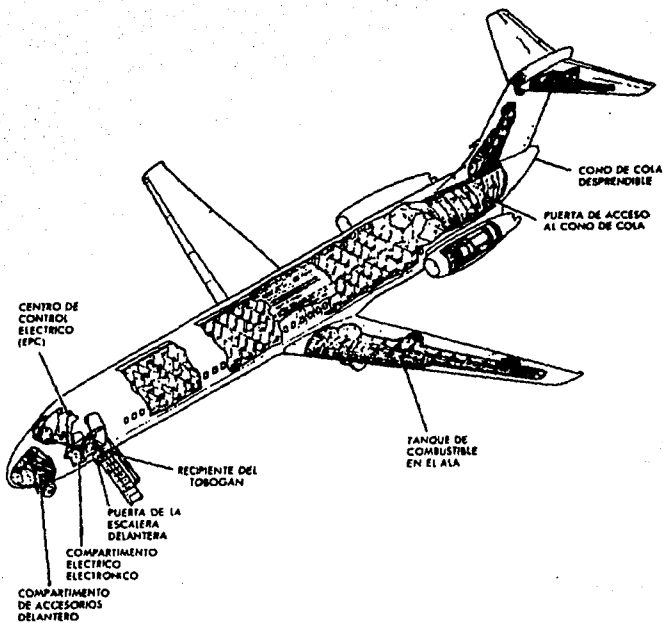


Figura 1. AVION EN GENERAL - VISTA AVION DC9

a las barras del lado opuesto. Existen dos diferencias entre el sistema de c.a., y el sistema de c.d., y estas son: (1) relevadores de control y sensores que están instalados en el sistema de c.a., para prevenir que cualesquiera de dos fuentes de energía de operación en paralelo, puedan suministrar energía a las barras de carga de c.a., (2) si una barra de generador de c.a., perdiera energía, el relevador de acoplamiento de alimentación cruzada es operado automáticamente para amarrar a las dos barras de generadores juntas, si el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., está en la posición de automático. Cuando el avión está en tierra el circuito de control para el relevador de alimentación cruzada de c.a., está entrelazado con los relevadores de control de tierra, para prevenir la alimentación cruzada, cuando el generador de la unidad de energía auxiliar (APU) o la energía externa, está suministrando energía al avión. El relevador de alimentación cruzada de c.d., (DCTR) es actuado para amarrar las dos barras de c.d., juntas, solamente cuando el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.d., es manualmente colocado en la posición de cerrado.

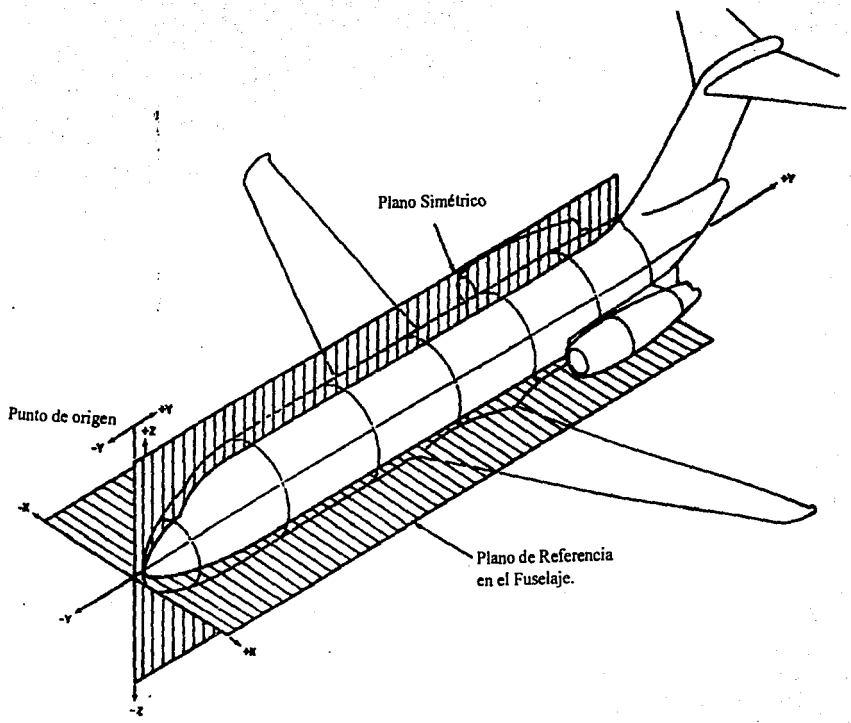
Los generadores de c.a., uno en cada motor, son normalmente la fuente primaria de energía que se proporciona a todas las barras de carga de c.a. Cada generador es del tipo sin escobillas, enfriado por aire, con un valor de 40 KVA con 120/208 volts, 3 fases y 400 ciclos por segundo de salida. La velocidad del generador es mantenida constante en 6.000 rpm, con cualquier variación de velocidad de motor entre aterrizaje y despegue, por un tipo hidromecánico correspondiente de transmisión de unidad de velocidad constante. La frecuencia es mantenida a 400 (± 4) ciclos por segundo por un gobernador dentro de la unidad de velocidad constante (UVC).

La rotación de salida de la flecha de transmisión de la UVC puede detenerse bajo procedimientos específicos, por medio del interruptor de desconexión correspondiente, localizado en la sección de energía eléctrica del tablero superior de interruptores de la cabina de pilotos, en la posición de desconectado.

Este energizará eléctricamente el solenoide de desconectado dentro de la unidad de velocidad constante, y la acción resultante desengazará la rotación de la flecha de entrada del diferencial planetario de la unidad de velocidad constante. Una vez que la transmisión ha sido desengazarada, no se deberá reengazar, hasta que el motor sea cortado y llegue a pararse completamente. El reengarse de la transmisión se hace manualmente, jalando la manija T hacia abajo, localizada en el fondo de la unidad, hasta que se sienta un "alto" y entonces se suelta la manija.

La energía eléctrica auxiliar de c.a., esta provista por un generador del mismo tipo que los otros generadores, para suministrar energía de c.a., a las correspondientes barras muertas, si es que un generador falla durante el vuelo, o para suministrar energía a las barras de carga de c.a., cuando el avión está en tierra y la energía externa no está disponible. El generador está impulsado por una turbina de gas de velocidad constante de la unidad de energía auxiliar (APU) instalada en el compartimiento de accesorios trasero el avión. Por medio del uso de interruptores de control y relevadores, la energía auxiliar puede ser suministrada a todas las barras de carga de c.a., al mismo tiempo, ó solamente a

Figura II. PUNTO DE ORIGEN Y EJES X, Y, Z.



las barras de c.a., izquierda o derecha, o, a la barra de c.a., de servicio de tierra, previniendo que la barra seleccionada no esté recibiendo energía del generador. Si la energía externa está suministrando energía a la barra seleccionada, el generador de la unidad de energía auxiliar (APU), tomará a su cargo la situación y la energía externa será desconectada de la barra.

Existe un receptáculo de energía externa montado en el lado izquierdo del fuselaje, sección de nariz, que permite la conexión de una fuente de energía externa de 115/200 volts, tres fases, 400 ciclos por segundo, para suministrar energía a las barras de carga de c.a., del avión, cuando el impulsor del motor o el generador de la unidad de energía auxiliar no estén operando. La distribución de energía externa a las barras de carga, puede ser seleccionada de la misma manera que la salida del generador de la unidad de energía auxiliar (APU). La energía externa no será suministrada a las barras de carga que ya están recibiendo energía del generador o del generador de la unidad de energía auxiliar.

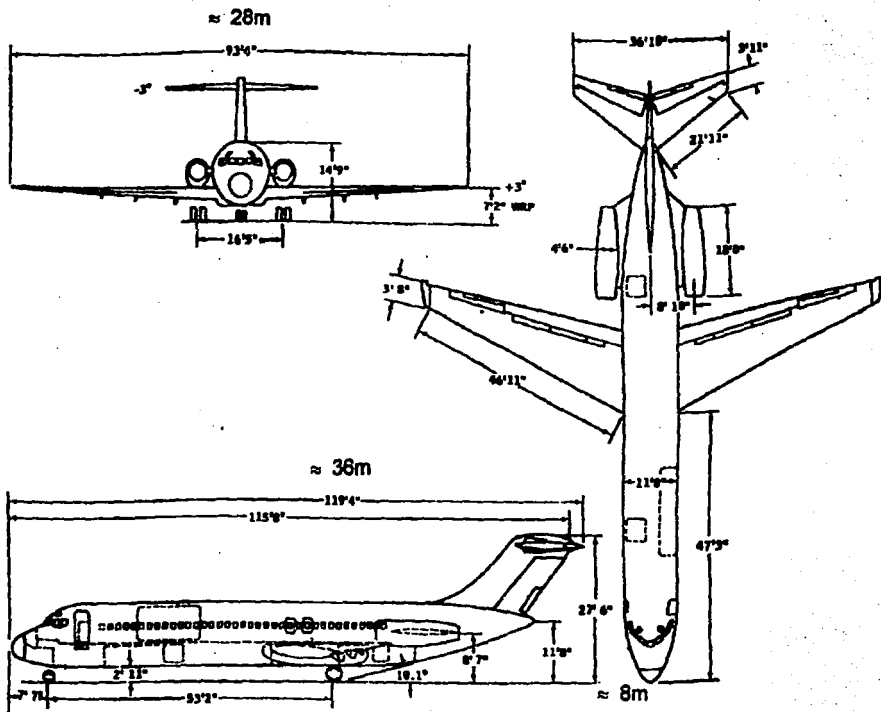
Se cuenta con un inversor de estado sólido de 410 VA, que está instalado en el compartimento de accesorios delantero, para proveer 115 volts una fase de energía de c.a., para completar ciertos requerimientos operacionales. El inversor suministra energía de c.a., para el reabastecimiento en tierra, cuando solamente la energía de la batería está disponible. El inversor también suministra energía a las barras de emergencia de c.a., cuando el interruptor de energía de emergencia está colocado en la posición "ON". La energía de c.d., necesaria para operación del inversor es tomada de la barra directa de la batería y ésta última alimenta directamente a la barra de emergencia de c.d.

La energía eléctrica de 28 volts de c.d., es normalmente suministrada por cuatro transformadores rectificadores de 50 amperes no regulados, instalados en el compartimento de accesorios delantero. Estas unidades están energizadas por una fuente de 115 volts, tres fases. Los 28 volts de c.d., de salida de dos de los transformadores rectificadores son conectadas en paralelo a la barra izquierda de c.d. La salida del tercer transformador rectificador está conectada a la barra de c.d., derecha. La salida del cuarto transformador rectificador a una de las barras, según se determine por los requerimientos de energía eléctrica. Durante la operación normal, con la barra derecha de c.a., energizada, el relevador de acoplamiento de tierra de c.d., está energizado. Con el relevador energizado la salida del transformador rectificador es suministrada a la barra derecha de c.d. Cuando la energía es requerida únicamente para servicio de tierra, la barra derecha de c.a., no está energizada, el relevador de acoplamiento de servicio de tierra de c.d., está desenergizado y la salida del rectificador es suministrada a la barra de transferencia de c.d. Existe un relevador de corriente inversa que está conectado en serie con la salida de cada unidad transformadora rectificadora como una precaución extra en el caso de una falla interna del transformador rectificador el cual podría permitir que la c.d., regresara a la unidad. Si el relevador de corriente inversa está abierto, el relevador debe ser manualmente restaurado.

Hay dos baterías de 14 volts de c.d., instaladas en el compartimento eléctrico electrónico; están conectadas en serie para proveer 28 volts de c.d., al relevador de

Figura III AVION DC9 SERIES "30" TRES VISTAS

VII



control de arranque de la unidad de energía auxiliar (APU) a través de un disyuntor de 150 amperes, directamente a la barra directa de batería. El disyuntor de la barra directa de batería de 80 amperes, localizado en el compartimento eléctrico electrónico, puede ser manualmente restaurado desde la cabina de pilotos. Una manija con bisagras está en la parte más baja de la cubierta del pedestal de control, la cual se encuentra conectada por medio de cables, a un actuador restaurador del disyuntor. La energía de la batería puede ser utilizada para el arranque de la unidad de energía auxiliar (APU) o para las operaciones de reabastecimiento cuando ninguna otra fuente de energía, está disponible. Así mismo con una fuente de aire adecuada conectada al motor arrancador, las baterías pueden suministrar la energía eléctrica necesaria para arrancar el motor. Si la energía de c.a., no esta disponible durante el vuelo, las baterías son capaces de suministrar energía de c.d., para operar el inversor de una fase y el equipo más importante de c.d.

La recarga de las baterías se consume por medio de un cargador de baterías de carga alta instantánea y que está instalado junto a las baterías. El cargador de baterías opera cuando cualquiera de las barras de c.a., izquierda o derecha, se encuentran energizadas o cuando únicamente la barra de servicio de tierra está energizada. En todos los casos el interruptor de batería deberá estar en la posición ON (puesto). Durante la operación normal, con ambas barras de c.a., la izquierda y la derecha, energizadas, el cargador recibe energía de la barra izquierda. Cuando está barra no está energizada, el cargador está recibiendo energía de la barra derecha a través de relevador de acoplamiento del servicio de tierra y la barra de servicio de tierra. Durante las operaciones del servicio de tierra el cargador de baterías opera directamente desde la barra de servicio de tierra. En suma, para suministrar energía para recargar las baterías, el cargador de baterías suministra energía de c.d., a la barra directamente de batería y a la barra de batería durante operación normal. Las indicaciones de voltaje de batería, pueden variar desde 33 a 38 volts, cuando el cargador de baterías está operando.

El tablero superior de interruptores de la cabina de pilotos está dividido en secciones y/o subtableros conteniendo los controles é indicaciones para sistemas individuales usados en el avión. Los controles e indicaciones usados para los sistemas de energía eléctrica son localizados en tres partes del tablero superior; la sección de energía eléctrica, el tablero de energía eléctrica del servicio de tierra y el tablero anunciador.

Existen dos interruptores de guarda roja de desconectado de la unidad de velocidad constante, izquierda y derecha, normalmente en la posición de "NORMAL".

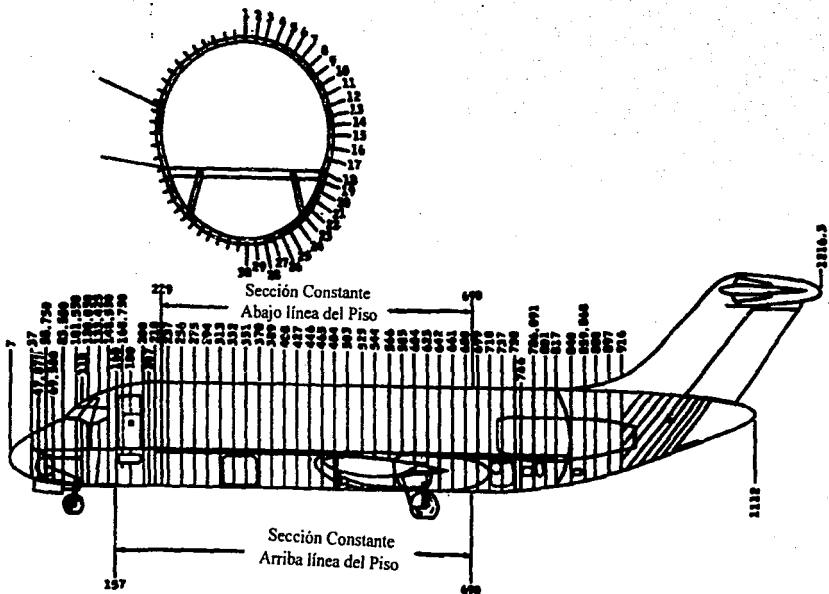
Cuando se colocan en la posición de desconectado, un solenoide eléctrico se energiza en la unidad de velocidad constante, permitiendo que la flecha de entrada de ésta unidad sea desconectada desde la parte remanente del tren de engranes de la unidad de velocidad constante. Esta unidad deberá estar girando mientras dure la operación de desconectado. Este interruptor no reengranará la unidad de velocidad constante, cuando se regrese a la posición normal.

Hay dos interruptores de control de generador izquierdo y derecho normalmente en

la posición de "ON" (puesto) que permiten la operación automática del sistema. La posición de "OFF" (cortado) abre el relevador de generador si el relevador está cerrado. La posición de "RESET" (restaurar) es momentánea y restaura el relevador de control del generador si el relevador está abierto. Si el relevador de control está cerrado, ya no ocurre nada.

Antes de iniciar con la explicación detallada del tema a tratar, es necesario aclarar que en el contenido de éste trabajo existen algunas figuras y diagramas que presentan textos o leyendas en el idioma inglés las cuales por no tener traducción literal, o por no ser posible modificarlas sin alterar el contenido de las gráficas en las que se presentan, se han conservado como en su original.

Figura IV. DIAGRAMA DE ESTACIONES EN EL FUSELAJE



CAPITULO 1.

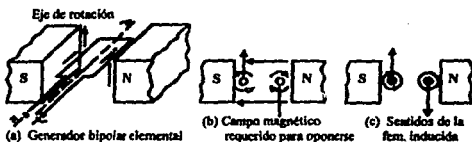
1.1. GENERACION DE CORRIENTE ALTERNA

Antes de estudiar el funcionamiento de algún sistema típico de generación de c.a., de uso normal será preciso recordar los fundamentos de comportamiento de la corriente alterna, y la terminología más comúnmente empleada.

Un generador es una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica a través del proceso de inducción electromagnética.

Para este caso particular, se describirá brevemente el principio de funcionamiento de un generador de imán permanente y del tipo inducido, tanto de inductor fijo como de inductor giratorio, que son las partes constitutivas del generador de un avión.

Fem (Fuerza electromotriz) senoidal generada por una bobina que gira en un campo magnético uniforme a velocidad constante. Si la bobina de una sola espira de la figura 1.1 gira en un campo magnético uniforme a velocidad constante, como se indica en la figura 1.2a, la fem inducida en un lado determinado de la bobina variará al ocupar la bobina las posiciones de 0 a 7, como se indica en la figura.

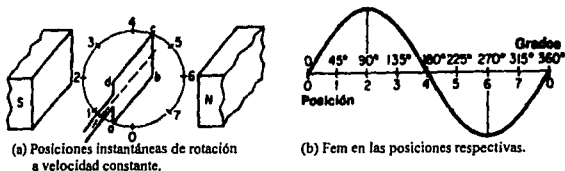


Comprobación de la regla de Fleming de la mano derecha mediante la ley de Lenz.

Figura 1.1.

Utilizando el lado ab de la bobina como referencia, nótese que cuando éste lado de la bobina se encuentra en la posición 0 indicada en la figura 1.2a, la fem inducida en la bobina es 0, ya que el conductor ab (y el conductor cd lo mismo) se mueve paralelamente al campo magnético y por tanto no experimenta variación en la concatenación del flujo. Cuando el conductor ab se desplaza a la posición 1, girando en el sentido de las agujas del reloj, corta el campo magnético uniforme con un ángulo de 45° . La fem inducida en éste conductor que se mueve hacia arriba con respecto a una carga externa será positiva y alcanzará el 70.7% aproximadamente de la tensión inducida máxima. La variación de tensión puede verse gráficamente en la figura 1.2b, en la que la fem es positiva en la posición 1 y tiene el valor dado aproximadamente. Cuando la bobina alcanza los 90° , posición 2, el conductor ab presenta un máximo de concatenación de flujo, ya que está moviéndose perpendicularmente al campo magnético, por lo que presenta el máximo

valor positivo indicado en la figura anterior, y en la figura 1.2b. La posición 3, que corresponde a 135° de rotación, establece una fem en el lado ab de la bobina idéntico al producido en la posición 1, con polaridad positiva ya que el conductor aún se está moviendo hacia arriba pero la variación en la concatenación de flujo se produce a menor velocidad que en la posición 2. Cuando el conductor ab alcanza los 180° , posición 4, la fem inducida de nuevo es 0, ya que no varía la concatenación de flujo cuando el conductor se mueve paralelamente al campo magnético. En la posición 5, correspondiente a 225° , la fem inducida en el conductor ab se invierte, ya que el conductor ab se mueve hacia abajo en el mismo campo magnético uniforme. La fem inducida aumenta hasta un máximo negativo a 270° , posición 6, y finalmente disminuye al pasar por la posición 7 hasta cero en la posición 0.



FEM generada por una bobina que se mueve en un campo uniforme

Figura 1.2

Debe notarse que la naturaleza de la fem inducida en un conductor que gira en un campo magnético es, a la vez, senoidal y alterna. Obsérvese que durante este proceso, en los lados bc o ad de la bobina no se induce fem, puesto que estos conductores no experimentan variación en la concatenación de flujo. Incluso si en estos lados de la bobina se originara una fem no contribuiría a la fem de la bobina porque se están moviendo en la misma dirección a través del mismo campo y, por consiguiente, producirían iguales fem y opuestas. Los lados ab y cd de la bobina, no obstante, se ayudan mutuamente y la fem total producida por la bobina es el doble del valor representado en la figura 1.2b.

1.1.1. TIPOS DE GENERADORES.

Generador de imán permanente. Esta máquina es el caso contrario a lo descrito anteriormente, pero como lo explica la ley de Faraday, la generación de una fem se debe al movimiento relativo entre un campo magnético y un conductor de electricidad, es por ello que en este caso, que es el campo el que se mueve también se induce una fem.

Generador de inductor fijo. Tanto en la máquina síncrona (inductor fijo) como en la máquina de c.d., se utiliza precisamente el mismo tipo de estator, y el devanado de excitación es alimentado mediante una fuente de c.d., El devanado del inducido (rotor) se saca al exterior (a través tanto de anillos rozantes o de un colector); para nuestro caso en especial, la fem obtenida mediante éste generador es convertida en c.d., a través de un arreglo de diodos rectificadores.

Este tipo de máquina no es de uso común, debido a las dificultades de construcción que se tienen. Una de ellas es que no es posible la obtención de c.a., a la salida del generador, es por ello que se utilizan diodos rectificadores para tener c.d., para alimentar al generador de inductor móvil; otra desventaja es la construcción del rotor, que para una máquina de capacidad considerable requiere mayor cantidad de cobre y ello provoca ranuras para su alojamiento de mayor profundidad y dientes más delgados y débiles.

Generador de inductor móvil. En esta máquina el devanado de excitación es alimentado mediante una fuente de c.d. (a través de anillos rozantes), para el caso particular que estamos tratando el voltaje de c.d., que alimenta al inductor proviene de los rectificadores giratorios y el inducido se conecta directamente a una fuente polifásica de c.a., o a una carga.

1.1.2. CARACTERISTICAS DE LA FEM GENERADA.

La tensión y la corriente producidas por un generador de un sistema de c.a., crecen desde cero hasta un valor máximo, en una misma polaridad, decreciendo a continuación hasta el valor cero y creciendo después hasta un máximo con polaridad opuesta, volviendo de nuevo a cero. Esta secuencia de crecimiento y descenso constituye una forma de onda senoidal, que se llama ciclo. El número de ciclos efectuados por la corriente en la unidad de tiempo (generalmente un segundo) se le llama frecuencia. La unidad de medida de la frecuencia es el Hercio (Hz), que equivale a un ciclo por segundo.

En un generador normal la frecuencia depende de la velocidad de giro del rotor dentro del estator y del número de pares de polos. Dos polos de un rotor deben pasar por un punto dado del estator en cada ciclo; por tanto:

$$\text{Frecuencia (Hz)} = \frac{\text{r.p.m.} \times \text{No. pares de polos}}{60}$$

En los sistemas de frecuencia constante en aviación se ha adoptado como valor normalizado de la frecuencia de 400 Hz.

En un instante dado, el valor real de una onda alterna puede ser cualquiera entre cero y un máximo, en cada una de las direcciones positiva y negativa; cada uno de éstos valores se llama valor instantáneo. El valor de pico es el instantáneo máximo de una onda alterna en sus direcciones positiva y negativa.

La forma de la onda de una fem alterna inducida en una bobina de una espira que gira con una velocidad constante en un campo magnético uniforme es tal que, en un punto dado del ciclo, el valor instantáneo de la fem tiene una relación matemática definida con el de pico. Es decir, cuando una cara de las espiras de la bobina recorre el ángulo θ° desde la posición cero de la fem en dirección positiva, el valor instantáneo de la fem es el producto del pico ($E_{\text{máx}}$) por el seno de θ° . Expresándolo en símbolos:

$$E_{\text{inst}} = E_{\text{máx}} \cdot \text{sen } \theta$$

Refiriéndose a sistemas generadores de c.a., y circuitos asociados, el término "fase" se usa para indicar el número de corrientes alternas que se producen o transportan simultáneamente por el mismo circuito. También se utiliza para designar el tipo de sistema polifásico, o que produce varias corrientes alternas simples de distinta fase. En aviación los circuitos y sistemas polifásicos son normalmente trifásicos, en los que las tres corrientes se diferencian en que tienen sus fases desplazadas entre sí 120 grados eléctricos.

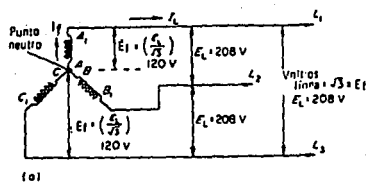
La corriente y tensión en un circuito de corriente alterna tienen la misma frecuencia y sus formas son similares, o sea, si la tensión es senoidal, también la corriente lo es. En algunos circuitos el flujo de corriente está afectado únicamente por la tensión aplicada, de modo que la corriente y la tensión pasan por el valor cero y alcanzan sus valores máximos en la misma dirección simultáneamente; en estas condiciones se dice que están en "fase". Pero en muchos otros la corriente que circula está influenciada por los efectos magnéticos y electrostáticos originados en torno al circuito y, aunque de la misma frecuencia la tensión y la corriente no pasan por el valor cero en el mismo instante. En estas circunstancias se dice que la tensión y la corriente "no están en fase". La diferencia entre los puntos correspondientes de las ondas se conoce como diferencia de fase o desfase. El término "ángulo de desfase" es bastante más usado y es sinónimo de la diferencia de fase cuando esta medida se expresa en ángulos.

Cada una de las fases de un generador trifásico puede ser conectada a bornes distintos y usarse para alimentar por separado grupos distintos de servicios de consumo. Sin embargo, esta distribución es raro que se encuentre en la práctica, ya que se requeriría un par de hilos de "línea" para cada fase y traería consigo una pérdida económica de cable. Por consiguiente las fases están normalmente interconectadas por cualquiera de los dos métodos representados en la figura 1.3.

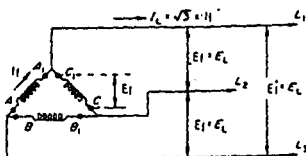
La conexión en estrella (fig. 1.3a) es la utilizada normalmente en los generadores. Un extremo de cada uno de los devanados de fase está conectado a un punto común, denominado punto neutro, mientras que los extremos opuestos de los devanados están conectados a los tres hilos de línea. Por tanto, entre cada par de líneas están conectados los devanados de fase. Como los extremos similares de los devanados están unidos, las dos fem están en oposición y desfasadas, y la tensión entre líneas (E_L) es igual a la de fase (E_f) multiplicada por $\sqrt{3}$. En lo que respecta a las corrientes de línea y de fase, estas son iguales entre sí en este tipo de conexión (estrella).

Si sólo se necesitase alimentación de una fase para alimentación de algunos servicios de consumo, se puede partir de las tres fases del sistema conectado en estrella para elegir dos niveles distintos de tensión, ya sea entre fase y neutro o entre fases.

La figura 1.3b ilustra el método de conexión en "triángulo". Los devanados se han conectado en serie para formar una malla cerrada en forma de triángulo, de modo que a sus vértices van a conectarse los conductores de línea. Como solamente existe un devanado de fase conectado entre cada dos líneas, se deduce que en el método de conexión en triángulo la tensión de línea (E_L) es siempre igual a la de fase (E_f). La corriente de línea, sin embargo, es igual a la de fase (I_f) multiplicada por $\sqrt{3}$.



(a)



(b)

- Interconexión de fases.

- (a) conexión en estrella
- (b) conexión en triángulo

Figura 1.3

Los datos de potencia de los generadores de corriente alterna vienen dados generalmente en kilovolts-amperes (KVA), mientras que en máquinas de c.d. están expresados en kilowatts (KW). La primera razón de ésta diferenciación radica en el cálculo de la potencia, ya que debe distinguirse, entre la real o eficaz y la aparente. Tal diferencia entre ambas potencias depende del tipo de circuito al que el generador alimenta y del desfase entre la corriente y la tensión, que se denomina factor de potencia o $\cos \phi$ (coseno del ángulo de fase ϕ). Esta expresión se puede escribir así:

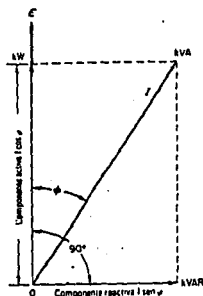
$$\cos \phi = \frac{\text{Potencia eficaz (KW)}}{\text{Potencia aparente (KVA)}}$$

Si la tensión y la corriente están en fase (como en el caso de un circuito que sólo tenga componente resistiva) el factor de potencia es la unidad, ya que la potencia eficaz y la aparente son iguales.

Cuando un circuito contiene inductancia o capacitancia, entonces, la corriente y la tensión no están en fase, por lo que el factor de potencia es inferior a la unidad. El gráfico vectorial de una corriente (I) desfasada de la tensión (E) en un ángulo ϕ está representado en la figura 1.4. La corriente es la resultante de dos componentes que forman ángulo recto; una está en fase con E y viene dada por $I \cos \phi$ y la otra se representa por $I \sin \phi$. La componente que se encuentra en

fase con la tensión se denomina componente activa (KW), y la que se encuentra en cuadratura es la componente reactiva (KVAR).

La mayor parte de los generadores de corriente alterna están preparados para absorber una proporción de componente reactiva de la corriente que atraviesa sus devanados.



- Componentes de la corriente debidas a la diferencia de fase.

Figura 1.4

1.2. GENERADOR PRINCIPAL.

Cada generador está conectado al rotor de N2 de un motor a través de una unidad de velocidad constante. La transmisión compensa variaciones en la velocidad del motor y suministra una velocidad constante en su salida de $6,000 \pm 300$ rpm para todas las condiciones de operación. Excluyendo condiciones de carga transitorias la transmisión provee una velocidad constante de salida para el generador de $6,000 \pm 60$ rpm, permitiendo de esta manera una salida de frecuencia del generador constante de 400 ± 4 ciclos por segundo.

El generador de c.a., de la unidad de energía auxiliar (APU) está montado y es movido por una turbina de gas auxiliar localizada en la sección del fuselaje no presurizada en la parte trasera del avión. El gobernador en la unidad de energía auxiliar (APU) controla la velocidad de salida a $6,000 \pm 300$ rpm para todas las condiciones de carga.

El generador de c.a., es la fuente primaria de energía eléctrica de la aeronave (los generadores principales - de motor - y del APU son iguales) es del tipo sin escobillas y enfriado por aire. El generador está contenido en un alojamiento de dos piezas de aproximadamente $9 \frac{1}{4}$ pulgadas de diámetro por $13 \frac{1}{2}$ pulgadas de longitud (excluyendo el conector de aire), montando el collarín de 11 pulgadas de diámetro el paquete completo pesa aproximadamente 85 libras.

Por varios años el concepto del generador sin escobillas fue considerado la respuesta ideal. En 1951 un generador sin escobillas de 60 KVA fue construido usando rectificadores de selenio pero no fue satisfactorio para la aviación por las limitaciones de potencia del selenio y la excesiva cantidad de espacio requerida para proveer un medio de enfriamiento a los rectificadores. El generador fue muy satisfactorio, no obstante, operó desde cierto punto de vista.

El descubrimiento de rectificadores de silicio removieron el anterior obstáculo de el diseño satisfactorio de un generador de c.a., sin escobillas. La configuración más prometedora para un generador sin escobillas fue determinada como uno que fuera similar a un generador de c.a., convencional, excepto que el conmutador, los anillos rozantes y las escobillas fueron reemplazados por un rectificador rotatorio ensamblado y el excitador de c.d., fue reemplazado por un excitador de c.a., Esto determinaría más adelante que un excitador de tres fases alimentaría a las tres fases del rectificador de onda completa asegurándole una gran cantidad de energía de salida para un generador de mínimo tamaño y peso.

1.2.1. TEORIA DE OPERACION.

(Refiriéndose a la figura 1.5) El generador de corriente alterna contiene un generador de imán permanente, la salida del cual es alimentada al regulador de voltaje, rectificada, controlada y retroalimentada al generador como energía de excitación. El generador de imán permanente también alimenta energía para el panel de control.

El generador de corriente alterna también contiene un pequeño excitador de corriente alterna. El excitador de corriente alterna consiste de un inductor estacionario de seis polos de corriente directa, y un rotor de tres fases.

El campo excitador recibe su energía de corriente directa del regulador de voltaje. El voltaje trifásico de corriente alterna generado en el rotor del excitador es alimentado en el rectificador de onda completa trifásico. El rectificador esta localizado en la flecha girando con él. La salida de corriente directa del rectificador es alimentada dentro del inductor rotativo del generador principal de corriente alterna. El inductor entonces genera el voltaje de corriente alterna en el estator principal de c.a., el cual proporciona la salida del generador.

1.2.2. CARACTERISTICAS DEL GENERADOR.

RANGO

KVA	40
Voltaje	120/208
fase	3
frecuencia	400 cps

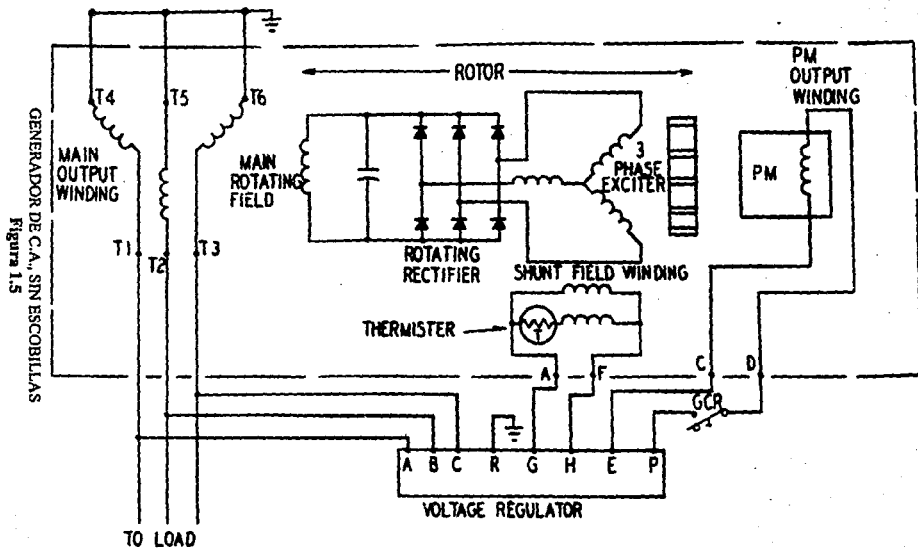
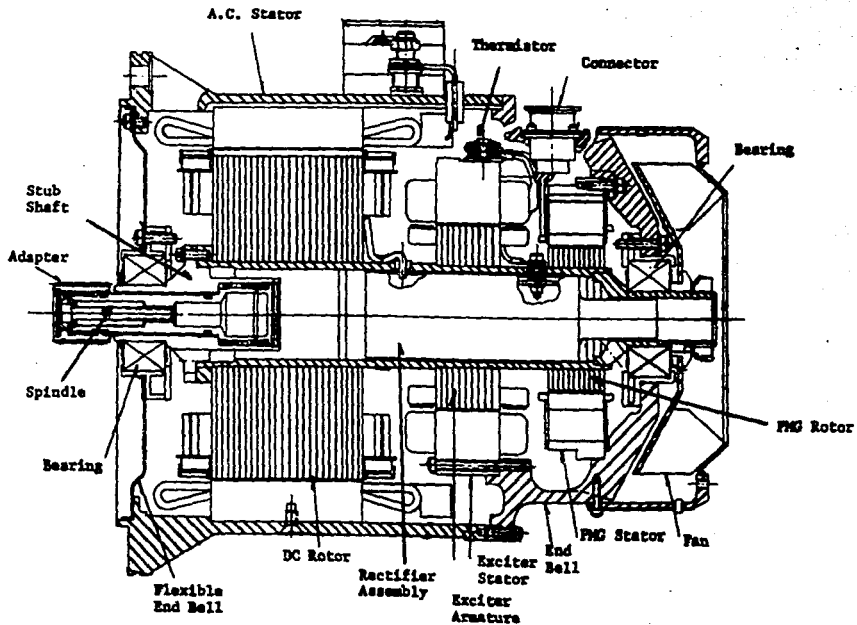


Figura 1.5

VISTA DEL GENERADOR EN CORTE
Figura 1.6



El rotor consiste de un agrupamiento de láminas troqueladas las cuales son pegadas con adhesivo epóxico. El rotor tiene 28 dientes espaciados equitativamente sobre su diámetro exterior.

Los troquelados del estator tienen 2 juegos de dientes. Los dientes están espaciados de igual manera que los dientes del rotor pero están arreglados de tal forma que cuando un juego se alinea con los dientes del rotor el otro grupo se alinea con las ranuras entre los dientes del rotor.

Refiriéndose a la figura 1.7, se puede observar en A que la mayor parte del flujo atravesará el espacio de aire (entrehierro) donde los dientes están alineados y allí estará el flujo neto del imán N para el rotor. En B el rotor ha sido movido la distancia de medio diente y el flujo neto a través del embobinado ahora del rotor hacia los imanes S. El rápido cambio de la dirección del flujo magnético genera el voltaje de c.a., en el embobinado a través de su paso.

1.2.4. ROTOR

El rotor esta construido básicamente de cinco partes: eje, rotor de corriente directa, armadura del excitador, rotor PMG y el ensamble rectificador. La armadura y rotores están presionados al eje. No es recomendado que el rotor de corriente directa sea removido del eje. Algunas veces, la armadura del excitador y el rotor PMG pueden ser reemplazados si es necesario. El ensamble rectificador es localizado en el eje del rotor.

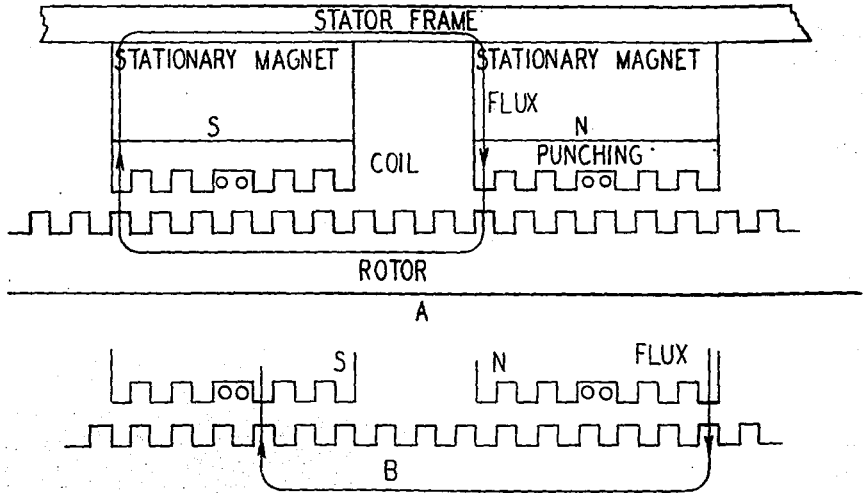
1.2.5. MONTAJE DEL ROTOR

El ensamble rotor es montado en el generador por medio de un balero de bolas en cada extremo del eje.

En el extremo fijo la pista exterior del balero está sólidamente montada y sujeta a la campana. En el extremo libre la pista exterior del balero es sujeta al inserto del mismo, en el diafragma de aluminio flexible (campana axial flexible).

La campana flexible está hecha de aluminio 0.040 y cuidadosamente maquinada por excentricidad entre diámetro exterior y diámetro interior de el inserto del balero. El extremo de la campana flexible está fijado a presión dentro de las superficies maquinadas de el armazón del estator de corriente alterna. Así, el extremo de la campana flexible tiene suficiente capacidad radial para soportar el rotor pero permitiendo el libre movimiento axial para compensar por expansión diferencial del rotor y el estator.

Este diseño permite sujetar libremente a las pistas exteriores del balero y también provee compensación por desalineamientos menores del balero.



GENERADOR DE IMAN PERMANENTE
 Figura 1.7

1.2.6. ENFRIAMIENTO.

Un ventilador está montado en el final del extremo fijo de el generador para enfriamiento. El eje del motor y el ensamble rectificador son diseñados para que el aire pase a través del eje para enfriamiento del rectificador rotatorio, aunque la mayor parte del aire es dirigido a través de los embobinados del generador.

El aire se escapa a través de los espacios abiertos alrededor de la periferia de el estator de corriente alterna en el final del extremo móvil.

1.2.7. ENSAMBLE RECTIFICADOR ROTATORIO.

El ensamble consiste de seis diodos de silicio, tres barras guías, caja y capacitor. Los diodos están montados en el travesaño con tres diodos teniendo la caja como el ánodo y a los tres diodos teniendo la caja como cátodo. Un diodo de cada polaridad es montado en una barra guía. Las tres fases de la armadura del excitador están conectadas a las barras guías.

Las terminales de los diodos de la misma polaridad están conectadas juntas y las guías se sacan para las conexiones del capacitor y embobinados del rotor de corriente directa.

Las barras guías son sujetadas en la caja del rectificador por el capacitor en un extremo y un espaciador un anillo de acero en el otro extremo. El ensamble está pegado firmemente (figura 1.8).

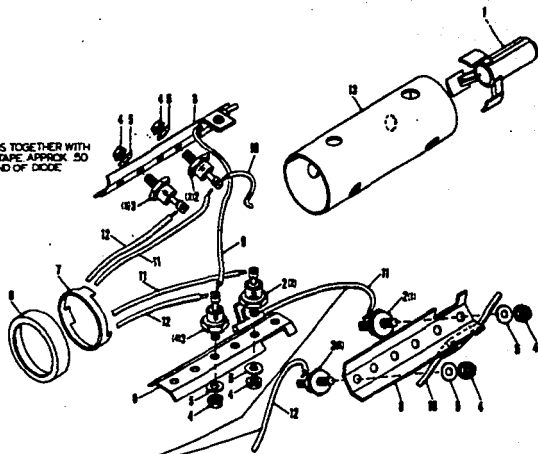
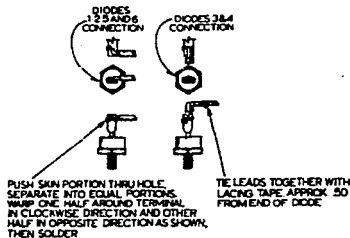
1.2.8. ESTATOR EXCITADOR.

El estator excitador tiene un campo en derivación conectado entre las terminales (F) y (A). El suministro de corriente por el regulador al campo paralelo en derivación, provee excitación para el generador excitador por lo tanto, esto controla la salida del excitador de el generador principal de corriente alterna.

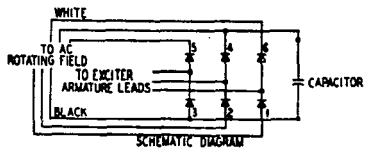
El campo paralelo en derivación consiste en dos devanados en paralelo, en seis series de enrollados montados en los seis polos principales. Las bobinas son alternadamente reversibles en polaridad sobre los seis polos. En un extremo, ambos cables esmaltados son conectados a una terminal común (F). En el extremo opuesto, un cable es conectado directamente a la terminal (A) y el otro es conectado a través de un termistor, a la terminal (A).

El termistor, montado en la estructura del excitador, tiene como característica una resistencia inversa a la temperatura. A una temperatura ambiente baja o normal, ésta tiene una alta resistencia, la cual efectivamente bloquea el flujo de corriente en uno de los cables paralelos y causa una resistencia de sobrepaso para que sea aproximadamente igual a la de un sólo embobinado. En altas temperaturas experimentadas en operación normal la resistencia de cada cable se incrementa al doble aproximadamente. Al mismo tiempo la resistencia de el termistor

ENSAMBLE RECTIFICADOR ROTATORIO
Figura 1.8



NOTE - DIODE LEADS NO. 1 & 6 ARE TO BE ASSEMBLED ON HOLDER ITEM 8 WITH ENDS OF LEADS EXTENDING TOWARD CAPACITOR END OF HOLDER. ALL OTHER LEADS ARE TO EXTEND THE OPPOSITE DIRECTION. LEADS NO. 1 & 6 ARE TO BE FORMED TOWARD END OPPOSITE CAPACITOR PRIOR TO ASSEMBLY IN TUBE.



disminuye a un valor insignificante permitiendo que fluya una corriente aproximadamente igual en cada cable. Entonces, combinando la resistencia de los cables paralelos a una temperatura alta es aproximadamente igual a la de un solo cable a baja temperatura. Por que la compensación de la temperatura es provista en el generador, los requerimientos de salida del voltaje de el regulador de voltaje es casi constante sobre el rango de temperaturas operativo.

1.2.9. ARMADURA DEL EXCITADOR

La armadura giratoria del excitador consiste de un agrupamiento de bobinas traslapadas. Estos campos son conectados para proveer un voltaje de salida trifásico de corriente alterna a 300 ciclos por segundo a la velocidad normal de rotación de 6,000 RPM. El excitador trifásico de corriente alterna esta diseñado para tener una alta sincronía de reactancia; esto es, sus requerimientos de excitación son más dependientes de su corriente de carga que sobre su voltaje. Este puede ser considerado para ser un amplificador de corriente, mejor que un amplificador de voltaje, tal como un excitador convencional de corriente directa.

Sobre la razón del rango de temperatura, la resistencia del campo giratorio del generador principal, el cual es la carga del excitador, puede cambiar por un factor de 3 a 1.

En un excitador convencional de corriente directa la excitación requerida es casi completamente dependiente de el voltaje de la salida del excitador (carga). Ya que la reacción de armadura es mayormente cancelada por el devanado de compensación. Por lo tanto, para la corriente de la salida del excitador, el rango de excitación requerido es casi 3 a 1. Por otro lado, el excitador del generador de corriente alterna sin escobillas esta especialmente diseñado para que la reacción de armadura efectivamente desaloje los efectos de variaciones de resistencia del excitador de carga.

Aunque más corriente de excitación es requerida, el rango de variación deseado es grandemente reducido. Esto simplifica grandemente el problema de igualar el generador al regulador de voltaje, reduciendo el rango de corriente de salida del regulador de voltaje. Los requerimientos de excitación del excitador de corriente alterna son mucho más consistentes de generador a generador y permanecerá más consistente sobre la vida operativa que ellos tendrán en comparación con un excitador convencional de corriente directa.

La principal razón para una mejor consistencia es la eliminación de un grupo de escobillas neutral y la variación de resistencia por el contacto de escobillas.

1.2.10. RECTIFICADOR ROTATORIO

El centro del generador sin escobillas es el rectificador el cual hace posible el uso de un excitador de corriente alterna y la eliminación de el conmutador, anillos rosantes y escobillas.

El rectificador consiste de un puente trifásico de onda completa hecho de seis diodos de potencia de silicio. Cada diodo tiene diámetro de 3/8 de pulgada en la unión y son de tipo de 35

amperes de corriente directa, a una temperatura promedio de 150°C. Sin embargo bajo la condición de enfriamiento el rango de amperaje representa una pequeña y única limitación en el rango de corriente que es que la temperatura de unión debe permanecer abajo de los 190°C.

Para suprimir el voltaje de pico creado dentro de los diodos bajo ciertas condiciones de operación, un capacitor es colocado alrededor de la salida del rectificador rotatorio de corriente directa.

1.2.11. CAMPO ROTATORIO PRINCIPAL.

El campo rotatorio principal consiste de 8 juegos de bobinas, conectadas en serie con polaridades alternadas. Las bobinas son montadas en 8 polos los cuales son una porción integral de el laminado principal o hilamiento central del rotor. Cada juego de bobinas consiste de 2 bobinas, una grande y una pequeña, las cuales son ensambladas concéntricamente en un sólo polo y conectadas en la misma polaridad. La corriente de excitación de c.d., de el rectificador rotatorio produce un flujo en los 8 polos, de los cuales el que esté en turno induce el voltaje de salida en los devanados del estator principal de corriente alterna. Los devanados de amortiguamiento están provistos sobre ranuras longitudinales al frente del polo y barras grandes de amortiguamiento que sirven como cuña entre el frente del polo adyacente manteniendo el devanado de campo en su lugar.

Grandes bandas de cobre bajo bandas de acero en cada extremo del apilamiento del rotor provee el circuito eléctrico de "jaula de ardilla".

El devanado de amortiguamiento y las barras proveen un efecto de motor de inducción en el generador cuando hay cambios repentinos de carga o el torque tiende a causar la aceleración del rotor o el ángulo eléctrico para variar abajo o sobre el normal o el sistema de frecuencia sincronizado.

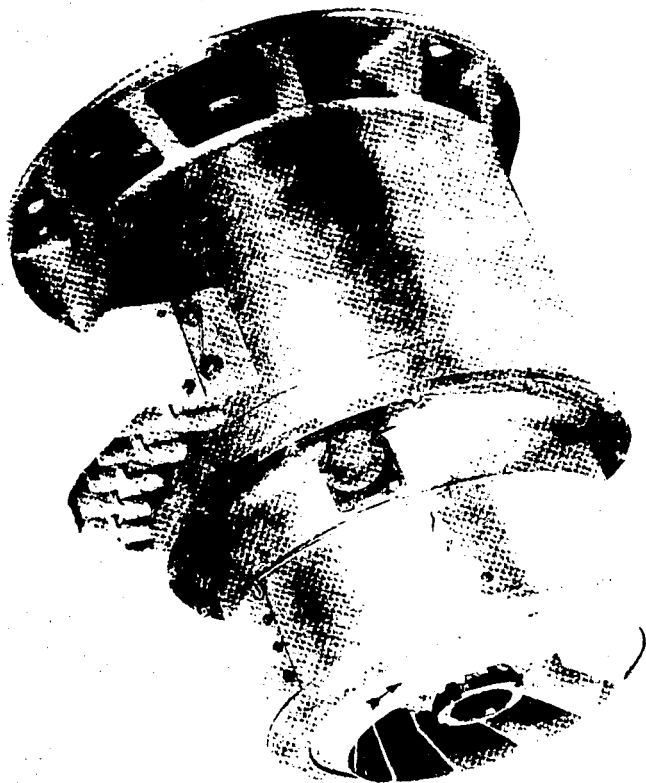
En la operación de aislamiento del generador, el devanado sirve para reducir picos de alto voltaje causado por fallas en el sistema línea a línea, para amortiguar la vibración torsional originada en la conducción del generador y para disminuir el desbalance de voltaje durante el desbalance de cargas.

1.2.12. DEVANADO PRINCIPAL DE SALIDA.

El devanado de salida o armadura estacionaria de el generador principal consiste de un grupo de bobinas traslapadas con un arreglo de 120° eléctricos entre fases en un estator laminado ranurado. Esas bobinas están diseñadas para conectarse proporcionando un voltaje de salida trifásico de 208 volts de línea a línea y 120 volts de línea a neutro con una frecuencia de 400 ciclos por segundo con una velocidad de salida nominal de 6,000 RPM. Ambos extremos de cada devanado de las tres fases son traídos a un borne terminal montado externamente a la estructura del generador. Las guías de las tres fases del estator son llevadas directamente arriba de la



GENERADOR
Figura 1.9



GENERADOR
Figura 1.10

en ellos sin pasar corriente a través de las terminales de montaje.

1.3. REGULADOR DE VOLTAJE DE C.A.

Tres reguladores de voltaje, uno para cada generador de c.a., izquierdo, derecho y APU, están localizados en el bastidor de control de generadores en el compartimento eléctrico-electrónico (figura 1.11). Cada regulador de voltaje transistorizado, es una unidad estática completamente, que proporciona eficiencia precisa para la regulación del voltaje de salida de c.a., por medio del control del flujo de energía desde la salida del regulador de voltaje al campo excitador del generador. La figura 1.12 muestra un diagrama a bloques del funcionamiento del regulador de voltaje del generador principal.

El regulador siente el voltaje del sistema, comparado con un valor de referencia y usa la señal resultante para determinar los requerimientos de excitación del generador. Esta señal resultante controla la salida del regulador, por medio de la variación del tiempo usado y del no usado del circuito de salida del regulador. Esto es mostrado en la figura 1.13.

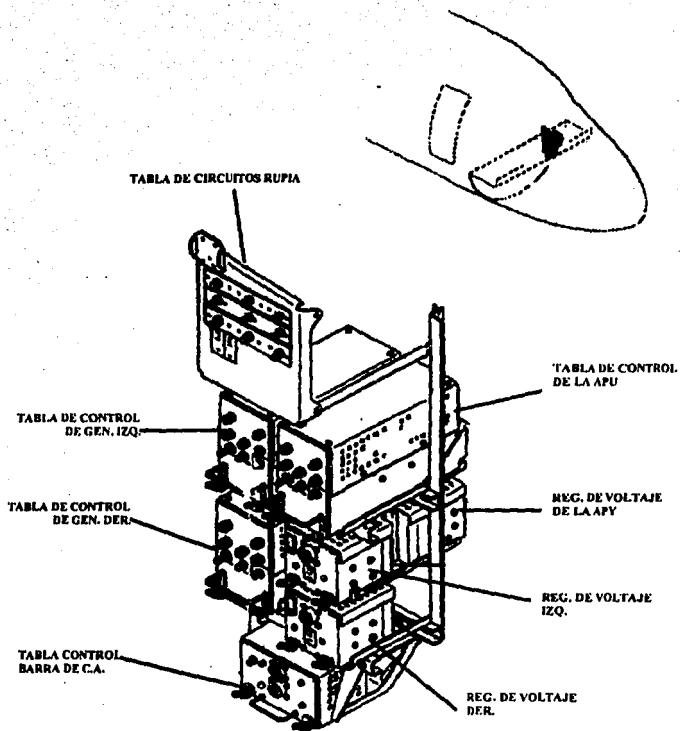
1.3.1. OPERACION

El método para controlar la corriente de campo, es poniendo y quitando el circuito de salida del regulador 2,400 veces por segundo, durante condiciones normales. Variando los niveles de excitación, puede ser suministrado el campo por medio de control, la longitud del tiempo que el circuito de salida esté operando. Si hay grandes cambios en las cargas de generador aplicadas ó quitadas, el circuito de salida es dejado en la posición "ON" (puesto) u "OFF" (cortado), lo bastante para que rápidamente alcance el nuevo nivel de excitación y entonces el cambio se resume para mantener ése nivel.

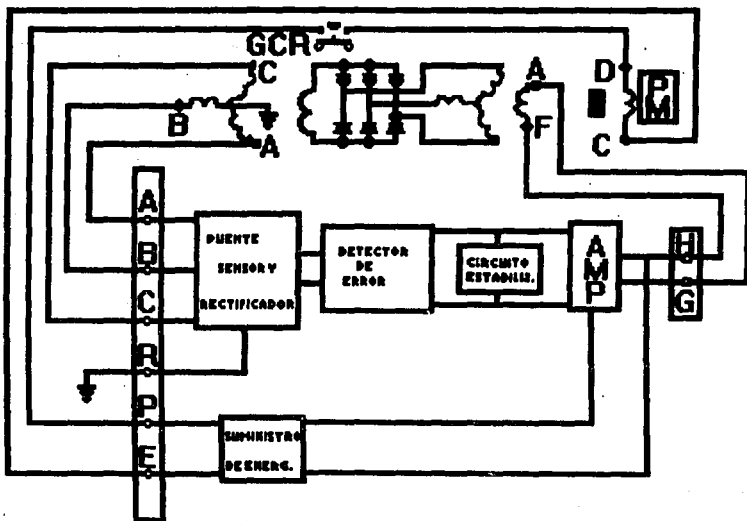
Toda la energía para la operación del regulador, con la excepción de la energía sensora, se obtiene del generador de imán permanente. Esto da al regulador una fuente de energía independiente de la carga del generador. La energía del generador de imán permanente es rectificadora por medio de un puente de onda completa y filtrada por medio de capacitores para reducir el rizo contenido. Se usa una red de resistencias para dividir el voltaje en partes iguales a través de los capacitores. Esta salida de c.d., se usa como una fuente de energía para el campo de la bobina del excitador del generador y para los circuitos amplificadores del regulador.

El regulador de voltaje, está dividido en los siguientes circuitos básicos: circuito detector de error de voltaje y de sensibilidad; circuito amplificador (incluyendo los circuitos de estabilización y de retroalimentación) y la fuente de energía.

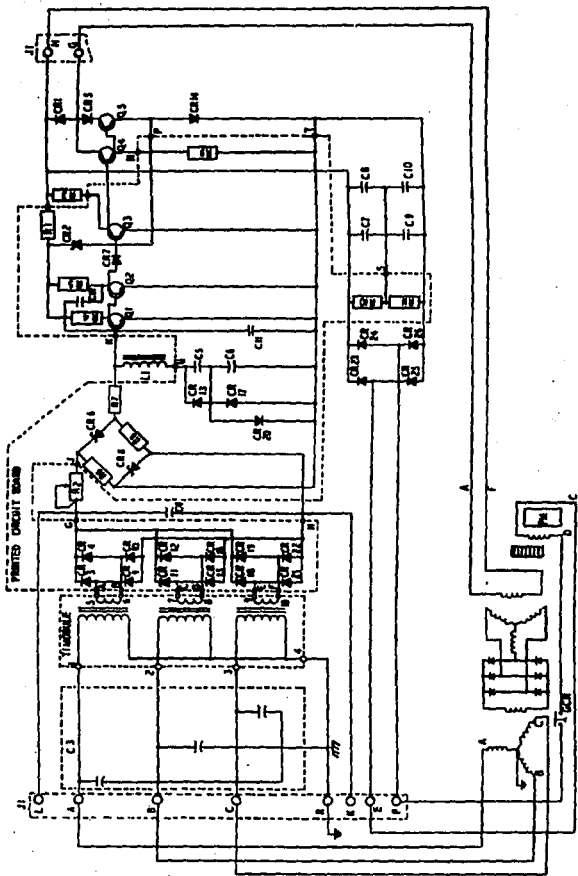
Detector de error de voltaje y de sensibilidad. Este circuito consiste de tres transformadores sensores de una fase, tres puentes rectificadores de onda completa de una fase, un filtro capacitor y un puente simétrico consistente de dos resistencias y dos diodos zener en forma diagonalmente opuesta (figura 1.14).



INSTALACIONES DEL BASTIDOR DE CONTROL DE GENERADOR
 Figura I.11



REGULADOR DE VOLTAJE DE CA-DIAGRAMA DE BLOQUES
 Figura 1.11



REGULADOR DE VOLTAJE

Figura 1.13

El voltaje de la barra de c.a., es rectificado, filtrado y comparado con el voltaje de referencia de los diodos zener. Cualquier desviación de voltaje de c.a., de su valor de régimen, causará un voltaje de salida desde el puente simétrico, que se presenta a la entrada del amplificador. El nivel del voltaje regulador, se ajusta por medio de una resistencia variable sobre el lado de c.d., del circuito rectificador.

La señal de voltaje de salida, que se presentó a la entrada del amplificador, consiste de un voltaje de rizo de c.a., superpuesto a un voltaje de c.d. El nivel de voltaje de c.d., varía de acuerdo con lo anterior, mientras que el voltaje de rizo de c.a., hace que el circuito amplificador esté cambiando de "ON" (puesto) a "OFF" (cortado) y viceversa en un valor aproximado de 2,400 cps. Por lo tanto, el tiempo que se tiene el circuito puesto contra el que se tiene quitado, está controlado por el voltaje de c.d.

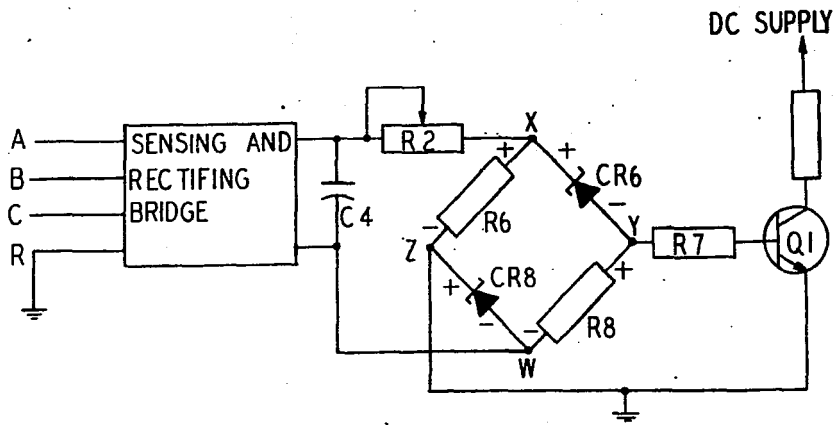
Durante una condición de falla desbalanceada, éste circuito siente inherentemente el voltaje de fase más alto y lo regula para limitarlo a aproximadamente 125 volutas de línea a neutro.

Amplificador. El amplificador consiste de cinco transistores de silicio de alta ganancia, con resistencia y diodos asociados. Todos los transistores en el amplificador operan de modo cambiante para permitir al regulador controlar una gran cantidad de energía con disipación de energía interna baja. La cantidad de tiempo que el transistor de potencia está operando, es igual a la cantidad de tiempo que no está operando, del transistor de entrada.

Si el voltaje de línea es muy alto, aparecerá una señal a la salida del detector de error de voltaje, que es de magnitud suficiente para exceder el voltaje de entrada, de la base del transistor de entrada. El transistor de entrada, permanecerá operando y el transistor de salida permanecerá cortado. La corriente de campo del excitador del generador decaerá, decreciendo el voltaje de salida del generador. Cuando éste voltaje alcanza un valor cercano al estipulado, la operación cambiante de los 2,400 ciclos por segundo, terminará.

Recíprocamente, si el voltaje de línea es muy bajo en exceso, el transistor de entrada permanecerá cortado y el transistor de salida permanecerá operando. La corriente de campo del excitador del generador crecerá y por lo mismo el voltaje de salida del generador se incrementará. Cuando éste voltaje está muy cerca del valor estipulado, la operación cambiante de los 2,400 ciclos por segundo terminará.

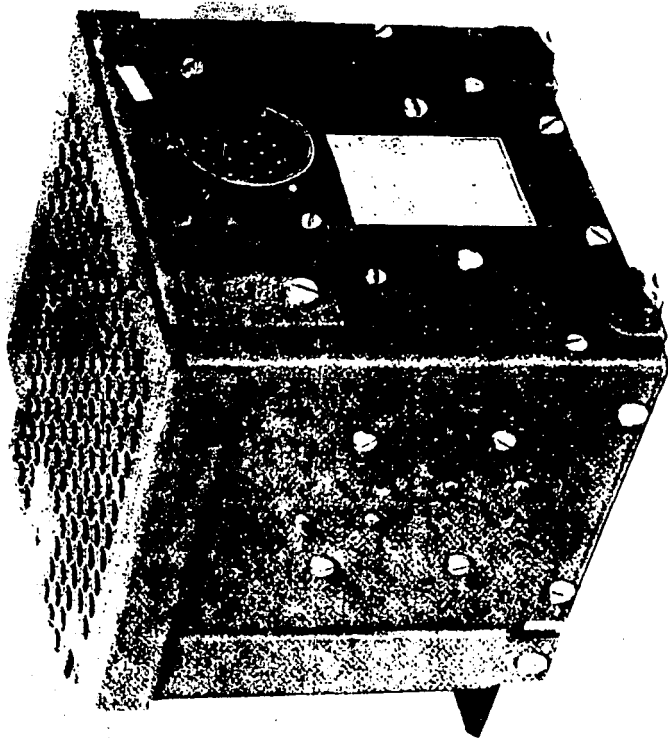
El puente detector del voltaje de salida, consiste de algún nivel de voltaje de c.d., con un rizo de 2,400 cps. Una resistencia variable que se ajusta de tal manera, que una parte del rizo exceda al voltaje de entrada de la base del transistor de entrada. Si el voltaje de línea es ligeramente alto, la parte más grande del rizo está sobre la entrada y el transistor de entrada conducirá, conservando al transistor de salida cortado. Esto decrecerá el valor promedio de la corriente del campo excitador, bajando el voltaje de línea del generador hasta que el voltaje de línea normal se haya obtenido. Cuanto más alto sea el voltaje en la línea, mayor tiempo el transistor de entrada se encontrará en condiciones de operación. Inversamente si el voltaje de la línea es bajo, el transistor de entrada se encontrará en cortado (sin conducir) y el transistor de potencia conduciendo, aumentando el valor promedio de corriente de excitación del campo, esto es, aumentando el voltaje de línea del generador hasta que se obtenga el voltaje normal. El transistor de entrada conducirá bajo condiciones normales, una vez por cada pulso de rizo, o



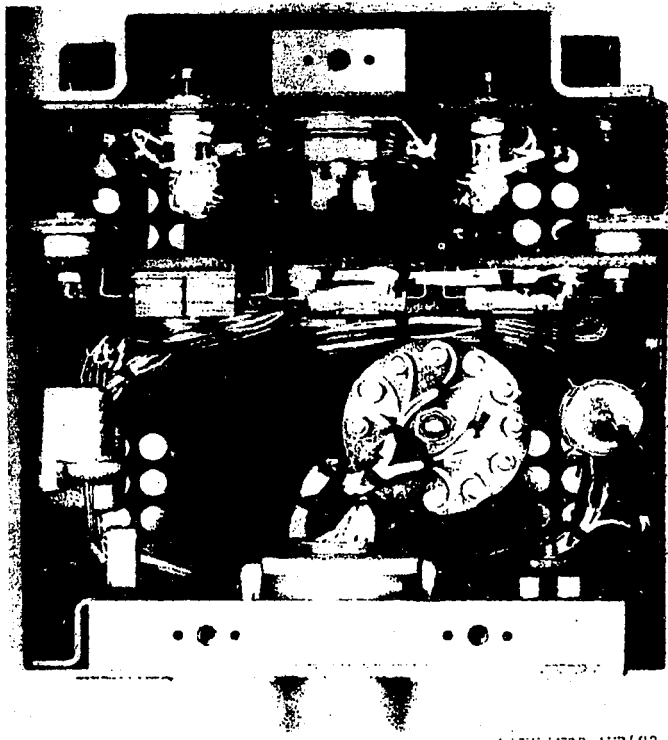
CIRCUITO DETECTOR DE ERROR DE VOLTAJE Y DE SENSIBILIDAD
 Figura 1.14

2,400 veces por segundo cuando la salida del generador es de 400 ciclos por segundo.

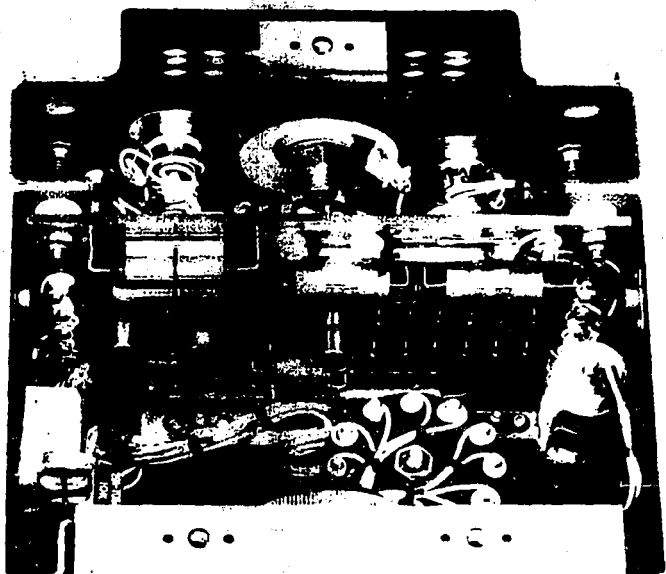
Circuito de estabilización. Un circuito LC en serie se encuentra a través del transistor de entrada para la estabilización de todo el sistema. Mientras el voltaje se arma y existan condiciones transitorias, éste circuito de estabilización limita los voltajes transitorios producidos por el disparo del regulador. Durante la operación de estado fijo, el circuito ayuda a la estabilización del sistema y decrece la modulación del voltaje. Las figuras 1.15, 1.16 y muestran físicamente al regulador.



REGULADOR DE VOLTAJE
Figura 1.15



VISTA INTERIOR DEL REGULADOR DE VOLTAJE
Figura 1.16



VISTA INTERIOR DEL REGULADOR DE VOLTAJE
Figura 1.17

1.4. INVERSOR ESTÁTICO.

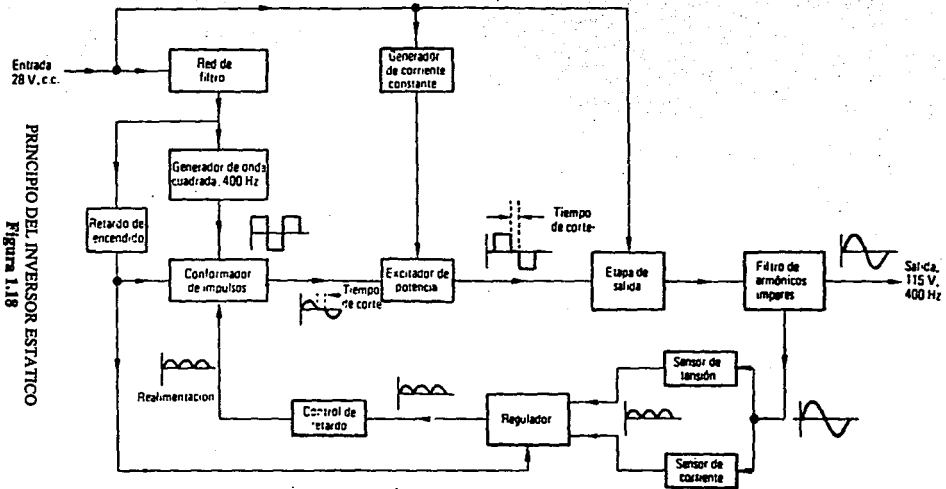
El inversor estático abastece energía de c.a., para la operación de los instrumentos esenciales en caso de falla total de energía de c.a. El inversor es del tipo transistorizado, a la entrada se abastece con 28 volts de c.d. (tomados de la barra directa de batería) y a la salida entrega corriente alterna de una fase de 115 volts, 400 Hz. Durante la operación normal el inversor está inoperativo, siendo abastecida la barra de emergencia de c.a., por las barras izquierda o derecha de c.a. Cuando el interruptor de corriente de emergencia se pasa a la posición de puesto (ON), la barra izquierda y derecha de c.a., se desconectan de la barra de emergencia de c.a., la energía de c.d., de la barra directa de la batería se conecta a la entrada del inversor y la salida se conecta a la barra de emergencia de c.a. Durante la operación de recarga de combustible, el inversor de emergencia también abastece energía al tablero de recarga, cuando los sistemas de energía normal no están energizados. El interruptor de corriente de emergencia debe de estar en la posición de cortado (OFF) para esta operación.

La c.d., se lleva a los circuitos transistorizados de una red de filtro, un conformador de impulsos, un generador de corriente constante, una etapa excitadora de potencia y la etapa final. Después de eliminar mediante filtrado cualesquiera variaciones que se produzcan en la entrada, la c.d., se lleva a un generador de onda cuadrada, que proporciona la primera conversión de c.d., en alterna rectangular, al mismo tiempo que establece la frecuencia de funcionamiento buscada, de 400 Hz. Esta salida se aplica a continuación a un conformador de impulsos, que regula la anchura de los impulsos de la señal y modifica su forma de onda antes de pasarlos a la etapa excitadora.

Se observará en la figura 1.17 que la c.d., necesaria para el funcionamiento del conformador de impulsos se aplica por medio de un circuito de retardo de encendido. La razón es que el conformador de impulsos tiene que retrasar su salida hacia la etapa excitadora hasta que se haya estabilizado la tensión. El excitador aplica una salida simétrica de impulsos modulados en anchura, destinada a controlar la etapa final, y la señal tiene una forma rectangular. Al mismo tiempo, el excitador se cortocircuita cada vez que la tensión baja a cero, es decir, durante el tiempo de corte.

La etapa de salida produce también una tensión rectangular, pero de impulsos de anchura variable. Esta salida se aplica por último a un circuito de filtro, que produce los armónicos impares con el fin de producir una salida de onda senoidal de tensión y frecuencia apropiadas para el accionamiento de los sistemas conectados al inversor.

Como en el caso de los otros tipos de generador, la salida del inversor estático tiene que mantenerse también dentro de unos límites determinados. En la figura se puede observar que esto se consigue por medio de un sensor de tensión y otro de corriente, que producen una señal de retroalimentación de c.a., rectificadas, la cual controla el tiempo de corte del conformador de impulsos por medio de un circuito regulador y otro de corte



PRINCIPIO DEL INVERSOR ESTÁTICO
 Figura 1.18

CAPITULO 2

RELEVADORES Y PROTECCIONES.

2.1. IDEAS BASICAS DE LA PROTECCION.

Un sistema de potencia eléctrica debe asegurar que toda carga conectada al mismo disponga ininterrumpidamente de energía durante su operación. La interrupción en el suministro de energía por cualquier causa puede ocasionar no sólo daños mecánicos, sino también fallas eléctricas. Una de las principales causas de interrupción es una falla en derivación o cortocircuito, que ocasiona un cambio súbito y a veces violento en la operación del sistema.

Los relevadores de protección y los sistemas de relevadores detectan condiciones anormales, tales como las fallas en los circuitos eléctricos y, en forma automática, los interruptores funcionan para aislar con la mayor rapidez el material defectuoso del sistema. Esto limita el daño al lugar en que se localiza la falla e impide que sus efectos se propaguen al sistema. La función de los relevadores de protección acoplados a los interruptores, consiste, pues, en prevenir las consecuencias de las fallas. El interruptor debe poder interrumpir tanto las corrientes anormales como las de falla. También el relevador de protección tiene que reconocer una condición anormal en el sistema de potencia, y actuar adecuadamente para eliminarla con seguridad y así evitar al máximo la perturbación en la operación normal.

Debe entenderse que un relevador de protección no puede prevenir las fallas. Sólo puede actuar después de que ésta se ha presentado. Sería muy conveniente que la protección pudiera anticipar y prevenir las fallas, pero obviamente esto es imposible, excepto cuando la causa original de la falla produce alguna anomalía que haga funcionar a un relevador de protección.

2.2. FUSIBLES.

Los fusibles son un material (estaño, plomo, zinc, etc.) de bajo punto de fusión. Cuando se produce una corriente excesiva se eleva la temperatura del fusible (cuya resistencia por unidad de longitud es mayor que la de las líneas, al ser un hilo mucho más fino) y llega un momento en que éste se funde, abriendo así el circuito e interrumpiendo el paso de la corriente de intensidad excesiva. Con esto evita que esta atravesase los conductores de la línea y se produzca un calentamiento anormal, con los consiguientes problemas que podrían producirse.

Su misión es proteger las instalaciones contra las corrientes excesivas producidas en la mayoría de los casos, por cortocircuitos (unión directa de hilos de la línea entre sí) o derivaciones a tierra de un hilo activo.

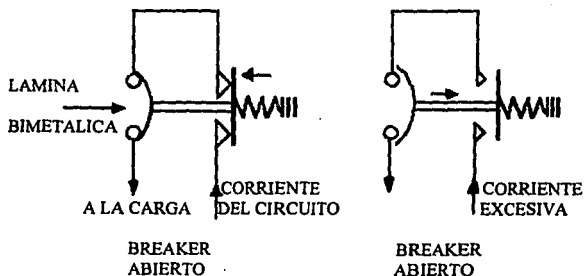
2.3. INTERRUPTORES O DISYUNTORES.

Uno de los componentes más utilizados en la conexión y desconexión de sistemas eléctricos es el interruptor. Los dispositivos de conexión y desconexión que generalmente se emplean en el control y maniobra se clasifican en dos tipos generales. El primero de ellos es el seccionador cuyas características son solamente la intensidad y la tensión, es decir, no son aptos para ruptura ni el cierre por lo que no deben ser utilizados en las conexiones y desconexiones bajo carga. Generalmente no van provistos de fusibles.

El segundo tipo es el llamado propiamente interruptor, siendo capaz de interrumpir la corriente del sistema bajo sobre cargas normales, siendo una de sus características nominales la intensidad o potencia que puede interrumpir o conectar. Cuando se le utiliza para la desconexión y protección del circuito, éste interruptor debe ir provisto de fusibles.

Los disyuntores o interruptores automáticos presentan las mismas propiedades de desconexión que los interruptores y las protecciones de circuito con fusibles. Estos interruptores poseen un mecanismo de retención con desenganche mediante dispositivo térmico, de modo que permite conectarse nuevamente una vez pasada la sobrecarga formando una sola unidad que ofrece al mismo tiempo función de conexión, desconexión y protección contra cortocircuito, lo que hace que esta unidad sea más compacta que el conjunto de interruptor y fusibles separados.

Los disyuntores (fig. 2.1) tienen el mismo principio de funcionamiento que los fusibles, aislando los circuitos defectuosos por medio de un dispositivo de enclavamiento mecánico accionado por la deformación de una lámina bimetálica cuando ésta sufre un excesivo calentamiento.



INTERRUPTOR AUTOMATICO Figura 2.1

Una vez que el disyuntor se ha abierto se queda en esta posición aunque la lámina bimetálica se enfríe, por lo que es necesario reposicionarlo, manualmente, para lo cual lleva un botón en su parte exterior que salta al abrirse y que se debe pulsar para cerrarlo. Antes de intentar reponer un disyuntor, y dado que salta por calor, conviene dejarlo fuera un cierto tiempo

para que se enfríe.

Los disyuntores utilizados en los aviones son de funcionamiento automático, de reposición manual pulsando y desconexión a voluntad tirando del botón exterior.

Estos disyuntores, llamados de libre disparo, no se pueden reconectar aunque físicamente se mantenga pulsado el botón, hasta que ha desaparecido la causa que los hizo saltar.

2.4. RELEVADORES.

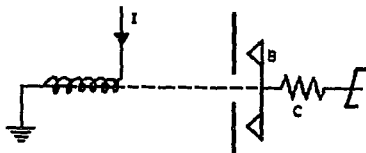
Relevador es todo dispositivo que, al ser excitado débilmente por una corriente eléctrica o cualquier otra forma de energía, provoca un cambio importante en una corriente o mecanismo de energía mucho más fuerte.

Se emplean como dispositivos interpuestos en ciertos órganos de mando con objeto de que una impulsión eléctrica breve o de escasa intensidad permita gobernar un aparato, regular una corriente eléctrica mucho mayor o ejercer alguna otra acción importante en comparación con la que requiere el relevador.

El relevador más elemental consta de un electroimán, formado por el núcleo y la bobina de relevador, una armadura móvil de material ferromagnético y los contactos. Al circular suficiente corriente por la bobina electromagnética, ésta atrae a la armadura hacia el núcleo, cerrando los contactos del circuito que se trata de activar o simplemente de conectar. Si cesa el paso de corriente por la bobina la armadura vuelve a su posición primitiva por la acción de un resorte (fig.2.2).

El relevador puede abrir y cerrar más de un contacto. El número, disposición y orden de los contactos puede variarse.

Normalmente se dice que un relevador está activo cuando tiene corriente y masa. Masa no es más que la salida de la corriente, o dicho de otra forma, que el circuito de la bobina esté cerrado para que pueda circular la corriente.



RELEVADOR
Figura 2.2

Los relés se pueden clasificar atendiendo a varios criterios como son el tipo de mecanismo o principio de funcionamiento, tiempo de actuación, forma de conexión de sus bobinas y aplicación o finalidad de las mismas. Atendiendo a el último criterio tenemos:

Relevadores de control: mando a distancia, sucesión de maniobras, retardo de tiempo, etc.

Relevadores de protección: contra valores excesivos o demasiado bajos, intensidad, potencia o frecuencia, contra inversión de corriente o fase, etc.

Los circuitos de control contienen generalmente uno ó más relevadores, principalmente a causa de que el relevador confiere flexibilidad a los circuitos. El relevador es por su propia construcción un amplificador mecánico.

Cuando se excita la bobina de un relevador con 28 volts y los contactos están controlando un circuito de 115 volts, se amplifica la tensión mediante el uso del relevador. Las bobinas del relevador sólo necesitan una corriente muy pequeña para su funcionamiento y se utilizan para controlar circuitos de corrientes intensas. Así pues, también son amplificadores de corriente. El relevador es inherentemente un dispositivo de una sola entrada que solo requiere una sola tensión o corriente para activar su bobina. Sin embargo, utilizando varios contactos, el relevador se puede convertir en un dispositivo de varias salidas, por lo que también puede considerarse como amplificador del número de operaciones, siendo controladas por una sola entrada.

Los relevadores se emplean generalmente para aceptar información de un dispositivo sensible o detector y la convierten en el nivel apropiado de potencia, número de diversos circuitos, u otro factor de amplificación para conseguir el resultado que se desea en el circuito de control. Estos dispositivos detectores utilizados conjuntamente con relevadores reciben el nombre de dispositivos piloto y están proyectados para que sean sensibles o detecten magnitudes físicas tales como la corriente, la tensión, las sobrecargas, la frecuencia, y muchas otras, incluyendo la temperatura. El tipo apropiado de relevador a utilizar en un circuito dado estará determinado por el tipo de dispositivo detector que le transmite la información.

Como un ejemplo se muestra la figura 2.3.

2.4.1. RELEVADOR DE ENERGIA DEL SISTEMA DE C.A.

Para un mejor entendimiento de los relevadores de energía, la secuencia de la operación de los relevadores se explica antes de discutir la operación de los relevadores de energía que se usan en el sistema de c.a. Los números entre paréntesis en el texto siguiente corresponden a los que se muestran en la figura 2.4.(a) y (b).

Cuando se aplican 28 volts de c.d., a la bobina de cerrar (1), la armadura se levanta magnéticamente (2) aplicando una fuerza sobre la palanca y el conjunto del seguro de barra (3) en el punto de ajuste (4).

La palanca y los pivotes del conjunto del seguro de barra en el punto de pivote (5) y los contactos principales (6) cierran, conectando el generador a la barra.

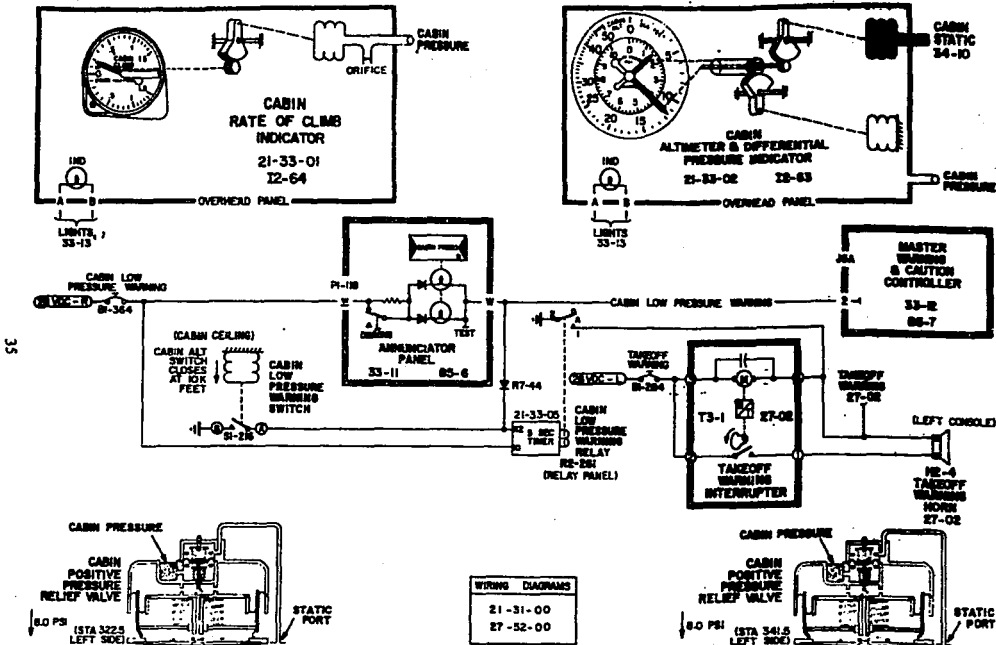
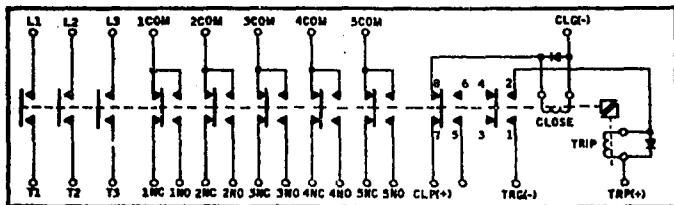
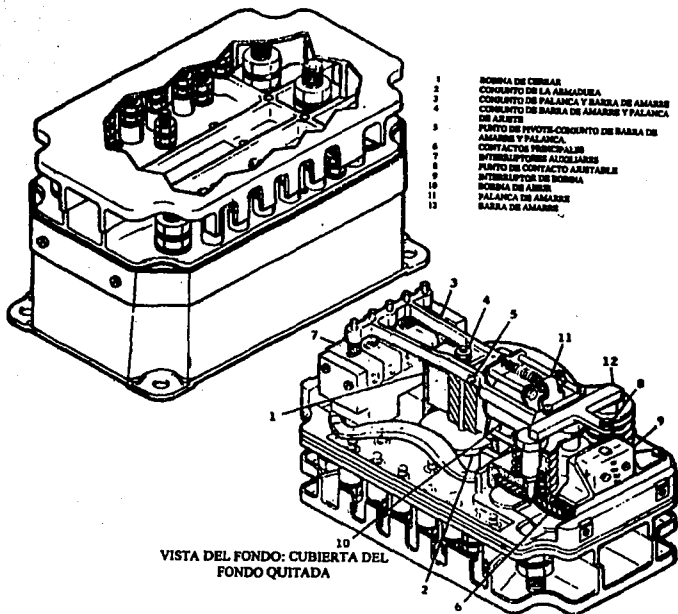


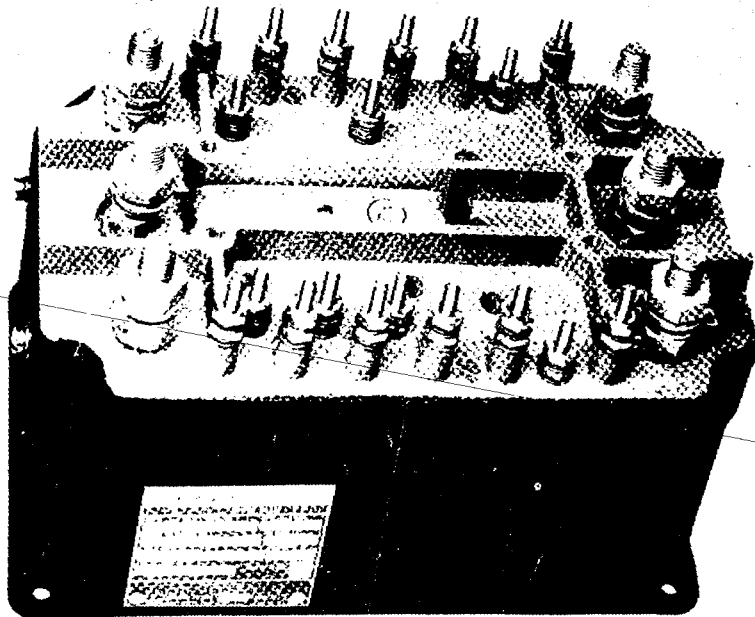
Figure 2.3



CONTACTOS ESQUEMATICOS CON EL RELEVADOR EN LA POSICION DE ABIERTO

RELEVADOR DE ENERGIA

Figura 2.4



RELEVADOR DE PODER
FIGURA 2.5

Durante el recorrido de la palanca y el conjunto del seguro de barra, los interruptores auxiliares (7) se actúan. Esta acción, abre o cierra los contactos, dependiendo de las conexiones de la terminal auxiliar, para indicar la operación del relevador de energía.

Cuando los contactos de energía cierran, el punto de contacto de ajuste (8) actúa el interruptor de la bobina (9), quitando el voltaje de la bobina de cerrado y completando el circuito a la bobina de abrir (10).

El seguro de la palanca (11) está ahora deslizado sobre el seguro de barra (12), amarrando los contactos principales en la posición de cerrado.

Por medio de la aplicación de 28 volts de c.d., a la bobina de abrir, se completa la acción de amarrar en abierto. Cuando el voltaje se aplica a la bobina de abrir (10), el seguro de la palanca es jalado desde el seguro de barra (12). La palanca y el seguro de barra están ahora libres para poder abrir. Los resortes sobre el conjunto de contactos de energía, empujan la palanca para abrir, de tal forma que abre los contactos de energía e invierte los interruptores de los contactos auxiliares.

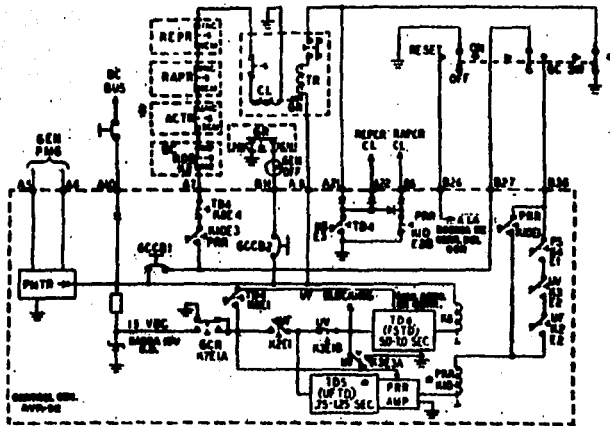
Toda la energía de c.a., de cada generador fluye a través de los contactos principales del relevador de generador a su correspondiente barra de c.a. Esto es, cada relevador de generador con su circuito asociado debe ser capaz de conducir o interrumpir el flujo de energía de cualquier control, ya sea manual o automático, bajo todas las condiciones de operación, normales o de falla. La figura. 2.5, muestra todos los circuitos del tablero de control de generador (dentro de la línea punteada) y el sistema relacionado a la operación del relevador del generador.

La fuente de energía para la operación del relevador del generador, son los 28 volts de la barra de c.d., del tablero de control del generador, suministrados por cualquiera de las siguientes partes, el tablero del transformador rectificador del generador de imán permanente o cuando es necesario, por el sistema de la barra de transferencia de c.d.

El circuito de abrir del relevador de generador opera directamente desde la barra de 28 volts de c.d., del tablero de control de generador, mientras que el circuito de cerrar del relevador de generador y el circuito del relevador de energía lista del tablero (PRR) opera a través de un disyuntor de 7.5 amperes (GCCB-1).

Con el fin de hacer que el relevador de generador abra, esto se logra en varias formas: (a) Manualmente, por medio del interruptor de control de generador que debe ponerse en la posición de "OFF" (cortado); (b) Automáticamente, ya que se abre el relevador de energía lista PRR (debido a una falla de baja frecuencia, o por que se abre el relevador de control de generador por medio de la protección diferencial o por sobre voltaje); (c) Por el cierre del retardo de tiempo selector de falla TD4 (debido a una falla de bajo voltaje).

Para cerrar el relevador de generador es necesario que el interruptor del mismo, esté en posición "ON" (puesto), esto es, activando el circuito del relevador de energía lista (PRR). Con esta condición, el relevador del generador cierra automáticamente siempre y cuando el relevador de energía lista (PRR) esté energizado y el retardo de tiempo TD4 no se halla actuado, previniendo que los relevadores de energía externa, de energía auxiliar y de alimentación cruzada, se abran y que el relevador de barra muerta (DB) (en el tablero de control de barra)



Se muestra solamente el sistema derecho

Nota:

El contacto para el control del relev. del generador izquierdo, es IL ICM-INC. Los otros contactos son los mismos para ambos sistemas, el izquierdo y el derecho.

Nota:

El PRR se recoge cuando el GCR y el U:F cierran. El PRR se separa inmediatamente, cuando el GCR abre y 0.75 A 1.25 segundos después, la UF desaparece.

CONTROL DEL GENERADOR
Figura 2.6

sienta una barra muerta.

El cierre inicial del relevador de energía lista (PRR) requiere que el interruptor de control del generador esté en la posición de "ON" (puesto), que la secuencia de fases (PS), voltaje (UV) y la frecuencia de salida del generador (UD) sean correctas y que el relevador de control de generador esté cerrado. Una vez que está cerrado, la secuencia de fases (PS) y el bajo voltaje (UF) no afectan el circuito del relevador de energía lista (PRR), debido al contacto de derivación.

El relevador de energía lista (PRR) se desenergizará inmediatamente después de que el relevador de control del generador abra, ya que 0.75 a 1.25 segundos después de la operación del retardo de tiempo de baja frecuencia (UFTD5) sigue a la condición de baja frecuencia. El retardo de tiempo de baja frecuencia, anula las bajas frecuencias transitorias y provee un modo normal para desenergizar el relevador de energía lista y abrir el relevador de generador con el motor cortado.

2.5. TRANSFORMADORES.

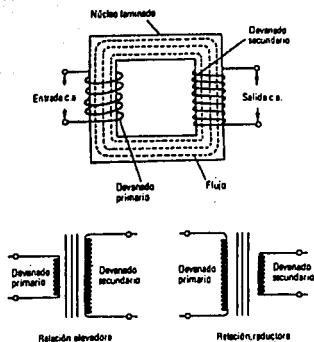
Un transformador es un dispositivo que convierte corriente alterna de una frecuencia dada en otra de igual frecuencia, pero distinta tensión. Consta de tres partes principales: 1) Un núcleo de hierro que proporciona un circuito de baja reluctancia para el campo magnético alterno creado por 2) un devanado primario que está unido a la fuente de alimentación de entrada, y 3) un devanado secundario, que recibe la energía eléctrica por medio de la inducción mutua existente entre él y el primario y la entrega al circuito secundario.

Hay dos clases de transformadores: de tensión o potencia y de corriente.

Principio. Las tres partes principales del transformador se muestran esquemáticamente en la fig. 2.6. Cuando se aplica una tensión alterna al devanado primario, circula por él una corriente alterna, que por autoinducción establecerá una tensión en éste mismo devanado, opuesta y casi igual a la aplicada. La diferencia entre estas dos tensiones producirá una corriente suficiente (corriente de excitación) en el primario para originar un flujo magnético alterno en el núcleo. El flujo en cuestión corta el devanado secundario y por inducción mutua (en la práctica, los dos devanados están enrollados uno sobre el otro) se establece una tensión en el secundario.

Quando se conecta una carga en el devanado secundario, entre sus bornes, la tensión secundaria hace que circule una corriente por ese devanado, con lo que se produce un flujo magnético que tiende a neutralizar el producido por la corriente primaria. Esto a su vez reduce la tensión autoinducida, o de oposición, del devanado primario, y deja que pase más corriente, para reestablecer el flujo del núcleo en un valor muy poco inferior al existente sin carga.

La corriente primaria aumenta conforme lo hace la de la carga secundaria, y disminuye con esta. Al desconectar la carga, la corriente primaria vuelve a reducirse hasta el valor de la pequeñísima de excitación, suficiente sólo para imantar el núcleo.



PRINCIPIO DEL TRANSFORMADOR
 Figura 2.7

Para realizar la función de cambiar la tensión de un valor al otro, uno de los devanados se hace con más espiras. Esta relación entre el número de espiras del secundario (N_2) y las del primario (N_1) se llama relación de espiras o relación de transformación (r) y se expresa por la ecuación:

$$r = N_2/N_1 = E_2/E_1$$

siendo E_1 y E_2 las tensiones correspondientes a los dos devanados.

Cuando la relación de transformación es tal que el secundario produce una tensión superior a la del primario, se dice que el transformador es elevador; por el contrario, cuando sucede lo opuesto, el transformador es reductor. Las disposiciones de los circuitos de los dos tipos son la mostradas en la figura 2.6.

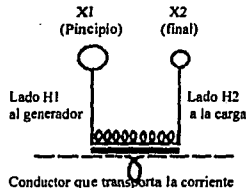
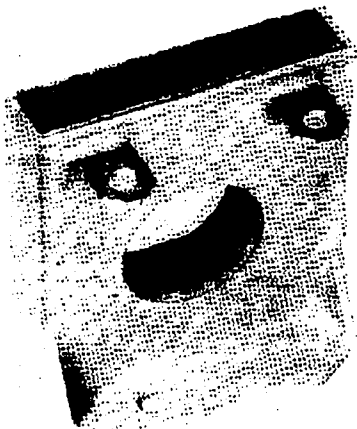
Para el caso del autotransformador los devanados están en serie y en un núcleo hecho con láminas en L. Parte de los embobinados primario y secundario están devanados a cada lado del núcleo.

2.5.1. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE PROTECCION DIFERENCIAL (CT's)

Los transformadores de corriente se usan en muchos sistemas de protección de generadores de c.a. Estos transformadores tienen una relación de corrientes de entrada/salida que es inversamente proporcional a la razón de espiras de los devanados primario y secundario. En la figura 2.7. se representa una unidad típica, diseñada con un sólo secundario, devanado en el

núcleo toroidal de hierro al silicio. El conjunto junto con la base de metal, va encapsulado en un molde de resina. La polaridad de los transformadores de ésta clase va indicada con las marcas H1 en la cara que mira al generador y H2 en la cara que queda hacia la carga.

El devanado primario está formado pasando un cable del sistema de alimentación por la abertura del núcleo. El cable se devana con una sola espira si llave una corriente grande y con dos ó tres si lleva una corriente pequeña. El principio de funcionamiento es el mismo que el de un transformador normal. En la figura 2.8 se muestra un transformador de corriente de protección diferencial físicamente.



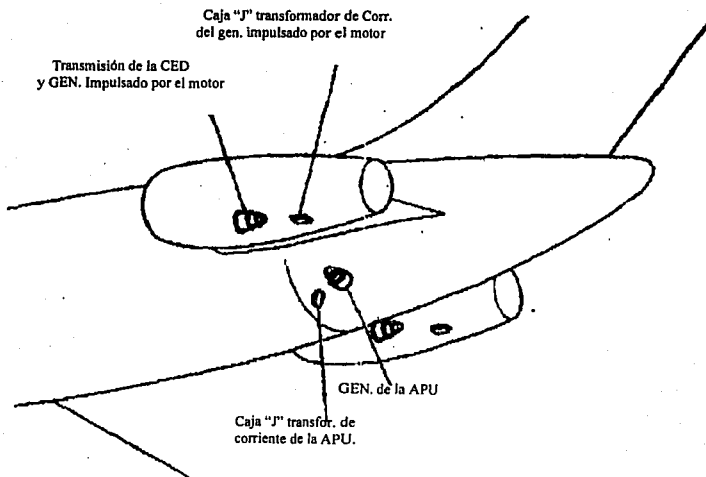
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

Figura 2.8

La protección de corriente diferencial se usa para sentir las fallas línea a línea o de línea a neutral en cada una de las fuentes de energía (izquierda, derecha y APU). Esta forma de sentir fallas se consume por medio de un transformador de corriente por fase en el lado neutral de cada uno de los generadores de c.a., así como un transformador sensor de corriente por fase, en el lado de la carga de cada uno de los relevadores de energía respectivos. Todo esto necesita seis transformadores de corriente (CT's) por cada uno de los generadores y nueve para el generador de la APU.

Existen seis transformadores de corriente para los generadores y seis también de estos para el generador de la APU, que se localizan en el lado trasero o posterior de la central de energía eléctrica para la operación de circuitos de cambio o de interrupción para los transformadores del lado de la carga de la APU.

Tres cajas de conexiones cada una conteniendo tres transformadores de corriente se localizan, una en cada nariz de motor y una en el compartimento de la APU, como se muestra en la figura 2.8.



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA-FUSELAJE
Figura 2.9

CAPITULO 3

UNIDAD DE VELOCIDAD CONSTANTE

3.1 GENERALIDADES

La unidad de velocidad constante, proporciona un medio para impulsar al generador de c.a., a una velocidad constante, no importando las variaciones de velocidad del motor y de cargas eléctricas, aplicadas. Esta unidad de velocidad constante, está instalada sobre una base adaptada en la parte inferior trasera, de la línea central de la caja de accesorios del motor.

3.2. DESCRIPCION Y OPERACION

La transmisión de la unidad de velocidad constante, es una unidad del tipo de engrane diferencial, la cual incluye un sistema hidráulico, una unidad de energía y un gobernador. La bomba de carga del sistema hidráulico, mueve el aceite de su propio deposito integral, a través de un filtro, a la unidad de energía y al gobernador. El gobernador es una válvula de control hidráulico que opera por medio de contrapesos balanceados por un resorte, misma que dirige la presión de aceite al cilindro de control. Como la velocidad de entrada a la transmisión, varia, el flujo de aceite dirigido al cilindro de control, varia también, y por tanto el cilindro de control estará en la posición adecuado. El movimiento del cilindro de control controla la operación de la unidad hidráulica variable, la cual es una parte de la unidad de energía. La unidad de energía es capaz de aumentar o reducir la velocidad de entrada para mantener una velocidad de salida constante de 6,000 rpm, dentro de límites adecuados. El retorno y el drenaje de aceite del colector del mismo, es bombeado a través del filtro de barrido del sistema de enfriamiento de aceite de la transmisión y regresa al tanque por la bomba de barrido. El aceite es enfriado por el flujo de aire de derivación del motor, que fluye a un radiador de aceite del tipo de aletas, el cual está instalado en el lado superior derecho del motor.

Para asegurar la lubricación en el estriado de la flecha de entrada de la unidad de velocidad constante, la cavidad formada entre el extremo impulsor de la transmisión y la caja de engranes del motor, se llena con una cantidad suficiente de aceite para cubrir el estriado. Para llenar o agregar aceite a la transmisión de la unidad de velocidad constante o al hueco del adaptador, se efectúa por medio de llenado a presión, la acción capaz de entregar inmediatamente la lubricación de aceite apropiado. En la transmisión de la unidad de velocidad constante y en el hueco del adaptador, hay puertos de drenaje que evitan el sobre llenado en estas partes.

La rotación de salida de la transmisión, se puede detener bajo procedimientos específicos, colocando el interruptor de la unidad de velocidad constante correspondiente, en la posición de

desconectado. Este energizará eléctricamente el solenoide de desconexión, soltando el seguro cargado a resorte, y la acción resultante desengargará la flecha de entrada rotatoria del diferencial planetario de la transmisión de la unidad de velocidad constante. Cuando se ha desengargado, la transmisión no deberá ser reengarzada hasta que el motor se detenga totalmente. El reengarce de la transmisión se efectúa jalando hacia abajo la manija T hasta que se siente un tope y una vez que se sienta, se soltará la manija.

3.3 INDICACIONES.

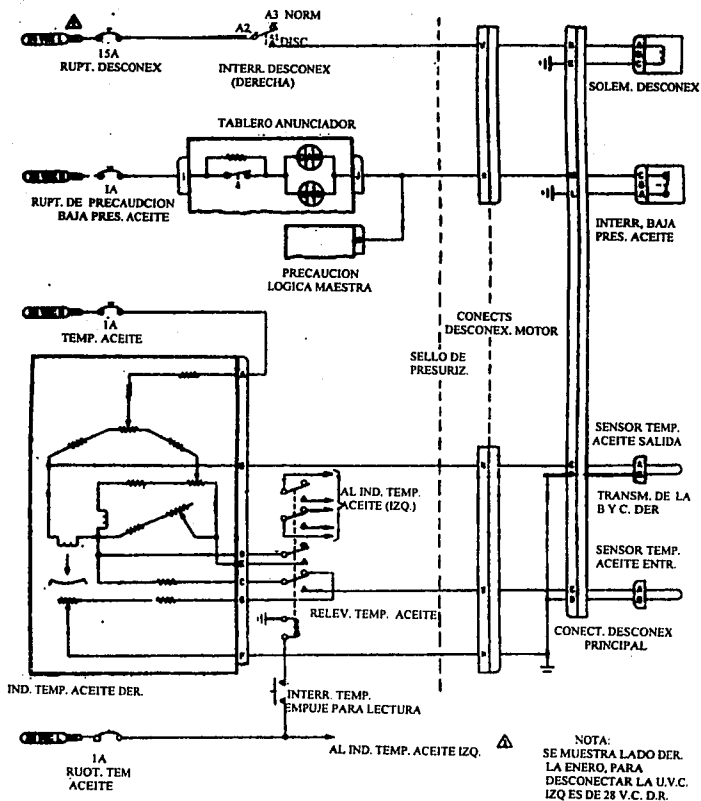
Esta unidad cuenta con un sistema sensor de presión y otro de temperatura, para la prevención de posibles daños ocasionados por una baja presión de aceite ó una alta temperatura del mismo. Existe un interruptor sensor de presión, localizado en la parte superior de la transmisión y una luz de precaución sobre el tablero anunciador del tablero superior de interruptores, que son usados en el circuito de luz de baja presión de aceite de la unidad de velocidad constante. Cuando la presión de aceite está abajo del valor de seguridad mínimo (100 a 150 psi) el interruptor cierra y completa el circuito de luz a tierra, lo que hace que la luz se prenda. Siempre que la luz de baja presión de aceite de la unidad de velocidad constante se prenda, luz luces de precaución maestras también prenderán. Durante operación normal, la presión de carga hace que abran los contactos del interruptor de presión y la luz de precaución se apaga. Como se muestra en la figura 3.1.

La temperatura del aceite en cada transmisión es sentida por medio de sensores de temperatura idénticos, instalados en los puertos de salida y de entrada de aceite de la transmisión. Durante la operación, la indicación de temperatura se muestra en un indicador de doble escala, localizado sobre el tablero de interruptores superior. Normalmente el indicador nos muestra la temperatura de salida del aceite.

Oprimiendo el interruptor de tipo de botón, que se localiza junto a los indicadores de temperatura de aceite, podemos leer el aumento de temperatura del aceite. Este aumento es la diferencia entre las temperaturas de entrada y de salida del aceite.

El sensor de velocidad de salida, está provisto para una fácil localización de fallas en el sistema de energía eléctrica. Durante operación normal, se aplican al tablero de control de generador correspondiente, señales del sensor de velocidad de salida de la transmisión y del sensor de velocidad del motor. Los circuitos dentro del tablero de control de generador son tales, que cuando el motor esta operando y no se recibe ninguna señal del sensor de velocidad de salida de la transmisión, la luz de impulsor (DRIVE) en el anunciador de mantenimiento, se prenderá, lo que indica que la transmisión no está operando. Una vez que la luz en el anunciador de mantenimiento se ha prendido, permanecerá así hasta que el sistema se recupere o que el interruptor de restauración (RESET) se opere manualmente.

3.4. TRANSMISION DE LA UNIDAD DE VELOCIDAD CONSTANTE



CIRCUITOS DE DESCONEXION E INDICACIONES DE LA UNIDAD DE VELOCIDAD CONSTANTE - SIMPLIFICADO

Figura 3.1

3.4.1. GENERALIDADES.

La transmisión de la unidad de velocidad constante es una transmisión hidromecánica, localizada en el lado trasero de la sección de accesorios de motor, en el fondo de la línea central del motor. La transmisión de la unidad de velocidad constante se usa para impulsar un generador de c.a., de 40 KVA, a una velocidad constante de 6,000 rpm, dentro de límites normales, a través de las variaciones de velocidad de operación normal del motor. En efecto, la velocidad constante del generador de c.a., produce corriente de aproximadamente 400 ciclos por segundo. Existe una combinación para cada motor, de transmisión de la unidad de velocidad constante - generador de c.a. Cada transmisor de la unidad de velocidad constante, consiste esencialmente de una transmisión hidráulica, con controles mecánicos que gobiernan la velocidad de salida de rotación. La transmisión de la unidad de velocidad constante, es capaz de agregar o substraer velocidad de la caja de engranes del motor, para proporcionar velocidad de salida constante y mantener el generador de c.a., en frecuencia. La acción del gobernador mecánico (contrapeso) conserva la salida del generador de c.a., en 400 ciclos por segundo (cps). La velocidad de salida constante de la transmisión de la unidad de velocidad constante, se mantiene debido a las fases de operación de sobrevelocidad, en velocidad y baja velocidad.

3.4.2. SOBREVELOCIDAD.

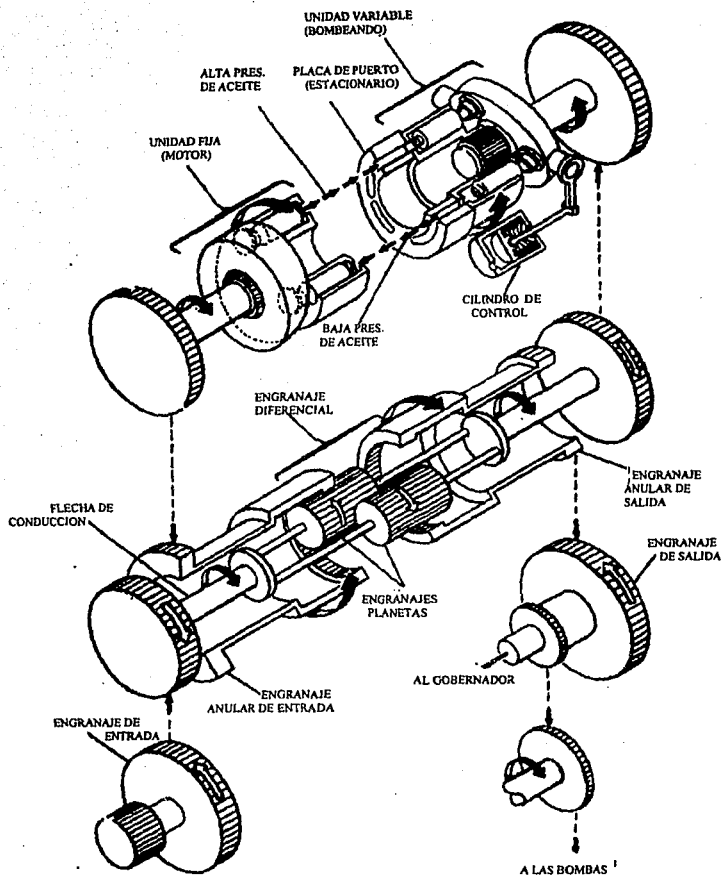
Si la velocidad de entrada suministrada a la transmisión de la UVC, es menor que la necesaria para producir la velocidad de salida requerida, la transmisión de la UVC cambia la torsión para que, hidráulicamente, se pueda acelerar la velocidad necesaria a la salida, a través del diferencial. La transmisión de la UVC una vez que se le ha agregado velocidad, se dice que está operando en sobrevelocidad (figura 3.2).

3.4.3. EN VELOCIDAD.

Si la velocidad de entrada suministrada a la transmisión de la UVC, es la suficiente para producir la velocidad de salida requerida, la transmisión de la UVC, impulsa al generador de c.a., mecánicamente. La transmisión de la UVC, cuando no de efectúa ningún aumento ni disminución de velocidad, está operando en velocidad.

3.4.4. BAJA VELOCIDAD.

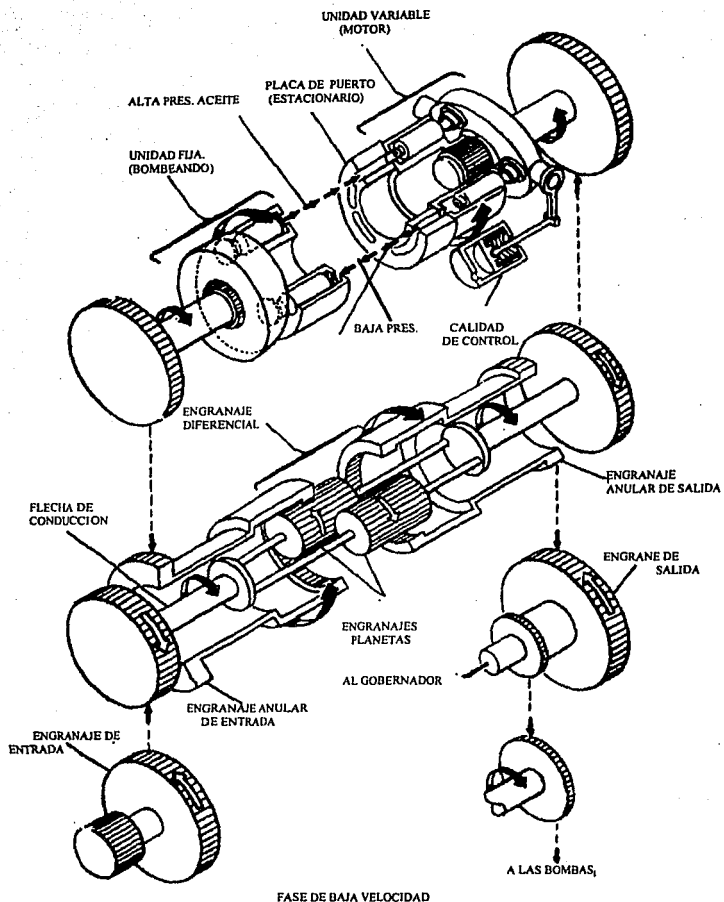
Si la velocidad de entrada a la transmisión de la UVC, excede a la necesaria para producir la velocidad de salida requerida, la transmisión de la UVC absorbe la velocidad hidráulicamente a través del diferencial, esto es, la substraer de la velocidad de entrada. La transmisión de la UVC, cuando se le substraer velocidad, se dice que está operando en baja velocidad (figura 3.3).



FASE DE SOBREVELOCIDAD

OPERACION DE LA UNIDAD DE ENERGIA DE TRANSMISION DE LA U.V.C.

Figura 3.2



OPERACION DE LA UNIDAD DE ENERGIA DE TRANSMISION DE LA U.V.C.
Figura 3.3

3.5. UNIDAD DE ENERGIA.

La energía usada para impulsar al generador de c.a., es controlada y transmitida desde el motor, por medio de efectos combinados del engranaje diferencial, de la unidad hidráulica variable de la unidad hidráulica fija.

3.5.1. ENGRANAJE DIFERENCIAL.

El engranaje diferencial consta de una flecha de conducción, dos engranes planetarios, un engrane anular de entrada y un engrane anular de salida. La relación entre los engranes anulares y los engranes planetarios es de 2:1.

En cualquier condición de velocidad y carga, la carga se impone sobre el engrane anular de salida por el engrane de salida, y la torsión de entrada es suministrada por el engrane de entrada, haciendo girar la flecha de conducción. Si no hubo torsión en el engrane de entrada, podría girar a cualquier velocidad que permitiera el engrane anular de salida, detenerse y, a la flecha de conducción girar a su velocidad de impulso. Debido a la relación de engranes, la velocidad del engrane anular de entrada en esta condición, podría ser del doble de la velocidad de la flecha de conducción. Cuando se desea una velocidad de salida determinada, el engrane anular de entrada debe ser obligado (variando los grados de torsión que deben ser aplicados al engrane anular de entrada) a producir una velocidad de salida controlada.

Si el engrane anular de entrada es obligado a una velocidad cero, el engrane anular de salida, girará al doble de velocidad de la flecha de conducción. Si el engrane anular de entrada, es obligado a girar en dirección opuesta a la de la flecha de conducción, el engrane anular de salida girará a una velocidad superior del doble de la flecha de conducción. Esto es, el diferencial es un dispositivo sumador que está controlado a través del engrane anular de entrada, para sumar o restar a la velocidad de entrada y alcanzar la velocidad de salida deseada.

3.6. UNIDAD HIDRAULICA VARIABLE.

La unidad hidráulica variable, consta de un bloque de cilindros émbolos alternativos, un balanceador de ángulo variable y un émbolo de control. La unidad variable está conectada al montaje accesorio del motor por medio de un engranaje directo; consecuentemente, la velocidad del bloque de cilindros es siempre proporcional a la velocidad de entrada y, la dirección de rotación, es siempre la misma.

Cuando la transmisión de la UVC está operando en sobrevelocidad, la unidad hidráulica variable, funciona como una bomba hidráulica. Para permitir que la unidad variable bombee aceite, los puertos del gobernador cargan aceite al émbolo de control, mismo que posiciona al balanceador en tal forma que el aceite es comprimido, como los émbolos son forzados dentro de la rotación del bloque de cilindros rotativos. Esta alta presión (presión de trabajo) de aceite, es destinada a la unidad hidráulica fija.

Como la velocidad de entrada crece y la necesidad de agregar velocidad decrece, los puertos del gobernador envían cada vez menos aceite al cilindro de control hasta que el balanceador variable se encuentra en una posición aproximadamente perpendicular a los émbolos; y no se bombeará ni se recibirá por la unidad variable, ningún aceite, excepto el que sea requerido por pérdida de energía debida a fricción o fuga. De éste modo, la transmisión de la UVC, está operando en velocidad a través del impulsor.

Cuando la transmisión de la UVC está operando en baja velocidad, la unidad hidráulica variable funciona como un motor. Con el fin de permitir a la unidad variable operar como motor (recibe aceite desde la unidad de bombeo), el gobernador hará que el aceite salga del cilindro de control, ocasionado con esto que el balanceador se coloque de tal forma que el volumen de aceite que entra a los cilindros en el lado de alta presión, se aumente; consecuentemente, el aceite fluye de la unidad hidráulica fija a la unidad hidráulica variable.

3.7. UNIDAD HIDRAULICA FIJA.

La unidad hidráulica fija, consiste en un bloque de cilindros émbolos alternativos y un balanceador de ángulo fijo. La dirección de rotación y la velocidad de la unidad hidráulica fija, es determinada por la presión en la línea de alta presión.

Cuando la transmisión de la UVC está operando en sobrevelocidad, la unidad hidráulica fija funciona como un motor hidráulico. La alta presión de aceite recibida de la unidad variable, forza a los émbolos a que se deslicen hacia abajo de la cara del balanceador inclinado, haciendo que el bloque de cilindros gire. La rotación del bloque de cilindros forza al engrane anular de entrada sobre el diferencial, a que gire en dirección opuesta a la rotación de la flecha de conducción y aumente la velocidad de salida.

Como la velocidad de entrada crece y la necesidad de agregar velocidad a la salida decrece, la unidad hidráulica variable a través de sus puertos, envía menos aceite a una menor presión, a la unidad hidráulica fija hasta que el bloque de cilindros para de girar. En esta forma, la transmisión de la UVC está operando en velocidad.

Cuando la transmisión de la UVC está operando en baja velocidad, la unidad hidráulica fija, funciona como bomba hidráulica. Ya que el volumen de la unidad variable, para acomodar aceite en el lado de alta presión, ha sido incrementado, la presión en el lado de alta presión decrece y la torsión limitadora sobre el engrane anular de entrada es menor que la torsión ejercida por el engrane anular de entrada. Consecuentemente, el bloque de cilindros empieza a girar en la dirección opuesta y bombea aceite a la unidad variable.

3.8. SISTEMA GOBERNADOR.

El gobernador básico es una válvula de control hidráulico, cargada a resorte y operada por contrapesos. El gobernador funciona para controlar el envío de aceite de la transmisión de la UVC al cilindro de control. El collar rotatorio en el gobernador es impulsado por el engrane de

salida, en consecuencia, obedece a la velocidad de salida de la transmisión de la UVC.

Los contrapesos pivoteados sobre éste collar, mueve un vástago de la válvula, localizado dentro del collar, contra la tensión de un resorte.

El puerto de entrada dirige carga de aceite al vástago de la válvula acanalada entre dos cejas. Dependiendo de la posición del vástago de la válvula, el aceite es enviado al émbolo de control o drenado a la caja de la transmisión de la UVC.

3.9. SISTEMA HIDRAULICO

El sistema hidráulico consta de una bomba de carga, una bomba de barrido, y la válvula de relevo de carga. Cada componente, se describe a continuación.

3.9.1. BOMBA DE CARGA.

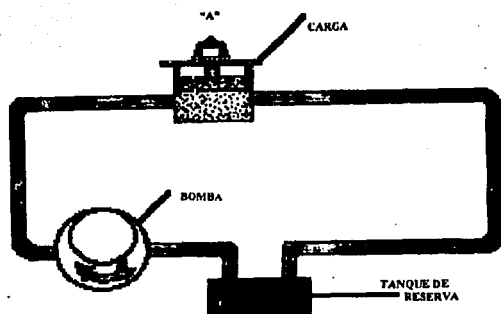
La bomba se localiza en el sistema hidráulico, entre el tanque de abastecimiento y la transmisión de la UVC. La bomba de carga suministra aceite al bloque de cilindros, al gobernador y al émbolo de control.

3.9.2. BOMBA DE BARRIDO.

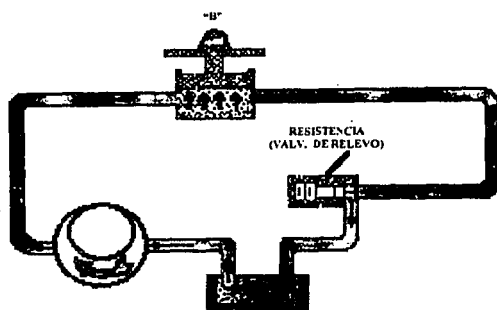
La bomba de barrido está localizada en el sistema hidráulico, entre el colector de la transmisión de la UVC y el enfriador de aceite. La bomba de barrido recoge aceite de lubricación y fugas internas, y lo envía a través del enfriador de aceite al tanque de abastecimiento.

3.9.3. VALVULA DE RELEVO DE PRESION.

El propósito de la válvula de relevo de presión, es regular la presión de operación del sistema de presión de aceite. La válvula efectúa esta función por medio de la medición de descarga de aceite del sistema de presión de aceite, para mantener la presión deseada. Este principio se ilustra en la figura 3.4. Se muestra un sistema hidráulico simple en la figura 3.4(a). La bomba saca aceite del tanque de abastecimiento y entrega un volumen constante de aceite al cilindro. El aceite emerge del lado derecho del cilindro sin aumentar la presión y por ello el flujo retorna al tanque de abastecimiento. La potencia absorbida en éste sistema hidráulico es despreciable. En la figura 3.4(b), se ha agregado una resistencia, en la forma de una válvula de relevo, lo cual depende de la presión del medio ambiente de la válvula de relevo, asumiendo que la capacidad de la bomba es adecuada. Esta presión de trabajo es usada para aumentar la carga. El mismo sistema hidráulico se usa en la transmisión de la UVC.



VISTA "A" SISTEMA HIDRAULICO SIN RESISTENCIA
SIN LA LINEA NO EFECTUA NINGUN TRABAJO



VISTA "B" SISTEMA HIDRAULICO CON RESISTENCIA EN LA
LINEA. LA CARGA ES ALIMENTADA.

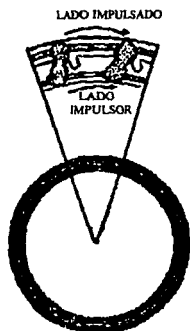
VALVULA DE RELEVO DE CARGA-DIAGRAMA FUNCIONAL
Figura 3.4

3.10. EMBRAGUE DE ARRANQUE.

El embrague de arranque, es un embrague del tipo de resorte localizado en el engranaje diferencial, entre la flecha de conducción y el engrane anular de salida. El propósito del embrague de arranque es la de transmitir torsión al gobernador y a las bombas, tan pronto como

la torsión de entrada sea aplicada a la transmisión de la UVC, asegurando un inmediato suministro de carga de aceite y operación del gobernador.

Como la velocidad de entrada crece y el gobernador coloca la transmisión de la UVC en sobrevelocidad, el embrague permite al engrane anular de salida exceder la flecha de conducción (ver figura 3.5).



OPERACION DEL EMBRAGUE DE ARRANQUE
Figura 3.5

3.11. TANQUE DE RESERVA DE TODA CONDICION.

3.11.1. CAMARA DE REMOLINO.

El tanque de reserva de toda actitud está diseñado para separar el aire despachado del sistema de aceite y proporciona un suministro de aceite sin burbujas a la transmisión de la UVC, a través de diversas cargas de aceleración y actitudes del avión. El tanque de reserva no contiene partes móviles y ejecuta sus funciones automáticamente, utilizando la energía del aceite de retorno de la transmisión de la UVC.

El aceite barrido bombeado a través del enfriador de aceite, regresa al tanque de reserva de la transmisión de la UVC, vía cámara de remolino. Este retorno de aceite, el cual está altamente ventilado, entra a la cámara de remolino a alta velocidad a través de una entrada tangencial, causando una acción de remolino que se crea dentro de la cámara igual. El aire despachado por el aceite que entra, teniendo una menor densidad que el aceite, se mueve hacia el centro del remolino y escapa a la cámara superior del tanque de reserva. El aceite relevado del aire despachado, se mueve a lo largo de la pared de la cámara inferior del tanque de reserva.

3.11.2. TANQUE DE RESERVA.

Como se anotó, el retorno de aceite es siempre sin burbujas y enviado a la cámara inferior del tanque de reserva, sin importar la actitud de la transmisión de la UVC. El puerto de succión de entrada, está localizado aproximadamente en la parte media de la cámara inferior; y el volumen del aceite entregado a la cámara es tal, que, sin importar la actitud de la transmisión de la UVC, el puerto de entrada siempre estará rodeado de aceite.(ver figura 3.6). La presión estática de la cámara es relativamente baja, debido a la constante remoción de aceite, a través del puerto de succión de entrada.

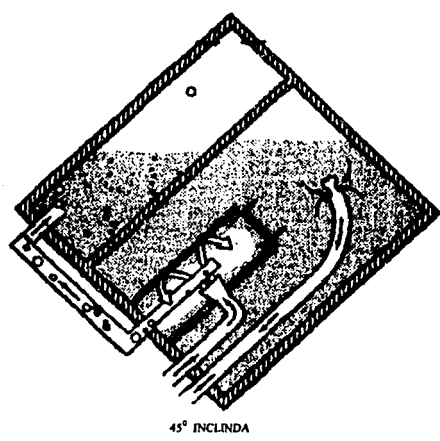
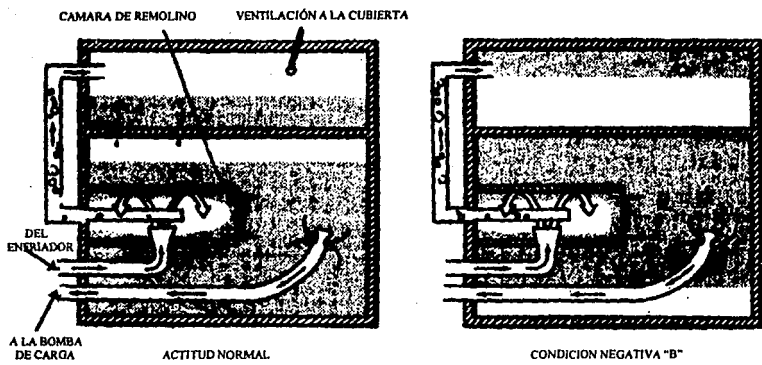
Si importar la actitud de la transmisión de la UVC, la cámara superior del tanque de reserva, siempre recibirá una mezcla de aire y aceite, o espuma, o vapor. Como los aires son colocados fuera de ésta mezcla, la fuga de aceite regresa hacia el interior de la cámara inferior del tanque de reserva, a través de pequeños hoyos en el regulador del flujo, entre las cámaras inferior y superior del tanque de reserva. El aire remanente en el aceite dentro de la cámara inferior, también es colocado e introducido a la cámara superior a través de éstos mismos hoyos. Existe una ventilación entre la cámara superior y la cubierta de la transmisión de la UVC, que iguala las presiones del tanque de reserva y la cubierta.

3.12. INDICADORES DE PRESION DIFERENCIAL.- FILTROS.

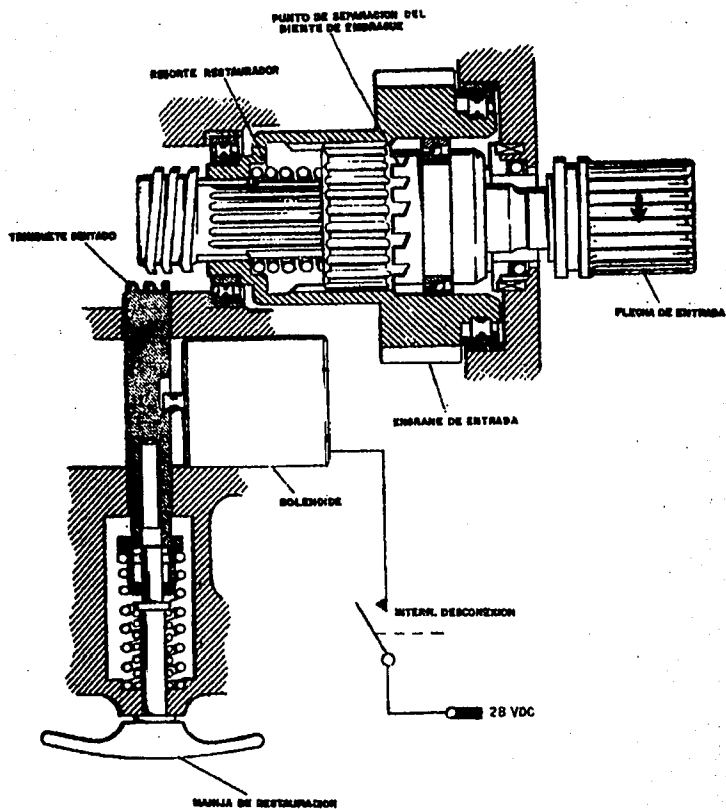
Cada filtro (de carga y de barrido) tiene un vástago en forma de botón, el cual actúa cuando la caída de presión es de 44 psi, indicando que el filtro está empezando a ensuciarse. El filtro de carga está también equipado con una derivación alrededor del elemento filtrador para asegurar un flujo de aceite, si el elemento se empieza a tapar completamente debido a suciedad.

3.13. DESCONEXION ELECTRICA.

La desconexión de la transmisión de la UVC es un dispositivo actuado eléctricamente, mismo que desacopla la flecha de entrada del estriado de la flecha en el caso de haber un mal funcionamiento de la transmisión de la UVC. Cuando el solenoide de desconexión se energiza por la operación del interruptor de desconexión de la UVC, un trinquete cargado a resorte se mueve hacia el contacto interior con roscas sobre la flecha de entrada. (ver figura 3.7) La flecha de entrada se hace como un tornillo en un hoyo enroscado, y la rotación de entrada hace que la flecha de entrada se mueva fuera del estriado de la misma flecha, separando los pasos de impulso sobre las dos flechas. Cuando estos pasos de impulso han sido separados, la ranura de la flecha de entrada, la cual está aún siendo impulsada por el motor del avión, gira libremente en la transmisión de la UVC, sin hacer que la rotación de la transmisión se efectúe. La restauración se puede llevar a cabo, jalando la manija de restauración hacia abajo hasta que el alfiler de nariz del solenoide, vuelva a encajar en su posición. Esta operación solamente se deberá hacer en tierra sobre la propia unidad.



OPERACION DE LA ACTITUD TOTAL DEL TANQUE DE RESERVA **Figura 3.6**



MECANISMO DE DESCONEXION DE LA TRANSMISION DE LA UVC

Figura 3.7

CAPITULO 4

UNIDAD DE CONTROL DE GENERADOR (GCU).

4.1. DESCRIPCION Y FUNCION BASICA.

El control del generador está contenido en un panel de aproximadamente 5 X 7 ½ X 12 ½ pulgadas y pesa aproximadamente 11 libras.

La mayor parte del control automático, funciones protectivas y funciones de anunciador de mantenimiento para cada uno de los sistemas individuales de generador, están incorporados al panel de control correspondiente. Los paneles de control de generador (izquierdo, derecho y APU) están localizados en el bastidor de control de generadores en el compartimento eléctrico electrónico ver figura 4.1. El panel utiliza circuitos semiconductores de silicio a través de (transistores, diodos y rectificadores controlados) y 21 relevadores herméticamente sellados. Los relevadores realizan función de interrupción y amarre solamente y no incluyen ajustes de calibración.

Un relevador de energía lista (PRR), siente cuando la energía de secuencia de fase es correcta, voltaje y frecuencia está disponible en las terminales del relevador de generador (GR).

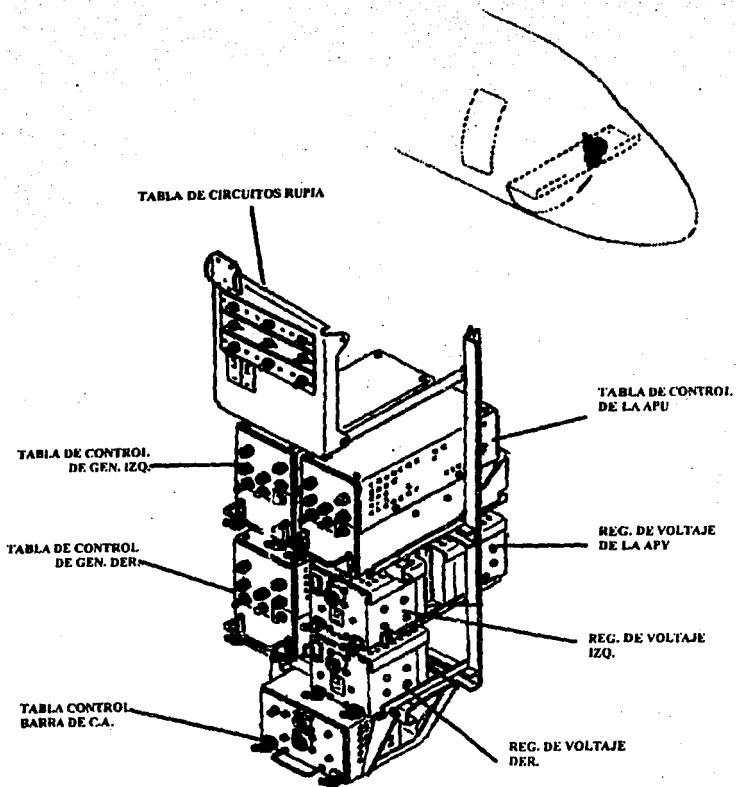
El relevador de control del generador (GCR) está contenido dentro del panel de control de generador. La entrada al regulador pasa a través de los contactos principales de éste relevador y de este modo, el control de campo del generador está previsto.

Las diferentes protecciones están coordinadas con funciones supervisoras de control, por medio de retardos de tiempo estáticos (TD's) de los relevadores esclavos que actúan y de circuitos lógicos.

Cinco funciones de protección están involucradas en el panel de control de generador y son: Corriente diferencial, Sobrevoltaje, Bajo Voltaje, Baja Frecuencia y Secuencia de Fase.

4.2. SISTEMAS DE PROTECCION

Existen cinco tipos básicos de protección, para cada uno de los sistemas de generación de c.a. Las funciones de los relevadores de protección, básicas son: (a) Relevador de secuencia de fases del generador (GPSR); (b) Relevador de baja frecuencia (UFR); (c) Relevador de sobrevoltaje (OVR); (d) Relevador de bajo voltaje (UVR) y (e) Relevador de protección diferencial. Cada uno de estos relevadores es actuado por su respectiva función protectora, o sean: la secuencia de fase, la baja frecuencia, el sobrevoltaje, el bajo voltaje y la protección



INSTALACIONES DEL BASTIDOR DE CONTROL DE GENERADOR
 Figura 4.1

diferencial. Las funciones de retardo de tiempo TD1, TD2, TD4, y TD5 se inician por medio de funciones protectivas y por la coordinación de las funciones de control.

4.2.1. PROTECCION DE SECUENCIA DE FASE (PS).

La protección de secuencia de fase previene el cierre de los relevadores de energía (LGR, LAPR, RAPR o RGR), bajo una energía de tres fases, de secuencia de fases apropiada (A-B-C) que este disponible en el lado de las terminales alimentadoras (T1 T2 T3) de los respectivos relevadores de energía.

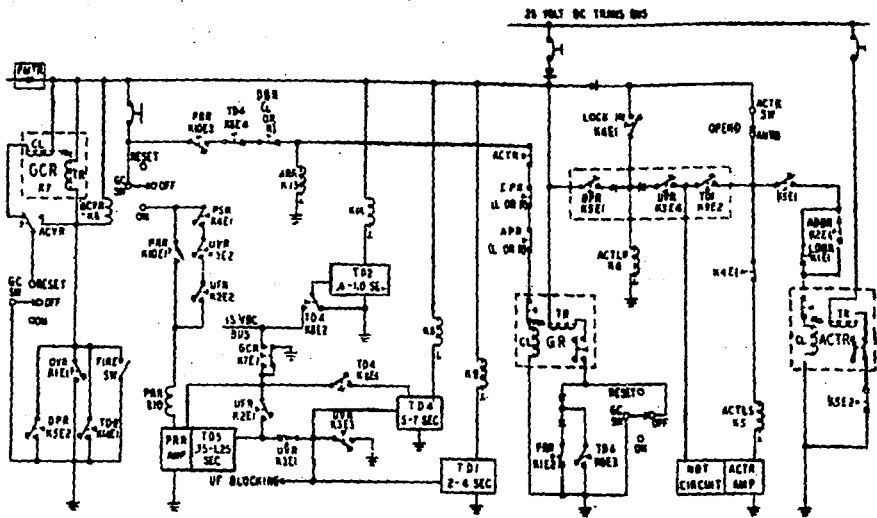
El relevador de secuencia de fase siente un voltaje de línea de tres fases en el lado de las terminales alimentadoras del relevador de energía. El relevador de secuencia de fase se actúa siempre y cuando la secuencia de las fases sea la correcta (A-B-C). Este relevador estará desenergizado, cuando las tres fases son aplicadas en forma inversa o combinada, es decir no llevan la secuencia de fase correcta, o cuando también cualquiera de las fases se abra.

Como se muestra en la figura 4.2, un contacto del relevador de secuencia de fase, que normalmente está abierto (el contacto), está conectado en serie con la bobina del relevador de energía lista (PRR). Esto es, el relevador de energía lista no puede energizarse siguiendo una condición de desenergizamiento, a menos de que las tres fases estén energizadas en secuencia. Un contacto del relevador de energía lista en serie con una bobina de cerrar el relevador de generador, previene que el relevador de generador cierre a menos que el relevador de secuencia de fase se actúe. Después de que el relevador de energía lista se actuó, un contacto que normalmente está abierto del relevador de energía lista, libra el contacto del relevador de secuencia de fase; por lo tanto, las desexcitaciones subsecuentes del relevador de secuencia de fases (por ejemplo, debidas a una o más fases abiertas)no afectará la operación del sistema.

4.2.2. PROTECCION DE BAJA FRECUENCIA (UF).

La protección de baja frecuencia previene el cierre del relevador de energía a menos que la frecuencia del impulsor del motor o del generador de la unidad de energía auxiliar, esté sobre el 95% del valor de 400 ciclos de frecuencia. También la baja frecuencia abrirá el relevador de energía, quitando la energía de la barra de c.a., del generador, siempre y cuando el impulsor del motor o la frecuencia del generador de la unidad de energía auxiliar caiga abajo del 95% aproximadamente, del valor de frecuencia por un periodo determinado.

El circuito de protección de baja frecuencia, siente la baja frecuencia en la fase "C" en la terminal T3 del relevador de generador. El relevador de baja frecuencia es actuado siempre y cuando la frecuencia del generador oscile aproximadamente en 380 ciclos por segundo la velocidad de impulso del generador cae aproximadamente a 5,700 rpm. Un contacto, que normalmente está abierto, del relevador de baja frecuencia, conectado en serie con el embobinado del relevador de energía lista (PRR) previene que éste relevador cierre debido a una condición de desenergizamiento, cuando la frecuencia está abajo de 380 ciclos por segundo. Un contacto en serie con la bobina de cerrar el relevador de generador (contacto normalmente



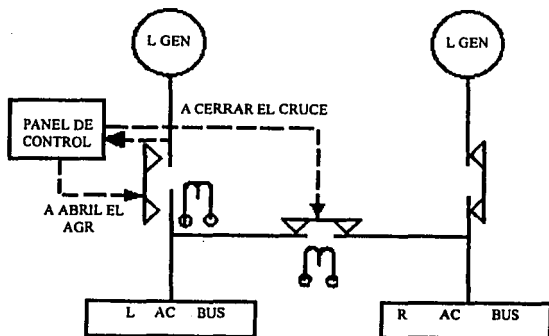
PROTECCION DEL SISTEMA DE C.A.
 FIGURA 4.2

abierto), previene que éste relevador cierre hasta que la frecuencia sea normal. Como con el relevador de secuencia de fase, el contacto del relevador de baja frecuencia es librado por el contacto del relevador de energía lista (PRR), después de que el relevador de energía se ha energizado.

Un segundo contacto normalmente abierto, del relevador de baja frecuencia, está conectado a través del retardo de tiempo TD5 (0.75 a 1.25 segundos) al amplificador del relevador de energía lista. El retardo de tiempo TD5, está diseñado para proporcionar una señal de cerrar, inmediatamente al amplificador del relevador de energía lista cuando el relevador de baja frecuencia se actúa (frecuencia normal), y la señal de cerrar se quita de 0.75 a 1.75 segundos después de que el relevador de baja frecuencia (UFR) ha dejado de actuar, (frecuencia abajo de lo normal). Por esto, la actuación del relevador de baja frecuencia, permite al relevador de energía lista (y por lo mismo al relevador del generador) cerrar inmediatamente, previniendo que todos los demás requerimientos sean satisfechos. Sin embargo, bajo condiciones de falla o corte de motor, el relevador de energía lista se abre después de un retardo de tiempo de 0.75 a 1.25 segundos, abriendo el relevador de generador. Todo lo anterior ocurrirá, siempre y cuando la frecuencia del generador caiga a menos de 380 ciclos por segundo.

Una baja velocidad de la UVC daría como origen una baja frecuencia a la salida del generador. Si la UVC empieza a funcionar a velocidad excesiva, el ajuste del gobernador se reduce automáticamente por medios hidráulicos, de manera que la UVC pasará a dar baja velocidad, y como consecuencia baja frecuencia.

El relé de baja frecuencia del panel de control detecta esta condición anormal. Si en un tiempo determinado controlado por un retardador de tiempo la frecuencia no recupera su valor normal, abre el relé de salida del generador y cierra el relé de cruce de corriente alterna para recuperar la barra del generador cuyo GR se ha abierto. Figura 4.3.



Sobrevelocidad o baja velocidad

Figura 4.3.

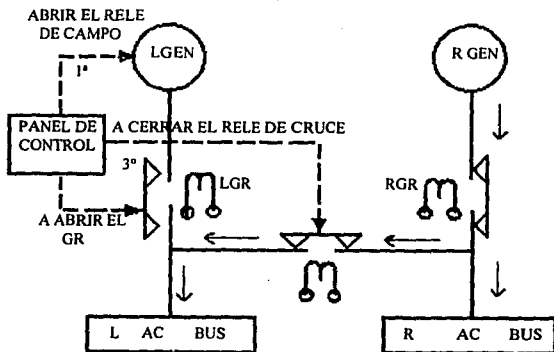
El relevador de baja frecuencia actúa a aproximadamente 380 ciclos por segundo.

La baja frecuencia no es, normalmente, por causa del generador, sino de la UVC que lo mueve, en el caso de los motores o de la turbina para el APU (propiamente el control de combustible para éste último). El panel de protección actúa abriendo el GR porque la corriente que sale del generador en esta situación no tiene los valores adecuados para energizar su barra de alterna.

4.2.3. PROTECCION DE SOBREVOLTAJE (OV).

La protección de sobrevoltaje, abre el circuito de campo desexcitando al generador, siempre y cuando el voltaje de ése generador, tal como se sintió en las terminales T1, T2 y T3 del relevador de seguridad. Un retardo de tiempo inverso previene daños contra abrir bajo condiciones transitorias.

El circuito de protección de sobrevoltaje, siente el promedio de los voltajes de las tres fases que aparecen en las terminales T1, T2 y T3 del lado alimentador del relevador de generador. El relevador de sobrevoltaje se actúa por medio de un promedio mínimo de voltaje de 130 volts raíz cuadrático medio (rms), a través de un retardo de tiempo inverso (TD). El promedio sentido de las tres fases es el adecuado, porque el regulador de voltaje (VR) está equipado con un circuito que siente una fase muy alta la que previene que cualquier voltaje de fase a neutral aumente de 125 volts. Una condición de sobrevoltaje es una falla del tipo de excitación, que resulta de la pérdida de sensibilidad o de control del regulador de voltaje (VR) de tal forma que el propio regulador proporciona excesiva excitación al generador.



SOBREVOLTAJE
Figura 4.4

Cuando el relevador de sobrevoltaje se actúa (por una condición de falla de sobrevoltaje) un contacto que está normalmente abierto, se cierra en el circuito de la bobina de abrir del relevador de control de generador, abriendo por lo mismo al relevador de control de generador y desexcitando al generador. Un contacto normalmente abierto, del relevador de control de generador, en el circuito amplificador de señal del relevador de energía lista (PRR) abre, desenergizando al propio relevador de energía lista. Uno de los contactos normalmente cerrado del relevador de energía lista, cierra en el circuito de abrir del relevador de potencia (GR), abriendo el relevador de energía y quitando la potencia de la barra del generador.

Cuando un generador da una salida excesiva (unos 130 volts) de tensión, se dice que tiene sobrevoltaje. Este es siempre por causa de un mal funcionamiento del generador.

Este sobrevoltaje lo detecta un relé de sobrevoltaje incluido en el panel de control. En este caso, el panel de control (figura 4.4) manda una señal para tratar de corregir este valor por medio del regulador de voltaje, el cual disminuirá el campo del generador al mínimo posible (si no ya lo estaba).

Si el voltaje de salida no recupera su valor dentro de límites, el panel de control efectúa las siguientes acciones:

1.- Abre el relé de campo, o el GCR, con lo cual la salida del generador será cero, evita que la barra correspondiente soporte el sobrevoltaje y se dañe.

2.- Siempre que se abra el relé de campo, se abre el GR correspondiente.

El que se abra el GR es para evitar una inversión de corriente desde la barra hacia el generador.

3.- Como el sobrevoltaje es siempre culpa del generador, y la barra correspondiente está correcta, manda a cerrarse el relé de alimentación cruzada de c.a., con lo cual la barra del generador que ha fallado continua energizada desde el otro generador operativo.

4.2.4. PROTECCION DE BAJO VOLTAJE (UV).

La protección de bajo voltaje, inicia una serie de funciones de control de abrir coordinadas por medio de retardos de tiempo, siempre y cuando el voltaje de fase más bajo caiga en las terminales T1, T2 y T3 del relevador de energía, caiga abajo de 95 volts de línea a neutral. La protección de bajo voltaje primero abre y/o mantiene en abierto al relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR). Entonces si la falla no desaparece, el bajo voltaje abre, en secuencia, al relevador de energía y al relevador de control del generador (GR y GCR). Si la falla desaparece por abrirse cualquiera de los dos relevadores ACTR o GCR, entonces indicará una falla de barra y en consecuencia el relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a., se asegura en abierto, para evitar que la falla se vaya a transferir a un sistema en buenas condiciones. La protección de bajo voltaje no opera mientras exista una condición de baja frecuencia; y en consecuencia dicha protección no actúa durante el corte normal del motor.

El circuito de protección de bajo voltaje siente las tres fases de voltaje que aparecen en el lado alimentador en las terminales T1, T2 y T3 del relevador de generador y actúa el relevador de bajo voltaje siempre y cuando, se tenga en la fase más baja, 95 volts entre línea y neutral. Si se tiene una condición de bajo voltaje en un corte de motor, puede ocurrir como resultado que exista una falla de barra o una falla de excitación. Si se llega a tener una condición de relevador de bajo voltaje abierto, es que hay una falla de barra de tres fases balanceada, la cual hará que la salida total de generador llegue a 389 amperes por fase; si es una falla de fase a tierra habrá una salida total de 233 a 289 amperes por fase, o si es una falla de fase a fase, se tendrá una salida de 189 amperes por fase. Así mismo en la condición del relevador de bajo voltaje abierto, esto lo puede producir una falla de excitación en el regulador de voltaje, en el generador o en el embobinado del campo excitador.

Durante el corte de motor, se alcanza una condición de baja frecuencia primero, antes de una condición de bajo voltaje. Esto es, el relevador de baja frecuencia abre, desactuando el relevador de energía lista (PRR) después de un retardo de tiempo y el relevador de energía lista abre el relevador de generador. El contacto del relevador de baja frecuencia también abre el circuito de falla del relevador de bajo voltaje, y cuando esto se termina, ya no pasa nada más. Durante el arranque, cuando el voltaje de fase más bajo excede 95 volts, un contacto que normalmente está abierto, del relevador de bajo voltaje, está conectado en serie con la bobina del relevador de energía lista y cierra, permitiendo actuar a éste último relevador. Para que los contactos de los relevadores de secuencia de fase y de baja frecuencia en el mismo circuito serie, se cierren también. Cuando cierra el relevador de energía lista, permite que cierre el relevador de generador siempre y cuando no exista otra fuente de energía conectada a la barra. Cuando el relevador de energía lista cierra, uno de los contactos de éste relevador que normalmente se encuentra abierto, libera los contactos de los relevadores de bajo voltaje, baja frecuencia y secuencia de fase, de tal forma que el relevador de energía lista, no se afecta directamente por una condición de bajo voltaje subsecuente.

Siempre que ocurra una condición de bajo voltaje, después de que el relevador de energía lista ha cerrado, una señal de 15 volts es proporcionada a través de uno de los contactos que normalmente está cerrado, del relevador de bajo voltaje, conectados en serie, con los contactos normalmente abiertos de los relevadores de control de generador y de baja frecuencia, a dos retardos de tiempo ya fijados TD1 y TD4. Al mismo tiempo, una señal de bloqueo es enviada al circuito del relevador de baja frecuencia asegurándolo tanto tiempo como la condición de bajo voltaje persista. Si la condición de voltaje continúa por dos a cuatro segundos, con el relevador de control de generador cerrado y con frecuencia normal, el retardo de tiempo TD1 terminará y uno de los contactos normalmente abierto de este retardo de tiempo TD1, suministrará una señal de bloqueo al amplificador del relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR), abriéndolo. Si la condición de bajo voltaje desaparece antes de que el retardo de tiempo TD1 termine, los retardos de tiempo serán restaurados y ya no ocurrirá ninguna otra acción.

Si la condición de bajo voltaje continúa por cinco a siete segundos, el retardo de tiempo TD4 terminará y se asegurará a través de un contacto que normalmente está abierto. Pero otro contacto normalmente abierto del retardo de tiempo TD4 completa el circuito de abrir del relevador de generador, abriéndolo. Así mismo, un contacto que normalmente está cerrado del retardo de tiempo TD4, abre el circuito de la bobina de cerrar, del relevador de generador, amarrándolo en abierto y previniendo el ciclo del relevador de generador. Un tercer contacto normalmente abierto del retardo de tiempo TD4, proporciona una señal al retardo de tiempo

TD2. Dentro del tiempo de 0.4 a 1.9 segundos, el retardo de tiempo TD2 terminará y uno de los contactos de éste retardo de tiempo TD2 normalmente abierto, cerrará un circuito a la bobina de abrir del relevador de control de generador y del relevador de anticiclo (ACYR). Esto es, el relevador de control de generador (GCR) abre, desexcitando al generador y quitando las señales de los retardos de tiempo TD1, TD4 y TD2.

Si la condición de bajo voltaje desaparece después de que el retardo de tiempo TD1 termina (ACTR abre) y antes de que el retardo de tiempo TD4 termine, (GR abre) existe una falla de barra después del relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR). Si la condición de bajo voltaje desaparece después de que el retardo de tiempo TD4 termina (GR abre), y antes de que el retardo de tiempo TD2 termine (GCR abre), existe una falla de barra en la barra del generador de c.a., (después del GR). En cualquier caso el relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR) es amarrado para prevenir la transferencia de la falla por un circuito a través de los contactos normalmente abiertos del retardo de tiempo TD1 y del contacto normalmente abierto del relevador de bajo voltaje, al relevador de amarre de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTLR). Si persiste la condición de bajo voltaje hasta que el relevador de control de generador abra, desexcitando al generador, es que existe una falla del tipo de excitación. El retardo de tiempo TD1 deja de operar, permitiendo al relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a., que cierre, previendo que el interruptor de acoplamiento de alimentación cruzada de la barra de c.a., se encuentre en la posición de AUTO, y que ninguna otra fuente de energía esté disponible.

Cuando la tensión de salida de un generador baja de un valor determinado (unos 95 volts aproximadamente) se dice que el generador tiene bajo voltaje.

El bajo voltaje puede tener su origen en dos causas distintas:

- 1.- Generador defectuoso (falla de generador)
- 2.- Barra defectuosa (falla de barra).

En el panel de control hay un relé de bajo voltaje que detecta el voltaje más bajo de las tres fases. La señal está tomada entre el generador y el GR (antes del GR).

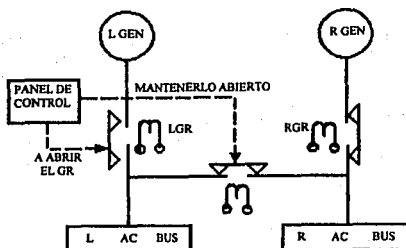
Lo primero que hace el panel de control es tratar de corregir éste valor por medio del regulador de tensión.

Si el voltaje de salida no recupera su valor dentro de límites, el panel de control efectúa las siguientes acciones, como puede verse siguiendo la figura 4.5.

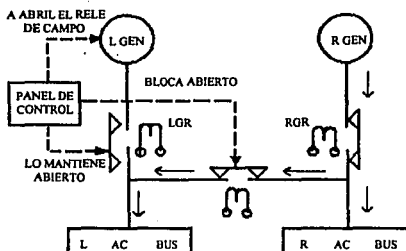
Acción número 1.- Manteniendo abierto el relé de cruce, aísla el generador de la barra (abre el GR) y mantiene el generador funcionando sin cargas.

Mide ahora el voltaje de salida del generador. Si éste es correcto, el generador está bien, y era la barra la que producía el bajo voltaje (falla de barra) tomando ahora la acción de aislar la barra.

1° ACCION



2° AISLAMIENTO DE BARRA



3° AISLAMIENTO DE GENERADOR Y RECUPERACION DE BARRA

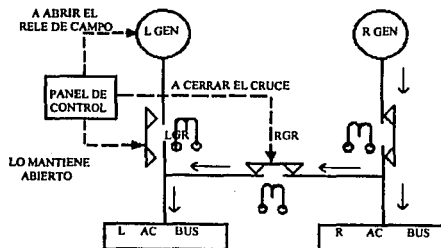


Figura 4.5

Si el voltaje sigue bajo con el generador aislado, no es la barra la que tiene la culpa, si no el propio generador el que está defectuoso (falla de generador) tomando ahora la acción de anular al generador y recuperar la barra.

Acción número 2.- Aislamiento de la barra. En caso de falla de barra el panel de control aislará la barra defectuosa, para lo cual le cortará el camino normal de su generador (le abre a éste el relé de campo y mantiene abierto el GR) y no permite que el sistema de cruce se cierre, mandando una señal a éste (que ya está abierto) manteniéndolo y bloqueándolo además en esta posición.

Acción número 3.- Aislamiento de generación y recuperación de barra. En caso de voltaje bajo por culpa de generador (falla de generador) el panel de control actúa para aislar a éste (relé de campo y GR abiertos) y manda una señal para cerrar el ACTR y recuperar la barra.

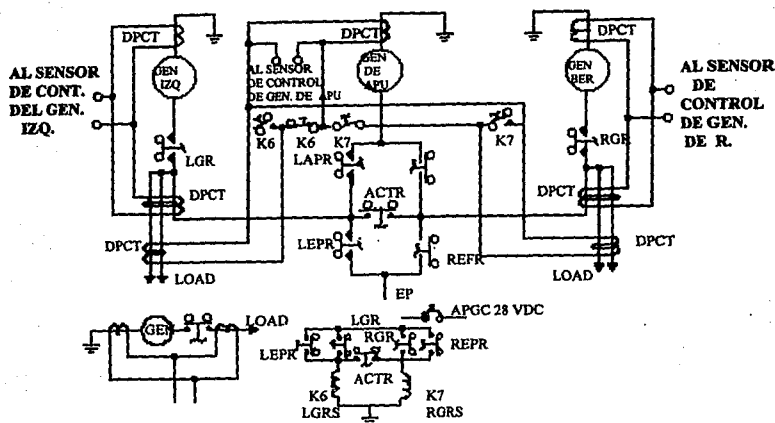
En el caso de que un generador esté energizando las dos barras de alterna porque previamente uno de ellos ha fallado, y se producirá bajo voltaje, la primera acción que tomaría el panel de control sería abrir el cruce de alterna y dejar a una de las barras (la del generador con falla) sin corriente. Esta acción la toma el panel por si la causa de bajo voltaje estuviera en la barra que no es de el generador operativo. Si al realizar esta acción el bajo voltaje se corrige, deja aislada esta barra bloqueando el cruce en abierto. Si no se corrige sigue tomando acciones tal como se ha explicado anteriormente.

4.2.5. PROTECCION DIFERENCIAL (DP).

La protección diferencial detecta la presencia de una falla por medio de la sensibilidad y comparación del flujo de corriente en dos lugares por medio de un circuito común en serie (ver figura 4.6). Cualquier diferencia en flujo de corriente en los lugares mencionados, indican la presencia de una falla en la zona de protección diferencial. Esta zona para cada uno de los sistemas de generador, incluye los embobinados de salida del generador, alimentadores y relevador de generador (GR).

Cuando se sienta una falla de barra, o una falla de alimentador en la salida de los embobinados de generador, alimentadores o relevadores de generador, la protección diferencial abre el relevador de control de generador (GCR). Abriendo el relevador de control de generador (GCR) se desenergiza el relevador de energía lista (PRR) el cual abre al relevador de generador. La protección diferencial también amarra y asegura en abierto al relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR). Normalmente una falla de barra en la zona de protección diferencial, se sentirá y quitará por la protección diferencial, antes de que actúe la protección de bajo voltaje.

Cada par de transformadores de corriente de protección diferencial (DPCT's) (en fase común) están conectados en serie en forma de lazo está conectado el circuito sensor de protección diferencial en el tablero de control de generador respectivo. Una diferencia de corriente de línea (por ejemplo una falla de corriente) de 20 a 40 amperes entre los dos puntos sensitivos (neutral y lado de carga) en cualquier fase, actuará al relevador de protección diferencial (DPR) en el tablero de control de generador (ver figura 4.2). Cerrando uno de los



FALLAS DEL ALIMENTADOR DE PROTECCION DIFERENCIAL

Figura 4.6

contactos normalmente abiertos del relevador de protección diferencial, se energiza la bobina de abrir del relevador de control de generador y el relevador de anticiclo. Abriendo el relevador de control de generador, se desenergiza el generador y también el relevador de energía lista (PRR) y por lo tanto se abre el relevador de generador. Al mismo tiempo otro contacto normalmente abierto del relevador de protección diferencial, proporciona una señal al relevador de amarre de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTLR) en el tablero de control de barra, por lo que seguirá amarrando en abierto el relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. Todas las funciones de la protección diferencial son esencialmente instantáneas, con retardos de tiempo involucrados de tiempo indeterminado.

La operación y sensibilidad de la protección diferencial para el generador de la unidad de energía auxiliar (APU), es la misma que para el generador izquierdo ó derecho; excepto para las condiciones del lado de carga de los circuitos de lazo de los transformadores de corriente de la protección diferencial (ver figura 4.6). Ya que el generador de la unidad de energía auxiliar puede alimentar a cualquiera de las barras de generador izquierdo ó derecho, es indispensable el uso de 9 transformadores de corriente, uno por fase sobre los núcleos neutrales y uno por fase sobre cada una de las barras de carga. Para anular señales falsas que resultan del flujo de energía normal de otras fuentes, es necesario acortar y desconectar los tres transformadores de corriente de la protección diferencial de cualquiera de las barras de carga, siempre y cuando tengamos otra energía conectada a la barra respectiva además de la unidad de energía auxiliar.

PROTECCION	CLASE DE FALLA	NIVEL DE ABRIR	RETARDO TIEMPO	ACCION CORRECTIVA
DPR - Relevador de Protección Diferencial.	Línea a línea, línea a neutral o falla de 3 fases en la zona (embobinados de salida del generador, alimentadores o relevador de energía).	Falla de corriente de 2 a 40 amperes	0.010 a 0.050 segundos	Abre el GCR, el GCR desenergiza PRR, el PRR abre el Gr. El DPR actúa el ACTLR y este amarra en abierto el ACTR.
PSR - Relevador de secuencia de fase.	Secuencia de fase inversa (debido a las conexiones cruzadas de alimentador).	-----	Ninguno.	Previene la actuación del PRR en el arranque; el PRR previene el cierre del GR. No tiene efecto después de que el PRR se operó.
OVR - Relevador de sobre voltaje.	Condición de OV causada por falla de excitación (pérdida de sensibilidad de voltaje al regulador o falla en el regulador).	130 VAC de promedio mínimo de fase a neutral.	Inverso.	Abrir GCR, el GCR desenergiza el PRR y el PRR abre el GR.
UFR - Relevador de baja frecuencia.	Velocidad del impulsor generador abajo de lo normal (debido a un corte de motor, falla o desconexión de la UVC a falla de la flecha del impulsor de generador).	380 cps (velocidad de entrada del generador 5700 rpm).	Ninguno en incremento de frecuencia.	Previene la actuación a nivel bajo para abrir del PRR; el PRR previene el cierre del GR.
			TD5 (0.75-1.25) segundos en decremento de frecuencia	El PRR se desenergiza después del retardo de tiempo; el PRR abre el GR.

Figura 4.7

Figura 4.7 B

PROTECCION	CLASE DE FALLA	NIVEL DE ABRIR	RETARDO TIEMPO	ACCION CORRECTIVA
UVR - Relevador de bajo voltaje.	Condición de bajo voltaje causada por falla de excitación en el regulador, en el generador, o en el generador de magneto permanente, o en el alambrado del sistema del campo excitador.	95 Volts C.A. de la fase más baja a neutral.	TD1 (2.0 a 4.0) segundos	Bloquear ACTLS, este abre o previene el cierre del ACTR.
			TD4 (5.0 a 7.0) segundos.	Abre y bloquea el cierre de los segundos del GR en el inicio de TD2.
			TD2 (0.4 a 1.0) segundos.	Abrir GCR; el GCR desenergiza el PRR, el TD1, el TD4 y el TD2.
	Condición de bajo voltaje causada por una falla de barra más allá del ACTR. El voltaje se recupera después de que el ATCR abre.	3 fases 389 Amp. Línea a Línea 189 Amp. Línea a neutral 233 a 289 Amp. (carga más falla de corriente).	TD1 - TD4	TD1 abre el ACTLS; este abre al ACTR; el UVR se mantiene Cerrado, TD4 se restaura. TD1 y UVR operan el ACTLR y este amarra en abierto el ACTR.
	Condición de bajo voltaje causada por falla de barra en la barra de CA. del gobernador. El voltaje se recupera después de que el GR abre.		TD1 - TD4 - TD2	TD1 abre o bloquea al ACTR. TD4 abre el GR; inicia TD2; TD1 y UVR operan el ACTLR, este amarra en abierto el ACTR. TD2 abre el GCR, este desenergiza el PRR, TD1, TD4 y TD2.
<p>NOTA: Todos los relevadores de protección son desenergizados en corte de motor o en condiciones de abierto del GCR. DPR y OVR se energizan solamente en condiciones de falla. PSR, UFR y UVR son energizados bajo condiciones de operación normal (barra de carga de alimentación de generador) y se desenergizan bajo condiciones de falla.</p> <p>UFR y UVR estén entrelazados en tal forma que si ocurre un bajo voltaje antes que una baja frecuencia, el UFR es asegurado en cerrado. Si por el contrario, ocurre una baja frecuencia antes que un bajo voltaje (corte de motor normal) el UVR es bloqueado por la actuación de TD1 y D4.</p>				

Esto se cumple por medio de dos relevadores esclavos (LGRS y RGRS) (relevador esclavo del generador izquierdo y derecho) localizados en el tablero de control de barra. Cuando cualquiera de los relevadores de generador izquierdo o de energía externa está cerrado, el relevador esclavo del generador izquierdo se actúa, cortando y desconectando el transformador de corriente de protección diferencial de la carga del lado izquierdo. El relevador esclavo del generador derecho efectúa la misma función para los transformadores de corriente de protección diferencial del lado derecho. También, si el relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a., está cerrado y cualquiera de los relevadores izquierdo ó derecho de generador ó de energía externa está cerrado, ambos relevadores esclavos de generador izquierdo y derecho, se actuarán y todas las cargas del lado de la unidad de energía auxiliar (APU) con sus transformadores de corriente de protección dif.rencial se cortarán y serán desconectados.

La figura 4.7, es el sumario de operación de las funciones de protección del sistema eléctrico de c.a. La especie de fallas detectadas, niveles de abrir, retardos de tiempo aplicables y acciones correctivas, son enlistadas en forma abreviada para cada una de las funciones protectoras.

Note que el nivel de abrir para el relevador de protección diferencial está dado en falla de corriente directamente, mientras que para las fallas de barra del relevador de bajo voltaje, está dado como la carga total más la falla de corriente, lo que hará que el voltaje de línea caiga al punto de abrir, del relevador de bajo voltaje. Nótese también en la operación del relevador de bajo voltaje, que los retardos de tiempo TD1 y TD4 se inician simultáneamente por una condición de abrir del relevador de bajo voltaje; sin embargo, el retardo de tiempo TD2 no se inicia, hasta que el retardo de tiempo TD4 termina.

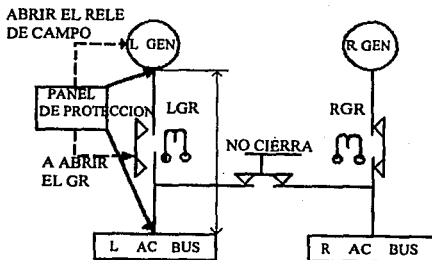


Figura 4.8

Un relevador de protección diferencial compara la corriente que sale del generador (figura 4.8) con la que llega al punto de distribución. Si hay diferencia notable o una falla, un relevador de protección diferencial en el panel de control abre el relevador de campo del generador y el GR. El cruce no se cerrará por que hay una pérdida en algún punto del circuito. El relevador de protección diferencial detecta las siguientes fallas:

- a) Cable conductor abierto.
- b) Conductor a tierra (cortocircuito).

Es decir, detecta una falla de línea a línea o de línea a neutro que se produzca en el cableado principal de corriente alterna de un sistema de generador entre el conductor neutro del generador y cualquier línea.

4.3. OPERACION DEL ANUNCIADOR DE MANTENIMIENTO (ver figura 4.9).

Si existe una falla del impulsor, misma que es anunciada en el tablero de control de generador de c.a., izquierdo ó derecho, siempre y cuando la velocidad de salida de la transmisión de la unidad de velocidad constante respectiva esté abajo de 3,000 (+/- 1,000) rpm, mientras que el motor está operando a/o arriba de la velocidad mínima. Puede ocurrir también, una mala función de la transmisión de la unidad de velocidad constante, alambrado respectivo del avión.

El relevador de velocidad del motor (ERSR) se energiza cuando la velocidad del motor está sobre 67% de N2. El relevador sensor de velocidad de impulsor (DRSR) se energiza cuando la velocidad de salida de la transmisión de la unidad de velocidad constante está sobre 3,000 (+/- 1,000) rpm. La unidad de velocidad constante de 6,000 +/- 60 rpm (frecuencia del generador 400 +/- 4 cps). La protección de baja frecuencia opera abajo de 380 cps.

Un mal funcionamiento de la unidad de velocidad constante (tal como un mal funcionamiento del gobernador) en el cual la velocidad de salida de la unidad de velocidad constante cae abajo de 5,700 rpm (380 cps de frecuencia en el generador) pero arriba de 3,000 (+/- 1,000) rpm no se anunciará. El caso anterior de mal funcionamiento, hará que la protección de baja frecuencia abra y prevenga que vuelva a cerrar el relevador de generador.

El relevador anunciador de impulso (DAR) se abre y entonces se tendrá una falla del impulsor anunciada, siempre y cuando ocurran las tres siguientes condiciones simultáneamente.

- a) Que el relevador de señal de velocidad del motor (ERSP) se energice (velocidad normal del motor).
- b) Que el relevador de desconexión del impulsor (DDR) esté cerrado (unidad de velocidad constante desconectada, ó sea, no está actuada).
- c) Que el relevador de señal de velocidad del impulsor (DRSR) no esté energizado (la velocidad de salida de la unidad de velocidad constante está abajo de 3,000 +/- 1,000 rpm).

El anuncio se quita (DAR está restaurado) si el sistema se recupera (relevador del anunciador restaurado ARR y energizado). O si el anunciador es restaurado manualmente. A la restauración del anunciador seguiría una mala función que no se anunciará hasta que la velocidad del motor haya sido incrementada sobre el mínimo.

Una falla de generador se anunciará, siempre y cuando la velocidad de entrada al

generador esté normal y que la salida del generador de imán permanente, se sienta a través del transformador rectificador de imán permanente en el tablero de control de generador, que esté abajo de lo normal. Un anuncio se ha previsto, en caso de que el eje del generador o el generador de imán permanente fallen. Esto también puede ocurrir en el caso de que falle el embobinado del generador de imán permanente del avión o el transformador rectificador de imán permanente del tablero de control de generador.

El relevador anunciador de generador (GAR) es abierto y se anunciará una falla de generador, siempre y cuando ocurran simultáneamente las siguientes condiciones:

a) El DRSR (relevador sensor de velocidad del impulsor) está energizado.

b) El PMGR (relevador de generador de imán permanente) no está energizado.

NOTA: En el sistema de la unidad de energía auxiliar, el relevador sensor de velocidad del impulsor no se usa. Los contactos de éste relevador en el circuito de abrir del GAR son liberador por un circuito del interruptor de control de purga de aire de la unidad de energía auxiliar (APU); por lo que, proporciona el anuncio del generador en el sistema de la unidad de energía auxiliar.

El anuncio de generador no se proporciona en el caso de que falle la excitación del generador a los circuitos de salida.

El anuncio quita (GAR es restaurado) si el sistema se recupera (ARR está energizado) o si el anunciador es restaurado manualmente.

Se anunciará una falla del regulador de voltaje, siempre y cuando exista una falla de sobrevoltaje, que no sea resultado de una falla del generador de imán permanente.

La falla de sobrevoltaje, muy probablemente se originará en el regulador de voltaje. Una falla de excitación de bajo voltaje, puede originarse en el regulador de voltaje o en el generador. También una condición de falla de bajo voltaje, puede resultar de una falla de barra fuera de la zona de protección diferencial. Dichas fallas son raras y pueden ser reconocidas por una condición resultante de amarre del relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a.

El relevador anunciador del regulador de voltaje (VRAR) se abre y una falla del regulador de voltaje se anunciará, siempre y cuando se cumplan las dos condiciones siguientes simultáneamente:

a) El relevador de sobrevoltaje se energiza (existe falla aparentemente de sobrevoltaje) o el retardo de tiempo de bajo voltaje TD2 está energizado (existe falla aparente de bajo voltaje) y el relevador del anunciador de generador no está abierto (salida normal del generador de imán permanente del generador).

b) El relevador del anunciador de control del generador (GCAR) no está abierto (no existe falla en el tablero de control de generador).

El anuncio se quita (VRAR se restaura) si el GCAR abre indicación de falla de control de generador causada por una señal falsa de sobrevoltaje o bajo voltaje, o si el sistema se recupera (ARR energizado), o si el anunciador es restaurado manualmente.

Una falla del sistema de distribución se anunciará cuando ocurre alguna falla de línea a línea, de línea a neutro o de tres fases, en la zona de protección diferencial (devanados de salida del generador, alimentadores o relevadores de generador).

El relevador anunciador del sistema de distribución (DSAR) se abre y una falla del sistema de distribución se anuncia siempre y cuando ocurran al mismo tiempo las siguientes dos condiciones:

a) El relevador de protección diferencial está energizado (existe falla de protección diferencial del alimentador del generador).

b) El GCAR no está abierto (no existe falla del tablero de control de generador).

El anuncio se quita (DSAR es restaurado) si el GCAR abre (indicando falla del tablero de control de generador haciendo que abra falsamente la protección diferencial). O si el interruptor de control de generador está colocado en la posición de RESET (restaurar) y el sistema se recupera (ARR energizado), o si el anunciador es restaurado manualmente.

Una falla del tablero de control del generador de c.a., se anunciará, siempre y cuando exista una falla de señal en el tablero de control de generador de los circuitos de protección diferencial, de sobrevoltaje o de retardo de tiempo de bajo voltaje y que la señal no aparezca para abrir el relevador de control de generador. Cualquiera de la señales fue falsa (desde la falla en el tablero de control de generador) o el relevador de control de generador (en el tablero de control de generador) falló para abrir.

El relevador anunciador de control del generador (GCAR) está abierto y la falla del tablero de control del generador de c.a., se anunciará siempre y cuando ocurra cualquiera de las siguientes condiciones aparentes de falla y que no sean restablecidas dentro del tiempo de 4.0 a 8.0 segundos por el relevador de control de generador abierto.

a) El relevador de protección diferencial está energizado (existe falla aparente de protección diferencial), y el relevador del anunciador de generador no está abierto (la falla no está en el generador de imán permanente del generador).

b) El relevador de sobrevoltaje está energizado (existe falla aparente de sobrevoltaje) y el relevador del anunciador de generador no está abierto (la falla no está en el generador de imán permanente del generador).

c) El retardo de tiempo de bajo voltaje UVTD (TD2) está energizado (existe falla aparente de bajo voltaje) y el relevador del anunciador de generador no está abierto (la falla no está en el generador de imán permanente del generador).

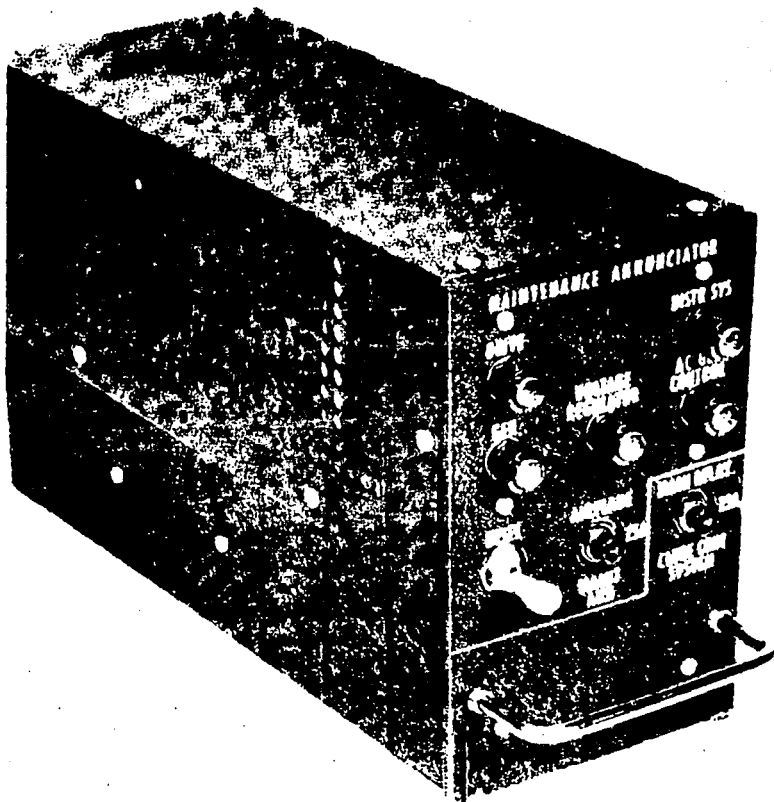
NOTA: La condición (a) anunciará primero el sistema de distribución. Las condiciones (b) o (c) anunciará el regulador de voltaje. Entonces, si cualquiera de las tres condiciones de

falla aparente no se restablece dentro del tiempo de 4.0 a 8.0 segundos por el relevador de control de generador abierto, se anunciará la falla del tablero de control del generador de c.a.

La falla de los circuitos anunciadores del tablero de control de generador, tampoco pueden resultar en un falso aviso o evitar el anuncio en cualquier circuito indicador componente (área). Por lo anterior, se recomiendan chequeos periódicos de los circuitos anunciadores y de protección del tablero de control de generador.

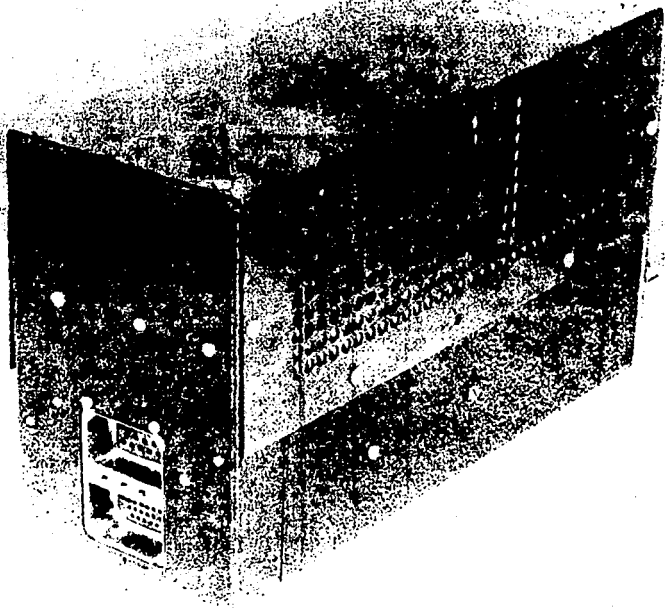
El anuncio del tablero de control de generador de c.a., se restablece (GCAR restaurado) si el interruptor de control del generador está colocado en la posición de restaurar (RESET) y el sistema se recobra a su situación normal (ARR energizado) o si el anunciador es restaurado manualmente.

Por último se presenta la unidad (fotografías de la GCU) en las siguientes figuras, que la muestran externa e internamente.

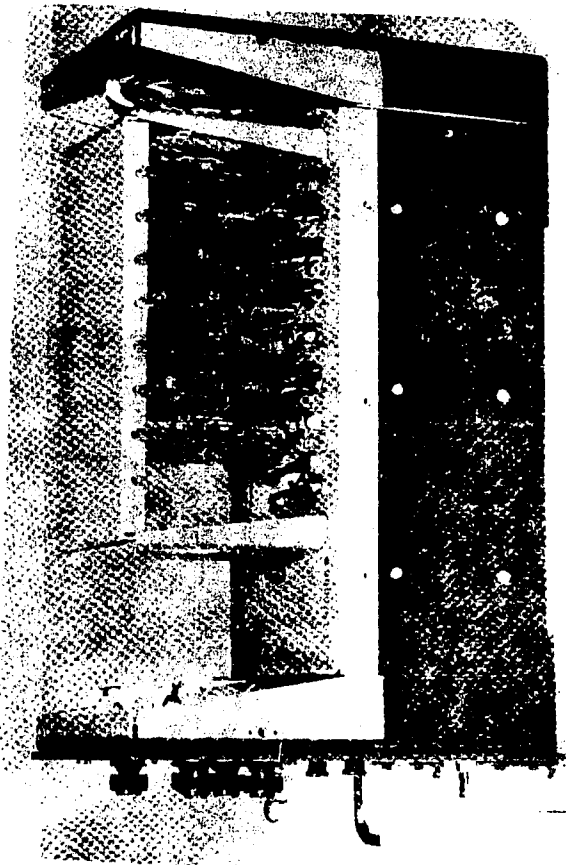


PANEL DE CONTROL DE GENERADOR
Figura 4.10

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

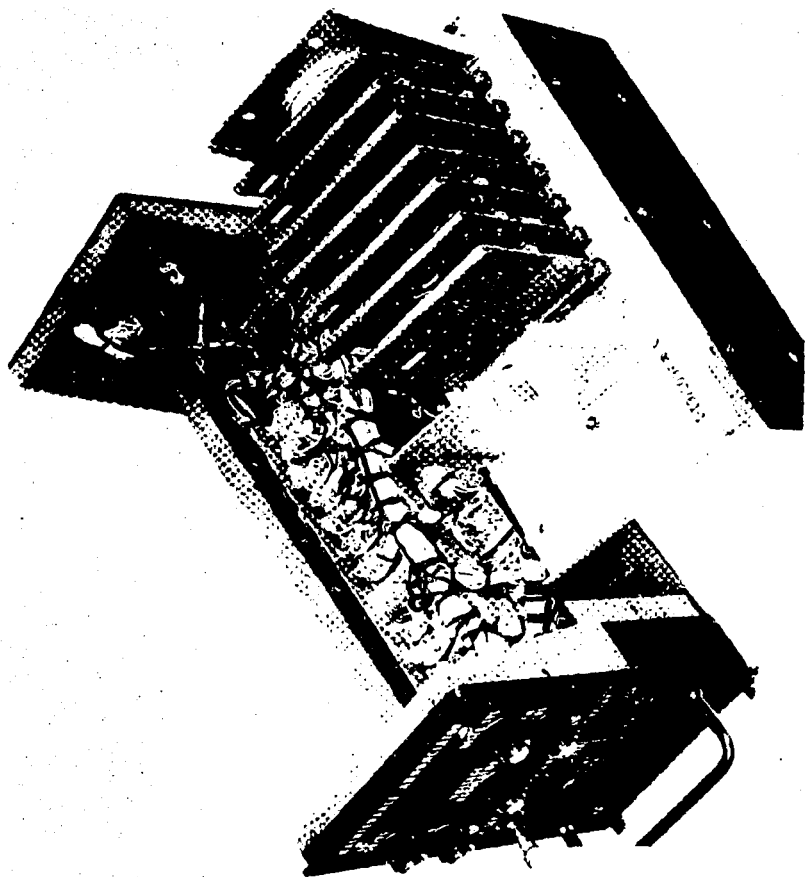


PANEL DE CONTROL DE GENERADOR
Figura 4.11



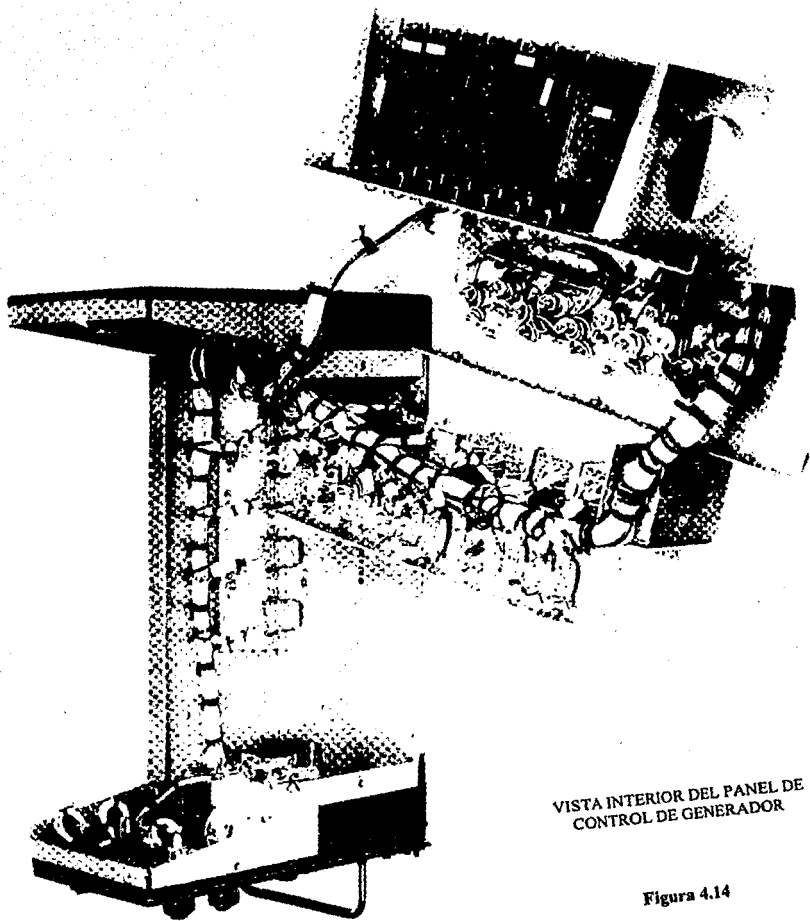
VISTA INTERIOR DEL PANEL DE CONTROL DE GENERADOR

Figura 4.12



VISTA INTERIOR DEL PANEL DE CONTROL DE GENERADOR

Figura 4.13



VISTA INTERIOR DEL PANEL DE
CONTROL DE GENERADOR

Figura 4.14

CAPITULO 5

CORRIENTE DIRÉCTA.

5.1. GENERALIDADES.

La energía de c.d., es proporcionada al avión, desde los transformadores rectificadores (TR's) y desde las baterías, para operar todo el equipo que requiera 28 volts de c.d. El sistema de c.d., está dividido en 2 partes, en lado izquierdo y lado derecho. Cada lado está diseñado para que normalmente opere como sistema independiente, con una fuente de energía y barra para suministrar potencia a las diversas demandas de c.d., del avión.

Durante la operación normal, 4 transformadores rectificadores proporcionan energía de c.d., a las barras de carga de c.d., principales. La salida de los transformadores rectificadores que operan en paralelo, es proporcionada a la barra izquierda de c.d. La salida del tercer transformador rectificador, es proporcionada a la barra derecha de c.d. La salida del cuarto transformador rectificador es proporcionada a una de dos barras, la barra derecha de c.d., o la barra de transferencia de c.d., según se determine por la operación. Durante operación normal, la salida del cuarto transformador rectificador está en paralelo con el tercer transformador rectificador, suministrando energía a la barra derecha de c.d. Cuando únicamente se necesite o se requiera energía del servicio de tierra en el avión, la energía de salida del cuarto transformador rectificador, sólo se suministra a la barra de transferencia de c.d.

Los principales componentes del sistema de energía de c.d., consiste de 4 transformadores rectificadores (TR's), 4 relevadores de corriente inversa, 2 baterías, 1 cargador de baterías, 1 conjunto de rectificadores bloqueadores, 2 medidores de carga de c.d., y una combinación de medidor de voltaje y corriente de c.d. Energía de búsqueda y/o energía de control para los relevadores de entrelazado para las barras de c.d. El cargador de baterías y el relevador de la barra de transferencia de c.d., (C&TR) es descrito aquí porque la operación de éste relevador es distinta a los otros relevadores que se usan en los circuitos respectivos.

5.2. TRANSFORMADORES RECTIFICADORES.

Los cuatro transformadores rectificadores de 50 amperes cada uno, no regulados, proporcionan energía de c.d., a las barras de carga de c.d., excepto a la barra directa de batería y a la barra de batería.

Los transformadores rectificadores están montados sobre una repisa de dos lugares por cada entrepaño, localizados en el compartimento de accesorios delantero. Para penetrar al compartimento se hace a través de una puerta del tipo de cuña en la parte superior de la entrada exterior de la rueda de nariz. Los transformadores rectificadores 1 y 2 izquierdos, están

localizados en la parte superior de la repisa. Los transformadores rectificadores 3 y 4 derechos se localizan en la parte inferior de la repisa.

En la figura 5.1 se muestra una conexión típica de un rectificador de seis fases. Ordinariamente, se usan transformadores trifásicos con estos rectificadores. Los devanados primarios se representan conectados en Delta, y los secundarios en doble estrella.

Las semiondas de las seis fem anódicas, tienen sucesivamente un defasamiento de 60° .

La función de los transformadores rectificadores es convertir la entrada de 115 volts c.a., 3 fases, 400 Hz, en una salida de 28 volts de c.d. Los TR's estarán operando, siempre y cuando la correspondiente barra de c.a., a la cual cada TR está conectado, esté energizada. El TR tiene un embobinado primario conectado en delta y un secundario en estrella de tipo doble embobinado, con un transformador de fase interna y de doble fase sobre la fase interna. Este circuito de doble fase proporciona un rizo de salida falso de 12 fases. La supresión de ruido del radio se lleva a cabo por medio de filtros de sección L a la entrada y a la salida.

Para completar el circuito de cada TR, el retorno de tierra de c.d., está conectado a través de una bobina de derivación de 75 amperes, 50 milivolts. La bobina de derivación, está conectada también a las terminales E y F del conector de salida y es utilizada en el circuito medidor de carga de c.d., para monitorear la carga de salida.

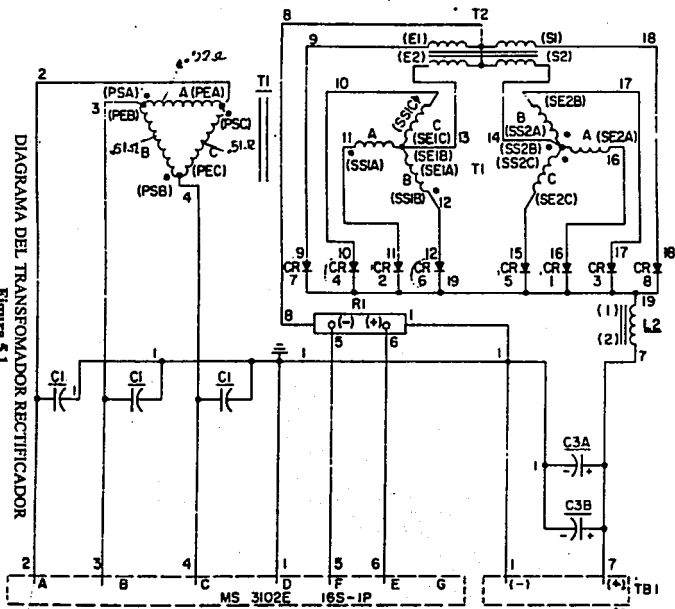
5.3. BATERIAS PRINCIPALES.

Una batería es un dispositivo que convierte la energía química en eléctrica y está constituida por un número de celdas tales que, según la utilización de la batería, pueden ser de tipo primario o secundario. Ambos tipos de celdas o elementos funcionan partiendo del mismo principio fundamental, esto es, el intercambio de electrones debido a la acción química de un electrólito y los electrodos. La diferencia esencial entre ellos reside en la acción que ocurre durante la descarga. En el de tipo primario esta acción destruye los materiales activos de su recinto, limitando de este modo su vida efectiva a una simple operación de descarga. Las baterías usadas en un avión DC9-32 son del tipo secundario de níquel-cadmio, en este tipo de baterías la acción de descarga convierte los materiales en otros componentes, de modo que pueden ser posteriormente transformados eléctricamente en los compuestos originales. Así, una batería o acumulador de este tipo puede tener una vida en la que se dan numerosas acciones de descarga, seguidas por otras de reconversión, más comúnmente denominadas acciones de carga.

En éste tipo de baterías las placas positivas son de hidróxido de níquel, las negativas son de hidróxido de cadmio, y el electrólito es una solución de agua destilada e hidróxido de potasio, con una densidad relativa entre 1.24 y 1.30.

Las baterías constituidas con estas placas tienen ciertas ventajas sobre las de plomo, la principal de las cuales es la propiedad de mantener relativamente constante la tensión aunque sufran grandes descargas, tales como en el arranque del APU.

DIAGRAMA DEL TRANSFORMADOR RECTIFICADOR
Figura 5.1
86



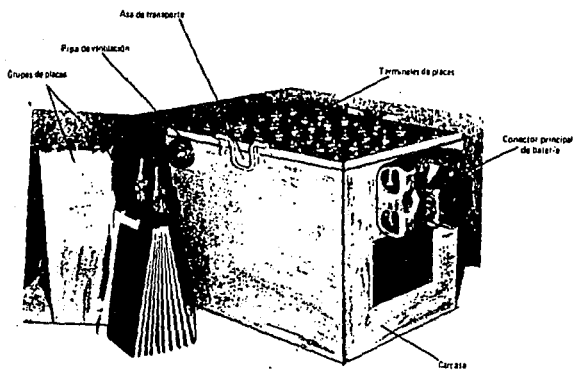
NOMENCLATURE

- C1 CAPACITOR, 1.0MFD, 600VDC
- C3 CAPACITOR, 100MFD, 50VDC
- CR DIODE, 25AMP, 100 PIV
- L2 INDUCTOR, 50 μ H, 50AMP
- R RESISTOR (SHUNT) 50mV, 75AMP
- T1 TRANSFORMER, 115/200 VAC, 400CPS
- T2 TRANSFORMER (INTERPHASE)
- TBI TERMINAL BLOCK 44B353078-001

Las placas suelen construirse mediante un proceso de aglutinación o sintetizado y los materiales activos son impregnados en las placas por deposición química. Este tipo de construcción permite emplear el máximo de material activo en la acción electroquímica. Después de su impregnación con los materiales activos, las placas se estampan en las dimensiones requeridas y se forman grupos de placas positivas y negativas, intercaladas y conectadas a los bornes de forma similar a la realizada en el tipo de acumulador de plomo. El aislamiento se consigue por medio de un separador en forma de banda continua entre las placas. El conjunto completo de placas se monta en un recipiente hermético de plástico.

Durante la carga, las placas negativas pierden oxígeno y se convierten en cadmio metálico. Las placas positivas son sometidas a un mayor estado de oxidación por medio de la corriente de carga hasta que ambos materiales quedan completamente transformados; esto es, se extrae todo el oxígeno de las placas negativas y sólo queda el cadmio; las placas positivas recogen el oxígeno para formar óxido de níquel. El elemento desprende gas hacia el final del proceso y durante la sobrecarga; el gas se ha originado por la descomposición del agua del electrolito, dando hidrógeno en las placas negativas y oxígeno en las positivas. Una ligera cantidad de gases es necesaria para cargar completamente el elemento y por tanto se pierde una pequeña cantidad de agua.

La reacción química inversa tiene lugar durante la descarga: las placas negativas reciben gradualmente el oxígeno que van perdiendo las placas positivas. Como consecuencia de éste intercambio no se producen gases en una descarga normal. En éste sentido, la energía química de las placas se convierte en eléctrica, y el electrolito es absorbido por las placas hasta un punto en que no es visible desde la parte superior del recipiente. El electrolito no desempeña un papel activo en la reacción química: se utiliza únicamente como conductor del flujo de corriente.



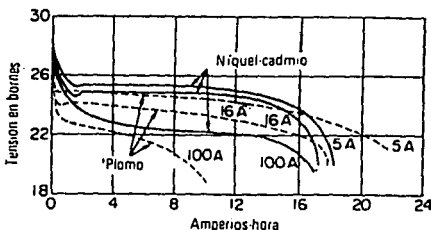
- Batería del níquel-cadmio
Figura 5.2

La construcción de una batería típica níquel-cadmio se ilustra en la figura 5.2. Todos los elementos van unidos en un montaje rígido en la caja. Un espacio existente por encima de los elementos proporciona una cámara de ventilación que está completamente cerrada por una tapa fija en una posición determinada por un par de seguros al compartimento de la batería del avión. Los vapores de ácido son expulsados fuera de la cámara a través de unos respiraderos existentes en la carcasa de la batería y los tubos del sistema de ventilación del compartimento de baterías.

5.3.1. CAPACIDAD DE LAS BATERIAS.

La capacidad de una batería, o cantidad total de energía disponible, depende de las dimensiones y del número de placas. También está más estrictamente relacionada con el material que se disponga para la acción química.

El grado de capacidad se mide en amperes-hora y se basa en la corriente máxima, en amperes, que debería proporcionar, en un periodo de tiempo determinado, hasta ser descargada a un valor mínimo permisible de la tensión. La capacidad de una batería se determina por el producto de la intensidad de descarga, en amperes, por el tiempo, en horas, que dura esa descarga. Por consiguiente, una batería cuya intensidad de descarga sea 7 amperes con tiempo de descarga de 5 horas se dice que tiene una capacidad de 35 amperes-hora. La figura 5.3 muestra algunos valores típicos de descarga en baterías de plomo y níquel-cadmio.



VALORES DE LA DESCARGA TÍPICA DE BATERIAS DE PLOMO Y NIQUEL-CADMIO

Figura 5.3

5.3.2. ESTADO DE CARGA DE LA BATERIA.

Todas las baterías contienen ciertas indicaciones de su estado de carga, y éstas son de ayuda práctica para mantener las condiciones de funcionamiento.

Cuando una batería de plomo se encuentra en la condición de plena carga, cada elemento muestra tres condiciones distintas: la tensión entre bornes alcanza un valor máximo y permanece estacionario; la densidad relativa del electrolito cesa de elevarse y se mantiene constante; las placas desprenden gas libremente. La densidad relativa es la única guía eficaz para determinar la condición eléctrica de una batería que no esté completamente cargada ni completamente descargada. Si la densidad relativa se encuentra en el centro de los valores máximo y mínimo, se puede decir que la celda se halla aproximadamente a mitad de su descarga.

En las baterías que no contengan el electrolito libre no se pueden realizar pruebas para determinar el valor de la densidad relativa: el estado de carga únicamente se puede conocer mediante indicaciones de tensión.

Como ya se dijo, el electrolito de una batería de níquel-cadmio no reacciona químicamente con las placas como lo hace el de una batería de plomo. Como consecuencia, las placas no se deterioran ni modifican apreciablemente la densidad relativa del electrolito. Por eso no se puede determinar el estado de la carga examinando la densidad relativa. Tampoco se puede hallar el estado de carga por medio de los valores de tensión, ya que en su característica principal la tensión permanece constante en la mayor parte del ciclo de descarga. Cuando una batería está completamente cargada, el electrolito se encuentra en su nivel máximo.

La formación de cristales blancos de carbonato potásico en una batería de níquel-cadmio puesta en servicio e instalada en una aeronave puede indicar que la batería ha sido sobrecargada. Los cristales se forman como consecuencia de la reacción del vapor de electrolito desprendido con el dióxido de carbono.

5.3.3. DESBORDAMIENTO TERMICO.

Las baterías pueden trabajar cuando las condiciones de temperatura y de carga están dentro de los valores especificados. En el caso de que se excedan estos valores, se puede producir el efecto de "desbordamiento térmico", condición que origina desprendimiento violento de gases, ebullición de electrolito y finalmente fusión o ablandamiento de las placas o de la carcasa, con el consiguiente riesgo para la estructura de la aeronave y peligro del sistema eléctrico.

Puesto que las baterías tienen una capacidad térmica pequeña, el calor debe ser disipado y esto se consigue disminuyendo la resistencia interna efectiva. Por esto, cuando una batería sea sometida a una carga de tensión constante, absorberá una corriente de carga muy alta y se producirá el efecto de desbordamiento térmico originando incrementos continuos de corrientes y temperaturas.

En las aeronaves que emplean baterías de níquel-cadmio, hay dispositivos sensores térmicos localizados debajo de las baterías para detectar las altas temperaturas y prevenir de esta su sobrecarga, desconectándola inmediatamente de la fuente de carga cuando la temperatura alcanza un valor preestablecido.

5.4. INSTALACION TIPICA DE BATERIAS DE UN AVION DC9-32

Dos baterías de 14 volts están conectadas en serie para proporcionar 28 volts a la barra directa de batería y a la barra de batería. La energía es alimentada directamente desde las baterías, a través del circuito ruptor de alimentación de la barra directa de batería, a la barra directa de batería, la cual es energizada siempre y cuando las baterías estén conectadas haciendo caso omiso de la posición del interruptor de batería. El diseño del circuito es tal, que ninguna de las cargas conectadas a la barra sacará energía de las baterías cuando el avión esté colocado en la condición de motores parados. La barra de batería recibe energía de la barra directa de batería a través del relevador de batería. El relevador de batería es controlado por medio de la operación del interruptor de batería localizado sobre el tablero superior de interruptores.

La energía de la batería se usa, cuando ninguna otra energía está siendo suministrada a las barras de carga, para satisfacer los requerimientos necesarios para el arranque del motor, arranque de la APU y operaciones de llenado de combustible. Las baterías también son capaces de suministrar energía para la operación de un inversor estático y para el equipo más importante de c.d., cuando no se cuenta con energía de c.a., en el avión durante el vuelo.

El diseño del sistema, previene que la energía de los transformadores rectificadores sea suministrada a la barra directa de batería o a la barra de batería y previene además que la energía de las baterías sea suministrada a las barras de c.d., izquierda o derecha.

Las baterías están localizadas en el compartimento eléctrico electrónico del avión.

Una característica de la batería de níquel-cadmio es que las celdas pueden empezar a desbalancearse. Esto ocurre generalmente como resultado de la operación del sistema de batería por periodos extensos sin ciclo de descarga total. Es recomendable que las baterías sean inspeccionadas y chequeadas periódicamente.

5.5. CARGADOR DE BATERIAS.

El cargador de baterías, que no es más que un transformador rectificador de salida variable con los correspondientes circuitos de control, se encarga de mantener la batería en estado de carga total.

El cargador, figura 5.4, convierte los 115/200 volts de c.a., de su entrada en corriente continua de un voltaje determinado para cargar las baterías.

El tipo normal de cargador es el de corriente limitada. La operación de carga dependerá de el estado de carga de las baterías y de la temperatura de las mismas, tal como lo detecta un sensor de temperatura instalado en la batería.

Al comenzar la carga de la batería, partiendo de una batería que esté muy baja, el cargador se conecta a la batería. Si la corriente de salida del cargador aumenta a un valor que implica que la corriente alterna de entrada al mismo sea mayor de un determinado valor, el

cargador se desconecta. Unos condensadores en el circuito producen un retardo de tiempo que pone nuevamente en funcionamiento el cargador después de un intervalo de unos 200 milisegundos. Esta operación de conexión-desconexión dura hasta que la corriente de salida del cargador no implique que la corriente alterna de entrada al mismo sea mayor del valor determinado, según se observa en la representación gráfica de la figura 5.5. A partir de éste momento el cargador entra en modo de carga continua, es decir, comienza a mandar constantemente corriente a la batería, aun voltaje superior a 28 volts y que dependerá de la temperatura de la batería según la detecte el sensor.

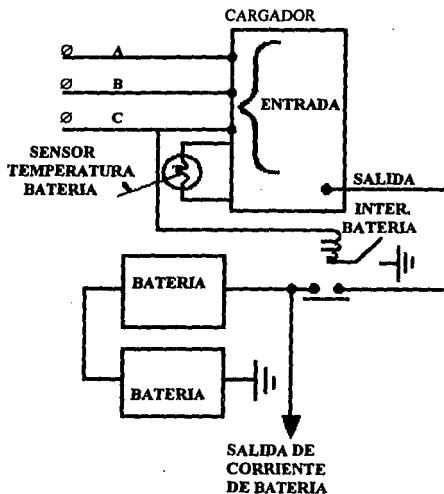
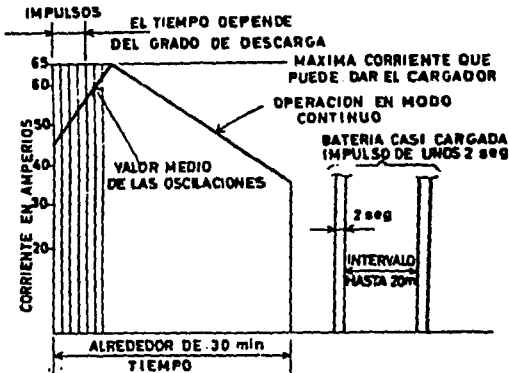


Figura 5.4

Cuando la batería está casi cargada, el cargador corta la salida continua de corriente y pasa al modo de carga por impulsos. En este modo lo que hace es mandar impulsos de corriente durante un cierto tiempo (unos dos segundos) y a intervalos. Cuando la batería está cargada por completo, el tiempo de los intervalos se hace más largo, según la corriente que se extraiga de la batería. Cuanto mayor sea el tiempo de los intervalos esto será indicación de que la batería está cada vez más cargada.

Si al comenzar la carga de la batería ésta no está muy descargada, el cargador se conectará directamente en modo continuo y terminará en modo de impulsos.

Cuando el cargador se conecta en modo continuo, la cantidad de corriente que suministra será la máxima que le permita su salida (recuérdese que son de corriente limitada) y gradualmente se irá reduciendo la cantidad de corriente. El voltaje puede estar alrededor de los 33 volts pudiendo llegar, en condiciones extremas hasta unos 39 volts en temperaturas extremas (-20°C a 75°C aproximadamente).



CARGA DE BATERIA
Figura 5.5

Como se ve en el esquema, para poder cargar las baterías se deben cumplir por lo menos dos condiciones para que el relevador éste energizado:

- 1.- Que haya corriente en la entrada del cargador (esa misma corriente energizará el relevador).
- 2.- Que el interruptor de batería esté en la posición "ON" (puesto) (lo cual permitirá que el relevador tenga masa y actúe sobre el contacto).

El cargador de baterías está instalado adelante de las baterías en el compartimento eléctrico-electrónico. Aunque la salida del cargador de baterías está aplicada a la barra directa de batería solamente durante la operación de carga, la función primaria del cargador es tener las baterías en un estado de carga completo.

La salida del cargador de baterías será suministrada a las baterías en cualquier tiempo en que una barra de c.a., esté energizada, previendo que el interruptor de batería esté en la posición "ON".

5.6. CARGADOR DE BATERÍAS Y RELEVADOR DE LA BARRA DE TRANSFERENCIA DE C.D.

El cargador de baterías y el relevador de la barra de transferencia de c.d., es un relevador del tipo de polo sencillo, doble tiro, sin posición central; el relevador tiene dos bobinas, las cuales se usan para actuar los contactos del relevador en la posición requerida de acuerdo a las condiciones de operación, cuatro terminales de energía principal que se usan para conectar los núcleos de energía y dos terminales auxiliares.

El C&TR está localizado en el compartimento eléctrico electrónico, a la izquierda del cargador de baterías. Una bobina es energizada por corriente alterna; la segunda bobina es energizada por corriente directa. Los circuitos de entrelazado en el alambreado del avión, previenen que ambas bobinas sean energizadas al mismo tiempo. Si ninguna de las bobinas se energiza, la parte movable de los contactos de energía están en posición neutral y no existirá continuidad entre las terminales de energía A1 y A2 o B1 y B2. Todos los contactos auxiliares están en la posición de abierto (open), sin energía.

Cuando la barra de c.a., izquierda o la barra de c.a., del servicio de tierra está energizada, sólo la bobina de c.a., puede ser energizada y los contactos se moverán de tal forma que exista continuidad entre las terminales A1 y A2 y la salida del cargador de baterías está conectada a las baterías. Al mismo tiempo, los contactos auxiliares también cierran y completan el circuito de tierra para la bobina del relevador de protección de luces de emergencia.

Si las barras de carga de c.a., y c.d., no están energizadas solamente la bobina de c.d., del C&TR puede ser energizada, previendo que el interruptor de batería esté en la posición de "ON" (puesto). Cuando la bobina de c.d., está energizada, los contactos se mueven de tal forma que existe continuidad entre las terminales de energía B1 y B2 y el voltaje de batería se aplica a la barra de transferencia de c.d.

5.7. RELEVADORES DE CORRIENTE INVERSA.

Existen cuatro relevadores de corriente inversa (RCR) montados sobre un tablero de relevadores, localizado en el mamparo delantero del compartimento de accesorios delantero. Cada uno de los relevadores está conectado en serie con la salida de su correspondiente transformador rectificador, como protección contra una pérdida de la barra de c.d., correspondiente. El relevador está cerrado todo el tiempo, excepto en el caso de un corto interno del TR, en el que los contactos asegurados magnéticamente del relevador, tenderán a abrirlo. Si el relevador de corriente inversa está abierto, deberá restaurarse manualmente.

5.8. CONJUNTO DE RECTIFICADORES DE BLOQUEO.

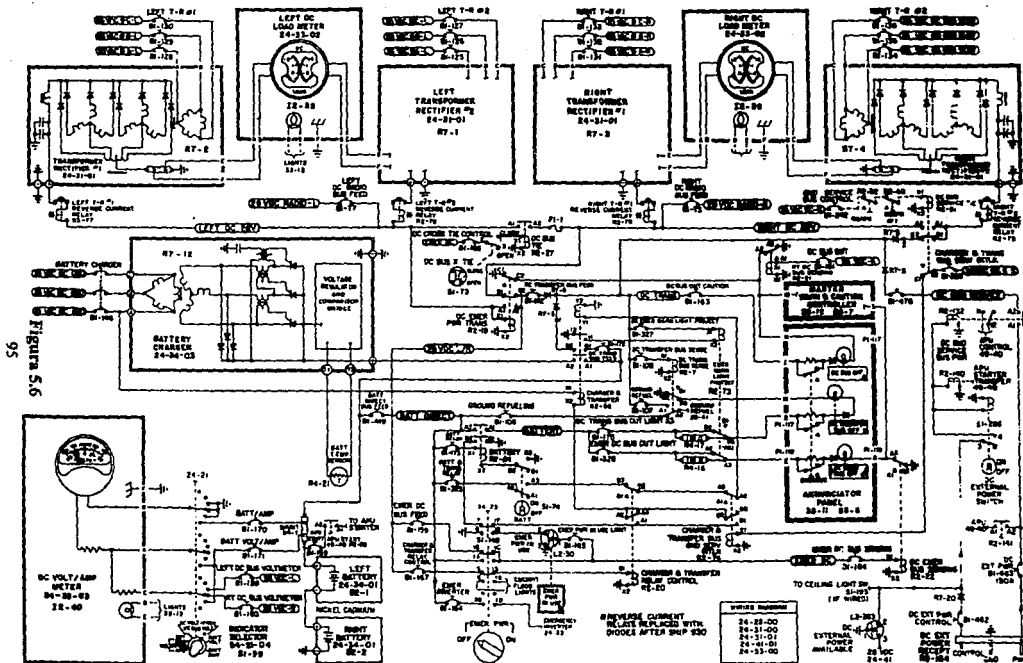
El conjunto de rectificadores de bloqueo, instalado en el lado trasero exterior de la central de energía eléctrica (EPC), consiste de tres rectificadores de bloqueo, una barra de terminales de

cuatro postes y un pasador montados sobre un conjunto de placas común. Estos rectificadores son usados para simplificar los tres circuitos, que alimentan energía a la barra de transferencia de c.d. El diseño del sistema es tal que solamente una fuente de energía es suministrada a la barra de transferencia de c.d., en cualquier tiempo, a través de su correspondiente rectificador bloqueador. Los dos rectificadores restantes bloquean un flujo inverso de corriente a los otros circuitos.

La figura 5.6 muestra el diagrama esquemático general del sistema de c.d.

SYSTEM SCHEMATIC

MDC PROPRIETARY



56

Figure S.6

ATL-3 737-3
 888-1-3 738-3
 888-1-3 739-3
 888-1-3 740-3

Original & Current Issues	

24-31-0
 CODE 2

TITLE DC POWER AND CONTROL	PART NO. 68277	DC-9	24-31-0
-------------------------------	-------------------	------	---------

WHILE REPAIRING
 24-31-00
 24-31-01
 24-31-02
 24-31-03

DC EXT. PANEL CONTROL
 DC EXT. POWER
 DC EXT. CONTROL

REVERSE CURRENT
 RELAYS REPLACED WITH
 DIODES AFTER SHIP 830

CAPITULO 6

PANEL DE CONTROL DE BARRAS (BCU).

6.1. DESCRIPCION Y FUNCION BASICA.

El control de barras de corriente alterna está contenido en un paquete de aproximadamente 4 1/2 X 7 1/2 x 7 3/4 pulgadas y tiene un peso aproximado de 6 libras; utiliza circuitos lógicos semiconductores de silicio y 7 relevadores herméticamente cerrados. El panel de control de barras de c.a., contiene circuitos de control y protección para el relevador de alimentación cruzada (ACTR) y para los relevadores de energía externa izquierdo y derecho (LEPR y REPR respectivamente).

También incluye circuitos de aseguramiento que coordinan la operación del sistema de c.a., y previenen el paralelismo inadvertido de dos fuentes de energía; así mismo, el sensor de barra muerta, la conexión del transformador de corriente diferencial de energía auxiliar, cuando la APU está usándose. En la figura 6.1. se muestra la unidad físicamente.

6.2. SENSOR DE BARRA MUERTA.

Uno de los circuitos básicos del panel de control de barras es el circuito sensor de barras muertas. Los relevadores de barras muertas (izquierdo y derecho) sensan el voltaje en las dos barras del generador y previenen la aplicación de una segunda fuente de energía cuando la barra está energizada.

El voltaje de la barra de c.a., izquierda se aplica al conector J1 del tablero de control de barras. El voltaje es rectificado y aplicado al relevador de barra muerta izquierda.

Cuando el voltaje de tres fases de la barra es de 46.5 volts o más grande, el relevador de barra muerta izquierdo se energizará y el circuito de bobina de cerrar el relevador de generador izquierdo LGR y el relevador de energía auxiliar izquierdo, se abrirán. El relevador esclavo de barra muerta izquierdo, también es energizado, abriendo el circuito de la bobina de cerrar del relevador de energía externa izquierdo y el circuito de la luz de barra de c.a., izquierda OFF (fuera) se abrirá. El relevador de barra muerta derecho, opera del mismo modo que el anterior.

Cuando ambos relevadores de barra muerta izquierdo y derecho se energizan, un juego de contactos en cada uno de los relevadores, abren el circuito de cerrado del relevador de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTR). Pero si cualquiera de los relevadores está desenergizado, el circuito de cerrar del ACTR se completa para cerrar el ACTR, siempre y cuando todas las señales sean de cerrar en las condiciones dadas.

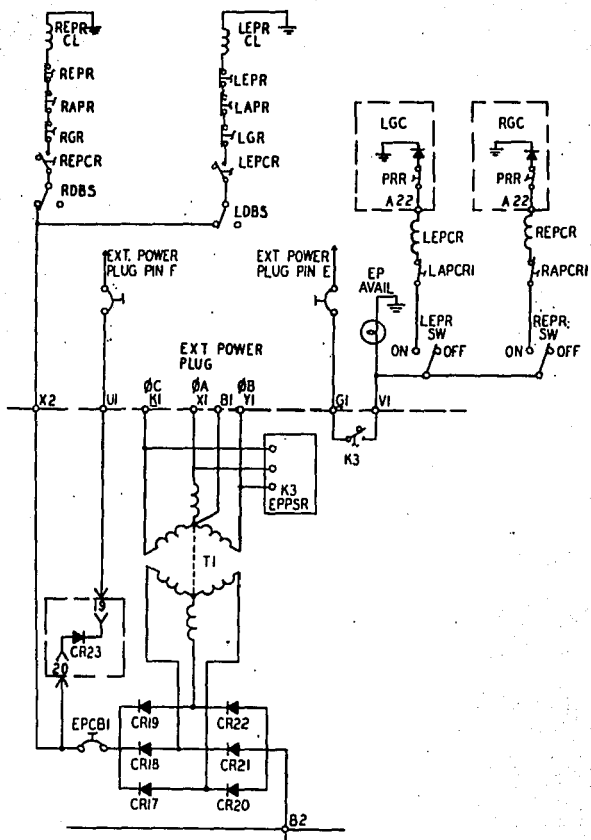


Figure 6.1

Cuando cualquiera de los relevadores de barra muerta está desenergizado, el circuito se completa por la luz de barra de c.a., OFF (fuera), localizada sobre el tablero anunciador del sistema maestro de precaución y alarma y la luz se enciende.

6.3. RELEVADOR DE ALIMENTACION CRUZADA DE C.A. (ACTR).

La función del relevador de alimentación cruzada de c.a., es conectar las barras de c.a., izquierda y derecha, unidas, bajo ciertas condiciones, de tal manera que se permita a ambas barras ser alimentadas por un sólo generador. La figura 6.2 muestra todos los circuitos en el tablero de control de barras (abajo de la línea punteada), en el tablero de control de generador izquierdo y derecho (LGC y RGC) y en el tablero de control de generador de energía auxiliar y en el sistema relacionado con la operación del relevador de alimentación cruzada de c.a.

La operación del relevador de alimentación cruzada está controlada por un relevador de control K5, llamado relevador esclavo del relevador de amarre en abierto de alimentación cruzada de c.a. (ACTLS) y por los relevadores de barra muerta K1 y K2.

El relevador de alimentación cruzada cierra, siempre y cuando el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., se encuentre en la posición de automático (AUTO) y que K5 esté energizado, en previsión de que los relevadores de barra muerta (DBR's) estén desenergizados, K5 se desenergizará cuando el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., esté en la posición de abierto (OPEN).

Un segundo relevador de control K4 es llamado como el relevador de amarre en abierto de alimentación cruzada de c.a. (ACTLR). Cuando el K4 se energiza, un contacto que normalmente se encuentra cerrado (K4E1B) abre el circuito de la bobina de K5, esto es, previene que el contacto del relevador de alimentación cruzada cierre y produzca que el propio relevador de alimentación cruzada se abra.

El contacto K4 que se encuentra normalmente abierto (K4E14) conecta la bobina del K4 directamente a la barra de c.d., de 28 volts, amarrando a K4 en cerrado, K5 en abierto y el relevador de alimentación cruzada en la posición de abierto (TRIP), tan pronto como la energía de c.d., está disponible.

Una vez que se ha actuado, el relevador de amarre en abierto de alimentación cruzada de c.a. (K4), solamente puede ser desenergizado siempre y cuando se retire toda la energía de c.d., del tablero de control de barras.

K5 se energiza siempre y cuando el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., se encuentre en la posición de AUTO, que el relevador de amarre en abierto de alimentación cruzada de c.a. (K4) no se encuentre energizado y que el transistor de cierre del relevador de alimentación cruzada esté conduciendo. El amplificador es trabajado por medio de un circuito NOT.

Cuando no se cuenta con la señal dentro del circuito NOT, el amplificador conduce energizando K5 y cerrando el relevador de alimentación cruzada de c.a., (previniendo que el

interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., se encuentre en la posición de AUTO y que K4 no esté energizado).

Inversamente, cualquier señal aplicada al circuito NOT desenergizará K5 y abrirá el ACTR.

Existen cuatro grupos de señales que pueden actuar el circuito NOT desenergizando K5 y abriendo el ACTR.

El primer grupo está conectado al conector J1 del tablero de control de barras, terminal J. Las señales son provistas de un grupo paralelo de contactos normalmente abiertos, de los relevadores de control de la unidad de energía auxiliar y de los relevadores de control de tierra izquierdo y derecho del avión. Este circuito opera solamente con el avión en tierra (relevadores de control de tierra cerrados). También es suministrada una señal por un grupo paralelo de contactos normalmente abiertos, de los relevadores de control del relevador de energía de emergencia. Bajo esta condición, el circuito abre y/o previene el cierre del ACTR en cualquier tiempo en que el interruptor de barra izquierdo o derecho de la unidad de energía auxiliar o que el interruptor de barra izquierdo o derecho de energía externa, esté colocado en la posición de ON (puesto) y que la correspondiente fuente de energía esté disponible.

El segundo grupo de señales consiste de una señal de cada uno de los controles de generador, terminal B18 a terminales 1G, 1H y 1F respectivamente. Este proporciona una señal a través de TD1 de una falla de bajo voltaje en cualquier sistema. Cuando el interruptor de alimentación cruzada de barra de c.a., está en la posición AUTO, la energía de corriente directa, es proporcionada a través de la terminal B19 de cada uno de los controles de generador. Este circuito abre y/o previene el cierre del ACTR siempre y cuando persista una falla de bajo voltaje durante 2.0 a 4.0 segundos en cualquier motor impulsor o fuente de energía de la APU, del mismo modo previene la posibilidad de una conexión de falla de barra de una barra de generador de c.a., a la otra, por mediación del ACTR.

El tercer grupo de señales es suministrado por los relevadores de energía lista PRR's en cada uno de los tres paneles de control de generador a través del panel de control de barra, terminal 1E al circuito "1 de 3". El circuito "1 de 3", siente si existen más de 1 o 2 fuentes de energía disponibles. Si únicamente se encuentra disponible una fuente (izquierda, derecha o APU) la señal proporcionada es suficiente para actuar el amplificador, abriendo el ACTR. Sin embargo dos de tres fuentes de energía están disponibles, el amplificador y el relevador K5 abrirán y/o prevendrán el cierre del ACTR.

En el caso del panel de control de generador de energía auxiliar, la energía al contacto del relevador de energía lista que suministra la señal, es alimentada a través de los contactos (izquierdo o derecho) del relevador de control de energía auxiliar (APCR) y por lo mismo aparece solamente cuando la unidad de energía auxiliar está en uso.

El cuarto grupo de señales es suministrado cuando no tenemos fuente de energía conectada a la barra de c.a. La señal es proporcionada a través de unos contactos que normalmente se encuentran cerrados, del relevador de control de energía auxiliar izquierdo o derecho a la terminal 1h del panel de control de barra y también por medio de unos contactos que normalmente se encuentran cerrados, de los relevadores de barra muerta izquierdo y derecho, de

los relevadores esclavos de los relevadores de generador izquierdo y derecho (LDBR, RDBR, LGRS y RGRS) al circuito NOT. Este circuito abre y/o previene el cierre del ACTR, cuando no se tiene disponible ninguna fuente de energía de c.a.

Existen así mismo, dos grupos de señales que actuarán el relevador de amarre en abierto de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a. (ACTLR) K4, previniendo el cierre del ACTR.

Un grupo consiste de una serie de redes en paralelo, de contactos de relevador de energía normalmente abiertos, conectados entre las terminales 1K y 1A. Cuando el interruptor de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a., se encuentra en la posición de AUTO, el relevador K5 se energiza (el ACTR cerrado) y cualquier combinación de relevadores de energía izquierdo o derecho, cierran automáticamente y simultáneamente; K4 se energizará y se mantendrá amarrado en cerrado y por ello amarran en abierto al relevador de acoplamiento de alimentación cruzada. Los contactos que normalmente se encuentran cerrados de los relevadores de control de energía auxiliar izquierdo y derecho, conectados en serie con la red de relevadores de energía, para prevenir que el ACTR, sea amarrado en abierto cuando la unidad de energía auxiliar se use, a fin de proporcionar energía a las dos barras de c.a., la izquierda y la derecha.

El segundo grupo de señales del ACTR, se obtiene de la terminal B17 de cada uno de los controles de generador y son conectados al panel de control de barra en la terminal K1. En cada uno de los controles de generador la señal de amarre en abierto es proporcionada por medio de un contacto que está normalmente abierto de protección diferencial (DP) y por un contacto también normalmente abierto de bajo voltaje. Esto es, cualquier falla sentida por la protección diferencial, en cualquiera de los tres paneles de control de generador amarrará en abierto al ACTR.

Si por alguna causa se pierde la energía del generador respectivo izquierdo o derecho de las barras de c.a., y el ACTR cierra debido a una falla, puede aparecer una condición de bajo voltaje y el retardo de tiempo TD1 operará abriendo el ACTR. Si el voltaje se recupera (los contactos cerrados de bajo voltaje), la falla fue aparentemente en la primera barra y el ACTR es amarrado en abierto por una señal a través de TD1 y del contacto de bajo voltaje, al relevador K4 en el panel de control de barra.

Si ambos generadores izquierdo y derecho están alimentando a sus respectivas barras de c.a., y el ACTR está abierto, pero el interruptor de acoplamiento de alimentación cruzada de c.a., está en la posición de AUTO, y de momento aparece una condición de falla de bajo voltaje en una de las barras de c.a.; a continuación se detalla lo que ocurre: el retardo de tiempo TD1 cerrará después de 2.0 a 4.0 segundos, el retardo de tiempo TD4 en el panel de control de generador abrirá al relevador de generador después de 5.0 a 7.0 segundos, y el ACTR, empezará a cerrar debido a la acción del relevador de barra muerta. Sin embargo, si el voltaje se recupera como resultado de que el relevador de generador se abre, existe una falla de barra y una señal pasa a través del retardo de tiempo TD1 y de los contactos de bajo voltaje, al relevador de control de barra K4, amarrando en abierto al ACTR.

Si el voltaje no se recupera después de que el relevador de generador abre, es que existe una falla de excitación; el retardo de tiempo TD4 abrirá el relevador de control de generador, después de un retardo de tiempo adicional de 0.4 a 1.0 segundos y el retardo de tiempo TD1 será

desenergizado. El ACTR cerrará tan pronto como el relevador de barra muerta se desenergice (siguiendo abierto el relevador del generador).

6.3.1 CONTROL DEL RELEVADOR DE ACOPLAMIENTO DE ALIMENTACION CRUZADA (ACTR).

Durante operación normal, cuando cada uno de los generadores está alimentando la barra de c.a., respectiva y con el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., en la posición de AUTO, el ACTR no puede cerrar debido a que los relevadores de barra muerta están energizados y los contactos de los relevadores están abiertos. También se aplica una señal de 28 volts de c.d., a través de los relevadores RGC y LGC, circuito "1 de 3" en el tablero. (El circuito "1 de 3" tendrá voltaje de salida, si dos o más fuentes de energía están disponibles; pero si no tiene salida, es que solamente una fuente de energía está disponible). El circuito "1 de 3" tiene una salida de voltaje al circuito NOT el cual bloqueará la operación del circuito amplificador de cerrado del ACTR y previene al ACTR de que se cierre.

En el caso de que se haya perdido la potencia en cualquiera de los generadores izquierdo o derecho o en la barra, el relevador de barra muerta asociado se desenergizará cerrando un juego de contactos en el circuito de cerrado del ACTR. Al mismo tiempo, la entrada de 28 volts de c.d., de la barra afectada, se quita del circuito "1 de 3". Este circuito "1 de 3" no tendrá voltaje de salida; por lo que el amplificador de cerrado del ACTR no está bloqueado y el relevador esclavo de asegurado en abierto de alimentación cruzada de c.a.. (ACTLS) se puede energizar, cerrando un juego de contactos y aplicando 28 volts de c.d., a la bobina de cerrado del ACTR. Al mismo tiempo, otro juego de contactos del ACTLS abren el circuito de abrir del ACTR.

Si el ACTR está cerrado, puede ser abierto de varias formas:

a) Si cada generador es capaz de alimentar la barra de c.a., respectiva hay una señal de c.d., de los paneles de control de generadores de c.a., al panel de control de barra de c.a.

b) Si TD1 (CTTD) en el panel de control de generador está energizado, una señal de 28 volts de c.d., se aplica al panel de control de barra (BC).

c) Cuando los relevadores de energía externa izquierdo o derecho están cerrados, o si cualquiera de los relevadores de energía auxiliar izquierdo o derecho está cerrado mientras el avión está en tierra (tren de nariz totalmente comprimido), se aplica una señal de 28 volts de c.d., al panel de control de barra (BC).

d) Si ninguna fuente de energía de c.a., está conectada a cualquiera de las barras de c.a., hay una señal de 28 volts de c.d., en el panel de control de barra (BC).

e) Si el interruptor de alimentación cruzada de la barra de c.a., se coloca en la posición de OPEN (abierto), el ACTR se abrirá.

El ACTR puede ser asegurado en abierto por medio del energizamiento del relevador de amarre en abierto de alimentación cruzada de c.a. (ACTLR) K4. Cuando K4 se ha energizado, el

contacto K4E1B se abre, quitando la energía al ACTLS (K5). Al mismo tiempo, el contacto K4E1A cierra, aplicando 28 volts de c.d., al K4, amarrándolo en cerrado. Cuando K5 se desenergiza, abre el circuito de cerrado del ACTR y el circuito de abrir del ACTR se cierra. Para restaurar el circuito del ACTR, toda la energía de c.d., debe ser retirada del panel de control de barra (BC).

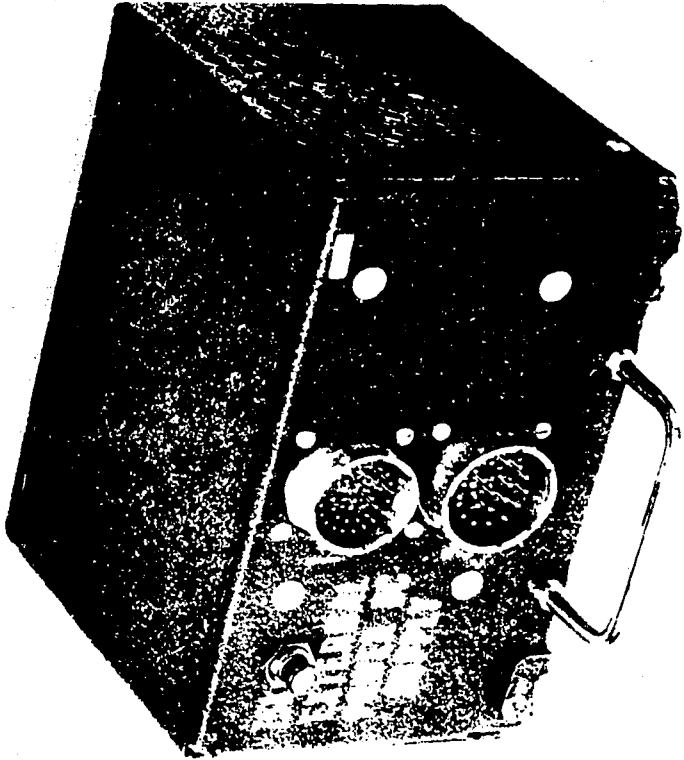
6.4. CONTROL DE CONEXION DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE PROTECCION DIFERENCIAL DE ENERGIA AUXILIAR.

La conexión de los transformadores de corriente de la APU (CT) es controlada por los relevadores esclavos del relevador de generador izquierdo K6 y K7. Bajo operación normal, cada generador está alimentando la barra de carga respectiva. Ambos GR's están cerrados, cerrando un juego de contactos respectivos del GR en el circuito GRS, el cual aplicará una señal de 28 volts desde el APGC para energizar a ambos relevadores LGRS y RGRS. También, si un generador está alimentando la barra de carga respectiva y a la otra barra a través del ACTR, ambos relevadores GRS izquierdo y derecho se energizan. Cuando K6 o K7 están energizados los APLCT's o APRCT's se cortan.

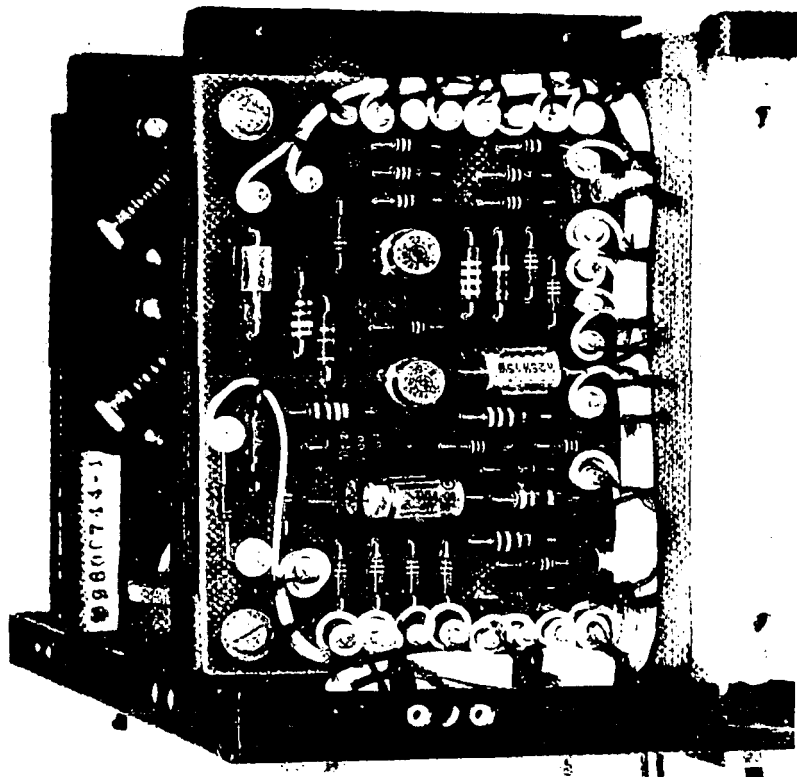
Si la energía está conectada al avión, entonces se tendrá exactamente la acción que antes fue descrita para los RGR y LGR, cuando los REPR y LEPR están cerrados.

Supóngase que la APU se va a usar para alimentar la barra izquierda. El generador derecho está alimentando la barra derecha, el ACTR está abierto y ninguna energía externa está conectada. El RGR está cerrado, energizando K7 y cortando el APRCT. El LGR está abierto. K6 está desenergizado y los contactos K6E1A, K6E2A y K6E3A están abiertos, quitando el corto del APLCT. Los contactos del relevador K6, K6E1B, K6E2B y K6E3B, están cerrados conectando los APLCT y APGCT juntos. Los núcleos están conectados desde el APGCT a la terminal sensora de protección diferencial del APGC, completando el lazo de protección diferencial.

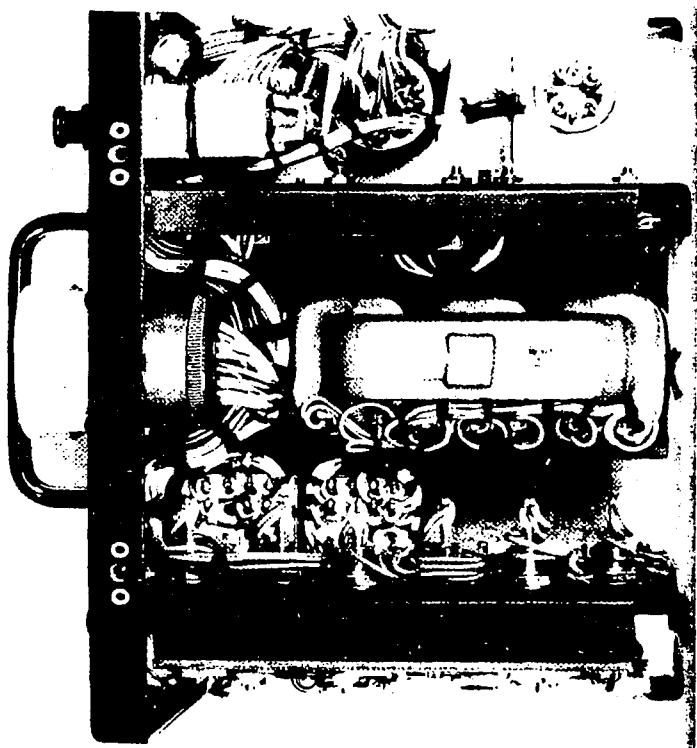
Los APRCT's están conectados a los APGCT's de la misma forma, excepto que la operación de K6 y K7 es inversa. Las figuras 6.3, 6.4 y 6.5 muestran exterior e internamente el panel de control de barras.



PANEL DE CONTROL DE BARRAS
Figura 6.3



VISTA INTERIOR DEL PANEL DE CONTROL DE BARRAS
Figura 6.4



VISTA INTERIOR DEL PANEL DE CONTROL DE BARRAS
Figura 6.5

CAPITULO 7

DISTRIBUCION DE CARGA ELECTRICA.

7.1. DESCRIPCION Y OPERACION.

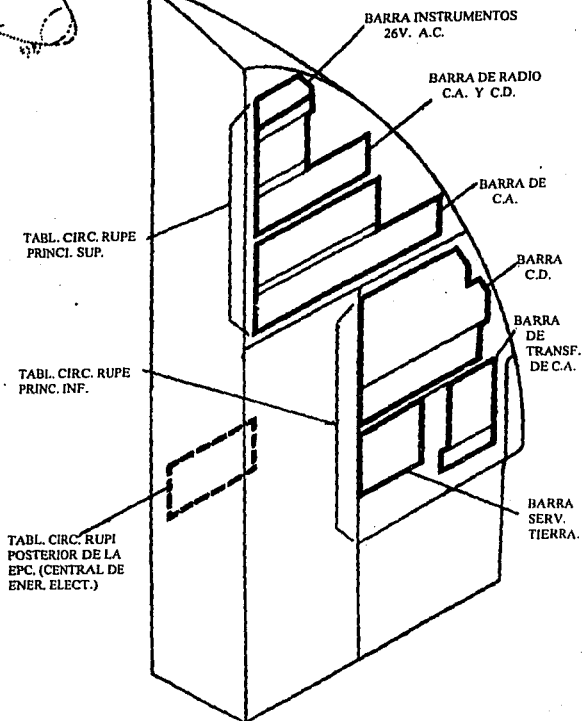
La distribución de carga eléctrica, de las fuentes de energía a los diferentes sistemas usados en el avión, se hace por medio de alambrados, barras de acoplamiento, alimentadores de energía, barras y disyuntores térmicos. La central de energía eléctrica (EPC) proporciona una colocación central para la distribución de energía eléctrica. Muchos de los disyuntores térmicos y barras usadas en el sistema eléctrico se localizan en la EPC.

La barra de acoplamiento, para cada fase de 115 volts de c.a., es conocida más comúnmente como la barra de generador (izquierda o derecha). Las barras de generador están conectadas a una terminal de salida de energía correspondiente del relevador de generador izquierdo o derecho y suministran energía a los disyuntores localizados en un tablero el lado posterior de la EPC. Excepto para operaciones de servicio de tierra y de emergencia, todas las fuentes de energía de c.a., están aplicadas a las barras de generador. La distribución de energía a las barras de c.a., a las barras de radio de c.a., y otras grandes cargas, tales como ventiladores de los cambiadores de calor y bombas hidráulicas auxiliares, es tomada de las barras de generador. Los disyuntores térmicos protegen cada fase de energía de c.a., que es suministrada a la carga aplicada que se esté usando.

Durante la operación normal, la energía de salida de c.d., de los cuatro transformadores rectificadores, es proporcionada a una terminal de conexiones de cuatro postes, localizada en la estructura de la EPC, adjunta a una parte de la barra de c.d., del tablero inferior principal de disyuntores. Desde la terminal de conexiones, la energía se alimenta (a través de los alimentadores de energía), a las barras de c.d., izquierda o derecha.

Los disyuntores localizados en el lado delantero de la EPC, están instalados en dos tableros, el superior principal y el inferior principal de disyuntores. Cada tablero está dividido en secciones de líneas definidas conteniendo un grupo de disyuntores. Las secciones se identifican para indicar la barra a la cual se conectan dentro de esa área, los disyuntores térmicos.

El tablero superior principal, se divide en secciones que contienen ruptores energizados de la barra de c.a., (izquierda o derecha), las barras de radio de c.a., y c.d., y la barra de instrumentos de 28 volts. El tablero inferior principal, se divide en secciones que contienen ruptores energizados de la barra de c.d., (izquierda o derecha), la barra de transferencia de c.d., y la barra de c.a., del servicio de tierra. Ver figura 7.1.



DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA (EPC)

Figura 7.1

7.2. CONJUNTO DE BARRAS

7.2.1. DESCRIPCION Y OPERACION.

Los conjuntos de barras proporcionan un medio de conectar una fuente de energía común, a un grupo de disyuntores térmicos, estos protegen los diversos circuitos que usan ésta fuente de energía.

Los conjuntos de barras usados para las barras de c.a., de 115 volts y de radio de c.a., están alineados en renglones horizontales, en el lado posterior del tablero de disyuntores superior principal. Cada conjunto está compuesto de tres barras una para cada fase de c.a., y un conjunto de barras consistente de una base y una cubierta. Las tres barras están en paralelo, una con respecto a otra en el conjunto de barras. A lo largo de cada barra, se tienen unos receptáculos con alfileres para las conexiones cortas (alimentadores) de la barra a los disyuntores individuales. Cada conexión tiene como terminal un alfiler en el extremo que es asegurado cuando se conecta al receptáculo del alfiler de la barra. Debe usarse una herramienta especial para soltar el alfiler asegurado, antes de quitarlo en la barra. La base y la cubierta están hechas de material plástico con propósitos de aislamiento. Tornillos del tipo de cabeza embutida, a través de la base, aseguran la cubierta.

Se usan dos tipos de barras para la distribución de energía de c.d., de 28 volts. Cada tipo consiste de una longitud predeterminada de alambre del número 10 no aislado con terminales de ojillo espaciadas para permitir la conexión directa de la barra a los disyuntores. El primer tipo de barra, también se usa para la barra del servicio de tierra de c.a., y está aislada con una capa plástica a lo largo de la misma, después de que las terminales de ojillo están colocadas en posición correcta. El segundo tipo de barra tiene instalado un tubo de plástico, en las secciones de alambre donde uno o más espacios de terminales de ojillo estén entre grupos de terminales de ojillo. El segundo tipo de barra, se usa también para la distribución de carga de c.a., de 28 volts.

7.3. RELEVADORES DE CONTROL DE TIERRA.

7.3.1. DESCRIPCION Y OPERACION.

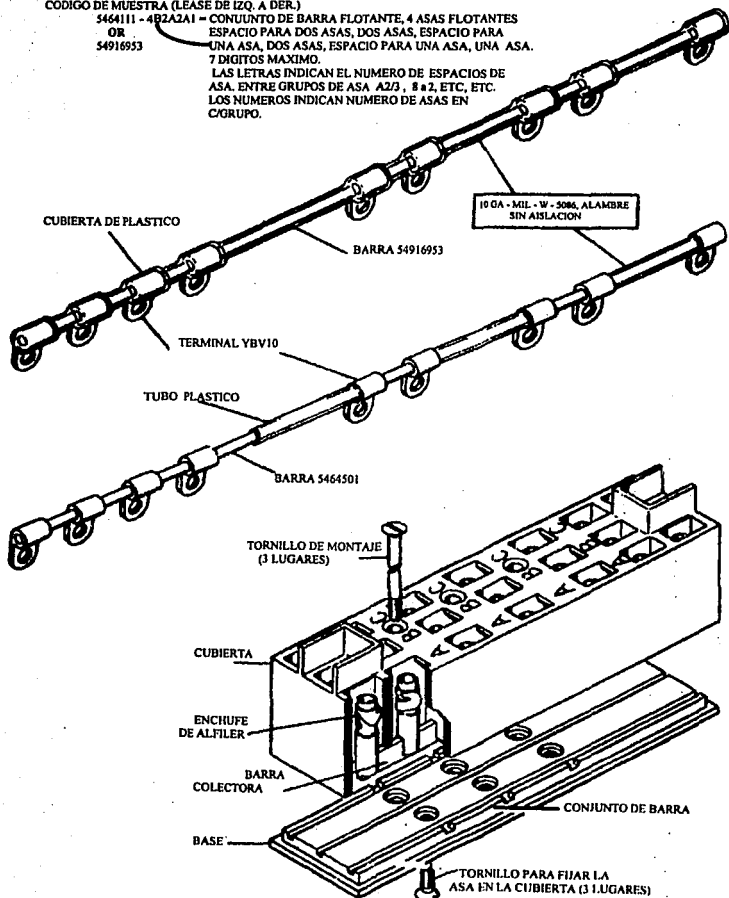
Los circuitos del relevador de control de tierra proporcionan diversas formas para usar circuitos eléctricos y electrónicos de cambio, entre tierra y vuelo. Los relevadores son de cuatro polos doble tiro, del tipo sin amarre mecánico y se localizan en el tablero de relevadores de la estación 110, en el compartimento eléctrico electrónico. Todos los relevadores se energizan y desenergizan simultáneamente por la acción de los interruptores cambiadores de aire-tierra, actuados por el mecanismo de control sensor de tierra. Los relevadores se desenergizan en vuelo y energizan en tierra cuando el avión está en tierra y el amortiguador del tren de nariz está comprimido.

La energía de c.a., es suministrada a las bobinas de los relevadores de control de tierra a través de dos disyuntores térmicos, identificados como relevadores de control de tierra izquierdo y derecho, localizados en el tablero de disyuntores superior de la EPC. El disyuntor izquierdo tiene energía de 115 volts de la barra izquierda de c.a., y el disyuntor derecho de la barra derecha de c.a., con el mismo voltaje de 115 volts. Estos disyuntores no deberán abrirse durante operaciones de prueba en tierra, a menos que específicamente se indique en los procedimientos. El retorno de tierra de las bobinas de los relevadores es a través de los interruptores cambiadores aire-tierra, cuando el amortiguador del tren de nariz está comprimido.

La operación de los relevadores de control de tierra, afecta partes de ciertos sistemas. La figura 7.2 muestra los dos tipos de barras descritos anteriormente.

CODIGO DE MUESTRA (LEASE DE IZQ. A DER.)

5464111-4B2A2A1 = CONJUNTO DE BARRA FLOTANTE, 4 ASAS FLOTANTES
 ESPACIO PARA DOS ASAS, DOS ASAS, ESPACIO PARA
 UNA ASA, DOS ASAS, ESPACIO PARA UNA ASA, UNA ASA.
 7 DIGITOS MAXIMO.
 LAS LETRAS INDICAN EL NUMERO DE ESPACIOS DE
 ASA. ENTRE GRUPOS DE ASA A2/3, # #2, ETC., ETC.
 LOS NUMEROS INDICAN NUMERO DE ASAS EN
 GRUPO.



BARRAS DE ENERGIA, ELECTRICA

Figura 7.2

CAPITULO 8

INDICACIONES EN CABINA DE VUELO Y APLICACION DE ENERGIA ELECTRICA.

8.1. TABLERO SUPERIOR DE CONTROL DE ENERGIA ELECTRICA.

En el lado izquierdo del tablero están instalados los controles, indicadores y medidores de carga de c.a., y c.d. En la parte superior están los medidores de voltaje, frecuencia y voltímetro/amperímetro, estos medidores, son conectados al sistema que se desea monitorear, por medio de un interruptor selector giratorio.

El interruptor de batería y el interruptor de energía de emergencia con su luz indicadora, se encuentran localizados en la parte inferior del tablero superior.

La parte izquierda del tablero, está diseñada en forma de un diagrama básico de los sistemas de c.a., y c.d. Empieza en la parte superior con los controles de UVC. Después se podrá seguir el flujo de energía a través de los interruptores de control de generador, medidores de carga de c.a., (AC LOAD) y de las barras de c.a., a las cargas de c.d. (salida de los TR's).

Las luces indicadoras y los controles de energía externa y de APU se localizan en la parte central del tablero. Los controles de alimentación cruzada de c.a., y alimentación cruzada de c.d., están instalados en la parte inferior central del tablero. Todo lo anterior lo ilustra la figura 8.1.

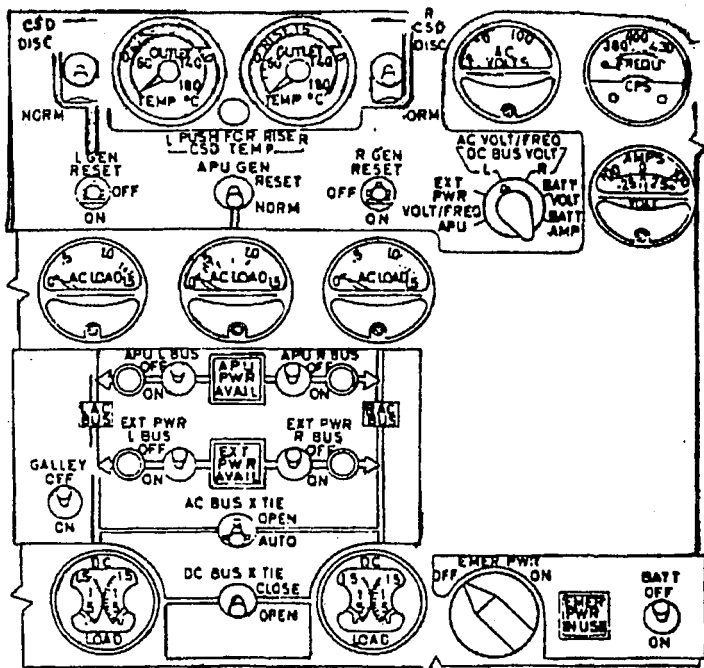
8.1.1. INTERRUPTOR DE DESCONEXION DE LA UNIDAD DE VELOCIDAD CONSTANTE (IZQUIERDO Y DERECHO).

Está protegido con una guarda en posición normal (NORM). Cuando momentáneamente es colocado en posición de desconectar (DISC), desconecta la flecha de entrada de la UVC del sistema de engranes.

La UVC deberá estar en rotación para poder ser desconectada. Cuando el interruptor regresa a la posición normal no reconecta la UVC ya que esto se logra con el motor parado únicamente; jalando la palanca "T" hasta sentir un tope.

8.1.2. INTERRUPTOR DE CONTROL DE GENERADOR (IZQUIERDO Y DERECHO).

Normalmente en posición puesto (ON), permite la operación automática del sistema. La posición cortado (OFF) abre el relevador de generador si el relevador está cerrado. La posición



INDICADORES EN CABINA
 Figura 8.1

reestablecer (RESET), es momentánea por estar cargado a resorte y cierra el relevador de control de generador si éste está en condición de abierto, si el relevador se encuentra cerrado, ninguna acción ocurrirá.

8.1.3. INTERRUPTOR REESTABLECEDOR "RESET" DE GENERADOR DE APU.

Normalmente en la posición normal (NORM), la posición de (RESET) es momentánea y cerrará el relevador de control de generador de APU, si el relevador está abierto. Si se encuentra cerrado nada ocurrirá.

8.1.4. INTERRUPTOR IZQUIERDO Y DERECHO DE BARRA DE APU.

Normalmente en la posición de cortado (OFF), en la cual corta la energía del APU de las barras correspondientes. En la posición de puesto (ON) conectará la energía del APU a las barras asociadas; cuando la energía del APU está disponible y los generadores de motor no están alimentando sus respectivas barras.

8.1.5. INTERRUPTOR DE ENERGIA EXTERNA IZQUIERDO Y DERECHO.

Normalmente en la posición de cortado (OFF), remueve la energía externa de las barras. En la posición de puesto (ON), la energía externa quedará conectada a las barras asociadas; si se cuenta con energía externa y ninguna otra fuente de energía está conectada a las barras.

8.1.6. INTERRUPTOR DE CONTROL DE ALIMENTACION CRUZADA DE C.A.

Normalmente en la posición automático (AUTO), durante la operación en tierra ya sea con APU o con planta externa, la función automática de alimentación cruzada se inhibe debido a que el circuito de control del relevador de alimentación cruzada (ACTR), está interconectado con los relevadores de control de tierra.

Durante el vuelo, el relevador de alimentación cruzada de c.a., cerrará automáticamente, siempre que un generador de motor por alguna razón se desconecte de su barra y el interruptor de control esté en la posición automático (AUTO) y no exista falla en la barra. La posición abierto (OPEN) del interruptor de control, abre al relevador de alimentación cruzada de c.a., cuando el relevador está cerrado, si el relevador está abierto ninguna acción ocurrirá. Con el interruptor de control en la posición de abierto (OPEN), el relevador no cerrará en forma automática.

8.1.7. INTERRUPTOR DE ALIMENTACION CRUZADA DE C.D.

Normalmente en la posición abierto (OPEN), las barras izquierda y derecha de c.d., actúan como sistemas independientes. Con el interruptor de control en posición cerrado (CLOSE), el relevador de alimentación cruzada de c.d., interconectará las barras izquierda y derecha de c.d.

8.1.8. INTERRUPTOR DE ENERGIA DE EMERGENCIA.

Normalmente en la posición de cortado (OFF), ésta posición permite que las barras de emergencia de c.a., y c.d., reciban energía del sistema principal de distribución, además, permite que el circuito de c.a., de reabastecimiento de combustible, sea energizado por el inversor y permite la operación del cargador de batería. Si no hay energía de c.a., en las barras y el interruptor de batería se encuentra en la posición de puesto (ON), se toma energía de la barra directa de batería para alimentar al inversor. Las barras de emergencia de c.a., y c.d. serán alimentadas por el inversor. La posición puesto (ON) activa la luz (EMER PWR IN USE), aísla la batería del cargador y también, si el interruptor de batería está en la posición de puesto (ON), y la barra de transferencia no recibe energía del TR, alimentado por la barra de servicio de tierra, conectará la barra de transferencia a las baterías, a través del relevador DCTR.

8.1.9. INTERRUPTOR DE BATERIA.

Normalmente en la posición de puesto (ON), la barra de la batería se alimenta de la barra directa de batería; el interruptor trabaja en combinación con el interruptor de emergencia. La posición puesto (ON), también controla la alimentación de la barra de transferencia. La posición cortado (OFF), desconecta la batería de la barra directa de batería, corta la salida del cargador hacia la batería y desconecta la barra de transferencia de c.d., de la batería.

8.1.10. INTERRUPTOR SELECTOR DEL INDICADOR.

Se tiene un interruptor selector giratorio de seis pasos sin posición cortado (OFF), empezando por la posición extrema en sentido contrario a las agujas del reloj y girando en sentido de las agujas del reloj, las lecturas del medidor serán como sigue:

➤APU.- Voltaje de c.a., y frecuencia de generador de APU.

Planta externa (EXT PWR).- Voltaje de c.a., y frecuencia de planta de energía externa.

Generador izquierdo (L AC VOLT/FREQ DC BUS VOLT).- Generador izquierdo, voltaje de c.a., frecuencia y voltaje de c.d., de barra izquierda.

Generador derecho (R AC VOLT/FREQ DC BUS VOLT).- Generador derecho, voltaje de c.a., frecuencia y voltaje de c.d., de barra derecha.

Voltaje de batería (BATT VOLT).- Voltaje de c.d., de la batería.
Amperaje de la batería (BATT AMP).- Corriente de/o hacia la batería.

8.1.11. INTERRUPTOR SELECTOR DE TEMPERATURA DE ACEITE (RISE) DE LA UVC.

Presionando el interruptor, se tiene indicación de la diferencia de temperatura de aceite entre la entrada y la salida de la UVC, en la escala exterior de ambos medidores de temperatura; al soltarse el interruptor, la lectura corresponderá a la temperatura de aceite de salida de la UVC y deberá leerse en la escala interior del medidor.

8.2. INDICADORES.

8.2.1. INDICADOR IZQUIERDO Y DERECHO DE UVC.

Son indicadores de doble escala, durante su operación normal muestran la temperatura de salida de aceite de la UVC, cuando se oprime el interruptor, muestra la diferencia de temperatura entre la salida y entrada del aceite de la UVC. Las temperaturas están calibradas en grados centígrados, con marcas límites de operación.

8.2.2. MEDIDOR DE CARGA IZQUIERDO, DERECHO Y DE APU.

Indica la carga que es sentida en la fase A, del generador asociado. La carga es proporcional al rango del generador, 0.5 indica el 50% del rango; 1.0 indica el 100%, la máxima lectura continua permisible durante la operación es de 1.0.

8.2.3. VOLTIMETRO DE C.A.

Indica el voltaje entre la fase A y el neutro de la fuente de energía seleccionada.

8.2.4. MEDIDOR DE FRECUENCIA.

Indica la frecuencia entre la fase A y el neutro de la fuente de energía seleccionada.

8.2.5. VOLTIMETRO AMPERIMETRO DE C.D.

Una combinación de voltímetro/amperímetro, indica el voltaje y corriente de la batería. El medidor tiene cero central e indica tanto la carga como la descarga en amperes.

8.3. LUCES INDICADORAS.

8.3.1. LUZ AZUL DE INDICACION DE ENERGIA DE APU DISPONIBLE (APU PWR AVAIL).

Cuando está encendida, indica que el generador de APU está listo para ser conectado a las barras.

8.3.2. LUZ AZUL DE BARRAS.

Cuando está encendida, nos indica que la barra está recibiendo energía de APU o de una fuente externa.

8.3.3. LUZ AZUL DE ENERGIA EXTERNA DISPONIBLE (EXT PWR AVAIL).

Cuando está encendida, nos indica que una fuente de energía externa, con la secuencia de fase correcta, está conectada al avión.

8.3.4. LUZ AMBAR DE BARRA DE TRANSFERENCIA DESENERGIZADA (DC TRANSFER BUS OFF).

Cuando enciende, nos indica que hay energía de batería disponible, pero la barra de transferencia de c.d., está desenergizada.

8.3.5. LUZ AMBAR IZQUIERDA Y DERECHA DE BARRA DE C.A. DESENERGIZADA (L AC BUS OFF Y R AC BUS OFF).

Cuando una de estas luces enciende, indica que la barra de c.a., izquierda o derecha, está sin energía.

8.3.6. LUZ AMBAR DE GENERADOR IZQUIERDO Y DERECHO (L GEN OFF Y R GEN OFF).

Cuando la luz enciende, indica que el relevador de generador (GR) asociado está abierto.

8.3.7. LUZ AMBAR DE GENERADOR DE APU (APU GEN OFF).

Cuando la luz enciende, indica que el generador de APU está disponible, pero que los relevadores auxiliares izquierdo y derecho están abiertos.

8.3.8. LUZ AMBAR IZQUIERDA Y DERECHA DE BAJA PRESION DE ACEITE DE UVC (CSD OIL PRESS LOW).

Cuando la luz enciende, indica que la presión de aceite de la UVC asociada, es baja o que la temperatura del aceite está por arriba de un valor predeterminado.

8.3.9. LUZ AMBAR DE BARRA DE C.D. SIN ENERGIA (DC BUS OFF).

Cuando la luz enciende, indica que la barra de c.d., izquierda o derecha está sin energía.

8.3.10. LUZ AMBAR DE ALIMENTACION CRUZADA ASEGURADA EN ABIERTO (AC CROSSTIE LOCKOUT).

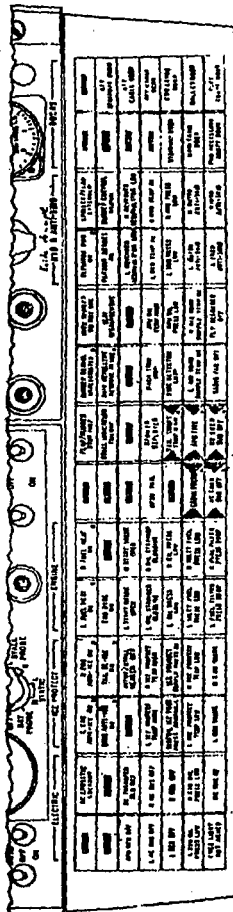
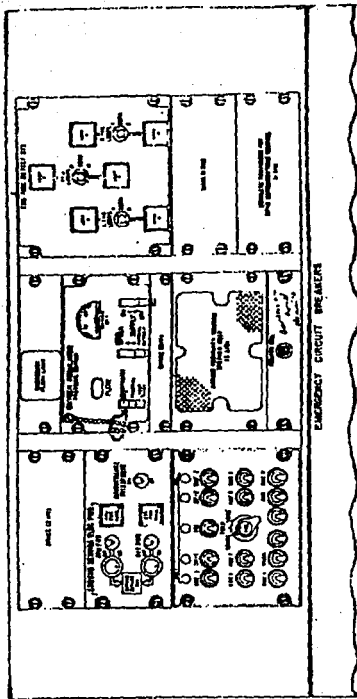
Cuando la luz enciende, indica que las barras de los generadores izquierdo y derecho, no pueden interconectarse, debido a que el relevador ACTR se encuentra asegurado en abierto.

8.3.11. LUCES ROJAS DE BARRA DE EMERGENCIA DE C.A. Y C.D. DESENERGIZADAS (AC EMER BUS OFF Y DC EMER BUS OFF).

1.- Barra de emergencia de c.a., desenergizada (AC EMER BUS OFF). Cuando se enciende, indica que la barra de emergencia de c.a., está desenergizada.

2.- Barra de emergencia de c.d., desenergizada (DC EMER BUS OFF). Cuando se enciende, indica que la barra de emergencia de c.d., está desenergizada.

Todas estas luces indicadoras del panel anunciador se muestran en la figura 8.2.



INDICACIONES EN CABINA
Figura 8.2

8.4. TABLERO ELECTRICO DE SERVICIO DE TIERRA.

El tablero eléctrico de servicio de tierra se localiza en la parte trasera del tablero superior de cabina y contiene las luces indicadoras y los controles de energía para servicio de tierra.

8.4.1. INTERRUPTOR DE BARRA DE APU DE SERVICIO DE TIERRA.

Normalmente en posición cortado (OFF). Cuando se requiere energía para el servicio de tierra poniendo el interruptor en la posición de puesto (ON) se proporciona energía de APU a la barra de servicio de tierra.

8.4.2. INTERRUPTOR DE ENERGIA EXTERNA A BARRA DE SERVICIO DE TIERRA.

Normalmente en posición cortado (OFF). Cuando se requiere energía para el servicio de tierra, poniendo el interruptor en posición puesto (ON) se aplica energía externa a la barra de servicio de tierra.

8.5. UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA.

En los anteriores capítulos se ha descrito como se genera la energía eléctrica en los aviones y como se distribuye a las barras correspondientes. Aunque con esto el objetivo propuesto está cumplido, parece lógico, aunque sea muy someramente indicar que equipos de los instalados en los aviones utilizan ésta energía eléctrica para su funcionamiento. Por ello, a continuación, y en un breve resumen por sistemas, se indicarán los principales elementos que generalmente son accionados por energía de c.a., o c.d.

8.5.1. ALUMBRADO.

Alumbrado Exterior.

- Luces de aterrizaje y marcha por tierra.

Las luces de aterrizaje y marcha por tierra comprenden las luces de marcha por tierra y de aterrizaje del tren de nariz y las luces de aterrizaje de las alas.

- Luces anticolisión: Una en la parte superior del fuselaje y la otra en la parte inferior del mismo.

- Luces de posición anteriores y posteriores.

- **Proyectores para tierra.**

- **Luces de exploración de motor y alas.**
Alumbrado Interior.

- **Luces del compartimento de vuelo:** Incluyen las diversas luces destinadas al alumbrado general, las luces de servicios de la tripulación y el sistema patrón de precaución y aviso.

La iluminación básica del compartimento de vuelo corre a cargo de luces fluorescentes e incandescentes blancas.

La iluminación secundaria comprende lámparas que proporcionan luz roja y blanca de intensidad variable.

- **Luces del compartimento de pasaje:** Proporcionan la iluminación general de las entradas y zonas de cabina. Se emplea iluminación directa, así como luces de trabajo y servicios, señales luminosas para instrucciones al pasaje y sistema de llamada a sobrecargos.

- **Luces de compartimentos de carga:** Facilitan la carga e inspección de determinadas zonas.

- **Iluminación de emergencia:** Garantiza un alumbrado limitado en todo el avión cuando se presenta una falla de energía eléctrica.

8.5.2. GRUPO MOTOR:

- **Indicadores de E.P.R. (Engine Pressure Ratio).**

- **Indicadores de cantidad de aceite, temperatura, presión y luces indicadoras de falla.**

- **Indicadores de flujo de combustible y temperatura de combustible.**

- **Encendido y puesta en marcha:** Apertura de las válvulas de entrada de neumático a la marcha, ignición, indicación de presión neumática y luces de aviso correspondientes.

- **Indicaciones de reversas.**

- **Protección contra incendios.**

8.5.3. COMBUSTIBLE.

- **Bombas de combustible de los tanques, indicadores de cantidad de combustible y luces de aviso correspondientes.**

8.5.4. APU (UNIDAD DE ENERGIA AUXILIAR).

- Motor eléctrico de puesta en marcha, control, luces de aviso correspondientes.
- Protección contra incendios.

8.5.5. HIDRAULICO.

- Bomba eléctrica de hidráulico.
- Válvula de control.
- Indicadores de presión y cantidad.
- Luces indicadoras de falla.

8.5.6. MANDOS DE VUELO

- Motores eléctricos para actuar el estabilizador horizontal (MACH TRIM).
- Alarma de desplome (SISTEMA DE STALL).
- Indicadores de posición de superficies.
- Luces indicadoras.
- Alarma de despegue.

8.5.7. TREN DE ATERRIZAJE.

- Sistema de antiderrapes (ANTISKID).
- Relevadores cambiadores aire/tierra.
- Luces indicadoras de control y avisos de fallas.

8.5.8. AIRE ACONDICIONADO.

- Ventiladores para los radiadores de paquetes de aire acondicionado.
- Ventiladores para la ventilación del compartimento eléctrico/electrónico.
- Válvulas de control de temperatura e indicadores de posición de las válvulas.
- Control automático de presurización.
- Control automático de temperatura.
- Luces indicadoras.

8.5.9. PROTECCION CONTRA HIELO Y LLUVIA.

- Antihielo de parabrisas.
- Antiempañamiento de parabrisas.
- Calentamiento de tubos pitot y probetas de presión estática.
- Control de válvulas de neumático para antihielo en superficies y motores.
- Calentamiento de probeta de temperatura ambiente (RAT) y sensores de ángulo de ataque (AOAS).
- Luces indicadoras de operación y avisos de fallas.

8.5.10. COMUNICACIONES.

- VHF comunicaciones.
- Interfono de vuelo.
- Interfono de servicio.
- Aviso a pasajeros y música de abordar.
- Grabadora de voz.

8.5.11. NAVEGACION E INSTRUMENTOS.

- VHF navegación.

- Trayectoria de planeo.
- Sistema de marcadores a la pista.
- ADF.
- Radioaltímetro.
- RADAR meteorológico.
- Equipo medidor de distancia (DME).
- Control de tráfico aéreo (ATC).
- Giróscopos.
- Director de vuelo.
- Sistema de compás.
- Computadoras de datos de aire.

CONCLUSIONES

Después de haber concluido el presente trabajo, es necesario resaltar la importancia que tiene la unión de la teoría con la práctica en la formación de los estudiantes de alguna licenciatura y muy en especial si ésta es del área de ingeniería. Es en este ámbito de gran dependencia del extranjero en el que el profesional debe estar en continua preparación y abierto a los cambios y nuevas tecnologías que presentan los países que están a la vanguardia a nivel mundial.

Un ejemplo de ello es la aviación donde existe una reglamentación que exige altos niveles de calidad y seguridad; es por esto que debemos elevar los estándares vigentes para ser competitivos con el exterior.

A los lectores de ésta obra los motivamos a superarse día con día para lograr un México cada vez mejor, sea cual fuere la actividad que se desempeñe.

APENDICE

DC-9 A.C. ELECTRICAL SYSTEM ABBREVIATIONS

ABREVIACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO C.A. DEL DC-9

ABBREY.	NAME	
ACTLR	A-C CROSS TIE LOCKOUT RELAY	RELE DE BLOQUEO DE LA BARRA CRUZADA DE C.A.
ACTLS	A-C CROSS TIE LOCKOUT RELAY SLAVE	RELE SECUNDARIO DE BLOQUEO DE LA BARRA CRUZADA DE C.A.
ACTR	A-C CROSS TIE RELAY	RELE DE LA BARRA CRUZADA DE C.A.
ACYR	ANTI-CYCLE RELAY	RELE ANTI-CICLAJE
APGC	GEN CONTROL PANEL (AUXILIARY PWR)	TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR (CORRIENTE AUXILIAR).
APRR	PWR CONTROL PANEL (AUXILIARY PWR)	RELE DE CORRIENTE DISPONIBLE (CORRIENTE AUXILIAR).
ARR	ANNUNCIATOR RESET RELAY	RELE DE REARME DEL ANUNCIADOR.
ARSW	ANNUNCIATOR RESET SWITH	SUICHE DE REARME DEL ANUNCIADOR.
APU	AUXILIAR POWER PANEL	UNIDAD DE CORRIENTE AUXILIAR.
BC	A-C BUS CONTROL PANEL	TABLERO DE CONTROL DE LA BARRA DE C.A.
CSD	CONSTANT SPEED DRIVE	MANDO DE VELOCIDAD CONSTANTE
CT	CURRENT TRANSFORMER	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
CTTD (TD1)	A-C CROSS TIE RELAY TIME DELAY CIRCUIT	CIRCUITO CERRADO DE TIEMPO DEL RELE DE LA BARRA CRUZADA C.A.
DAR	DRIVE ANNUNCIATOR RELAY	RELE DEL ANUNCIADOR DEL MANDO.
DDR	DRIVE DISCONNECT RELAY	RELE DE DESCONEXION DEL MANDO.
DPCT-A	DIFFERENTIAL PROTECTION CURRENT TRANSFORMER (Ø A)	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (Ø A) DE PROTECCIÓN DE DIFERENCIAL
DPCT-B	DIFFERENTIAL PROTECTION CURRENT TRANSFORMER (Ø B)	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (Ø B) DE PROTECCION DE DIFERENCIAL
DPCT-C	DIFFERENTIAL PROTECTION CURRENT TRANSFORMER (Ø C)	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (Ø C) DE PROTECCION DE DIFERENCIAL
DPR	DIFFERENTIAL PROTECTION RELAY	RELE DE PROTECCION DE DIFERENCIAL DE POTENCIAL.
DRSR	DRIVE RUNNING SIGNAL RELAY	RELE DE SEÑAL DE MANDO TRABAJANDO.
DSAR	DISTRIBUTION SYSTEM ANNUNCIATOR RELAY	RELE ANUNCIADOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.
EPSSR	EXTERNAL POWER PHASE SEQUENCE RELAY	RELE DE SEÑAL DE MOTOR TRABAJANDO.
FSTD (TD4)	FAULT SELECTOR TIME RELAY CIRCUIT	CIRCUITO DE RETARDO DE TIEMPO DEL SELECTOR DE FALLA
GAR	GENERATOR ANNUNCIATOR RELAY	RELE ANUNCIADOR DEL GENERADOR
GC	A-C GENERATOR CONTROL PANEL	TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR DE C.A.
GCAR	GENERATOR CONTROL PANEL ANNUNCIATOR RELAY	RELE ANUNCIADOR DEL TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR.
GCR	GENERATOR CONTROL RELAY	RELE DEL CONTROL DEL GENERADOR.
GEN	GENERATOR	GENERADOR
GPSR	PHASE SEQUENCE RELAY (GENERATOR)	RELE DE SECUENCIA DE FASE (GENERADOR)
LAPCR#1	LEFT AUXILIARY POWER CONTROL RELAY N°. 1	RELE N°. 1 DE CONTROL DEL RELE IZQUIERDO DE LA PLANTA AUXILIAR.
LAPCR#12	LEFT AUXILIARY POWER CONTROL RELAY N°. 2	RELE N°. 2 DE CONTROL DEL RELE IZQUIERDO DE LA PLANTA AUXILIAR.
LAPCR	LEFT AUXILIARY POWER RELAY	RELE IZQUIERDO DE LA PLANTA AUXILIAR.
LDBR	LEFT AUXILIARY POWER RELAY	RELE IZQUIERDO DE LA BARRA MUERTA.
LDBSR	LEFT DEAD BUS RELAY	RELE SECUNDARIO IZQUIERDO DE BARRA MUERTA.
LEPCR	LEFT EXTERNAL POWER CONTROL RELAY	RELE DE CONTROL DEL RELE IZQUIERDO DE BARRA MUERTA.
LEPR	LEFT EXTERNAL POWER RELAY	RELE IZQUIERDO DE LA BATERIA DE TIERRA.

APENDICE

ABBREV.	NAME	
LGC	LEFT GENERATOR CONTROL PANEL	TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR IZQUIERDO
LGR	LEFT GENERATOR RELAY	RELE DEL GENERADOR IZQUIERDO
LGRS	LEFT GENERATOR RELAY SLAVE RELAY	RELE SECUNDARIO DEL RELE DEL GENERADOR IZQUIERDO.
LPRR	LEFT POWER READY RELAY	RELE IZQUIERDO DE CORRIENTE DISPONIBLE
OVR	OVER VOLTAGE RELAY	RELE DE SOBRE-VOLTAJE
PMGR	PERMANENT MAGNET GENERATOR RELAY	RELE DE IMA N PERMANENTE DEL GENERADOR
PRR	POWER READY RELAY	RELE DE CORRIENTE DISPONIBLE
RAPCR # 1	RIGHT AUXILIARY POWER RELAY CONTROL RELEY N°. 1	RELE # 1 DE CONTROL DEL RELE DERECHO DE LA PLANTA AUXILIAR.
RAPCR # 2	RIGHT AUXILIARY POWER RELAY CONTROL RELEY N°. 2	RELE # 2 DE CONTROL DEL RELE DERECHO DE LA PLANTA AUXILIAR.
RAPR	RIGHT AUXILIARY POWER RELAY	RELE DERECHO DE LA PLANTA AUXILIAR.
RDBR	RIGHT DEAD BUS RELAY	RELE DERECHO DE BARRA MUERTA.
RDBSR	RIGHT DEAD BUS SLAVE RELAY	RELE SECUNDARIO DERECHO DE BARRA MUERTA.
REPCR	RIGHT EXTERNAL POWER RELAY CONTROL RELAY	RELE DE CONTROL DEL RELE DERECHO DE LA BATERIA DE TIERRA.
REPR	RIGHT EXTERNAL POWER RELAY	RELE DERECHO DE LA BATERIA DE TIERRA
RGCR	RIGHT GENERATOR CONTROL PANEL	TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR DERECHO
RGRS	RIGHT GENERATOR RELAY	RELE DEL GENERADOR DERECHO.
RPRR	RIGHT GENERATOR RELAY SLAVE RELAY	RELE SECUNDARIO DEL RELE DEL GENERADOR DERECHO.
T-R	TRANSFORMER - RECTIFIER	TRANSFORMADOR-RECTIFICADOR.
UFR	UNDER FREQUENCY RELAY	RELE DE PROTECCIÓN CONTRA BAJA-FRECUENCIA.
UFT (TD5)	UNDER FREQUENCY TIME DELAY CIRCUIT	CIRCUITO DE RETARDO DE TIEMPO DE BAJA-FRECUENCIA.
UVK	UNDER VOLTAGE RELAY	RELE DE PROTECCION CONTRA BAJO-VOLTAJE
UVTD (TD2)	UNDER VOLTAGE TIME DELAY CIRCUIT	CIRCUITO DE RETARDO DE TIEMPO DE BAJO-VOLTAJE.
VR	VOLTAGE REGULATOR	REGULADOR DE VOLTAJE.
VRAR	VOLTAGE REGULATOR ANNUNCIATOR RELAY	RELE ANUNCIADOR DEL REGULADOR DE VOLTAJE.

BIBLIOGRAFIA

**Máquinas Eléctricas
y transformadores**

- Irving. L. Kosow
Editorial Reverté, S.A.

**Training Manual
A.C. Electrical Generating
System
Douglas DC-9 Aircraft**

- Westinghouse Electric
Corporation

**Manual de Adiestramiento
Sistema Eléctrico**

- Capacitación Técnica
Aerovías de México S.A. de C.V.

**Manual Descriptivo
Equipo DC-9**

- Aeronaves de México S.A.
Departamento de Capacitación.

**DC-9 Series 30
System Schematics**

- Douglas Aircraft Company

**Los Sistemas Eléctricos
en Aviación**

- E.H.J. Pallet
Editorial Paraninfo S.A.

**Manual de Vuelo
Equipo DC-9 Series 30**

- Aerovías de México S.A. de C.V.

**Overhaul Manual
A.C. Electrical Generator**

- General Electric