

87  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SISTEMA DE ENLACE Y CONTROL ENTRE  
UN DISPOSITIVO NO INTERRUPTIBLE Y  
UN MOTOGENERADOR DE COMBUSTION  
INTERNA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

**CARMELO JORGE GUZMAN CERON**



DIRECTOR DE TESIS

FIS. ARTURO ISMAEL IRIARTE VALVERDE

MEXICO, D. F.

1996.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**  
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.

***Gracias al apoyo que me ofrecieron en todo momento pude  
concluir este trabajo.  
Con todo mi agradecimiento y cariño les dedico este trabajo.***

**A mis padres:**

**Carmelo Guzmán Santiago  
Feliciano Cerda González**

**A mis hermanos:**

**Alberto, Mariaol, Oscar, Rebeca y Víctor**

**A mi esposa:**

**Antonia González Maldonado**

**A mis hijos:**

**Jorge y Eduardo**

**¡MUCHAS GRACIAS!**

Quiero agradecer a la UNAM y en particular a la Facultad de Ingeniería por todo su apoyo que me brindaron para poder llegar a ser un profesionista.

Quiero agradecer al Físico Arturo Iriarte por todo su apoyo y todo el tiempo que me brindó durante la realización de este trabajo.

Quiero agradecer a mis amigos y compañeros, Luis Artemio Martínez, Fernando Angeles, Abel Bernal, Silvio Tinoco, Franco Toledo, Gilberto Zavala, Pablo Sotelo, Alfonso Garrido y Patricia Hong por sus consejos y comentarios en la realización de este trabajo.

Quiero agradecer a todos mis amigos de la Facultad que siempre me apoyaron y que siempre los recordaré.

Quiero agradecer al Instituto de Astronomía por todas las facilidades prestadas para realización de este trabajo.

Quiero agradecer al Lic. Alfredo Torres por el apoyo que me brindó en el fotocopiado del presente trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que directa o indirectamente estuvieron apoyándome a lo largo de mis estudios y en la realización de este trabajo.

**¡MUCHAS GRACIAS!**

## Agradecimientos

<b>Indice</b> .....	<b>I</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>V</b>
<b>Capítulo 1. Sistema de Potencia Ininterrumpible</b> .....	<b>I</b>
<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Descripción General</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Funciones del Sistema de Potencia Ininterrumpible</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Especificaciones del Sistema de Potencia Ininterrumpible</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Funcionamiento del Sistema de Potencia Ininterrumpible</b> .....	<b>6</b>
<b>1.5.1 Teoría de Operación</b> .....	<b>6</b>
<b>1.5.2 Operación del Sistema de Potencia Ininterrumpible</b> .....	<b>8</b>
<b>1.6 Estado del SPI por medio de led's</b> .....	<b>10</b>
<b>1.7 Interface de Control</b> .....	<b>12</b>
<b>1.7.1 Control Remoto de Apagado de Potencia</b> .....	<b>13</b>
<b>1.7.2 Contacto Remoto</b> .....	<b>13</b>

1.7.3 Interface RS-232 .....	14
<b>Capítulo 2. Moto-generator .....</b>	<b>17</b>
2.1 Introducción .....	17
2.2 Funcionamiento del Motor Encendido por chispa .....	17
2.2.1 Motores de Cuatro Tiempos .....	18
2.3 Sistemas Principales en los Motores .....	22
2.3.1 Sistema de alimentación del combustible .....	22
2.3.2 Sistema de Ignición .....	22
2.3.3 Sistema de Enfriamiento .....	22
2.3.4 Sistema de Lubricación .....	23
2.4 Generadores .....	23
2.4.1 Representación gráfica del voltaje .....	24
2.5 Características del sistema moto-generator .....	28
<b>Capítulo 3. Tarjeta controladora EMUA-51 .....</b>	<b>33</b>
3.1 Introducción .....	33
3.2 Microcontrolador .....	33
3.3 Sistema EMUA-51 .....	35
3.3.1 Comunicación serie .....	37
3.3.2 Descifrado de direcciones .....	37
3.3.3 Lógica de Puntos de Ruptura .....	38
3.3.4 Entrada/salida en paralelo .....	38
3.4 Operación del Sistema .....	40
3.4.1 Modo monitor (terminal) .....	40
3.4.2 Modo PC-EMUA51 .....	41

3.4.3 Modo libre .....	42
3.5 Conclusión .....	42
<b>Capítulo 4. Circuitería Auxiliar, Manejo de los Suministros de Energía y Apagado de los Servidores .....</b>	<b>43</b>
4.1 Introducción .....	43
4.2 Conmutación manual de CFE REGULA a CFE NO REGULADA .....	44
4.3 Funciones del sistema respaldo .....	45
4.4 Fuente de alimentación (EMUA-51) .....	47
4.5 Censando CFE REGULADA .....	48
4.6 Encendido y apagado del Moto-generador .....	48
4.7 Multiplexión de comunicación entre el EMUA-51 y el SPI o los Servidores .....	51
4.8 Monitoreo del estado del SPI y envío de la señal de shutdown a los servidores y al SPI .....	52
4.9 Cambio de alimentación de CFE REGULADA hacia Moto-generador (CFE REGULADA no existe) .....	54
4.10 Reestableciendo el sistema a su estado normal (CFE REGULADA EXISTE) .....	55
<b>Capítulo 5. Programa Ensamblador para el Sistema EMUA-51 .....</b>	<b>56</b>
5.1 Introducción .....	56
5.2 Tareas que realiza el programa <i>respaldo.asm</i> .....	56
5.3 Programa <i>respaldo.asm</i> (fuente) .....	58
<b>Capítulo 6. Implementación del Demonio UPS .....</b>	<b>64</b>
6.1 Introducción .....	64
6.2 Demonio .....	64
6.3 Programas para la comunicación del puerto serial .....	65

6.4 Configuración del cable serial para conectar los servidores y el sistema EMUA-51 .....	66
6.5 Configuraciones a realizar en los servidores .....	67
6.5.1 Modificando el archivo <i>/etc/ttytab</i> .....	67
6.5.2 Modificando el archivo <i>/etc/rc.local</i> .....	68
6.6 Descripción del funcionamiento del programa <i>ups</i> .....	68
6.7 Programa <i>ups.c</i> (fuente) .....	70
<b>Conclusiones</b> .....	<b>74</b>
<b>Apéndice A</b> .....	<b>75</b>
<b>Apéndice B</b> .....	<b>85</b>
<b>Apéndice C</b> .....	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>98</b>



---

# INTRODUCCIÓN

---

## RED UNAM

El 14 de Marzo de 1985, el rector Dr. Jorge Carpizo formó la Comisión de Teleinformática, como parte del Consejo Asesor de la UNAM, encargada de analizar y proponer soluciones en el renglón de conectividad y comunicación de los equipos entre sí y con otras redes de computadoras.

Como producto de esta comisión se presentó un plan de trabajo que contemplaba crear, una red que integrara y optimizara los recursos de cómputo existentes, así como facilitar la comunicación de éstos a las redes internacionales. Para apoyar esta labor, por acuerdo con el señor rector, el 10. de Julio de 1987, se convino con la Secretaría General Administrativa la creación de la Coordinación de la Red Universitaria de Cómputo, organismo dependiente de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, conformado por un grupo de trabajo con el fin de evaluar y proponer, con las instituciones interesadas, la implantación de una Red de Cómputo.

El proyecto RED UNAM se planteó como una respuesta a la necesidad de integrar los recientes desarrollos tecnológicos del área de comunicaciones.

En un principio todo servicio debía ser accesible desde cualquier punto de entrada de la red (terminal, computadora personal o estación de trabajo) independientemente del sistema operativo utilizado. Esto fue posible utilizando protocolos de transporte normalizados (TCP/IP, NETBIOS y X.25), e integrando posteriormente protocolos de transporte de equipos específicos (DECNET y BNA), conectándose a las redes BITNET e INTERNET.

Actualmente, la RED UNAM, es de una dimensión considerable, podría decirse que es una de las redes más extensas del país así como una de las más importantes.

Se compone de múltiples conexiones, que permiten los enlaces a diferentes partes del mundo, distribuidas en topologías distintas, conectándose a través de diferentes medios de comunicación, entre la gran variedad de equipos que trabajan con protocolos diferentes, tratando de cumplir con sus objetivos, el entendimiento entre todos estos equipos y mantenerse a la vanguardia tecnológica en telecomunicaciones.

La RED UNAM se basa en cuatro tecnologías que son: X.25, Token Ring, Ethernet y FDDI; además, sigue manteniéndose, como fue planeada inicialmente, sus 3 nodos principales que conforman al

backbone principal de la red: La Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA), el Instituto de Astronomía (ASTROS) y el Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (I.I.M.A.S.), conectados entre sí a través de un doble anillo de fibra óptica, se tienen enlaces vía microondas, satelitales y de radiofrecuencia, y a partir de estos mismos nodos, salen las ramificaciones de las redes de las demás dependencias, conectadas a través de Token Ring o Ethernet y enlaces al exterior a través de 11 gateways<sup>1</sup>(8) principales.

Para enlazar redes complejas se utilizan los GATEWAY y RUTEADORES<sup>2</sup>. La función de estos dispositivos es que cualquier programa de aplicación que esté corriendo en una red "A" pueda "hablar" hacia otra aplicación corriendo en la red "B", aún cuando las dos redes tengan diferentes medios de transmisión, topologías, control de enlaces lógicos y protocolos de medio de acceso.

Otros enlaces que se tienen son los de teleproceso empleando líneas privadas, líneas conmutadas y líneas punto a punto.

La red Ethernet, la cual trabaja a 16 Mbits/seg., es la tecnología principal de la Red Universitaria, realizando enlaces directos nacionales e internacionales a través de 15 ruteadores que forman parte de esta red.

El backbone principal está formado por los ruteadores GW-DGSCA, GW-DGSCA2, GW-ASTROS y GW-IIMAS, ubicados físicamente en DGSCA, Instituto de Astronomía e IIMAS, respectivamente e interconectados a través de un doble anillo de FDDI a 100 Mbits/seg. A partir de ellos se conectan los 11 ruteadores restantes: GW-UNAM, GW-TELECOM, GW-PITAGORAS, GW-CUERNAVACA, GW-TROUTER, GW-ARQUITECTURA, GW-CENAPRED, GW-RUTYC, GW-ITAM, GW-CARY1 y GW-CARY2; a los cuales se encuentran conectadas las subredes de fibra óptica; además, los ruteadores GW-CRAY1 y GW-CRAY2 se conectan en otro doble anillo FDDI.

Existen cerca de 67 dependencias conectadas a través de esta tecnología con aproximadamente 500 hosts.

Los enlaces externos que permiten esta tecnología son: NCAR (National Center for Atmospheric Research) en Boulder, E.E.U.U, al ITESM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey) y al ITAM (Instituto Tecnológico Autónomo de México) por medio de una variedad de protocolos que viajan en esta tecnología: TCP/IP (sólo para enlaces internacionales), BNA, IPX, Appletalk y DECNET.

Los nodos que forman esta red son los siguientes:

#### **ASTROS**

Instituto de Astronomía

Instituto de Astronomía, San Pedro Mártir

Instituto de Geofísica

---

<sup>1</sup> Un gateway es un dispositivo que nos permite tener una intercomunicación con otras redes.

<sup>2</sup> Un ruteador es un dispositivo que puede decidir cuál de varios caminos debe seguir el tráfico de la red.

**Instituto de Física**

**Instituto de Ciencias de la Atmósfera**

**Centro de Información Científica y Humanística**

**Instituto en Materiales**

**NCAR-vía satélite**

**DGSCA**

**Dirección General de Servicios de Cómputo Académico**

**Facultad de Ciencias**

**Instituto de Ciencias Nucleares**

**Centro de Instrumentos**

**Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial**

**Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (vía satélite)**

**ITAM**

**Universidad Iberoamericana**

**IIMAS**

**DEPFI**

**Facultad de Ingeniería CECAFI**

**Instituto de Ingeniería**

**Posgrado de Química**

**Instituto de Geografía**

**Facultad de Ingeniería DIME**

**Instituto de Química**

**IIMAS DCAA**

**IIMAS 2o. Piso**

### **TROUTER-vía satélite**

Instituto de Astronomía, Ensenada

Instituto de Física, Ensenada

CICESE, Ensenada

Instituto de Materiales, Temixco

CINVESTAV, Mazatlán

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Mazatlán

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Pto. Morelos

Instituto de Geofísica, Tetitlán

### **CUERNAVACA**

Instituto de Biotecnología, Morelos

Instituto de Física, Morelos

Centro de Fijación de Nitrógeno, Morelos

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinario, Morelos

Instituto de Investigaciones Eléctricas, Morelos

### **PITAGORAS**

Dirección General de Servicios de Cómputo para la Administración

### **TELECOM**

Dirección General de Planeación

Patronato Universitario

Dirección General de Revalidación de Estudios

### **CRAY1 y CARY2**

Laboratorio de Visualización Gráfica

Supercomputadora CRAY

## RUTYC

Universidad de Salamanca, Guanajuato

## CENAPRED

Centro Nacional de Prevención de Desastres

## ARQUITECTURA

Facultad de Arquitectura

Rectoría

Existe un doble anillo FDDI que interconecta a los ruteadores principales: GW-DGSCA, GW-DGSCA2, GW-ASTROS y GW-IIMAS y otro doble anillo para la red de supercomputadoras conectado a través del GW-DGSCA. Este enlace trabaja a 100 Mbits/seg.

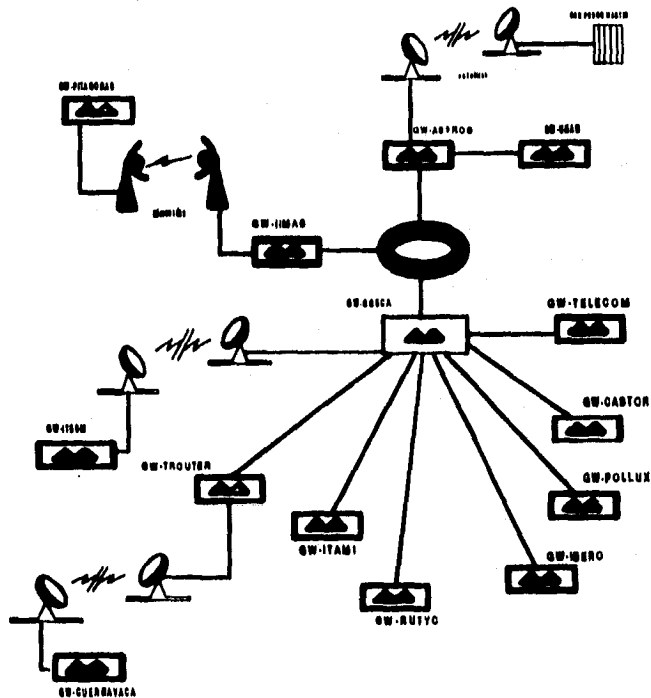


Figura I. Comunicación entre los diferentes NODOS de la RED UNAM.

## ¿Por qué la necesidad de una RED INTERNET<sup>3</sup>?

La transferencia de datos es una parte fundamental dentro de la computación. En todo el mundo las redes recogen datos de diferentes temas tales como: condiciones atmosféricas, producción agrícola y en el tráfico de líneas aéreas. Toda esta información puede ser compartida por múltiples personas. Los científicos pueden intercambiar programas y datos entre computadoras, para procesar y obtener resultados remotamente, así como también para intercambiar información científica con sus colegas.

Desgraciadamente, muchas redes son entes independientes, establecidas para servir en las necesidades de un grupo de personas. Los usuarios escogen la tecnología apropiada para sus necesidades y sus problemas de comunicación. Con todo esto es imposible construir una red UNIVERSAL de una simple tecnología ya que no satisface todos los usos. Algunos usuarios necesitan una alta velocidad en la transmisión de información en su red y también poder conectarse a otras máquinas, algunas redes no pueden crecer en tamaño, otras redes se componen de una baja velocidad para conectarse a miles de máquinas de diferentes partes.

Recientemente, surgió una nueva tecnología que hace posible la interconexión de muchas redes de diferentes hardware, esto trae consigo que funcionen todas las redes como un grupo. La nueva tecnología, llamada *internetworking* o *interneting*, acopla múltiples tecnologías para homologar una conexión física. La tecnología de INTERNET provee los detalles de la red y permite a las computadoras comunicarse independientemente de sus características físicas.

Para apreciar en forma más realista la tecnología de internet, podemos pensar como esto puede afectar en la investigación. Imagine por un minuto que todas las computadoras estén interconectadas y que son usadas por científicos. Cualquier científico podrá intercambiar resultados de datos que provienen de un experimento con cualquier otro científico. Esto haría posible crear un Centro Nacional de Datos que se encargara de reunir toda esta colección de información de un fenómeno natural y hacer que cualquier científico pueda accederlos. Los servicios de cómputo y los programas disponibles de una localización podrán ser usados por científicos de otras regiones. Como resultado, la velocidad de la investigación se incrementaría.

La internet ofrece una amplia variedad de servicios, dentro de los cuales los más importantes se mencionan a continuación:

### Correo Electrónico:

El correo electrónico permite a un usuario generar memorándums y mandarlos a una persona o a un grupo de personas. La otra parte del correo electrónico permite al usuario leer memorándums que han sido recibidos. El correo electrónico ha sido satisfactorio ya que muchos usuarios de internet dependen de su correspondencia.

### Transferencia de Archivos

Aunque algunos usuarios transfieren sus archivos usando el correo electrónico, el correo electrónico ha sido diseñado para funcionar con archivos de texto. La transferencia de archivos es una aplicación la

<sup>3</sup> El término INTERNET se emplea para referirse al sistema de interconexión de redes más grandes del mundo, que conecta miles de redes en todo el planeta.

cual permite al usuario mandar o recibir arbitrariamente un archivo grande o pequeño de un programa o de datos. Por ejemplo, usando el programa de transferencia de archivos, uno puede copiar de una máquina a otra un gran banco de datos conteniendo imágenes de satélites, programas escritos en Fortran o Pascal u otros. La aplicación está dotada de una rutina para revisar la autorización del usuario, con esto prevenimos cualquier acceso ilegal.

#### **Acceso Remoto**

Esta quizá es la aplicación más importante de Internet, el acceso remoto permite a un usuario colocado en una computadora conectarse hacia otra máquina remota y establecer una sección interactiva de trabajo sin necesidad de estar directamente sobre la máquina. El acceso remoto hace que uno crea que la terminal del usuario o estación de trabajo está conectada directamente hacia una máquina, con esta aplicación logramos acceder los recursos de aquella máquina. Cuando el acceso remoto termina, la aplicación regresa al sistema local.

#### **Conversación en Tiempo Real**

La transmisión de una plática es una herramienta de comunicación que nos permite tener una conversación interactiva con otra persona en tiempo real, en el cual lo que se teclea en un teclado se desplegara en el monitor de la misma al igual que en el monitor de la otra persona, esto se repite en ambos lados. Por lo que se puede enviar datos con este servicio, o realizar una conversación tan rápida como seas de rápido para teclear.

### **EL NODO GW-ASTROS**

Como se menciona anteriormente, en el Instituto de Astronomía se localiza el NODO GW-ASTROS, éste nodo nos permite comunicarnos hacia otras redes, como son dentro de la UNAM y hacia el resto del mundo, este equipo está constituido por puentes<sup>4</sup>, ruteadores, gateways y un sistema de comunicación satelital, etc. A continuación se mencionan los equipos y sus características eléctricas que conforman dicho nodo.

Un equipo de:

Cisco Systems MGS

Voltaje: 110/240 VAC

Corriente: 3.5/2 A

Frecuencia: 50-60 Hz

Potencia: 450 W

Un equipo de:

VITACOM Voice/Data Multiplexer SDM-t

Voltaje: 115/220-240 VAC

Corriente: 2 A

Frecuencia: 50/60 Hz

---

<sup>4</sup> Dispositivo que conecta dos segmentos de una red y pasa paquetes entre ellos.

Potencia: 350 W

Dos equipos de:

VITALINK TransLAN III

Voltaje: 120/240 VAC  
Corriente: 1.6/1 A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 220 W

Dos equipos de:

PSK Digital Modem\_CMI01

Voltaje: 120 VAC  
Corriente: 0.8 A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 100 W

Dos equipos de:

AT&T Lightguide Distribution Self

En estos equipos no se consume potencia.

Dos equipos de:

LAN Bridge 100

Voltaje: 100-200/220-240 VAC  
Corriente: 0.8/0.5 A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 100 W

Un equipo de:

DECRepeater 200 digital

Voltaje: 100-120/220-240 VAC  
Corriente: 0.7/0.3A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 75 W

Un equipo de:

Cisco Systems AGS+

Voltaje: 120/220 VAC  
Corriente: 5/2.2A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 500 W

Tres equipos de:

DELNI digital

Voltaje: 100-120/220-240 VAC  
Corriente: 0.2/0.15 A  
Frecuencia: 50/60 Hz  
Potencia: 18 W



## Una ANTENA para comunicación satelital

Voltaje: 100-120 VAC  
Corriente: 3.5 A  
Frecuencia: 60 Hz  
Potencia: 400 W

Todos estos equipos están funcionando ininterrumpidamente, ya que de ellos dependen muchas redes para comunicarse al exterior, esto es, una caída de la energía eléctrica causaría un alamamiento de dichas redes, por lo tanto, todas estas que se conectan a este nodo desean que nunca se presente una falla eléctrica en el NODO GW-ASTROS.

## SERVIDORES DEL INSTITUTO DE ASTRONOMÍA

El Instituto de Astronomía cuenta con dos servidores principales, los cuales se encargan de compartir sus recursos tanto de hardware y software, todas las estaciones de trabajo que están dentro del Instituto están conectados en red, muchas de las estaciones de trabajo dependen de los recursos de los servidores principales, si por alguna causa se apagaran estos servidores la red del Instituto de Astronomía se paralizaría. A continuación se mencionan los nombres de los servidores con sus características eléctricas y algunos paquetes de software de los cuales son servidores.

### *denzon*

Es una estación de trabajo modelo Sparc Station 2, la cual consume (monitor, cpu y periféricos) 4 A con un voltaje de 127V y una potencia de 500 W a una frecuencia 60 Hz.

Esta estación de trabajo se encarga de ser servidor tanto del correo electrónico, servidor maestro del NIS<sup>5</sup>, servidor de nombres, etc.

### *soledad*

Es una estación de trabajo Sparc Server 670MP, esta estación de trabajo consume (monitor, cpu y periféricos) 13 A con un voltaje de 127V y una potencia 1700 W a una frecuencia de 60 Hz.

Esta se encarga de ser servidor de NFS<sup>6</sup>, IRAF<sup>7</sup>, SUPERMONGO<sup>8</sup>, etc.

<sup>5</sup> Sistema de Información en Red.

<sup>6</sup> Sistema de Archivos en Red, éste nos permite el acceso remoto a archivos en una red.

<sup>7</sup> Paquete utilizado para procesar imágenes, muy utilizado por los astrónomos.

<sup>8</sup> Paquete utilizado para graficar un sinnúmero de datos.

## **RESPALDO DEL NODO GW-ASTROS Y LOS SERVIDORES DEL IA-UNAM**

Como se vió anteriormente, el NODO GW-ASTROS y los SERVIDORES PRINCIPALES juegan un papel importante dentro de la RED UNAM, así como dentro del Instituto de Astronomía; si por alguna razón llegara a fallar el suministro de energía que alimenta a todo el equipo del NODO GW-ASTROS y a los SERVIDORES, todos los servicios de INTERNET, la conexión hacia el exterior y los servicios que ofrecen los SERVIDORES se suspenderían, por lo que es importante respaldar a todo este equipo contra cualquier falla en el suministro de la energía eléctrica.

Para evitar una falta de suministro de energía eléctrica a estos equipos se debe comprar un sistema de Potencia Ininterrumpible, el cual debe cumplir el requisito de suministrar la potencia necesaria para nuestra carga, así como regular la energía eléctrica y mantener la potencia de suministro durante un par de horas.

A continuación se dan las características eléctricas que debe reunir el Sistema de Potencia Ininterrumpible:

Voltaje: 110/240 VAC

Corriente: 35.1/8.15 A

Frecuencia: 60 Hz

Potencia: 4.413 KWatts

También se dan las características del equipo que se compró [17], el cual reúne los requisitos eléctricos para alimentar todo el equipo que se desea respaldar.

Un Sistema de Potencia Ininterrumpible marca Deltec Electronics Corporation's de la Serie 2000

Modelo 2056C-4

Voltaje de entrada: 208 VAC

Corriente máxima de entrada: 34.5 A

Voltaje nominal de salida: 120/208 VAC

Potencia: 6 KVA

Frecuencia: 60 Hz

Respaldo de baterías a plena carga: 15 min

Respaldo de baterías a la mitad de carga: 35 min

El problema que presenta dicho sistema es la limitación del respaldo de baterías, ya que las interrupciones de la energía eléctrica en el Instituto de Astronomía van desde fracciones de segundos hasta

horas, por lo que a este sistema se le piensa acoplar una planta moto-generadora de 5 KW [6], esto trae consigo que el tiempo de respaldo se prolongue. Sus características principales como generador son las siguientes:

**Generador HONDA**

**Modelo EM4500SX-T**

**Tensión nominal: 120/240 VAC**

**Frecuencia nominal: 60 Hz**

**Corriente nominal: 37.5/18.8 A**

**Potencia nominal: 4.5 KW**

**Potencia máxima: 5.0 KW**

El acoplamiento entre el Sistema de Potencia Ininterrumpible y el moto-generador se realizará mediante una tarjeta controladora[5] basada en un microcontrolador 80C32BH y un sistema de relevadores, con esto el moto-generador simulará la energía externa interrumpida (CFE REGULADA) el cual alimentará al Sistema de Potencia Ininterrumpible, con esto aumentará el número de horas de respaldo.

Gracias a este sistema podremos tener capacidad de 7 horas de respaldo vía moto-generador y contar con la opción de poner al Sistema de Potencia Ininterrumpible<sup>9</sup> en estado de bypass y suministrar la energía solamente vía el moto-generador, con esto también se aprovecha para cargar las baterías del SPI.

Si por alguna razón el SPI llega a su límite de respaldo y el moto-generador no puede realizar el respaldo se debe de mandar una señal a los Servidores Principales para que realicen un *shutdown*. La función de realizar el *shutdown*, es que cada servidor cierre todos su archivos que estén compartiendo, con lo que se evita que los archivos que se comparten se dañen, también se impide que nuevos usuarios accedan a los servidores remotamente; una vez que se haya realizado el *shutdown* en los servidores se procede a apagar al SPI, todo esto se va a realizar por medio de una comunicación serial.

En los siguientes capítulos se analizan cada uno de los elementos que integran el sistema de respaldo (SPI, moto-generador, EMUA-51, circuitería auxiliar), la interconexión de todos los elementos para quedar conformado nuestro sistema de respaldo así como el programa para controlar el sistema EMUA-51 y el programa que correrá en forma permanente en cada uno de los servidores para que cuando se presente la señal correspondiente realizar el *shutdown* en cada servidor.

---

<sup>9</sup> Durante este libro nos podremos referir al conjunto de palabras : Sistema de Potencia Ininterrumpible por SPI.

---

---

# CAPITULO 1

## SISTEMA DE POTENCIA ININTERRUMPIBLE

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Un SPI (Sistema de Potencia Ininterrumpible) tiene la función de proteger a equipos sensibles a las variaciones o la pérdida total de la energía eléctrica. A continuación se mencionan algunos de los equipos que el SPI puede proteger.

- Microcomputadoras y estaciones de trabajo.
- Equipo de multi-usuarios y LAN.
- Instrumentación crítica.
- Otros sistemas computarizados.

Dentro de algunas de las posibles causas por la cual la energía eléctrica puede bajar su calidad o su pérdida total son las siguientes:

- Un accidente en la compañía de luz.
- La caída de un relámpago en alguna de las líneas de transmisión.
- Ruido producido por las transmisiones de radio.
- Ruido por motores, aire acondicionado, etc.

El SPI que se compró nos protege contra los siguientes problemas:

- La pérdida total de voltaje.

- Bajo voltaje.
- Picos de voltaje.
- Variaciones de voltaje.
- Ruido.
- Un transitorio causado por un apagado-prendido.

El SPI limpia nuestra entrada de voltaje alterno contra señales no deseadas, la mantiene aislada del ruido y aísla nuestra carga contra un posible corto que se presente. Todos los problemas anteriores cuando se presentan pueden dañar el software y hardware causando que nuestro equipo opere irregularmente, por eso es importante el tener un SPI que elimine los problemas anteriores.

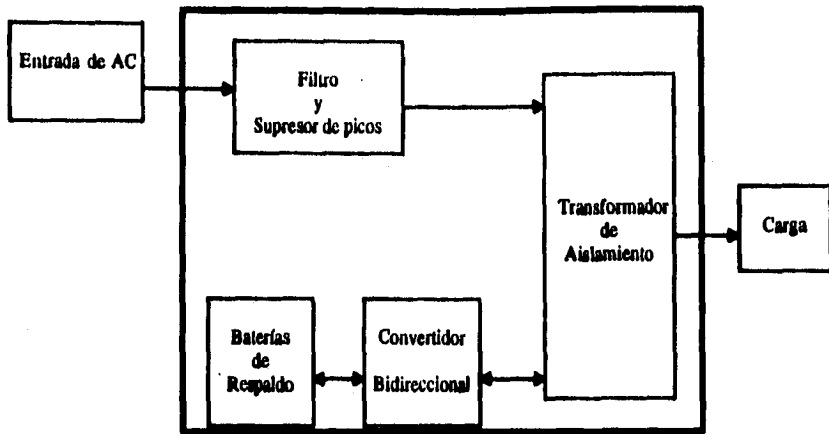
## **1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL**

El SPI protege nuestro equipo sensible con los siguientes componentes básicos:

1. Transformador aislante.
2. Respaldo por medio de baterías.
3. Convertidor bidireccional.
4. Filtro y Supresor de picos.

## **1.3 FUNCIONES DEL SISTEMA DE POTENCIA ININTERRUMPIBLE**

El SPI cuando se alimenta de una fuente de AC o de baterías, limpia y regula la potencia para nuestra carga, cuando en la fuente de AC hay ruido o algún transitorio, el SPI elimina estos problemas con una alta eficiencia. Si la fuente de AC falla, el SPI automáticamente sigue suministrando la potencia a la carga por medio del respaldo de baterías, fuera de interrupciones.



**Figura 1.1. Diagrama general del SPI.**

## **1.4 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE POTENCIA INTERRUMPIBLE**

### **Especificaciones eléctricas de entrada:**

**Voltaje nominal: 208 VAC con un -15% a +10%**

**Frecuencia: 60 Hz**

**Máxima corriente: 34.5 A @ 208 VAC**

**Distorsión de corriente: Menor que el 10% (típicamente 5%) a plena carga, carga no lineal**

**Corriente máxima de entrada a Breakers: 40 A**

### **Especificaciones eléctricas de salida:**

**Voltaje nominal: 120 y 220 VAC**

**Frecuencia: 60 Hz**

**Regulación:  $\pm 2\%$ , en estado estacionario**

**Eficiencia: 87%, no a plena carga**

**Distorsión de voltaje: Menor del 3%**

**Sobrecarga: 150% para máxima carga con un tiempo de 30 seg;  
300% para 10 ciclos**

**Factor de rizo: mayor de 3:1**

**Tiempo de respaldo: 10 a 15 minutos a plena carga con un factor de potencia de 0.8 y 35 minutos a la mitad de carga, el respaldo se realiza con las baterías internas.**

**Tiempo de recarga: 3 horas máximo.**

### **Especificaciones Físicas:**

**Temperatura de operación: 0° C a 40° C**

**Humedad en operación: máxima 95% a 25° C, no condensado**

**Ruido audible: menor de 55dBA**

**Dimensiones:**

**Altura: 78.74 cm**

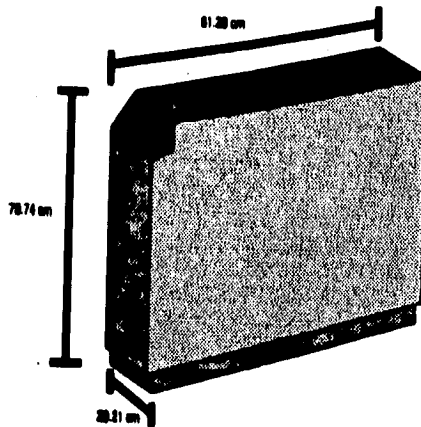
**Largo: 81.28 cm**

**Ancho: 29.21 cm**

### **Funciones:**

#### **Controles**

- 1. Breaker para entrada de CA**
- 2. Breaker para las baterías**
- 3. Botón para el silencio de la alarma**
- 4. Interface para apagar al SPI vía RS-232**
- 5. Switch de transferencia automática**



**Figura 1.2. Dimensiones del SPI de 6 KVA.**

**Indicadores**

1. Alarma por medio de audio

2. Estado del SPI por medio de led's:

- Normal
- Bypass
- Habilitada la batería (falla de AC)
- Falla (incluye una sobrecarga ó sobre-temperatura)
- Batería baja

3. Estado del sistema vía control remoto:

- Normal
- Habilitado la batería (fallas en AC)
- Bypass
- Estado de alarma y
- Batería baja

4. Alarma vía la interface del puerto serial:

- Impedancia de baja batería
- Sobrecarga
- Baja o alta batería
- En bypass
- Sobre-temperatura



En batería (falla de la entrada de AC)  
Breaker para abrir las baterías

## **1.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE POTENCIA ININTERRUMPIBLE**

### **1.5.1 TEORÍA DE OPERACIÓN**

El SPI cumple dos tareas básicas:

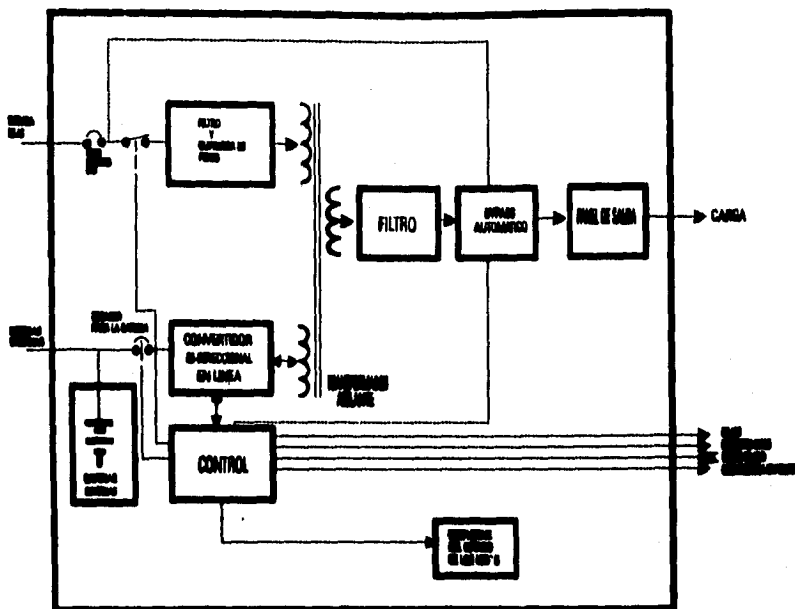
- 1) Previene contra interrupciones de AC para nuestra carga.
- 2) Ofrece una alta calidad de AC para nuestra carga.

Cuando la potencia que necesita nuestra carga llega de una fuente de alimentación de AC, el SPI usa los siguientes componentes para proveer una alta calidad de potencia a la misma; estos componentes son los siguientes:

- Transformador de Alimentación
- Convertidor Bi-direccional

Estos componentes trabajan para reducir los problemas inherentes de la fuente de AC, tales como:

1. Ruido.
2. Sobre voltaje, bajo voltaje y picos de voltaje.



**Figura 1.3. Teoría de operación.**

Si la entrada de AC falla, para seguir suministrando la potencia que requiere nuestra carga (durante la falla), el SPI automáticamente suministrara la potencia para nuestra carga por medio de un respaldo de baterías, lo que permitirá que nuestra carga quede fuera de alguna interrupción.

Cuando esto sucede, el SPI usa los siguientes componentes:

- Respaldo de baterías
- Convertidor Bi-direccional

### **TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO**

El transformador de aislamiento tiene una alta reactancia que sirve para aislar la entrada con la salida, con esta impedancia limitamos la corriente, también con esto se absorben los transitorios y fallas en la entrada.

## **CONVERTIDOR BI-DIRECCIONAL**

El convertidor bi-direccional condiciona la potencia que se va a entregar a nuestra carga. Este funcionamiento iterativo funciona en uno de dos caminos, dependiendo de si la potencia llega de una fuente de AC o de las baterías. Cuando el SPI da la potencia de una fuente de AC, el convertidor puede transformar la energía de AC a DC, con esto se cargan las baterías que sirven de respaldo y el transformador de aislamiento alimenta un voltaje regulado para nuestra carga.

Cuando las baterías alimentan al SPI, el convertidor actúa como un inversor de Modulación de Ancho de Pulso. Este cambia el voltaje de DC a AC, con lo que se alimenta al transformador de aislamiento, una rápida regulación se realiza constantemente comparando la salida de voltaje con una referencia de una onda senoidal generada por el control PCB. Y, el valor promedio regula los controles de amplitud de la onda senoidal con esto llevamos a cabo la correcta regulación de voltaje con un margen del  $\pm 2\%$ .

## **BATERÍAS DE RESPALDO**

En operación normal, la entrada de AC pasa a través de nuestro SPI y después pasa a la carga. Pero, si la fuente de AC falla dentro de una tolerancia, la potencia llega por otra fuente. En esta condición, el SPI hace dos cosas automática y simultáneamente, manteniendo la potencia continua para nuestra carga, fuera de interrupciones; un relevador desconecta la entrada de AC, y el SPI suministra la potencia desde un respaldo de baterías. Si la entrada de AC regresa de acuerdo a una tolerancia, el relevador se cierra y el SPI continúa regulando, acondicionando la potencia para la carga, mientras se recargan las baterías de manera simultánea.

El SPI usa baterías de 12 VDC de ácido de plomo, conectadas en serie: diez baterías (120 VDC) para 6 KVA. Estas ofrecen un respaldo de aproximadamente 10 a 15 minutos, tiempo en el cual el SPI está a plena carga con un factor de potencia de 0.8. Aproximadamente a la mitad de la carga, las baterías pueden respaldar la carga durante 30 a 35 minutos, el cual es un tiempo bastante grande para un apagón, pero con un tiempo mayor el sistema se apaga.

## **1.5.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA ININTERRUMPIBLE**

### **Indicadores y Controles**

El SPI usa tres controles y dos indicadores para las rutinas de operación los cuales son:

## CONTROLES

Breaker de entrada de AC  
Breaker de baterías  
Botón para el silencio de la alarma

## INDICADORES

Estado del sistema por medio de led's  
Alarma por medio de audio

En la figura 1.4 se muestra la localización de los Controles e Indicadores

A continuación se explican cada uno de los Indicadores y controles.

### BREAKER DE ENTRADA DE AC

El breaker de entrada de AC debe estar cerrado antes de que el SPI reciba la potencia de la entrada de AC y para cargar las baterías. Este abre y cierra el circuito entre la entrada de AC y el SPI. Cuando el breaker de entrada de AC está abierto o la entrada de AC ha fallado, el SPI suministrará la potencia por medio de las baterías.

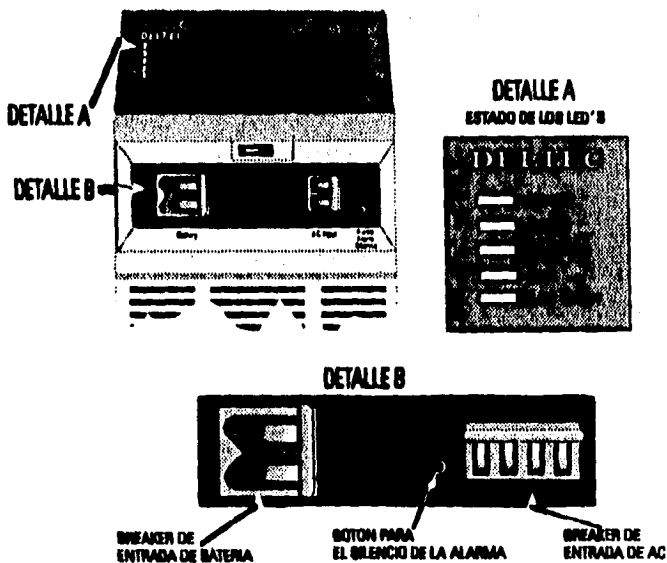


Figura 1.4. Controles e indicadores.

## **BREAKER DE BATERÍAS**

El breaker de baterías debe estar cerrado antes de que uno pueda cargar las baterías del SPI, ó estar respaldado por medio de las baterías; éste abre y cierra el circuito entre la batería de respaldo y el SPI.

Si el breaker de entrada de AC está abierto y el breaker de batería está cerrado, las baterías podrán suministrar al SPI la potencia que necesite, claro hasta un cierto rango de tiempo y dependiendo de la carga. Cuando las baterías caen un cierto nivel de voltaje el SPI se apagará en forma automática.

## **BOTÓN PARA EL SILENCIO DE LA ALARMA**

Cuando la alarma de audio se activa, se puede silenciar éste por medio del botón para el silencio de la alarma. Este botón está cerca del breaker del circuito de entrada de AC.

Cuando presionamos el botón, no se silencia permanentemente la alarma, ya que ésta se podrá activar cuando se presente otra condición de alarma.

Cabe mencionar que la alarma se activa cuando el SPI se cambia de AC al respaldo de baterías y a continuación se prende un led que nos indica que el SPI se está alimentando por medio de las baterías. Si el SPI permanece respaldado por las baterías hasta que hayan pasado de 2 a 3 minutos de respaldo, la alarma de audio permanece activada pero cambia de tono, si esto continua un tiempo prolongado, se activará un led, indicándonos que las baterías están bajas.

También la alarma se podrá activar cuando el SPI tenga una sobre-carga, una alta temperatura o una falla interna. También se activará un led que nos indicará un estado de FALLA.

## **1.6 ESTADO DEL SPI POR MEDIO DE LED'S**

El Estado del SPI por medio de led's consta de cinco elementos, los cuales nos muestran en que condiciones de operación se encuentra el SPI. Cada led indica un estado del SPI. La tabla 1.1 muestra los estados en los cuales se puede encontrar el SPI.

## **MONITOREO DE LOS LED'S INDICANDO EL ESTADO DEL SPI**

En los siguientes párrafos se describen que nos indican cada uno de los led's.

**LED DE ESTADO NORMAL (NORMAL - EL BREAKER DE ENTRADA DE AC ESTÁ EN ON Y EL BREAKER DE BATERÍAS ESTÁ EN ON)**

Este led emite un color verde, que nos indica que está en estado NORMAL, es decir que el SPI se está alimentando por una entrada de AC y que ésta se encuentra dentro de las especificaciones. El SPI se encuentra en modo normal, la fuente de AC está dentro del +10% o -15% del voltaje nominal y que la salida del voltaje esta dentro del 2% del voltaje nominal.

**LED DE ESTADO DE BYPASS (CUIDADO - EL BREAKER DE ENTRADA DE AC ESTÁ EN ON Y EL BREAKER DE ENTRADA DE BATERÍAS ESTÁ EN OFF)**

Este led emite un color amarillo y nos indica que esta en modo de BYPASS, que se habilita cuando el breaker del SPI se pasa a modo de bypass. En modo de bypass, la entrada de AC se acondiciona para conmutar, y las baterías se recargan.

**LED DE ESTADO EN BATERÍAS (CUIDADO - EL BREAKER DE ENTRADA DE AC ESTÁ EN OFF; EL BREAKER DE ENTRADA DE BATERÍAS ESTÁ EN ON)**

Este led emite un color amarillo y nos indica que está en modo de BATERÍAS, este modo se habilita cuando la potencia que alimenta al SPI es por medio de las baterías. En dicho modo se habilita también la alarma de audio. Este modo ocurre cuando la entrada de AC está por debajo del 85% del voltaje nominal. Si el SPI no regresa a modo NORMAL de operación, antes de que las baterías alcancen un estado de bajo nivel de voltaje, el SPI se podrá apagar.

**LED DE ESTADO DE FALLA (PELIGRO - EL BREAKER DE ENTRADA DE AC ESTÁ EN ON; EL BREAKER DE ENTRADA DE BATERÍAS ESTÁ EN ON O OFF)**

Este modo se presenta cuando ocurre una sobrecarga, un exceso de temperatura o una falla interna, lo que activará un led que emite un color rojo; éste nos indica una FALLA acompañada de un sonido constante de alarma. Si la condición es peligrosa y persiste, el breaker de baterías podrá saltarse. Cuando el breaker de baterías se salta, el SPI podrá automáticamente pasarse a modo de bypass o apagarse. Si la entrada de AC es habilitada, la carga podrá recibir un voltaje regulado y acondicionado. Si la entrada de AC no es habilitada, la carga se apagará.

**LED DE ESTADO DE BATERÍA BAJA (PELIGRO - EL BREAKER DE ENTRADA DE AC ESTÁ EN OFF; EL BREAKER DE ENTRADA DE BATERÍAS ESTÁ EN ON)**

Este se presenta durante una prolongada falla en la línea de AC y cuando el nivel de voltaje de las baterías cae a un nivel en el que solamente el SPI durará prendido de 2 a 3 minutos de respaldo, este led se habilita y emite una luz de color rojo y nos indica que está en modo de BAJA BATERÍA y

es acompañado con una señal de audio. El control remoto de apagado se abrirá y al mismo tiempo un bit es enviado por el puerto RS-232. Si el voltaje continua bajando el SPI podrá detener su operación.

Si la línea normal de AC regresa después de tres horas, la unidad podrá regresar en ON automáticamente. Si la potencia de entrada tarda más de tres horas, el breaker de baterías podrá saltarse y el SPI se restaurará manualmente.

Nombre del Indicador	Color del Indicador	Alarma de Audio	Condición	Entrada de AC Circuito Abierto	Entrada de DC Circuito Abierto
NORMAL	VERDE	NO	NORMAL	ON	ON
BYPASS	AMARILLO	NO	CUIDADO	ON	OFF
EN BATERIA	AMARILLO	SI	CUIDADO	OFF	ON
FALLA	ROJO	SI	PELIGRO	ON	ON/OFF
BAJA BATERÍA	ROJO	SI	PELIGRO	OFF	ON

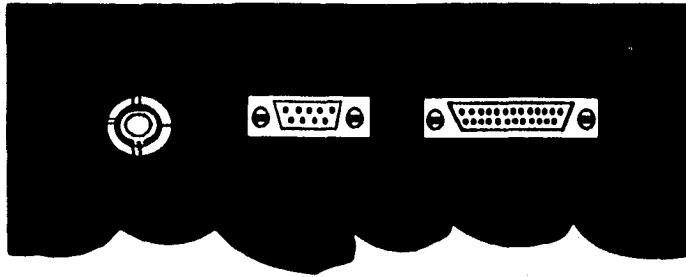
Tabla 1.1. Estados de los LED's.

## 1.7 INTERFACE DE CONTROL

La Interface de Control está localizada en la parte posterior y superior del SPI. Ésta consiste de tres conectores que pueden utilizarse como una interface de control del SPI, desde un lugar remoto, y son:

1. El Control Remoto de Apagado de Potencia
2. Contacto Remoto
3. El puerto RS-232.

La figura 1.5 nos indica la localización de los tres conectores en el SPI.



**Figura 1.5. Interface de control.**

A continuación se describen cada uno de ellos.

### **1.7.1 CONTROL REMOTO DE APAGADO DE POTENCIA**

El Control Remoto de apagado de potencia puede desconectar las baterías de respaldo de una manera lejana pasándose por alto el breaker de baterías de respaldo.

### **1.7.2 CONTACTO REMOTO**

El Contacto Remoto ofrece un contacto para que lejanamente obtengamos el estado del SPI. La figura 1.6 muestra que cuando el relevador está en Sistema Normal, el relevador está energizado, pero cuando ocurre una alarma o el sistema está apagado, la posición del contacto cambia y el relevador es desenergizado.



**Figura 1.6. Contacto remoto para indicar la presencia de alarma.**



### 1.7.3 INTERFACE RS-232

La interface serial RS-232 nos permite obtener el estado del SPI desde una computadora. La computadora puede apagar al SPI vía RS-232.

La computadora se debe conectar con el SPI por medio de un cable estándar, el tipo de conector que entra al SPI debe ser un conector hembra DB-25 y del lado de la computadora con su conector apropiado, en la tabla 1.2 se muestra la salida en los pines de la interface RS-232 del SPI y la figura 1.7 nos muestra los pines del conector RS-232.

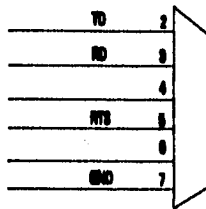


Figura 1.7. Configuración del RS-232.

SPI	COMPUTADORA
RTS(5)	CTS(4)
RD(3)	TD(2)
TD(2)	RD(3)
SGND(7)	SGND(7)

Tabla 1.2. Configuración de los pines del puerto serial.

El SPI nos ofrece una comunicación asíncrona:

- 8 bits de datos
- 1 bit de empuje
- 1 bit de paridad

- 1 bit de fin

La interface RS-232 del SPI permite tener una comunicación serial asincrónica, esta interface nos permite obtener del SPI un reporte de su estado por medio de una computadora. Se debe seleccionar un baud rate de 2400 para el puerto serial de la computadora.

La computadora debe mandar el mensaje en código ASCII hacia la interface del SPI; este recibirá el mensaje y responderá en código binario con una longitud de 8 bits.

La computadora puede enviar siete peticiones diferentes hacia el SPI. El SPI manda los datos en un byte, este byte representa el estado reciente, cada uno de sus ocho bits representa un estado de alarma. Esta transmisión puede ser de tres modos:

**Modo Petición:** Los datos son enviados cuando la computadora los solicita.

**Modo Cambio de Estado:** Los datos son enviados solamente cuando hay un cambio en las señales de alarma.

**Modo Continuo:** Los datos son enviados continuamente.

En la tabla 1.3 se muestran los códigos de petición de la computadora.

COMANDO	CÓDIGO ASCII	CÓDIGO HEX
Shutdown	Apagar el SPI	54,55,52,4E,20,4F 46,46,20,55,50,53
Modo Cambio Estado	GM	47,4D
Modo de Petición	DM	44,4D
Modo de Envío Continuo	VM	56,4D
Limpia el buffer de la alarma	CB	43,42
Envía el próximo byte de la alarma del buffer	HB	48,42
Silencia la alarma	QA	51,41

Tabla 1.3. Códigos de peticiones de una computadora.

A continuación se define la información que contiene el byte:

**BIT 0 - INMINENCIA DE BAJA BATERÍA :** Un alto estado de este bit indica que en aproximadamente 3 minutos la potencia de la batería no soportará la carga que tiene conectada.

**BIT 1 - BAJA BATERÍA O ALTA :** Un alto estado de este bit indica que el voltaje de la batería es menor del 80% o mayor del 120% del voltaje de la batería y que el SPI se podrá salir de operación. Si esta condición persiste por tres horas, el circuito de batería podrá abrirse.

**BIT 2 - EN BYPASS :** Un alto estado de este bit indica que el SPI está en estado crítico, es decir que la fuente de alimentación se abrirá y que después el SPI se va a pagar. Este estado podrá ocurrir por solo 50 milisegundos, después el SPI se apagará.

**BIT 3 - EN BATERÍA (FALLA DE LA ENTRADA DE AC) :** Un alto estado de este bit indica que la fuente de AC está por debajo del 85% del voltaje nominal.

**BIT 4 - SOBRE-CARGA :** Un alto estado de este bit indica que el SPI está experimentando momentáneamente una condición de sobre-carga. El SPI podrá seguir continuado en operación.

**BIT 5 - INTEGRA SOBRE-CARGA :** Un alto estado de este bit indica que el SPI tiene una prolongada condición de sobre-carga. En esta condición se podrá saltar el breaker de batería y apagarse el SPI.

**BIT 6 - SOBRE-TEMPERATURA :** Un alto estado de este bit indica que el sistema está demasiado caliente o que la temperatura del transformador ha alcanzado un estado de peligro. Si esta condición persiste durante 2 segundos, el circuito de batería podrá saltarse y el SPI se apagará.

**BIT 7 - EL CIRCUITO DE BATERÍA ESTÁ ABIERTO :** Un alto estado de este bit indica que el circuito de batería está abierto (solamente está habilitado durante 50 milisegundos). Esta condición desactiva el respaldo del SPI por medio de las baterías.

---

---

## CAPITULO 2

### MOTO-GENERADOR

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

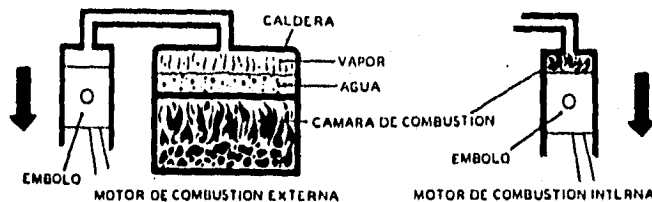
Un generador eléctrico[12] es una máquina que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. La energía mecánica está suministrada por el par transmitido al eje del generador y que le obliga a girar a una determinada velocidad. La energía mecánica se desarrolla en el eje debido a una máquina motriz, que puede ser una máquina de vapor, un motor de gasolina o de aceite pesado o una turbina hidráulica. La energía primaria sufre una serie de transformaciones a partir de su estado original para poder llegar a ser utilizada para la producción de energía eléctrica. Este sistema de generación de energía eléctrica lo aprovechan muchos consumidores, los cuales generan su propia energía eléctrica con lo cual respaldan sus equipos contra cualquier falla en la alimentación de energía.

A continuación explicaremos el principio del funcionamiento de un motor de combustión interna y un generador eléctrico de AC a grandes rasgos, pues es conveniente conocer con que elementos vamos a trabajar.

#### 2.2 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR ENCENDIDO POR CHISPA

Los automóviles[10], camiones, yates, transatlánticos y moto-generadores están propulsados con motores de combustión interna. No hace muchos años algunos automóviles y muchos transatlánticos estaban propulsados con motores de combustión externa. La figura 2.1 muestra el principio fundamental de los motores de combustión interna y externa.

Los motores de combustión interna queman combustibles en los cilindros y convierten la fuerza expansiva de la "explosión" en movimientos rotatorios para impulsar el vehículo a través de adquirir un par mecánico. En los motores de combustión externa, el combustible se quema fuera del motor para crear vapor el cual se lleva a los cilindros donde se expande forzando el movimiento de los émbolos, que a su vez se convierte en movimiento rotatorio.



**Figura 2.1.** Principio de funcionamiento de los motores de combustión interna y externa.

En este estudio nos referiremos solamente a los motores de combustión interna.

Hay varios tipos de motores de combustión interna: de dos y cuatro tiempos. Un tiempo o período es el número de carreras que tiene que hacer el émbolo antes de estar listo para empezar otra carrera motriz. Además, estos dos tipos pueden dividirse en motores de encendido por chispa y motores de encendido por compresión. Todos son motores alternativos, es decir, que la fuerza del gas de expansión (o sea la explosión) hace que el émbolo se desplace en el cilindro con un movimiento de avance y retroceso.

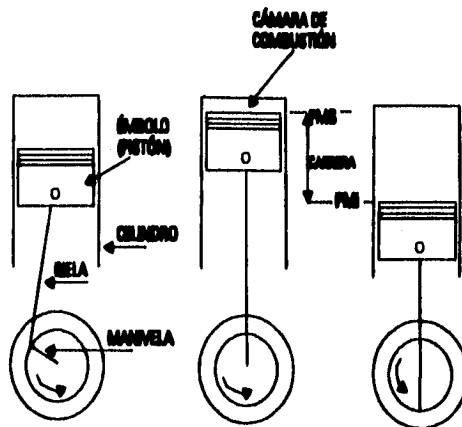
Además de los motores alternativos, hay motores de turbina de gas, de émbolo libre y rotatorios, siendo todos de combustión interna.

El moto-generador a usar se encuentra formado por un motor de combustión interna de cuatro tiempos [13] por lo que explicaremos el ciclo de un motor de cuatro tiempos.

### 2.2.1 MOTORES DE CUATRO TIEMPOS

El motor encendido por chispa basa su funcionamiento en el ciclo Otto de cuatro carreras o tiempos. Para efectuar prácticamente el ciclo, se requiere de un émbolo reciprocante, un cilindro y un mecanismo biela-manivela, tal como se muestra en la figura 2.2.

El émbolo o pistón tiene movimiento reciprocante dentro del cilindro, alcanzando de esta manera dos posiciones extremas, que se les conoce como punto muerto superior (PMS) y punto muerto inferior (PMI). Cuando el émbolo se encuentra en el PMS, en el cilindro se tiene el menor volumen, correspondiente a la cámara de combustión, y cuando el pistón se encuentra en el PMI, se tiene el mayor volumen; al desplazamiento del émbolo del PMS al PMI o viceversa, se le conoce como carrera.



**Figura 2.3. Carreras en un motor de cuatro tiempos.**

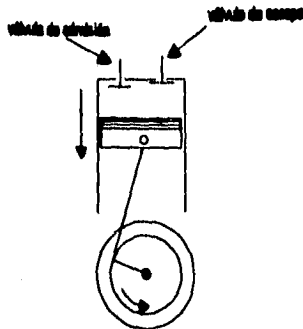
Las carreras en un motor de cuatro tiempos son las siguientes:

#### **Carrera de Admisión**

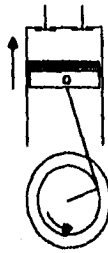
Para que se lleve a cabo la secuencia de los cuatro tiempos en el motor, el cilindro está provisto de un par de electrodos (bujía) y dos válvulas, una de admisión y la otra de escape, colocadas en el extremo correspondiente al PMS. La mezcla de aire combustible proporcionada por el carburador fluye a través del múltiple de admisión hasta el cilindro; esta mezcla es succionada por el movimiento del pistón del PMS al PMI, pasando a través de la válvula de admisión. Durante esta carrera, la válvula de escape se encuentra cerrando la hembra correspondiente al escape, tal como se ilustra en la figura 2.3.

#### **Carrera de compresión**

Al llegar el pistón al PMI, durante la carrera de admisión se cierra la válvula de admisión, se invierte el movimiento del pistón desplazándose del PMI al PMS con la consiguiente disminución del volumen en el cilindro y un aumento de presión y temperatura de la mezcla; durante este movimiento del pistón, la válvula de escape continúa cerrada, figura 2.4.



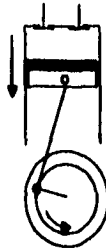
**Figura 2.3. Carrera de admisión.**



**Figura 2.4. Carrera de compresión.**

### **Carrera de expansión**

Poco antes de que el pistón llegue al PMS durante la carrera de compresión, salta un arco eléctrico entre los electrodos de la bujía, iniciándose con ello la combustión de la mezcla. Al producirse la combustión, los gases tienden a expandirse, ejerciendo con ello una gran presión contra todas las caras de la cámara y, por consiguiente, contra la cara superior del pistón, haciendo que de nuevo se invierta el movimiento del mismo, esta vez del PMS al PMI. Siendo esta la única carrera en la cual se obtiene trabajo, comúnmente se le conoce también como carrera de potencia. Durante ésta carrera ambas válvulas permanecen cerradas, figura 2.5.

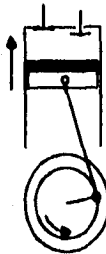


**Figura 2.5. Carrera de expansión.**

### **Carrera de expulsión o escape**

Lograda la máxima expansión de los gases, esto es, hallándose el pistón en el PMI fin de la carrera de expansión y comienzo de la expulsión de los gases, se abre la válvula de escape para desalojar los gases producto de la combustión en el cilindro.

Durante esta carrera el pistón se desliza del PMI al PMS, concluyendo de esta manera el ciclo de cuatro tiempos, como se muestra en la figura 2.6. Lo que ocurre en el Ciclo Otto en este último tiempo es lo siguiente: al llegar el pistón al PMI, se abre la válvula de escape, habiendo un rechazo instantáneo hacia la atmósfera del calor de los gases.



**Figura 2.6. Carrera de expulsión.**



## **2.3 SISTEMAS PRINCIPALES EN LOS MOTORES**

### **2.3.1 Sistema de alimentación del combustible**

Los elementos principales que constituyen al sistema de alimentación de combustible son: la bomba de combustible, el carburador y el múltiple de admisión; los elementos auxiliares que componen el sistema son: el depósito y el filtro del combustible, el filtro del aire y los conductos.

El recorrido del combustible desde el depósito hasta el cilindro es como sigue: el combustible es succionado y bombeado desde el depósito hasta el carburador por una bomba del tipo de diafragma; el combustible llega al carburador y es dosificado en una corriente de aire producida por la carrera de aspiración del pistón, pasando a través del múltiple de admisión donde la mezcla de aire-combustible es gasificada por la propia volatilidad de la gasolina y por la temperatura del múltiple, introduciéndose al cilindro a través de la lumbrera de admisión.

### **2.3.2 Sistema de Ignición**

El sistema convencional de encendido es proporcionar impulsos de alto voltaje de la magnitud de 20,000 volts entre los electrodos de la bujía en el cilindro del motor. Estos impulsos producen arcos eléctricos en el espacio comprendido entre los electrodos de la bujía, chispas que inflan la mezcla comprimida en la cámara de combustión. Cada arco eléctrico se sincroniza de manera que salte cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior en la carrera de compresión.

Los elementos principales que constituyen el sistema de ignición son: una batería, una resistencia llamada resistencia de balastro, una bobina, un condensador, unos contactos o platinos y un conjunto de bujías.

### **2.3.3 Sistema de Enfriamiento**

El objeto de refrigeración en los motores de combustión interna es el reducir la temperatura en partes críticas, tales como los pistones, válvulas de escape y camisas de los cilindros.

Existen dos tipos de refrigeración:

1. Enfriamiento por agua. El sistema de refrigeración por agua consta de una bomba, radiador, ventilador, termostato y los ductos. El agua es succionada por la bomba de la parte inferior del radiador y es mandada al cuerpo del motor; el termostato sirve para regular la cantidad de agua que circula a través del motor y es una válvula térmica que abre o cierra dependiendo de la temperatura del mismo. El ventilador hace

pasar aire a través del radiador, enfriando de esta manera el agua, este aire también enfría la estructura externa del motor.

2. Enfriamiento por aire. El flujo de éste puede ser natural o forzado. Estos motores están dotados de una serie de aletas alojados en la parte exterior del cilindro con el objeto de aumentar la superficie de radiación.

### 2.3.4 Sistema de Lubricación

La lubricación en los motores tienen por objeto.

- a. Reducir las fuerzas de fricción.
- b. Evitar el contacto directo de metal con metal en las piezas en movimiento.
- c. Disminuir el desgaste.
- d. Impedir la oxidación de las piezas.
- e. Eliminar el carbón, polvo y piezas metálicas.
- f. Refrigerar internamente el motor.

El aceite lubricante deberá tener las suficientes propiedades con el fin de que cumpla con todos los objetivos que implica una buena lubricación.

## 2.4 GENERADORES

Cuando un conductor se desplaza por un campo magnético se generará un voltaje en el mismo. En forma semejante si un campo magnético se desplaza a través de un conductor, se generará en éste una corriente eléctrica. Con esto tenemos que una máquina que genera corriente alterna se dice que es un alternador. También es frecuente designar estas máquinas como *generadores de CA*, e incluso con frecuencia simplemente se le denomina *generador*, siempre y cuando resulte evidente que se trata de una máquina de CA.

En la figura 2.7 consideramos una bobina montada en una armadura de hierro, que gira en un campo magnético uniforme. El voltaje inducido en la bobina es proporcional a la velocidad con que son cortadas las líneas de flujo magnético ó líneas de fuerza, y es evidente que no se genera ningún voltaje cuando la bobina pasa por una posición vertical, ya que la dirección del movimiento de la bobina se efectúa a lo largo de la dirección de las líneas de fuerza, mientras que se genera un voltaje máximo cuando la bobina ocupa una posición horizontal, ya que en este caso la dirección del movimiento de la bobina forma un ángulo recto con las líneas del flujo magnético.



Figura 2.7. Generador de CA elemental.

### 2.4.1 Representación gráfica del voltaje

Si hacemos un gráfico de voltaje inducido en la bobina en relación con el ángulo de giro, comenzando con la bobina en posición vertical, obtendremos una curva como la que se muestra en la figura 2.8. Cuando la bobina se mueve en el primer cuarto de vuelta, el voltaje va aumentando hasta que alcanza un valor máximo, y como la bobina continúa su movimiento de giro, el voltaje se reducirá hasta que, habiendo alcanzado la bobina la posición correspondiente a la mitad de una revolución, el voltaje será cero, ya que la dirección que tiene la bobina es la misma que la de las líneas de fuerza.

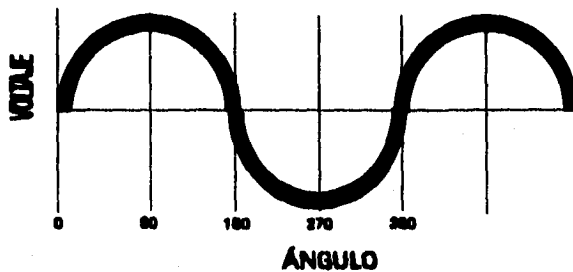


Figura 2.8. Gráfica del voltaje inducido en una bobina.

Si la bobina continúa girando se generará un voltaje en dirección opuesta al anterior, que alcanzará también su valor máximo cuando la misma llegue a su posición horizontal (es decir, a 270 grados desde el punto inicial), y nuevamente irá disminuyendo este valor hasta cero cuando alcance una posición vertical. La bobina vuelve a su punto de partida y el proceso de generación de voltaje alterno se prosigue en la misma forma siempre y cuando ésta continúe también girando la bobina.

Por lo tanto, el voltaje inducido puede ser utilizado para obtener una corriente en un circuito externo a la máquina, para lo cual las terminales de la bobina se conectan a anillos rozantes, como se puede ver en la figura 2.9, en la que han omitido todas las partes metálicas de la máquina, incluidos el eje y la armadura, para conseguir una mayor simplicidad en el dibujo.

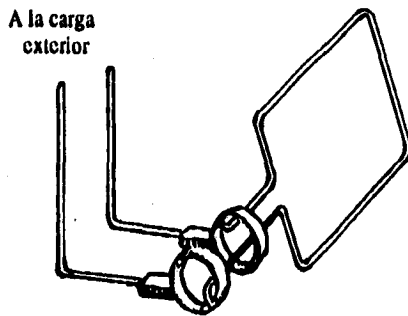


Figura 2.9. Generador elemental.

Ahora bien; supongamos que en lugar de una bobina sencilla tenemos tres bobinas espaciadas en la forma que está indicada en la figura 2.10 y conectadas en serie. Es evidente que los voltajes inducidos en las tres bobinas alcanzarán sus valores máximos en tiempos diferentes, por lo que los tres vectores que representan los voltajes en las tres bobinas tendrán que ser trazados con diferentes ángulos, como se muestra en la figura 2.11 para los vectores  $E_1$ ,  $E_2$  y  $E_3$ .

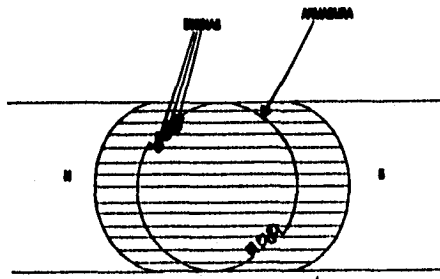


Figura 2.10. Generador de AC formado por tres bobinas.

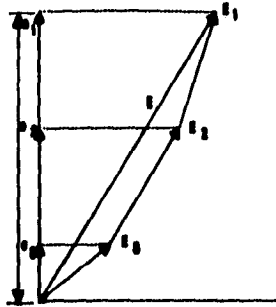


Figura 2.11. Representación vectorial de los voltajes inducidos en cada bobina.

El voltaje que se obtendrá en los anillos rozantes será la suma de los valores instantáneos  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ , y es evidente que será el mismo que se conseguiría si en una sola bobina se generase un voltaje alterno cuyo valor máximo fuera  $E$ , valor que se obtiene uniendo los extremos de los tres vectores; por tanto, la misma forma de onda de voltaje se consigue en este caso cuando los devanados están distribuidos alrededor de la periferia de la armadura (como ocurre en la práctica), en vez de que se encuentren concentrados en una sola ranura. Consideraremos ahora tres bobinas distintas distanciadas entre sí por un ángulo de 120 grados como se ve en la figura 2.12, y saquemos las terminales de cada una de ellas a dos anillos rozantes independientes. (En la práctica, cada bobina se sustituirá por un número determinado de bobinas en serie, colocadas en una parte de la circunferencia). Los vectores que representen el voltaje en estas bobinas tendrán que ser dibujados con una separación de ciento veinte grados, como se ve en la figura 2.13, para los vectores  $E_A$ ,  $E_B$  y  $E_C$ .

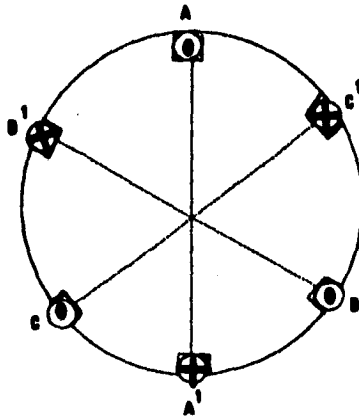
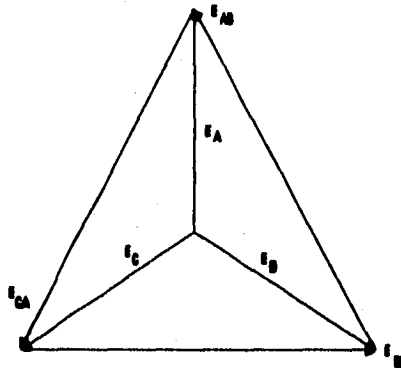
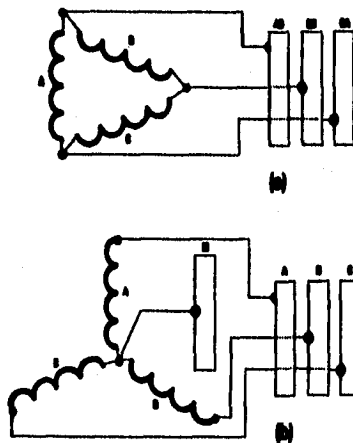


Figura 2.12. Bobinas espaciadas.



**Figura 2.13. Voltajes inducidos por las bobinas de la figura 2.12.**

En lugar de utilizar tres alimentadores monofásicos independientes, se suelen conectar las tres bobinas (o grupos de bobinas) entre sí. En un sistema se conectan los terminales de las bobinas, según se ve en la figura 2.14(a), lo que se conoce con el nombre de conexión en *triángulo* o *delta*. En este caso sólo se necesitan tres anillos rozantes y el voltaje que existe entre éstos es el mismo que el generado en las bobinas.



**Figura 2.14. Conexión en Delta (a). Conexión en Estrella (b).**

Sin embargo, con mayor frecuencia las bobinas se conectan en forma de estrella, como se ve en la figura 2.14(b), y en tal caso se necesitan cuatro anillos rozantes. El cuarto anillo rozante está conectado al punto que hace la unión y se denomina *neutro*; por lo general va conectado a tierra, mientras que los otros anillos rozantes son los terminales o bornes para las líneas o fases. Si nos fijamos en la figura 2.13, veremos que el voltaje medido entre dos cualesquiera de las fases es mayor que el voltaje generado en cada una de las bobinas. Vale, en efecto,  $\sqrt{3}=1.732$  veces el voltaje de una fase.

La relación existente entre la corriente y el voltaje de la bobina de una armadura depende por completo de la naturaleza de la carga que esté conectada al alternador. Será suficiente que digamos que la corriente no siempre alcanza su valor máximo al mismo tiempo que el voltaje. Frecuentemente la corriente alcanza su valor máximo después que el voltaje ha pasado por el suyo, pero algunas veces lo alcanza antes.

El campo magnético que se precisa para la generación de voltaje está dado por electroimanes semejantes a los que existen en las máquinas de CC, por lo que necesitan ser alimentados con CC. Esta se puede obtener de una fuente externa, pero con el propósito de hacer que el alternador se suministre por sí mismo y que sea independiente de otras fuentes de alimentación, es más frecuente que se instale un pequeño generador de CC con el objeto antes dicho. Este generador se llama *excitatriz* y se acopla a la máquina o a la turbina que mueve al alternador.

Por frecuencia entendemos el número de veces por segundo que el voltaje realiza un ciclo completo, y es obvio que para una máquina de dos polos la frecuencia será igual al número de revoluciones por segundo que dé la armadura. La siguiente fórmula expresa la relación que existe entre la velocidad, la frecuencia y el número de polos:

$$f=Np/60$$

donde  $f$  es la frecuencia en ciclos por segundo;  $N$ , la velocidad en revoluciones por minuto, y  $p$ , el número de pares de polos.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA MOTO-GENERADOR

Este breve repaso que se hizo del funcionamiento del motor y el generador nos ayudará a entender con que tipo de máquina estamos trabajando a grandes rasgos.

Como se mencionó anteriormente, se le piensa acoplar al SPI un moto-generador el cual aumentará el tiempo de respaldo significativamente. Con las características eléctricas del consumo del NODO GW-ASTROS y los SERVIDORES del Instituto de Astronomía, se compró el siguiente moto-generador el cual suministrará la suficiente potencia para respaldar nuestra carga; a continuación se dan las características del motor y generador.

## DIMENSIONES

Modelo	EM4500SX-T
Código de descripción del equipo mecánico	EA7
Largo X ancho X alto	655 X 510 X 490 mm
Peso en seco	80 Kg

## MOTOR

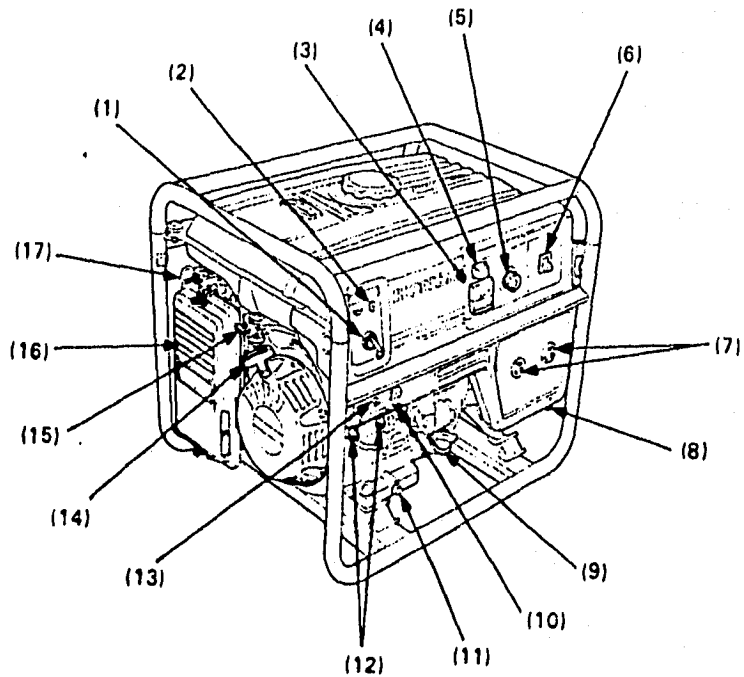
MODELO	GX340KI
Tipo de motor	4 tiempos, válvula a la cabeza, 1 cilindro
Cilindrada (Calibre X Carrera)	337 cm <sup>3</sup> (82 X 64 mm)
Potencia máxima	11,0 CV/3 600 min <sup>-1</sup> (rpm)
Par máximo de torsión	2,4 Kg-m/2300 min <sup>-1</sup> (rpm)
Consumo de combustible	230 g/CVh
Sistema de enfriamiento	Aire forzado
Sistema de encendido	Magneto Transistorizado
Dirección de giro del eje	Hacia la izquierda

## GENERADOR

Modelo	EM4500SX
Tipo	T
Tensión nominal de salida	115/230V
Frecuencia nominal de salida	60 Hz
Corriente nominal	33/16.5 A
Potencia nominal de salida	3.8KW
Potencia máxima de salida	4.3KW

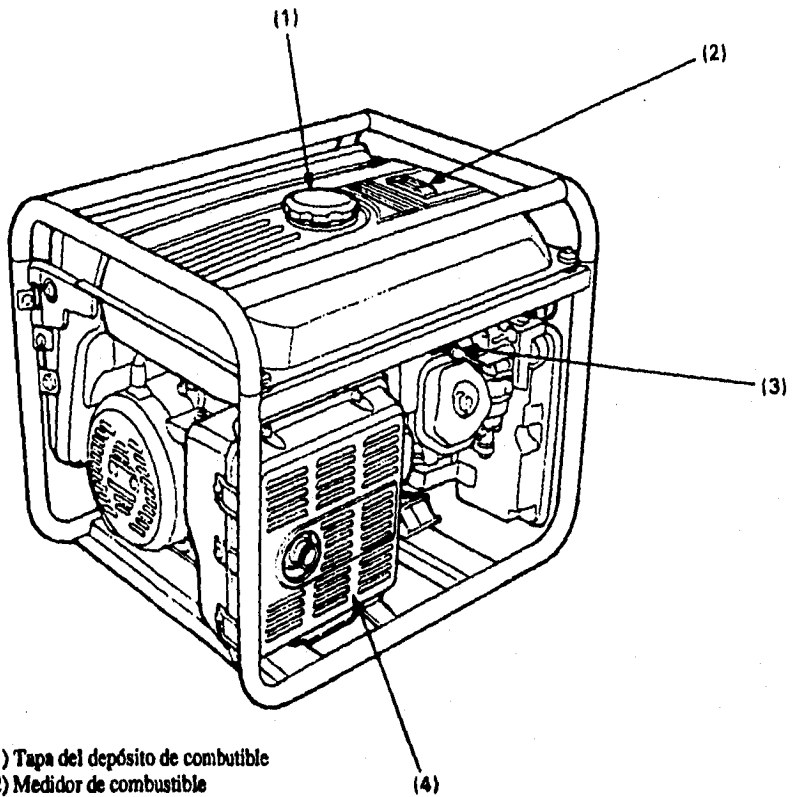
En la figura 2.15 y 2.16 se muestran los nombres de las partes importantes que debemos conocer para poder trabajar con el moto-generador.





- (1) Interruptor del motor
- (2) Lámpara de alerta del nivel de aceite
- (3) Voltímetro
- (4) Lámpara piloto
- (5) Mando de ajuste de tensión
- (6) Disyuntor de CA
- (7) Receptáculos de CA
- (8) Terminal de Tierra
- (9) Tapa de orificio de llenado de aceite del motor
- (10) Conmutación de aceleración automática
- (11) Tapón de drenaje del aceite del motor
- (12) Terminal de salida de CC
- (13) Protector del circuito de CC
- (14) Empuñadura del arrancador de retroceso
- (15) Válvula de combustible
- (16) Filtro de aire
- (17) Varilla de estrangulación

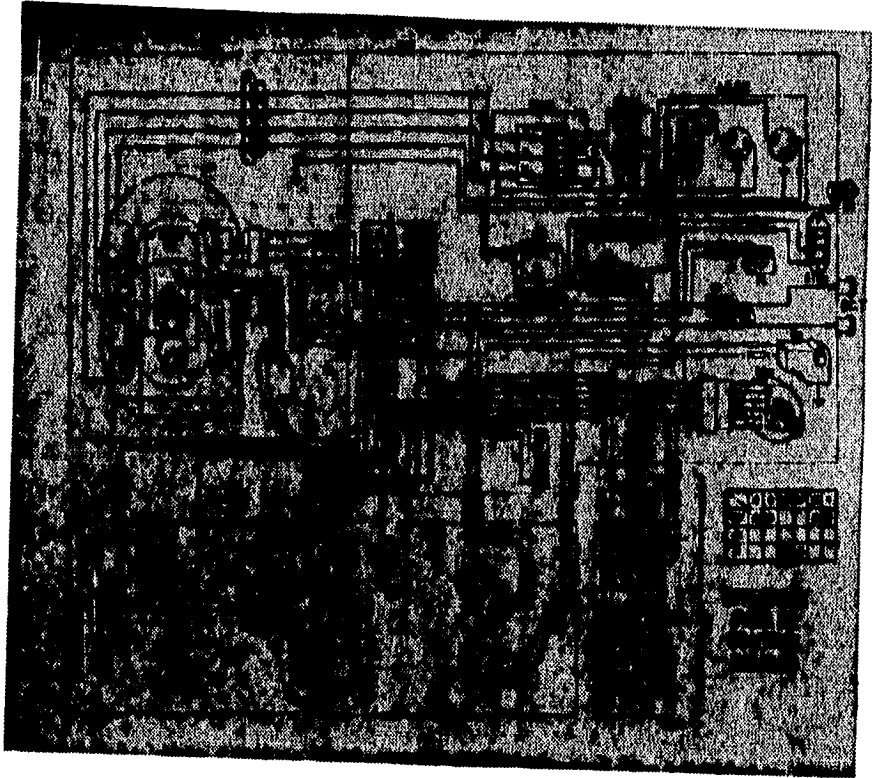
**Figura 2.15. Componentes del moto-generador, vista de frente.**



- (1) Tapa del depósito de combustible
- (2) Medidor de combustible
- (3) Sombrete de la bujía
- (4) Silenciador

**Figura 2.16. Componentes del moto-generador, vista por atrás.**

Al moto-generador se le puede acoplar un sistema de arranque automático, el cual se utilizará para arrancar al moto-generador por medio del sistema EMUA-51, el sistema EMUA-51 se explica en el capítulo 3; en el capítulo 4 se analiza el circuito encargado para arrancar al moto-generador vía el EMUA-51. En la figura 2.17 se muestra la parte donde se implementará el circuito para arrancar al moto-generador a control remoto.



**Figura 2.17. Diagrama eléctrico del generador.**

---

## CAPITULO 3

---

### TARJETA CONTROLADORA EMUA-51

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se explican las características del sistema EMU-51[5], así como la utilización de la tarjeta controladora EMUA-51 en sus diferentes modos (*monitor y libre*). Al final de este capítulo se mencionan las aplicaciones en las cuales se puede utilizar dicho sistema.

#### 3.2 MICROCONTROLADOR

Para lograr interconectar un dispositivo ininterrumpible con un moto-generador, como también controlar los diferente suministros de energía al sistema ininterrumpible y avisar a los servidores principales de que se cierran todos sus servicios y salven toda su información para que después se apaguen, se utilizará una tarjeta controladora llamada EMUA-51, esta tarjeta esta basada en un microcontrolador 80C32BH[7].

Un microcontrolador[18] es un dispositivo que contiene, dentro de su arquitectura interna, una unidad de proceso central (compuesto básicamente por un microprocesador, el cual puede ser de 4, 8, 16 ó 32 bits), así como una serie de periféricos integrados dentro de un mismo dispositivo, como pueden ser puertos paralelos de entrada/salida, temporizadores, contadores, memoria RAM, memoria ROM, puerto serie, convertidores A/D, convertidores D/A, etc. Este tipo de dispositivos están orientados para ser utilizados en aplicaciones de uso específico, donde no se prevean cambios importantes ni frecuentes al sistema. Su conjunto de instrucciones están orientados a operaciones de entrada/salida, para interactuar con su entorno en tareas de detección y control, siendo relevante su capacidad de ser direccionable por bit, es decir, tiene instrucciones que permiten manejar de manera individual cada bit de sus registros y/o puertos. También es importante mencionar su capacidad propia para manejar interrupciones, lo que permite tener control absoluto sobre la interacción entre los diferentes elementos con que se relacione. La figura 3.1 muestra un diagrama de bloques del MCS-51

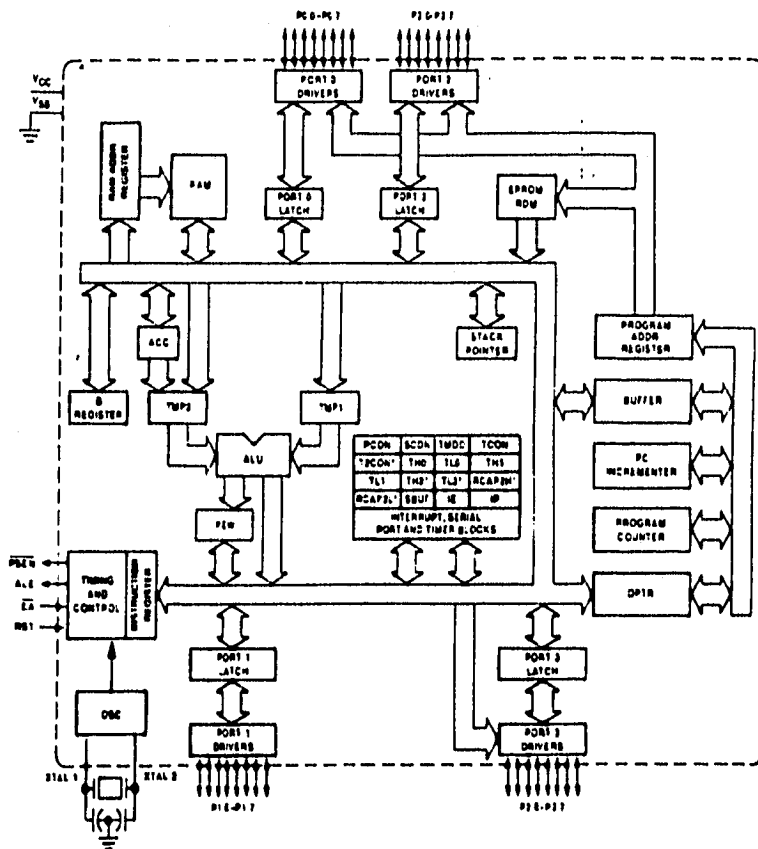


Figura 3.1. Diagrama de bloques del MCS-51.

El diseño de la tarjeta estuvo a cargo del Ing. Francisco Barbosa Escudero, quien lo llamó EMUA-51, el cual está basado en un microcontrolador 80C32BH de la familia MCS51; este sistema cuenta con un sistema de aplicación y un sistema de desarrollo autocontenidos en una sola tarjeta. El EMUA-51 es un sistema de aplicación por contar con los recursos de circuitería requeridos para tareas dedicadas al control y un sistema de desarrollo por contar con utilerías para enviar el código a la tarjeta, ejecutar el programa paso a paso, examinar y modificar los recursos de la tarjeta. En

resumen, el EMUA-51 ofrece la ventaja de contar con un emulador en la misma tarjeta de aplicación.

### **3.3 SISTEMA EMUA-51**

Los recursos autocontenidos en el microcontrolador 80C32BH, el cual está basado en los microprocesadores de 8 bits, contiene internamente un CPU de 8 bits, RAM interna, registros de trabajo y control, manejo de interrupciones externas, temporizadores/contadores de 16 bits, direccionamiento de bit, conjunto de instrucciones optimizados para control, además puede generar la frecuencia (Baud Rate) de transmisión/recepción de datos por el puerto serie de manera automática partiendo de la frecuencia del oscilador general, por medio de la programación del Timer 1. Dicha frecuencia de transmisión puede ser cambiada en cualquier momento con sólo cambiar el valor almacenado en el contador, o también se puede duplicar ó dividir la frecuencia con solo escribir directamente sobre el bit 7 (SMOD) del registro de control PCON.

Un banco externo de memoria RAM de 32KB.

Un puerto serie con capacidad de manejar los estándares RS-232 y RS-485.

Un puerto serie RS-232 para comunicación con la computadora de desarrollo.

4 puertos paralelos bidireccionales de 8 bits.

Tiene un ducto compatible con el ducto Z8, que permite la interconexión de este sistema como una tarjeta de expansión comercial.

Contar con un monitor que permite descargar el código al sistema desde una computadora personal.

**El MONITOR realiza las siguientes funciones:**

Permite la lectura y/o modificación de los recursos internos del microcontrolador.

Permite examinar y/o modificar dispositivos que se encuentren direccionados en memoria.

Capacidad de ejecutar el código paso a paso, por puntos de ruptura y a plena velocidad.

Permite insertar o eliminar puntos de ruptura en cualquier punto del código.

Capacidad de recibir y transmitir código en formato intel hex.

Contar con un programa para PC-AT o compatible que de manera amigable sirva de interfaz entre el sistema EMUA51 y el diseñador.

En la figura 3.2 se nota que el sistema tiene 5 secciones: el microcontrolador, el descifrador de direcciones, entrada/salida paralela, entrada/salida serie, la circuitería para el manejo de interrupción por puntos de ruptura y la memoria para códigos de datos.

El 80C32BH contiene 256 bytes de RAM, 3 contadores/temporizadores de 16 bits, 5 fuentes de interrupciones y 32 líneas de E/S. El 80C32BH tiene un ducto de direcciones de 16 bits y un ducto de datos de 8 bits, el cual es multicanalizado con la parte baja del ducto de direcciones.

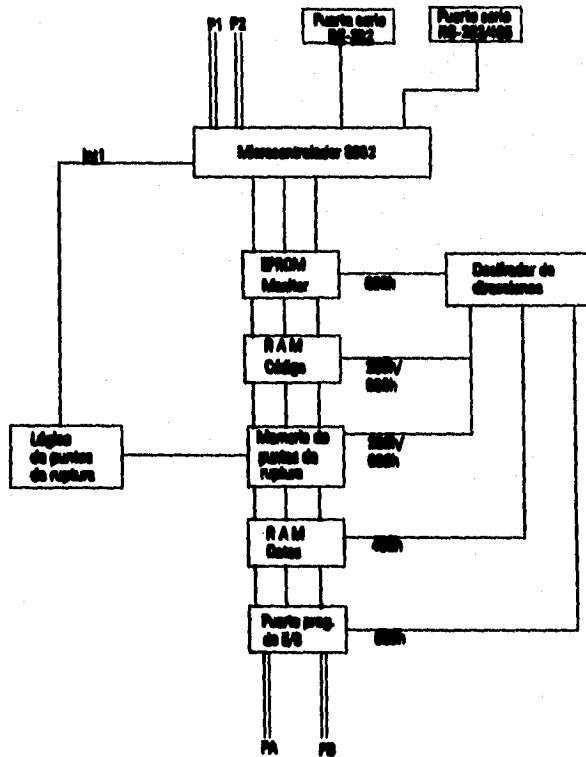


Figura 3.2. Diagrama de bloques del Sistema EMUA-51.

### 3.3.1 COMUNICACIÓN SERIE

El sistema cuenta con 2 puertos serie: el puerto serie autocontenido en el 80C32BH y uno implementado con programación.

El puerto serie del 80C32BH se destina al programa de aplicación y cuenta con salidas en los estándares RS-232 (U12 y U13) y en RS-485 (U14).

### 3.3.2 DESCIFRADO DE DIRECCIONES

Los tres bits más significativos del ducto de direcciones (exceptuando el bit de transmisión del monitor): A14, A13 y A12 se conectan al descifrador 74LS156 (U10) para generar 6 campos de memoria, 4 campos de 4 KB y 2 de 8 KB.

Los campos generados dan el siguiente mapa de memoria (tabla 3.1).

Dirección	Campo	Tamaño	Uso
0XXX	CS00	4KB	Monitor
1XXX	CS10	4KB	Libre
2XXX	CS20	8KB	RAM/Código a emular
3XXX			
4XXX	CS40	8KB	RAM Externa/Datos
5XXX			
6XXX	CS60	4KB	Puerto prog. de E/S (8155)
7XXX	CS70	4KB	Libre

Tabla 3.1. Mapa de memoria de la tarjeta EMUA-51.

La tarjeta cuenta con 3 bases para memoria de código o datos:

- U3 (monitor): seleccionada por CS00\* o deshabilitada.
- U4 (código) y U6 (Puntos de ruptura): habilitadas por CS20\*.
- U5 (datos): habilitada por CS40.

La selección de los campos para las memorias U3 y U4 se ajustan por medio de cortos circuitos ("jumpers") en el conector J3. Las opciones son:



#### **Modo monitor:**

CS00\*=CS00 y CS20\*=CS20, en la memoria U3 se encuentra el código del monitor y en U4 el código a emular. Se encuentra habilitado el monitor

#### **Modo libre:**

CS00\*=flotando y CS20\*=CS00, en U4 se encuentra el código que corre libremente sin ser afectado ni por el monitor ni por la lógica de puntos de ruptura.

La importancia de estos dos modos radica que en el modo monitor se prueba el programa que va a estar corriendo en el microcontrolador 80C32BH paso a paso o en tiempo real, mientras que en el modo libre se va a correr el programa para el microcontrolador 80C32BH en forma permanente, sin la intervención de algún usuario.

### **3.3.3 LÓGICA DE PUNTOS DE RUPTURA**

La memoria U6 (2167, RAM de 8 Kx1) es la memoria de los puntos de ruptura. Esta memoria se encuentra en el mismo campo de memoria del código a emular, por lo que cuando se desea insertar un punto de ruptura en una dirección específica del código, el monitor escribe un '0' en la dirección de la memoria de puntos de ruptura. Cuando el microcontrolador, al estar ejecutando el código, busca la siguiente instrucción de la memoria U4 (en donde se encuentra un punto de ruptura) la salida de la memoria de puntos de ruptura ajusta un "0 lógico" a la entrada del flip-flop tipo D (U9), cuya salida activa la interrupción 1 del MC al darse el pulso de PSEN (al acceder el MC el código). Esta señal es una de las dos posibles entradas a la interrupción externa 1. El monitor distingue el origen de la interrupción y la atiende según sea el caso.

### **3.3.4 ENTRADA/SALIDA EN PARALELO**

El sistema cuenta con 4 puertos paralelos bidireccionales de 8 bits accedidos por medio de los conectores CN3/CN2 y CN5/CN4.

Durante el uso de los puertos P1 y P3 del 80C32BH, disponibles en el conector CN3/CN2, (que cuentan con direccionamiento de bit) se debe tener precaución en el uso de los bits de P3 que son usados por el sistema (RD, WR, RXT, TXD).

Para tener acceso a los puertos A y B del 8155, disponibles en los conectores CN5/CN4, es necesario inicializar el registro de control del 8155.

Las direcciones en donde se encuentran los registros de control y los puertos del 8155 son las siguientes:

Registro de control	6100h
Puerto A	6101h
Puerto B	6102h
Puerto C	6103h

El puerto C del 8155 es inicializado por el monitor como un puerto de salida para ser usado por el sistema para activar las señales de control a la lógica de puntos de ruptura.

Los puertos A y B pueden ser configurados de entrada o salida ajustando en el registro de control la palabra apropiada.

En la tabla 3.2 se indican las palabras de control, las cuales son necesarios ajustar en el registro de control antes de usar los puertos A y B del 8155.

Palabra de control	Puerto A	Puerto B
3Ch	Entrada	Entrada
3Dh	Entrada	Salida
3Eh	Salida	Entrada
3Fh	Salida	Salida

Tabla 3.2. Palabras típicas del registro de control del 8155.

Cuando se opera el sistema de modo monitor, éste ajusta el puerto C como salida y los puertos A y B se encuentran en un modo indefinido. Por ejemplo, para ajustar ambos puertos de salida es necesario escribir la palabra de control 3Fh en la dirección 6100h. Esto se puede hacer con la siguiente secuencia de instrucciones.

```
MOV DPTR, 6100H
```

```
MOV A, 3Fh
```

```
MOVX @DPTR, A
```

## 3.4 OPERACIÓN DEL SISTEMA

### 3.4.1 Modo monitor (terminal)

Para manejar el sistema EMUA-51 en modo monitor se requiere de una terminal RS-232 o un emulador de terminal en una computadora personal.

Las siguientes instrucciones son las que debemos seguir para trabajar en modo monitor:

- Ajustar J3 a modo monitor.
- Instalar adaptador J2-DB25 en el conector J2 (RS-232).
- Ajustar la terminal (o el emulador de terminal) para una comunicación serie a 9600 bps, sin paridad y un bit de paro.
- Energizar el sistema EMUA-51.
- Comandar el monitor mediante el uso de las siguientes teclas especiales:
  - < espacio > mueve el cursor al siguiente byte
  - < enter > mueve el cursor al siguiente bloque
  - < \* > sale del presente comando y envía el prompt "/"

Los comandos soportados por el monitor se encuentran en la tabla 3.3.

Comando	Uso	Notas
C0 dddd	Examinar/modificar código a partir de la localidad dddd.	4
C1 dddd	Enviar código al sistema en formato intel hex.	1
C2 dddd	Extraer código del sistema en formato intel hex.	2
C3 dddd	Igual que C1. Envía el código a la memoria U4.	3
D0 dddd	Examinar/modificar RAM externa y dispositivos mapeados a memorias.	4
D1 dddd	Examinar/modificar recursos internos del microcontrolador (RAM, puertos, reg. de trabajo, etc.).	4, 5
B0 dddd	Limpiar el punto de ruptura de la dirección dddd.	4
B1 dddd	Insertar un punto de ruptura en la dirección dddd.	4
E2 dddd	Ejecutar el programa a partir de la dirección dddd deteniéndose en el próximo punto de ruptura.	4
E3 dddd	Ejecutar el programa paso a paso a partir de la dirección dddd.	
F2 dddd	Ejecutar el programa a plena velocidad deteniéndose al pulsar < espacio > en la terminal del monitor.	4

Tabla 3.3. Comandos del Monitor.

Todos los comandos y parámetros son números en notación hexadecimal.

Por ejemplo para examinar/modificar la memoria externa a partir de la dirección 2000 (hexadecimal): < \* > D0 < espacio > 2000 < enter >.

Notas:

- 1) Se ignora el campo de las direcciones.
- 2) Requiere de dos apuntadores, la dirección inicial y final del bloque a extraer.
- 3) El código es almacenado con un offset de 2000h.
- 4) El campo dddd ajusta la dirección.
- 5) La memoria RAM interna del 8032 se encuentra de 0000 a 00FF. Los registros especiales de trabajo (SFR) se encuentran de la dirección 0100 a la 0107.

### 3.4.2 Modo PC-EMUA51

Se programa en un ambiente amigable de desarrollo para programas de aplicación con el sistema EMUA-51. El programa corre en una computadora IBM-PC/AT o compatible. El programa PC-EMUA51 tiene control sobre la tarjeta de desarrollo/aplicación y despliega 2 ventanas: la ventana de código y la ventana de recursos.

El programa PC-EMUA51 tiene las siguientes opciones:

- *Modificar.* Examinar/modificar SFR, bancos de registros, etc.
- *Puntos de ruptura.* Ajustar, limpiar uno o todos los puntos de ruptura.
- *Ver datos.* Examinar/modificar código, examinar/modificar datos internos y examinar/modificar datos externos.
- *Paso a paso.* Ejecutar el programa paso a paso o por puntos de ruptura.
- *Automático.* Correr el programa paso a paso o por puntos de ruptura automáticamente actualizando en cada ruptura la ventana de recursos.
- *Archivo.* Desplegar un directorio de archivos.
- *Enviar.* Enviar un programa en formato intel hex a la tarjeta EMUA-51, con o sin offset.
- *Pausa.* Ajustar el tiempo entre paso y paso al correr el programa automáticamente.

- *Terminal*. Emulador de terminal para comandar al sistema EMUA-51 por medio de los comandos de la tabla 3.3.

- *Tiempo real*. Ejecutar el programa de aplicación en tiempo real.

### 3.4.3 Modo libre

Para poder operar el sistema EMUA-51 únicamente como un sistema de aplicación (sin ser afectado por el monitor del emulador), se debe realizar lo siguiente:

El código debe ser compilado para iniciar su ejecución a partir de la dirección 0000h.

Enviar el código recompilado al sistema. Dentro del programa PC-EMUA51, ejecutar el procedimiento de enviar el código a la tarjeta con offset o desde una terminal con el comando C3.

Ajustar el conector J3 a modo normal mientras el botón de reset se mantiene pulsado.

El programa correrá sin la intervención del monitor.

### 3.5 Conclusión

El sistema cuenta con el soporte de programación (el programa PC-EMUA51) por lo que el desarrollo de algún sistema basado en el sistema EMUA-51 es rápido y cuenta con el soporte de tarjetas de expansión (memoria, manejadores de LCDs, convertidores A/D y D/A, etc.) por ser compatible con el ducto Z8.

Los sistemas basados en esta tarjeta se han desarrollado en el Observatorio Astronómico Nacional con bastante éxito (control de la cúpula del telescopio de 0.84m, módulo de seguridad de la consola del telescopio, secuenciadores para CCDs y en pruebas en el guñador del telescopio de 1.5m, etc.).

Con todo lo que se explicó anteriormente, el sistema EMUA-51 resulta factible para lo que se piensa aplicar.

Para ver más detalles de dicho sistema, favor de referirse al Apéndice A de este libro.

---

---

## CAPITULO 4

# CIRCUITERÍA AUXILIAR, MANEJO DE LOS SUMINISTROS DE ENERGÍA Y APAGADO DE LOS SERVIDORES

### 4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va analizar el diseño que se siguió para controlar todo el conjunto de elementos que van a integrar el SISTEMA DE RESPALDO (moto-generador, SPI, EMUA-51 y servidores), en el diagrama de la figura 4.1 se muestra como están comunicados o interconectados estos elementos[4][14].

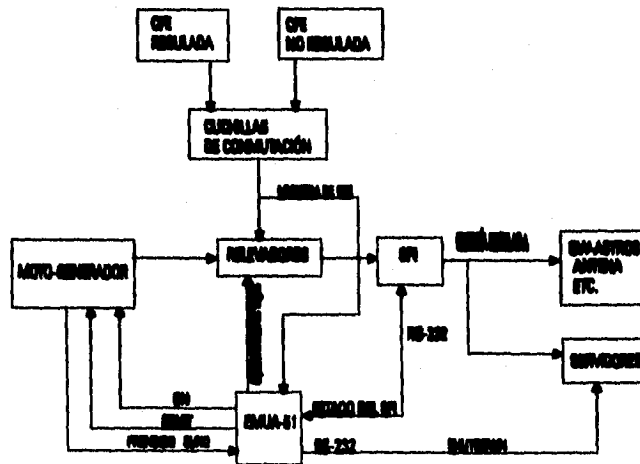


Figura 4.1. Diagrama del sistema de respaldo.

## 4.2 CONMUTACIÓN MANUAL DE CFE REGULADA A CFE NO REGULADA

En el Instituto de Astronomía existe ya un Sistema de Potencia Ininterrumpible de Gran Capacidad, el cual respalda a nuestros Servidores Principales, al nodo GW-ASTROS y al sistema de antena satelital. En ocasiones el Sistema de Potencia Ininterrumpible de Gran Capacidad ha fallado, provocando que todo lo que respalda se apague; esto trae consigo que las comunicaciones hacia fuera e internas no existan, otro detalle que se presenta es que cuando en alguna de las fases de dicho sistema se presente una sobrecarga se abra un breaker, el cual no permite que siga suministrando la potencia que necesita todo nuestro sistema y se pierdan de nuevo las comunicaciones al exterior e interior. Por lo tanto existen en este caso dos fuentes de alimentación:

1. **CFE REGULADA**, la energía que es suministrada por la Compañía Federal de Electricidad es regulada por el Sistema de Potencia Ininterrumpible de Gran Capacidad la cual al final es entregada a nuestra carga.

2. **CFE NO REGULADA**, ésta es suministrada por la Compañía Federal de Electricidad y no pasa por ningún medio de regulación, este tipo de energía alimenta a carga que no necesita tener una alta calidad de regulación de la energía eléctrica (lámparas, ventiladores, etc.).

Si por alguna razón el Sistema de Potencia Ininterrumpible de Gran Capacidad fallara pero existiera CFE NO REGULADA se puede realizar un cambio de suministro vía manual, lo que se realiza por medio de un sistema de cuchillas de tres polos, dos tiros. La figura 4.2 nos muestra como se realiza esto.

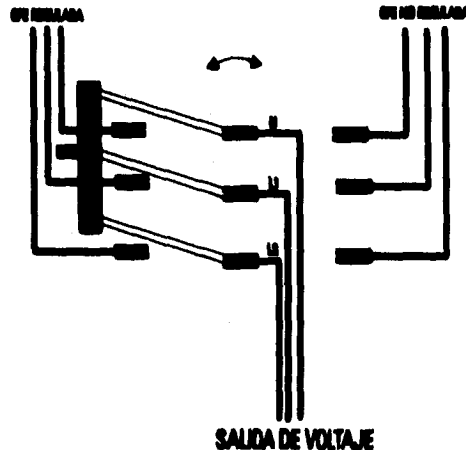


Figura 4.2. Cuchillas de conmutación de CFE REGULADA hacia CFE NO REGULADA.

En este punto hay que tener en cuenta que la energía que viene directamente de CFE pasa a ser regulada por el SPI y de ahí hacia nuestra carga.

### **4.3 FUNCIONES DEL SISTEMA DE RESPALDO**

El sistema de respaldo debe realizar las siguientes funciones para que la carga nunca pierda el suministro de energía, pero cuando no se pueda seguir suministrando ésta se procede a mandar la señal[11] para que se realice un shutdown en cada servidor y el demás equipo se apagará.

- Estar censando constantemente una posible falla de CFE REGULADA.
- Prender y apagar el moto-generador.
- Monitorear el estado del SPI.
- Realizar la conmutación de alimentación de CFE REGULADA y moto-generador.
- Estar censando cuando la falla de CFE REGULADA desapareció y regresar todo a su estado normal.
- En caso de que la falla de CFE REGULADA se prolongue más de 7 horas el SISTEMA DE RESPALDO tendrá que avisar a los servidores para que realicen un shutdown y a continuación apagar el SPI.
- En caso de que CFE REGULADA no aparezca pero CFE NO REGULADA esté presente se tendrá que realizar la conmutación manualmente por medio de unas cuchillas.

El responsable que se va a encargar de que todas estas funciones se realicen adecuadamente es la tarjeta controladora EMUA-51 y en un momento dado alguna persona para que realice la conmutación manualmente.

En la figura 4.3 se muestra la circuitería auxiliar y el sistema de relevadores que realizarán lo siguiente: alimentar nuestro sistema EMUA-51, activar el sistema de relevadores tanto para prender el moto-generador y como apagarlo, estar censando cuando falla CFE REGULADA y cuando regresa, también sobre este circuito se localiza la interface para comunicarse entre el SPI y el EMUA-51, así como para comunicarse entre el sistema EMUA-51 y los servidores[2].



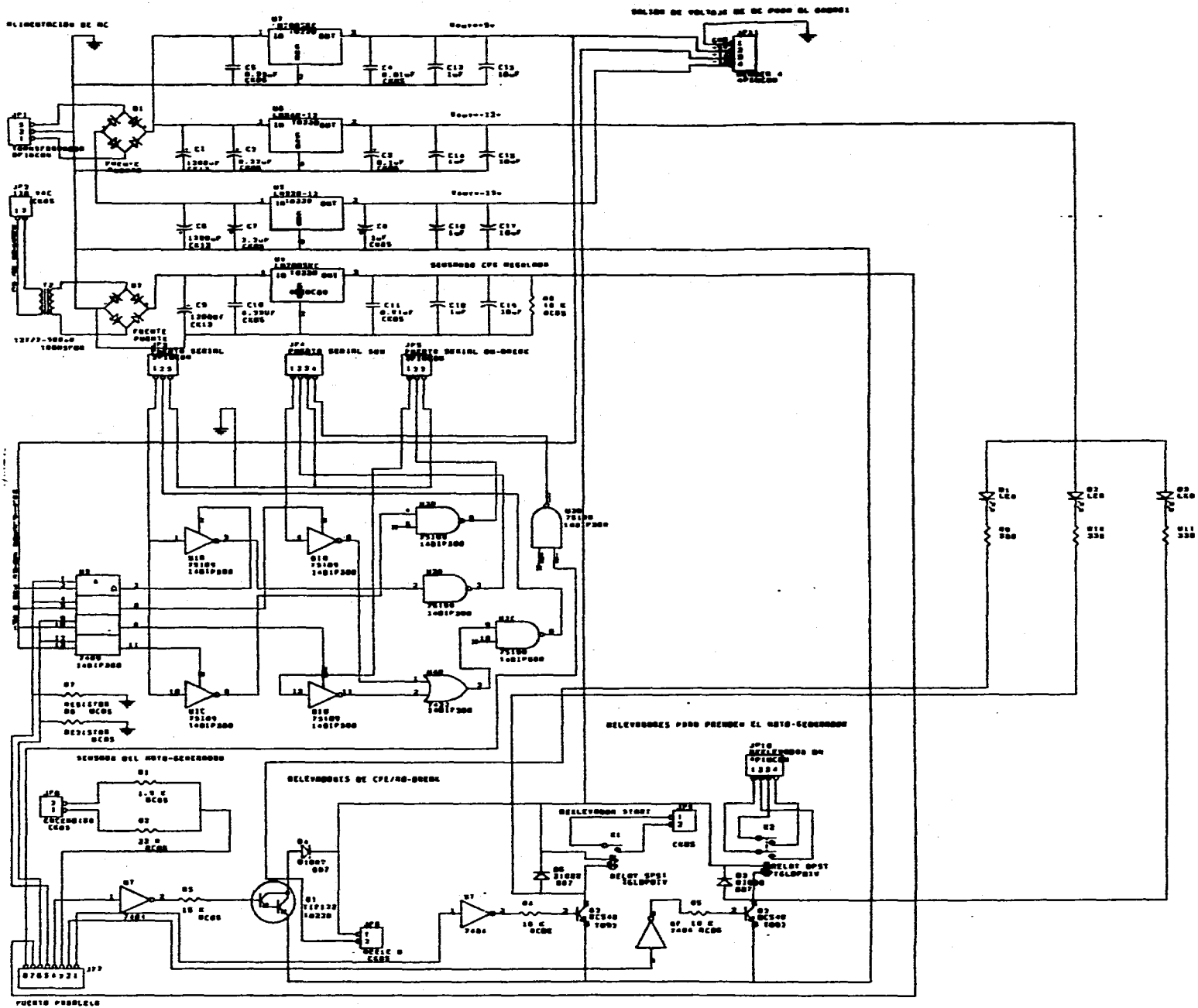


Figura 4.3. Diagrama electrónico de la circuitería auxiliar para el sistema de respaldo.

A continuación se explicará como se van a realizar todas estas tareas.

#### 4.4 FUENTE DE ALIMENTACIÓN (EMUA-51)

El circuito que alimentará la energía eléctrica al sistema EMUA-51 es el siguiente:

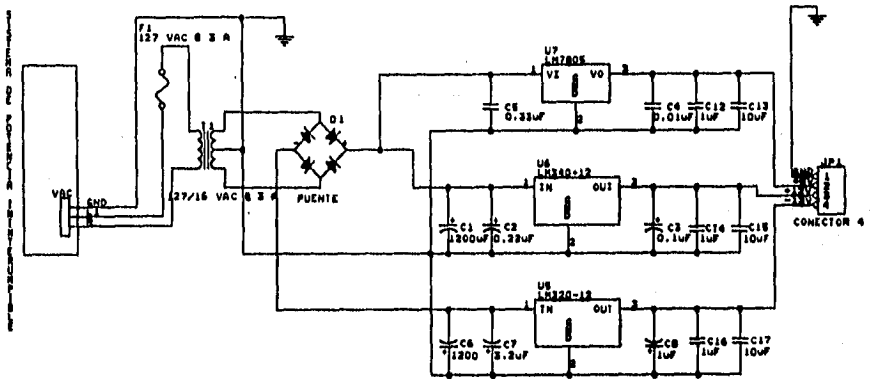


Figura 4.4. Fuente de alimentación de +12, -12, +5 y 0 volts.

El sistema EMUA-51 necesita para funcionar correctamente tres voltajes que deben estar regulados, los cuales son +12, -12, +5 y 0 VDC.

Nuestra fuente de alimentación de DC se va alimentar de una fuente de 120 VAC, el cual se obtiene del SPI, con esto evitamos que si CFE REGULADA falla, nuestro sistema EMUA-51 deje de funcionar. Después, el voltaje de 120 VAC entra a un transformador el cual reduce este voltaje a 15 VAC y entrega una corriente máxima de 3A, este voltaje reducido se pasa a través de un rectificador de onda completa, dándonos un voltaje de DC, éste a su vez pasa a través de tres reguladores de voltaje ( la conexión de los reguladores se puede apreciar en la figura 4.4 ), los que nos van a entregar los voltajes de +12, -12, +5 y 0 VDC regulados.

#### 4.5 CENSANDO CFE REGULADA

El circuito que se encarga de estar censando cuando CFE REGULADA ha fallado es el siguiente:

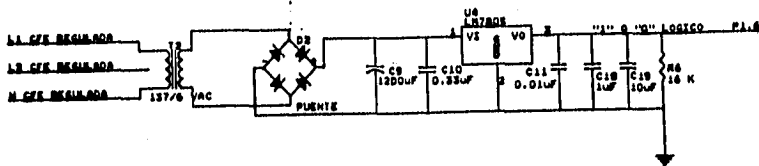


Figura 4.5. Censor de CFE REGULADA.

Para censar si hay alimentación de CFE REGULADA, se muestrea constantemente el voltaje de 120 VAC de una fase, este voltaje va alimentar a un transformador para obtener un voltaje a la salida de 6 VAC, el cual pasa a través de un rectificador de onda completa, después se regulará y a la salida se obtendrá un voltaje regulado de 5 VDC, dicho voltaje servirá como un "1" lógico para ser leído por el puerto paralelo P1.6, este "1" lógico indica al sistema de que existe CFE REGULADA y que el sistema EMUA-51 no mande a prender el moto-generador, en caso de que exista un "0" lógico, es decir, que a la salida del regulador se obtiene un voltaje de 0 VDC, se entiende que CFE REGULADA falló y que se debe prender el moto-generador.

#### 4.6 ENCENDIDO Y APAGADO DEL MOTO-GENERADOR

Los circuitos de las figuras 4.6. y 4.7. nos muestran como los relevadores y el moto-generador se comunican para poder realizar las tareas de prender, apagar y censar cuando el moto-generador ya arrancó.

Para prender el moto-generador vía control remoto se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se manda un "0" lógico por el puerto paralelo P1.1 o sea 0 VDC, este voltaje pasa a través de un inversor el cual cambia el "0" a "1" lógico, con esto se manda al transistor Q3 a saturación, el embobinado del relevador k2 empieza a conducir, lo que abre las conexiones para generar un ON de encendido del motor.

2. A continuación se manda un "0" lógico por el puerto paralelo P1.0 o sea 0 VDC con duración de 4 segundos, este voltaje pasa antes por un inversor el cual cambia de "0" a "1" lógico, lo que provoca que el transistor Q2 se sature, el embobinado del relevador k1 empieza a conducir, dicho relevador tiene la función de generar el START de encendido del motor. Como se dijo anteriormente este "0" lógico dura 4 segundos porque después se manda un "1" lógico por el puerto paralelo P1.0, lo que manda al relevador k2 a su estado inicial.

3. Una vez que se activaron el ON y el START hay que verificar si el motor prendió, esto se realiza por medio de un circuito divisor de voltaje sobre el que tomaremos una muestra de voltaje, este voltaje debe ser de 5 VDC ("1" lógico) aproximadamente y nos indicará que el motor ya prendió cuando esto sucede se realiza la conmutación de alimentación de CFE REGULADA hacia la alimentación vía moto-generador, en caso de que no exista este voltaje, es decir 0 VDC ("0" lógico) se esperará aproximadamente 2 minutos para volver a realizar los procedimientos anteriores, antes hay que mandar un "1" lógico vía el puerto paralelo P1.1, con esto mandamos a corte el transistor Q3, con lo cual vuelve a su estado inicial el relevador k2. El censado de este pulso "1" lógico se realiza mediante el puerto paralelo P1.2.

En caso de que no prenda el motor después de repetir 5 veces los procedimientos anteriores se esperan 3 minutos y se vuelven a realizar los pasos anteriores.

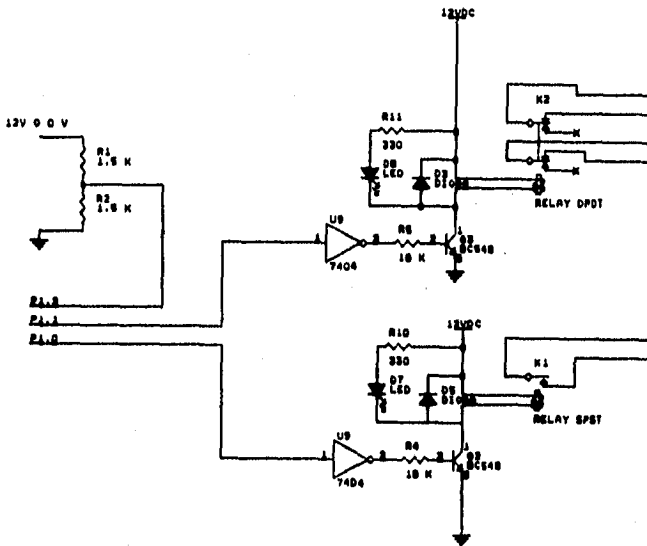


Figura 4.6. Circuito que muestra más detalladamente la parte para arrancar automáticamente el moto-generador.

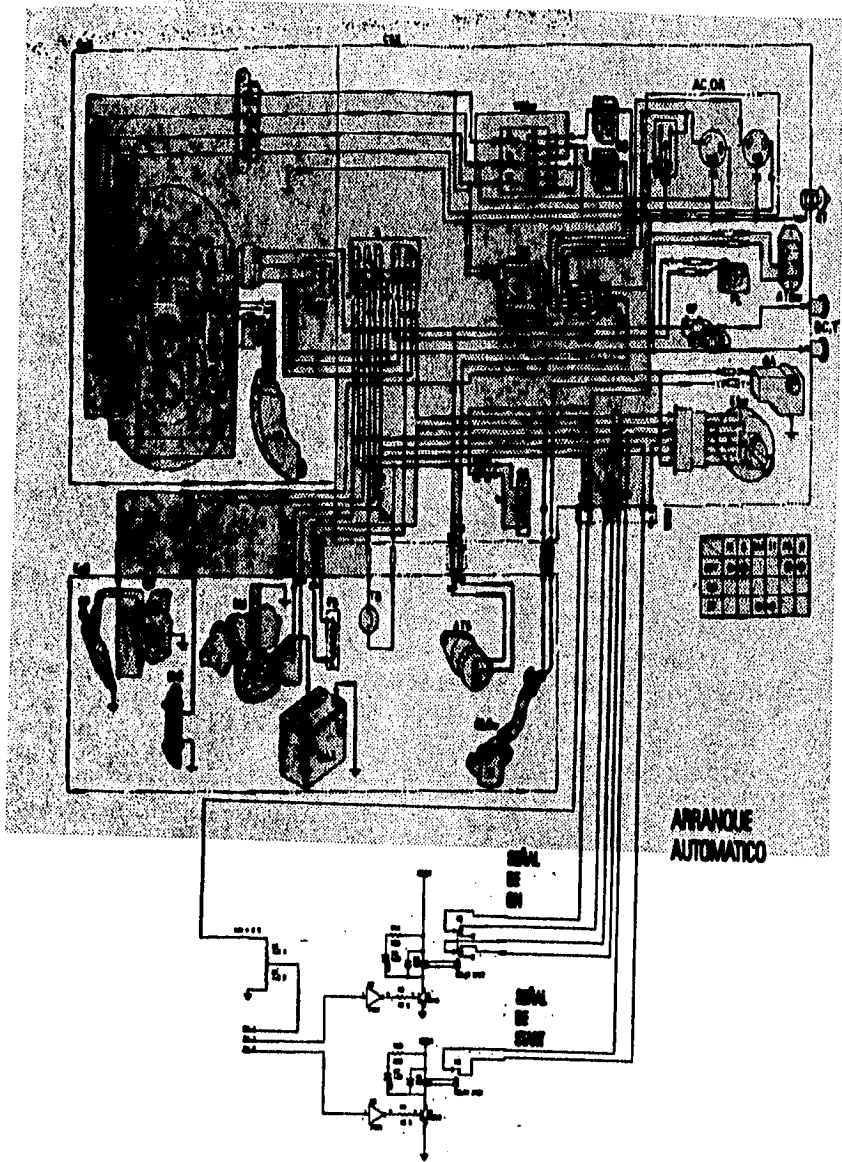


Figura 4.7. Circuito para arrancar el moto-generator y censar cuando ya arrancó, mostrando también la conexión con el moto-generator.

#### 4.7 MULTIPLEXIÓN DE COMUNICACIÓN ENTRE EL EMUA-51 Y EL SPI O LOS SERVIDORES.

Como dentro de nuestro sistema EMUA-51 existen dos puertos seriales y viendo la necesidad de necesitar un tercer puerto serial, se diseñó un circuito para encargarse de multiplexar un puerto serial, lo que nos permite tener la comunicación entre el EMUA-51 y el SPI o los servidores *danson* y *soledad* con el sistema EMUA-51. Entonces esto quiere decir que existen tres comunicaciones:

1. El programa se simulará desde una computadora teniendo una comunicación serial de la computadora personal y el sistema EMUA-51, con lo que se verifica si el programa corre adecuadamente, antes de grabarlo en una memoria EPROM, que tendrá el conjunto de instrucciones que realizarán las tareas de respaldo.

2. Una comunicación, vía serial, del sistema EMUA-51 hacia el SPI para monitorear el estado del SPI.

3. Una comunicación, vía serial, del sistema EMUA-51 hacia los servidores *danson* y *soledad*, para mandarles la señal de que realicen un shutdown.

En la figura 4.8 se muestra el circuito encargado de las tareas de poder permitir la comunicación serial.

El circuito de la figura 4.8 realiza la multiplexión, para poder tener una comunicación serial entre el sistema EMUA-51 y el puerto serial del SPI, para esto se manda por el puerto paralelo los siguientes estados:

P1.4    0 lógico

P1.5    1 lógico

Con estos estados se activa la comunicación y podemos leer el estado del SPI.

Para lograr la comunicación del sistema EMUA-51 y los servidores *danson* y *soledad*(3) se manda por el puerto paralelo los siguientes estados:

P1.4    1 lógico

P1.5    0 lógico

Con estos estados se activa la comunicación y podemos mandar la señal de shutdown a los servidores.

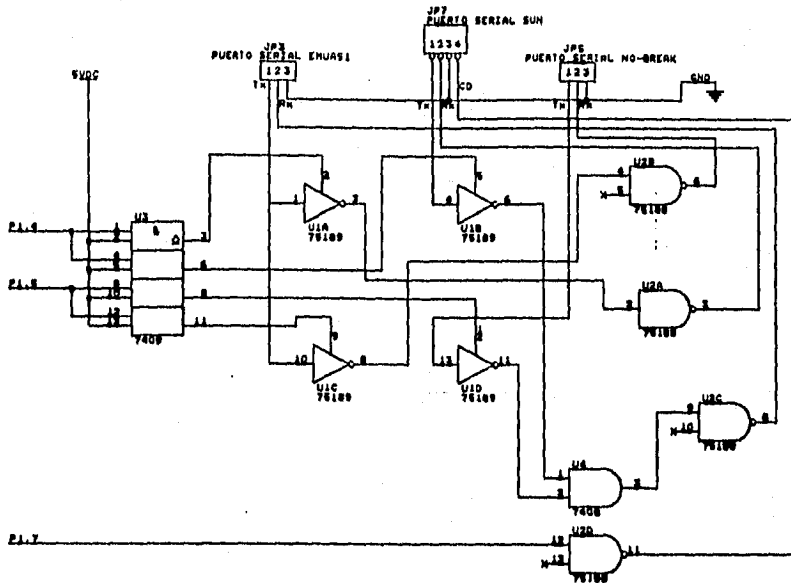


Figura 4.8. Circuito encargado para realizar la comunicación serial con el sistema EMUA-51 y el SPI o el sistema EMUA-51 y los servidores.

#### 4.8 MONITOREO DEL ESTADO DEL SPI Y ENVIO DE LA SEÑAL DE SHUTDOWN A LOS SERVIDORES Y AL SPI

Para saber en que condiciones se encuentra el SPI se realizan los siguientes pasos:

1. Mandar un "1" lógico por el puerto paralelo P1.5 y también mandar un "0" lógico por el puerto paralelo P1.4.
2. Mandar por el puerto serial (Tx) del sistema EMUA-51 la palabra DM (44 y 4D que está en código hexadecimal); esta palabra habilita al SPI para que regrese un byte que contiene el estado de como se encuentra el SPI.
3. Recibir el estado por el puerto serial (Sx) del sistema EMUA-51 y analizar en que estado se encuentra el SPI es decir, ver el bit 0 del byte que se recibió, si este bit es igual a "1" lógico significa que al SPI le restan 15 minutos de respaldo, con esto se procede a mandar la señal de *shutdown* a los servidores, en caso de que el bit 0 es un "0" lógico se procede a tratar de prender el moto-generator y estar censando si la falla de CFE REGULADA desapareció.

Para mandar la señal para realizar un shutdown a los servidores y al SPI se realizan los siguientes pasos:

1. En caso de que el bit 0 fue un "1" lógico se manda un "1" lógico por el puerto paralelo P1.4 y después se manda un "0" lógico por el puerto paralelo P1.5.

2. A continuación se manda por el puerto paralelo P1.7 un "0" lógico (señal de CD), la cual se convierte después a una señal serial, esta señal llega al pin 7 del puerto serial, la que es común para los puertos seriales de los servidores.

3. Después se manda un "1" lógico por el puerto paralelo P1.5 y a continuación se manda un "0" lógico por el puerto paralelo P1.4.

4. Se espera un tiempo de 6 minutos para después mandar por medio del puerto serial (TX) del EMUA-51 la palabra de TURN OFF UPS (54, 55, 52, 4E, 20, 4F, 46, 46, 20, 55, 50, 53) con esta palabra el SPI se apagará automáticamente. Este paso trae consigo que también el EMUA-51 se apague.

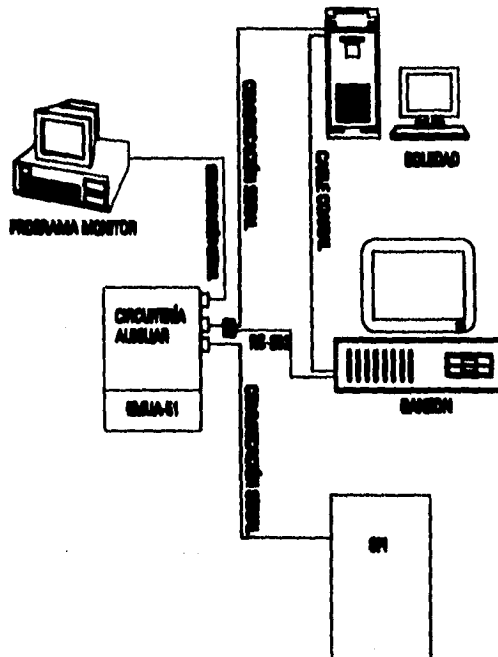


Figura 4.9. Diagrama de comunicación serial.



#### 4.9 CAMBIO DE ALIMENTACION DE CFE REGULADA HACIA MOTO-GENERADOR (CFE REGULADA NO EXISTE)

Una vez que la energía suministrada por CFE REGULADA desaparece, se prende el moto-generador, ya que se verificó que el moto-generador está prendido se procede a realizar un cambio de suministro de energía, por medio del relevador k3; para realizar el cambio se manda un "0" lógico por el puerto paralelo P1.3, dicho "0" pasa a través de un inversor el cual lo cambia a "1" lógico, con esto se manda a saturación el tip 122 (Q1), esto activa el relevador k3 el cual va a cambiar el suministro de energía vía el moto-generador.

El siguiente circuito nos muestra lo anterior.

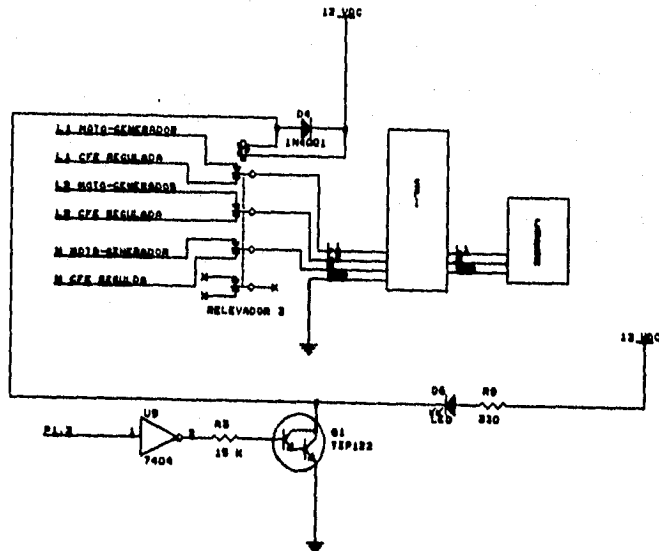


Figura 4.10. Circuito electrónico para realizar la conmutación de alimentación de CFE REGULADA y moto-generador.

#### **4.10 REESTABLECIENDO EL SISTEMA A SU ESTADO NORMAL ( CFE REGULADA EXISTE)**

Una vez que CFE REGULADA regresa, se presenta un "1" lógico a la entrada del puerto paralelo P1.6, con el cual el sistema EMUA-51 manda apagar al moto-generador, esto se realiza mandando por el puerto paralelo P1.1 un "1" lógico el cual después pasa por un inversor, este lo cambia a "0" lógico, con este "0" se manda a corte el transistor Q3 y se desactiva el relevador k2, desactivando el estado de ON, con esto se apaga el moto-generador, con lo cual pasa el SPI a respaldarnos momentáneamente, a continuación se manda un "1" lógico por el puerto paralelo P1.3, este "1" pasa a través de un inversor el cual se cambia a un "0" lógico, con lo cual mandamos al tip Q1 a corte y el relevador k3 se desactiva, esto permite que ahora el suministro de la energía eléctrica sea de CFE REGULADA.

---

## CAPITULO 5

---

# PROGRAMA ENSAMBLADOR PARA EL SISTEMA EMUA-51

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el funcionamiento del programa (fuente) *respaldo.asm* hecho para el microcontrolador 80C32BH que está contenido en el sistema EMUA-51; el programa fuente se realizó en lenguaje *ensamblador*<sup>10</sup> para la familia de controladores MCS51. El programa (fuente) *respaldo.asm* se va a encargar de que se realicen algunas tareas, tales como:

Prender el moto-generador.

Censar cuando falla CFE REGULADA.

Realizar la conmutación entre CFE REGULADA y MOTO-GENERADOR.

etc.

Al final del capítulo se presenta el programa (fuente) *respaldo.asm*.

### 5.2 TAREAS QUE REALIZA EL PROGRAMA *respaldo.asm*

Una vez que se tiene la circuitería auxiliar, la cual nos va a permitir realizar las tareas del sistema de respaldo se procede a elaborar el programa que va a estar corriendo en forma permanente en el sistema EMUA-51, dicho programa fue muy fácil de desarrollar, ya que como se leyó en el

---

<sup>10</sup> El lenguaje ensamblador reúne un conjunto de instrucciones hechas para programar un microcontrolador.

capítulo 3 se contó con un programa monitor el cual permite correr el programa *respaldo.asm* desde una computadora personal, lográndose por medio de una comunicación serial entre el sistema EMUA-51 y la misma. El programa monitor permite estar corriendo el programa *respaldo.asm* paso a paso o en tiempo real dentro del sistema EMUA-51, lo que fue de gran utilidad porque se pudieron observar que algunas instrucciones del programa original no funcionaban correctamente y a continuación se procedía a corregir estas instrucciones. Después de que se terminó de realizar el programa final se procedió a correrlo en tiempo real con ayuda del programa monitor, una vez que se confirmó que el programa funcionaba correctamente se procedió a grabar el programa en una memoria EPROM y a continuación se configuró el sistema EMUA-51 para que corriera el programa *respaldo.asm* de la memoria EPROM en forma permanente. Para configurar el sistema EMUA-51 consultar el capítulo 3.

A continuación se menciona el funcionamiento del programa *respaldo.asm*.

1. Desactiva la señal de shutdown para los servidores.
2. Activa la comunicación serial entre el sistema EMUA-51 y SPI.
3. Se verifica si existe CFE REGULADA, en caso de que no existiera se pasa al punto 5, en caso contrario se pasa al siguiente punto.
4. Regresa al paso número 3.
5. Almacena en el acumulador un 4.
6. Duerme el programa 10 segundos.
7. Activa la señal de ON para el moto-generador.
8. Duerme el programa 5 segundos.
9. Activa la señal de START para el moto-generador.
10. Duerme el programa 10 segundos.
11. Desactiva la señal de START del moto-generador.
12. Duerme el programa 45 segundos.
13. Verifica si existe CFE REGULADA, en caso de que no existiera se salta al punto 17, pero si existe se continúa con el siguiente punto.
14. Desactiva la señal de ON para el moto-generador.
15. Desactiva la señal de shutdown para los servidores.
16. Pasa al punto 1.

17. Verifica si prendió el moto-generador, si esto fue correcto se salta al punto 27, en caso contrario se pasa al punto siguiente.
18. Desactiva la señal de ON para el moto-generador.
19. Decrementa el acumulador en 1.
20. Si el acumulador es igual a cero se pasa al punto 33, de no ser así se pasa al siguiente punto.
21. Almacena el valor del acumulador en el registro R6.
22. Llama a la rutina para leer el estado del SPI y en caso de que a las baterías del SPI le queden 15 minutos de respaldo se manda la señal de shutdown (Nivel bajo P1.7), en caso contrario se pasa al siguiente punto.
23. Copia el valor del registro R6 hacia el acumulador.
24. Verifica si existe CFE REGULADA y se continua con el siguiente punto, en caso de que no existiera se salta al punto 26.
25. Pasar al punto 1.
26. Pasar al punto 6.
27. Activar los relevadores para tomar la energía eléctrica vía el moto-generador.
28. Verifica si CFE REGULADA ha regresado se pasa al punto 30, en caso contrario se pasa al punto 29.
29. Pasar al punto 28.
30. Desactiva la señal ON para el moto-generador.
31. Duerme el programa 8 segundos.
32. Desactivar los relevadores para tomar la energía eléctrica vía CFE REGULADA.
33. Duerme el programa 8 segundos.
34. Pasar al punto 1.

### **5.3 PROGRAMA *respaldo.asm* (fuente)**

En el Apéndice C se puede consultar el set de instrucciones que se utilizaron para desarrollar el programa *respaldo.asm*.

A continuación se muestra el programa respaldo.asm.

```
DEFSEG SEGABS,ABSOLUTE
SEG SEGABS
ORG 0000H
VELSER EQU 0E8H
```

; ESPECIFICACION DE LOS BITS DEL PUERTO PARALELO 1

```
: P1.0 START
: P1.1 ON
: P1.2 SENSА MOTOR
: P1.3 CFB-GEN
: P1.4 MULTIPLEXAR
: P1.5 MULTIPLEXAR
: P1.6 SENSА CFE
: P1.7 SEÑAL DE SHUTDOWN
```

LJMP LOU ; salto al programa principal

; INICIA RUTINA DE TIEMPO

```
TIEMPO: MOV R0,#0FFH
ESPERA: MOV R1,#0FFH
        MOV R2,#0FFH
        MOV R3,#0FFH
        MOV R4,#0FFH
        MOV R5,#0FFH
MOMENT: DJNZ R3,MOMENT
MOMEN:  DJNZ R4,MOMEN
MOMENTA: DJNZ R3,MOMENTA
MOM:    DJNZ R2,MOM
WAITT:  DJNZ R1,WAITT
        DJNZ R0,ESPERA
        RET
```

; TERMINA RUTINA DE TIEMPO

; INICIA RUTINA DE LECTURA DEL ESTADO DEL NO-BREAK

```
SERIAL: MOV PCON,#0B0H
        MOV TMOB,#020H
        MOV TH1,#VELSER
        CLR ES
        SETB TR1
        MOV SCON,#070H
        MOV SBUF,#00H
        CLR TI
        CLR A
```

PEDIR: JNB TI,PEDIR  
CLR TI  
MOV SBUF,#56H ; MODO DE ENVIO CONTINUO  
PEDIR1: JNB TI,PEDIR1  
CLR TI  
MOV SBUF,#4DH  
RECIBIO: JNB RI,RECIBIO  
CLR RI  
MOV A,SBUF  
JB ACC.0,SHOT  
LJMP BRINCA

; TERMINA: RUTINA DEL ESTADO DEL NO-BREAK

; INICIA: RUTINA DE LA SE&AL DE SHUTDOWN PARA EL SEVIDOR Y EL NO-BREAK

SHOT: SETB P1.4  
CLR P1.5

CLR P1.7 ; SE&AL DE SHUTDOWN PARA LOS SERVIDORES

ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO

SETB P1.5  
CLR P1.4

JNB P1.6,SALTO  
SETB P1.7  
LJMP BRINCA  
SALTO: ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO

ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO

AQUI: MOV DPTR,#BOOT  
CLR A  
MOVC A,@A+DPTR  
JZ BRINCA

SEND: JNB TI,SEND  
CLR TI  
MOV SBUF,A  
INC DPTR  
JMP AQUI

BRINCA: LJMP VAA

; FIN: RUTINA DE LA SE&AL DE SHUTDOWN PARA EL SERVIDOR Y EL NO-BREAK

; INICIA: PROGRAMA PRINCIPAL

LOU: SETB P1.7  
CLR P1.4  
SETB P1.5

LOOK: JNB P1.6,RESPA  
LJMP LOOK

;

RESPA: MOV ACC,#04H  
RESPALDO: ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
CLR P1.1 ; PRENDE ON MOTO  
ACALL TIEMPO  
CLR P1.0 ; START DE MOTO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
SETB P1.0

;

ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO



```

ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO
ACALL TIEMPO

```

```

JNB P1.6,SALTO1
SETB P1.1
SETB P1.7
LJMP LOU
SALTO1: JB P1.2,CONTINUA
:
:
:
      SETB P1.1
      DEC ACC
      JZ LABEL
:
      MOV R6,ACC
      LJMP SERIAL ; RUTINA DEL PUERTO SERIAL DE NO-BREAK Y SUN
VAA:   MOV ACC,R6
      JNB P1.6,UNAMAS
      LJMP LOU
:
UNAMAS: LJMP RESPALDO

CONTINUA: CLR P1.3 ; SE CAMBIA DE CFE A GENERADOR
:
CHECA:   JB P1.6,APAGAR
        JMP CHECA
:
APAGAR:  SETB P1.1

```

ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO

SETB P1.3  
LABEL: ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
ACALL TIEMPO  
LJMP LOU

:

BOOT DB 54H,55H,52H,4EH,20H,4FH,46H,46H,20H,55H,50H,53H,00H  
END

; TERMINA: PROGRAMA PRINCIPAL

---

## CAPITULO 6

---

# IMPLEMENTACIÓN DEL DEMONIO UPS

## 6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el programa que realiza el *shutdown* a cada una de las estaciones de trabajo (servidores), el nombre del programa es *ups*. Dado que este programa es un *proceso demon* (demonio)[1][16], se define lo que es un demonio y se dan algunos ejemplos. Se muestra la forma en que opera el programa *ups*, se mencionan las configuraciones que se le deben realizar a los archivos */etc/rc.local* y */etc/ttyd* de cada servidor para que el programa *ups* se instale adecuadamente, también se da la configuración mínima que debe tener el cable serial para conectar los servidores con el sistema EMUA-51.

## 6.2 DEMONIO

Un demonio es un programa que automáticamente permite realizar tareas repetitivas, los cuales por lo regular viven por un largo tiempo. Estos programas frecuentemente se ejecutan cuando la estación de trabajo se inicializa y terminan cuando el sistema realiza un *shutdown*.

Los demonios pueden ser escritos por algún usuario y ejecutados periódicamente vía la terminal o por el programa *cron*<sup>11</sup>, también se pueden ejecutar demonios cuando se inicia una sesión (.login).

Algunos demonios están ejecutándose constantemente, esperando algún evento importante para realizar alguna acción. Como ejemplo de éstos, tenemos el programa *cron* y el programa *sendmail*<sup>12</sup>.

Otros demonios son ejecutados periódicamente y terminados después de completar su tarea. Como ejemplo tenemos los programas *ftp*<sup>13</sup> y *inetd*<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup> Ejecuta programas en determinado tiempo.

<sup>12</sup> Este programa lista los mensajes del correo.

<sup>13</sup> Este programa permite transferir datos.

Características principales de los demonios:

1. Los demonios son inmunes a correr en background, teniendo el control de Entrada/Salida.
2. Los demonios tiene la característica que cierran los archivos de Entrada/Salida tanto de datos como de errores.
3. Los demonios se desasocian de su programa original y de su terminal de control.

### 6.3 PROGRAMAS PARA LA COMUNICACIÓN DEL PUERTO SERIAL

Al inicio de este proyecto se pensó en utilizar un programa que pudiera leer una cadena de caracteres del puerto de cada servidor, una vez que se estuvieran leyendo estos caracteres se mandaban guardar hacia un archivo, después otro programa se encargaría de checar si la cadena recibida es "apagar los servidores", si al checar la cadena de caracteres fue correcto se procede a realizar el shutdown en cada uno de los servidores; el shutdown se realiza primero en el servidor soledad, concluido éste se procede a realizar otro en danzon. Algunos de los programas que se probaron para esta tarea fueron el TIP y KERMIT, cada uno de estos programas permiten tener comunicación con el puerto serial, también nos permite leer la cadena de caracteres sin ningún problema, la desventaja que presentaron ambos programas es que al correrlos en background tienden a saturar el sistema y con esto se satura el CPU del servidor que no está dentro de los alcances de esta tesis, viendo que esto sucede se optó por buscar información sobre programas que funcionaran como demonio y pudieran realizar la tarea de ejecutar un shutdown en una estación de trabajo. Se logró obtener información de programas que corren como demonios y están encaminados a realizar un shutdown en la estación de trabajo que lo tengan instalado, dichos programas se pueden consultar en la siguiente dirección de internet:

*FTP navigator.jpl.nasa.gov (128.149.23.82)*

Los programas que se obtuvieron se analizaron para saber en que nos podrían servir, con ayuda de éstos se desarrolló el programa *ups.c*[15]. El programa *ups.c* tiene la tarea de checar la señal del puerto serial */etc/ttya*, la señal le indica al programa que realice un shutdown, además este programa chequea la señal durante tres veces y en caso de que persista se realiza el shutdown, el programa también manda mensajes a la consola de la estación de trabajo para indicar el estado del programa, la principal característica del programa es que es un demonio. El programa *ups.c* está hecho en lenguaje C que viene dentro del sistema operativo SunOS 4.1.3; el programa fuente *ups.c* se puede consultar al final del capítulo.

Cada servidor debe tener corriendo el programa *ups* en forma permanente. Dicho programa tiene la característica de que se pueden modificar algunas variables del mismo, como son: directorio donde se localiza el comando shutdown, tiempo para checar la señal de shutdown y de qué puerto serial se va a conear la señal de shutdown. Antes de ejecutar el programa *ups* se debe tener habilitado el puerto serial (*/etc/ttya*) que se va a utilizar, para posteriormente ejecutar el programa *ups*. Por

---

<sup>14</sup> Este programa permite realizar una sesión remota.

último se debe configurar el archivo `/etc/rc.local`, más adelante se mencionará como configurar estos archivos.

El programa `ups` tiene la propiedad de que si está activado el puerto serial[11] ( la señal CD está presente ), el programa censa esto como la señal para realizar el shutdown, cuando el puerto serial no está activado ( la señal de CD no está presente ), esto implica que no está habilitada la señal de shutdown. El programa está corriendo siempre y censando la señal del puerto serial en forma permanente.

El programa `ups` se aconseja que se instale en el directorio `/etc`.

## 6.4 CONFIGURACIÓN DEL CABLE SERIAL PARA CONECTAR LOS SERVIDORES Y EL SISTEMA EMUA-51

Todos las estaciones de trabajo Sun tienen un puerto serial RS-232-C con las convenciones estándares de cableado, y las convenciones del RS-423 para su comunicación. Se pueden conectar módem, terminales, impresoras, graficadores, o algún otro dispositivo serial que acepte el señalamiento RS-423 hacia el equipo a conectar. Todos los puertos seriales de los equipos Sun están alambrados para tener un DTE - equipo terminal de datos -. Esto significa que el dato a transmitir del puerto sale por el pin 2 y se recibe por el pin 3 del periférico. Para conectar a la estación de trabajo Sun directamente con una terminal, módem, impresora, computadora u otro equipo terminal de datos, se debe usar un cable estándar (null modem) el cual cruce las líneas 2 y 3, con esto habilita la conexión apropiada del otro extremo del conector. En este caso el sistema EMUA-51 se va a comunicar con el servidor mediante el puerto serial `/etc/ttya`.

El siguiente dibujo muestra la configuración básica que debe tener el cable para conectar el servidor y el sistema EMUA-51.

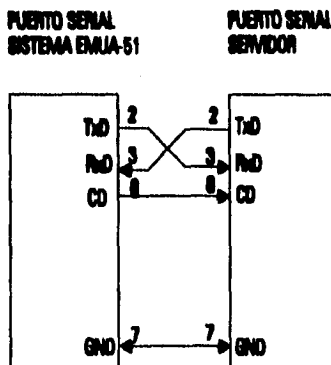


Figura 6.1. Configuración de la Interface serial para comunicar a los servidores con el sistema EMUA-51.

Los pines importantes que deben estar conectadas y que son la clave para mandar la señal de shutdown a los servidores son:

Pata 7 GND

Pata 8 CD

La característica importante del pin 8 es que activa el puerto serial o lo desactiva, para mayores detalles del funcionamiento del puerto serial consultar el Apéndice C.

Cuando se haya conectado el sistema EMUA-51 al puerto serial de la estación de trabajo, se debe estar seguro de que el cable que conecta a la estación de trabajo y el sistema EMUA-51 esté apropiadamente instalado, ya que se puede realizar un shutdown inesperado.

## 6.5 CONFIGURACIONES A REALIZAR EN LOS SERVIDORES

Como el programa ups utiliza el puerto serial ttya del servidor y además se desea que cada vez que se inicialice el servidor se arranque el demonio ups, para esto se deben modificar los archivos /etc/ttytab y el archivo /etc/rc.local, estas configuraciones las realiza solamente el administrador de la red. Cada uno de estos archivos se explican a continuación:

### 6.5.1 MODIFICANDO EL ARCHIVO /etc/ttytab

El sistema operativo SunOS necesita un archivo especial en el directorio /dev para comunicarse con cualquier dispositivo. Para un puerto serial, este es conocido como /dev/ttya ó /dev/ttyb. A continuación se necesita editar el archivo /etc/ttytab, este archivo le informa al sistema acerca de nuestro periférico instalado en el puerto serial ttya ó ttyb. Este archivo es leído por el proceso *init* y especifica cual puerto serial será activado.

La configuración que va tener el archivo /etc/ttytab para que la estación de trabajo o el servidor reconozca al sistema EMUA-51 como un periférico conectado al puerto serial ttya es la siguiente instrucción:

#name	getty	type	status	comments
ttya	"/usr/etc/getty std.9600"	unknown	off remote	

Una vez que se haya modificado el archivo /etc/ttytab, ejecuta la siguiente instrucción para que los cambios se activen.

```
#kill -1 1
```

### **6.5.3 MODIFICANDO EL ARCHIVO /etc/rc.local**

En el archivo */etc/rc.local* se encuentran diferentes comandos o conjuntos de programas que se desea que se ejecuten cuando una estación de trabajo se inicializa, esta propiedad que tiene el archivo */etc/rc.local* permite arrancar el demonio ups cada vez que se inicialice el servidor. Este archivo se localiza en directorio */etc*.

Al final del archivo */etc/rc.local* se debe insertar la siguiente instrucción.

```
# Arrancando el demonio UPS
/etc/ups; echo "Arrancando el Demonio UPS"
```

Una vez que se hicieron las modificaciones anteriores se debe re-iniciar el servidor. Los anteriores procedimientos se deben realizar al otro servidor.

### **6.6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA ups**

Durante la ejecución de instrucciones del demonio ups se realizan las siguientes tareas:

1. Se inicializan las variables del programa ups  
DISPOSITIVO=/dev/ttya  
DURMIENDO=15seg  
CERRAR=/usr/etc/shutdown -h now FALLA DE ENERGIA ELECTRICA
2. Se chequea si el programa lo corrió root, si fue root continúa con el punto 3, en caso contrario pasa al punto 21.
3. Se chequea si el programa se arrancó con parámetros de inicialización, de no ser así se pasa al punto 4. En caso afirmativo se realizan las correspondientes asignaciones de variables y a continuación se revisan estos parámetros, y en caso de que alguno de estos no fuera válido se pasa al punto 21.
4. Se manda a imprimir a la consola las variables:  
DISPOSITIVO  
DURMIENDO  
CERRAR
5. Se cambia el proceso ups a un proceso de demonio.
6. Se manda a imprimir a la consola "El Demonio UPS ha sido inicializado".
7. Se manda a imprimir a la consola "ENERGIA ELECTRICA OK".

8. Se abre el puerto serial ttya, si esto fue satisfactorio se pasa al punto 9. Si ésta fue mala se pasa al punto 8.
9. Se manda una señal a la consola de "Se detecta UNA FALLA DE ENERGIA ELECTRICA".
10. Se duerme 15 segundos al demonio.
11. Se abre el puerto serial ttya, , en caso de que fue exitoso abrir el puerto serial se pasa al punto 12, si la apertura fallo se pasa al punto 7.
12. Se manda a imprimir a la consola "PERSISTE LA FALLA DE ENERGIA ELECTRICA".
13. Se manda a imprimir a la consola "FASE CRITICA: PREPARANDO PARA APAGAR".
14. Se duerme 15 segundos al demonio.
15. Se abre el puerto serial ttya, , en caso de que fue exitoso abrir el puerto serial se pasa al punto 16, si la apertura fallo se pasa al punto 7
16. Se manda a imprimir a la consola "INICIANDO EL SHUTDOWN".
17. Se ejecuta el comando:  
shutdown -h now FALLA DE ENERGIA ELECTRICA
18. Si el punto 17 no se pudo ejecutar se manda la señal a la consola "FALLO EL SHUTDOWN".
20. Pasa al punto 7.
21. Se aborta al demonio ups.

Ante de arrancar al demonio ups se debe revisar primero de que el puerto serial ttya esté activado y configurado de acuerdo como se explica en la sección 6.5.1, además se recomienda que el demonio ups se encuentre en el directorio /etc.

A continuación se dan algunos ejemplos de como arrancar el demonio ups con parámetros de inicialización y sin ellos:

- 1) % ups
- 2) % ups -d /dev/ttya -t 20 -c /usr/etc/shutdown -h now FALLA EN LA ALIMENTACION DE LA ENERGIA
- 3) % ups -t 10



## 6.7 PROGRAMA ups.c (fuente):

A continuación se muestra la impresión del programa ups.c:

/\*

Este programa realiza un SHUTDOWN cuando se presenta la señal en el puerto serial (ttya), este programa tiene la capacidad de checar tres veces la señal y en caso de que persista se realizara el SHUTDOWN.

Ademas cuenta con la posibilidad de cambiar algunas variables del programa como son:

```
DISPOSITIVO=/dev/ttya
TIEMPO_ABRIR=3seg
DURMIENDO=20seg
CERRAR=/usr/etc/shutdown -h now FALLA EN LA ALIMENTACION DE LA ENERGIA
```

El programa se puede configurar ejecutando el programa con la siguiente sintaxis:

```
upc -d dispositivo -l tiempo_abrir -c cerrar
```

\*/

```
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <signal.h>
#include <setjmp.h>
#include <syslog.h>
```

```
#define EMPEZAR "El Demonio UPS a sido inicializado"
#define TIEMPO_ABRIR 3
```

```
jmp_buf jbuf;
char *CERRAR[]={"/usr/etc/shutdown","-h","now","FALLA DE ENERGIA ELECTRICA",0};
```

```
main(argc,argv)
```

```
int argc;
char **argv;
{
    void sighand(), fork();
    int senal();
    struct stat st;
    int seleccion, DURMIENDO=20;
    extern char *optarg;
    char *DISPOSITIVO="/dev/ttya";
```

```
if (0!=getuid())
```

```

    fprintf(stderr,"Este programa solamente lo puede ejecutar root\n");
    exit(1);
}

while ((seleccion=getopt(argc,argv, "d:t:c:?") != -1)
{
    switch (seleccion)
    {
        case 'd':
            DISPOSITIVO=optarg;
            if(stat(DISPOSITIVO,&st) == -1)
            {
                perror(DISPOSITIVO);
                exit(1);
            }
            break;

        case 't':
            DURMIENDO=atoi(optarg);
            if(DURMIENDO < 1 || DURMIENDO > 20)
            {
                fprintf(stderr,"El tiempo de espera debe estar entre 1 y
                20seg\n");
                exit(1);
            }
            break;

        case 'c':
            *CERRAR=optarg; CERRAR[1]='\0';
            if(stat(CERRAR[0],&st) == -1)
            {
                perror(CERRAR[0]);
                exit(1);
            }
            break;

        default :
            fprintf(stderr,"Por favor utilizar los parametros adecuados a
            continuacion se da la sintaxis\n");
            fprintf(stderr,"ups [-d DEVICE] [-t DURMIENDO] [-c shutdown\n");
            exit(1);
    }
}

printf("%s\n",DISPOSITIVO);
printf("%i\n",DURMIENDO);
printf("%s\n",CERRAR[0]);

if(1 != getppid()
{
    forkk();
    setpggrp();
    forkk();
}

close(0); /* stdin */

```

```

close(1); /* stdout */
close(2); /* stderr */
chdir("/");

opening("UPS.LOG_CONS|LOG_NOWAIT,LOG_DAEMON);
syslog(LOG_CONS,EMPEZAR);

look:
setjmp(buf);
syslog(LOG_ALERT, "ENERGIA ELECTRICA OK");
if(sonak(DISPOSITIVO))
{
    syslog(LOG_ALERT, "Se detecta UNA FALLA DE ENERGIA ELECTRICA");
    asleep(DURMIENDO);
    signal(SIGALRM,alghand);
    alarm(TIEMPO_ABRIR);
    if(sonak(DISPOSITIVO))
    {
        alarm(0);
        syslog(LOG_ALERT, "PERSISTE LA FALLA DE ENERGIA ELECTRICA");
        syslog(LOG_ALERT, "FASE CRITICA: PREPARANDO PARA APAGAR");
        asleep(DURMIENDO);
        alarm(TIEMPO_ABRIR);
        if(sonak(DISPOSITIVO))
        {
            alarm(0);
            syslog(LOG_ALERT, "INICIANDO EL SHUTDOWN");
            execvp(CERRAR[0],CERRAR);
            syslog(LOG_ALERT, "FALLO EL SHUTDOWN");
            goto look;
        }
        else
        {
            alarm(0);
            syslog(LOG_CRIT, "ENERGIA ELECTRICA OK");
            goto look;
        }
    }
    else
        goto look;
}

void forkk()
{
    int juneor;

    juneor=fork();
    if(juneor<0) syslog(LOG_ALERT, "Generacion de proceso hijo falló (UPS)");
    else
        if(juneor>0) exit(0);
}

```

```

}

int open(DISPOSITIVO)
char *DISPOSITIVO;
{
    int falla;

    falla=open(DISPOSITIVO,O_RDONLY);
    if(falla != -1)
    {
        close(falla);
        return(1);
    }
    syslog(LOG_ALERT,"Falsa Alarma en la Perdida de Energia");
    exit(1);
}

void sighand(siguc)
int siguc;
{
    longjmp(jbuf,1);
}

```

---

## CONCLUSIONES

---

Antes de presentar las conclusiones de este trabajo recordemos cual fue el objetivo del mismo: utilizar un microcontrolador para interconectar un dispositivo no-interrumpible con un moto-generador, y así mismo controlar los diferentes suministros de energía (CFE REGULADA, CFE NO REGULADA y MOTO-GENERADOR) al no-interrumpible y avisar a los servidores de que realicen un shutdown ya que existe una falla de energía.

Durante el desarrollo de este trabajo se analizaron en cada capítulo los fundamentos necesarios y el estudio de cada elemento que se utilizó para dar solución al objetivo. La interconexión de cada uno de los elementos nos permitió el obtener una fuente de alimentación mucho más segura y tener varias fuentes opcionales de suministro de energía eléctrica, además que se logró desarrollar un programa que estará corriendo en cada servidor para poder realizar un shutdown en caso de que la falla eléctrica persista dentro de los límites de respaldo (7 horas máximo y mínima 15 minutos). El sistema de respaldo que se desarrolló fue para el NODO GW-ASTROS, servidores del Instituto de Astronomía y el sistema de antena satelital. Todo este equipo quedó respaldado con una alta eficiencia ya que se desarrollaron diferentes rutinas para que en caso de que no se pueda seguir aumentado el tiempo de respaldo se pueda realizar el shutdown en cada servidor y de ahí apagarse el no-break de baterías.

Además de haber cumplido satisfactoriamente el objetivo se obtuvo experiencia en resolver un proyecto que abarcó varios temas como son: cómputo, mecánica, eléctrica y electrónica, esto me permitió apreciar que las materias que se imparten en la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica sirvieron de mucho. Por otro lado se pudo obtener información en la red Internet acerca de programas que realizan un shutdown en estaciones de trabajo; al acceder Internet, se pudo apreciar que existe bastante información de este tema.

Al finalizar este trabajo uno se siente bien por haber cumplido con el objetivo del trabajo.

---

---

**APÉNDICE A**

**EMUA-51**

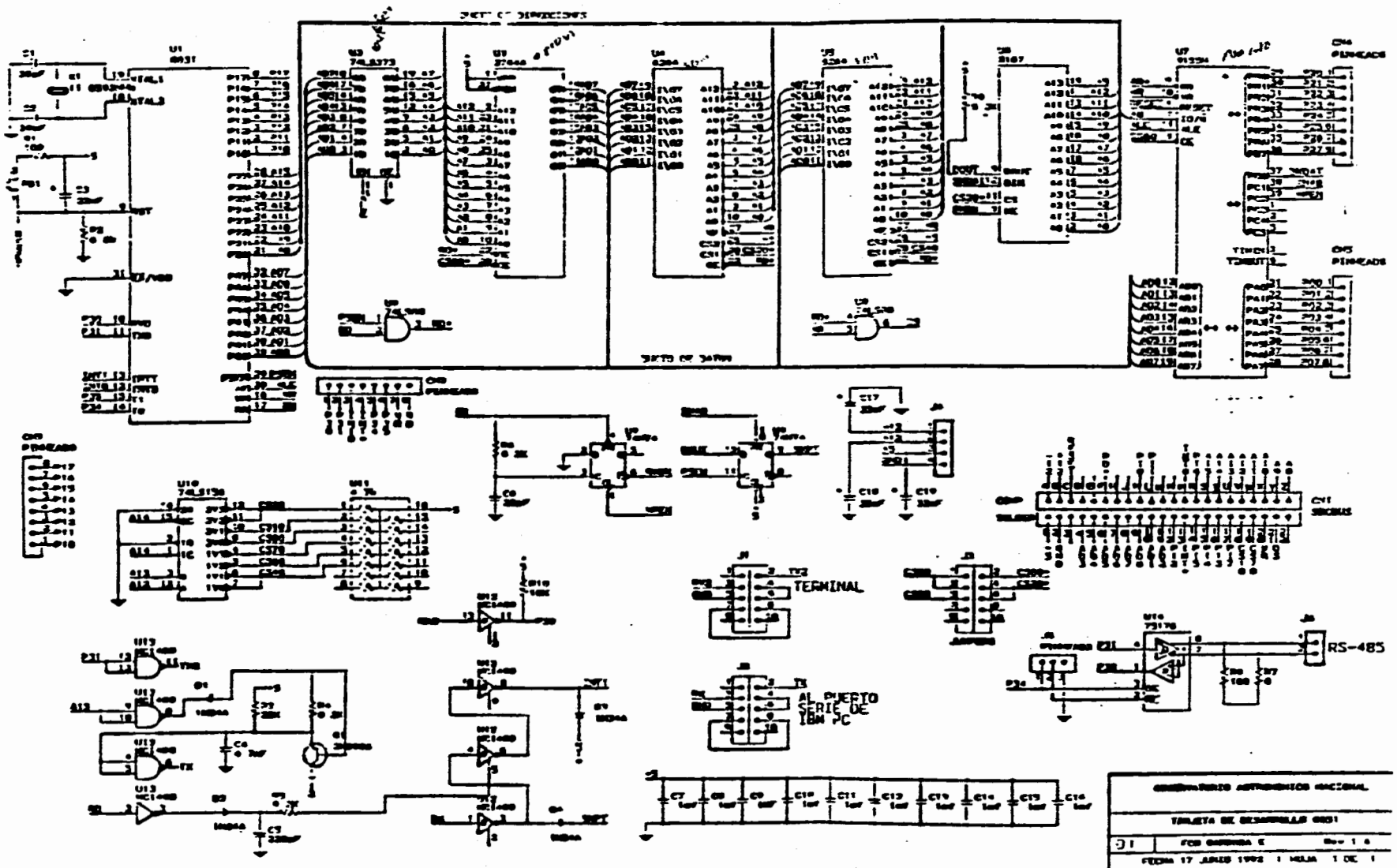


Figura A.1. Diagrama esquemático de la tarjeta emua-51

COMISIÓN NACIONAL		
TARJETA DE DESARROLLO 0001		
01	FCB GARCÍA E	Rev. 1.0
FECHA 17 ABRIL 1992   MILAN 1 DE 1		

Cant	Descripción	Notas	Ref
1	80C32BH	Microcontrolador	U1
1	74HCT373	8 flip-flop tipo "latch"	U2
1	27C64A	EPROM 8Kx8	U3
2	6264	RAM 8Kx8	U4, U5
1	6267	RAM 8Kx1	U6
1	8155HC-2	Puertos Prog. de E/S.	U7
1	74HCT08	4 compuertas AND	U8
1	74HCT74	2 flip-flop tipo D	U9
1	74LS156	2 decifradores 2 a 4	U10
1	Paquete de resistencias 4.7K		U11
1	MC1489P	Receptor RS-232	U12
1	MC1488P	Transmisor RS-232	U13
1	75176	Transceptor RS-485	U14
1	Cristal 11.0592 MHz		X1
1	Capacitor 20pF	Cerámico	C6
2	Capacitor 30pF	Cerámico	C1, C2
1	Capacitor 220pF	Cerámico, 25V	C5
1	Capacitor 4.7nF	Cerámico, 25V	C4
10	Capacitor 0.1µF	Cerámico, 25V	C7, C8, C9 C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16
1	Capacitor 22µF	Electrolítico, 25V	C3
2	Capacitor 33µF	Electrolítico, 25V	C17, C18, C19
4	1N34A	Diodo de germanio	D1, D2, D3 D4
2	Resistencia 100Ω	Metálica, 1/2 W	R1, R8
1	Resistencia 6.8KΩ	Metálica, 1/2 W	R2

Tabla A.1. Lista de partes



4	Resistencia 8.2K $\Omega$	Metálica, 1/2 W	R4, R5, R6 R9
1	Resistencia 10K $\Omega$	Metálica, 1/2 W	R10
1	Resistencia 22K $\Omega$	Metálica, 1/2 W	R3
1	Resistencia 0 $\Omega$	Cable calibre 22	R7
1	2N3906	Transistor PNP	Q1
2	SIP de 2x9 posiciones.	Conector tipo Berg de 2x9	CN2/CN3 CN4/CN5
3	Conector doble fila 2x5 posiciones	Conector tipo Berg de 2x5	J1, J2, J3
1	Conector de alimentación	Conector macho Molex de 4 posiciones.	J4
1	Interruptor NA	"Pushbutton NA"	FB1

Lista de partes de ER0A51.

Notas:

U1 puede ser reemplazado por alguna de las siguientes partes: 80C31EH, 8052AH, 80C31 y los miembros de la familia MCS-51 que presenten compatibilidad en el tamaño y distribución de señales con el 8031 (DIP de 40 posiciones).

U3 Puede ser reemplazado por una memoria EPROM 4Kx8 de la serie 27C32(A) si se coloca una línea de la posición 28 a la 26 en U3.

U5 puede ser reemplazado por una memoria de la serie 2167, 2147 o 2141.

Tabla A.2. Lista de partes

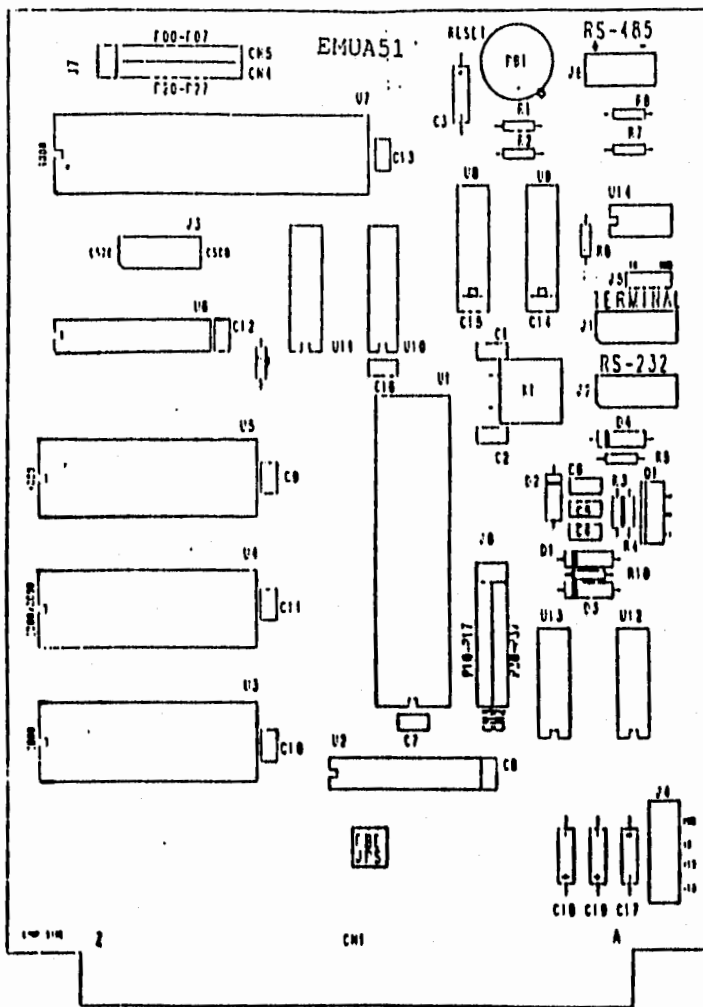


Figura A.2. Mascarilla de la distribución de componentes

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONECTORES

### CN3/CN2

Puertos 1 y 3 de U1 (8032).

(Conector tipo Berg de 2 x 9 - Vista superior).

	P1.0	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4	P1.5	P1.6	P1.7	GND
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>CN3</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>CN2</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	P3.0	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	P3.5	P3.6	P3.7	GND

### CN4/CN5

Puertos P0' y P1' de EMUA51.

Puertos A y B de U7 (8155).

(Conector tipo Berg de 2 x 9 - Vista superior).

	GND	PA.7	PA.6	PA.5	PA.4	PA.3	PA.2	PA.1	PA.0
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<b>CN5</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>CN4</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	GND	PB.7	PB.6	PB.5	PB.4	PB.3	PB.2	PB.1	PB.0

**J1**  
**Conector RS-232.**  
**Puerto serie del monitor**  
**(Conector tipo Berg de 2 x 5 - Vista superior).**

DCD	1	●	●	2	Tx
Rx	3	●	●	4	DTR
GND	5	●	●	6	DSR
RTS	7	●	●	8	CTS
RI	9	●	●	10	

**J2**  
**Conector TERMINAL.**  
**Puerto serie del 8032**  
**(Conector tipo Berg de 2 x 5 - Vista superior).**

DCD	1	●	●	2	Tx
Rx	3	●	●	4	DTR
GND	5	●	●	6	DSR
RTS	7	●	●	8	CTS
RI	9	●	●	10	

**J1/J2 a DB25**

J2/J3	DB25	Señal
1	8	DCD
2	3	Rx
3	2	Tx
4	20	DTR
5	7	GND
6	6	DSR
7	4	RTS
8	5	CTS
9	22	RI
10		

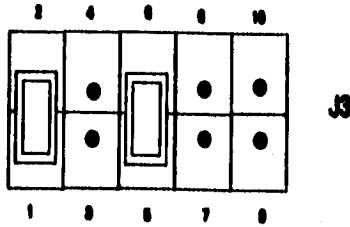
**J1/J2 a DB9**

J2/J3	DB9	Señal
1	1	DCD
2	2	Rx
3	3	Tx
4	4	DTR
5	5	GND
6	6	DSR
7	7	RTS
8	8	CTS
9	9	RI
10		

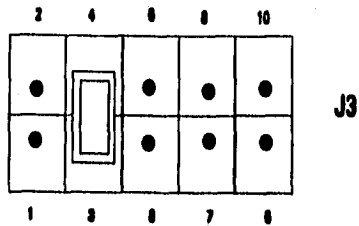
**J3**

Seleccionador de campos de direcciones de U3, U4-U6.  
(Conector tipo Berg de 2 x 5 - Vista superior).

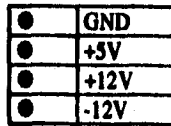
Modo monitor



**Modo libre**

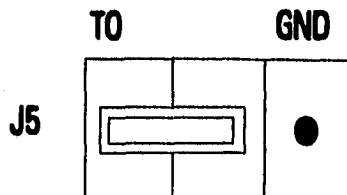


**J4**  
**Conector de alimentación.**  
**Conector de 4 posiciones tipo Molex - Vista Superior.**

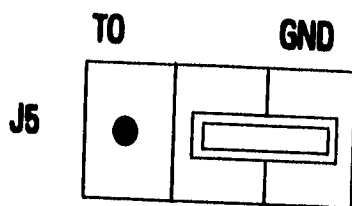


**J5**  
**Conector para habilitar a transceptor RS-485.**  
**Conector tipo Berg de 3 x 1 - Vista superior.**

- Habilitado por T0 (P3.4)



- Siempre habilitado.



---

---

## **APÉNDICE B**

### **SET DE INSTRUCCIONES DEL MICROCONTROLADOR 8051**



En el siguiente apéndice se explican de manera general algunas de las instrucciones que se utilizaron para programar el microcontrolador 80C51.

### **1. ACALL dirección**

### **LLAMADA ABSOLUTA**

ACALL llama incondicionalmente a una subrutina localizada en la dirección indicada. Durante esta instrucción se realizan los siguientes eventos: el contenido del PC se incrementa dos veces y apunta la dirección de la siguiente instrucción; el apuntador de apilamiento (Stack Pointer) se incrementa una vez, introduciendo el byte bajo del PC; incrementa nuevamente el SP para introducir el byte alto del PC; por último, el PC es cargado con el contenido de la *dirección destino*. La ejecución de las instrucciones de la subrutina comienza en esta *dirección*, hasta que encuentre la instrucción RET, la cual reestablece el PC que había sido almacenado en el SP, continuando nuevamente con el programa inicial.

### **2. CLR A**

### **LIMPIA EL ACUMULADOR**

El acumulador es limpiado (todos los bits se colocan en cero). Las banderas no son afectadas.

### **3. CLR bit**

### **LIMPIA EL BIT**

El *bit* indicado es limpiado (se convierte en cero). Ninguna otra bandera es afectada. CLR puede operar sobre una bandera de acarreo o cualquier *bit* directamente direccionable.

### **4. DEC byte**

### **DECREMENTA EL BYTE**

La variable indicada es decrementada en 1. Cuando el valor original del *byte* es 00H al decrementarse pasará a 0FFH y existirá un sobreflujo. Ninguna otra bandera es afectada. Cuatro operandos de modos de direccionamiento son permitidos: acumulador, registro, registro directo o registro indirecto.

### **5. DJNZ byte, rel**

### **DECREMENTA Y BRINCA SI NO ES CERO**

DJNZ decrementa en 1 la localidad indicada, si el *byte* no es igual a cero, salta a la dirección formada por la suma algebraica del PC incrementado y el desplazamiento relativo, *rel*, de otra manera continúa con la siguiente instrucción.

## 6. INC byte

## INCREMENTO

INC, incrementa el *byte* en 1. Si éste se encuentra inicialmente en 0FFH pasará a 00H. Las banderas no son afectadas. Cuatro modos de direccionamiento son permitidos: acumulador, registro, registro directo o registro indirecto.

## 7. INC DPTR

## INCREMENTA EL APUNTADOR DE DATOS

Incrementa el valor del apuntador de datos en 1. El incremento en un registro de 16 *bits* es optimizado; un sobreflujo del *byte* de bajo orden del apuntador de datos (DPL) de 0FFH a 00H incrementará el *byte* de alto orden (DPH). Las banderas no son afectadas.

Este es el único registro de 16 *bits* que puede ser incrementado.

## 8. JB bit, rel

## SALTA SI EL BIT SE ESTABLECE

Si el bit indicado es uno, salta a la dirección formada por la suma algebraica del PC incrementado y del *byte* de desplazamiento relativo, *rel*; de otra manera procede con la siguiente instrucción. El bit marcado no se modifica. Las banderas no son afectadas.

## 9. JMP @A+DPTR

## SALTO INDIRECTO

EL JMP realiza un salto indirecto, suma los ocho bits no asignados contenidos en el acumulador con los 16 *bits* del apuntador de datos y carga la suma resultante al contador del programa. Ésta será la nueva dirección para las siguientes búsquedas de las instrucciones.

La suma de los 16 *bits* es optimizada. El carry de salida de los ocho *bits* de bajo orden se propaga a los *bits* de alto orden. Ni el acumulador ni el dato del apuntador son alterados. Las banderas no son afectadas.

## 10. JNB bit, rel

## SALTA SI EL BIT NO ES COLOCADO

Si el bit indicado es un cero, salta a la dirección formada por la suma algebraica del PC incrementado y del *byte* de desplazamiento relativo, *rel*; de otra manera procede con la siguiente instrucción. El bit examinado no es modificado. Las banderas no son afectadas.

## 11. JZ rel

## SALTA SI EL ACUMULADOR ES CERO

Si todos los *bits* del acumulador son ceros, salta a la dirección formada por la suma algebraica del PC incrementado y del *byte* de desplazamiento relativo, *rel*; de otra manera procede con la siguiente instrucción. El acumulador no se modifica. Las banderas son afectadas.

**13. LJMP dirección16****SALTO LARGO**

LJMP causa un salto incondicional a cualquier parte en el espacio de memoria del programa (64 k bytes). El PC se carga con los dos últimos bytes de la instrucción y salta para continuar con la ejecución del programa a partir de esa dirección. Las banderas no son afectadas.

**13. MOV byte destino, byte fuente****MUEVE LA VARIABLE**

La variable indicada por el segundo operando byte fuente es copiado en la localidad especificada por el primer operando byte destino. La palabra fuente no es afectada. Ningún otro registro o bandera es afectada.

**14. MOV DPTR, #dato16****CARGA AL APUNTAOR DE DATOS CON  
UNA CONSTANTE DE 16 BITS**

El apuntador de datos es cargado con un dato de 16 bits contenidos en el segundo y tercer bytes de la instrucción, que corresponden al byte de alto orden (DPH) y al byte de bajo orden (DPL) del DPTR respectivamente. Las banderas no son afectadas. Esta es la única instrucción que mueve un dato de 16 bits.

**15. RET****RETORNO DE LA SUBROUTINA**

RET extrae de la pila los bytes de bajo y alto orden del PC, decrementando dos veces el apuntador de apilamiento. Una vez que el PC es cargado con la nueva dirección, continúa con la ejecución del programa principal, en la instrucción siguiente a la instrucción que llamó a la subrutina (ACALL o LCALL). Las banderas no son afectadas.

**16. SETB bit****ESTABLECIMIENTO DE BIT**

SETB coloca el bit indicado en uno. SETB puede operar sobre la bandera de acarreo o cualquier bit direccionable directamente. Las otras banderas no son afectadas.

---

---

## **APÉNDICE C**

### **PUERTO SERIE E INTERFACE RS-232C**

## EL PUERTO SERIE

El puerto serie es de tipo FULL DUPLEX, lo cual significa que puede transmitir y recibir datos simultáneamente. El receptor contiene un almacén buffer, que le permite comenzar a recibir un segundo dato sin necesidad de que el primero haya sido completamente leído del registro buffer. Sin embargo si el primer byte permanece sin ser leído hasta el final de la recepción del segundo dato, éste se perderá.

El dato de la recepción y de la transmisión se encuentra en el registro SUBF del SFR (espacio de funciones especiales).

### Registro de Control del Puerto Serie (SCON)

El puerto serie puede ser operado en 4 modos diferentes, que son especificados mediante la escritura en los bits SM0 y SM1 del Registro de Control del Puerto Serie. Estos modos se muestran en la siguiente tabla.

SM0	SCON.7	Especifica el modo de control del puerto serie.
SM1	SCON.6	Especifica el modo de control del puerto serie.
SM2	SCON.5	Habilita la comunicación del tipo multiprocesador utilizado en los modos 2 y 3. En estos modos, si SM2=1, RI no es activado si el noveno dato recibido (RB8) es 0. En modo 1, RI no es activado si no se recibe un bit de stop. En el modo 0, SM2 será 0.
REN	SCON.4	Establece la recepción serie, cuando REN=0 se desactiva la recepción (por programación).
TB8	SCON.3	Almacena el noveno bit que será transmitido en los modos 2 y 3.
RB8	SCON.2	Es el noveno bit que fue recibido en los modos 2 y 3. En el modo 1, si SM2=0, RB8 es el bit de stop recibido. En modo 0 RB8 no es usado.
TI	SCON.1	Bandera de interrupción de la transmisión. Activada por hardware al final del octavo bit en el modo 0, o al principio del bit de stop en otros modos. Debe ser limpiado por software.
RI	SCON.0	Bandera de interrupción de la recepción. Activada por hardware al final del octavo bit en el modo 0, ó al medio tiempo de transmitido el bit de stop en los otros modos. Debe limpiarse por programación.

Tabla C.1. Cuatro modos de operación del puerto serie

Los cuatro modos en los que puede ser configurado el puerto serie se muestra en la tabla siguiente.

SM0	SM1	MODO	ESPECIFICACIÓN	BAUD RATE
0	0	0	Registro de corrimiento	Frec. del oscilador/12
0	1	1	UART 8 bits	Variable
1	0	2	UART 9 bits	$F_{osc}/32 \text{ ó } /64$
1	1	3	UART 9 bits	Variable

Tabla C.2. Modos de operación del puerto serie.

MODO 0	Los datos de recepción y transmisión son enviados mediante 8 corrimientos. El baud rate (frecuencia de transmisión/recepción) se encuentra fija a 1/4 de la frecuencia del oscilador.
MODO 1	En este modo de transmisión se transmiten 10 bits por la línea TXD o se reciben 10 bits por la línea RXD : un bit de inicio (cero lógico), 8 bits de datos y un bit de paro (uno lógico). En recepción el bit de paro se almacena en RB8 de SCON. El baud rate es variable.
MODO 2	En este modo se transmiten 11 bits por la línea TXD o se reciben 11 bits por la línea RXD : un bit de inicio, 8 bits de datos, un noveno bit de datos programable (en la transmisión es TB8, en la recepción es RB8 del registro SCON) y un bit de paro. El baud rate es 1/32 o 1/64 de la frecuencia de oscilación.
MODO 3	Este modo funciona de la misma forma que el modo 2, sólo que aquí el baud rate es variable y para generarlo se utiliza al Timer 1.

Tabla C.3. Explicación de los diferentes modos

En los modos 2 y 3 el uso del noveno bit de datos resulta importante cuando se llevan a cabo comunicaciones multiprocesador en el cual se requiere mandar información por el puerto serie a un sólo procesador sin que los demás reciban también la información.

En nuestro caso, dado que no se piensan establecer comunicaciones multiprocesador y se requiere un baud rate de 2400, se decidió programar el puerto serie del microcontrolador en modo 1, es decir, un bit de inicio (0 lógico), 8 bits de datos y un bit de paro (1 lógico).

Para generar el baud rate variable en los modos 1 y 3 se utiliza al Timer 1; en este caso, la velocidad de transmisión-recepción queda determinada por los sobreflujos (overflow) en dicho temporizador tal como se muestra:

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}} \times (\text{sobreflujos\_del\_Timer\_1})}{32}$$

donde: SMOD es un bit localizado en el registro PCON (Registro de control de potencia, PCON.7), el cual permite doblar la frecuencia del baud rate.

Para esta aplicación la interrupción del Timer 1 debe estar deshabilitado. El Timer 1 por sí mismo puede estar configurado para trabajar ya sea como contador o como temporizador pero, para hacerlo trabajar como generador de baud rate, debe funcionar como temporizador (esto se logra colocando 0010b en la parte alta del registro de control del puerto Timer/Contador TMOD). Con estas condiciones, el baud rate está dado por:

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{2} \times \frac{\text{Frecuencia\_del\_oscilador}}{12 \times [256 - (\text{TH1})]}$$

donde TH1 es el valor del byte alto del Timer/Contador 1.

En la tabla C.4. se muestran algunos valores de baud rate usados comúnmente y la forma como pueden obtenerse a partir del Timer 1.

El oscilador que utiliza el sistema EMUA-51 es de 11.059 MHz. de esta manera, se tiene la ventaja de que un solo cristal se pueden obtener varios de los valores de baud rate que con más frecuencia se utilizan en otros equipos como son: 1200, 2400, 4800, 9600 y 19200 bauds.

BAUD RATE	FRECUENCIA DEL OSCILADOR	SMOD	TIMER 1		
			C/T	MODO	Valor de TH1
19200 bps	11.059 MHz	1	0	2	FFH
9600 bps	11.059 MHz	0	0	2	FDH
4800 bps	11.059 MHz	0	0	2	FAH
2400 bps	11.059 MHz	0	0	2	F4H
1200 bps	11.059 MHz	0	0	2	E8H
137.5 bps	11.856 MHz	0	0	2	1DH
110 bps	6.0 MHz	0	0	2	72H

Tabla C.4. Valores de Baud Rate comúnmente utilizados

Nuestro sistema EMUA-51 va a trabajar en el modo 1, por lo cual a continuación explicaremos este modo.

### Transmisión Serie Utilizando el Modo de Control 1

En este modo son transmitidos 10 bits (por Tx) o recibidos (por Rx). Un bit de inicio *START* en nivel 0, 8 bits de datos y un bit de paro *STOP* en nivel 1. En la recepción, el bit de *STOP* viene en RB8 de *SCON*, El baud rate es determinado por la frecuencia de los *overflows* del Tímer 1. La figura siguiente muestra el diagrama del puerto serie en MODO 1.

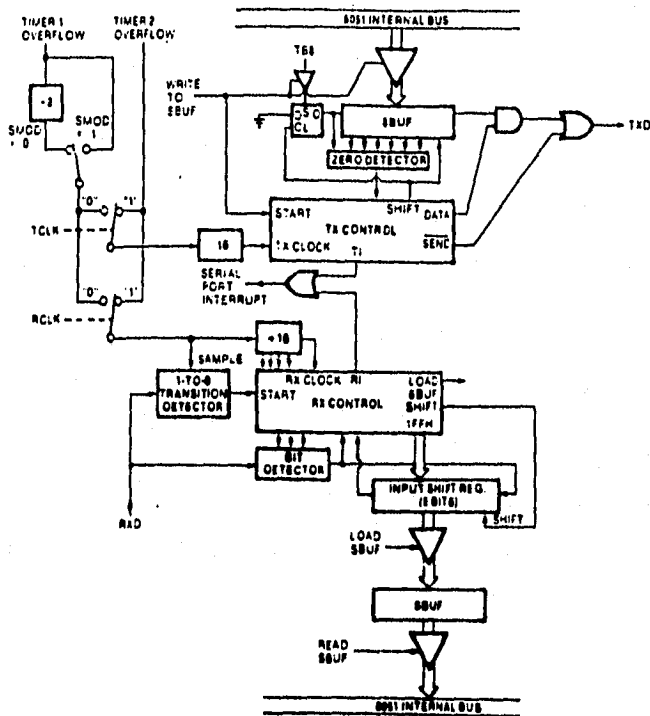


Figura C.1. Diagrama del puerto serie en MODO 1

La transmisión se inicia por cualquier instrucción que se escriba en el registro *SBUF*. La señal de escritura en *SBUF*, también carga un 1 dentro de la novena posición del registro de corrimiento de transmisión y establece en la unidad de control TX una demanda de transmisión. La transmisión comienza en SIPI del ciclo de máquina siguiente, en el primer pulso proporcionado por el circuito



divisor (16% de la frecuencia dada por el Timer 1). Es decir, los datos de entrada están sincronizados por el circuito 16, y no por la escritura en *SBUF*.

La transmisión comienza con la activación de la señal *SEND*, la cual introduce el bit de *START* en *TxD*. Un período (1/16 de la frecuencia dada por el Timer 1) más tarde, la señal *DATA* es activada, la cual permite la salida de los bits que se transmitirán por *TxD*. El primer pulso de corrimiento ocurre un período después de esto.

La recepción es inicializada por una transmisión de 1 a 0 en *RxD*. La línea *RxD* es muestreada a una frecuencia de 16 veces la frecuencia de Baud Rate que ha sido establecida. Cuando un transiente es detectado el divisor entre 16 es inmediatamente reestablecido y *1FFH* es escrito en la entrada del registro de corrimiento.

Cada tiempo que dura el bit recibido, es dividido en 16 períodos. Durante los periodos 7mo., 8vo. y 9no., el valor del bit es muestreado, el valor aceptado, es el que se obtuvo en las últimas dos muestras. Esto se hace para eliminar ruido. Si el valor aceptado del primer bit es 1, el circuito receptor es restablecido y la unidad receptora espera otro transiente de inicio. Si el bit de comienzo es correcto, es decir 0, la recepción continúa.

Cuando  $RI=0$ ,  $SM2=0$  ó el bit de stop = 1, este último se introducirá en *RB8*, los 8 bits de datos en *SBUF* y *RI* se activa. A partir de este momento la unidad receptora espera otra transición negativa en la línea *RxD*.

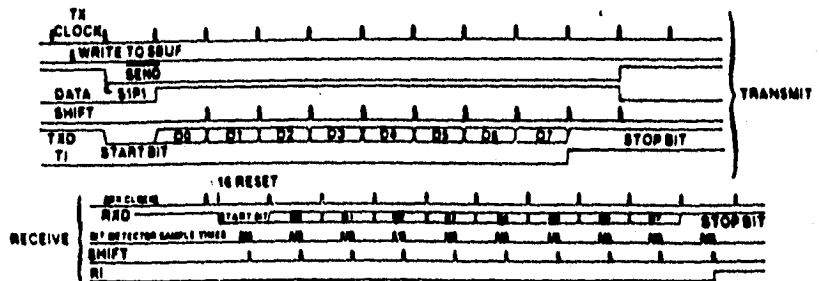


Figura D.2. Diagrama de estados del modo 1

## INTERFACE RS-232-C

El estándar EIA RS-232-C(3) es una interfaz entre un equipo terminal de datos (DTE, típicamente una computadora o una terminal) y un equipo de comunicación de datos (DCE, por lo general un módem) empleando un intercambio de datos binarios en forma serial. El término RS-232 es un estándar, el cual establece un conjunto de reglas para el intercambio de datos entre equipos. Estos equipos pueden ser terminales, impresoras, procesadores, computadoras u otros dispositivos que empleen comunicaciones seriales.

Dicho estándar establece las características mecánicas y eléctricas que deben cumplir las señales y los medios físicos de interconexión para establecer una comunicación. Por ejemplo, dicho estándar establece cuáles deben ser las dimensiones y el tipo de los conectores (DB-25, conector de 25 pines o DB-9, conector de 9 pines), los niveles lógicos que se manejan (-3 volts o más negativo se considera 1 lógico, +4 volts o más positivo se considera 0 lógico). Es posible tener velocidades de datos de hasta 20 kbps, así como longitudes de cables de hasta 15 metros. La especificación funcional indica los circuitos que están conectados a cada una de los 25 pines ó 9 pines, así como el significado de cada uno de ellos. Cuando la terminal o computadora se enciende, ésta activa (es decir, pone un 1 lógico) la señal *Data Terminal Ready* (pin 20). Cuando el equipo del otro lado se enciende, se activa la señal correspondiente al *Data Set Ready* (pin 6). Cuando el equipo del otro lado es un módem, este equipo detecta una portadora sobre la línea telefónica, se activa la señal de *Carrier Detect* (pin 8). El *Request to Send* (pin 4), indica que la terminal quiere enviar datos. El *Clear to Send* (pin 5), significa que el módem está preparado para aceptar datos. Los datos se transmiten con el *Transmit circuit* (pin 2) y se reciben con el *Receive circuit* (pin 3).

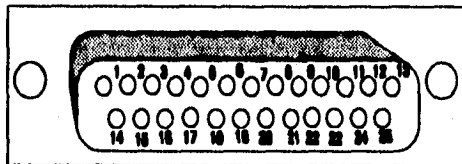


Figura D.3. Configuración de los pines del puerto serial para un conector DB-25P

La RS-232-C ha existido desde hace años, pero la restricción de velocidad con que se puede enviar la información, que no puede ser superior a los 20 kbs y la de no tener cables con distancias superiores a los 15 metros, ha aumentado gradualmente el malestar. La EIA debatió largamente la decisión de si debería tratar de definir una nueva norma que fuera compatible con la anterior (pero técnicamente no muy avanzada), o bien, una nueva e incompatible que cumpliera con todas las necesidades futuras. Por el momento, la EIA aceptó el compromiso de tomar las dos. La nueva norma, llamada RS-449, prácticamente incluye tres normas en una. Los procedimientos, mecanismos y funcionalidad de la interface están considerados en la RS-449, en tanto que la interface eléctrica

está establecida en dos normas diferentes. La primera de éstas, la RS-423-A, es similar a la RS-232-C, en el sentido de que todos los circuitos comparten una tierra común. A esta técnica se le denomina transmisión asimétrica. La segunda norma eléctrica, la RS-422-A, contrariamente a la primera, utiliza una transmisión balanceada, en la que cada circuito principal necesita dos hilos, sin tener una tierra común. Como resultado, la RS-422-A puede utilizarse en velocidades de hasta 2 Mbps, en cables de 60 metros, e incluso, a velocidades más grandes, sobre cables de longitudes menores. En la tabla siguiente se muestran los circuitos que se utilizan en la RS-449.

RS-232-C			CCITT V.24			RS-449		
Cód.	Pin	Circuito	Cód.	Pin	Circuito	Cód.	Pin	Circuito
BP			BP			BP		
AA	1	Tierra de protección	101	1	Tierra de protección	SO	19	Tierra de la señal
AB	7	Tierra de la señal	102	7	Tierra de la señal	SC	37	Envío común
						RC	20	Recepción común
BA	2	Datos transmitidos	103	2	Datos transmitidos	SD	4,22	Envío de datos
BB	3	Datos recibidos	104	3	Datos recibidos	RD	6,24	Recepción de datos
CA	4	Solicitud de envío	105	4	Solicitud de envío	RS	7,25	Solicitud de envío
CB	5	Línea para envío	106	5	Línea para envío	CS	9,27	Línea para envío
CC	6	Reestablecimiento de datos listos	106	6	Reestablecimiento de datos listos	DM	11,29	Modo de datos
CD	20	Terminal de datos listos	108	20	Terminal de datos listos	TR	12,30	Terminal listo
CE	22	Campanilla indicadora de llamada	125	22	Indicador de llamada	IC	15	Llamada entrante
CF	8	Detector de línea	109	8	Detector de línea	RR	13,31	Receptor listo
CG	21	Calidad de la señal	110	21	Calidad de la señal	BQ	33	Calidad de la señal
CH	23	Velocidad del DTE	111	23	Velocidad del DTE	SR	16	Velocidad de señalización
CI	18	Velocidad del DCE	112	18	Velocidad del DCE	SI	2	Indicaciones de señalización
			136		Señal nueva	IS	28	Terminal en servicio
			126	11	Subsección de funcionamiento	NS	34	Señal nueva
DA	24	Temporización del DTE	113	24	Temporización del DTE	SP	16	Subsección de funcionamiento
DB	15	Temporización del DCE	114	15	Temporización del DCE	TT	17,35	Temporización del terminal
DD	17	Temporización del receptor	115	17	Temporización del receptor	ST	5,23	Temporización de envío
SBA	14	Datos transmitidos	118	14	Datos transmitidos	RT	8,26	Temporización de recepción
SBB	16	Datos recibidos	119	16	Datos recibidos	SSD	3	Envío de datos
SCA	19	Solicitud de envío	120	19	Solicitud de línea	SRD	4	Recepción de datos
SCB	13	Línea para envío	121	13	Canal listo	SRS	7	Solicitud de envío
SCF	12	Detector de línea	122	12	Detector de línea	SCS	8	Línea para envío
						SRR	2	Receptor listo
						LL	10	Prueba de abonado en forma de anillo
						RL	14	Lazo a distancia en forma de anillo
						TM	18	Modo de prueba
						SS	32	Indicación de supervisión
						SB	36	Indicador de supervisión

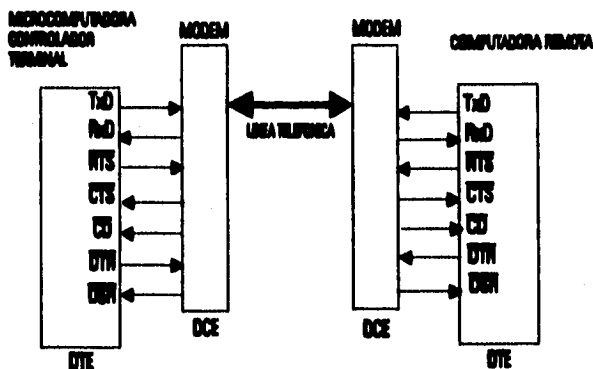
Tabla C.5. Comparación entre el RS-232-C, V.24 y RS-449

A continuación se explica como se realiza la secuencia de señales cuando un usuario desde una terminal necesita enviar algún dato hacia una computadora.

Después de que la terminal está prendida y haya realizado cualquier prueba de chequeo, se activa la señal *Data-Terminal-Ready* ( DTR ) la cual le dice al módem que está listo. Cuando el módem se prende y está listo para transmitir o recibir datos, el módem activará la señal de *Data-Set-Ready* (DSR) para la terminal. Bajo un control manual o un control de la terminal, el módem estará hablando con la computadora.

Si la computadora está disponible, ésta enviará de regreso un tono específico. Ahora, cuando la terminal tiene un carácter listo para enviar, ésta activa la señal la señal *Request-To-Send* (RTS) hacia el módem. El módem podrá activar la señal *carrier-detect* (CD) hacia la terminal, esta señal le indica a la terminal que se ha establecido comunicación con la computadora. Cuando el módem está completamente listo para transmitir el dato, éste activa la señal *clear-to-send* (CTS) hacia la terminal. La terminal a continuación envía los datos hacia el módem. Cuando la terminal ha terminado de enviar los datos, ésta pone la señal RTS en alto. Esto causa que el módem desactive su señal CTS y detenga la transmisión. Los anteriores pasos se realizan entre el módem y la computadora. Lo importante de todo esto es que las señales están definidas para transmitir los datos en forma serial.

A continuación se muestra el dibujo que nos permite apreciar la transmisión de datos usando el módem.



DTE = EQUIPO TERMINAL DE DATOS  
DCE = EQUIPO DE COMUNICACION DE DATOS

Figura D.4. Transmisión de datos usando el módem

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

- [1] **Advanced  
Programming in the UNIX Environment  
Richard Stevens. Addison-Wesley Professional Computing Series**
  
- [2] **AnswerBook  
Release 1, Issue 3  
SUN microsystems.**
  
- [3] **Computer Networks  
Second Edition, Adrews S. Tanenbaum  
Prentice Hall.**
  
- [4] **Data Book  
TTL Logic 1988  
Texas Instruments.**
  
- [5] **EMUA51: SBC para control distribuido.  
Observatorio Astronómico Nacional, IA-UNAM  
Francisco Barbosa Escudero. Ensenada Baja California, Febrero de 1993.**
  
- [6] **Honda  
Manual de Explicaciones  
EM4500X, EM4500SX, EM3000X y EM3000SX.**
  
- [7] **Intel, 8-Bit Embedded Controllers 1990.**

- [8] **Interconexión de Redes:  
Términos y Acrónimos  
CISCO SYSTEMS 1992.**
- [9] **Internetworking with TCP/IP  
Volume I  
Principles, Protocols, and Architecture  
Douglas E. Comer  
Prentice Hall.**
- [10] **Manual de Reparaciones Auto-motrices.  
Ing. William K. Toboldt, Lineal/Cleworth Books, INC.**
- [11] **Microprocessors and Interfacing, Programming and Hardware.  
Douglas V. Hall, McGraw-Hill.**
- [12] **Motores y Generadores Eléctricos  
Harrabin, Emery, E.T.G. Editorial Aguilar.**
- [13] **Prácticas del Laboratorio de Maquinas Térmicas  
Eduardo Hernandez, Jaime Aguilar, Enrique Contreras, Rogelio Escalera, etc.  
División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Departamento de Fluidos y Térmica.**
- [14] **The Line Driver and Line Receiver Data Book for Design Engineers 1977  
Texas Instruments.**
- [15] **Turbo C/C++ Manual de Referencia.  
Herbert Schildt, McGraw Hill.**
- [16] **UnixWorld December 1988.**
- [17] **User's Handbook for the 2000 Series Uninterruptible Power Systems  
3.6 & 6 KVA; 60Hz; 10 UPS)  
Deltec Electronics Corporation.**
- [18] **Manual y Aplicaciones del Microcontrolador 8051.  
Alejandro Vega Salinas, CINVESTAV, IPN 1992.**