

97

Zejeun



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN CIRCUITO DE
CONTROL CON
MICROPROCESADOR PARA UNA
PLANTA ELECTRICA DE
EMERGENCIA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :

RAFAEL ALEJANDRO HERNANDEZ MARIN

FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS:
ING GLORIA MATA HERNANDEZ

CD. UNIVERSITARIA, D.F.

1995

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

No sólo por darme la vida
ni sólo por ser el mejor ejemplo
o sólo por haberme dado la libertad para elegir siempre
si no porque tan solo tú eres maravilloso y eterno dentro de mi corazón
recuerda siempre en tu soledad que hasta hoy nunca te has ido.

Gracias a mi padre Lic. Rafael Antonio Hernández González

Dentro de ti me formé
junto a ti me eduqué
resultado de lo que eres tú soy yo
siempre soñe que me buscabas
hoy sé que todo fué parte de lo que me enseñabas.

Gracias a mi madre Prof. Blanca Margarita Marín Martínez

He compartido la vida con mis
hermanos Claudia, Lişette y Alberto
y me lamento, porque hasta hoy he apreciado
lo muy bueno que ha sido crecer con ellos
realmente les agradezco toda la comprensión
y el cariño que me tienen.

Con todo mi amor y agradecimiento para:
Florecia Margarita Martínez Narvaez
José Ricardo Marín Ramos
Socorro González
Rafael Hernández

Un agradecimiento muy especial
para mi directora de tesis
por su apoyo y orientación
pero aun más por creer en mi

Ing. Gloria Mata Hernández

A una persona muy especial
por su colaboración para
la culminación de este trabajo.

Gracias a Cristina Rendon

GRACIAS A DIOS.

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
	La necesidad de contar con un Módulo de Control	
	Motor	
	Generador	
	Tablero de Control de Transferencia	
	Sensor de Tensión	
	Arrancador	
	Cargador de baterías	
	Retardo de Transferencia I	
	Retardo de Transferencia II	
	Retardo de Desfogue	
CAPÍTULO 2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN MICROPROCESADOR	12
	Sistema Típico	
	Unidad Central de Proceso(CPU)	
	Los Puertos de Entrada y Salida	
	La Arquitectura de la CPU	
	La Unidad Aritmetico Logica(ALU)	
	Secuencia de aOperaciones Básicas	
CAPÍTULO 3	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL MICROPROCESADOR-PLANTA.....	27
	Funcionamiento en Modo Automático	
	Funcionamiento en Modo Manual	
	Selector en Posición de Fuera	
CAPÍTULO 4	DISEÑO DEL SOFTWARE	33
	Introducción	
	Programa en Lenguaje Ensamblador	
	Descripción por Rutinas	
CAPÍTULO 5	INTERFACES Y SENSORES	40
	Circuito de Interface para Válvula Diesel (V.D.)	
	Interfaces para los Transductores de la Planta	
	Señales de Falla	
	Circuito de Interface para la Marcha	
	Fuente de 5V regulada y Conmutador Manual Automático	
	Descripción del Sensor de Tensión	

Circuito de Interface para Alarma

CAPÍTULO 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES 54

BIBLIOGRAFÍA 61

PROLOGO

En el país es necesario empezar a sustituir una serie de bienes de consumo particulares e industriales que se deben de importar, para cambiarlos por productos desarrollados dentro del país con la misma o mayor calidad que los productos de importación. Es compromiso de los ingenieros mexicanos, llevar a cabo esta labor.

En el mercado nacional, se pueden encontrar diversas marcas de controladores para plantas eléctricas de emergencia.

Una planta eléctrica es un equipo destinado a la generación de energía eléctrica, que se utiliza en casos de que el suministro normal se interrumpa (en casos como residencias, hospitales, negocios, etc.) o en instalaciones donde no se tiene acceso al suministro general de la red eléctrica (como en ranchos, equipos de campo, etc.). Consta básicamente de tres secciones: motor, generador y circuito de control.

Para el buen funcionamiento y eficiencia de una planta eléctrica, es necesario controlar diversos parámetros involucrados en el sistema, algunos de ellos son, temperatura, combustible, presión de aceite, arranque, paro, protecciones, tiempo de respuesta, tiempo de asentamiento, carga, sobrecarga, velocidad del motor, etc.

Actualmente, existen tableros de control que realizan algunas de estas funciones, sin embargo, son voluminosos y muchos de ellos son tableros interconectados a mano, susceptibles a muchas fallas.

El presente trabajo pretende realizar un circuito en tarjeta impresa, basado en el microprocesador HC11 para el control de los parámetros antes mencionados, proporcionando óptima eficiencia, tamaño compacto y capacidad de incorporar otras funciones que requiera el usuario.

A lo largo del trabajo escrito se desarrollan cada uno de los puntos más importantes en el diseño del proyecto. En el primer capítulo se explica el funcionamiento de una planta eléctrica de emergencia a demás de la utilidad que puede tener, también se explica la importancia que tiene dentro del funcionamiento de la planta el controlador ó tarjeta de control que es el diseño desarrollado. Durante el tercer capítulo se explica como es que actuara el microprocesador ante diferentes circunstancias que pueden presentarse, esta explicación es para cada diferente modo de operación de la planta como son automático y manual.

En el cuarto capítulo encontramos el programa, tal como se implemento en el microprocesador, con una pequeña explicación por rutinas a lo cual se conoce como documentación del programa.

En el quinto capítulo se explican cada una de las interfaces que se han utilizado para comunicar a la planta con el microprocesador, así como otros tipos de circuiteria que ayudaran al microprocesador a comunicarse al exterior y sensar datos diversos.

Para los lectores que no estén familiarizados con la teoría o el uso de microprocesadores, se incluye en el capítulo dos una breve descripción de la arquitectura y funcionamiento interno de un microprocesador con lo cual se intenta dar luz a muchas interrogantes que pudieran surgir a lo largo de la lectura de este trabajo.

En el resto del trabajo se realiza el análisis de resultados donde hablaremos sobre las pruebas realizadas al proyecto así como las ventajas que se tienen con respecto a diseños similares para después dar conclusiones sobre el trabajo desarrollado.

1 INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS

En nuestros días es innegable lo importante que se ha vuelto la energía eléctrica, con el desarrollo de las actividades productivas y personales de la gran mayoría de los seres humanos en todo el mundo.

Esto lo podemos comprobar al observar como se paralizan las actividades en una casa, en una industria, en centros comerciales o en grandes zonas dentro de las ciudades cuando falla el suministro de energía eléctrica.

Es por ello que se ha vuelto de suma importancia contar con equipos que puedan suplir al suministro de energía eléctrica mientras que la compañía que normalmente lo suministra no lo pueda hacer. Anteriormente solo las grandes

industrias, los hospitales, las granjas de incubación, los servicios de comunicación y otras compañías con una gran producción justificaban el contar con equipos para suministrarse su propia energía eléctrica, además de los ranchos, rancherías y otros lugares donde no llegaba el suministro eléctrico.

En el caso de la República Mexicana se controlaba la producción particular de suministro eléctrico y hoy en día en los grandes centros comerciales se pueden encontrar a la venta pequeñas plantas de luz para uso doméstico.

Por lo mismo todos los sistemas de control para estos equipos han sufrido grandes cambios dejando de ser enormes cajas metálicas con muy complicados cableados de relevadores en su interior y han pasado a ser con la ayuda de la electrónica pequeños puestos de mando donde se puede monitorear el comportamiento de la máquina cuando está en funcionamiento, así como llevar a cabo el encendido y apagado de ella cuando es necesario.

Sin embargo, junto al avance en la electrónica se siguen creando nuevos sistemas de control cada vez más pequeños y confiables.

El sistema de generación eléctrica se conoce como "Planta de Luz o como Planta Eléctrica". Esta Planta Eléctrica puede ser de dos tipos: Manual o Automática. La planta de tipo Manual no es relevante en el presente trabajo, ya que el arranque, la generación eléctrica y la distribución de la misma, dependen de un operador y por lo tanto, no se requiere ningún sistema electrónico para tal efecto.

Este tipo de planta se usa en lugares donde no existe red eléctrica ya sea momentánea o indefinidamente como: obras civiles, minas, pozos, circos, ferias, ranchos, asfaltadoras, etc.

La planta funcionando en modo automático será constantemente referida, ya que el sistema que se describe en este trabajo, el cual a partir de este momento denominaremos "Módulo de Control" se encuentra interconectado con esta para lograr todas las condiciones de funcionamiento normal o de protección. Este tipo de planta se encuentra normalmente en espera de que el suministro eléctrico externo falle, para que inmediatamente realice mediante el Módulo de Control y el Sistema de Transferencia, la secuencia de arranque, generación y transferencia para restituir el suministro eléctrico. Cabe hacer notar que la planta automática puede funcionar como una planta normal si así se desea, ya que el Módulo de Control tiene prevista esta función que por lógica es más simple que el arranque automático.

Muchas personas han planteado la siguiente pregunta:

¿Para que se requiere una planta automática, si con una planta manual se puede restituir el flujo eléctrico mediante una persona que haga las operaciones necesarias?

La respuesta estriba en el hecho de que muchas veces se requiere velocidad de respuesta para que la restitución de energía sea lo más corta posible y si se tratase de un operador, la velocidad dependería de que tan lejos se encuentra el equipo, que tan rápido se de cuenta de la falla y que tan apto sea el operador en cuanto a conocimientos mínimos necesarios para iniciar el arranque.

Este gran inconveniente se suma a otro menor: ¿Cómo se dará cuenta el operario de que el suministro eléctrico exterior sea restablecido, si previamente lo ha desconectado? Tendría que tener alguna indicación con pilotos o voltímetros en las terminales del suministro (acometida) y tendría que estarlos verificando de vez en cuando, para saber en que momento hacer el cambio de suministro y con esto realizar el paro del equipo.

Es por estas razones que la planta automática se justifica ampliamente en lugares donde se tiene acometida y se desea que el equipo restituya la energía en caso de corte.

El tiempo de respuesta típico de un sistema automático queda dentro de los diez primeros segundos contados a partir de la falla de suministro exterior. Se ha registrado como tiempo más corto cinco segundos, por lo que resulta lógico pensar que una planta automática no es un suplemento sino un complemento de un sistema de energía ininterrumpible (UPS), ya que este sistema responde instantáneamente a la falla de energía, pero no puede sostener su suministro por largos periodos de tiempo. El conjunto UPS-Planta Eléctrica Automática es profusamente usado en lugares que cuentan con sistemas de computo (bancos, oficinas de gobierno-LOCATEL, INEGI, INFONAVIT, SHCP, etc.)

Logrando respuesta inmediata a la falla mediante el UPS y tiempo muy corto de suministro del mismo (menor a diez segundos) ya que la planta eléctrica entraría en servicio pasado este tiempo.

Cabe hacer notar que la planta puede funcionar continuamente por un tiempo que queda limitado por la capacidad de su tanque de combustible. Si la planta trabaja con un motor de combustible diesel, el tanque se calcula para que rinda cuando menos diez horas a plena carga, pero es posible recargarlo con el equipo funcionando, ya que el diesel presenta poca peligrosidad de carga o descarga.

No sucede lo mismo con la gasolina, ya que es sumamente volátil y sus vapores son altamente explosivos, por lo que no es recomendable el relleno del tanque, sino hasta que el equipo se encuentra detenido.

Una planta eléctrica automática consta de tres partes fundamentales que son: Motor, Generador y Tablero de Control y Transferencia.

Motor

Es del tipo de combustión interna que funciona a base de un combustible como gasolina, gas natural, gas licuado propano (LP), keroseno o diesel. Normalmente se trabaja con motores a gasolina en capacidades inferiores a 15 KW y con motores a diesel de 15 KW a 1250 KW, ya que estos combustibles son fáciles de encontrar en todo el territorio nacional. El sistema de arranque del motor es normalmente eléctrico, es decir que funciona a base de un motor de corriente directa de mucho troqué y baja velocidad angular denominado marcha. Dicho motor toma su energía de uno o más acumuladores o baterías similares a los utilizados en vehículos automotores, aunque en muchas ocasiones son mucho más grandes. Existe otro sistema de arranque de

motor mediante aire comprimido. Suele utilizarse en lugares donde la batería de plomo-ácido antes mencionada puede ser peligrosa por la emisión de hidrógeno al ser cargada o por que un chispazo eléctrico puede ser fatal en un medio ambiente explosivo.

El motor de combustión interna puede ser enfriado por aire en capacidades menores a 15 KW o por agua mediante el sistema ventilador-radiador en capacidades superiores a 15 KW.

Generador

Se encuentra acoplado directamente al motor por lo que las revoluciones del motor son las mismas que las del generador. Anteriormente los generadores tenían contactos eléctricos deslizantes llamados escobillas, pero al ser piezas sujetas al desgaste, fueron pasando al desuso, por lo que los generadores modernos utilizan exclusivamente inducidos para controlar sin contactos mecánicos la generación eléctrica. La tensión de salida obtenida es alterna y su valor nominal depende de la interconexión de los devanados de salida del generador y del ajuste del regulador de tensión interna. La salida suele ser monofásica en capacidades hasta de 12 KW y trifásica desde 4.5 KW hasta 1250 KW o más.

Tablero de Control y Transferencia

Controla todas las funciones necesarias para el arranque y paro del equipo, mediante una serie de dispositivos localizados en el motor. Anteriormente este tablero era exclusivamente de tipo electromecánico, por lo cual la electrónica no tenía ninguna inferencia en el sistema. Solo se utilizaban relevadores, contactores, relevadores de tiempo (neumáticos o a base de calentamiento de un termopar), sensores de tensión (a base de relevadores autobloqueantes o fotoceldas) y demás componentes alojados en un gabinete que también alberga todo el cableado (realizado a mano) de cada uno de los componentes anteriormente mencionados. Resulta fácil imaginar que todos estos tableros son voluminosos, difíciles de armar, con altas posibilidades de error humano durante la interconexión y de funcionamiento errático al utilizar componentes dependientes de factores ambientales externos, como la presión atmosférica, humedad relativa y temperatura ambiente.

El Módulo de Control para plantas eléctricas de emergencia surgió a raíz de estos inconvenientes. El concepto permanente es el de concentrar todos los sistemas de control, sensado y protección en un solo módulo consistente en una tarjeta de circuito impreso capaz de controlar cualquier marca de motor con cualquier sistema de arranque a cualquier tensión de arranque y cualquier tensión de generación, mediante cambios de accesorios y de conexiones mínimas. Al ser una tarjeta única puede producirse altos volúmenes de copias que no tendrán errores humanos de interconexión, debido a que todas son iguales ya que parten de una única distribución de pistas.

El módulo se encuentra alojado en el Tablero de Control y Transferencia; el número de hilos de control hacia el conjunto motor generador ha sido reducido a la mínima expresión y la cantidad de componentes externos al módulo también han sido minimizados.

El Tablero de Control cuenta además con instrumentación y transferencia. La primera puede ser de tipo analógico o digital, consistiendo en voltmetro de corriente alterna, selector de fases para amperímetro y frecuencímetro, todos estos con el objeto de monitorear los parámetros de funcionamiento del generador.

La segunda consiste en un par de relevadores tripolares normalmente abiertos llamados contactores. Se encuentran acoplados mecánicamente para evitar que ambos se cierren simultáneamente (interlock o bloqueo mecánico). Si este bloqueo no existiera, una falla en el sistema podría juntar ambos suministros (planta y acometida) provocando daños en el generador que pudieran ser irreversibles. Estos contactores se encuentran controlados por el módulo que determina cual es el suministro (acometida o planta) que proporcionará energía a la carga.

El Módulo de Control es el tema central de este trabajo. Su descripción se hará más adelante lo más amplia posible.

Todo Tablero de Control y Transferencia sean del tipo que sean, debe contener mínimo los siguientes sistemas.

Sensor de Tensión

Este sistema monitorea la tensión suministrada por la línea comercial (C.F.E. o CL y FC) y debe ser monofásica o trifásica según sea la acometida; debe enviar una señal si una, dos o las tres fases tienen un nivel de tensión por debajo del considerado como normal (85 % de la tensión nominal). El módulo de control descrito en este trabajo no solo detecta esta condición sino también sensa un exceso de tensión en la línea comercial enviando la misma señal si cualquiera de las fases individual o conjuntamente excede en el nivel preestablecido como normal (115 % de la tensión nominal). La señal enviada por este sistema debe utilizarse como señal de arranque del conjunto motor-generator, solo en el caso de haberse seleccionado el módulo automático de operación. Para el sistema que proponemos, la salida del sensor de tensión está conectada directamente a uno de los pins del puerto de entradas en el microprocesador.

Arrancador

Es un sistema que normalmente toma su alimentación de las baterías. Sirve para aplicar la marcha al motor, sacarla cuando éste arranque o monitorear si el motor no arranca después de cinco intentos consecutivos, el arrancador detendrá la secuencia de arranque encendiendo la luz indicadora de la falla por la que se detuvo el equipo y bloqueándolo hasta que sea corregida esa falla. El arrancador recibe la orden de arranque a través del sensor de tensión si existió falla en la red y el selector de operación se encontraba en posición automática. También funciona cuando el selector

se encuentra en posición manual, pero no lo hace en posición fuera. En nuestro caso a través de las terminales PB7 y PB6 del puerto B del microprocesador extraemos las señales para energizar la válvula de combustible y las señales intermitentes de intento de arranque y descanso (con duración de siete segundos cada una) generadas por una rutina con este objeto programada en el microprocesador.

Cargador de Baterías

Este sistema se alimenta normalmente de la red comercial y sirve para mantener cargadas a las baterías para así lograr un arranque confiable del equipo al momento de ser requerido. Este sistema es independiente al módulo de control.

Retardo de transferencia

No todos los equipos cuentan con este sistema, pero el módulo de control lo contiene porque se considera fundamental en el funcionamiento correcto del equipo. Sirve para permitir que el motor alcance sus revoluciones nominales y funcione en vacío por cierto tiempo (menor a siete segundos) antes de que la carga sea conectada al generador mediante el contactor de la planta. Esto impide que la carga reciba transitorios de tensión provenientes del generador a consecuencia del proceso inicial de estabilización del regulador y además impide que el motor reciba una carga mecánica cuando ni siquiera ha desarrollado las revoluciones a las que fue diseñado para desarrollar su máxima potencia (pudiendo no llegar a estabilizarse en ningún

momento). Este sistema no funciona si la planta opera en posición manual y la tensión de la línea comercial es considerada como "correcta"; así se impide que el suministro cambie si no es necesario.

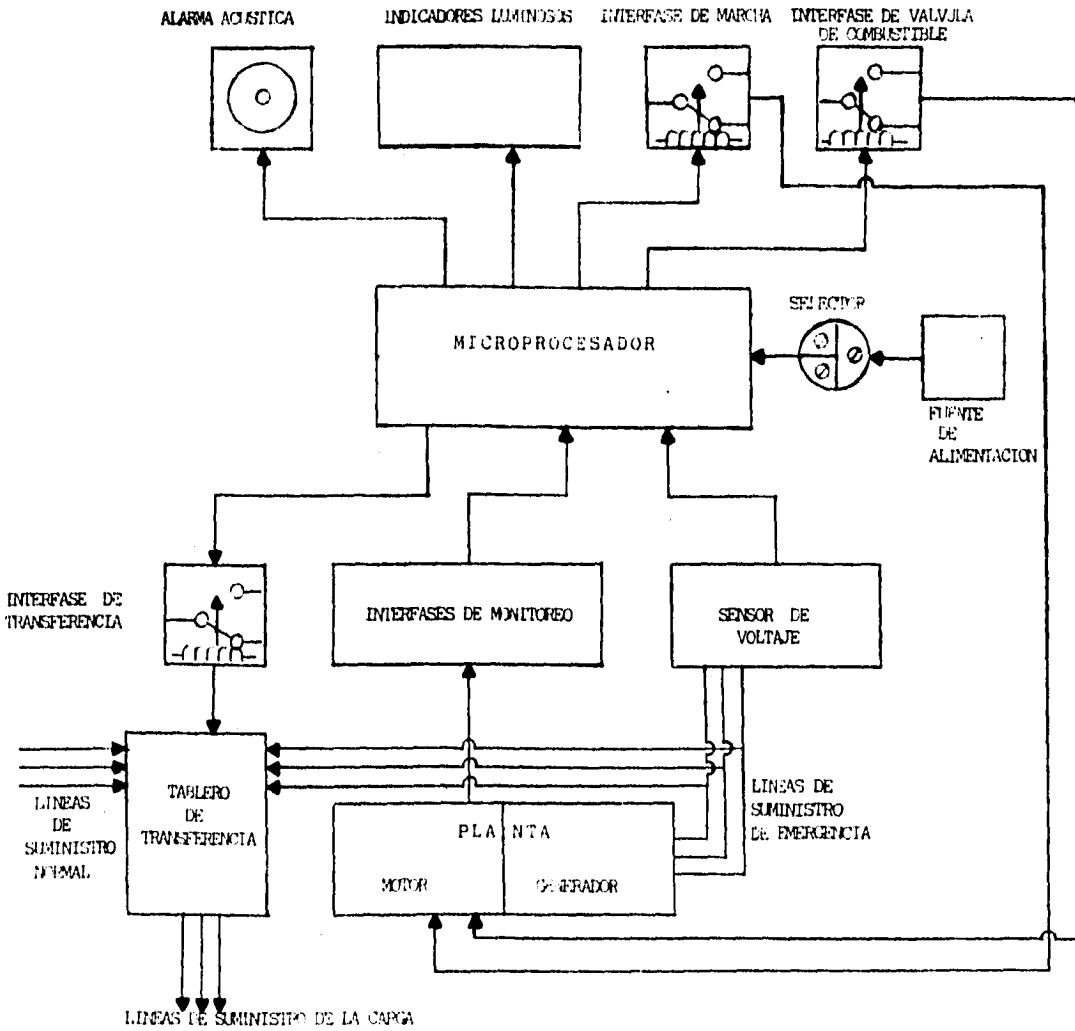
Retardo de Retransferencia

Este sistema sirve para evitar que la transferencia haga muchos cambios entre suministros (línea comercial-planta) si, se presentaran cortes continuos de poca duración en el sistema que nos atañe se cuenta con una rutina en la programación la cual dejará pasar un minuto a partir de que se detecte el regreso del suministro normal para entonces verificar si efectivamente ha regresado definitivamente, en caso positivo dejará pasar un nuevo minuto al termino del cual volverá a rectificar sobre el suministro normal de energía, que de resultar positivo solo entonces realizará el cambio en la transferencia. Durante todo este proceso si llegara a fallar el suministro de energía o solo fuesen regresos de poca duración se detiene esta rutina y de ser nuevamente requerida correría desde el principio.

Retardo de Desfogue

Este sistema mantiene encendido al motor durante cierto tiempo después de haber retransferido el suministro normal a la carga. Esta función sirve para hacer que el motor opere en vacío (sin carga mecánica) y con esto disminuye la temperatura del mismo y así evitar un sobrecalentamiento cuando el motor pare.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA



2 DESCRIPCION GENERAL DE UN MICROPROCESADOR

En el sector eléctrico de los años de la década de los setenta se han presentado grandes cambios en la tecnología del silicio en forma de microprocesadores y microcomputadoras. Todo empieza en 1948 con el desarrollo del transistor. En la década de los cincuenta se observa una tendencia a sustituir el tubo de vacío por los dispositivos semiconductores, principalmente en computadoras digitales. Las mejoras en la producción de los semiconductores, como la tecnología planar del silicio, permite la aparición del circuito integrado. Por ello, fue posible poner un circuito complejo en un único chip de silicio. Con la amplia aceptación de tales dispositivos, llamados circuitos integrados o CI, sólo fue cuestión de tiempo para la integración en un mismo chip de varios circuitos interconectados formando registros, contadores y sumadores. Ello constituye la integración de escala media (MSI) que apareció a finales de los años

sesenta. Una vez más, fue la industria de las computadoras la principal beneficiaria, así como un catalizador para progresivos avances. El debatido y perseguido objetivo del "procesador en una delgada capa o el procesador en un solo chip dejó de ser un sueño. En 1971 apareció el primer microprocesador industrial: el INTEL 8008; fue desarrollado primeramente para aplicaciones orientadas a las calculadoras electrónicas. El 8008 está construido sobre un único chip de silicio y utiliza técnicas de gran escala de integración (LSI) y circuitería MOS (semiconductor de óxido metálico). El éxito del 8008 alentó a los grandes fabricantes de semiconductores a introducir entre sus productos a los microprocesadores. Por lo tanto, a mediados y finales de los años setenta estaba disponible una cierta variedad de productos que utilizaban microprocesadores a precios atractivos y con cada vez mejores características y capacidades.

El impacto de los microprocesadores y microcomputadoras en la industria tradicional de grandes computadoras fue significativo, pero este impacto fue tanto o más importante en el resto del sector electrónico. La disponibilidad de capacidad de computación de bajo costo, bajo consumo y pequeño volumen y peso, reveló muchas aplicaciones militares, industriales y en productos de consumo, que no habían sido consideradas computarizables unos años antes. Como los precios siguen bajando en espiral, las microcomputadoras encontrarán indudablemente más aplicaciones, especialmente en productos de consumo. Debido a la amplia difusión de las microcomputadoras en un próximo futuro, es necesario o quizás indispensable un

conocimiento del trabajo de estos dispositivos para los profesionales del sector electrónico.

SISTEMA TÍPICO.

En la forma más básica, un procesador se define como el dispositivo o máquina que ejecuta automáticamente una secuencia de operaciones sobre unos datos dados. En las computadoras digitales, los datos se expresan en forma binaria, en los analógicos se expresan en forma continua o analógica. El propósito de tales operaciones puede ser la resolución de problemas matemáticos, el control de ciertas funciones o de otros dispositivos o, bastante a menudo, una combinación de las dos funciones.

En una computadora digital las cantidades numéricas son representadas por niveles de tensión o pulsos eléctricos. La presencia o ausencia de un pulso, o de la tensión apropiada, define a un bit. Una palabra consiste en un conjunto de dígitos binarios o bits, que se expresan como 0 o 1, y que quedan representados por pulsos de señal eléctricos apropiadamente definidos.

Es muy importante conocer que una palabra puede representar una cantidad numérica, llamada operando, o una instrucción que obliga a la máquina a operar a ciertos operandos de una forma específica. El grupo o juego de instrucciones que gobierna la máquina se llama programa. El proceso o procedimiento por el cual se desarrollan los cálculos u operaciones lógicas se llama algoritmo.

Para poder computar o controlar automáticamente, el microprocesador realiza funciones internas fundamentales. Una de las funciones más básicas son las operaciones aritméticas como adición y sustracción sobre dos operandos. Estos simples procesos requieren varias funciones que son realizadas por diferentes secciones del sistema procesador.

En un microprocesador el sistema de memoria se usa principalmente para dos propósitos: 1.- Disponer de un sistema de almacenamiento de datos u operandos. 2.- Disponer de un medio para almacenar el programa (un grupo de comandos e instrucciones).

La porción de memoria destinada al almacenamiento de operandos se denomina memoria de datos. Esta memoria almacena los datos que el procesador utilizará durante la ejecución del programa. La porción operativa del microprocesador puede leer un cierto operando de cualquier parte de la memoria de datos. Igualmente puede insertar, o escribir, una palabra en cualquier parte de la memoria de datos. Esta memoria se encuentra diseñada de tal modo que el microprocesador puede acceder a cualquier posición de la misma de manera aleatoria. De esta manera, la memoria de datos recibe el nombre de memoria de acceso aleatorio (RAM). Para ciertas aplicaciones la memoria interna del procesador puede no ser suficientemente grande para albergar a todos los datos requeridos. Si es así, el procesador puede adquirir datos de fuentes de almacenamiento auxiliares externas, tales como cintas magnéticas, memorias de burbuja o discos, por medio de un puerto de entrada del sistema. De esta

manera, el microprocesador puede procesar grandes volúmenes de datos a gran velocidad.

La parte de la memoria que almacena las instrucciones o comandos se llama la memoria de programa. Cada instrucción en esta memoria se suministra al microprocesador en una cierta secuencia preestablecida. El microprocesador entonces decodifica cada instrucción e inicia el proceso específico, obligado por ésta. Al contrario de la memoria de datos, en la cual pueden escribirse datos mientras se ejecuta el programa, en la memoria de programa no se producen, por lo general, operaciones de escritura durante la ejecución. Las instrucciones son cargadas en la memoria de programa antes de su ejecución. Por esta razón, a veces la memoria de programa se denomina memoria de sólo lectura (ROM).

La memoria interna de un procesador a veces recibe el nombre de memoria marco. Este término incluye a las memorias de datos y de programa. Las memorias marco de los computadores modernas se encuentran constituidas por semiconductores. Pueden ser de acceso aleatorio (RAM) o de sólo lectura (ROM) o, muy frecuentemente, una combinación de las dos. Cabe hacer notar que las memorias ROM son también de acceso aleatorio, aunque sólo para leerlas.

UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (CPU).

El CPU es el corazón del sistema procesador. Controla el resto de las funciones realizadas por el sistema. La CPU llama las instrucciones de la memoria, las decodifica

y las ejecuta. Utiliza la memoria y los puertos de entrada y salida de la forma que la ejecución de las instrucciones lo requiera.

La unidad de control controla y coordina a todas las otras unidades funcionales del procesador en una secuencia lógica y con tiempos correctos. Un reloj central controlado con precisión suministra los pulsos básicos del reloj. El resto de los circuitos están sincronizados con éstos pulsos. La unidad de control recibe las instrucciones del programa almacenado en la memoria de programa, las decodifica y dirige al resto de los subsistemas funcionales para ejecutarlas. Las señales de control generadas por la unidad de control y el tiempo de ciclo de memoria están muy relacionados. Generalmente, el tiempo requerido para la ejecución de una cierta instrucción es un múltiplo de la velocidad de memoria.

La Unidad Aritmético Lógica (ALU) realiza las operaciones aritméticas sobre los operandos. También realiza los procesos lógicos. Las operaciones llevadas a cabo en la ALU pueden proveer resultados complejos o parciales dependiendo de los problemas a resolver.

LOS PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA

Esta unidad permite al procesador comunicarse con varios tipos de dispositivos llamados periféricos o dispositivos de entrada y salida. Los puertos de entrada permiten a la CPU la adquisición de datos de otros dispositivos externos o bancos exteriores de memoria. Los puertos de salida proveen a la CPU de la capacidad de comunicar los

resultados de sus cálculos o procesos lógicos a los periféricos exteriores. Los puertos de salida también pueden utilizarse para comunicar señales de control de proceso para dirigir a otros sistemas, tales como sistemas de instrumentación. La mayoría de los sistemas procesadores disponen de más de un puerto de entrada y salida. Cuando se dispone de varios puertos, éstos son direccionables, lo que significa que pueden ser activados selectivamente bajo control del programa.

LA ARQUITECTURA DE LA CPU

Los Subsistemas Funcionales

La CPU de cualquier sistema procesador contiene los siguientes grupos de unidades funcionales interconectadas:

- Registros y Contadores
- Unidad Aritmético Lógica
- Circuitaría de Tiempos y Control

A continuación se consideran las características generales de cada uno de ellos.

Registros y Contadores

Los registros se utilizan para el almacenamiento temporal de bits en la CPU.

Los registros se pueden diseñar con entrada y salida en serie o paralelo, nosotros describiremos el sistema en paralelo, donde los 8 bits son introducidos y extraídos simultáneamente, la salida en paralelo, de un registro no altera su contenido, ya que los flip-flop son consultados pero no alterados. Por tanto, independientemente

del número de lecturas, el contenido del registro seguirá conteniendo los 8 bits originales.

Los registros pueden ser de propósito general, en cuyo caso, pueden utilizarse para varias funciones bajo el control del programa, de no ser así serán registros dedicados que solo pueden realizar ciertas funciones.

Normalmente, los registros se inicializan a cero al principio del programa.

Los contadores son dispositivos que registran y mantienen la cuenta de un número de pulsos o bits. Un contador puede contar el sentido positivo o negativo. El contador positivo se borra igualando todos sus bits a cero y se actualiza su valor incrementándolo cada vez que le llega un bit. Los contadores negativos se borran, igualando todos sus bits a uno (su máxima capacidad de contaje) y a cada bit se decrementa su valor en una unidad. En lugar de borrar el registro igualándolo a cero o a máximo, es posible cargar un número en el contador y después incrementarlo o decrementarlo.

El Acumulador

Es el principal registro de trabajo del microprocesador y con frecuencia también es el puerto de entrada y salida del CPU. En muchos microprocesadores los resultados de las operaciones aritméticas o lógicas realizadas en la ALU se transfieren y almacenan en el acumulador.

Usualmente, el acumulador se considera como un registro de propósito general en la mayoría de los microprocesadores y almacena uno de los operandos que usa la

ALU para realizar todo tipo de operaciones. El acumulador puede trabajar como registro fuente o registro destino. Por ejemplo, el programa puede llamar el contenido de cierta localidad de memoria para ser sumada al actual contenido del acumulador y el resultado ser devuelto a la misma, o a cualquier otra posición de memoria. En tal caso, el acumulador funciona como registro fuente. Pero si el programa llama al contenido de una posición de memoria para sumarlo al contenido actual del acumulador y el resultado se mantiene en el acumulador, este se convierte en un registro fuente y, a la vez, en un registro destino.

Muchas veces el acumulador principal del procesador está diseñado para realizar varias funciones suplementarias tales como: complemento del contenido, desplazamiento a la derecha o izquierda de un número y rotación de un número a la derecha o izquierda. En muchas ocasiones, el acumulador también está diseñado para mantener un total acumulativo o progresivo de todos los números que se le transfieren. Cada número que se le transfiere se suma sucesivamente a la suma previa. Así mismo, los acumuladores pueden diseñarse para que, bajo el control del programa, resten la cantidad de entrada a la previamente existente.

El Contador de Programa

Las instrucciones que constituyen el programa están almacenadas en posiciones sucesivas de la memoria del programa, que puede consistir en varios chips de memoria ROM en los microprocesadores. A cada posición de memoria se le asigna un número o código único, llamado dirección. Para ejecutar el programa en la secuencia correcta, la

CPU debe conocer en que posición de memoria debe buscar la próxima instrucción. Por ejemplo, cuando se inserta una instrucción JUMP en el programa principal se suspende la secuencia normal del programa. Esta instrucción dirige el contador de programa a una dirección distinta de la siguiente dirección secuencial. La instrucción JUMP contiene la dirección de la instrucción a la que se quiere dirigir el programa y esta dirección se inserta automáticamente en el contador de programa. De esta forma, se consigue una continuidad lógica. Es por esto la importancia de contar con un registro variable y alterable por programa de la secuencia de éste.

LA UNIDAD ARITMETICO LOGICA (ALU).

Todos los procesadores tienen una ALU donde se desarrollan los cálculos aritméticos y varias operaciones lógicas. La ALU, que se puede imaginar como una calculadora controlada electrónicamente, utiliza métodos binarios para representar y operar números. La ALU contiene un sumador que sólo realiza sumas binarias (la sustracción se hace complementando la adición). Los operandos le pueden ser suministrados por varios componentes del sistema, tales como: registros, acumuladores, memorias de datos o dispositivos de entrada y salida.

La ALU contiene bits de estado que registran e indican ciertas condiciones específicas que pueden suceder durante las manipulaciones propias de la unidad. Estos bits de estado están indicados por el estado de flip-flops R/S. Un microprocesador puede disponer de 1 a 16 bits de estado. La mayoría de los sistemas

tienen 4 u 8 bits. Las condiciones de estado están agrupadas en un registro dedicado, llamado registro de estado. Algunas condiciones típicas en estos bits son:

- Rebose
- Cero
- Signo Negativo
- Acarreo

En la CPU, los bits de estado se usan para los JUMPS o BRANCH a subrutinas condicionales; a veces se utilizan para manejar situaciones especiales o inusuales.

Tiempos y Control

Utilizando las entradas de reloj, la CPU asegura la ejecución adecuada y la secuencia de eventos requerida para el proceso de la instrucción específica. Dependiendo de la instrucción en proceso, la circuitería de control suministra las señales apropiadas internas y externas de la CPU para iniciar las acciones de procesado.

SECUENCIA DE OPERACIONES BÁSICAS

Secuencia Básica de Tiempos.

La CPU trabaja de manera cíclica; es decir, busca una instrucción en la memoria de programa, la decodifica y ejecuta las operaciones indicadas por la

instrucción. A continuación busca la siguiente instrucción y el proceso se repite una y otra vez hasta haber ejecutado el programa completo. La secuencia completa se sincroniza con el reloj. En los primeros microprocesadores, el sistema de reloj se encontraba en un CI separado de la CPU, pero actualmente existen algunos modelos en los que el reloj se incluye dentro del propio CI de la CPU.

El número de fases de reloj depende básicamente del tipo de circuitería con la que se construyó el sistema. Por supuesto, es posible disponer de un reloj de más de dos fases. Un reloj de dos fases puede tener o no superposición entre los trenes de pulsos.

El intervalo de tiempo entre puntos idénticos de dos pulsos de reloj adyacentes se llama Periodo. El tiempo necesario en los procesos de búsqueda y ejecución de una única instrucción se conoce como Ciclo de Máquina. Una porción del ciclo de máquina que puede identificarse con una actividad claramente definida se denomina fase del ciclo de máquina (no debe ser confundido con las fases de reloj). Para completar una fase, es necesario al menos uno, y normalmente más, periodos de reloj. A su vez, un ciclo de máquina está formado por varias fases.

Búsqueda de Instrucción / Secuencia de Ejecución

La primera fase del ciclo de máquina busca la instrucción. El contenido del contador de programa se envía a la memoria de programa para ser usado como dirección de la instrucción. La memoria de programa transmite entonces la instrucción a

la CPU. Se carga la primera palabra (o byte) de la instrucción en el registro de instrucción. Si la instrucción es del tipo multipalabra se requieren más ciclos de máquina para buscar el resto de la instrucción. El contador de programa se incrementa y queda preparado para buscar la próxima instrucción. Finalmente, la CPU ejecuta la operación indicada por la instrucción.

Operación de Lectura de Datos en Memoria.

Supóngase que una instrucción en particular requiere la lectura de datos de la memoria de datos, para su introducción en la CPU. La CPU recibe la instrucción y la almacena en el registro de instrucción.

Después, de recibir la dirección efectiva y la orden de lectura de la CPU, la memoria responde transfiriendo el contenido de la posición direccionada a la CPU, usualmente al acumulador, a través del bus de datos.

Operación de Escritura de Datos en Memoria.

Esta operación es muy similar a la de lectura, excepto por la dirección del flujo de datos. La CPU transmite la dirección a la memoria de datos. A continuación se emite la orden de escritura y los datos se transfieren de la CPU, normalmente desde el acumulador, a la dirección direccionada en la memoria.

Operaciones de Entrada / Salida.

En los microprocesadores, las operaciones entrada y salida son muy similares a las de lectura y escritura en memoria, excepto por el hecho de que lo que se direcciona es un puerto de entradas/salidas en lugar de una posición de memoria. La instrucción se recibe de la memoria de programa, se almacena y se ejecuta de la misma manera que una lectura o escritura a memoria.

3 DESCRIPCION FUNCIONAL MICROPROCESADOR- PLANTA

El microprocesador está programado para actuar según se requiera. A continuación se explica detalladamente cual será el funcionamiento general de éste.

Primeramente se cuenta con dos modos de funcionamiento: automático y manual; el segundo es una especie de modo de prueba en el cual no se debe realizar cambio en la transferencia a menos que sea necesario. El funcionamiento para el modo de automático es como se describe a continuación.

A partir de que se selecciona el modo automático queda energizado el microprocesador, el cual reconoce que debe funcionar en modo automático por lo cual aparentemente no realizará ninguna función, pero no es así, pues estará corriendo una rutina que tres veces por segundo preguntará por el estado del sensor de voltaje, el cual mientras presente una salida alta (en niveles TTL), no causará ningún cambio. Al

presentar el sensor de voltaje una salida baja, inmediatamente el microprocesador correrá una rutina de arranque en la cual se energizará la válvula de combustible de manera permanente y el motor de marcha de la máquina por siete segundos, durante este tiempo se estará sensando la presión de aceite en la máquina y solo si éste presentara un nivel alto, se asumirá que la máquina ha encendido, de no ser así se apagará el motor de marcha durante siete segundos para dar oportunidad a la batería de recargarse para realizar un nuevo intento de arranque. El total de intentos será de cinco con sus respectivos descansos; el quinto intento también cuenta con un descanso, pasado el cual se asumirá la falla por largo arranque, esto con el objeto de que si inmediatamente algún operador reiniciara los intentos de arranque, el primero de estos no se encuentre con la batería descargada.

Al principio de cada periodo de descanso se pregunta si se ha restablecido el suministro normal de energía, de ser positivo, se detiene la secuencia de intentos de arranque y el microprocesador regresa a su etapa de monitoreo del suministro normal de energía, de no ser así continúa con la secuencia normal para los intentos de arranque.

Durante toda la secuencia de arranque, se monitorea la presión de aceite en la máquina, cuando el sensor de presión de aceite tiene una salida alta se asume que la máquina ha logrado arrancar, se interrumpe la secuencia de intentos de arranque pasando ahora a una secuencia de máquina encendida, detección de posibles fallas en el motor, cambio en la transferencia de suministro normal a emergente y monitoreo de

regreso de energía durante este periodo. A continuación se describe el funcionamiento de cada una de estas etapas.

Cuando se detecta que la máquina ha encendido, se interrumpen los intentos de arranque y de ahora en adelante durante todas las siguientes etapas, se mantendrá energizada la válvula de combustible, esto con el objeto de mantener la máquina encendida, al mismo tiempo comienza una etapa de monitoreo de fallas, esto es que si alguno de los sensores ubicados en la máquina muestra una salida alta de inmediato se procede a desenergizar la válvula de combustible con lo que se logra detener la máquina, además que se enciende una alarma sonora y un indicador luminoso sobre el sensor que ha indicado la falla. De no presentar ninguna falla se produce un retardo de tiempo el cual permite que el motor llegue a las revoluciones para las cuales está diseñado y que el generador establezca todos sus parámetros entonces consumido el retardo, se energiza la bobina de transferencia (la cual suele ser un par de contactores eléctricos como los que anteriormente se describieron) con lo cual queda conectada la carga al generador ya sin peligro de que ésta pueda sufrir algún daño. Una vez completado el cambio en la transferencia se termina esta rutina de máquina encendida y cambio de transferencia para dar lugar a una rutina en la cual se mantenga encendida la válvula de combustible y la transferencia en posición de emergencia hasta que regrese el suministro normal de energía o se presente alguna falla. Estas dos etapas son las que se describen a continuación.

Si se detecta el regreso en el suministro normal de energía, se procede a dejar pasar un retardo de un minuto de duración pasado el cual se pregunta de nuevo por el suministro normal de energía, si este estuviera ausente se interrumpe este proceso y se vuelve al estado de monitoreo de regreso de energía y de fallas de la máquina, pero si resulta que el suministro aún está presente entonces se dejaría pasar otro minuto después del cual se preguntaría de nuevo por el estado del suministro normal, si resultara que no se encuentra presente, se procedería igual que al término del primer minuto, pero si aún está presente el suministro normal de energía, se procedería a realizar el cambio en la transferencia de emergencia a normal, pero se mantendría la válvula de combustible energizada durante 60 segundos con el propósito de que la máquina trabaje en vacío y evitar altas temperaturas al apagarla. Si mientras pasan los 60 segundos para el desfogue de la máquina fallara el suministro nuevamente, se procedería a reactivar el cambio de la transferencia de manera inmediata y pasar a la etapa de monitoreo de regreso del suministro normal y de fallas en la máquina.

Al terminar el tiempo de desfogue se desenergiza la válvula de combustible parando en definitiva la máquina y volviendo a la etapa en donde sólo se monitorea una posible falla en el suministro normal, la cual describimos al principio de este capítulo.

Durante todo este tiempo se monitorean constantemente todos los sensores colocados en la máquina de modo tal que en cualquier instante si se presentara una falla se pararía el proceso en curso, desenergizando la válvula de combustible, es decir

parando la máquina al tiempo que se enciende una alarma sonora y un indicador de falla.

El operador selecciona el modo de manual ubicando un selector en la posición que así lo indica, al hacerlo se energiza el microprocesador, el cual desde ese momento detecta que su funcionamiento deberá ser como se describe a continuación.

En cuanto el operador selecciona la posición de manual, la máquina empieza a llevar a cabo los intentos de arranque tal como si se tratara del modo automático. Al ganar presión de aceite, la máquina pasará a la rutina de motor arrancado deteniendo la secuencia de intentos de arranque, pero dejando energizada la válvula de combustible para mantener encendida la máquina, tal y como lo haría en la modalidad de automático, solo que de esta etapa saltará a una en la cual se monitorean fallas en la máquina, por lo cual no realiza el cambio en la transferencia.

La rutina de monitoreo de fallas actúa igual que la descrita para el modo automático, solo que en ésta se incluye un monitoreo de falla del suministro normal de energía que de presentarse, provocará el cambio inmediato en la transferencia de normal a emergencia. Para este cambio no existe un retardo dado que la máquina ya está en funcionamiento.

Si fallara el suministro normal y la máquina lo debe suplir pero esta se encontraba en manual, ya se mencionó anteriormente que se realiza la transferencia de normal a emergencia, pero el módulo de control funcionaría tal y como si se encontrara en el modo de automático solo que al regresar el suministro normal de energía no

llevaría a cabo el desfogue de la máquina, sino que dejaría la máquina encendida hasta que algún operador llevara a cabo el cambio en el selector de manual a fuera, con lo cual se detiene la máquina.

Si el selector se encuentra ubicado en fuera, queda totalmente **desenergizado** el módulo de control, por lo cual de presentarse una falla en el suministro normal de energía no habría respuesta por parte del módulo de control, hasta que un operador realizara el cambio en el selector a automático o a manual. Se sugiere como mejor opción la de automático, ya que manual se toma como un tipo de modo de prueba del equipo.

4 DISEÑO DEL SOFTWARE

Un microprocesador es un dispositivo programable, por lo cual es muy importante la correcta estructura y eficiencia del programa bajo el cual trabajara.

El programa que se diseño para el controlador de una planta eléctrica de emergencia, contempla diversas situaciones como son la falta de energía eléctrica, regreso del suministro normal de energía eléctrica, pruebas para el mantenimiento de la planta sin substituir al suministro normal y así toda la serie de situaciones en las cuales podria encontrarse el controlador y los criterios que se deben seguir para resolver satisfactoriamente cada una.

En las siguientes paginas de este capitulo se podra encontrar en el extremo izquierdo de cada una, el listado del programa y a la derecha en seguida de cada instrucción ó conjunto de instrucciones la función que desempeñan.

```

org $B600
ldaa#$00 Se inicializa el puerto
staa$1007C como entradas

                                Sensor de voltaje
stand  ldaa $1003 Puerto C 0 0 0 0 0 0 0 0
       anda #$80 and  A 1 0 0 0 0 0 0 0

       beq on      Igual a cero enciende la máquina

       ldaa $1003 Puerto C 0 0 0 0 0 0 0 0
       anda #$04 And  A 0 0 0 0 0 1 0 0

       bne on      Diferente a cero arranca la máquina en manual

       bsr tiempoSe transfiere el control a la subrutina de tiempo
       jmp stand   Regresa a preguntar por el sensor de voltaje o el arranque
                   en manual
on     ldaa #$C0   Coloca en el puerto B 1 1 0 0 0 0 0 0
       staa $1004

       ldab #$0A   Programa 10 repeticiones, dato que guarda en 01
       stab $01    intercala 5 intentos de arranque con 5 descansos

loop4  ldab #$1E   Programa 30 repeticiones, dato que guarda en 02
       stab $02

loop3  bsr tiempoSe transfiere en controla la subrutina de tiempo

       ldaa $1003 Puerto C 0 0 0 0 0 0 0 0
       anda #$08 And  A 0 0 0 0 1 0 0 0
                                Sensor de presión de aceite
       bne arranco Diferente de cero la máquina ha ganado presión de aceite

       dec $02     Decrementa en 1 a la localidad 02

       bne loop3   Mientras la localidad 02 sea diferente de cero repite
                   la rutina anterior
       dec $01     Decrementa en 1 a la localidad 01
       beq fallo   Si la localidad 01 se decrementa hasta cero se considera

```

		como falla por largo arranque
	ldab \$01	Se determina si el siguiente intento es par o impar
	andb #\$01	
	bne descan	Si el intento es impar, salta a la rutina de descanso
	ldab #\$C0	Si el intento es par coloca en
	stab \$1004	el puerto B 1 1 0 0 0 0 0 0
		Marcha
		Valvula Diesel
	jmp loop4	Salta a Loop 4 para repetir toda la rutina
descan	ldab #\$80	Coloca en el puerto B 1 0 0 0 0 0 0 0
	stab \$1004	Valvula diesel
	ldaa \$1003	Pregunta si la máquina debe trabajar como manual
	anda #\$04	
	bne seguir	Si no es manual salta ha seguir
	ldaa \$1003	Pregunta por el estado del sensor de voltaje
	anda #\$80	
	beq seguir	Si no ha regresado la energía salta a seguir
	jmp inicio	Si ha regresado la energía salta a inicio
seguir	jmp loop4	Salta a Loop 4 para repetir toda la rutina
fallo	ldaa #\$03	Si ha fallado por largo arranque coloca
	staa \$1004	en el puerto B 0 0 0 0 0 0 1 1
	jmp paro	Salta a paro
tiempo	ldaa #\$ff	Subrutina de tiempo
	staa \$05	Esta calculada para que el tiempo total para correrla
reg2	ldaa #\$ff	sea de 296.7 = 0.3 Segundos
	staa \$06	
reg1	dec \$06	
	bne reg1	
	dec \$05	
	bne reg2	
	rts	

arranco **ldaa #\$80** Si la máquina gana presión de aceite coloca
 staa \$1004 indefinidamente en el puerto B 1 0 0 0 0 0 0 0

 ldab \$1003 Pregunta si la máquina debe funcionar como manual
 andb #\$04

 beq salto3 Si no debe funcionar como manual salta a salto3

 jmp manual Si debe funcionar como manual salta a la rutina
 de manual
salto3 **nop** Esta instrucción avisa que no debe realizar ninguna
 operación
back2 **ldab #\$14** Programa 20 repeticiones Toda esta rutina tiene por objeto
 stab \$07 y lo guarda en la loc. 07 hacer pasar 3 S para realizar
 la transferencia eléctrica de
back **bsr tiempo** Salta a la subrutina tiempo normal a emergencia una vez
 dec \$07 Decrementa en 1 a la loc. 07 que arranco la máquina.

 bne back Si 07 no ha llegado a cero salta a back
 jmp noremg Una vez que la loc. 07 llega a cero salta a noremg

regluz **ldaa #\$03** Programa 3 repeticiones dato que guarda en la loc. 03
 staa \$03

repite **ldaa \$03** Pregunta si la loc. 03 se ha decrementado hasta 1
 cmpa #\$01

 bne alguna Si la loc. 03 no se ha decrementado hasta 1 salta a alguna

 ldaa #\$00 Coloca en el Pto. A 0 0 0 0 0 0 0 0 apagando la tras-
 staa \$1000 ferencia Transferencia eléctrica

 ldab #\$78 Programa 120 repeticiones dato que guarda en la loc. 04
 stab \$04

 ldab \$1003 Pregunta si la máquina debe de funcionar como manual
 andb #\$04 de ser así trasfiere el control a la rutina de manual de lo
 beq salto5 contrario continua normalmente
 jump manual
salto5 **nop**
relay **bsr tiempo** Se trasfiere el control a la subrutina Rutina para el desfoge
 de tiempo de la máquina una vez
 ldaa \$1003 Puerto C 0 0 0 0 0 0 0 0 que ha regresado la
 anda #\$70 And A 0 1 1 1 0 0 0 0 energía, apaga la tras-

		Temp. Over speed Sobre carga	
	bne off	Diferente a cero salta a off	ferencia regresando al suministro normal. El desfogede la máquina dura 50 S en los cuales no se esta generando es decir la máquina funciona sin carga. De ser necesario la rutina contempla el regreso a emergencia
	Idaa \$1003	Puerto C 0 0 0 0 1 0 0 0	
	anda # \$08	And A 0 0 0 0 1 0 0 0	
	beq off	Igual a cero salta a off	
	Idaa \$1003	Pregunta por el estado del sensor de voltaje	
	anda # \$80		
	beq noremg	Si volviera a fallar la energía se reactiva la trasferencia	
	dec \$04	Decrementa en 1 a la loc. 04	
	beq trans	Si 04 se ha decrementado hasta cero salta a trans	
	jmp relay	Salta a relay si 04 no se ha decrementado hasta cero	
alguna	Idaa # \$C8	Programa 200 repeticiones	Esta rutina se activa cuando
	staa \$04	dato que guarda en la loc. 04	regresa la energía, preguntando durante 120 S por el suministro normal de energía, durante este tiempo la máquina esta generando y la trasferencia en emergencia al paso de los 120 S la trasferencia regresa a normal
retardo	bsr tiempo		deja de correr esta rutina y empieza a correr la rutina de desfoge de la máquina Si mientras se corre esta rutina falla la energía de nuevo, se deja de correr esta para dar paso a la generación continua que cubre al suministro normal.
	Idaa \$1003	Pregunta por alguna falla en la máquina y de presentarse salta a off	
	anda # \$70		
	bne off		
	Idaa \$1003	Pregunta por la presión de aceite en la máquina de presentarse una falla salta a off	
	anda # \$08		
	beq off		
	dec \$04	Decrementa en 1 a la loc. 04	
	beq trans	Si la loc. 04 se ha decrementado hasta cero salta a trans	
	jmp retardo	Si la loc. 04 no se decrementado a cero saltara a retardo	
trans	Idaa \$1003	Pregunta por el estado del sensor de voltaje	
	anda # \$80		
	beq noremg		
	dec \$03	Decrementa en 1 a la loc. 03	

	beq salto1		
	jmp repite		
salto1	jmp inicio		
noremg	ldaa #\$70	Activa la trasferencia colocando en el	
	staa \$1000	Puerto A 0 1 1 1 0 0 0 0	
estatus	ldaa \$1003	Pregunta si alguno de los sensores se encuentra	
	anda #\$70	activado, si es asi salta a off	
	bne off		
	ldaa \$1003	Pregunta si la energia ha vuelto	Una vez ensendida la
	anda #\$80	y de ser asi salta a la rutina de	máquina y habiendo hecho
	beq salto2	regluz	la trasferencia de normal
	jmp regluz		a emergencia, esta rutina
			se encarga de monitorear
salto2	ldaa \$1003	Verifica que la presión de aceite	el funcionamiento de la
	anda #\$08	en la máquina este presente de	máquina, pasando el
	beq off	no ser así, salta a la rutina de off.	control del programa a la
	ldaa #\$ff	Esta es una rutina de tiempo	rutina de off en caso de
	staa \$08	igual a la subrutina tiempo	alguna falla, la cual se
reg4	ldaa #\$ff	solo que aquí se implementa	detecta al colocarse en
	staa \$09	directamente en el desarrollo	estado alto alguno de los
reg3	dec \$09	normal del programa su duración	sensores hubicados en la
	bne reg3	es de 0.3 S	máquina.
	dec \$08		También se encarga de
	bne reg4		monitorear. el regreso de
	jmp estatus		el suministro normal de
			energla pasando el control
			del programa a la rutina de
			regluz.
off	ldaa #\$00	Apaga la trasferencia colocando en el	
	staa \$1000	Puerto A 0 0 0 0 0 0 0 0	
	ldaa \$1003	Pregunta si la falla fue por baja presión de aceite	
	anda #\$08		
	beq falla0		
	ldaa \$1003	Pregunta si la falla fue	Dependiendo del orden en que se
	anda #\$10	por otra causa	hubiquen los sensores, esta parte
	bne falla1		del programa detecta si la falla fue
	ldaa \$1003	Pregunta si la falla fue	debida a Sobrecarga, Overspeed
	anda #\$20	por otra causa	o por Alta temperatura.
	bne falla2		
	ldaa \$1003	Pregunta si la falla fue	

	anda #\$40	por otra causa	
	bne falla3		
falla0	ldaa #\$21	Apaga la máquina colocando en el	
	staa \$1004	Puerto B 0 0 1 0 0 0 0 1	
	jmp paro		
falla1	ldaa #\$05	Apaga la máquina colocando en el	
	staa \$1004	Puerto B 0 0 0 0 0 1 0 1	
	jmp paro		
falla2	ldaa #\$09	Apaga la máquina colocando en el	
	staa \$1004	Puerto B 0 0 0 0 1 0 0 1	
	jmp paro		
falla3	ldaa #\$11	Apaga la maquina colocando en el	
	staa \$1004	Puerto B 0 0 0 1 0 0 0 1	
paro	nop		
	nop		
	jmp paro		
manual	ldaa \$1003	En caso que durante la rutina de	Durante la rutina de manual
	anda #\$80	manual fallara el suministro de	se prende la máquina de la
	bne salto4	energía se procede a realizar el	misma manera que en auto
	jmp back2	cambio en la trasferencia de	matico, se mantiene un
		normal a emergaencia	monitoreo de la máquina
salto4	ldaa \$1003	Pregunta por la presión de aceite	mientras se encuentra
	anda #\$70	en la máquina	encendida apagandola en
	bne off		caso de ser necesario, pero
			no se realiza el cambio en la
	ldaa \$1003	Pregunta por el estado de los	trasferencia, a menos que el
	anda #\$08	sensores colocados en la	suministro fallara mientras la
	beq off	máquina	máquina se encuentra en
	ldaa #\$ff		manual
	staa \$0A		El arranque manual se nece-
reg6	ldaa #\$ff		sita para la prueba y manteni-
	staa \$0B		miento del equipo.
reg5	dec \$0B		
	bne reg5		
	dec \$0A		
	bne reg6		
	jmp manual		
inicio	ldaa #\$00	Apaga la trasferencia así como los señalamientos	

```
    staa $1004  por falla
    staa $1000  Apaga la máquina
    jmp stand   Reinicializa el programa
end
```

5 INTERFACES Y SENSORES

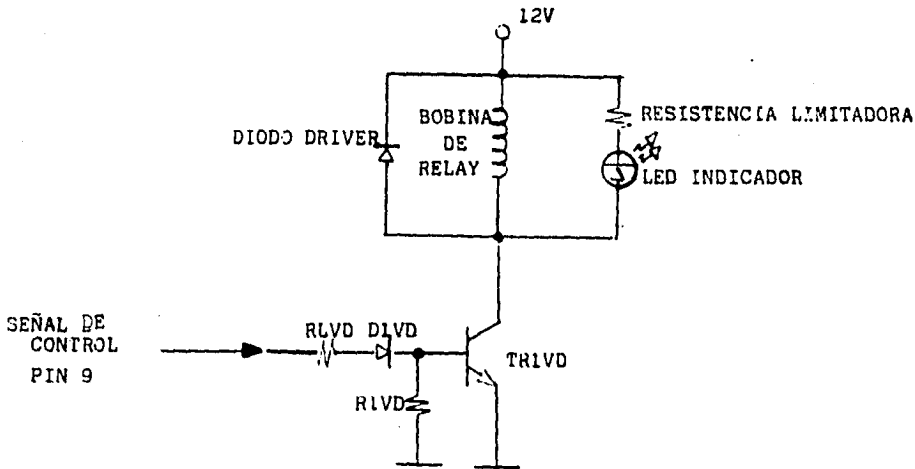
CIRCUITO DE INTERFACE PARA VÁLVULA DIESEL (V.D.)

La programación en el microprocesador, al detectar la falta de suministro o el estado de manual de la planta, coloca un voltaje de control en el pin 9 (5 V voltaje de control), el cual permite establecer una corriente en la base de un transistor (MPS 2222), limitada por una resistencia colocada en serie con la base, dicha corriente no es mayor a 10mA, con lo cual aseguramos que comience la conducción de corriente entre el colector y el emisor del transistor, en esta forma cerramos a tierra el circuito de 12V de la bobina del relevador que interrumpe o cierra el circuito de 12V directo a la válvula de combustible.

Es preciso hacer notar que el diodo ubicado con la bobina del relevador le permitirá descargarse usando como carga la propia bobina, evitando así descargarse al resto del circuito.

El diodo ubicado en serie con la base del transistor, permite que solo pueda fluir corriente en un solo sentido, con lo cual evitamos que al romperse el transistor, fluya una corriente hacia el microprocesador debido a la diferencia de potenciales.

La resistencia en paralelo con la base del transistor nos permite asegurar el estado de corte del transistor cuando no está presente el voltaje de control, igualando los potenciales entre la base y el emisor. Cabe hacer notar, que al activarse el circuito de la bobina, del relevador se activa un led indicador ubicado en paralelo con ella.



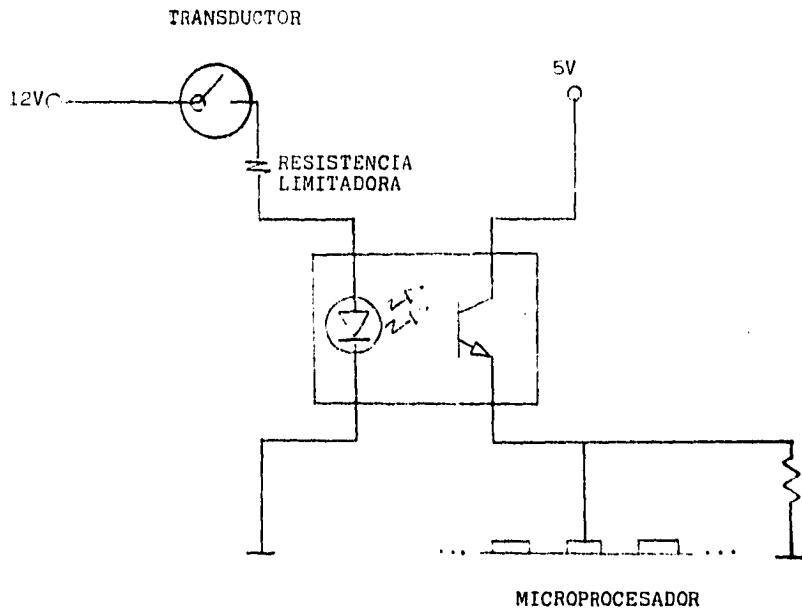
INTERFASE PARA VALVULA DE COMBUSTIBLE (DIESEL)

INTERFACES PARA LOS TRANSDUCTORES EN LA PLANTA

La planta cuenta con una serie de transductores para sensar presión de aceite, sobrevelocidad, sobrecarga y temperatura.

Estos transductores funcionan como interruptores conmutando entre tierra y 12V, y precisamente por este voltaje no es posible realizar la conexión directa con las entradas del microprocesador.

Por lo cual se utilizaron optoacopladores buscando un circuito a 12V en el lado del led y un circuito a 5V del lado del fototransistor, de manera tal que al cerrarse un transductor energiza el led del optoacoplador que al mismo tiempo ilumina la base del fototransistor, permitiendo el flujo de corriente entre el colector y el emisor, quedando así cerrado el circuito entre la fuente de 5V y el pin de entrada respectivo en el microprocesador. De esta manera quedan aislados ambos circuitos.

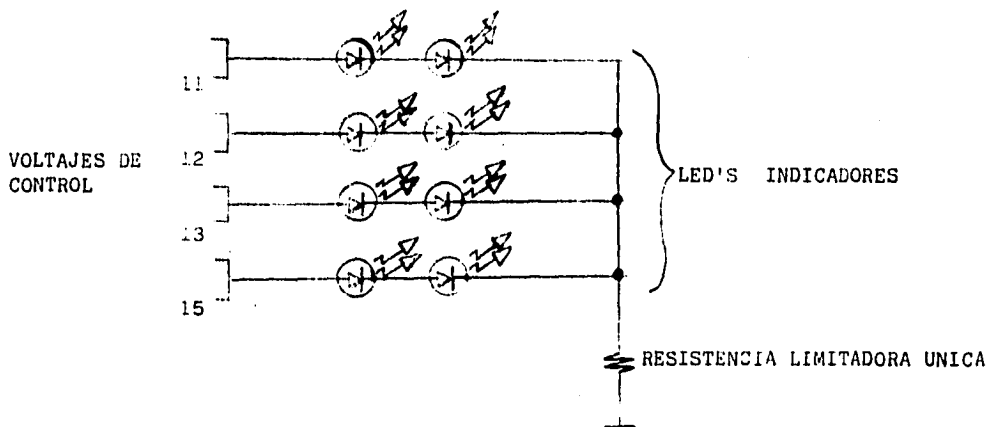


CIRCUITO DE INTERFASE PARA LOS TRANSDUCTORES

SEÑALES DE FALLA

Debido a que se trata de dos led's en serie, cuyo consumo es muy bajo (menor a 20 mA aún en led de alto brillo) y que solo prenderá un par ante una falla, podemos economizar en varios aspectos. En principio no requerimos de ningún tipo de interface dado el bajo consumo de los led's, por lo cual estos irán conectados directamente a su respectivo pin. Debido a que solo se prenderá un par de led's ante cualquier falla, podemos unir todos los catodos de los segundos led's y cerrar el circuito a tierra de todos, a través de una sola resistencia limitadora.

Dado que un led se comporta como un diodo en cuanto a la conducción de corriente no se requiere proteger con algún diodo esta etapa.



SEÑALES DE FALLA

CIRCUITO DE INTERFACE PARA LA MARCHA

Partimos de un voltaje de control en uno de los pins (específicamente pin 10), el cual utilizamos para lograr que circule una corriente por la base de un transistor NPN, corriente que se encuentra limitada a través de una resistencia en serie con la base. Esta corriente no es mayor a 15 mA, pero aseguramos la circulación de corriente entre el colector y el emisor del transistor con lo cual cerramos a tierra el circuito de 12V que polariza la base de un transistor de potencia PNP que al prenderse permite el paso de corriente a la bobina de un relevador de potencia que a su vez cierra el circuito de la marcha. La corriente que manejará el transistor de potencia será la necesaria para activar la bobina de un relevador, la cual no es mayor a 5A.

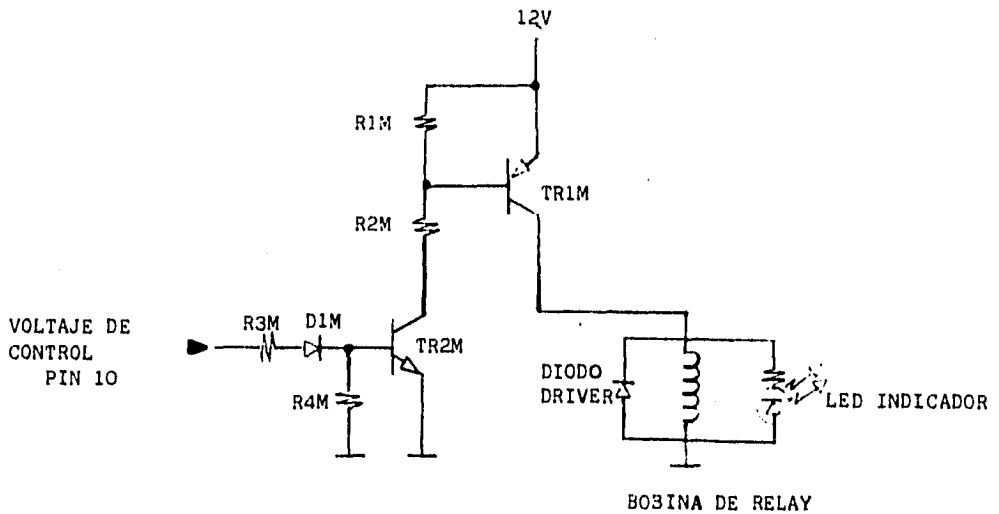
El diodo en paralelo con la bobina del relevador se utiliza para descargar la bobina usando como carga la propia bobina, una vez que es desenergizado.

El estado de corte del transistor PNP de potencia se garantiza colocando una resistencia entre la fuente y la base del transistor, por lo cual al estar abierto el transistor NPN se tendrá a un mismo potencial, al colector y a la base.

El diodo en serie con la base del transistor NPN permite la circulación de corriente únicamente en una dirección. Esto nos garantiza que de romperse el transistor, no habrá circulación de corriente hacia el microprocesador debido a la diferencia de potenciales.

La resistencia ubicada en paralelo con la base del transistor NPN, nos permite asegurar que ante la ausencia de un voltaje de control en la base, esta y el emisor se encuentre a un mismo potencial, y así reafirmamos el estado de corte del transistor.

Con la bobina del relevador de potencia, existe un led indicador en paralelo, por lo cual encenderá junto con la bobina energizada.



CIRCUITO DE INTERFASE PARA LA MARCHA

FUENTE DE 5V REGULADA Y CONMUTADOR MANUAL AUTOMÁTICO

Una gran parte del circuito, tal como el microprocesador, compuertas, comparadores, señales de optoacopladores y algunos arreglos de resistencias y capacitores se alimentan con 5VDC.

Este voltaje lo obtenemos directamente de la batería tipo automotriz con la que cuenta el motor de combustión interna de la planta, solo que esta batería es de 12VDC, por lo que tenemos que regular este voltaje para obtener los 5 VDC que necesitamos. Lo primero que se hace es colocar dos diodos en serie a la entrada del regulador a 5V (CI 7805) con lo cual no solo protegemos el circuito contra una inversión de polaridad en los bornes de la batería, sino que perdemos 1.4V de la suma de cada una de las caídas de potencial en los diodos, por lo cual el regulador ya no tiene que regular de 12V a 5V, sino solo de 10.4V a 5V, esto ayudará a impedir calentamientos en el regulador, además que cuenta con un disipador cubriendo el dispositivo regulador.

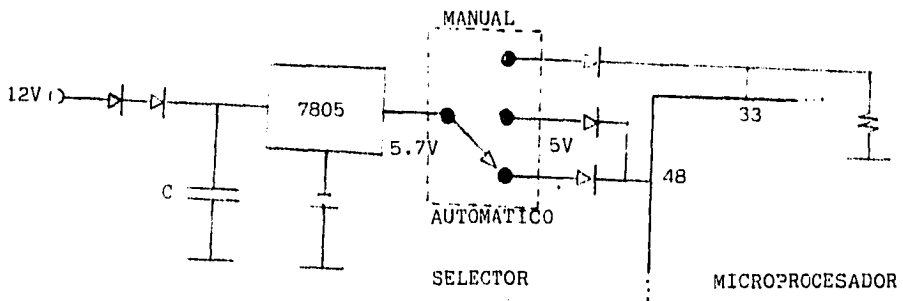
A la entrada del dispositivo regulador a 5V (7805), encontramos un capacitor en paralelo con ella; dicho capacitor es de un alto valor aunque de bajo voltaje, este capacitor tiene como función el suplir a la batería de 12V durante breves momentos en el arranque de la máquina en los cuales la batería principal baja su voltaje nominal a 7V u 8V.

La salida del dispositivo regulador a 5V (CI 7805), se conecta al conmutador de un dispositivo selector, el cual nos permite seleccionar el modo de operación de la

planta. Una de las posiciones extremas del selector polariza no solo a todo el sistema, sino además a uno de los pins del puerto de entradas, con lo cual la programación del microprocesador detecta el sistema de manual como modo de operación.

La otra posición extrema del selector únicamente polariza todo el sistema con lo cual la programación del microprocesador detecta el sistema de automático como modo de operación.

La posición central del selector deja sin energía al sistema por lo cual lo consideraremos como posición de fuera para poder realizar los arreglos necesarios en el selector, se tuvieron que incluir diodos para evitar intercambios de voltaje entre las diferentes posiciones del selector. Esto causa el problema de que si se energizaba con solo 5V las patas de polarización solo llegaría 4.3V, por lo cual se agregó un diodo en la referencia del dispositivo regulador, con lo que se consiguió una salida regulada, 0.7V más alta, es decir un voltaje que compensara al que se perdería en el selector.



FUENTE DE 5V REGULADA Y SELECTOR MANUAL AUTOMÁTICO

DESCRIPCIÓN DEL SENSOR DE TENSIÓN

En las terminales A, B. y C se reciben las tres fases de la línea comercial a monitorear. Como se puede observar, las tensiones están reducidas mediante el divisor/rectificador de media onda formado por R1, R2, R3 y D1-D6. Se aprecia también que las tensiones tienen como referencia la terminal neutral o tierra, eso quiere decir que si se desea que esta sección detecte solo una fase, basta con alimentar las tres terminales con la misma.

La señal de media onda presente en R3 carga el capacitor electrolítico en paralelo, por lo que la señal resultante es prácticamente continua y de valor directamente proporcional al valor de la tensión de entrada, se calcularon las resistencias de alto valor para no sobrepasar el medio watt que son capaces de disipar en forma de calor. También se calcularon de forma de tal que la tensión de salida en R3 se encuentre por debajo de la tensión de alimentación (5V regulados) y por encima de la mitad de la misma, para asegurar un nivel de comparación adecuado.

En el caso particular R3D, se observa que se recibe las tres fases por lo que el capacitor correspondiente se carga al valor pico de la tensión más alta de las tres.

Las señales obtenidas en R3A, B y C se dirigen a los comparadores de tensión 1, 2 y 3 respectivamente. La tensión de referencia se establece en P1. Los comparadores mencionados entregan en su salida un estado lógico alto cuando la tensión de comparación supera a la de referencia; por lo que se utiliza como

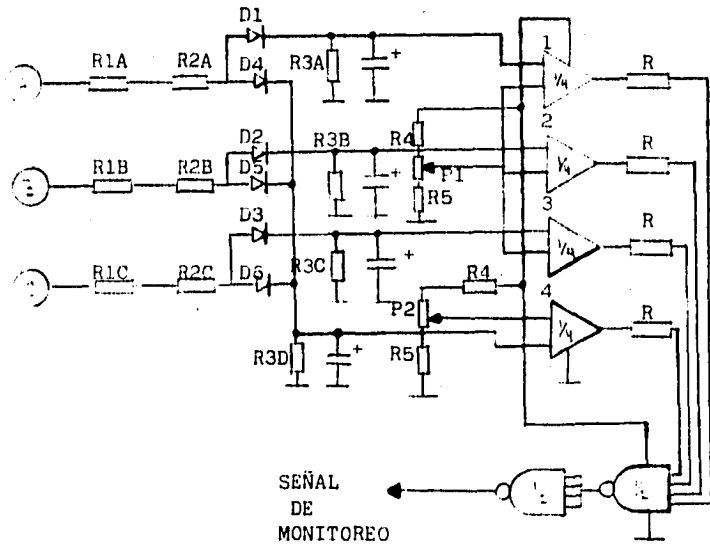
comparadores de subtensión (si la tensión de la línea comercial es correcta los tres envían estado lógico alto).

Ocurre la situación inversa con el comparador 4 ya que si la tensión de comparación supera a la de referencia (voltaje de referencia establecido por P2) entrega un estado lógico bajo.

P1 es entonces, el punto de disparo por subtensión y P2 por sobretensión. Ambos forman lo que se conoce como "Comparador de Ventana". Cuando la línea comercial se encuentra en niveles adecuados, los cuatro comparadores envían un estado lógico alto a la compuerta NAND, por lo que está presente un estado lógico bajo en su salida que podemos considerar virtualmente tierra. La falta de estado alto en cualquiera de los comparadores anula esta condición.

En el mismo circuito integrado donde encontramos la compuerta NAND de cuatro entradas, se encuentra otra compuerta NAND de cuatro entradas, las cuales alimentamos con la salida de la primera compuerta NAND, de manera que funciona como un inversor. El estado lógico de la salida de esta segunda compuerta es el dato que se está sensando en el microprocesador para realizar los cambios entre las diferentes rutinas de la programación.

A diferencia de otros sensores de tensión, este toma como referencia el neutro de la línea, ya que, tanto la acometida como la planta se encuentran en conexión tipo estrella para poder alimentar carga trifásica y monofásica simultáneamente.



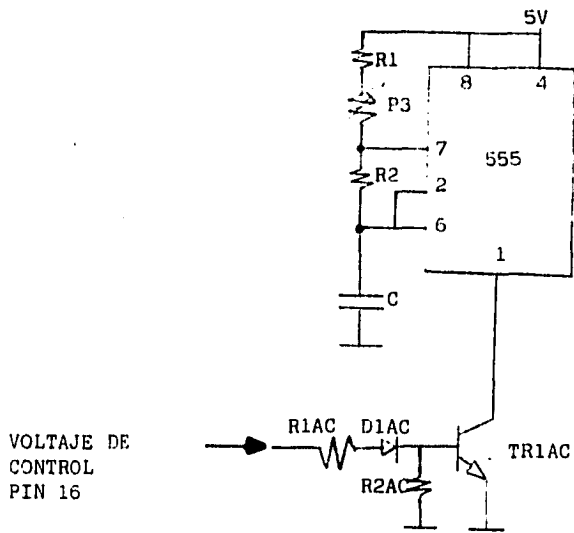
SENSOR DE TENSION

CIRCUITO DE INTERFACE PARA ALARMA

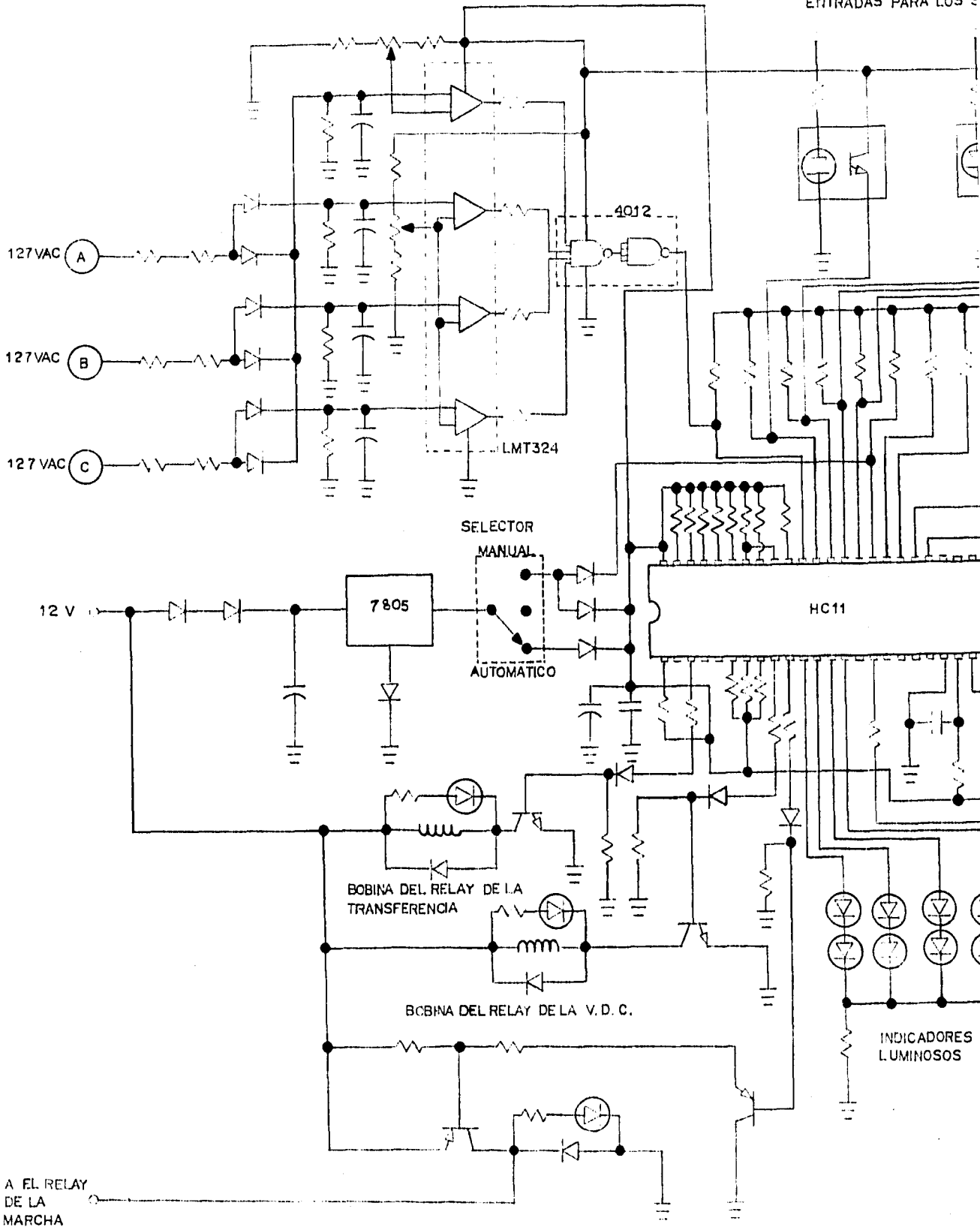
Como en todos los casos para interface, partimos de la presencia de un voltaje de control en uno de los pins del puerto de salidas del microprocesador (5V voltaje de control), dicho voltaje lo utilizamos para activar algún otro dispositivo como en este caso que conectamos directamente a la base de un transistor NPN en el cual aseguramos el estado de corte, con una resistencia de base a tierra. Al presentarse el voltaje de control aseguramos la presencia de una pequeña corriente en la base del transistor a través de una resistencia limitadora en serie con la base; de dicha manera se activa el transistor permitiendo el flujo de corriente entre colector y emisor con lo cual cierra a tierra el circuito del CI 555 en modo astable cuya salida alimenta una alarma acústica.

Esta alarma acústica es variable en tono, al girar el potenciómetro que se encuentra en la configuración del circuito 555 astable.

CIRCUITO COMPLETO DEL CONTROLADOR CON MICROPROCESADOR PARA PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA.



ALARMA ACUSTICA



A EL RELAY DE LA MARCHA

BOBINA DEL RELAY DE LA TRANSFERENCIA

BOBINA DEL RELAY DE LA V. D. C.

INDICADORES LUMINOSOS

SELECTOR

MANUAL

AUTOMATICO

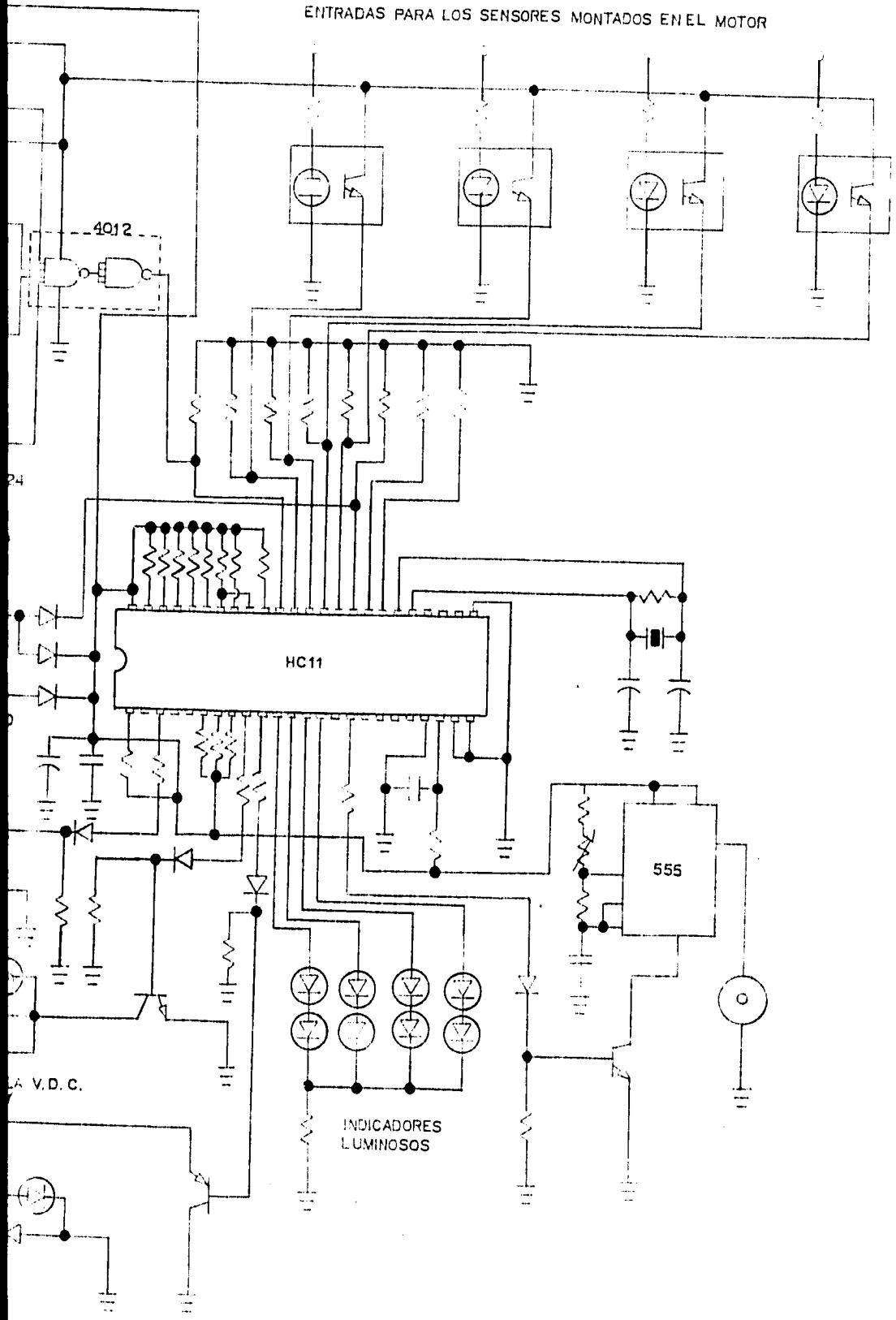
7805

4012

LMT324

HC11

ENTRADAS PARA LOS SENSORES MONTADOS EN EL MOTOR



4012

24

HC11

555

V.D.C.

INDICADORES LUMINOSOS

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Terminado el proceso de diseño y construcción del proyecto se realizaron diversas pruebas con las cuales se pudo monitorear el desempeño del circuito bajo diferentes circunstancias.

Se inicio realizando pruebas con el microprocesador donde se comprobó la correcta secuencia del programa así como también se ajustaron parámetros relacionados con los lapsos de espera que dentro del programa se denominaron retardos. Estas pruebas se realizaron con el microprocesador montado en una tableta de pruebas.

Paralelamente se diseñaron, construyeron y probaron los diferentes tipos de interfaces, las cuales pasarían a formar las extremidades del microprocesador. Una vez

listas las interfaces, se procedió a ensamblar el circuito completo de manera fija es decir en circuito impreso, que incluía al microprocesador, interfaces, señales de comunicación, alarma y sensor de voltaje, con el objetivo de realizar pruebas con parámetros reales.

Se realizaron pruebas utilizando una planta con motor Perkins acoplado a un generador de 75 KW de capacidad donde el controlador se encargaba del encendido y apagado del motor de la planta así como del cambio en la transferencia, todo esto a partir del monitoreo real de una acometida trifásica.

Dentro de las pruebas que se realizaron se simuló la falta de las tres fases, así como la ausencia por separado de cada una de ellas, en todos los casos el controlador arrancó la máquina y realizó la transferencia del suministro normal al emergente (Es necesario mencionar que el comportamiento sería igual, si se tratara de una acometida monofásica).

Desconectando la máquina del controlador y de manera a parte se simuló por medio de un variac el aumento y la caída de tensión por encima y por debajo del 15 % del valor nominal de la tensión. En este caso se comprobó de manera visual la activación de las respectivas interfaces y el cambio mecánico en los relevadores correspondientes; en estos casos también se obtuvo una buena respuesta del controlador.

Al tiempo que se realizaban cada una de las pruebas anteriores donde se involucraba a la máquina se comprobó el correcto desempeño del controlador ante la

presencia de cualquiera de las fallas que se fueron simulando. En todos los casos, respondió de la siguiente manera:

- Apaga la máquina y retorna la transferencia a normal
- Enciende el indicador de la falla por la cual a parado la máquina
- Enciende una alarma acústica

El controlador se mantendrá como lo indican los tres anteriores puntos hasta no ser restaurado por medio del cambio en la posición del selector.

Las fallas que se simularon fueron presión de aceite, exceso de temperatura en la máquina, sobrevelocidad del motor y la sobrecarga del generador. Estas cuatro fallas presión de aceite, exceso de temperatura, sobrevelocidad y sobrecarga son de gran importancia ya que cualquier otra falla que se presente se manifiesta en una de estas. Por ejemplo si se presentara la ruptura de alguna manguera del sistema de enfriamiento causaría el aumento de la temperatura del motor.

Otro de los puntos que resulto importante probar fue el cambio de transferencia y la secuencia de apagado del motor, cuando se ha restablecido el suministro por parte de la compañía, así como probar las rutinas con que cuenta el microprocesador para evitar regresar el suministro a la compañía si esta no ha restablecido correcta y completamente. Para esto se simulo la falta de energía con lo cual se logro que arrancara la planta, una vez puesta en marcha se restableció la energía por un periodo de más de 30 segundos y se volvió a interrumpir. La planta no altero su funcionamiento, luego se probó simulando regresos cortos pero continuos del

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

suministro normal, al igual que en la anterior prueba su reacción fue la total indiferencia, conservando su funcionamiento normal.

Por ultimo se restableció la energía para probar los retardos de trasferencia y desfogue, con los cuales cumplió adecuadamente según como se especificó en los anteriores capítulos.

Finalmente se diseño una simulación de escritorio en la que se conecto el controlador y donde constantemente se pusieron a prueba todas las capacidades con las que se diseño el circuito. Esta forma de prueba se utilizo de manera continua durante tres meses sin presentar problemas durante todo ese tiempo. Por lo cual se concluye como satisfactorio el funcionamiento y operación del circuito.

Refiriéndonos a las ventajas del diseño podemos comenzar por sus características físicas las cuales representan la mayor parte de sus ventajas.

Las dimensiones generales del controlador son reducidas a comparación de la mayoría de los diseños que se encuentran en el mercado actual. De la misma manera, debido al uso del microprocesador, el total de elementos eléctricos y electrónicos sobre la tarjeta de circuito impreso se han reducido considerablemente, lo que repercute en el costo total del controlador, convirtiéndolo en una opción favorable de prueba.

Debido a la reducción del total de elementos que forman al controlador es que se ha logrado reducir el tiempo y facilitado su construcción, siendo estos elementos de uso común en el mercado mexicano, lo que favorece su elaboración.

El diseño del controlador permite una sencilla conexión con el resto del equipo, favoreciendo una rápida y confiable instalación al reducir considerablemente el cableado, en comparación con algunos otros sistemas, el consumo total de energía del controlador es mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

Microprocesadores/Microcomputadores Arquitectura-software y sistemas

Autor: A. J. Khambata

Ediciones G. Gili, S.A. de C.V. Barcelona, 1987

Impreso en México Ed. Calypso S.A.

HC11-M68HC11 Reference Manual

Motorola Literature Distribution

Printed in U.S.A. Edition 1991 Rev 3