

870116

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA EN COMPUTACION

12² Ejercicio



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*Diseño de un circuito de protección para
un conjunto maquina generador utilizado
en equipos de perforación marina
en la sonda de Campeche*

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A

Alberto Reynaldo Tejeda Rodriguez



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.

DISEÑO DE UN CIRCUITO DE PROTECCIÓN PARA UN CONJUNTO MÁQUINA
GENERADOR UTILIZADO EN EQUIPOS DE PERFORACIÓN MARINA EN LA SONDA
DE CAMPECHE

ANTECEDENTES

INTRODUCCIÓN

1.- MÓDULO ELECTRÓNICO	1
1.1.- TEORÍA BÁSICA	10
1.2.- REGULADOR DE VOLTAJE BASLER	11
1.3.- RELEVADOR DE POTENCIA INVERSA	13
1.4.- CIRCUITO DE REPARTO DE CARGAS	15
1.5.- RELEVADOR DE BAJA FRECUENCIA Y SOBREVOLTAJE	15
1.6.- AJUSTES AL GEN	16
1.7.- SINCRONIZACIÓN	17
1.8.- PASOS PARA SACAR UN GENERADOR DE LÍNEA	24

II.- DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN	25
II.1.- CIRCUITO GENERADOR DE IMPULSOS Y ONDA CUADRADA PARA CONTADOR	29
II.2.- CIRCUITO DE UN CONTADOR ASINCRONO	34
II.3.- CIRCUITO DETECTOR DE FALLAS	42
II.4.- CIRCUITO DEL LIMITE DE POTENCIA	45
II.5.- CIRCUITO PARA SACAR DE LINEA EL GENERADOR	51
II.6.- CIRCUITO PARA PARAR LA MAQUINA QUE FALLE	53
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFIA	

ANTECEDENTES

PETROLEOS MEXICANOS

En el descubrimiento de los nuevos mantos petrolíferos en la sonda de Campeche, la industria tuvo la necesidad de adquirir nuevos equipos de perforación con la tecnología avanzada en control electrónico.

En las plataformas de perforaciones marinas son tres los tipos que se encuentran en operación:

- 1.- Plataformas semisumergibles.
- 2.- Plataformas autoelevables.
- 3.- Plataformas fijas.

La plataforma semisumergible es aquella que se encuentra flotando, la cual cuenta con 8 anclas para contrarse en la localización del pozo a perforar, por lo general este tipo de plataforma se usa para perforar pozos de exploración.

La plataforma autoelevable es aquella que cuenta con un sistema de autoelevación a través de tres patas (estructuras) las cuales son los puntos de apoyo para el casco de la plataforma, además la plataforma es flotante cuando cambia de localización; este tipo de equipo se usa para perforar pozos de exploración, pozos de desarrollo y reparación de pozos de producción.

Las plataformas fijas son utilizadas para perforar pozos de desarrollo. Estas plataformas tienen la ventaja de perforar 12 pozos desde la misma base, esto quiere decir que puede perforar 11 pozos direccionales y un vertical.

Dichos equipos pueden perforar hasta 7 000 metros de profundidad y su capacidad de mástil es de hasta 500 toneladas y pueden resistir vientos hasta de 180 km. por hora.

La potencia electromotriz de las mencionadas plataformas la proveen tres grupos de máquinas generadores de corriente alterna, cada uno comprende una máquina diesel EMD 12-645 E1, con capacidad de 1500 HP, y el generador de corriente alterna es de 2625 KVA, 2585 amperes, 600 volts, 60 Hertz a 900 RPM. La capacidad interruptiva 1500 ámps., cuenta con un límite de

potencia en KW/KVh para no exceder de la capacidad de la máquina y capacidad interruptiva.

El sistema cuenta, con un dispositivo corrector de factor de potencia que mantiene en 0.9 el fp. Este dispositivo maneja de modo automático los KVhR.

La potencia aplicada al equipo de perforación en el malacate es por medio de dos motores de corriente directa, General Electric, conexión serie, modelo 752 AR de 1000 HP de 0 a 750 VCD.

Las bombas de lodos contiene dos unidades, cada una de ellas cuenta con dos motores General Electric 1000 HP de 0 a 750 VCD conexión serie.

El top drive es un dispositivo para perforar con un motor de corriente directa de las mismas características mencionadas anteriormente, para alimentar a los motores de corriente directa (CD) antes citados los equipos cuentan con 4 convertidores de potencia de corriente alterna a corriente directa (CA-CD) a base de puentes trifásicos de rectificadores de silicio

controlados con una capacidad de corriente de 1800 amperes y un voltaje de 0 a 750 VCD.

La alimentación en corriente alterna es de 600 VCA.

Los servicios auxiliares en motores de Corriente Alterna son proporcionados por dos transformadores de 1000 KVA, 600/460 VCA.

El sistema de iluminación por banco de transformadores de 460/220/110 VCA con capacidad de 150 KVA.

En la figura 1 se presenta un diagrama de un sistema típico de conversión de potencia.

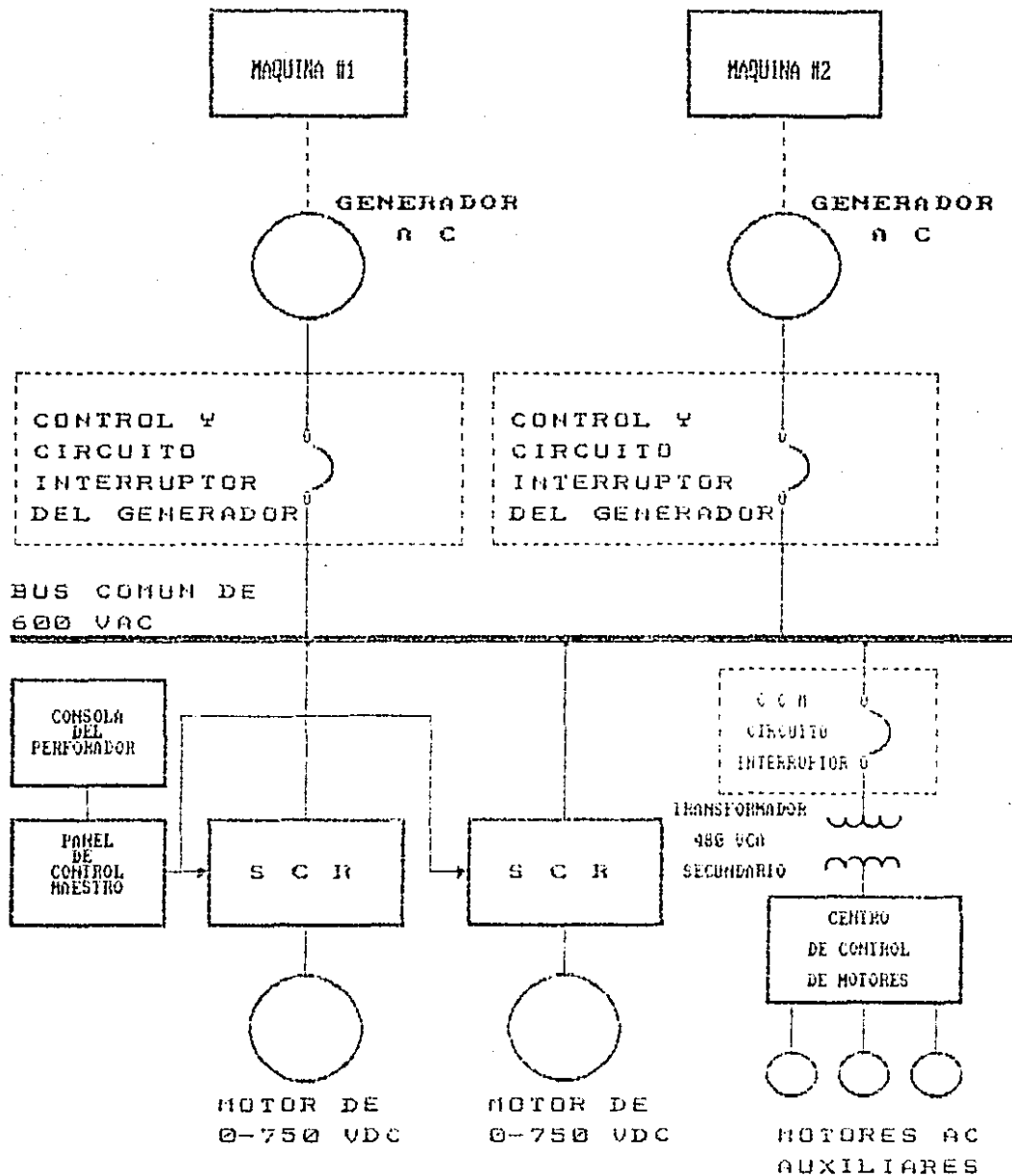


FIG. I

SISTEMA TIPICO DE CONVERSION DE POTENCIA

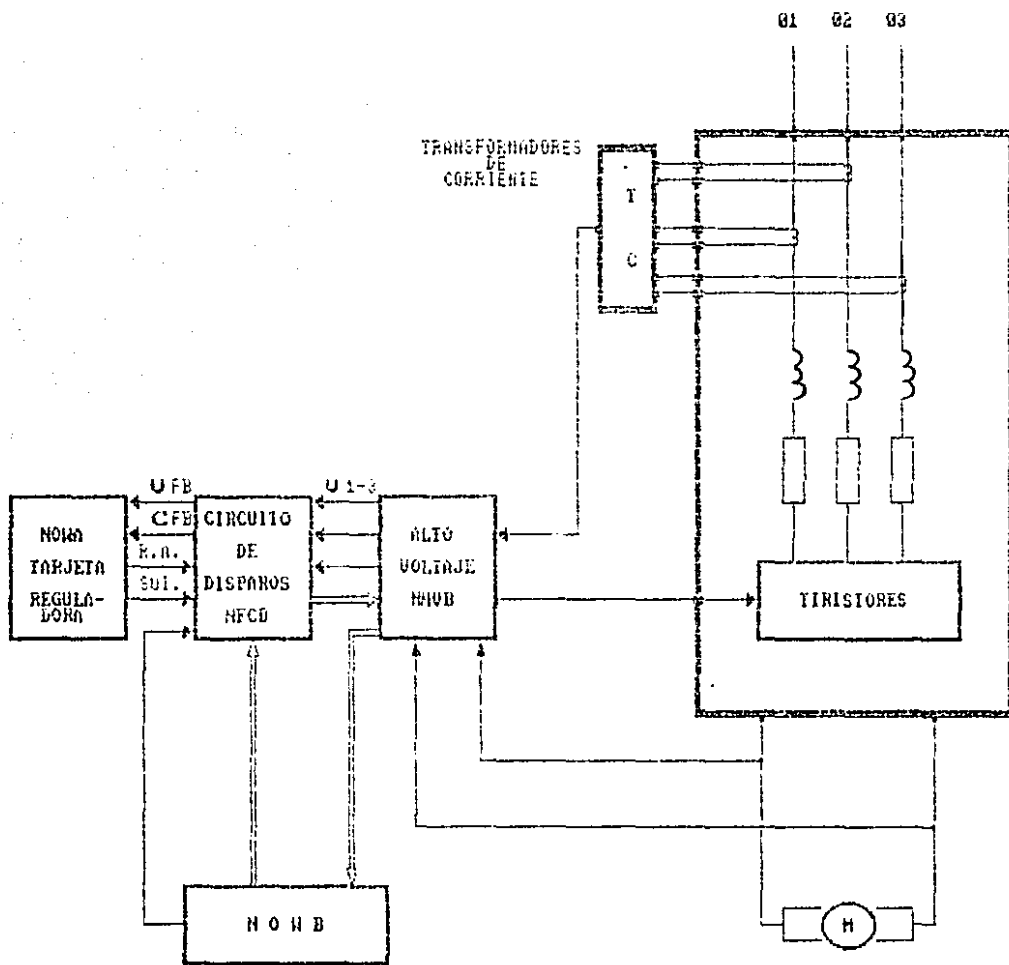
CONVERTIDORES DE POTENCIA C.A./C.D.
GENERAL ELECTRIC DIRECTO MATIC PLUS

Los convertidores de potencia son usados para suministrar potencia a los motores C.D. de 1000 h.p. del malacate, rotaria y bombas de lodos del equipo de perforación.

En la figura 11 se muestra un diagrama de la descripción de operación de las tarjetas de los convertidores de potencia.

El puente trifásico de SCR (rectificadores de silicio, controlados) tiene una capacidad de 1800 amps. a 750 VCD. máximos, con el objeto de variar la salida de potencia de 0 a 750 VCD.

Para controlar la salida variable de potencia a los motores C.D. se requiere de un control electrónico.



F I G . II

DESCRIPCION DE OPERACION DE LAS TARJETAS
DE LOS CONVERTIDORES DE POTENCIA.

El control electrónico está compuesto por los siguientes circuitos:

1) Tarjeta procesadora, NOWA :

Esta tarjeta de circuito impreso es el selector de entradas y la tarjeta reguladora para aplicaciones de perforación petroliera.

Combina la referencia externa, la lógica de selección de retroalimentación y las señales para neutralizar los reguladores de voltaje y corriente, y da de salida una señal que gobierna el circuito de encendido de una fuente de armadura de tiristores.

Las funciones principales son:

- A). Regulador interno de corriente y variación de corriente. La referencia puede ser de esta tarjeta para balancear cargas de motores unidos mecánicamente.

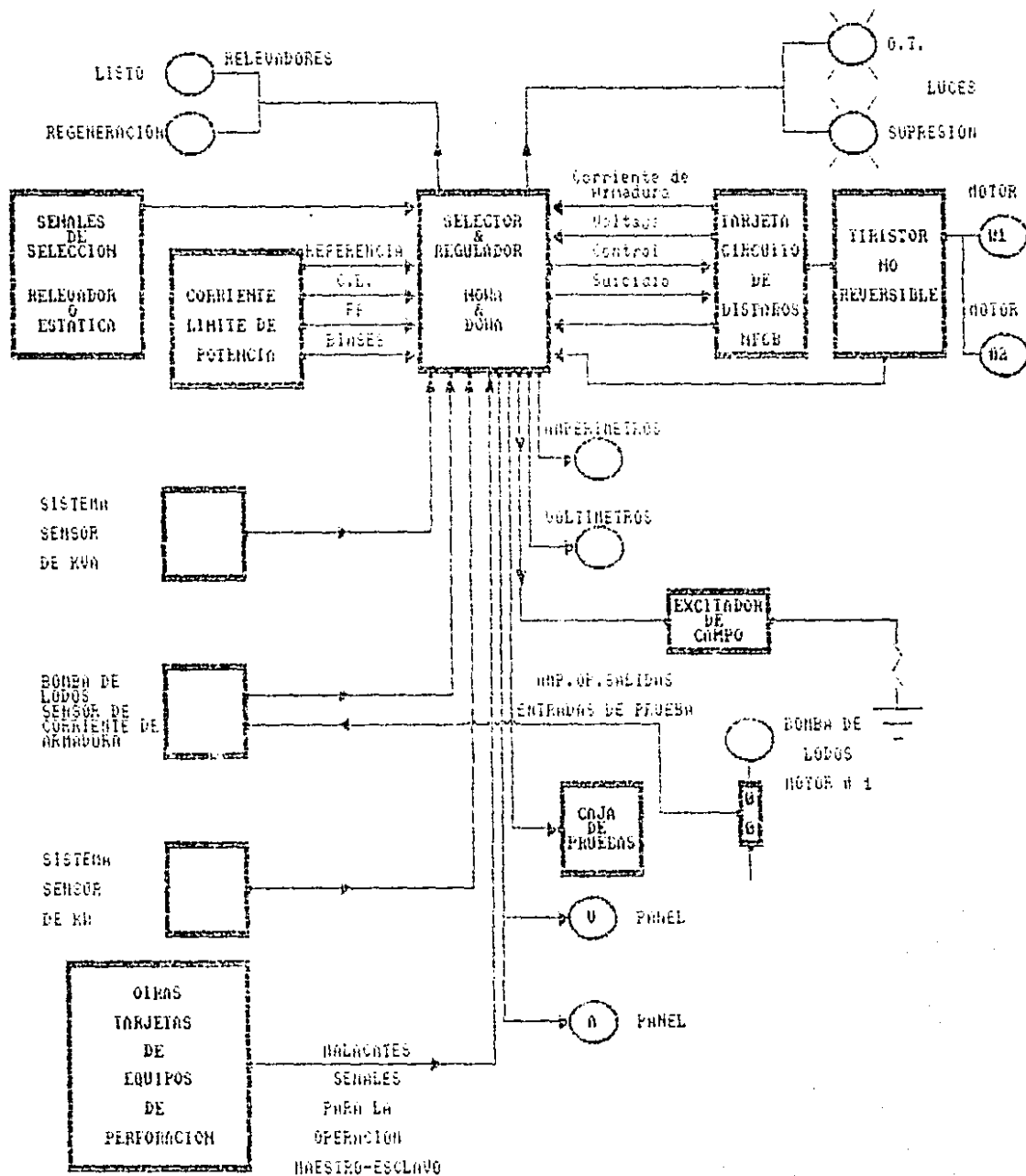
- B). Regulador de voltaje que puede ser convertido a regulador de velocidad por medio de componentes externas.

- C). Rampa de referencia de 2 a 10 segundos de aceleración y una desaceleración cinco veces más rápida.

- D). Lógica selectiva y relevadores estáticos asociados; éstos seleccionan uno de cuatro límites de referencia de voltaje y corriente, amperímetros, voltímetros y formas de regulación de acuerdo a las señales de entrada.

- E). Facilidades de diagnóstico y mantenimiento.

El diagrama de bloques de selección básica y el regulador se muestra en la figura III.



F I G . III

CONEXIONES DE UN SISTEMA TIPICO

2) Tarjeta del circuito de disparos NFCB:

La función primordial de esta tarjeta es encender en el tiempo correcto los 6 tiristores de un puente de conversión de potencia de onda completa como se muestra en la figura IV.

El tiristor conduce corriente en el sentido de la flecha si es encendido y si la fuente de voltaje está disponible para causar flujo de corriente en la dirección correcta. El valor promedio de voltaje aplicado a la carga se controla variando el tiempo al que se enciende el tiristor. En el circuito mostrado en la figura IV, la máxima salida de voltaje promedio se logra cuando el tiristor se enciende tan pronto como se aplica un voltaje hacia adelante sobre el tiristor. El valor promedio de este voltaje máximo de CD es aproximadamente 1.35 veces el valor RMS del voltaje de entrada de CA.

Si se retrasa el encendido de los tiristores el voltaje promedio de CD es aproximadamente 1.35

veces el valor RMS de CA multiplicado por el coseno del ángulo de retardo. Las formas de onda del voltaje de salida por varios ángulos de retardo diferentes, se muestra en las figuras IV a, b y c.

Obsérvese que las señales de encendido deben sincronizarse con la frecuencia del voltaje de entrada de CA. La frecuencia y fase de referencia se obtiene de las líneas de potencia 1 y 3 que alimentan el puente de tiristores. Estas líneas se conectan primero a la tarjeta de alto voltaje que tiene un circuito de resistencias para atenuar la señal a un nivel bajo que sea compatible con los circuitos de la tarjeta de encendido.

Las tarjetas del circuito de encendido y de alto voltaje se conectarán con :

A). Tarjeta de regulación y manipulación de referencia.

B). Módulo de conversión de potencia.

C). Transformadores de CA.

D). Motor de CD.

E). Monitor de falla.

F). Módulo de montaje físico.

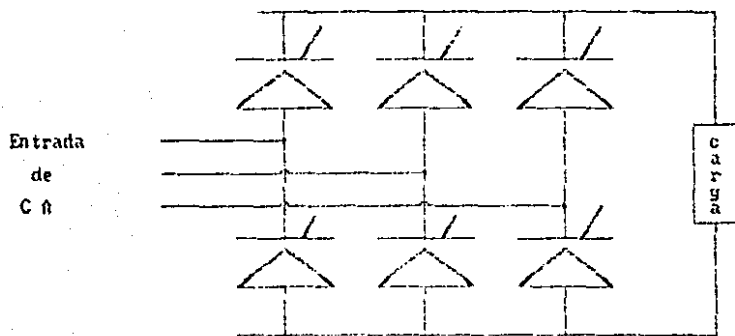
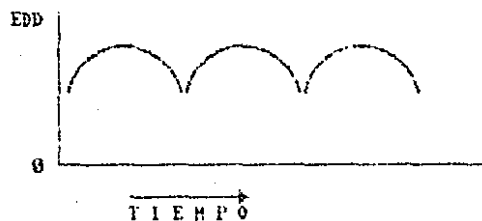
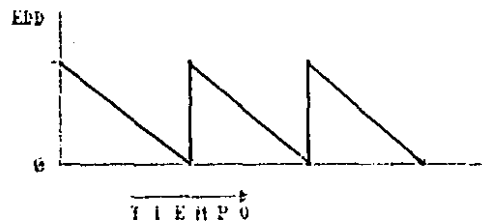


FIG. 10



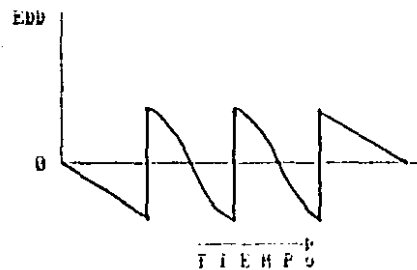
Salida para ángulo de retardo 0.
 (EDD es el voltaje CD de salida promedio cuando el ángulo de retardo es 0°).

FIG. 10a



Voltaje de salida para ángulo de retardo de 60° .

FIG. 10b



Voltaje de salida para ángulo de retardo de 90° .

FIG. 10c

3) Tarjeta de alto voltaje NHVB:

Suministra los disparos a las celdas de los SCR.
Recibe señales de retroalimentación de voltaje y corriente.

4) Tarjeta del circuito medidor de velocidades NOWB:

A continuación se describe la operación básica de la tarjeta de retroalimentación NOWB del motor serie. Las señales de voltaje y corriente del motor se combinan para generar la retroalimentación de velocidad y sobrevelocidad para la tarjeta NOWB.

Las funciones principales de la tarjeta son:

- A). Generador de función de corriente a flujo.
- B). Divisor voltaje/flujo para calcular velocidad (incluye convertidor A/D para la señal de flujo y división D/A).

- C). Comparadores Voltaje - corriente para generar señal de sobrevelocidad.
- D). Detector de corriente cero.
- E). Recalibración de corrientes de 1 o 2 motores. La corriente más baja se selecciona en la operación de 2 motores.

El control de velocidad se lleva a cabo aplicando la aproximación de que la velocidad del motor es aproximadamente el voltaje en las terminales del motor, dividido por el flujo. El flujo se relaciona a corriente por medio de la curva de saturación del motor.

- 5). Tarjeta tarjeta calibradora COWA.

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

PROBLEMA INDUSTRIAL

El problema que se ha estado presentando a últimas fechas en las máquinas de los generadores es que se han desbielado por dos causas principales que son : Sobretemperatura de la máquina (se sobrepasan los 220° F permitidos) y baja presión de aceite (baja a menos de 30 lbs/in^2).

Para poder tomar una medida de protección, se hace necesario diseñar un circuito que actúe sobre el módulo electrónico para poder proteger a la máquina sobre cualquiera de las dos fallas mencionadas anteriormente.

En el primer capítulo se encontrará una explicación del módulo electrónico y de los pasos para sincronizar un generador y ponerlo en línea; esto es con el fin de que se entienda la acción del circuito que se diseñará e instalará en el módulo electrónico. También en este capítulo se incluirán los pasos para sacar de línea dicho generador.

En el segundo capítulo se anexarán y explicarán las configuraciones de : un circuito generador de impulso y onda cuadrada, de un circuito conector asincrónico, de un circuito que detectará las fallas de la máquina por sobret temperatura y baja presión de aceite, de un circuito para limitar potencia a los generadores, de un circuito para sacar de línea al generador de la máquina que falla así como el diseño y explicación de el circuito de protección y las secciones a tomar sobre el módulo electrónico.

1.- MÓDULO ELECTRÓNICO

Actualmente para controlar y proteger máquina-generador se utilizan microprocesadores.

El módulo electrónico es un dispositivo electrónico basado en un microprocesador 8243, utilizado para controlar y proteger el conjunto electrógeno compuesto de dos unidades principales, que son : una máquina diesel EMD Mod. 12-645 de 1500 H.P. y un generador de corriente alterna (CA) Marca EMD de 2625 KVA a 600 volts de corriente alterna (VCA).

El módulo electrónico dentro de sus funciones realiza las siguientes :

- a). Controla la corriente del campo de excitación para mantener el voltaje de salida del generador de corriente alterna, de manera constante.
- b). Controlar la velocidad de la máquina en forma lineal a los cambios de carga en el equipo.

c). Repartir las cargas en Kilowatts y Kilovars (KW / KVAR) entre conjuntos electrógenos en paralelo.

d). Medición: Este apartado en el funcionamiento del GEM tiene como finalidad de enviar hasta los aparatos colocados convenientemente en los tableros la señal adecuada para el conocimiento permanente de las condiciones de operación del grupo motor-generador en cuestión; los medidores colocados en el tablero son ampérmetro, voltmetro, kilowátmetro y kilovármetro.

El módulo electrónico cuenta con las siguientes protecciones:

a). Bajo voltaje generado (450 VCA).

b). Sobre voltaje generado o baja frecuencia del grupo motor-generador.

Cuando el generador provee 630 VCA o más manda una señal al GEM para abrir el interruptor

principal y 20 segundos más tarde, parar la máquina.

La protección de baja frecuencia actúa cuando la frecuencia del generador es menor o igual a 55 Hertz.

- c). Potencia inversa en el grupo motor-generador, evita la motorización de la máquina soltando la carga en KW del generador, evitando así los KW negativos.

- d). Sobrevelocidad de la máquina diesel, esta se presenta cuando se suelta instantáneamente la carga o cuando se pierde la señal del actuador. ($54 \text{ Hz} = 950 \text{ RPM}$).

- e). Pérdida de tacómetro. Esto implica que al GEM ha dejado de llegar la señal de retroalimentación de velocidad. Al suceder esto abre el interruptor de generador y para la máquina.

Las protecciones del GEM se muestran en el diagrama de flujo de la figura 1.1.

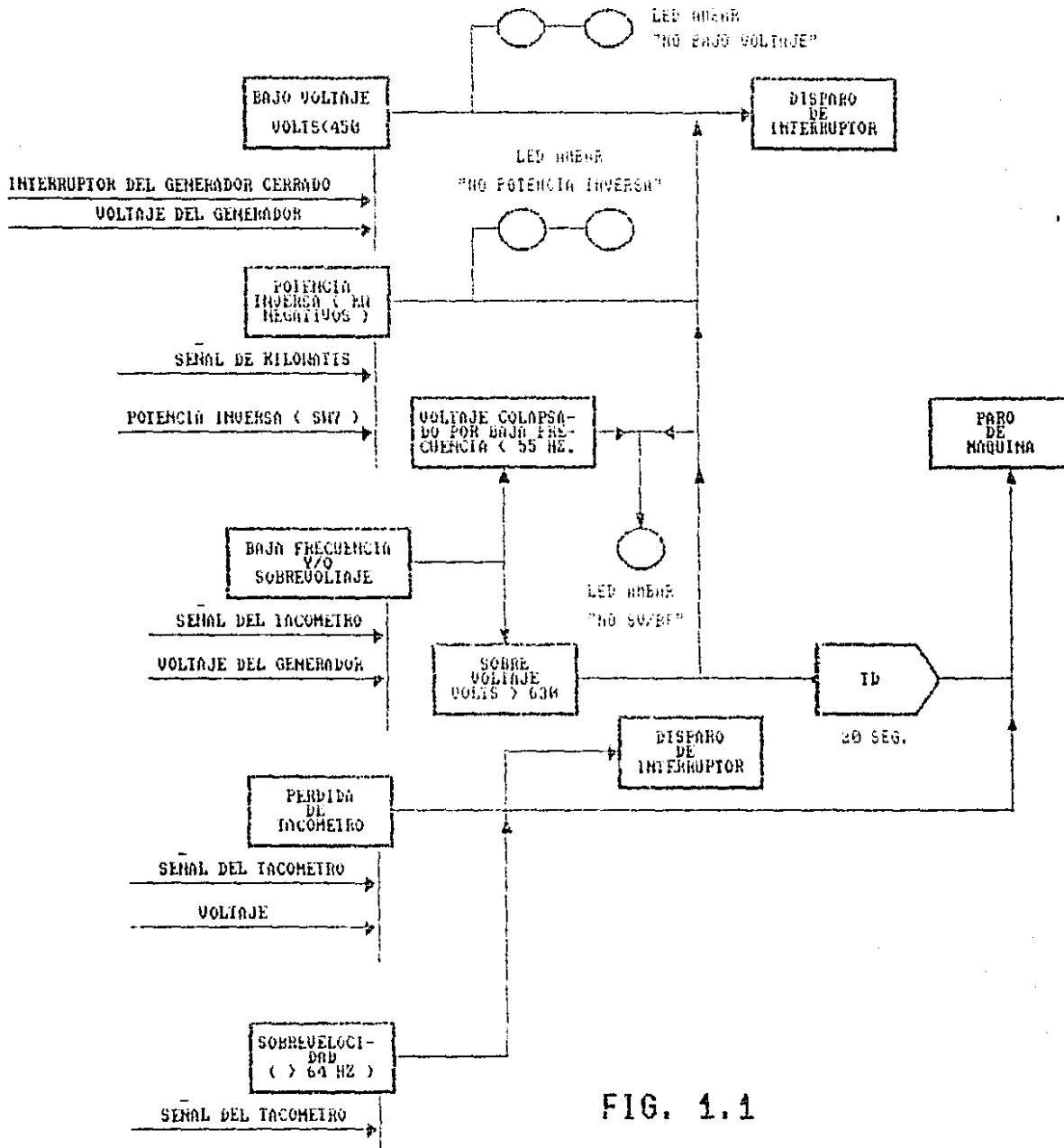


FIG. 1.1

DIAGRAMA DE FLUJO DE FALLAS

Los anunciadores del módulo electrónico son los siguientes :

- a). Interruptor principal del generador de corriente alterna cerrado, indicando así el enlace del generador con las barras principales.

- b). Fuente de poder, sirve para anunciar las condiciones operacionales de la fuente de energía del propio GEN.

El GEN cuenta con una serie de seis diodos emisores de luz (Led's) color amarillo y un led rojo en la parte frontal que indican una o más de las siguientes condiciones :

- a). GEN ON: led encendido (color rojo), indica que el interruptor principal del generador de C.A. se ha cerrado, enlazando así al generador con las barras principales.

- b). UNDERVOLT : led apagado indica bajo voltaje generado.

- c). NO OV/UF : led apagado indica sobre voltaje generado o baja Frecuencia del grupo motor-generador.
- d). NO REV PWR : led apagado indica potencia inversa en el grupo motor-generador.
- e). NO OVRSPD : led apagado indica sobrevelocidad de la máquina diesel.
- f). NO TACH LOSS : led apagado indica pérdida de tacómetro. Esto implica que el GEM ha dejado de llegar la señal de retroalimentación de velocidad.
- g). POWER SUPPLY OK : led encendido indica que la fuente de energía del propio GEM está en buenas condiciones.

Tiene también este sistema una serie de cuatro luces rojas (led's), los que mediante la selección en la posición de un interruptor de tambor, anuncian las condiciones de operación y ajustes hechos al GEM.

Observe la figura 1.2 que es la parte frontal del módulo electrónico.

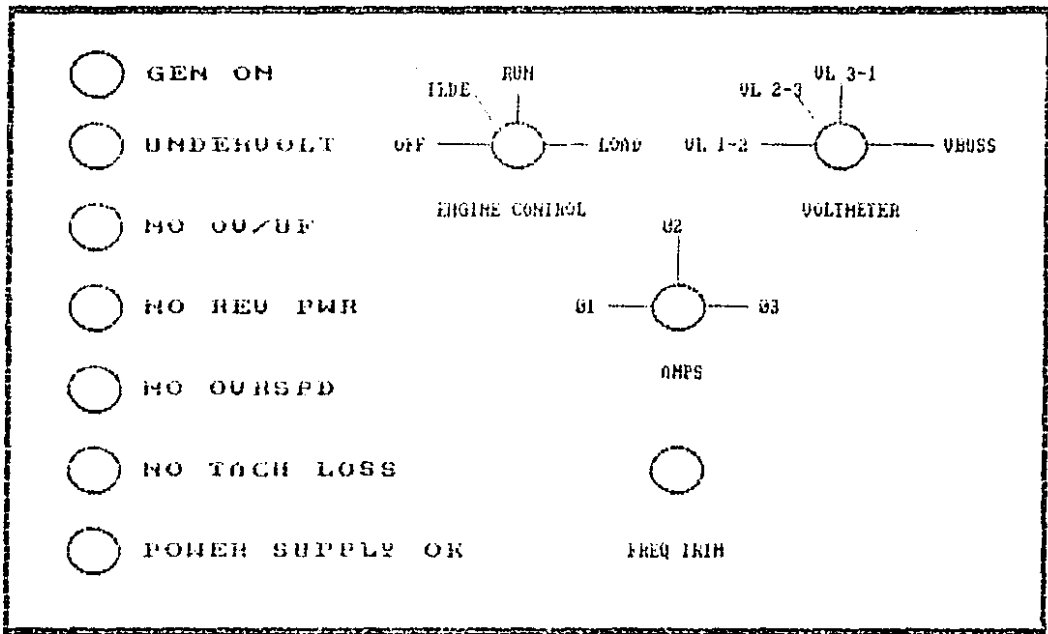


FIG. 1.2

MODULO ELECTRONICO

PARTE FRONTAL

I.1.- TEORIA BASICA .

La velocidad de la máquina se detecta con un sensor magnético, colocado junto al volante de la máquina.

El sensor magnético genera un voltaje de C.A. cuyo valor de voltaje es proporcional a la velocidad de la máquina; un circuito de precisión convierte este voltaje de C.A. en un voltaje de C.D., que es comparado con un valor de referencia establecido, con la finalidad de mantener la velocidad de la máquina estable.

La velocidad de la máquina se calibra con el potenciómetro de velocidad en el control (SW5). El potenciómetro de ajuste externo opcional puede variar la calibración de velocidad $\pm 4\%$ el voltaje de calibración de velocidad.

El voltaje proporcional a la velocidad de la máquina se compara en el amplificador del control con un valor establecido, con la finalidad de que el amplificador del control envíe un voltaje adecuado al actuador.

El actuador es un dispositivo montado en la máquina que convierte una entrada eléctrica en una salida mecánica que mueve el herraje de cremalleras de combustible de la máquina, para mantener una velocidad constante en la máquina (Frecuencia = 50 Hz) de acuerdo a las cargas aplicadas.

Por ejemplo:

Si el voltaje proporcional a la velocidad de la máquina fuese mayor que el voltaje de calibración de velocidad, el amplificador de control disminuirá su salida y el actuador disminuirá el combustible de la máquina; de igual forma si el voltaje proporcional a la velocidad de la máquina fuese menor que el voltaje de la calibración de velocidad, el amplificador de control aumentará su salida y el actuador aumentará el combustible de la máquina.

I.2.- REGULADOR DE VOLTAJE BASLER.

El regulador de voltaje detecta el voltaje del generador, rectifica una muestra de ese voltaje que compara con el voltaje de referencia y da la corriente de campo requerida para mantener

una relación predeterminada entre el voltaje del generador y el voltaje de referencia.

Esta unidad consiste de 5 circuitos básicos, que son:

- a) El circuito sensor, el cual detecta el voltaje del generador; rectificando y filtrando este voltaje, la señal resultante de C.D. se aplicará al detector de error y al amplificador de error.
- b) Detector de error, esta red suministra una señal de corriente directa que es proporcional al voltaje del generador.
- c) Amplificador de error, este amplificador consiste de dos pasos:
 - Primero, controla el ángulo de encendido de los SCR al campo.
 - Segundo, controlador de potencia al generador.

- d) Controlador de potencia el cual está compuesto por tiristores SCR y diodos en un circuito puente de rectificación. Este circuito alimenta al campo del excitador del generador.

- e) Red estabilizadora, este circuito proporciona una operación estable bajo cualquier condición de operación.

Esta red R-C, proporciona una señal estabilizadora del paso de potencia al amplificador de error para prevenir oscilaciones y determina la cantidad de señal estabilizadora aplicada al amplificador de error.

I.3.- RELEVADOR DE POTENCIA INVERSA.

Es un dispositivo para un generador C.A., que ha perdido el par de torsión de la máquina diesel, y resulta en la condición de trabajar como motor. Dicha condición puede causar daños a la máquina.

Para proteger adecuadamente a la máquina diesel, se emplea este relevador el cual abre el interruptor del circuito y permite que actúe una alarma cuando el relevador de potencia inversa excede de un nivel preseleccionado.

Esta unidad consta de 8 circuitos básicos, estos circuitos son:

- 1) Sensor de voltaje.
- 2) Sensor de corriente.
- 3) Demodulador de anillo.
- 4) Tiempo.
- 5) Comparación potencia/tiempo.
- 6) Sensor de dirección de potencia.
- 7) Actuador del relevador.
- 8) Fuente de poder.

I.4.- CIRCUITO DE REPARTO DE CARGAS.

Este circuito hace el reparto de cargas tomando los parámetros de KW.

Es necesario tener al menos dos máquinas-generador en paralelo para poder efectuar la comparación de KW entre ambas máquinas y repartir la carga eléctrica del equipo en los dos generadores.

I.5.- RELEVADOR DE BAJA FRECUENCIA Y SOBRE VOLTAJE.

La función de este relevador es proteger al generador por baja frecuencia, asumiendo el mando del regulador de voltaje cuando baja la frecuencia de 4 a 7 Hz., y reduciendo la salida de voltaje del generador.

La función de sobre voltaje, es para proteger el sistema cuando el generador sobrepasa los 600 VCA.

El voltaje es sensado para enviar una señal al regulador con el propósito de abrir el campo de excitación del generador de corriente alterna y abrir el interruptor principal.

I.6.-AJUSTES AL GEM.

Estos ajustes sirven para hacer compatible el módulo del generador con el equipo al que va a controlar y proteger:

- 1) Ganancia del regulador de voltaje.
- 2) Estabilidad del regulador de voltaje.
- 3) Referencia del regulador de voltaje.
- 4) Ganancia del Gobernador.
- 5) Estabilidad del gobernador.
- 6) Referencia del gobernador.

- 7) Selección del rango de velocidad de la máquina.
- 8) Selección de la curva corriente/tiempo del relevador de potencia inversa.
- 9) Ajuste del frecuencímetro dependiendo del rango de operación de la máquina.
- 10) Ajuste de las señales de los transformadores de corriente respecto al GEM.
- 11) Ajuste de ganancia de corriente del campo del generador de C. A.

I.7.- S I N C R O N I Z A C I O N

La función de sincronización es para igualar la relación de voltaje y frecuencia entre los generadores, antes de cerrar el interruptor principal, y permitirle a los generadores alimentar la misma carga.

La función de sincronización se muestra en el diagrama de Flujo de la figura 1.3.

Si asumimos que no hay ningún generador en línea :

- Primero: cerramos el interruptor de la batería de arranque en frío para permitir la operación del actuador.

- Segundo: pasamos el interruptor de control de la máquina, situado en la parte frontal del módulo electrónico, a la posición de holgar "ILDE" y arrancamos la máquina.

- Tercero: checamos que el voltímetro del generador marque aproximadamente 300 VCA a 460 RPM. De no ser así, ajusto con el potenciómetro R102, que se encuentra dentro del módulo electrónico.

- Cuarto: Verificar que todos los led's del módulo electrónico estén encendidos, menos los de generador en línea "GEN ON" y bajo voltaje "UNDERVOLT".

- Quinto: En las terminales situadas en el interior del módulo electrónico se deben de observar los siguientes voltajes :

En las terminales 1 (+) y 2 (-) debe de haber 12 VCD que son de la alimentación del módulo electrónico.

En las terminales 8 (+) y 9 (-) se checa el actuador de la máquina, en el cual debe de haber entre 1.2 y 2 VCD, si en el actuador nos da un voltaje de más de 7 VCD, el gobernador de la máquina está dañado, y por lo tanto no se podrá meter el generador en línea.

En las terminales 17 y 18 debe de haber un voltaje entre 9 y 12 VCA (esta es la salida del sensor magnetico PICK UP).

- Sexto: a continuación se debe de colocar el selector de sincronización y frecuencia en el generador que se va a meter en línea. Presionar el botón de carga del interruptor principal ("CHARGE").

- Séptimo: una vez que la máquina levantó la temperatura (aproximadamente 190^o F), pasar el selector de control de la máquina a la posición de carrera "RUN".

- Octavo: observar que la aguja del frecuencímetro gire en sentido de las manecillas del reloj a una velocidad no muy rápida; de no ser así ajuste con el potenciómetro de ajuste de frecuencia "FREQ TRIP" colocado en la parte frontal del módulo electrónico.

- Noveno: presione el botón para cerrar el interruptor principal cuando la aguja del frecuencímetro llegue a las "doce". Observe el Kilovátmetro y el Watmetro, si no oscilan demasiado las agujas, pase el selector de control de la máquina a la posición de carga "LOAD".

Por último ajuste estabilidad y ganancia del regulador y gobernador para reparto de cargas.

La referencia de velocidad ajusta el reparto de cargas en Kilowatts con el potenciómetro R105.

La referencia de voltaje ajusta el reparto de cargas en Kilovars con el potenciómetro R101.

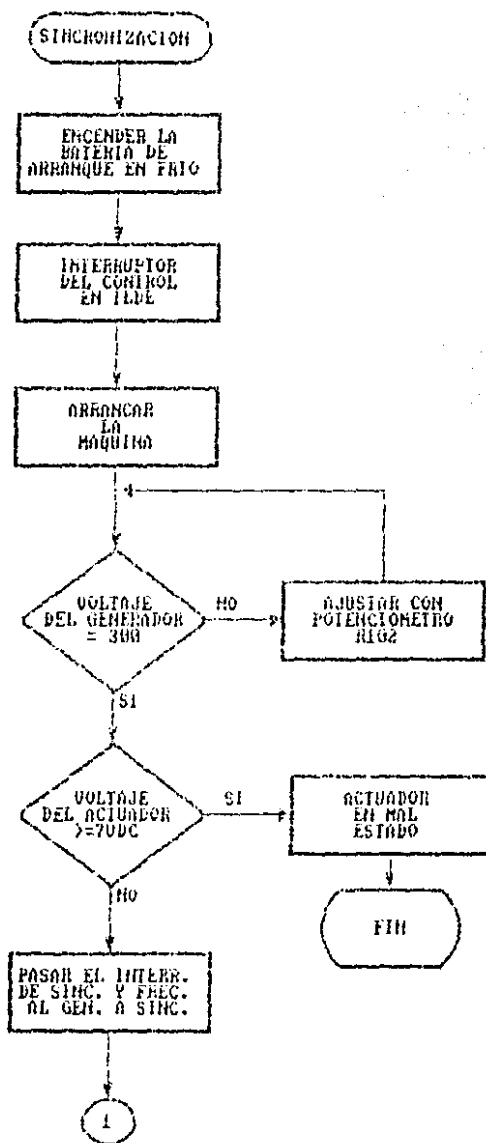
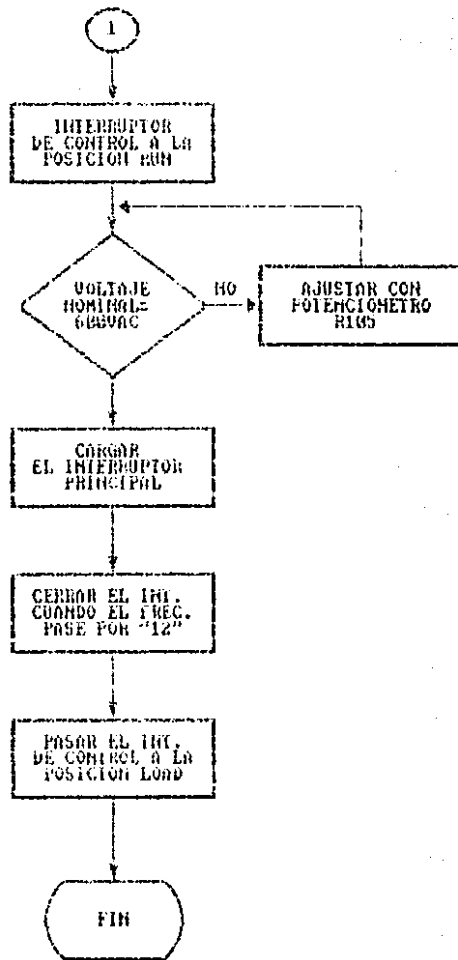


FIGURA 1.3
 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACION
 DE SINCRONIZACION



CONTINUACION DE LA FIGURA 1.3

I.8.- PASOS PARA SACAR UN GENERADOR DE LINEA

- 1) Pasar el selector de control de la máquina de la posición carga "LOAD" a carrera "RUN". Esto reduce la carga en KW a cero.
- 2) Presionar el botón de disparo que está colocado en el interruptor principal.
- 3) Pasar el selector de la posición carrera "RUN" a holgar "ILDE", y esperar aprox. 2 minutos.
- 4) Pasar el selector de la posición de holgar "ILDE" a apagado "OFF".

II.- DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN

Debido a los descuidos humanos en el cuidado de las máquinas-generador, éstas se han desbielado por dos causas que son: baja presión de aceite y sobrettemperatura.

La finalidad de este circuito es proteger a la máquina contra éstas dos fallas.

Las señales que se mandan en el interruptor selector de velocidad de la máquina en el módulo electrónico, son las que se envían al microprocesador (8243), para ser procesadas.

Al ir seleccionando alguna posición en el selector, éste lo que hace es mandar al microprocesador un cero lógico, provisto por la fuente del módulo electrónico (ACON).

El circuito simplificado de la función que realiza el microprocesador se muestra a continuación en la figura 2.1.

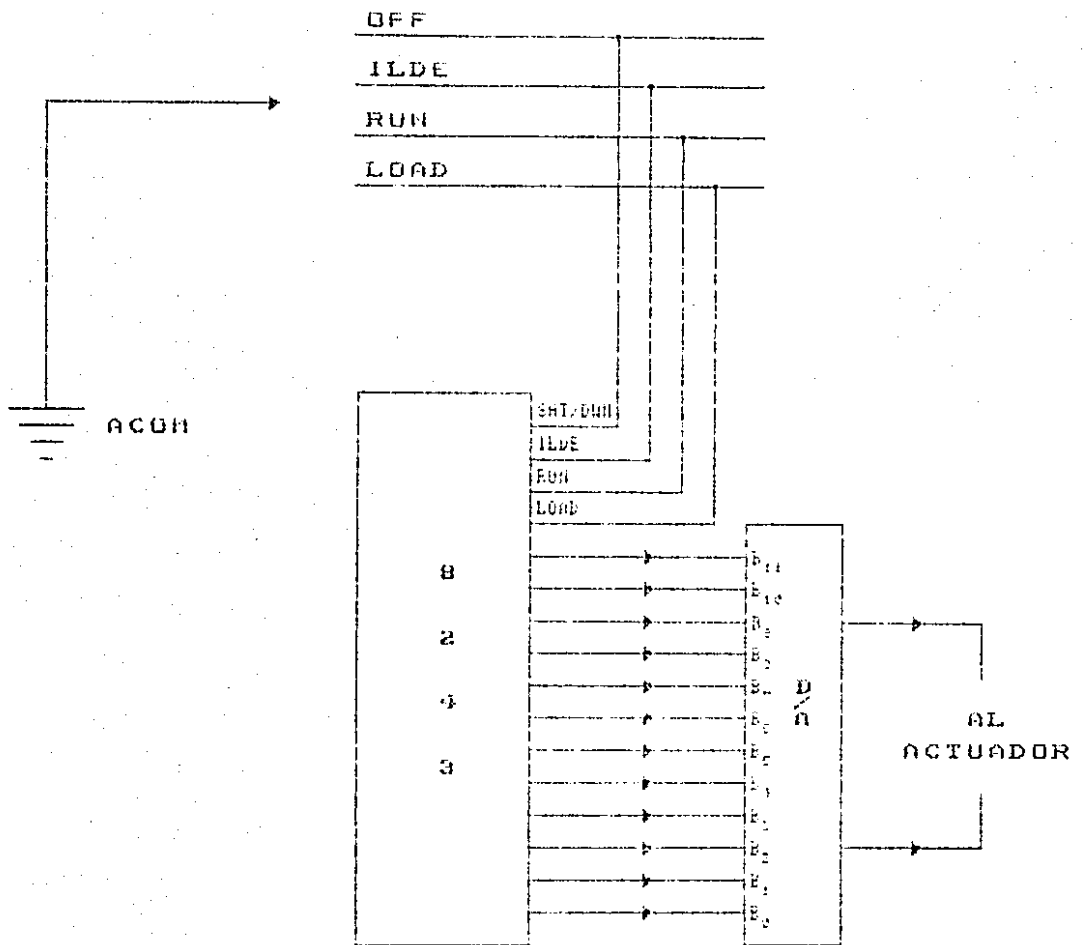


FIG. 2.1
 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA
 FUNCION DEL MICROPROCESADOR

La finalidad del circuito a diseñar es el de sacar al generador de línea sin intervención humana. Para esto es necesario ir recorriendo las posiciones de la más alta (carga "LOAD") a la más baja (apagado "OFF") dentro del módulo electrónico, la máquina tiene dos interruptores normalmente cerrados para detectar sobrettemperatura y baja presión de aceite, éstos interruptores se abren al detectar cualquiera de las dos condiciones mencionadas anteriormente.

Para el diseño en general se dividirá el circuito en cinco partes que son :

- a) Un circuito que provea un pulso al encender el circuito para inicializar los circuitos que detectan la señal de alguna falla en el sistema y además una señal de reloj a utilizar en un contador asincrónico.

- b) Un circuito que nos dé una señal al pasar cuatro segundos de haber ocurrido la falla.

- c) Un circuito para limitar potencia y evitar sobrecargar el generador que se quedará en línea.

- d) Un circuito que permitirá sacar de línea el generador sin intervención humana, cuando se presenten cualquiera de las dos fallas.

- e) Por último un circuito que detenga la máquina que está fallando sin intervención humana, para evitar que se dañe la máquina.

II.1.- CIRCUITO GENERADOR DE IMPULSO Y ONDA CUADRADA PARA CONTADOR.

Como primer paso utilizaremos un 555 que es un timer, en la configuración mostrada en la figura 2.2. Este circuito nos dará dos señales que son :

- a) **Pulso** : la cual da un pulso al encender el circuito con la finalidad de inicializar los Flip Flop tipo D y tipo JK que se utilizarán en el circuito de la figura 2.3.

- b) **Señal de reloj** : de aproximadamente 60 Hz, para ser utilizada por el circuito de la figura 2.3 como señal para que los contadores realicen su función.

La frecuencia de corrida libre para el timer 555 está dada por la fórmula :

$$f = 1 / T = \left(1.44 / (R_a + 2R_b) C \right)$$

de donde C está dada por :

$$C = \{ 1.44 / (R_a + 2R_b) \cdot f \}$$

Tomando los valores de :

$$R_a = 1,000 \text{ OHMS}$$

$$R_b = 500,000 \text{ OHMS}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} C &= \{ 1.44 / (1,000 + 2 (500,000)) \cdot 60 \} \\ &= \{ 1.44 / (1,001,000 \cdot 60) \} = 1.44 / 60060000 \\ &= 0.023976 \text{ mF} \end{aligned}$$

El capacitor más aproximado es el de 0.022 mF. Realizando de nuevo el cálculo para Rb con los nuevos valores.

$$\begin{aligned} R_b &= \{ [(1.44 / (C \cdot f)) - R_a] / 2 \} \\ &= \{ [(1.44 / (0.022 \text{ mF} \cdot 60)) - 1,000] / 2 \} \\ &= \{ [(1.44 / (1.32E-06)) - 1,000] / 2 \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (1'090,909.091 - 1,000) / 2 \\
&= 1'089,909.091 / 2 \\
&= 544,954.55 \text{ Ohms.}
\end{aligned}$$

Con este valor elegimos un potenciómetro de 1 Mohm para el valor de R_b , con el propósito de realizar el ajuste correspondiente para obtener los 50Hz para el contador.

La salida del 555 permanece alta durante el intervalo de tiempo en que el Capacitor C se carga; este intervalo de tiempo está dado por la fórmula :

$$\begin{aligned}
t_{\text{alta}} &= 0.693 (R_a + R_b) C \\
&= 0.693 (1,000 + 544,954.55) * 0.022E-06 \\
&= 0.693 (545954.55) * 0.022E-06 \\
&= 8.34764507E-03
\end{aligned}$$

La salida permanece baja durante el intervalo de tiempo en que el Capacitor C se descarga, y está dado por :

$$\begin{aligned}
 t_{\text{baja}} &= 0.695 R_b C \\
 &= 0.695 * 544,954.55 * 0.022E-06 \\
 &= 8.33235507E-03
 \end{aligned}$$

El periodo está dado por la fórmula :

$$\begin{aligned}
 T &= t_{\text{alta}} + t_{\text{baja}} \\
 &= 8.34764507E-03 + 8.33235507E-03 \\
 &= 0.01668
 \end{aligned}$$

La frecuencia se obtiene de la fórmula :

$$\begin{aligned}
 F &= 1 / T \\
 &= 1 / 0.01668 = 59.95203787 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

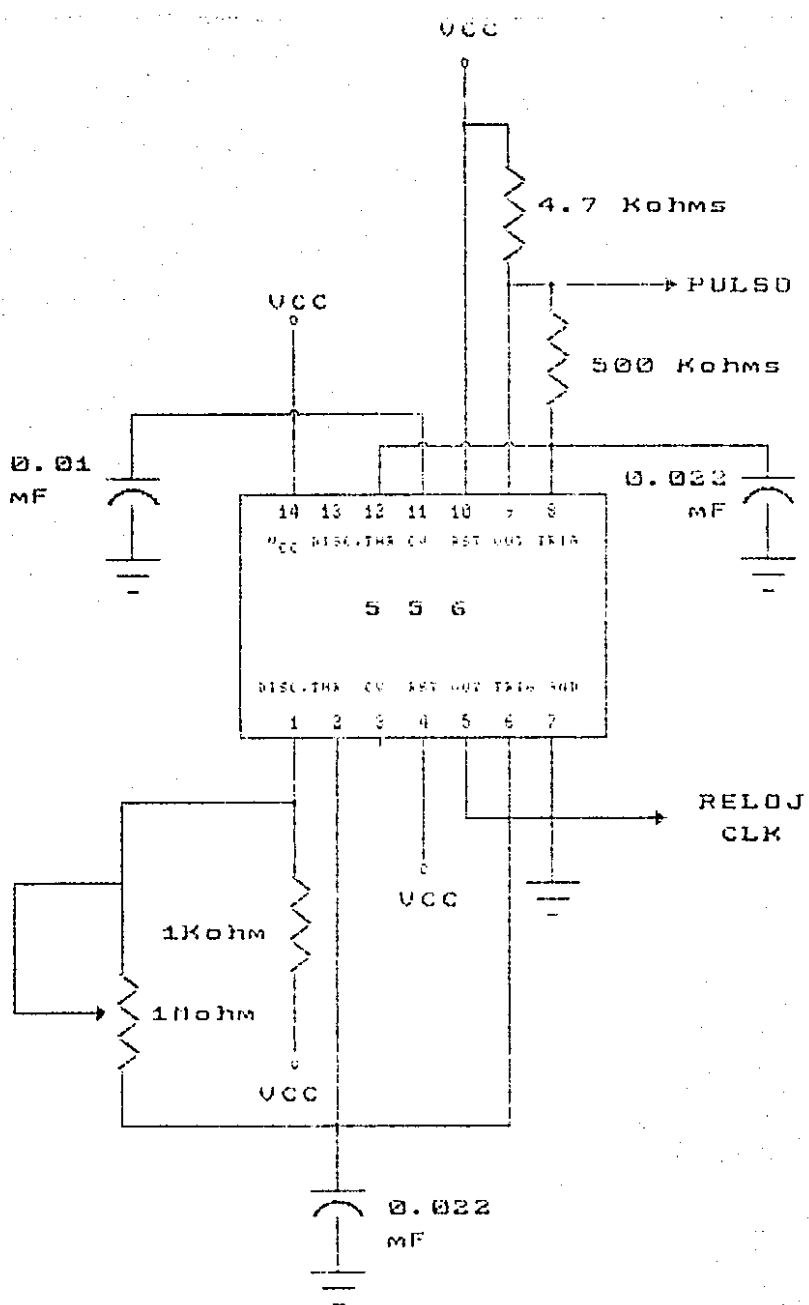


FIG. 2.2
 GENERADOR DE IMPULSO Y ONDA CUADRADA

11.2.- CIRCUITO DE UN CONTADOR ASINCRONO.

El segundo circuito se muestra en la figura 2.3 y tiene como finalidad dar un tiempo de cuatro segundos, necesarios para que el circuito que saca de línea al generador pueda actuar.

El tiempo es necesario para limitar la carga al generador que se quedará en línea, y no dejarle toda la carga del equipo instantáneamente.

Y otra de las funciones es dejar un intervalo de tiempo entre la operación de limitar la carga y sacar de línea el generador, así como para detener la máquina.

Para esto utilizaremos dos integrados 74LS73, cada uno con dos Flip Flops tipo J-K, con CLEAR; para utilizarlos como contadores asincrónicos, y armarlos para tres BITS y así poder obtener un contador que nos dé el tiempo de cuatro segundos.

La tabla del contador se muestra en la siguiente página.

00	01	02
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	0
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Al llegar este contador a cuatro, necesitamos un uno para habilitar el circuito que detiene la máquina.

Para obtener este uno es necesario un decodificador, el cual obtendremos en base a mapas K.

La tabla de la que se obtiene el decodificador se muestra en la siguiente página. Observe que cuando el contador llegue a la cuenta de cuatro, se deberá obtener un uno lógico a la salida del decodificador.

Q2	Q1	Q0	S
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Obteniendo la ecuación $S = Q2 \overline{Q1} \overline{Q0}$ y aplicando el teorema de Demorgan $\overline{X + Y} = \overline{X} \overline{Y}$, obtenemos el circuito simplificado a partir de la ecuación: $S = Q2 (\overline{Q1 + Q0})$. El circuito es entonces formado por una compuerta NOR (1) y una AND (1) mostradas en la figura 2.3, este circuito proporcionará un uno lógico en la salida (CF) sólo cuando el contador llegue a cuatro.

Para evitar que el contador continúe su ciclo, es necesario detenerlo cuando llegue a cuatro, esto lo logramos inhibiendo la señal RELOJ del contador por medio de la AND (2). Esta compuerta evita el paso de la señal CLK cuando el contador llega a cuatro, ya que coloca un cero a la entrada del FF tipo D y

éste a su vez al ocurrir una TSN coloca un cero en la salida Q del FF y envía este cero hacia la entrada de la AND (2), evitando así el paso de la señal RELOJ hacia los contadores.

A continuación necesitamos evitar pulsos parciales, y lo hacemos con un FF tipo D 74LS175. Para tener un uno lógico en la entrada D, el contador debe de tener un número diferente de cuatro para que la señal CF sea cero e invertirla a su paso por la compuerta NOR (3), al pasar por este inversor la señal CF se niega y se convierte en un uno lógico; el cual pasará a la entrada de una compuerta AND (3), junto con la señal MF, la cual será uno cuando cualquiera de las dos fallas se presente, ya que la señal MF será cero cuando E1S sea uno y U1S sea cero o E1S sea cero y U1S sea uno. Al pasar la señal MF a través de la compuerta NOR (4), obtendremos un uno y así al pasar las señales \overline{CF} y \overline{MF} a través de la compuerta AND (3), esta mandará un uno a la entrada del FF 74LS175, el cual al ocurrir una TSN (arriba a abajo), fijará en uno su salida Q, la cual habilita la compuerta AND (2), permitiendo así el paso de la señal RELOJ proveniente del circuito generador de impulsos, hacia la entrada CLK 0 del FF 74LS74 y así comenzar el conteo.

La señal CLEAR de los Flip Flops tipo JK se controla por medio de una NOR (2), a la cual le llega la señal PULSO para inicializar los contadores, y una segunda señal que borrará los contadores una vez que se ha(n) restablecido la(s) falla(s).

Para inicializar o borrar los contadores es necesario colocar un cero a la entrada CLEAR de estos, y esto lo logramos de dos formas :

- primero : cuando la señal PULSO envía un uno a la entrada de la NOR (2) y la señal RS es baja (cero), la salida de la NOR (2) es cero, y con esto la señal CLEAR de los FF JK se activa inicializando todos los FF JK, si al pasar a cero la señal PULSO y RS continúa siendo cero, obtenemos un uno a la salida de la NOR (2) y con esto se dejan listos los FF JK para operar.

- segundo : la segunda forma ocurre cuando la señal PULSO es cero y la señal RS es uno, con esta condición la salida de la NOR (2) es cero y

por lo tanto se borran o inicializan los contadores; esta segunda forma ocurre cuando la falla que se presentó se restablece (MF = 1) y el contador está en cuatro (CF = 1), para borrar los contadores es necesario enviar las señales MF y CF a través de la AND (4) para que la señal RS sea igual a uno y borre los FF JK.

Las señales ETS y OPS provienen del circuito de la figura 2.4, y son enviadas cuando ocurren cualquiera de las dos fallas; y llegan a la NOR (5). La salida MF se invertirá a través de la compuerta NOR (4) para colocar un uno en la entrada D del FF tipo D para permitir el paso de la señal RELOJ hacia los FF tipo JK.

Las compuertas AND (3) y AND (6), tienen como función enviar las señales OPSI y ETSI a los habilitadores de los interruptores OPSI y ETST para efectuar las funciones de pasar la máquina a la posición carrera "RUN" y posteriormente a apagado "OFF" (para falla por sobretemperatura), de igual forma pasar la máquina a la posición carrera "RUN" y posteriormente a apagado "OFF" (para falla por baja presión de aceite).

Estas son las salidas hacia el circuito de la figura 2.7 que saca de línea al generador y el cual se habilitará cuando el contador llegue a cuatro y cualquiera de las dos fallas se presente.

II.3.- CIRCUITO DETECTOR DE FALLAS

Observe la figura 2.4. antes de que ocurra cualquiera de las dos fallas (sobretemperatura y baja presión de aceite), la señal de voltaje Vcc provee un cero lógico hacia la entrada del habilitador de los interruptores SWETS y SWOPS, (ya que los interruptores IEPS e IOPS están normalmente cerrados hasta antes de que se presente cualquiera de las dos fallas) y con esto evita el paso del uno lógico hacia los circuitos de las figuras 2.3 y 2.5, los cuales se utilizan para habilitar el contador y límite de potencia respectivamente.

Quando se presenta la falla por sobretemperatura el interruptor IEPS se abre permitiendo así que el interruptor SWETS se habilite por medio del inversor colocado en su entrada de habilitación, con esto permite enviar un uno lógico a través del interruptor SWETS hacia el circuito de la figura 2.3 (para poder activar el contador) y a su vez al circuito de la figura 2.5 (para limitar potencia al generador que falla y evitar sobrecargar el generador que se quedará en línea).

De igual manera ocurre con el interruptor IOPS cuando ocurre la falla por baja presión de aceite; la señal Vcc pasa a través

del interruptor IOPS, el cual es habilitado al invertir la señal CON y colocar un uno lógico en la entrada del habilitador del interruptor SWOPS. Con esto la señal OPS se envía hacia los circuitos de las figuras 2.3 y 2.5 para habilitar el contador y el límite de potencia respectivamente.

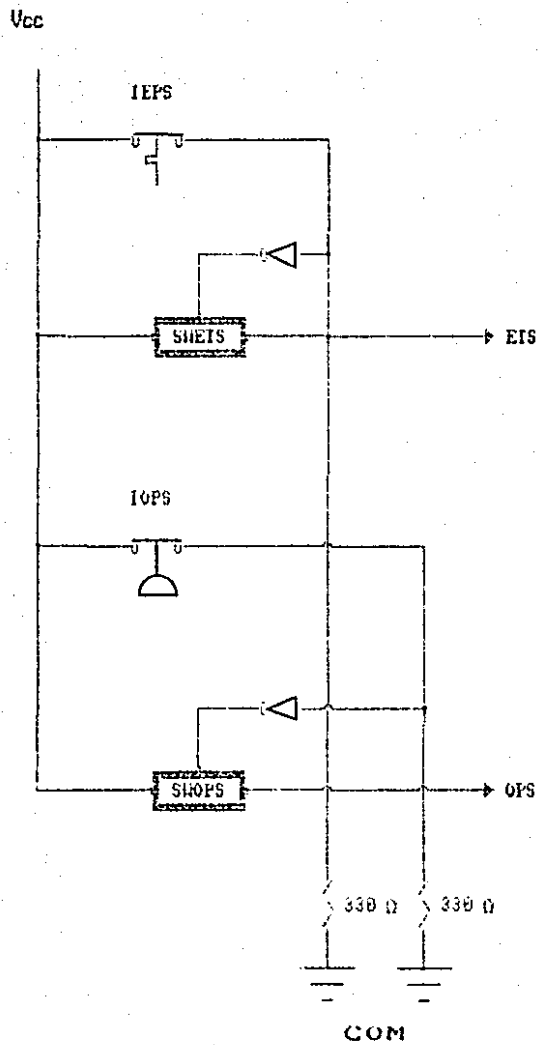


FIG. 2.4
CIRCUITO DETECTOR DE FALLAS

II.4.- CIRCUITO DEL LIMITE DE POTENCIA

El limite de potencia se efectúa por medio de dos procedimientos posibles y estos son : limite de KVA y limite de KW.

LIMITE DE KVA

El propósito del control de limite de KVA es prevenir apagones totales en un equipo de perforación como resultado de disparos de los generadores debido a sobrecorrientes.

Lo hace reduciendo el ajuste del limite de corriente de todos los convertidores de potencia (SCR) como función de la corriente del generador después de que un ajuste de la corriente del generador ha sido rebasado.

Para un voltaje constante los KVA del generador y amperes de CA son directamente proporcionales, por lo consiguiente el término " Limite de KVA ".

El circuito completo para el límite de KVA se calibra y ajusta en fábrica y solamente necesita verificación si se encuentran problemas durante la puesta en servicio o si alguna componente falla durante la operación normal.

LIMITE DE KW

El propósito del control de límite de KW, es evitar sobrecargar las máquinas diesel que suministran la fuerza mecánica a los generadores que proveen la fuerza eléctrica a las barras principales.

Esto se realiza reduciendo la referencia a todos los convertidores de potencia como una función de la carga del generador, después de que los KW han excedido el límite preestablecido.

Usualmente el límite de KVA se suministra en el mismo equipo para prevenir sobrecargar los generadores de CA.

Un transductor de watts produce una señal de mA proporcional a los KW de la máquina, la cual pasa a través de una resistencia para obtener un voltaje proporcional a los KW del máquina.

Una máquina diesel de 1500 HP se limita a 1050 KW que es aproximadamente el 94% de la capacidad total.

El rango del transformador de corriente TC utilizado es 1200/5, por lo tanto la salida del transductor de watts en la calda es :

$$\begin{aligned} \text{MA} &= (1050 * 1000) / ([600 / 1200] * [1200 / 5] * 1000) \\ &= 0.875 \text{ MA} \end{aligned}$$

Entonces para este juego de componentes, la relación entre la máquina y transductor de watts en miliamperos es :

$$1050 \text{ KW} = 0.875 \text{ MA}$$

Para calcular el voltaje de polarización equivalente al 94% de la potencia total en KW se toma en consideración lo siguiente:

- Que el transductor tiene conectada en serie una resistencia de 6.81 Kohms.
- Que la impedancia del transductor es cero.
- Que la impedancia de entrada al regulador NQWA es infinita.

Por lo tanto el voltaje de polarización está dado por la siguiente relación :

$$V = 6.81 \text{ K} * 0.875 \text{ mA} = 5.96 \text{ VCD}$$

El voltaje de polarización debe ajustarse cerca de -5.96 VCD para una caída de 1050 KW.

En la figura 2.5 se muestra el circuito del limite de potencia.

La señal de voltaje negativo -5.96 VCD, se toma de la

fuentes de voltaje de ± 15 VCD (± 15), la cual se calibra con un potenciómetro. La señal de voltaje de polarización pasará hacia la NQWA en el instante en que ocurren cualquiera de las dos fallas (sobretensión y baja presión de aceite) y además la señal del comparador \overline{A} proveniente del circuito de la figura 2.6 sea cero; esto es con la finalidad de que al pasar tres segundos de haber ocurrido la falla, la señal \overline{A} sea un uno y al negarse evite el paso del voltaje de polarización hacia las tarjetas NQWA y así permitir que el (los) conjunto(s) máquina-generador siga(n) suministrando potencia al sistema.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

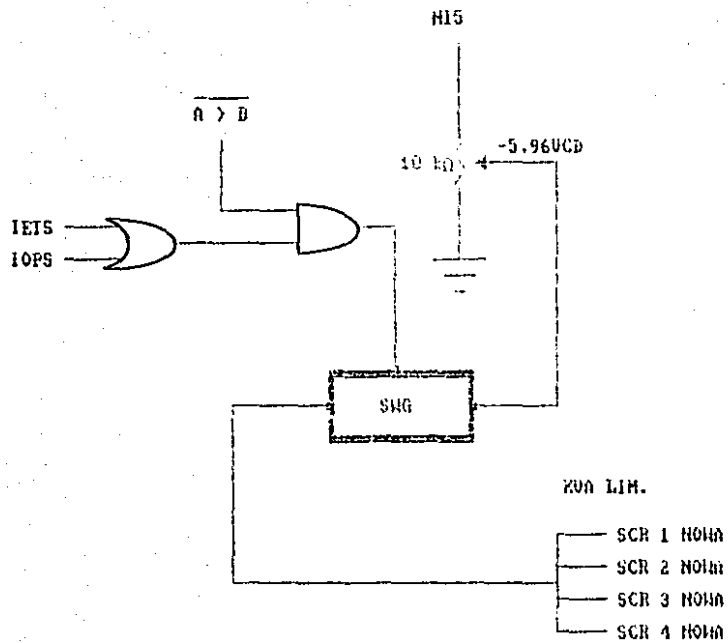


FIG. 2.5

CIRCUITO DEL LIMITE DE POTENCIA

11.5.- CIRCUITO PARA SACAR DE LINEA EL GENERADOR.

Este circuito lo utilizaremos para abrir el interruptor principal cuando cualquiera de las dos fallas se presente (sobretensión o baja presión de aceite), esto lo logramos colocando un contacto (OB) normalmente cerrado , en serie con la bobina (UV) de retención del interruptor principal.

El circuito que efectúa esta operación se muestra en la figura 2.6 .

La operación básica del circuito es la de tomar las señales (02, 01 y 00) provenientes del circuito de la figura 2.3, para compararlas con las entradas que se han fijado en dos en el comparador (74LS85), con la finalidad de que cuando el contador del circuito 2.3 llegue a tres, la salida ($A > B$) del comparador active el optoacoplador que energiza a la bobina (OB), con el propósito de que ésta abra su contacto (OB N.C.) y con esto desenergice la bobina de retención (UV) del interruptor principal abriéndolo al instante y dejando fuera de línea al generador.

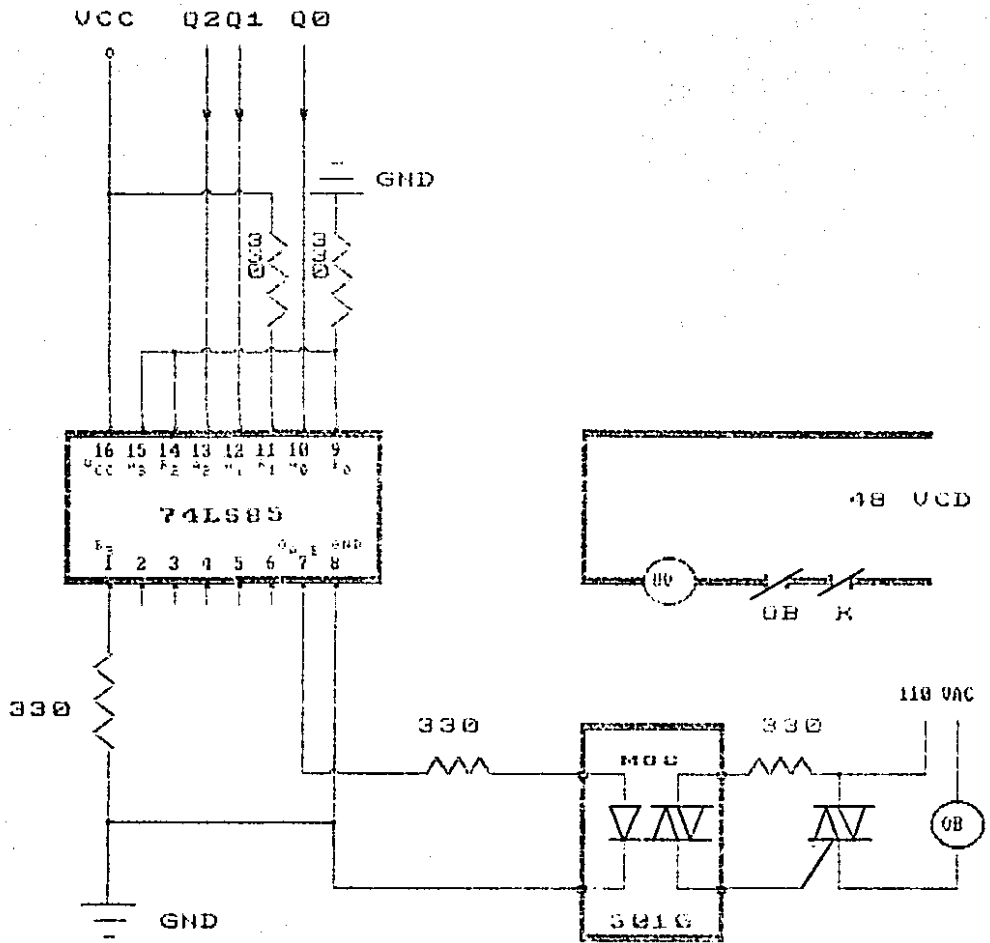


FIG. 2.6

CIRCUITO PARA SACAR DE LINEA EL GENERADOR

II.6.- CIRCUITO PARA PARAR LA MAQUINA QUE FALLE.

Finalmente se describe la función de el circuito que se utilizará para parar la máquina automáticamente.

Para efectuar esta función necesitamos activar o inhibir según convenga las señales del microprocesador.

El circuito que para la máquina se muestra en la figura 2.7.

Cuando pasen tres segundos de haber ocurrido la falla por sobretensión se inhibirá la señal COM que pasa a través del interruptor SOTUL hacia el microprocesador, la señal COM se provee ahora a través del interruptor ETS y ETST, logrando con esto pasar a la máquina de la posición carga "LOAD" a la posición carrera "RUN".

Al cuarto segundo se inhibe la señal COM por medio del interruptor ETST, y habilitando ahora a COM a través de el interruptor SWE, pasando así la máquina de la posición RUN a la posición OFF y como consecuencia pararla.

De igual manera para la falla por baja presión de aceite, al pasar tres segundos de haber ocurrido la falla, la señal COM que pasa a través del interruptor SCTL hacia el microprocesador se inhibirá, con lo cual la señal COM se provee ahora a través del interruptor OPS y OPST, logrando con esto pasar a la máquina de la posición carga "LOAD" a la posición carrera "RUN".

Al cuarto segundo se inhibe la señal COM por medio del interruptor OPST, y habilitando ahora a COM a través de el interruptor SWF, pasando así la máquina de la posición RUN a la posición OFF y pararla.

El integrado utilizado en los interruptores es el NC14016, el cual contiene cuatro interruptores.

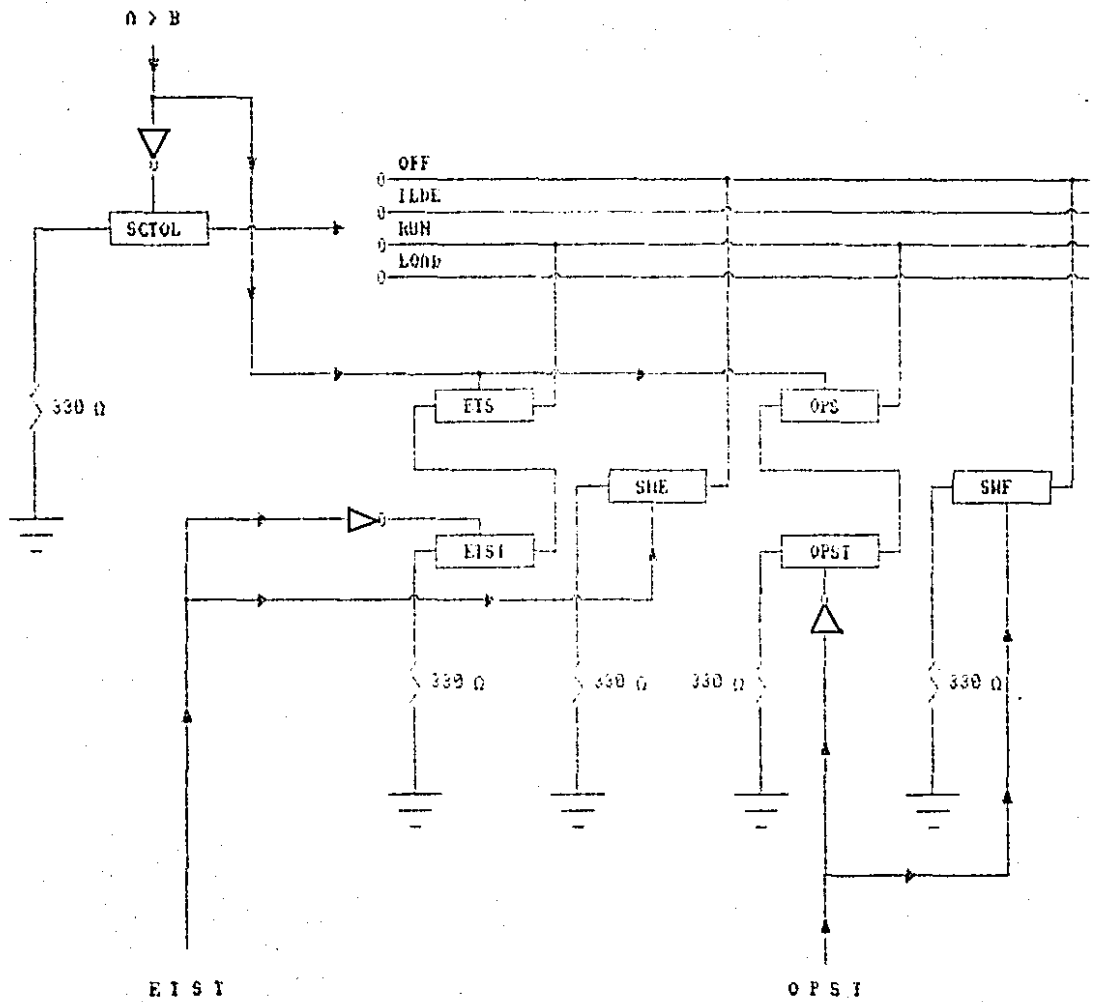


FIG. 2.7

CIRCUITO PARA PARAR LA MAQUINA QUE FALLE

C O N C L U S I O N E S

Esta tesis se ha hecho con la finalidad de poder ver la importancia que van teniendo los microprocesadores en la actualidad, en el manejo de diversas aplicaciones de control. En este caso se toma un equipo de perforación marina, cuyo control eléctrico se efectúa mediante un módulo electrónico (BEP por sus siglas en inglés). La finalidad de este trabajo es proteger adecuadamente a la base de generación de energía eléctrica en una plataforma de perforación; el circuito diseñado se hizo en base a que los sistemas con los que cuentan el conjunto máquina-generador en la cuestión de protección, son sólo anunciadores, y el circuito diseñado actúa sobre el problema que se presenta. Con esta tesis espero poder haber dado una idea de lo que con los equipos de perforación marina y de las diversas aplicaciones que se pueden diseñar para la automatización y protección de estos sistemas.

BIBLIOGRAFIA

BOYLESTAD Robert: Electrónica teoría de circuitos; tr. Carlos Franco; Tercera ed.; Edit. Prentice Hall; México, 1986; pags. 859 a la 887.

COUGHLIN Robert F.; (et. al.); Circuitos integrados lineales y amplificadores operacionales; tr. Julio Fournier; Segunda edición; Edit. Prentice-Hall; México, 1987; pags. 289 a la 307.

Engineer's microprocessor; Primera ed.; s. Edit.; E.E.U.U., 1984; pag. 15.

Fast and in the data; Segunda ed.; s. Edit.; E.E.U.U., 1988; pags. 5-1 a la 5-393.

MALVINO Albert; Principios de electrónica; tr. Alexis Mendez; Segunda ed.; Edit. McGraw-Hill; México, 1984; pags. 739 a la 748.

TOCCI Ronald J.; Sistemas digitales; tr. Juan C. Vega; Tercera ed.; Edit. Prentice-Hall; México, 1987; pags. 236 a la 238.