



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA BASADO EN MODULOS AUTONOMOS PARA EL SERVICIO POSTAL MEXICANO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
PRESENTAN:
SILVESTRE ALDANA ESPINOSA
JOSE FRANCISCO ESCAMILLA GUZMAN
CATALINA GONZALEZ GARCIA
MIGUEL ANGEL TORRES ROJAS
CELIA VIOLETA ZARCO CASTILLO

DIRECTOR DE TESIS:
M. EN I. LAURO SANTIAGO CRUZ



MEXICO, D. F.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA
DE MONITOREO Y VIGILANCIA
BASADO EN MODULOS AUTONOMOS
PARA EL
SERVICIO POSTAL MEXICANO**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber hecho posible nuestra formación profesional.

A nuestros padres y hermanos por su cariño, apoyo y plena confianza.

A todas las personas que de una u otra manera ayudaron a la elaboración de esta tesis. En especial al M. en I. Lauro Santiago Cruz.

Catalina, Celia Violeta, José Francisco, Miguel Angel y Silvestre.

CONTENIDO

INTRODUCCION

CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL SERVICIO POSTAL MEXICANO

1.1 Breve reseña histórica	2
1.2 Materia postal y modalidades de la correspondencia y envíos	3
1.3 Organización y funcionamiento	7
1.3.1 Organización y funcionamiento de una Administración Postal	
1.3.2 Dirección de Inspección y Control	

CAPITULO 2 FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1 Transductores	11
2.1.1 Transductores de humo	
2.1.2 Transductores de temperatura	
2.1.3 Transductores de luz	
2.1.4 Transductores de humedad	
2.2 Métodos de transmisión	22
2.2.1 Transmisión de caracteres	
2.2.2 Sincronización por carácter	
2.3 Tipos de líneas de transmisión	26
2.3.1 Línea abierta de dos alambres	
2.3.2 Cable plano	
2.3.3 Par de cable trenzado	
2.3.4 Par trenzado blindado	
2.3.5 Cable coaxial	
2.3.6 Fibra óptica	
2.4 Interfaces	30
2.4.1 Estándar RS-232-C	
2.4.2 Estándar RS-449-A	
2.4.3 Estándar RS-422-A y RS-423-A	
2.4.4 Estándar RS-485	
2.5 Protocolos	41
2.5.1 Protocolo de byte controlado	
2.5.2 Protocolo de bit orientado	
2.6 Microcontroladores	45
2.6.1 Familia 80C51	
2.6.2 Arquitectura del 80C51	
2.6.3 Conjunto de instrucciones de la familia 80C51	
2.6.4 Temporización del 80C51	
2.6.5 Hardware de la familia 80C51	
2.7 Memorias	60
2.7.1 Fundamentos	

CAPITULO 3 ORGANIZACION GENERAL DEL SISTEMA

3.1 Módulos autónomos	66
3.1.1 Transductores	
3.1.2 Acondicionamiento de la señal	
3.2.3 <i>Hardware</i> de adquisición y control	
3.2 Módulo central	71
3.2.1 Organización de una computadora	
3.2.2 Interfaz de comunicaciones	

CAPITULO 4 DISEÑO DE LOS MODULOS AUTONOMOS

4.1 Sensor de temperatura	82
4.2 Sensor de humedad	83
4.3 Sensor de humo	87
4.4 Sensor de presencia	89
4.5 Sensor de acceso	91
4.6 Sensor de luz	93
4.7 Circuitos para el encendido de dispositivos	95
4.8 Selección del microcontrolador	96
4.8.1 Diferencias con el 80C51	
4.9 Memoria externa	102
4.10 Circuito de comunicación	103
4.11 Selección del tipo de línea de transmisión	107
4.12 Fuente de alimentación	110
4.13 Distribución del sistema en la oficina postal	115
4.14 Evaluación de costos del proyecto	118

CAPITULO 5 PROGRAMACION DEL SISTEMA

5.1 Programación de los módulos autónomos	122
5.1.1 Desarrollo del programa principal de los módulos autónomos	
5.1.2 Interrupción del puerto serie	
5.1.3 Rutinas de lectura de los sensores	
5.1.4 Envío de clave de alarma	
5.1.5 Codificación del programa	
5.2 Programación del módulo central	139
5.2.1 Programa principal del módulo central	
5.2.2 Subrutina de verificación de alarmas	
5.2.3 Subrutina de actualización de información	
5.2.4 Subrutina de cambio de horario	
5.2.5 Codificación del programa	

CONCLUSIONES

APENDICE A HOJAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS

**APENDICE B CODIFICACION DE LOS PROGRAMAS DE LOS
MODULOS AUTONOMOS Y DEL MODULO CENTRAL**

BIBLIOGRAFIA

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

El Servicio Postal Mexicano tiene sus orígenes en los correos aztecas o *paynani*, quienes eran los encargados de llevar los mensajes a través del territorio dominado por los mexicas. Este territorio se extendió más allá del mar durante la época colonial. Conforme este servicio fue teniendo una mayor demanda, fue necesario organizar y reglamentar el transporte de mensajes a través del Correo Mayor, lo que con el tiempo significó un crecimiento constante del servicio de correo, hasta llegar a ser el organismo descentralizado actual, cuya función es proporcionar servicios de recepción, distribución y entrega de la materia postal.

Las Administraciones Postales juegan un papel de suma importancia para el cumplimiento de esta función primordial. En esta introducción, hablaremos del funcionamiento de una administración postal y de la problemática encontrada que dificulta el cumplimiento cabal de sus objetivos, y que ha dado lugar al presente trabajo de tesis.

En una administración postal se recibe, clasifica, distribuye y entrega la correspondencia. Para el logro de estos objetivos, la oficina se divide en las siguientes áreas de trabajo:

- Ventanillas o atención al público
- Caja y oficina del administrador
- Apertura
- Distribución
- Transporte y despacho

En el área de atención al público se manejan formas valoradas tales como estampillas, talones de giros, vales postales, seguros postales y tarjetas de identidad utilizadas para el cobro de giros postales internacionales, principalmente. En esta misma área se encuentra el dinero producto de la venta diaria de servicios.

En el área de caja se lleva la contabilidad de la oficina y cada catorcena es el lugar donde se recibe y entrega la paga a los empleados de la administración. Por tal razón, los asaltos a mano armada son comunes.

En el área de apertura se abren los sacos de correspondencia dirigida a la administración, proveniente de los centros postales automatizados, para su trámite posterior. Aquí se factura toda la correspondencia registrada para hacer constar su recepción, sólo los sacos ordinarios no se facturan. De acuerdo con lo anterior,

es posible sustraer cualquier carta nacional o internacional en esta área.

La correspondencia ordinaria recibida pasa al área de distribución o al área de transporte. En distribución, corresponde al cartero clasificar la correspondencia por colonia, calle, código postal, etc. asignada a su rumbo de reparto. La correspondencia puede incluir cartas ordinarias, avisos de reembolsos o registrados, impresos, paquetes, propaganda, etc. En esta sección se puede sustraer la correspondencia, si no existe un buen control administrativo y de personal.

Toda la correspondencia generada en cada turno en ventanillas, se factura y se introduce en sacos especiales que se "marchaman", esto es, se les coloca un sello de plomo. Esta correspondencia se encamina al área de transportes, en donde puede permanecer 24 horas, en espera de ser recogida por el recolector del circuito y ser conducida a los centros postales automatizados para de allí ser llevados a su destino.

Cabe mencionar que durante el tiempo que permanece la correspondencia en apertura o transportes, no puede ser manipulada por nadie, hasta que sea hora de su transportación. El problema es que no siempre sucede así.

Durante el horario de atención al público de una administración postal, ésta está expuesta a ser asaltada, robada o a sufrir incendios, ya que no en todas las oficinas se cuenta con vigilancia uniformada ni con ningún otro equipo contra siniestros, tales como incendio, etc.

Por lo anterior, el Servicio Postal Mexicano tiene la necesidad de actualizar su sistema de vigilancia, seguridad y control, debido a los costos provocados por los constantes hurtos a que están sujetas las administraciones postales, por los costos de las indemnizaciones que se tienen que pagar a los correos internacionales y a los usuarios afectados, por la violación y/o sustracción del contenido de la correspondencia y por pago indebido de giros postales nacionales e internacionales, entre otros.

Además, la falta de un sistema de control de temperatura y humedad, puede ocasionar daño o pérdida de la materia postal, con los consecuentes problemas a los remitentes y destinatarios, además del costo para el Sistema Postal Mexicano en el caso de valores o de documentos cobrables.

Tal como se ha expuesto, el objetivo del Servicio Postal Mexicano se ve fuertemente afectado en su cumplimiento, por lo que la necesidad de un sistema de vigilancia y control efectivos está más que justificada.

En este trabajo de tesis se propone el diseño de un sistema de supervisión y control de una administración postal. Este sistema consistirá en módulos autónomos basados en un

microcontrolador. Estos módulos sensarán variables tales como humedad, humo, temperatura, presencia, luz y acceso. La información adquirida será procesada y enviada a un módulo central desde donde se activará una alarma sonora y visual para llamar a los servicios correspondientes según sea el caso.

El objetivo del presente trabajo es ayudar a evitar las pérdidas materiales y económicas para el Servicio Postal Mexicano, provocadas por robo, violación y/o sustracción de correspondencia, incendios y humedad debido al mal estado de algunas instalaciones; así como para economizar energía eléctrica.

La tesis consta de cinco capítulos. En el primero se da una breve introducción a la historia, organización y funcionamiento del Servicio Postal Mexicano, enfocándose principalmente a las actividades que se desarrollan en una administración postal.

En el segundo capítulo, se hace referencia a los fundamentos teóricos en los que se basa este trabajo, tales como: protocolos, estándares de comunicación, microcontroladores, memorias, sensores y líneas de transmisión.

En el capítulo tres se presenta una descripción mediante diagramas de bloques del módulo central (computadora), de los módulos autónomos y de la tarjeta de interfaz seleccionada para la comunicación entre módulos.

El cuarto capítulo trata acerca de la selección de los sensores y del diseño del *hardware* de los módulos autónomos.

En el capítulo cinco se realiza la programación de los microcontroladores y de la computadora.

Finalmente, se exponen las conclusiones obtenidas del trabajo y se anexan bibliografía y apéndices, tales como: hojas de especificaciones técnicas y codificación de los programas.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL
SERVICIO POSTAL MEXICANO

1.1 BREVE RESEÑA HISTORICA

Durante la época de los aztecas el correo estaba tan bien organizado que los españoles quedaron sorprendidos al comprobarlo. Los correos (*paynani*) de que se servían para la entrega de noticias utilizaban diferentes insignias, según la calidad de la noticia o del mensaje para el cual eran mandados: si la noticia era la derrota sufrida por los mexicas en alguna batalla, el correo llevaba la melena suelta y enmarañada y sin decir palabra a nadie se iba directo al palacio y, medio hincado delante del emperador, contaba lo que había sucedido; si la noticia era de alguna victoria obtenida por las armas mexicas, llevaba el cabello atado con una cinta roja y el cuerpo ceñido con un paño de algodón, en la mano izquierda llevaba una rodela y en la derecha una espada, la que era manejada como si estuviese en actitud de pelear, demostrando con tales señales su júbilo por los hechos gloriosos de los mexicas.

Los mensajes que los aztecas transportaban tenían la forma de un pequeño libro formado de una hoja de papel amate doblado y colocado entre dos tablillas de madera, lo que facilitaba el transporte del mensaje sin maltratar el documento.

Entre los pueblos que formaban el imperio azteca y aun entre los enemigos de éstos, los correos imperiales eran objeto de altas consideraciones, las leyes condenaban a muerte a quienes maltrataban a un correo o le impedían cumplir con su cometido.

Durante la época posterior a la conquista española tuvo algunos cambios, por ejemplo, en 1514 se expidió una ley en la que se garantizaba la inviolabilidad y la entrega de las cartas o pliegos procedentes de España con destino a las Indias o viceversa.

En 1580, Don Martín de Almanza, creó el primer Correo Mayor y se transmitió por subasta o herencia, implantándose aquí también el Monopolio Postal, calcado de los usos europeos. En 1771, se declararon vigentes para el correo de la Nueva España, todos los decretos que se regían sobre el particular en la Metrópoli, formando la primera legislación que estuvo vigente hasta mucho después de consumada la Independencia.

Consumada la Independencia, se establece la Administración General de Correos de México, poco después aparece el ferrocarril, importante medio de locomoción que se utilizó en el correo hasta hace aproximadamente tres años.

En 1856 se realizó la primera impresión de estampillas postales.

En 1878, México ingresó a la Unión Postal Universal.

En 1901, se le da el título de Dirección General de Correos, en vez de Administración General de Correos.

En 1917, se efectúa el primer vuelo postal, realizado de Pachuca Hidalgo a la ciudad de México.

En 1979 fue puesto en marcha el Plan de Mecanización Postal. En lo que se refiere al Distrito Federal, se implantaron tres centros postales automatizados: Aeropuerto Internacional, Pantaco y Buenavista, los dos primeros todavía en operación, mientras que el tercero fue destruido por los sismos de 1985.

El decreto de 1981 establece el nuevo código postal en el país, cuya característica principal consiste en que es un sistema de cinco dígitos, que anotados por el público usuario, identifica y ubica una posición geográfica y la oficina postal que la sirve, esto con el fin de facilitar el encaminamiento y la distribución de la correspondencia.

Por decreto del 20 de agosto de 1986, se crea el Organismo descentralizado denominado Servicio Postal Mexicano, con personalidad y patrimonio propios, cuyo objetivo principal es la prestación del servicio público de correos.

1.2 MATERIA POSTAL Y MODALIDADES DE LA CORRESPONDENCIA Y ENVIOS

Correspondencia es una comunicación privada entre remitente y destinatario, es de interés personal y privado.

La Ley del Servicio Postal Mexicano define a la correspondencia como la contenida en sobre cerrado y tarjetas postales que se ajusten a las normas previstas en ésta y en las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan. Las tarjetas postales se manejan al descubierto, mas contienen un mensaje de carácter personal.

Por aplicación, también se consideran correspondencias a las que contengan billetes de banco, joyas, metales preciosos, estampillas fiscales y postales (éstas últimas aun canceladas), así como toda clase de documentos y valores al portador, las cuales además serán obligatoriamente aseguradas.

Los envíos a su vez quedarán dentro de todos aquellos que difieran de la definición de correspondencia y sean depositados en el correo para su transportación y entrega, siempre y cuando éstos no sean objetos prohibidos para su transportación.

Modalidades de la correspondencia y envios

Se puede tratar a la materia postal de la siguiente forma:

- Por su naturaleza:

- a) Correspondencia. Contenida en sobres cerrados y las tarjetas postales.

b) Otros envíos:

Impresos: periódicos, propaganda comercial, libros, revistas, etc.

Mercancías: muestras de productos no destinados a la venta.

- Por su tratamiento:

a) Ordinaria. Es aquella que se recibe, se transporta y se entrega de manera común, sin que se lleve ningún tipo de control o registro por cada pieza.

b) Registrada. En su recibo, transporte y entrega, se otorga recibo, es decir, la pieza registrada tiene un número de control.

- Por su destino:

a) Nacional. Es aquella que se deposita, transporta y entrega dentro de los límites de los Estados Unidos Mexicanos.

b) Internacional. Es aquella proveniente o destinada a otros países. Esta correspondencia está sujeta a convenios internacionales vigentes, establecidos con la Unión Postal Universal (UPU) y la Unión Postal de las Américas y España (UPAE).

- Por su vía de encaminamiento:

a) Vía Aérea. Es la que se transporta por avión y/o avioneta.

b) Vía de superficie. Incluye la correspondencia que es transportada por tierra.

1.3 ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO

El correo es una actividad estratégica que se encuentra reservada, en forma exclusiva, al Estado, según términos de los artículos 16, 25 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

ARTICULO 16

".....La correspondencia que circule bajo cubierta por las estafetas estará libre de todo registro, y su violación será penada por la Ley...."

ARTICULO 25

".....El sector público tendrá a su cargo de manera exclusiva las áreas estratégicas que se señalen en el artículo

28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos que en su caso se establezcan".

ARTICULO 28

".....No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las áreas a las que se refiere este precepto: acuñación de moneda, correo, telégrafos, radiotelegrafía,.... y las actividades que expresamente señalen las Leyes que expidan el Congreso de la Unión."

Mas no se viola la reserva del Estado en los siguientes casos:

- Cuando se reciba y se transporte la correspondencia entre lugares en los que no haya servicio de conducción postal, para depositarla en la oficina de correos más próxima o recogerla de la misma para su entrega a los destinatarios.

- Cuando lo haga una persona física o moral, utilizando sus propios vehículos y empleados, pero sin transportar la correspondencia de otras personas.

- Cuando se conduzcan exhortos y toda clase de documentos judiciales.

Para la prestación de los servicios de correo, el Servicio Postal Mexicano está organizado como se muestra en el organigrama anexo, no se describirán las actividades de todas las oficinas y departamentos que lo integran, sin embargo, sí se mencionarán algunas del área operativa, que tienen problemas similares a los de una oficina postal, ya que las actividades son prácticamente las mismas; la diferencia radica en los volúmenes de correspondencia manejada.

- Si una sucursal no cuenta con reparto a domicilio, la entrega se efectúa en cajas de apartado y ventanilla. Depende de una administración principal para el manejo contable del fondo revolvente. El monto para hacer pago de giros es menor que el de una administración.

- Las agencias son establecidas en lugares donde no se justifica la ubicación de una administración o sucursal.

Se tienen centros automatizados como el Benito Juárez (Aeropuerto) y el México (Pantaco), y existen dos más, uno en Guadalajara y otro en Monterrey.

El término automatizado se debe al tipo de maquinaria empleada y a que se realiza la labor de indexación, que consiste en teclear en el pupitre el código postal, mientras que en forma simultánea la indexadora lo imprime en las máquinas clasificadoras para su proceso automático.

El Centro Mecanizado Pantaco sólo recibe y despacha envíos ordinarios fuera de valija, paquetería registrada en valija, de y para el Distrito Federal, para el interior del país por vía de superficie, valores y seguros postales.

- Las oficinas de cambio se encuentran establecidas en:

I.- Puertos y fronteras donde exista aduana para el intercambio de correspondencia de México con otros países.

II.- En la ciudad de México y en otras donde exista aduana.

- La oficina de transbordos cambió su nombre por el de Oficina de Recibo y Despacho y, como su nombre lo indica, recibe y despacha correspondencia y envíos por vía aérea y terrestre con destino a las administraciones del Distrito Federal e interior de la República.

- Los expendios de estampillas, los cuales son autorizados por el Servicio Postal Mexicano a un particular que tenga un comercio u oficina y que quiera vender estampillas postales.

1.3.1 Organización y funcionamiento de una administración postal

Las administraciones son oficinas que se encargan de recibir, clasificar, despachar y entregar la correspondencia que el público deposita. Por sus funciones a una administración se le considera como:

Oficina de depósito, porque en ella se deposita la correspondencia.

Oficina de tránsito, porque la correspondencia hace escala en ella.

Oficina de entrega, porque entrega la correspondencia a domicilio, en ventanilla (poste restante, lista de correos y cajas de apartado).

Por orden jerárquico, el administrador es el encargado de la vigilancia general de las oficinas. Sus funciones principales son: vigilar la atención y cumplimiento de todos los servicios; intervenir en la confección, despacho, recibo y apertura de las remesas de fondos y valores. Además, tiene a su cargo el inventario y vales resguardo de cada sección y demás obligaciones señaladas en el párrafo 889 de la Guía Postal, Condiciones Generales de Trabajo, Manual del Administrador, además de atender las consultas que le sean presentadas por el personal y el público usuario.

La subjefatura tiene bajo su responsabilidad la vigilancia general de la oficina durante el turno vespertino; vigilar que todos los fondos y valores estén debidamente protegidos y

registrados diariamente en los libros respectivos; entregar y recibir remesas de fondos, valores y otras actividades que le sean requeridas.

En el área de caja general, el personal tiene la responsabilidad de las labores relacionadas con la caja general y contabilidad; cargar y descargar diariamente los ingresos y egresos de la oficina; confeccionar, despachar, recibir y aperturar las remesas de fondos y valores; practicar reconocimientos de la existencia de estampillas en expendios, reembolsos, seguros postales, llaves para apartados y paquetería con boleta aduanal; efectuar diariamente su corte y entregar por medio de libreta el producto del cobro de este servicio previa firma de conformidad.

En la sección de ventanillas y atención al público, el personal tiene a su cargo y bajo su responsabilidad el expendio de estampillas, formas valoradas (giros postales, vales, seguros, etc.), cobro de cajas de apartados; efectuar diariamente y a la hora estipulada el corte, entregando por medio de libreta el producto de sus ventas diarias al cajero; cobrar el importe aduanal; recibo, trámite y despacho de los reembolsos y seguros postales.

En la sección de apertura de registrados se recibe, abre, tramita, distribuye y entrega al público, en su caso, la correspondencia, los seguros postales y reembolsos; se efectúa cobro de almacenaje, devoluciones y reexpediciones.

El personal asignado al área de transportes cancela y distribuye la correspondencia a los destinos del Distrito Federal; sella y firma marbetes y etiquetas; cierra y marchama sacos de correspondencia ordinaria y registrada; entrega a los recolectores de circuitos internos o rutas postales los sacos de correspondencia ordinaria y registrada; distribuye y despacha la correspondencia en casilleros según sea su destino.

1.3.2 Dirección de inspección y control

Esta Dirección tiene como funciones principales la vigilancia y el control interno, que se realizan a través de los diferentes departamentos y oficinas que la integran, y que en general, sus funciones son las siguientes:

- Vigilar que se realicen las investigaciones de hechos en que se presume la comisión de un delito, y en su caso, efectuar las denuncias que procedan, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Contraloría Interna, en los siguientes casos:

- . Quejas en contra de empleados de correos.
- . Quejas de empleados de correos en contra de usuarios.
- . Siniestros.

- . Asaltos y robos a las oficinas de correos, fijas y ambulantes.
- . Extravío, robo o destrucción parcial o total de la correspondencia.
- . Violación de correspondencia y sustracción de su contenido.
- . Actos que entrañen dolo o engaño y que de alguna forma perjudiquen los intereses del fisco o usuarios del Servicio Postal.
- . Cobro fraudulento de giros y vales postales.
- . Cobro o pago de documentos no autorizados.
- . Suplantación de firmas.
- . Cobro indebido de percepciones.

- Disponer lo necesario para que se elaboren los estudios, proyectos e instructivos relativos a los actos de Inspección en coordinación con el Departamento de Asuntos Jurídicos.

- Coordinar los trabajos fotográficos, dactiloscópicos y grafoscópicos, de investigación de laboratorio, necesarios para el esclarecimiento de los hechos que presuman la comisión de un delito.

- Llevar el control de las quejas y reclamaciones del servicio interior e internacional.

- Tramitar las reclamaciones del servicio interior e internacional.

- Realizar las investigaciones de hechos en que se presuma la comisión de un delito, y en su caso, efectuar las denuncias que procedan, en las situaciones mencionadas anteriormente.

- Practicar reconocimientos de fondos y valores en los casos de asaltos y robos.

En este capítulo se trató brevemente la historia del Servicio Postal Mexicano, se habló de su organización y funcionamiento, enfocándose principalmente a las actividades de una administración postal. Se describió también la clasificación de la materia postal y su tratamiento.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS

TEORICOS

En este capítulo se tratarán los conceptos básicos de los elementos que conformarán al sistema, comenzando con los dispositivos que sensaran las variables de interés, siguiendo con la forma como éstas se van a transmitir, a través de qué medio y finalmente a dónde serán enviadas. Estos conceptos son: sensores, líneas de transmisión, interfaces y microcontroladores. Lo anterior nos permitirá conocer la operación del sistema en general, su clasificación y sus bases teóricas, para que en los siguientes capítulos se realice la selección de los dispositivos más adecuados para la integración del sistema propuesto en este trabajo.

2.1 TRANSDUCTORES

Para poder utilizar los métodos eléctricos en la manipulación, medida y control de la variable a medir, que generalmente no es eléctrica, la variable se debe convertir en otra señal de tipo eléctrico, por medio de un dispositivo llamado "transductor".

Un transductor, se define como un dispositivo capaz de convertir una forma de energía o señal a otra diferente, generalmente eléctrica. Esta definición de transductor incluye, por ejemplo, dispositivos que convierten fuerza o desplazamiento mecánico en señales eléctricas. Muchos otros parámetros físicos, (tales como el calor, la intensidad luminosa, humedad, etc.) se pueden también convertir en energía eléctrica por medio de los transductores. Estos suministran una señal de salida cuando son estimulados por una entrada no mecánica; un termistor reacciona a las variaciones de la temperatura, una fotocelda a los cambios de la intensidad luminosa, etc. En todos estos casos, la magnitud de la cantidad de salida se mide por métodos estándares, dejando la cantidad de entrada en términos de una medida eléctrica análoga.

Selección de un transductor

Un buen número de preguntas elementales se deben hacer antes de seleccionar un transductor. Por ejemplo:

- a) ¿Cuál es la cantidad física a medir?
- b) ¿Qué transductor es el que mejor se puede usar para medir esa cantidad?
- c) ¿Qué exactitud se requiere para esta medición?

La primera pregunta se puede responder determinando el tipo y rango de la medición. La segunda pregunta requiere que las características de entrada y salida del transductor sean compatibles con el sistema de medición y registro. La tercera pregunta se puede responder considerando que el transductor apropiado se selecciona por la tolerancia permitida entre el valor leído y el valor real.

Algunos de los factores que contribuyen en la selección de los transductores son:

- a) Parámetros fundamentales de los transductores: tipo y rango de la medición, sensibilidad y excitación.
- b) Condiciones físicas: conexiones eléctricas y mecánicas, condiciones de montaje, resistencia a la corrosión.
- c) Condiciones de error: efectos de no linealidad, efectos de histéresis, respuesta de frecuencia, resolución.
- d) Condiciones ambientales: efectos de la temperatura, aceleración, choques, vibración.
- e) Compatibilidad con el equipo asociado: tolerancia de la sensibilidad, acoplamiento de impedancias, resistencia de aislamiento.

El error total en la medición en un sistema activado por un transductor se puede reducir para que caiga dentro de los rangos requeridos de exactitud, por medio de las siguientes técnicas:

- a) Usando un sistema de calibración en el lugar, con las correcciones efectuadas al tomar los datos.
- b) Registrando simultáneamente el ambiente y corrigiendo los datos con base en ese registro.
- c) Controlando artificialmente el ambiente para minimizar posibles errores.

En particular, para el presente proyecto, se describirá el funcionamiento de los transductores que se utilizarán en la medición de las variables requeridas: humo, temperatura, humedad y luz.

2.1.1 Transductores de humo

La detección de humo se ha convertido en un importante campo de acción de las técnicas industriales de medidas de seguridad. Dentro de los principales detectores de humo se encuentran los siguientes:

Nefelómetros. Detectan la presencia de gases en base a la dirección de la luz dispersa, a 90° respecto del haz de luz incidente, o en algunos casos a 90° de la superficie de un líquido iluminado por un haz de luz, con un ángulo relativamente bajo respecto de la superficie. En algunos diseños, se coloca un segundo sensor luminoso a 180° respecto del primero, para aumentar la capacidad de detección de la luz dispersa. La luz transmitida se absorbe en un cámara oscura y se mide a través de un sensor luminoso para propósitos de referencia. Dado que la luz se dispersa únicamente cuando existe turbiedad, los nefelómetros

proporcionan una amplitud de señal elevada con una turbiedad grande. Un camino luminoso relativamente corto, tiende a incrementar el extremo superior e inferior del rango de medida de turbiedad.

Transmisómetros. Detectan la presencia de gases a través de dispositivos sensores de opacidad (denominados también transmisómetros), que miden la atenuación de luz en una muestra de fluido debido a la absorción y dispersión (% opacidad=100 % - % transmitancia). La luz incidente sobre el sensor luminoso, decrece con el aumento de opacidad de la muestra.

Detectores de conductividad térmica. Estos aparatos son muy prácticos en la detección de gases puros, pero cuando se trata de mezclas de gases, hay que tener en cuenta la superposición de los efectos de conductividad térmica de algunos componentes sobre otros, lo cual puede dar lugar a deducciones erróneas del estado y la composición de las mismas; además, es muy importante el criterio de selección del gas de referencia, para que pueda ser bien detectado el gas problema.

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de que cuando circula una corriente eléctrica constante, por un hilo rodeado de un gas en el interior de una cámara, la temperatura del hilo va a depender de la conductividad térmica exterior del gas. Como la resistencia eléctrica del hilo es proporcional a su temperatura, el conocimiento de la corriente del filamento nos dará su resistencia.

Detectores de infrarrojos. Son útiles cuando se quieren detectar gases determinados, dado que cada gas tiene una longitud de onda característica de absorción. Si se dispone de un equipo adaptado a una onda dada, se podrá tener un buen detector específico.

Su inconveniente es el elevado precio, precisando de diferentes fuentes de diversas longitudes de onda, así como gases de referencia y bancos ópticos distintos para cada gas, con lo que un equipo de detección de gases usando la técnica infrarroja resulta de elevado costo.

Puesto que los rayos infrarrojos producen calor, se podrá medir la variación de su intensidad de radiación debido a la absorción, mediante dispositivos sensibles a la temperatura.

Ciertos termopares o fotoceldas sensibles al infrarrojo podrán ser buenos sensores, pero surge el problema de no ser muy selectivos y perder fiabilidad de medición.

Si se utiliza como receptor de radiación, un gas de la misma naturaleza que la del que se desea medir el contenido en una mezcla, el receptor sólo responderá a unas determinadas longitudes de onda, y de esta forma se habrá conseguido un receptor selectivo.

Electrodos de ión selectivo. Estos sensores son útiles para la medida de mezclas de iones de una amplia gama de sustancias químicas, tanto orgánicas como inorgánicas.

El problema básico en el electrodo selectivo, es el hallazgo de una membrana semipermeable (líquida, sólida, o vítrea) que sea, en el caso ideal, sólo permeable a la especie de interés o también que sea permeable sólo a un producto de reacción de la sustancia de interés, que se produce en la zona externa adyacente a la membrana semipermeable. Dicha membrana se utiliza para separar la interfaz-metal-electrolito, donde se produce la transferencia electrónica, desde la solución que contiene la especie de interés, evitando la entrada de otras sustancias que interferirán en el proceso de transferencia electrónico.

Los detectores de humo son un medio muy efectivo para evitar muertes por incendio, ya que son dispositivos que advierten en forma temprana que se está presentando un incendio.

Los detectores de humo se activan cuando el humo los alcanza. Si el incendio se origina en una chimenea, en un pasillo, en un cuarto o en otro lugar distante, es necesario que la cantidad de humo sea mayor para poder activar la alarma. Por lo expuesto anteriormente, debe tomarse en cuenta el alcance del detector utilizado.

Los detectores de humo no pueden sensar todas las clases de fuego y no pueden advertir los incendios provocados por:

- Fumar
- Explosiones
- Escapes de gas
- Materiales inflamables
- Sobrecarga en circuitos eléctricos
- Cerillos

2.1.2 Transductores de temperatura

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Las limitaciones del sistema de medición quedan definidas en cada tipo de aplicación, por la precisión, la velocidad de captación de la temperatura, la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesario.

Los detectores de temperatura más utilizados son:

RTD.- Los detectores resistencia-temperatura RTD (*Resistance Temperature Detection*) emplean un elemento con una resistencia

característica (comúnmente 100 ohms), que suministra un valor de resistencia definido para cada temperatura dentro de su rango. El elemento puede ser de alambre de platino, cobre o níquel.

Casi todos los conductores metálicos tienen un coeficiente de temperatura positivo de resistencia, de tal forma que su resistencia aumenta con el incremento de la temperatura. Algunos materiales, tales como el carbón y el germanio, tienen un coeficiente de temperatura negativa de resistencia, lo que significa, que la resistencia decrece con un incremento de la temperatura.

Termistores.- Los termistores son dispositivos semiconductores, que se comportan como resistencias con un coeficiente de variación de la temperatura, normalmente negativo. En algunos casos, la resistencia de un termistor a la temperatura ambiente, puede decrecer hasta un 6% por cada grado centígrado de elevación de la temperatura, esta alta sensibilidad a los cambios de temperatura lo hace extremadamente conveniente para la medición, control y compensación precisa de la temperatura. Los termistores se usan en aplicaciones en el rango de bajas temperaturas; de -100°C a 300°C . Los termistores están compuestos de una mezcla sintética de óxidos de metales, tales como el manganeso, níquel, cobalto, cobre, hierro y uranio.

Termopares.- Cuando dos diferentes metales se ponen en contacto, un pequeño voltaje es producido entre ellos. El voltaje producido depende del tipo de metales usado y de la temperatura. Dependiendo del metal, el voltaje producido se incrementa entre 7 μV y 75 μV por cada grado Celsius de incremento de temperatura. Diferentes combinaciones de metales son usadas para medir diversos rangos de temperatura.

El uso de termopares presenta tres problemas:

- El primero, es el hecho de que su salida es muy pequeña y debe ser amplificada para que pueda ser manejada por dispositivos tales como convertidores A/D.
- El segundo problema se presenta al requerir mediciones exactas, ya que se debe incluir una segunda unión en el circuito, hecha con los mismos metales, para que sirva como referencia. A esta unión se le conoce como unión fría de compensación.
- El tercer problema que se presenta en el uso de termopares, es que su voltaje de salida no cambia linealmente con la temperatura. Sin embargo, esto se puede corregir adicionando circuitos analógicos.

Termómetros infrarrojos.- Estos sensores usan termopares conectados en serie, para detectar y medir radiación infrarroja (calor) emitida por el objeto a medir. El sensor transforma la radiación en una corriente eléctrica, proporcional a la temperatura.

Termómetros bimetalicos.- Basan su funcionamiento en el hecho de que dos metales diferentes tienen variaciones de dimensión también diferentes con un mismo cambio de temperatura, por lo tanto, si se emplea una placa metálica formada por dos metales distintos (uno en la parte superior y otro en la inferior) perfectamente unidos, al provocar una modificación en la temperatura, la placa tenderá a doblarse hacia abajo o hacia arriba, lo cual, mediante un mecanismo de relojería, puede hacer girar una aguja sobre alguna escala preestablecida, proporcionando así la medida de la temperatura de algún sistema.

Termómetros de cristal.- Consta de un tubo de vidrio de pared gruesa y conducto pequeño (tubo capilar), el cual contiene generalmente mercurio, de tal manera que al modificar la temperatura del mercurio, se traducirá en una variación de su volumen y por lo tanto ocupará diferente posición dentro del tubo capilar, indicándose con ello, la temperatura del sistema sobre una escala previamente calibrada.

2.1.3 Transductores de luz

Los sensores que proporcionan una salida eléctrica, en respuesta a una radiación electromagnética incidente en la porción UV-visible-IR del espectro, se conocen como sensores de luz, detectores de luz (o específicamente como detectores de UV o detectores IR), fotosensores, fotodetectores, fotocélulas, o transductores de luz (o UV o IR). Estos elementos de transducción actúan además como elementos sensores.

Los sensores de luz se pueden clasificar en dos categorías principales: detectores cuánticos (o detectores fotónicos) y detectores térmicos. Los detectores térmicos responden a la energía radiante incidente total, se utilizan principalmente como sensores IR. Los detectores fotónicos emplean transductores fotovoltaicos, fotoconductivos, unión-fotoconductiva, fotoemisivos o fotoelectromagnéticos. Los detectores térmicos utilizan métodos de transducción termoeléctrica, bolométrica o piroeléctrica.

Transducción fotovoltaica.- Los sensores fotovoltaicos son autogeneradores; esto es, no necesitan potencial de excitación exterior. Su tensión de salida es función de la iluminación sobre dos materiales diferentes. La unión actúa como una barrera de potencial por la que fluyen electrones excitados por los fotones incidentes. Algunos tipos de parejas de materiales exhiben el efecto fotovoltaico, como las de selenio/hierro y cobre/óxido de cobre. Los sensores fotovoltaicos semiconductores emplean materiales como el silicio, germanio, o antimoniuro de indio, con una unión p-n como barrera de potencial. La unión se forma, introduciendo diferentes tipos de impurezas en los extremos opuestos de un material semiconductor.

Transducción fotoconductiva.- Los sensores fotoconductivos se fabrican de material semiconductor que reduce su resistencia

en respuesta a una iluminación creciente. El material está contenido entre dos electrodos conductores a los que se unen hilos de conexión. El cambio en conductancia, resulta del cambio en el número de portadores de carga, creado por la absorción de la energía de los fotones incidentes. Como fotoconductores, se utilizan películas policristalinas (por ejemplo, sales de plomo y antimonio de indio) así como materiales de cristal único (silicio o germanio contaminado).

Transducción por unión fotoconductiva.- En estas versiones de sensores fotoconductivos, la resistencia a través de una unión de un material semiconductor p-n, cambia en función de la luz incidente. La fotocorriente de la unión, se incrementa con el aumento del flujo de fotones incidentes. Este principio se utiliza en los fotodiodos, así como en los fototransistores.

Transducción fotoemisiva.- Los sensores fotoemisivos emiten electrones desde un cátodo, cuando los fotones chocan contra él. Cuando la energía de la radiación es mayor que la función de trabajo del material catódico, los electrones son lanzados fuera de la superficie del cátodo. Este efecto se utiliza en los diodos fototubo (al vacío o rellenos de gas), así como en los tubos fotomultiplicadores.

Transducción fotoelectromagnética.- Este método de transducción especializado, afecta a un semiconductor (típicamente fabricado de cristales de antimonio de indio), al actuar sobre él un campo magnético externo. Cuando los fotones son absorbidos cerca de la superficie frontal del semiconductor, el exceso de portadores resultantes en esa superficie y su ausencia en la superficie opuesta, ocasiona una difusión de portadores hacia la superficie opuesta. La fuerza debida a la aplicación de un campo magnético transversal, direcciona los huecos hacia un extremo del semiconductor, y a los electrones hacia el otro extremo, proporcionando así, una fem desarrollada entre los dos terminales. La ventaja de este método es la reducción del ruido térmico generado internamente.

Transducción termoeléctrica.- Bajo el efecto termoeléctrico (*Seebeck*) operan tanto los termopares como las termopilas. Las termopilas producen una tensión de salida cuando la temperatura de sus uniones sensoras es mayor que la temperatura de sus uniones de referencia; éstas consisten en un número de termopares conectados en serie. Las termopilas utilizadas para detectar el flujo radiante tienen sus uniones de referencia en contacto con un sumidero de calor, mientras que sus uniones sensoras están ennegrecidas (para absorber la radiación calorífica) y aisladas térmicamente del sumidero térmico. Las uniones de referencia (frías), se mantienen relativamente estables en temperatura, se encuentran blindadas con el fin de no recibir el flujo radiante incidente. Las uniones sensoras se calientan debido al flujo radiante. Si la temperatura del sumidero de calor se conoce, la diferencia de temperaturas entre las uniones sensoras y de referencia indicada por la tensión de salida de la termopila, es una medida del flujo de radiación incidente.

Transducción bolométrica.- Los bolómetros utilizados como sensores de flujo radiante, consisten en un par de termistores apareados (u otros dispositivos resistivos sensibles a la temperatura), conectados en un circuito en medio puente o puente completo, uno de los cuales está ennegrecido y montado de manera que detecta el flujo radiante, el otro se encuentra aislado del flujo radiante y responde únicamente a la temperatura del sumidero calorífico.

Transducción piroeléctrica.- Los sensores piroeléctricos están compuestos por un material de cristal ferroeléctrico (por ejemplo, sulfato triglicénico) entre dos electrodos. El cristal muestra una polarización espontánea (concentración de carga eléctrica), que es dependiente de la temperatura. Los cambios en el flujo de radiación incidente, absorbidos por el cristal, ocasionan una variación en la temperatura del cristal, provocando además, una alteración en la diferencia de potencial a través de los electrodos. Esta tensión se neutraliza posteriormente por el flujo de corriente a través de la resistencia de fugas internas y la resistencia de carga externa. Los sensores piroeléctricos son básicamente capacitivos por naturaleza.

Transducción fotoeléctrica actuada por presión.- Este método de transducción, se emplea en el detector de IR. Se encapsula un gas de baja conductividad térmica (por ejemplo, xenón) en el interior de un cilindro, tapado por una membrana ennegrecida sobre un extremo y un diafragma revestido de espejo en el otro extremo. La radiación incidente IR actuante sobre la membrana ennegrecida, provoca que el gas se expanda y deforme el diafragma y consecuentemente la superficie del espejo. El diafragma se coloca en el camino óptico entre una fuente de luz y un sensor de luz, de manera que la deformación del diafragma ocasiona que la luz reflejada, actúe sobre un sensor de luz al aumentar la presión. La salida del sensor de luz es, por consiguiente, proporcional a la radiación IR incidente.

2.1.4 Transductores de humedad

La higrometría, como su nombre lo indica, se refiere a la medición de la humedad de un gas, es decir, a la determinación y conocimiento de la cantidad de vapor de agua contenida en el gas.

Sensores de humedad higrométricos. Los sensores de humedad higrométricos proporcionan una indicación directa de la humedad. Algunos materiales cambian sus dimensiones con la absorción o eliminación de agua. Existen dos materiales orgánicos que tienen esta característica: el cabello, especialmente el humano y ciertas membranas animales. Cuando se utilizan como sensores de humedad, un muelle los mantiene en tensión, manifestando una dilatación al aumentar la humedad, se produce así un desplazamiento que puede ser transducido. Como el desplazamiento es pequeño, los transductores de desplazamiento más utilizados son del tipo de reluctancia o de galga extensométrica. Algunos materiales orgánicos o algunos plásticos,

tienen también esta característica y son utilizados como sensores.

Los elementos de óxido de aluminio presentan cambios de resistencia y de capacitancia, es decir, de impedancia, al cambiar la humedad del ambiente. Este tipo de transductor consiste básicamente de piezas de aluminio, cuya superficie ha sido analizada para conseguir una capa de óxido muy fina. La estructura de una película de este tipo consiste en una multitud de poros. Una película muy fina de oro, depositada al vacío sobre la superficie de óxido actúa como electrodo, y el sustrato de aluminio como el otro electrodo. El vapor de agua atraviesa la capa de oro y se equilibra sobre las paredes de los poros, de una manera relacionada funcionalmente con la presión del vapor de agua del aire ambiental. El número de moléculas de agua absorbidas por la estructura de óxido, determinan el cambio de impedancia del elemento.

Los elementos de cristal oscilante, consisten de cristales de cuarzo revestidos de material higroscópico, el cristal se conecta como elemento controlador de frecuencia en un circuito oscilador. La masa de cristal cambia con la cantidad de agua absorbida por el material higroscópico, esto provoca un cambio en la frecuencia de oscilación, y se consigue una salida secuencial, ligada linealmente con la humedad. Los polímeros higroscópicos, son los materiales de revestimiento más utilizados.

Los higrometros electrolíticos se alimentan con suficiente corriente, como para electrolizar el vapor de agua en hidrógeno y oxígeno. El vapor de agua se absorbe en un material desecante (como una película delgada de pentóxido de fósforo) sobre el que se han enrollado los electrodos bifilares. Otro diseño, utiliza un disco de cristal poroso con electrodos en las caras, la absorción del vapor de agua ocurre en las paredes de los poros. La cantidad de corriente requerida por la electrólisis, varía en función del vapor de agua absorbido, es decir, de la humedad, así la propia corriente es la salida del sensor de humedad.

El elemento resistivo higrométrico, conocido como formación Brady difiere de los elementos de películas o sustratos higroscópicos, en que este elemento consiste de una "formación" de matrices de cristal semiconductor, que se comporta eléctricamente neutro con las moléculas de agua.

Sensores psicrométricos.- Los elementos sensores psicrométricos (por ejemplo los que miden la humedad por el método de "bulbo seco y bulbo húmedo"), son sensibles a la temperatura. Siempre se utilizan dos elementos separados para obtener lecturas de las que se determinará la humedad relativa (HR). Un elemento (el "bulbo seco") mide la temperatura ambiental. El otro elemento (el "bulbo húmedo") está envuelto en una mecha saturada con agua destilada. El aire ventila la mecha, de manera que enfría el elemento sensor por debajo de la temperatura ambiental, debido a la evaporación del agua de la mecha. Esta evaporación depende de la presión del vapor o la

humedad contenida en el aire (u otro fluido). La humedad se determina, pues, a partir de la lectura de la temperatura de los dos bulbos, utilizando una tabla o gráfico (gráfico psicrométrico). Para asegurar una ventilación apropiada del bulbo húmedo, el aire se fuerza alrededor de él, mediante un simple movimiento manual giratorio del conjunto completo (psicrómetro giratorio) o empleando un fuelle (psicrómetro aspirado). La mecha está fabricada usualmente, con un material textil como algodón; a veces está formada por material cerámico poroso, moldeado sobre el elemento sensor. En la mayoría de los psicrómetros electrónicos las temperaturas de los bulbos se obtienen mediante sensores resistivos (hilo de platino, hilo de níquel o termistores). También existen diseños que miden la temperatura del bulbo seco con un elemento resistivo y la depresión del bulbo húmedo con una termopila diferencial; un conjunto termopila se aplica en el bulbo seco cerca del elemento resistivo y el otro está cubierto con la mecha húmeda. En los psicrómetros normalmente se incluye un depósito con agua para mantener húmeda la mecha.

Métodos de sensado del punto de rocío.- El punto de rocío, es la temperatura a la que las fases líquida y vapor de un fluido están en equilibrio (el punto de equilibrio de las fases de vapor y sólido se denominan punto de escarcha). A esta temperatura existe una saturación del vapor de agua. Así, la humedad absoluta, puede determinarse a partir de esta temperatura si se conoce la presión. El método más frecuente utilizado para medir el punto de rocío, consiste en enfriar una superficie cuya temperatura se puede medir, hasta que el rocío (o la escarcha) condensa sobre él.

El elemento sensor utilizado por este método de medición del punto de rocío, tiene dos funciones: debe medir la temperatura de la superficie que es enfriada artificialmente y debe detectar el cambio de fase de vapor a líquido (o sólido). Para la medición de la temperatura, se utilizan elementos resistivos o termoelectrónicos. Detectar el instante de condensación puede realizarse por varios métodos. Todos los métodos requieren de una superficie de condensación, típicamente un delgado disco en contacto térmico con un dispositivo refrigerador, normalmente un refrigerador termoelectrónico. El método sensor de condensación más utilizado es el fotoeléctrico. La superficie de condensación es pulida como un espejo. Se aplica un haz de luz sobre el espejo, y uno o más sensores de luz reciben el haz reflejado por el espejo, la condensación provoca un cambio brusco en la capacidad de reflexión del espejo. El método sensor resistivo utiliza un par de hilos electrodos que recorren una superficie aislante; la condensación provoca un cambio brusco de la resistencia. En los detectores de condensación nucleónicos, se colocan fuentes de partículas alfa o beta niveladas con la superficie, un detector de la radiación sobre la superficie, detecta el momento en que se provoca un salto en el número de partículas debido a la presencia de la condensación.

Un método diferente de detectar el punto de rocío, consiste en emplear un sensor de disolución de sal saturada y calentada; método conocido también como de "equilibrio de energías". Como la sal normalmente utilizada es el cloruro de litio, estos sensores se conocen también como sensores de punto de rocío de cloruro de litio. El sensor consiste en un tubo de metal de paredes delgadas, cubierto de una mecha impregnada de una disolución de cloruro de litio. Un hilo bifilar enrollado a la mecha impregnada se usa para calentar la disolución; dentro del tubo se aloja un sensor de temperatura en contacto térmico con el tubo para permitir la lectura del punto de rocío. El sensor se calienta hasta que la presión del vapor de la disolución del cloruro de litio está en equilibrio con la presión de vapor del fluido (por ejemplo aire ambiental), cuyo punto de rocío se quiere determinar. La resistencia de la disolución de sal es indicativa del punto en que se consigue el equilibrio. La salida del sensor de temperatura, se visualiza y relaciona con el correspondiente punto de rocío del vapor de agua (la presión del vapor de saturación para el cloruro de litio se conoce inicialmente).

Métodos remotos para el sensado de humedad.- Estos métodos implican la utilización de energías electromagnéticas dentro de las regiones del espectro de radiofrecuencias, infrarrojos o ultravioleta. Estos dispositivos emplean métodos tales que permiten la lectura de humedad de sólidos, líquidos o gases, en términos volumétricos (porcentaje) o de relación de masas (partes por millón). Un dispositivo aplica energía de radiofrecuencia (RF) a una muestra y determina la humedad en términos de pérdida de energía, así el contenido de humedad se relaciona con una admitancia electromagnética.

Los dispositivos más comunes son de naturaleza estroboscópica. Su funcionamiento se basa en la parcial y selectiva absorción de radiación, debida al contenido de humedad, a una longitud de onda especificada. Estas longitudes de onda, se localizan en el espectro de las regiones de los ultravioleta (UV) hasta los infrarrojos (IR), incluyendo también la luz visible, en algún instrumento de laboratorio de investigación se llega a utilizar el rango de rayos *gamma*. Los sistemas comerciales utilizan básicamente el espectro de absorción de infrarrojos. En algunos, la absorción de IR se mide a una longitud de onda específica (características del agua) y sobre un volumen muestra del fluido a medir, así como un volumen muestra de un fluido cuya humedad se conoce, comparándose las lecturas. Otro sistema aplica dos longitudes de onda específicas sobre el fluido a medir, comparando la atenuación (un emisor de energía IR sobre un fotodetector) en dos inclinaciones de la curva espectral, de manera que uno se utiliza como referencia y el otro como medida. Las bandas características de absorción del contenido de humedad, pueden también observarse a frecuencias submilimétricas y así, equipos que utilizan estas frecuencias (radiómetros de microondas) se usan para determinar el contenido de humedad de la atmósfera de satélites, de manera remota.

Una vez analizadas las características físicas de las variables por medir, efectuaremos un análisis de conceptos básicos relacionados con los métodos de transmisión de información más comunes.

2.2 METODOS DE TRANSMISION

Los métodos de transmisión de información más comunes son: *simplex*, *half-duplex* y *full duplex*. A continuación explicaremos cada uno de ellos.

Simplex

Un enlace en modo *simplex* lleva información en una sola dirección, esto es, que sólo transmite o sólo recibe información. Un enlace en modo *simplex* es la elección apropiada cuando sólo se necesita enviar información de una terminal a otra y nunca se necesita recibir información.

Una de sus ventajas es el bajo costo de instalación y es simple en el *software*. Sin embargo, como no puede enviar información en las dos direcciones, sus aplicaciones son limitadas.

Half-duplex

Para muchas aplicaciones es necesario comunicarse en ambas direcciones (transmitir y recibir). La forma menos cara de conseguir esto es con *half-duplex*, en el que la línea lleva la información en una dirección a la vez.

En un sistema *half-duplex*, las dos terminales de la línea pueden comunicar no sólo información sino también sus caracteres de control.

Suponga que la información viaja de una terminal A a una terminal B, de izquierda a derecha. La terminal A es la que envía y la terminal B es la que recibe. Cuando la terminal A termina de enviar sus datos, la terminal B reconoce la recepción de los datos y entonces pide la línea. Cuando la terminal A termina de enviar y comienza a recibir, se tiene una conmutación de línea. Cuando la terminal B termina de transmitir, la terminal A puede pedir la línea y conmutará de nuevo.

Un sistema *half-duplex* requiere un circuito para realizar la conmutación de la línea. El tiempo que el sistema invierte cambiando la línea es tiempo perdido. Sin embargo, *half-duplex* es menos caro que el sistema *full-duplex* porque el primero necesita sólo dos alambres para efectuar la transmisión de datos.

Full-duplex

En un sistema *full-duplex* la información viaja en ambas direcciones (transmite y recibe) a la vez.

Puesto que los datos son transmitidos como señales analógicas, se debe considerar el ancho de banda. Cuando se transmite en una dirección a la vez con *half-duplex* o *simplex*, se puede usar la banda entera, o el rango de frecuencias que la línea tiene disponible. Si se trata de transmitir en ambas direcciones a la vez, cada dirección puede usar sólo la mitad de la banda. Por lo tanto, el sistema *full-duplex* no puede rivalizar con la rapidez de *half-duplex*. En una línea privada, si se usan cuatro alambres en lugar de dos, que son los usuales, entonces se le puede dar rapidez al sistema *full-duplex*.

En el sistema *full-duplex* cada lado puede interrumpir al otro, en este sistema el modem (modulador-demodulador) puede transmitir y recibir al mismo tiempo. Con un sistema *half-duplex*, el modem puede solamente pedir que se empiece a enviar cuando ha terminado de recibir. Si está enviando no puede recibir.

2.2.1 Transmisión de caracteres

Los *bits* en un carácter pueden ser transmitidos usando transmisión en paralelo o transmisión serial.

Transmisión en paralelo

En la transmisión en paralelo un carácter completo es transmitido a un tiempo: cada *bit* tiene su propio cable por lo que cada *bit* está moviéndose paralelamente a los otros *bits*. Las posiciones de los *bits* en los cables no varían.

Sólo podemos usar transmisión en paralelo sobre distancias menores a 1.52 m. Más allá de esta distancia, la interferencia por radiofrecuencia (RFI) se convierte en un problema y la señal de datos se vuelve muy débil.

Los periféricos de un sistema de cómputo, por ejemplo, una impresora, frecuentemente usan una conexión en paralelo; en general, cuando la distancia entre los dispositivos es pequeña, la transmisión en paralelo es la más acertada.

Transmisión serial

Con la transmisión serial, un carácter se mueve en un cable a la rapidez de un *bit* por unidad de tiempo. Se puede usar transmisión serial sobre distancias grandes o cortas, lo que lo hace el método más común para transmitir datos. A continuación se hablará de cómo los datos seriales son transmitidos de un lugar a otro, utilizando el concepto de sincronización.

Primeramente el receptor necesita saber cuándo iniciar la búsqueda del primer *bit* en el primer carácter. Después de esto, si el reloj de las dos terminales está corriendo a la misma velocidad, el transmisor y el receptor permanecerán sincronizados.

Podemos especificar la velocidad de transmisión de datos en *bauds* o en *bits* por segundo (bps). Estos términos están muy relacionados pero no son idénticos, aunque la mayoría de los especialistas en comunicación de datos los utilizan de manera indistinta.

Un *baud* es una unidad de velocidad de modulación, se refiere al lado analógico, y se define como el número de cambios de estado de la señal analógica en un segundo, un cambio de estado puede ser un cambio de amplitud, frecuencia, fase o un combinación de estas.

Un *bit/seg* es una unidad de información, se utiliza para expresar la velocidad de transmisión de la información, se refiere al lado digital, es la cantidad de *bits* transmitidos en un segundo.

2.2.2 Sincronización por carácter

Los sistemas seriales tienen dos alternativas de comunicación : comunicación síncrona o asíncrona.

Transmisión síncrona

En un bloque de transmisión síncrono, los caracteres de datos son organizados en bloques de longitudes estándar (frecuentemente 256 caracteres) y los bloques, no los caracteres individuales, son las unidades de transmisión . Cada bloque está formado por un carácter de inicio de texto (STX) y uno de fin de texto (ETX). (Fig. 2.1)

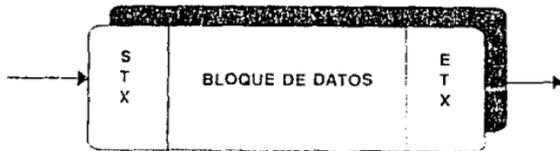


Fig. 2.1 Bloque de transmisión síncrono.

En este método de transmisión, tanto el dispositivo emisor como el receptor operan simultáneamente y se resincronizan después de transmitirse algunos miles de *bits* de señal de datos.

No se requieren *bits* de inicio/parada para cada carácter. La sincronización se establece y mantiene cuando no se están transmitiendo señales o justo antes de la transmisión de una señal de datos. Esta sincronización se establece enviando un grupo predeterminado de caracteres de sincronización entre los dispositivos transmisor y receptor.

Durante un sesión de transmisión, el receptor comenzará por ver dos o más caracteres libres, o caracteres *idle*. El carácter *SYN* deja al receptor sincronizado. Ahora el receptor sabe qué bit es el primer bit en el primer carácter, y puede leer los caracteres en el bloque que sigue. Después del carácter *SYN*, el receptor verá un carácter *STX*. Todo lo que sigue, hasta que el receptor vea un *ETX*, son datos. (Fig.2.2).

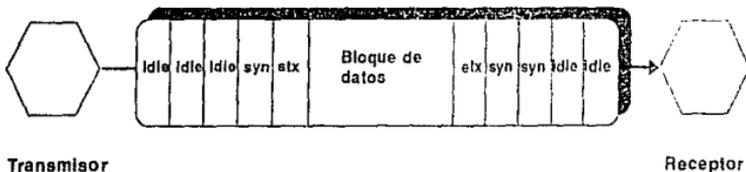


Fig. 2.2 Secuencia de transmisión de un bloque típico.

La transmisión sincrónica se utiliza cuando es necesario un gran volumen y alta velocidad en la transmisión de datos. Debido a que los datos son empaquetados en bloques, esta transmisión de datos puede ser muy eficiente. En el mercado hay disponible software de comunicación sincrónica para terminales inteligentes y microcomputadoras.

La transmisión sincrónica es más eficiente en el sentido de que hay menos *bits* de control con respecto al número total de *bits* transmitidos. La sincronización puede necesitar sólo de 16 a 32 *bits*, en tanto que la secuencia de *bits* para la señal de datos puede tener varios miles.

Transmisión asincrónica

Al modo de transmisión asincrónico se le conoce como transmisión de arranque y parada, porque el dispositivo transmisor puede transmitir un carácter en cualquier momento que sea conveniente y el dispositivo receptor lo acepta, por lo que es posible enviar caracteres a intervalos irregulares.

Para este tipo de transmisión, cada carácter debe permanecer independiente. El receptor debe sincronizarse a cada carácter independiente (Fig. 2.3).

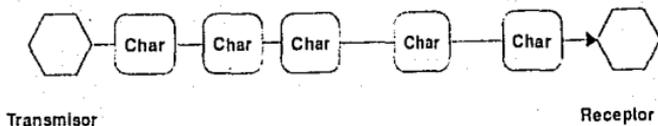


Fig. 2.3 Transmisión asincrónica de caracteres.

En una transmisión asincrónica, cada carácter está formado por bits de inicio y bits de parada (Fig.2.4). El bit de inicio le dice al receptor que un carácter está llegando y el bit de parada le dice al receptor que espere por otro bit de inicio antes de muestrear. El receptor sabe cuantos bits deberían ir dentro de un carácter. El toma ese número de bits y lo guarda en un espacio del carácter. La mayoría de los sistemas usan un bit de inicio y dos bits de parada. En la transmisión asincrónica se usa la verificación del carácter por paridad, el cual detecta errores en la información.

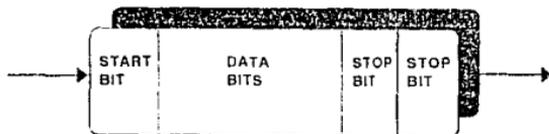


Fig. 2.4 Estructura de un carácter asincrónico.

2.3. TIPOS DE LINEAS DE TRANSMISION

Una parte importante de todo circuito es la línea de transmisión. Una línea de transmisión es un sistema de conductores metálicos que es usado para transferir energía eléctrica de un punto a otro. Más específicamente, una línea de transmisión está formada por dos o más conductores separados por un aislante, como por ejemplo un sistema de pares de cables.

En un extremo de la línea de transmisión está conectada una fuente, ordinariamente llamado generador o transmisor, y al otro extremo de la línea se le llama carga o receptor.

Existen dos tipos de líneas de transmisión, las balanceadas y las desbalanceadas. En una línea de transmisión balanceada, la corriente en un conductor está 180° defasada con respecto a la corriente del otro conductor. En cambio, en la línea

desbalanceada un conductor tiene su potencial a tierra, mientras que el otro conductor transporta toda la corriente. En la línea balanceada, ambos conductores conducen corriente, y ésta tiene la misma magnitud con respecto a tierra, pero viajan en dirección contraria, su capacitancia también es la misma a lo largo de la línea.

Una vez expuesto de modo general las características de las líneas de transmisión, se tratarán los tipos de líneas más utilizadas.

2.3.1 Línea abierta de dos alambres

Un tipo de línea paralela es una línea abierta de dos alambres. Esta línea consiste de dos alambres que están generalmente espaciados de 1/4 a 6 pulgadas. Este tipo de línea es la más usada en líneas de potencia, líneas telefónicas rurales y líneas telegráficas. Es utilizada con frecuencia como línea de transmisión entre una antena y el transmisor y entre una antena y el receptor. Un ventaja de este tipo de línea es su construcción sencilla. Sus principales desventajas son las altas pérdidas por radiación y el ruido recogido debido a la falta de blindaje. Las pérdidas por radiación son producidas por los campos magnéticos cambiantes que son causados a su vez, por las variaciones de voltajes y corrientes en cada conductor. Por lo tanto, la líneas de transmisión de cables abiertos (sin blindaje) son operadas normalmente en modo balanceado.

2.3.2 Cable plano

Otro tipo de línea paralela es el cable plano de dos alambres. Esta línea es esencialmente la misma que la línea abierta de dos alambres, excepto que el espaciamiento uniforme es asegurado por la envoltura de los dos alambres en un dieléctrico sólido de bajas pérdidas, generalmente polietileno o teflón. El espacio dieléctrico entre los conductores es parcialmente aire y parcialmente polietileno. Típicamente la distancia entre los dos conductores es 5/16 pulgadas.

2.3.3 Par de cables trenzados

Una línea de transmisión con par trenzado, como su nombre lo indica, consiste de dos cables aislados, trenzados para formar una línea flexible sin uso de espaciadores. Cuando dos cables son trenzados uniformemente, el resultado es una impedancia característica constante, que es uniforme a lo largo de la longitud de la línea.

A velocidades de transmisión de 100 KHz o mayores y en longitudes mayores a 50 pies (15.24 m), el par trenzado ha probado ser ventajoso sobre otro tipo de líneas. A continuación se listan algunas de sus ventajas y desventajas.

Ventajas :

- Cancelación del ruido debido al acoplamiento mutuo de las líneas adyacentes en el par trenzado.
- Ambos cables en el par son igualmente afectados por el ruido de acoplamiento electromagnético y electrostático. Estos ruidos se rechazan fácilmente usando receptores balanceados de entradas diferenciales.
- Las diferencias de voltaje entre los sitios de ubicación del generador (*driver*) y del receptor aparecen como señales de modo común. Estas señales son rechazadas con un receptor de entradas diferenciales.
- Características de impedancia uniforme a lo largo de la línea facilitan terminarla con un resistor apropiado.
- Las líneas de par trenzado son de bajo costo, con una vida útil larga y son mecánicamente muy robustas.

Desventajas :

No es usada para altas frecuencias debido a sus grandes pérdidas que ocurren en el aislamiento de hule. Cuando la línea está mojada, las pérdidas se incrementan enormemente.

2.3.4 Par trenzado blindado

El par trenzado consiste de conductores paralelos separados uno de otro y rodeados por un dieléctrico sólido. Los conductores están contenidos dentro de un trenzado de cobre de forma tubular que actúa como blindaje al ser aterrizado. El ensamblado está cubierto con recubrimiento rígido y flexible para proteger la línea de la humedad o del daño mecánico. El blindaje evita la distorsión y las pérdidas de señal.

La ventaja principal del par blindado es que los conductores son balanceados a tierra; esto es, la capacitancia entre los cables es uniforme a través de toda la longitud del mismo.

2.3.5 Cable coaxial

Las líneas de transmisión del tipo línea paralela, son deseables para aplicaciones en bajas frecuencias. Sin embargo, en altas frecuencias; su radiación, pérdidas dieléctricas, así como su susceptibilidad a interferencias externas, son excesivas. Por lo que se prefiere al cable coaxial en aplicaciones a altas frecuencias. El cable coaxial básico consiste de un conductor central rodeado concéntricamente por otro conductor (a una distancia uniforme).

Existen dos tipos de cable coaxial: el rígido lleno de aire y el flexible sólido. En el primero, el conductor central está rodeado coaxialmente por otro conductor tubular y el material

aislante es aire. El conductor externo está físicamente aislado y uniformemente separado por espaciadores, hechos generalmente de Pyrex, Poliéstireno o algún otro material no conductivo. En el cable flexible sólido, el otro conductor está trenzado, es flexible y es coaxial al conductor central. El material aislante es un material sólido no conductivo de polietileno que proporciona, soporte y aislamiento eléctrico entre el conductor central y el otro conductor. El conductor interior es alambre flexible de cobre.

Los cables coaxiales rígidos llenos de aire tienen un elevado costo de fabricación y para reducir pérdidas, el aire aislador debe estar relativamente libre de mezclas con otros gases. El cable coaxial flexible sólido, presenta pérdidas menores, es de fácil construcción, instalación y mantenimiento.

Ambos tipos de cables coaxiales son relativamente inmunes a radiación externa y pueden operar en altas frecuencias (hasta 3 GHz aproximadamente).

Las desventajas básicas de un cable coaxial son su costo y que deben ser utilizados en el modo desbalanceado.

2.3.6 Fibra óptica

Los sistemas de comunicación por fibras ópticas ofrecen grandes ventajas debido a su gran ligereza, alta capacidad de transmisión e inmunidad a la interferencia electromagnética, lo que permite operar bajo condiciones en las que los cables metálicos presentan grandes problemas de ruido, diafonía y saturación de los ductos disponibles para las líneas.

Las fibras que son utilizadas para comunicaciones son hechas de materiales dieléctricos transparentes, cuya función es guiar la luz visible o infrarroja a grandes distancias. Una fibra óptica consiste de un núcleo cilíndrico de vidrio, rodeado por una capa también cilíndrica de vidrio o plástico con un índice de reflexión más bajo, llamado *cladding* o revestimiento.

Las fibras ópticas han sido clasificadas en términos del índice de reflexión del núcleo, ya sea unimodal (*single-mode fiber*) o multimodal (*multimode fiber*). Si el núcleo (generalmente hecho de un vidrio de alto contenido de silicatos) tiene un índice de reflexión uniforme, se le llama fibra de índice escalonado. Si el núcleo tiene un índice de reflexión no uniforme, la fibra es llamada de índice gradual. El revestimiento tiene un índice de reflexión uniforme que es ligeramente menor que el índice de reflexión del núcleo. El revestimiento es de vidrio de altos contenidos de silicatos o plástico.

Las estructuras de los cables para contener la fibra óptica pueden ser clasificadas en dos grupos, dependiendo de la forma en que afectan al comportamiento de la fibra:

- Estructuras densas, en que la fibra se encuentra inmersa en el material plástico, por lo que su comportamiento térmico y mecánico afecta la calidad de la transmisión.
- Estructuras libres, caracterizadas por un soporte alveolar que permite a las fibras evitar los problemas de curvaturas y microcurvaturas, por medio de un margen de elongación sobre las mismas.

Algunas de las ventajas de la fibra óptica ya se han mencionado, falta agregar que su diámetro es menor con respecto al del cable coaxial y tiene mayor capacidad de manejo de señales.

Conforme se ha desarrollado la tecnología alrededor de la fibra óptica, ya se encuentra disponible la cuarta generación de fibras ópticas, con mayor ancho de banda, con atenuaciones del orden de 0.15 dB/Km, permitiendo repetidores hasta de 100 Km.

2.4. INTERFACES

Las interfaces son los dispositivos que permiten la interconexión de los diversos sistemas de datos. Para realizar esta función más fácilmente, han sido desarrollados estándares de comunicaciones. A continuación se tratarán los estándares de comunicación más comunes.

Estándares

Los estándares son reglas escritas de práctica uniforme que facilitan la interconexión en sentido físico entre varias máquinas. Existen diversas organizaciones que generan y publican estos estándares y hacen accesibles tales estándares a usuarios y fabricantes que se adhieren voluntariamente. Los estándares son escritos por varias asociaciones como la Oficina Nacional de Estándares (NBS, *National Bureau of Standards*) y la Asociación de la Industria Electrónica (EIA, *Electronic Industry Association*).

Un estándar está diseñado para hacer posible la interconexión entre un equipo terminal (DTE, *Data Terminal Equipment*) y un equipo de comunicaciones (DCE, *Data Communications Equipment*).

La EIA es una asociación de fabricantes de terminales, cables y conectores, etc., que han accedido a unirse a las reglas y definiciones estandarizadas a fin de hacer posible una fácil interconexión entre equipos.

Algunos de los estándares más populares usados en el campo de las comunicaciones han sido propuestos precisamente por esta asociación. En la tabla 2.1 se presenta una comparación de los estándares de la EIA más usados, incluyendo sus características más relevantes.

Antes de entrar a la discusión de las interfaces, es necesario introducir otro esquema de clasificación de los dispositivos de comunicaciones: DTE y DCE.

Un dispositivo DTE puede ser una computadora, una impresora u otra computadora mayor con la que se está comunicando. Por otra parte, un DCE casi siempre es un modem.

Tabla 2.1 Características de estándares de la EIA.

PARAMETRO	RS-232-C	RS-423-A	RS-422-A	RS-485
Modo de operación	Extremo simple	Extremo simple	Diferencial	Diferencial
Número de Tx y Rxs permitidos	1 Tx 1 Rx	1 Tx 10 Rx	1 Tx 10 Rx	32 Tx 32 Rx
Máxima longitud del cable (ft)	50	4000	4000	4000
Máximo rango de datos (bps)	20 k	100 k	10 M	10 M
Máximo voltaje de modo común	+25 V	+6 V	6.0 V -0.25 V	12.0 V -7.0 V
Salida del Tx. min. máx.	+5.0 V +15 V	+3.6 V +6.0 V	+2.0 V	+12 V
Carga del Tx. (Ohms)	3k a 7k	450 min.	100 min.	60 min.
Slew rate V/us	30 max.	Control externo	No existe	No existe
Límite de corriente de salida del Tx en corto cto. (mA)	500 a V_{cc} o grd	150 a grd	150 a grd	150 a grd 250 a 8 ó 12 V
Resistencia de salida (edo. de alta impedancia)				
Encendido	No existe	No existe	No existe	120 KOhms
Apagado	300 Ohms	60 KOhms	60 KOhms	120 KOhms
Resistencia de entrada del Rx	3 a 7 KOhms	4 KOhms	4 KOhms	12 KOhms
Sensibilidad del Receptor (V)	+3.0	+200m	+200m	+200m

2.4.1 Estándar RS-232-C

Uno de los estándares más usado en la industria es el RS-232-C. RS significa *Recommended Standard*, el 232 es simplemente un esquema numérico secuencial y la C indica el nivel de revisión.

Existen tres áreas donde el estándar RS-232-C define las características de comunicación:

- a) Niveles de voltaje de las señales
- b) Uso de las líneas de señales
- c) Señal y bit de temporización

Para representar un "1" ó "0" son necesarios dos niveles de voltaje. El nivel de voltaje de la RS-232-C para un nivel lógico alto (1) o *mark*, es entre -3 V y -15 V con carga (-25 V sin carga). Un nivel lógico bajo o *space*, está definido entre +3 V y +15 V con carga (+25 V sin carga). Observe que se emplea la lógica negativa.

El espacio entre los voltajes -3 V a +3 V está indefinido y no podrá existir en ningún sistema que utilice la interfaz RS-232-C.

Cuando se envía una señal de 25 V, pero es alterada por 10 V de ruido, o tiene 10 V de pérdida, todavía se recibirán 15 V, suficientes para ser tomados como un "0" lógico. En contraste, cuando se utiliza una señal de 3 V, cualquier decremento de voltaje debido al ruido provocará que las señales caigan en la región indefinida. Esta es la razón por la que en una interfaz RS-232-C, el voltaje usado deberá ser tan alto como sea posible.

La cantidad de margen de ruido necesario, depende de qué tanto ruido y pérdidas en la línea son realmente esperadas. Para una interconexión corta, los niveles del estándar RS-232-C de +15.0 V ó +5.0 V son suficientes y más fáciles de generar con cualquier circuitería digital y una fuente de alimentación. Si las condiciones son más difíciles, entonces voltajes más altos son utilizados para brindar "seguridad" adicional.

Las especificaciones indican que la distancia a la que es posible transmitir información es de 50 Ft (15.24 m), en un rango de velocidad menor a 20 Kbps.

El estándar RS-232-C define el esquema para comunicación de tipo asíncrono. Los sistemas asíncronos son muy simples y transmiten los datos en un rango bajo de velocidad, por lo que son menos eficientes que los sistemas síncronos de comunicación.

Por otra parte, la interfaz RS-232-C emplea una línea para el receptor y otra para enviar señal a tierra, proporcionando un regreso común. Requiere además de un tiempo de subida para las

señales binarias (menos que el 3% de duración del bit), lo que trae como consecuencia un incremento considerable del ruido.

Para el uso de la líneas de señales, el estándar RS-232-C define 25 líneas de señal. Esto no significa que siempre requieran el DTE y el DCE de 25 cables para las señales. Muchas interfaces sólo utilizan unas cuantas. Estas líneas son divididas en cuatro grupos:

- a) Datos
- b) Control
- c) Temporización
- d) Funciones secundarias

En la tabla 2.2 se muestran los grupos de líneas:

Tabla 2.2 Agrupamiento funcional de las líneas de RS-232-C

Line pin	Description	Gnd	Data		Control		Timing	
			From DCE	To DCE	From DCE	To DCE	From DCE	To DCE
Data	1 Protective ground	x						
	7 Signal ground/common return	x						
Control	2 Transmitted data			x				
	3 Received data		x					
	4 Request to send (RTS)					x		
	5 Clear to send (CTS)				x			
	6 Data set ready (DSR)				x			
	20 Data terminal ready (DTR)					x		
	22 Ring detector				x			
	8 Received line signal detector or data carrier detect (OCD)				x			
	21 Signal quality detector				x			
	23 Data signal rate selector (DTE)				x	x		
	23 Data signal rate selector (DCE)				x			
Timing	24 Transmitter signal element timing (DTE)							x
	15 Transmitter signal element timing (DCE)						x	
	17 Receiver signal element timing (DCE)						x	
(Secondary Group)	14 Secondary transmitted data		x	x				
	16 Secondary received data							
	19 Secondary request to send					x		
	13 Secondary clear to send				x			
	12 Secondary received line signal detector				x			

Las líneas de datos son las líneas de señal más importantes, ya que los datos recibidos y transmitidos a través de éstas permiten una comunicación *full-duplex* entre el DTE y el DCE. Para asegurar que no exista confusión en la dirección del flujo de datos, el estándar RS-232-C especifica las direcciones de dicho flujo de datos: los datos van del DTE al DCE sobre la línea de

transmisión de datos, y los que van del DCE al DTE, sobre la línea de datos recibidos.

Las líneas de control que se utilizan más frecuentemente para los protocolos de reconocimiento (*handshake*) son cuatro:

1.- *Request to Send (RST)*, señal generada del DTE al DCE, indica que el DTE tiene nuevos datos y los puede transmitir o transferir.

2.- *Clear to Send (CTS)*, señal generada en el DCE que indica al DTE que el DCE puede aceptar nuevos datos.

3.- *Data Send Ready (DSR)*, la señal generada permite que el DCE diga al DTE que puede aceptar nuevos datos.

4.- *Data Terminal Ready (DTR)*, señal generada en el DTE que indica al DCE que está listo el DTE.

Un elemento más que es necesario para completar el cuadro de la interfaz RS-232-C, es cómo son presentados los bits en el ambiente asíncrono. En el espacio entre bits de datos, cuando no hay señal presente, el estándar RS-232-C se mantiene en el estado de *mark*. Cuando existen datos para enviar, la línea va al estado de *space* durante un periodo de un bit, llamado *start bit*, (bit de inicio). Esta transición indica que viene una nueva serie de datos lo cual es detectado por el receptor de la interfaz, que se prepara para recibirlos.

El bit de inicio es seguido por 5, 6 u 8 bits de datos, dependiendo del diseño del sistema. El LSB (*Less Significant Bit*), bit menos significativo, es enviado primero. Después del último bit existe un bit de paridad opcional para la detección de errores, en caso de que el sistema lo esté usando. La secuencia completa de los bits de datos y paridad está terminada por un bit de parada (*stop bit*).

El estándar RS-232-C permite rangos máximos de hasta 20,000 *bauds*, (normalmente 1 *baud* = bit/s). Un periodo de *bit simple*, es el inverso del *baud*, el rango de 19.200 *bauds* es la velocidad más rápida que permite el estándar dentro de los 20,000 *bauds* máximos. Con distancias más grandes a 50 pies (15.24 m), este estándar tendría que trabajar en situaciones cuidadosamente controladas para evitar distorsiones en los datos transmitidos.

La interfaz del estándar RS-232-C es una de las más comunes pero tiene algunas debilidades de orden técnico. La mayoría de aquellas, excepto la baja velocidad, no surgieron de la aplicación original de conectar un DTE a un DCE, sino de los usos alternos que se han venido agregando desde que se desarrolló el estándar.

Estas limitaciones pueden resumirse como:

- La distancia máxima de transmisión garantizada es de 50 pies (15.24 m).
- La velocidad de transmisión de 20 Kbauds es muy lenta para muchas aplicaciones.
- El estándar está diseñado para enlaces "punto a punto", donde sólo hay dos usuarios en la línea.
- El circuito de tierra que se utiliza como referencia de 0 volts en el estándar puede recoger ruido y sufrir caídas de voltaje o señales radiadas, lo que a su vez causa errores.
- Los niveles de señal de -25 a -3 V y de +3 a +25 V no son compatibles con la mayoría de los equipo electrónicos recientes.

Para subsanar estas limitaciones, la EIA ha desarrollado otros estándares.

2.4.2 Estándar RS-449-A

Esta es la norma reemplazante de la RS-232-C para redes analógicas con aplicaciones a largas distancias y a altas velocidades de transmisión de datos. Se caracteriza por tener una velocidad de 2 Mbps y una distancia máxima de 1200 metros.

El estándar RS-449-A, emplea el conector mecánico ISO 4902, el cual es un conector de 37 terminales, para dar cabida a más circuitos individuales que la RS-232-C. Esta condición, que puede ser vista como una ventaja importante, es una de las críticas mayores que se le hacen, pues se vuelve más compleja y costosa. En el apéndice A se muestra la organización de las terminales del conector típico de esta norma.

2.4.3 Estándares RS-422-A y RS-423-A

El estándar RS-449-A no es una norma completa en sí misma, se complementa utilizando la pareja de especificaciones RS-422-A y RS-423-A. La primera es una interfaz eléctricamente balanceada, es menos sensible al ruido y puede transmitir a gran distancia y más rápido que la RS-423-A, la que es parcialmente desbalanceada.

La diferencia básica entre las interfaces balanceadas y las desbalanceadas, como la RS-232-C, consiste en que las primeras utilizan un par de cables que permiten que la mitad de la señal sea transmitida a través de cada cable. Las interfaces balanceadas son menos sensibles al ruido, ya que el receptor puede invertir la señal sobre el cable para cancelar el ruido.

En un circuito desbalanceado la transmisión de las señales es por un solo cable y tiene un retorno común.

El receptor del sistema balanceado es sensible únicamente a la diferencia de voltaje presente entre los dos conductores y cualquier ruido de modo común inducido por las líneas es rechazado, lo que significa que estos circuitos toleran el ruido mejor que en el modo de operación desbalanceado, por lo que la transmisión de datos se da en un rango más amplio.

Por lo tanto, el estándar RS-422-A proporciona una configuración balanceada, con señalización diferencial sobre ambos cables. El RS-423-A, utiliza un receptor balanceado diferencial con un retorno común conectado a la tierra del generador.

El estándar RS-422-A, especifica que cada señal será enviada diferencialmente a través de dos cables adyacentes.

El circuito de voltaje balanceado es utilizado normalmente para datos, control de líneas, temporización o donde la señalización va de 100 Kbps, para distancias de 50 pies (15.24 m), o 10 Mbps para distancias de 4000 pies (1219.2 m).

Las especificaciones del estándar RS-422-A no dan lugar a restricciones sobre frecuencias de operación máximas o mínimas.

La transmisión sobre líneas balanceadas puede ser preferida bajo las siguientes condiciones:

- Cuando se requiere interconectar líneas largas.
- Líneas de transmisión expuestas a campos electrostáticos o niveles de ruido electromagnético.
- Cuando la inversión de la señal es deseada.

La configuración básica de un sistema balanceado se muestra en la fig. 2.5.

Donde:

1. La terminal A del generador será negativo con respecto a la terminal B, para el carácter binario "1" (*Mark* o *Off*).
2. La terminal A del generador será positivo con respecto a la terminal B, para el carácter binario "0" (*Space* o *On*).

El aspecto más importante de esta especificación es que el receptor determina qué señal le está siendo transmitida, en base al voltaje de la terminal A con respecto a la señal a tierra.

La diferencia de voltaje entre las dos líneas debe ser mayor que 0.4 V, pero no más de 12 V. El voltaje de modo común debe estar dentro de -7 V a +7 V.

El voltaje de *offset* (V_{OS}), medido desde la unión de las dos terminales de 50 Ohms y el conductor a tierra, no deberá exceder de 3 V.

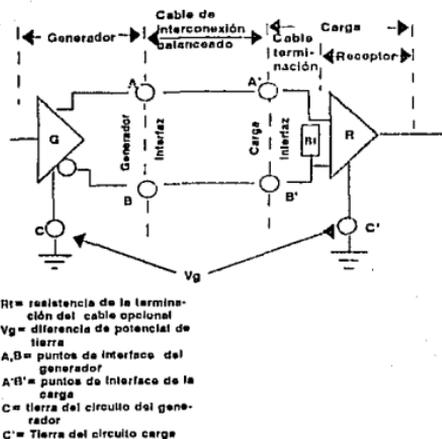


Fig. 2.5 Circuito de interfaz balanceado.

Los receptores y los cables del estándar RS-422-A son compatibles con las recomendaciones CCITT V.11 y X.27.

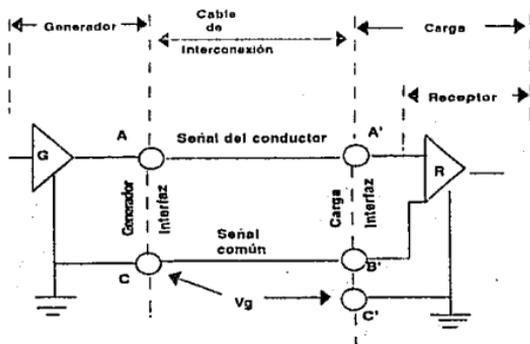
Otra característica importante de la RS-422-A, es su menor capacitancia con respecto a la RS-232-C, ya que si la longitud del cable se incrementa, la capacitancia del cable también se incrementa.

Una aplicación típica del estándar RS-422-A es en la comunicación de datos de una computadora central a múltiples monitores remotos o estaciones, en esta aplicación, se utiliza un par de cables para conectar la terminal de control con varios monitores remotos distribuidos dentro de una área específica. Para minimizar el ruido, puede recomendarse el uso de dos resistores, cuyos valores sean de $R/2$, colocados al final de cada línea a tierra.

Un estándar más, desarrollado para resolver los problemas de rapidez y distancia del RS-232-C, es el RS-423-A. Este estándar especifica una baja impedancia en el receptor, en lugar de las señales diferenciales del RS-422-A. La baja impedancia de la

señal, puede ser enviada a través de cable coaxial de 50 ohms hacia el receptor, previniendo reflexiones.

El estándar RS-423-A especifica las características eléctricas de una interfaz de voltaje desbalanceado. Los equipos diseñados para el EIA-RS-423-A permiten ser utilizados para comunicación de datos a baja velocidad o control de funciones. Estos dispositivos deben ser empleados, bajo ciertas condiciones, con cables y receptores de otra interfaz, tal como la RS-232-C y la MIL-STD-188C. La figura 2.6 muestra la configuración básica de una interfaz desbalanceada.



A,C = Interface del generador
 A'B' = Interface de carga
 C' = Tierra del circuito de carga
 C = Tierra del circuito generador
 Vg = Diferencia de potencial de tierra

Fig. 2.6 Circuito no balanceado.

En este estándar, una lógica alta es representada por la línea A, estando entre 4 V y 6 V negativos con respecto a la línea B (tierra); una lógica baja está representada por la línea A, estando entre 4 V y 6 V positivos con respecto a tierra.

Los estándares RS-422-A y RS-423-A no especifican conectores, número de terminales o señales de protocolo, como lo hace el RS-232-C. El estándar RS-449-A lo hace por los dos. Especifica 37 terminales de señal o un conector principal. Las señales en esos conectores se indican a través de una

modificación a las del RS-232-A. En el estándar RS-449-A, el intercambio de circuitos se da en dos categorías (fig. 2.7.):

1. Categoría I : Conectando las terminales A' y B' de cada receptor con el par de cables A y B al generador, como se muestra en la figura 2.7a. Ningún generador balanceado o desbalanceado puede ser conectado directamente en la categoría I, para rangos de datos de 20 Kbps y rangos inferiores.

2. Categoría II : Utiliza solamente RS-423-A, estos circuitos utilizan un regreso común, tomado del receptor de B' de la interfaz. (Fig. 2.7b).

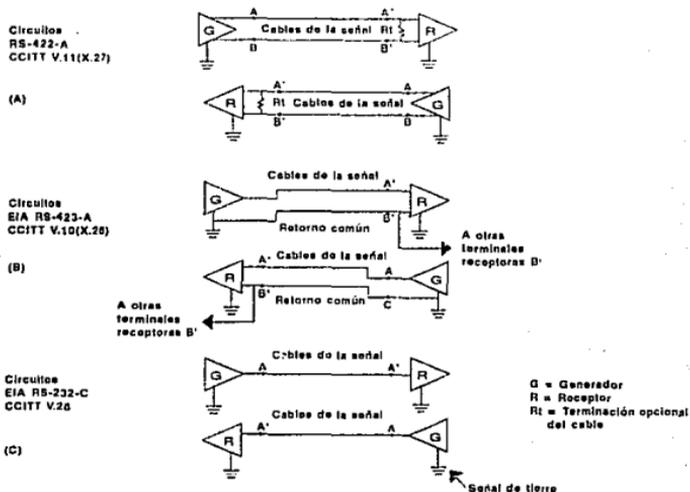


Fig. 2.7 Interfaces estandares de la EIA y su equivalencia con las normas de la CCITT.

Los circuitos de la categoría I pueden ser implementados con cables y receptores EIA-422-A y EIA-423-A, para conducir y recibir las señales o funciones de control, que deben responder rápidamente. Para señales arriba de 20 Kbps, debe ser utilizada la circuitería EIA-422-A. Los circuitos de la categoría II son generalmente circuitos de mantenimiento y otras funciones de control que no son sensibles a las respuestas rápidas.

2.4.4 Estándar RS-485

El estándar EIA-RS-485 se introdujo en 1983. Es una versión mejorada del estándar EIA-RS-422-A, el uso cada vez mayor de líneas de transmisión balanceadas, para distribuir datos a diversos componentes y periféricos del sistema sobre líneas relativamente lejanas, trajo la necesidad de combinaciones de Transmisor/Receptor en una sola línea de par trenzado.

El estándar RS-485 toma en cuenta los requerimientos de transmisión en líneas balanceadas del RS-422-A, más varias características adicionales que permiten el manejo de transmisores y receptores múltiples.

El estándar RS-485 difiere del RS-422-A principalmente en que permite una comunicación multipunto confiable. Para los transmisores estas características son:

- Un transmisor puede manejar hasta 32 cargas unitarias y una resistencia de terminación de línea de 60 ohms o más.

- A la salida del transmisor la corriente de fuga debe ser de 100 μ A o menos, con cualquier voltaje de línea entre -7 V y 7 V.

- El transmisor debe ser capaz de proporcionar un voltaje de salida diferencial de 1.5 V a 5 V, con voltajes de línea en modo común de entre -7 V a 12 V.

- Los transmisores deben ser autoprotegidos contra contención (varios transmisores conteniendo por la línea de transmisión al mismo tiempo). Esto es, no debe ocurrir ningún daño al transmisor cuando sus salidas están conectadas a una fuente de voltaje de -7 V a 12 V, no importando si su estado de salida es un 1 binario, un 0 binario o pasivo.

Para los receptores estas características son:

- Alta resistencia de entrada al receptor, 12 KOhms como mínimo.

- Un rango de entrada en modo común de -7 V a 12 V.

- Una sensibilidad de entrada diferencial de ± 200 mV sobre un rango en modo común de -7 V a 12 V.

Es importante mencionar que el número máximo o mínimo de conductores y receptores que pueden ser conectados a una interfaz depende de la unidad de carga (*Unit Load*). Una unidad de carga está definida, en el peor de los casos, como una carga que permite circular una corriente de 1mA, bajo un voltaje diferencial de modo común máximo de 12 V.

2.5 PROTOCOLOS

Para que dos entidades puedan comunicarse, deben "hablar el mismo lenguaje". Qué, cómo y cuándo se comunican estas entidades debe conformar un arreglo de convenciones mutuas. Un protocolo no es otra cosa que un conjunto de reglas y procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para gobernar el intercambio de información entre dos o más entidades.

En el caso de la comunicación de datos, estas reglas están diseñadas para resolver los problemas de operación en las siguientes áreas:

- a) **Detección:** es determinar del grupo de 8 bits cuáles son caracteres, y lo más importante, qué grupos de caracteres constituyen mensajes.
- b) **Control de error:** la detección de errores en la aceptación de mensajes y la solicitud para aceptar mensajes defectuosos, se efectúa mediante varias técnicas, tales como verificación longitudinal, vertical y redundancia cíclica.
- c) **Control de frecuencia:** es la enumeración de los mensajes para eliminar aquellos que son repetidos.
- d) **Transparencia:** el usuario debe ser capaz de elegir el código o patrones de bits a usar en la transferencia de datos.
- e) **Control de línea:** es la determinación de cuál estación va a transmitir y cuál(es) estación(es) va(n) a recibir la información correspondiente. En caso de línea duplex o multipunto.
- f) **Casos especiales:** resuelve el problema de qué envía el transmisor cuando no hay ningún dato para transmitir.
- g) **Control de tiempo muertos:** resuelve el problema de qué hacer cuando el flujo de transmisión cesa por completo.
- h) **Control de inicio:** el proceso de obtención de transmisiones iniciadas en un sistema de comunicación deficiente.

Los protocolos de enlace de datos se clasifican en dos categorías: protocolos de bit orientado (BOP) y protocolos de byte controlado (BCP). Los protocolos de byte controlado usan caracteres de control específicos para informar al receptor cuándo está mandando direcciones o datos y dónde empiezan y terminan los bits de datos. El protocolo de bit orientado, depende de la posición de los bits dentro de un campo o un bloque.

2.5.1 Protocolos de byte controlado

Uno de los protocolos de byte controlado usados más ampliamente en la industria de las comunicaciones es el protocolo de comunicación sincrónica binaria de IBM conocido como *Bisync*. Este protocolo controla la transmisión con caracteres de longitud especial de byte y tiene diferentes formatos de control. La figura 2.8 muestra dos de los muchos formatos *Bisync*: uno transmite datos y el otro transmite únicamente información de encabezado.

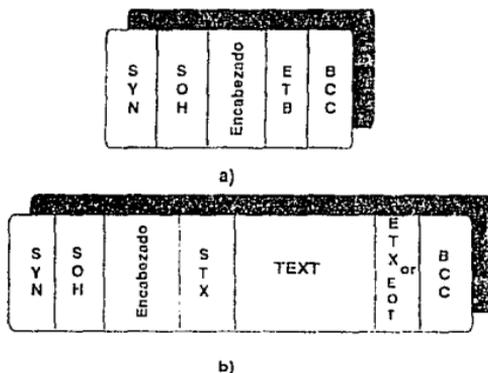


Fig. 2.8 Estructuras Bisync: a) Encabezado, b) Encabezado más mensaje.

Los principales comandos de este protocolo son :

- SYN *SYN*chronize. Sincronización.
- SOH *Start Of Header*. Inicio de encabezado.
- HEADER. Encabezado.
- STX *Start of Text*. Inicio de texto.
- TEXT Texto. Es el mensaje.
- ETX *End of Text*. Fin de texto.
- ETB *End of Transmission Block*. Fin de bloque de transmisión.
- EOT *End of Transmission*. Fin de transmisión.

- BCC *Block Check Character*. Carácter de verificación de bloque.

Después de que el carácter SYN sincroniza al receptor y al transmisor, el carácter SOH prepara al receptor para el encabezado que le sigue. El carácter STX indica al receptor que cualquier información entre él y el carácter ETX es texto. EOT señala el fin de transmisión. El último carácter, BCC, contiene información para la detección de errores.

2.5.2 Protocolos de bit orientado

En esta parte del capítulo se tratará someramente los protocolos de bit orientado más importantes: el *High Level Data Link Control Protocol* (HDLC) propuesto por la Organización Internacional de Estándares (ISO) y el *Synchronous Data Link Control Protocol* (SDLC) desarrollado por IBM.

Synchronous Data Link Protocol (SDLC)

El SDLC empaqueta la información en *frames* (Fig.2.9). Cada *frame* se divide en campos:

- Campo de banderas. Este campo le indica al receptor que un campo formato SDLC sigue a continuación.
- Campo de direcciones. Nombra las direcciones de la estación secundaria.
- Campo de control. Identifica la *frame* como un comando o una *frame* de respuesta. Contiene un bit de poleo y otras posiciones de control de bit.
- Campo de información. Puede ser cualquier longitud y sigue cualquier código (ASCII o EBCDIC).
- Campo de banderas. Finaliza la *frame* SDLC.

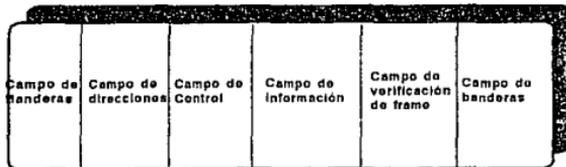


Fig. 2.9 *Frame* SDLC.

El SDLC hace la verificación de errores en todas las *frames*. Esta verificación incluye cada bit de la *frame*: bits de control

y bits de datos. Esto significa que SDLC y los protocolos de bit orientado en general, pueden lograr alta confiabilidad y menores tasas de errores que el Bisync.

High Level Data Link Protocol (HDLC)

HDLC es un protocolo de bit orientado (BOP) porque sus mensajes son tratados simplemente como una cadena de bits, en lugar de como una cadena de caracteres. El grupo de bits que conforman un mensaje es conocido como una *frame*. Los tres tipos de *frames* usados en HDLC son: información o *frames I*, secuencias de control de supervisión o *frames S*, y comando/respuesta o *frames U*. Los tres tipos de *frames* tienen el mismo formato básico mostrado en la fig. 2.10.

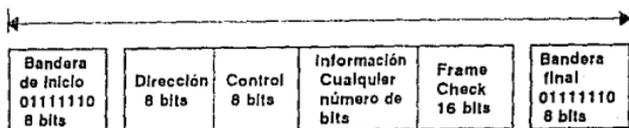


Fig. 2.10 Frame HDLC.

El significado de los campos mostrados en la figura anterior se lista a continuación:

- **Direccionamiento.** Campo de 8 bits que identifica la estación secundaria incluida en la transferencia de la *frame*.
- **Control.** Campo de 8 bits que contiene números de control de una *frame* para la transferencia de datos y códigos de comando/respuesta.
- **Información.** Campo que contiene los datos que se están transfiriendo.
- **Verificación de *frames*.** Campo de 16 bits que contiene el resultado de la verificación cíclica realizada sobre el contenido de los campos.
- **Bandera final.** Campo de 8 bits que identifica el final de la *frame*. La misma configuración de bits para la secuencia indicadora de comienzo.

El HDLC es utilizado para la comunicación de datos entre dos o más sistemas, uno de los sistemas o estaciones será la controladora, y se le llamará estación primaria, las otras estaciones del enlace se les conoce como estaciones secundarias.

Una ventaja del esquema HDLC es que el transmisor no tiene que detenerse después de cada mensaje corto para un

reconocimiento, como lo hace el protocolo BISYNC. Aunque también es verdad que varias frames tienen que ser retransmitidas en caso de que exista un error.

Un punto final a tratar es cómo el protocolo HDLC es implementado en una computadora. En un nivel de hardware básico, un USART estándar no puede ser usado debido a la necesidad de agregar y quitar bits 0 (*stuffing*). Para dar solución a este problema, se utilizan dispositivos especialmente diseñados como el controlador de protocolos HDLC/SDLC 8273 de Intel. Estos dispositivos agregan y quitan los bits 0 requeridos, generan y efectúan la secuencia de verificación de *frame* y producen las señales de interfaz para RS-232-C. Los dispositivos se conectan directamente a los buses de la computadora.

El control real de cada estación en lo que respecta al uso del enlace de datos en un tiempo particular y el formato de las frames es realizado por el software del sistema.

Comparación entre BOPs y BCPs

Los formatos del Bisync y sus diferentes estilos de manejo de la línea se comparan desfavorablemente con la estructura constante de las frames de SDLC/HDLC. El Bisync realiza el control de la comunicación utilizando caracteres de control de longitud de un byte, lo que significa que si cualquiera de los caracteres de control aparece dentro de la porción de texto, debemos agregar un carácter *escape* para alertar al receptor.

SDLC/HDLC sólo tiene un byte conflictivo - el campo de banderas- que encierra a la *frame*. Si este patrón de bits particular ocurre en el dato, la inserción del cero previene cualquier malentendido. La verificación de errores en SDLC/HDLC cubre cada campo de la *frame*, lo que significa otra ventaja más de los protocolos de bit orientado.

Finalmente, aunque el Bisync y el SDLC/HDLC son buenos representantes de los dos tipos de protocolos, ellos no definen a todos los BCPs ni a todos los BOPs, ya que cada protocolo puede presentar alguna variación que lo hace distinto de los demás y más óptimo para alguna aplicación específica.

2.6 MICROCONTROLADORES

Dentro de los microcontroladores que se encuentran en el mercado, existen varias familias que manejan tamaños de palabras de 8 bits, como son las de Motorola, Hitachi, National, NEC, TI, Zilog, Intel, Signetics, etc. La fuente de voltaje es de 5 V en la mayoría de los casos, sólo en algunas versiones de CMOS es variable de 3 a 6 V. Existen versiones con memoria RAM, ROM y EPROM. Cada marca tiene microprocesadores para un fin determinado. Los circuitos integrados tienen un gran número de encapsulados que van desde 28 hasta 72 terminales. El número de

instrucciones también es variable dependiendo de la familia, y encontramos desde 44 instrucciones en National hasta 165 instrucciones en la familia NEC. En la tabla 2.3 se dan algunas de las características de las familias antes mencionadas. En cada una de las marcas existen versiones mejoradas, pero de las que se encuentran en el mercado las más conocidas son: Motorola, Intel, Zilog y Signetics.

Tabla 2.3 Características de algunas familias de microcontroladores.

Familia	Tipo de proceso	Tamaño de palabra de instrucción (bits)	Frec. de reloj máxima (Mhz)	No. de niveles de interrup.	Memoria direccionable directamente (palabras)
Hitachi	CMOS	8,16,24	Hasta 4	Hasta 10	65k
	NMOS				
Intel	CHMOS	8,16,24	Hasta 12	Hasta 5	65k
	HMOS				
	NMOS				
Motorola	CHMOS	8,16	Hasta 2	Hasta 8	64k
	HMOS	24,32			
	NMOS				
	CMOS				
National	CMOS	8,16	Hasta 20	Hasta 5	64k
	NMOS	24,32			
NEC	CMOS	8-32	Hasta 12	Hasta 4	64k
	NMOS				
Signetics	CMOS	8-16	Hasta 12	Hasta 5	32k
	NMOS				
	ECL				
	TTL				
TI	CMOS	8	Hasta 7.5	Hasta 10	64k
	NMOS				
	SMOS				
Zilog	CMOS	8-32	Hasta 12	Hasta 8	124k
	NMOS				

2.6.1 Familia 80C51

La familia Signetics-Philips tiene una amplia variedad de microcontroladores para diversas aplicaciones en tiempo real, tales como instrumentación, control industrial y aplicaciones de control automatizado, a diferencia de la familia INTEL que tiene menos alternativas de selección. La familia Motorola también

ofrece una amplia variedad de microcontroladores que cumplen con los requisitos de nuestro diseño, pero su set de instrucciones no es muy amigable para programar, porque los mnemónicos que utiliza no son muy representativos de la instrucción que ejecutan.

Existen otras familias de microcontroladores comerciales que son utilizadas con propósitos muy específicos, por ejemplo la familia Texas Instruments, que está orientada a procesamiento digital de señales, que se utiliza para ejecutar cualquier método de compresión de voz y datos en los equipos de comunicaciones.

De acuerdo con lo anterior, se presenta en la tabla 2.4 las especificaciones de los microcontroladores que conforman a la familia 80C51 de Signetics-Philips.

Se dará un panorama breve de la familia 8051, con algunas de las características fundamentales que da Signetics.

Esta familia está basada en los microcontroladores de alto desempeño en la industria en el estándar de 8 bits. La arquitectura para la familia se optimizó para aplicaciones de control de tiempo real secuencial (fig. 2.11).

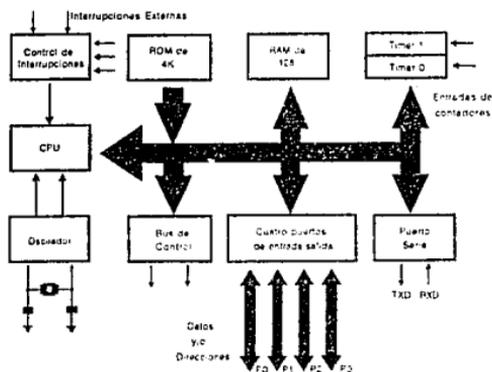


Fig. 2.11 Diagrama de bloques del 80C51.

Todos los dispositivos incluidos en esta familia están disponibles en versiones que tienen ya sea ROM, EPROM, o CPU solamente. Con excepción del 83C751 y 752, que están limitados a memoria externa, todos los dispositivos de la familia pueden direccionar hasta 64Kbytes de memoria de programa y datos.

Tabla 2.4 Familia de microcontroladores 80C51.

Nombre del dispositivo	Versión ROM	Versión EPROM	A/D	Puertos	PWM	Timers	Serial puertos	Bytes de ROM	Bytes de RAM	Tipo de circuito
80C51	80C31	87C51	-	4	-	2 estándar	UART	4k	128	HMOS
80CL51	-	-	-	4	-	2 estándar	UART	4k	128	SACMOS
80C52	80C32	87C52	-	4	-	2 estándar	UART	8k	256	CMOS
83C053	-	87C054	-	3 1/2	9	2 estándar, timer 2	-	8k	192	CMOS
83CL410	80CL410	-	-	4	-	2 estándar	I ² C	4k	128	CMOS
83C451	80C451	87C451	-	7	-	2 estándar	UART	4k	128	CMOS
83C520	80C520	87C520	-	4	-	2 estándar, timer 2, watchdog (4 en total)	UART, I ² C	32k	512	CMOS
83C550	80C550	87C550	6 canales /E bits	4	-	2 estándar, watchdog	UART	4k	128	CMOS
83C552	80C552	87C552	8 canales /10 bits	6	2	2 estándar, timer 2, watchdog (4 on total)	UART I ² C	8k	256	CMOS
83C562	80C562	-	8 canales /8 bits	6	2	2 estándar, timer 2, watchdog (4 on total)	UART	8k	256	CMOS
83C575	80C575	87C575	4 comparadores	4	5	2 estándar, timer 2, PCA, watchdog	UART	8k	256	CMOS
87C592	-	87C592	8 canales /10 bits	6	2	2 estándar, timer 2, watchdog	UART CAN	16k	512	CMOS
83C652	80C652	87C652	-	4	-	2 estándar	UART I ² C	8k	256	CMOS
83C654	-	87C654	-	4	-	2 estándar	UART I ² C	16k	256	CMOS
83C751	-	87C751	-	2 3/8	-	1 estándar, extendido a 16 bits de autocarga	I ² C	2k	64	CMOS
83C752	-	87C752	5 canales /8 bits	2 5/8	-	1 estándar, extendido a 16 bits de autocarga	I ² C	2k	64	CMOS
83C851	80C851	-	-	4	-	2 estándar	UART	4k	128	CMOS
83C852	-	-	-	2/8	-	2 estándar	-	6k	256	CMOS

Entre las características principales del 8051 están:

- Una CPU de 8 bits optimizado para aplicaciones de control.
- Capacidades de procesamiento Booleano Extensivo (lógica de bit simple).
- 32 líneas de I/O bidireccionales e individualmente direccionables.
- 128 Bytes de RAM para datos en el circuito integrado (CI).
- 2 relojes/contadores de 16 bits.
- UART Full duplex.
- Estructura de interrupciones de 5 fuentes con dos niveles de prioridad.
- Circuitería para el oscilador de reloj en el CI.
- 4 Kbytes de memoria para programa en el CI.
- 64 Kbytes de espacio de memoria para direcciones de programa.
- 64 Kbytes de espacio de memoria para direcciones de datos.
- Encapsulado en formatos 40 terminales DIP y en 44 terminales PLCC.

El 80C51 es la versión CMOS del 8051. Funcionalmente es completamente compatible con el 8051, con la diferencia de que CMOS consume menos corriente que su contraparte NMOS.

2.6.2 Arquitectura del 80C51

La arquitectura del 80C51 divide la memoria en espacio para programa y espacio para datos. La separación lógica en memoria de programa y memoria de datos permite a la memoria de datos ser accesada por direcciones de 8 bits, la cual puede ser rápidamente registrada y manipulada por la CPU de 8 bits. Sin embargo, las direcciones de memoria de datos de 16 bits pueden también ser generados a través del registro DPTR (Data Pointer Register, registro apuntador de datos).

La memoria para programa (ROM y EPROM) solamente puede ser leída y no escrita. Esta es de hasta 64 Kbytes de memoria de programa. En el 80C51 los 4 Kbytes inferiores de programa están en el CI. En la versión sin ROM, toda la memoria de programa es

externa. La señal de lectura para la memoria de programa externa es PSEN (*Program Store Enable*).

La memoria de datos (RAM) ocupa un espacio separado de direcciones de la memoria de programa. En el 80C51 los 128 bytes inferiores de la memoria de datos están en el CI. Durante el acceso a datos de la memoria externa, la CPU genera señales de lectura y escritura, RD y WR, conforme los necesite durante la ejecución de una instrucción.

La memoria de programa externa y la memoria de datos externa pueden ser combinadas, si se desea, aplicando las señales de RD y PSEN a las entradas de una compuerta AND y usando las salidas de la compuerta como señal de lectura a la memoria de datos/programa externa.

Memoria de programa

Después de un reset, la CPU comienza la ejecución del programa desde la localidad 0000H. Cada interrupción es asignada a una localidad fija en la memoria de programa. La interrupción causa a la CPU un salto a esa localidad, donde comienza la ejecución de la rutina de servicio. Las localidades de servicio de interrupción están espaciadas en intervalos de 8 bits.

Si una rutina de servicio de interrupción es suficientemente corta (como sucede a menudo en las aplicaciones de control), ésta puede residir enteramente dentro del intervalo de 8 bytes. Para las rutinas de servicio más largas, puede usarse una instrucción de salto para brincar sobre localidades de interrupciones subsecuentes, si están usándose otras interrupciones.

Los 4 Kbytes inferiores de memoria de programa pueden estar en la ROM del CI o en una ROM externa. Esta selección se hace asegurando la terminal EA (*External Access*, acceso externo) a Vcc o Vss. En el 80C51, si la terminal EA se fija a Vcc, entonces el programa busca desde la dirección 0000H hasta la 0FFFH direccionando a la ROM interna. La búsqueda de las direcciones desde 1000H hasta FFFFH son direccionadas a la ROM externa.

Si la terminal EA es fijado a Vss, entonces toda la búsqueda del programa es dirigida a la ROM externa. Los CI sin ROM deberán tener esta terminal externamente fijada a Vss para habilitarlos desde la memoria de programa externa.

Las direcciones de memoria de programa son siempre de 16 bits, aunque la cantidad real de memoria usada puede ser menor de 64 Kbytes. La ejecución de programas externos sacrifica dos de los puertos de 8 bits, P0 y P2, para la función de direccionamiento de memoria de programa.

Memoria de datos

La figura 2.12 muestra el mapa de la memoria interna de datos. El espacio de memoria se presenta dividido en tres

bloques: 128 bytes de la parte inferior, 128 bytes de la parte superior y los registros de funciones especiales, SFR (*Special Function Registers*).

Los 128 bytes de RAM inferiores presentan la siguiente configuración en todos los dispositivos de la familia 80C51 (fig. 2.13) : los 32 bytes inferiores son agrupados en cuatro bancos de 8 registros cada uno. Las instrucciones de programa llaman a estos registros desde R0 a R7. Dos bits en el PSW (*Program Status Word*, palabra de estado de programa) seleccionan cuál de estos bancos se usará. Esto permite un uso más eficiente del espacio de códigos, dado que las instrucciones de registro son más cortas que las instrucciones que se usan para direccionar directamente.

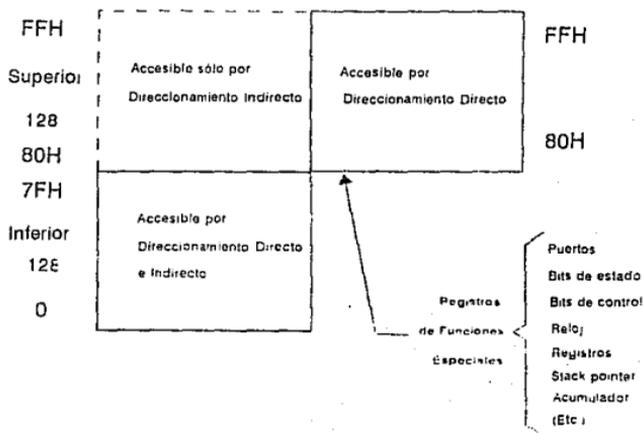


Fig. 2.12 Memoria RAM de datos.

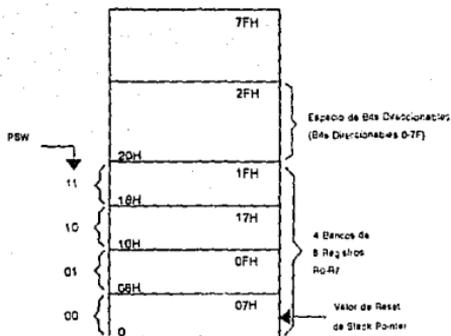


Fig. 2.13 Los 128 bytes inferiores de la RAM del 80C51.

Los siguientes 16 bytes sobre los bancos de registro forman un bloque de espacio de memoria de bit direccionable.

Las instrucciones de memoria del 80C51 incluyen una amplia selección de instrucciones de bit simple, y los 128 bits en esta área pueden ser directamente direccionados por estas instrucciones. Las direcciones de bit en esta área son desde 0000H hasta 007FH. Todos los 128 bytes inferiores pueden ser accedidos en forma directa o indirecta. Los 128 superiores pueden solamente ser accedidos por direccionamiento indirecto.

Los registros de funciones especiales SFR incluyen los latches de puertos, relojes, controles periféricos, etc. Estos registros pueden ser accedidos solamente por direccionamiento directo, 16 direcciones en el espacio de SFR son direccionables por bit o por byte. Los SFR direccionables por bit son aquellos cuyas direcciones terminan en 0H u 8H.

2.6.3 Conjunto de instrucciones de la familia 80C51

El conjunto de instrucciones del 80C51 está optimizado para aplicaciones de control. Proporciona modos de direccionamiento rápido de acceso a la RAM interna, para facilitar las operaciones entre bytes en estructuras pequeñas de datos.

El conjunto de instrucciones tiene un gran soporte para variables de un bit, y permite tratarlos como un tipo de datos separados, permitiendo la manipulación directa del bit en sistemas de control y lógicos que requieren procesamiento booleano.

Program Status Word (PSW)

La palabra de estado de programa (PSW, *Program Status Word*) contiene algunos *bits* de condición que reflejan el estado actual de la CPU. El PSW está en los espacios de los SFR. Este registro contiene al *bit* de acarreo (CY), al *bit* de acarreo auxiliar (AC) (para operaciones en BCD), los dos *bits* para seleccionar el banco de registros (RS1, RS0), la bandera de sobreflujo (OV), un *bit* de paridad (P) y dos banderas de estado definidas por el usuario (PSW1 y PSW5) como se muestra en la figura 2.14.

El *bit* de acarreo además de servir para funciones de acarreo en operaciones aritméticas, también sirve al acumulador para un número de operaciones booleanas.

Los *bits* RS0 y RS1 son usados para seleccionar uno de los cuatro bancos de registros mostrados en la figura 2.13. Una serie de intruccioness se refieren a estas localidades en RAM como R0 hasta R7. La selección de cualquiera de los cuatro bancos se hace en base a RS0 y RS1.

El *bit* de paridad refleja el número de unos en el acumulador: Si $P=1$ entonces el acumulador tiene un número impar de unos, si $P=0$ entonces el acumulador tiene un número par de 1s. Así la suma de unos en el acumulador más P es siempre par. Dos *bits* en el PSW son libres, y pueden ser usados como banderas de condición de propósito general.

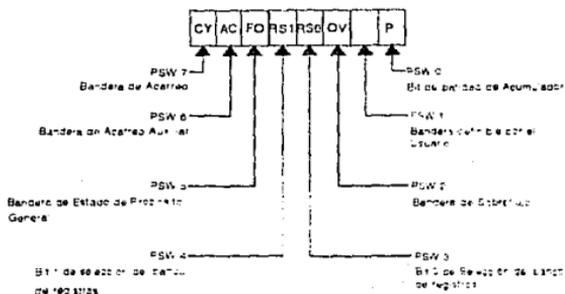


Fig. 2.14 Registro PSW del 80C51.

Modos de direccionamiento

Los modos de direccionamiento del 8051 son los siguientes:

En direccionamiento directo, el operando es especificado por un campo de direcciones de 8 *bits* en la instrucción. Solamente la

RAM de datos internos y los SFRs pueden ser direccionados directamente.

En el direccionamiento indirecto, la instrucción especifica un registro que contiene la dirección del operando. La RAM interna y externa pueden ser direccionadas indirectamente.

El registro de dirección para direcciones de 8 bits, puede ser R0 o R1 del banco seleccionado o el *Stack Pointer* (apuntador de pila). El registro de dirección para direcciones de 16 bits puede ser solamente el registro de 16 bits, *Data Pointer* (apuntador de datos, DPTR).

Instrucciones de registro

Los bancos de registros contienen los registros R0 a R7. Estos pueden ser accedidos por ciertas instrucciones que llevan un registro de especificación de 3 bits dentro del código de operación de la instrucción. Las instrucciones que permiten el acceso a los registros de esta forma, tienen un manejo eficiente del código, ya que de este modo se elimina un *byte* de dirección. Cuando la instrucción es ejecutada, se accesa a uno de los ocho registros del banco seleccionado. Uno de los cuatro bancos es seleccionado en el tiempo de ejecución por los dos bits de selección de banco en el PSW.

Instrucciones de registro específico

Algunas instrucciones son específicas para ciertos registros. Por ejemplo, algunas instrucciones siempre operan en el Acumulador, o en el *Data Pointer*, etc., de modo que no es necesario un *byte* de direcciones para apuntarlos, el código de operación lo hace por sí mismo.

Constantes inmediatas

El valor de una constante se lleva directamente a la memoria del programa. Por ejemplo, *MOV A,#100*, carga el Acumulador con el número decimal 100. El mismo número puede ser especificado en hexadecimal como 64H.

Direccionamiento indexado

La memoria del programa solamente puede ser accesada por direccionamiento indexado para ser leída únicamente. Este modo de direccionamiento está pensado para leer en tablas de consulta en la memoria del programa. Un registro base de 16 bits, ya sea el DPTR o el contador del programa (*Program Counter*) apunta a la base de la tabla, y el acumulador se ajusta con el número de entrada a la tabla.

La dirección del registro de la tabla en la memoria de programa se forma sumando el dato en el acumulador al apuntador base.

Otro tipo de direccionamiento indexado es usado en la instrucción de salto (*jump*). En este caso, la dirección destino de una instrucción de salto es computada como la suma del apuntador base y el dato del acumulador.

Instrucciones aritméticas

Existen una serie de instrucciones aritméticas que se pueden direccionar de las formas antes mencionadas. Estas instrucciones son las de suma, sustracción, incremento, decremento, multiplicación, división y ajuste decimal.

Instrucciones lógicas

Dentro de las instrucciones lógicas que maneja el 80C51 están las funciones de AND, OR, EXOR, NOT, rotación e intercambio de nibbles (grupo de 4 bits), etc. La familia tiene un procesador booleano completo. Contiene 128 bits direccionables en RAM. Los bits direccionables que están en el espacio de los SFR se encuentran en las direcciones que van desde la 80H hasta FFH, y los 128 bits restantes van de la dirección 00H hasta la 7FH.

Transferencia de datos

Para mover datos alrededor de la memoria de datos interna, el 80C51 tiene instrucciones como MOV, PUSH, POP, XCH, etc.

También tiene algunas instrucciones para mover datos en la RAM externa, en este caso el direccionamiento sólo puede ser indirecto.

Instrucciones de salto (*Jump*)

Las instrucciones de salto son en general JMP, CALL, RET, RETI y NOP su significado es, respectivamente, salta, llama una subrutina, retorna de una subrutina, retorna de una interrupción y no operación. Dentro de la instrucción JMP hay tres niveles:

- SJMP salto corto. Sólo puede ser a localidades de -128 a +127 bytes.
- LJMP salto largo. En esta instrucción la dirección destino se toma como una constante de 16 bits y la instrucción en sí tiene 3 bytes de largo.
- AJMP salto absoluto. Con esta instrucción se decodifica la dirección destino como una constante de 11 bits, esta instrucción es de 2 bytes de largo.

2.6.4 Temporización del 80C51

Reloj del CPU

Todos los microcontroladores de la familia 80C51 incluyen la circuitería necesaria para formar un oscilador, que puede

utilizarse como fuente de reloj para el CPU. Para utilizarlo se necesita un cristal entre las terminales XTAL1 y XTAL2 del microcontrolador y capacitores a tierra.

Los ciclos de máquina

Un ciclo de máquina consiste en una secuencia de 6 estados, cada tiempo de estado dura dos periodos de oscilación, así un ciclo de máquina toma 12 periodos de oscilación ó 1 microsegundo si la frecuencia del oscilador es de 12 MHz.

Estructura de interrupciones

La familia 80C51 y sus versiones sin ROM y EPROM tienen 5 fuentes de interrupciones: 2 interrupciones externas, 2 interrupciones en el timer, y la interrupción del puerto serie.

Habilitación de interrupciones

Cada fuente de interrupción puede ser habilitada o deshabilitada individualmente, ajustando o limpiando un bit en el SFR llamado IE (*Interrupt Enable*, habilitador de interrupciones). Este registro contiene un bit que deshabilita toda las interrupciones a la vez.

Prioridades de interrupción

Cada fuente de interrupción puede ser programada individualmente en uno de dos niveles de prioridad, ajustando o limpiando un bit en el SFR llamado IP (*Interrupt Priority*, prioridad de interrupciones). Una interrupción de baja prioridad puede ser interrumpida por una interrupción de alta prioridad, pero no por otra interrupción de baja prioridad. Una interrupción de alta prioridad no puede ser interrumpida por ninguna otra fuente de interrupción.

2.6.5 Hardware de la familia 80C51

Registros de funciones especiales (SFR)

No todas las direcciones de los SFR son ocupadas. Las direcciones desocupadas no están implementadas en el CI. El software del usuario no puede escribir unos en estas localidades. A continuación se describen las funciones de los SFR:

- Acumulador (ACC). Es un registro. Los mnemónicos para las instrucciones del Acumulador se refieren a él como A, simplemente.

- Registro B. El registro B se usa durante las operaciones de multiplicación y división. Para otras instrucciones se puede tratar como otro registro de anotaciones.

- Palabra de Estado de Programa (PSW). Este registro contiene la información del estado del programa.

- *Stack Pointer* (Apuntador de Apilamiento). Es un registro de 8 bits de ancho. Se incrementa antes de que los datos se registren durante las ejecuciones de *PUSH* y *CALL*. El *Stack Pointer* puede residir en cualquier parte de la memoria RAM del CI, sin embargo se inicializa en 07H después de un *reset*. Esto causa que el *Stack* comience en la localidad 09H.

- *Data Pointer* (Apuntador de Datos). El Apuntador de Datos, (*DPTR*), consiste de un byte alto (*DPH*) y un byte bajo (*DPTL*). Su función es mantener una dirección de 16 bits. Puede manejarse como un registro de 16 bits o como dos registros independientes de 8 bits.

Los puertos 0 a 3

Los puertos simbolizados por P0, P1, P2 y P3, son SFR con salida *latch* en los puertos 0, 1, 2 y 3, respectivamente. Escribiendo un 1 a un bit del SFR del puerto causa que la salida correspondiente del puerto cambie a alto. Escribir un 0 causa que la salida del puerto cambie a bajo. Cuando se usa como una entrada, el estado externo de la terminal del puerto se mantendrá en el SFR del puerto.

Serial Data Buffer (Buffer de datos en serie). El *buffer* serial, en realidad está conformado por dos registros separados: uno para transmisión y otro para recepción. Cuando los datos se mueven a *SBUF*, van al *buffer* de transmisión y ahí se mantienen para la transmisión serie. Cuando los datos son movidos desde *SBUF*, vienen del *buffer* de recepción.

Registro temporizador básico para el 80C51. El par de registros TH0, TL0 y TH1, TL1 son los registros contadores de 16 bits para los relojes/contadores 0 y 1.

Registro de control para el 80C51. Los registros de funciones especiales IP, IE, TMOD, TCON, SCON y PCON contienen el control y los bits de estado para el sistema de interrupciones, el reloj/contador y el puerto serie.

Operación y estructura del puerto. Los cuatro puertos del 80C51 son bidireccionales. Cada uno consiste de un *latch* (SFR de P0 a P3), un *driver* de salida y un *buffer* de entrada. Los *drivers* de salida de los puertos 0 y 2 y los *buffers* de entrada del puerto 0, se usan en el acceso a memoria externa. En esta aplicación, las salidas del puerto 0 y el byte bajo de la dirección de la memoria externa, se multiplexan en tiempo con el *byte* que se está leyendo o escribiendo. El puerto 2 da salida al *byte* alto de la dirección de memoria externa, cuando la dirección es de 16 bits, de otra forma, las terminales del puerto 2 continúan emitiendo el contenido del SFR. Todas las terminales del puerto 3 son multifuncionales. Estas no son sólo terminales de puerto, sino tienen otras características, como se menciona a continuación:

TERMINAL

Puerto	Función alterna
P3.0	RxD (entrada del puerto serie)
P3.1	TxD (salida del puerto serie)
P3.2	INT0 (interrupción externa 0)
P3.3	INT1 (interrupción externa 1)
P3.4	T0 (entrada externa al reloj/contador 0)
P3.5	T1 (entrada externa al reloj/contador 1)
P3.6	WR (señal de escritura de la memoria de datos externa)
P3.7	RD (Señal de lectura de la memoria de datos externa)

Acceso a memoria externa

El acceso a memoria externa se hace de dos formas: acceso de memoria a programa externo y acceso de memoria de datos externo. El acceso a la memoria de programa externo usa las señales PSEN como la señal de lectura. El acceso a la memoria de datos externo usa RD y WR como señal a la memoria. El acceso a la memoria de programa externa siempre usa una dirección de 16 bits. El acceso a memoria de datos externa puede usar una dirección de 16 bits (MOVX @ DPTR) o una dirección de 8 bits (MOVX @ Ri).

Durante cualquier acceso a memoria externa, la CPU escribe FFH al latch del puerto 0 (SFR), así borra toda la información que el SFR del puerto 0 pudo haber estado manteniendo.

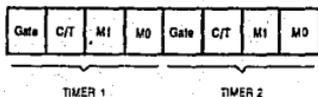
Un programa externo se puede acceder bajo dos condiciones: cuando la señal EA se activa, o cuando el PC contiene un número más grande que FFFH (en el 80C51).

Reloj/Contador

El 80C51 tiene dos registros de reloj/contador. Ambos pueden ser configurados como reloj o como contador (ver fig. 2.15)

En la función de reloj (timer), el registro se incrementa cada ciclo de máquina, así uno puede pensar que cuenta ciclos de máquina.

En la función de contador, el registro se incrementa en respuesta a una transición de 1 a 0 en la terminal de entrada correspondiente.



Gate: Bit de control cuando se ajusta. El reloj contador se habilita solo mientras a terminal INTx está en alto y la terminal TRx se ajusta.

C/T: Selector de contador o reloj para operaciones de reloj se umbra.

M0 M1

- 0 0: Prescalador de 5 bits
- 0 1: Reo, contador de 16 bits. Trx y Tlx están en cascada
- 1 0: (Reloj 0) TLC es un reloj contador de 8 bits controlado por los bits del timer 0. TH0 es un reloj de 8 bits controlado por los bits de control del timer 1
- 1 1: (Reloj 1) Reloj contador 1 paraco

Fig. 2.15 Registro TMOD del 80C51.

Interfaz serial estándar

El puerto serie es *full duplex*, esto significa que puede transmitir y recibir simultáneamente. También puede comenzar la recepción de un segundo byte antes que otro byte pueda ser leído previamente del registro. El puerto serie recibe y transmite registros que son accedidos en los SPR, SBUF. Escribiendo en SBUF se carga el registro de transmisión, y leyendo de SBUF se accesa a un registro receptor separado físicamente.

El puerto serie puede operar en 4 modos:

Modo 0. Los datos en serie entran y salen a través de las salidas RxD y TxD al cambio de reloj, 8 bits se transmiten ó reciben, iniciando por el LSB. La velocidad en *bauds*, se ajusta a 1/12 de la frecuencia del oscilador.

Modo 1. En este modo se transmiten 10 bits (a través de TxD) o se reciben (a través de RxD), 1 bit de inicio (0), 8 bits de datos (primero el LSB) y 1 bit de paro (1). En recepción, el bit de paro va dentro de RB8 en el SFR SCON. La razón de baudaje es variable.

Modo 2. En este modo se transmiten 11 bits (a través de TxD) o se reciben (a través de RxD): 1 bit de inicio (0), 8 bits de datos, un noveno bit de dato programable y un bit de paro (1). En la transmisión, al noveno bit de dato (TB8 en el SCON), le puede ser asignado el valor de 0 ó 1, o también el bit de paridad (P en el PSW). En la recepción, el noveno bit de dato va

dentro de RB8 en el SFR de SCON, mientras el bit de paro es ignorado. La razón de baudaje es programable a 1/32 o 1/64 de la frecuencia del oscilador.

Modo 3. En este modo se transmiten 11 bits (a través de TxD) o se reciben (a través de RXD): 1 bit de inicio, 8 bits de datos (primero el LSB), un noveno bit de dato programable y un bit de paro (1). De hecho, el modo tres es el mismo que el modo dos en todo, excepto en la razón de baudaje. La razón de baudaje del modo tres es variable.

En los cuatro modos, la transmisión se inicializa con cualquier instrucción que use SBUF como un registro destino. La recepción se inicializa en el modo 0, bajo la condición RI=0 y REN=1. La recepción se inicializa en los otros modos bajo la llegada del bit de inicio si REN=1.

El registro de control del puerto serie

El control del puerto serie y del registro de estado se efectúa con SFR SCON. Este registro contiene no sólo los bits de selección de modo, sino también el noveno bit de dato para transmitir y recibir (TB8 y RB8), y los bits de interrupción del puerto (TI y RI).

Modos de operación para ahorro de energía

Para aplicaciones donde el consumo de potencia es crítico, las versiones CMOS proporcionan modos reducidos de consumo de potencia como una característica estándar.

Las versiones CMOS tienen dos modos de reducción de potencia: *Idle* (inactivo) y *Power Down* (baja potencia). En el modo inactivo IDL=1, el oscilador continúa corriendo y las interrupciones, puertos series y bloques de reloj continúan siendo temporizados, aunque la señal de reloj ya no es dirigida a la CPU. En el modo de baja potencia (PD=1), el oscilador es congelado. Los modos inactivo y de baja potencia son activados ajustando los bits en el SFR PCON. La dirección de este registro es 87H.

2.7 MEMORIAS

Una consideración muy importante en cualquier sistema que tenga un microcontrolador es la memoria. Tanto las instrucciones del programa como los datos deben estar almacenados en algún tipo de memoria, de donde puedan ser obtenidos en el momento apropiado para que el microcontrolador lleve a cabo su función.

Los dispositivos de integración en media escala (MSI) y de integración en gran escala (LSI), conjuntamente con la grabación magnética en cintas y discos, son los métodos más ampliamente utilizados para almacenar la información digital. La memoria de semiconductor, ha reemplazado a los dispositivos más antiguos tales como núcleos magnéticos.

Las memorias, basadas en materiales magnéticos y núcleos de ferrita pueden diseñarse para retener información ante una pérdida de tensión de alimentación. No obstante la desventaja de ser volátiles, se prefieren memorias de semiconductor sobre memorias de núcleo magnético, por sus ventajas en costo, velocidad de operación y tamaño.

2.7.1 Fundamentos

Los recientes avances en la tecnología del semiconductor han proporcionado numerosos circuitos de memoria MSI y LSI fiables y económicos. La memoria típica de semiconductor consiste en una red rectangular de células de memoria, fabricada sobre una oblea de silicio y alojada en un encapsulado adecuado. La célula básica de memoria es típicamente un *flip-flop* de transistores o un circuito capaz de almacenar carga, y se utiliza para almacenar 1 bit de información. Las memorias se clasifican usualmente en bipolares, de metal óxido semiconductor (MOS) o de metal óxido semiconductor complementario (CMOS), de acuerdo con el tipo de transistor utilizado para construir las células individuales de la memoria. El número total de células en una memoria determina su capacidad. Por ejemplo, un CI de memoria bipolar de 1024 bytes es una memoria de semiconductor que tiene 1024 células de memoria, cada una de las cuales se compone de un *flip-flop* construido con transistores bipolares.

En general, se obtiene una operación más rápida con un CI bipolar de memoria, pero los CIs de memoria MOS y CMOS se caracterizan por mayor densidad de encapsulado y, por tanto, tamaño y costos reducidos, así como menores requisitos de potencia. Las memorias pueden ser clasificadas generalmente en las siguientes categorías: memorias de sólo lectura o ROM (*Read Only Memory*) y memorias de lectura y escritura o RWM (*Read/Write Memory*), mejor conocida como RAM (*Random Access Memory*).

Una aplicación en que los datos cambian frecuentemente, requiere el uso de una RAM. Los circuitos lógicos, asociados con una RAM permitirán que sea almacenado un solo bit de información en cualquiera de las células de memoria, ésta es la operación de escritura. Hay también circuitos lógicos que detectarán si hay almacenado un "0" o un "1" en cualquier célula en particular; ésta es la operación de lectura. El hecho de que pueda ser escrito un bit (almacenado) o leído (detectado) en cualquier célula sugiere la designación de acceso aleatorio. Una señal de control, ordinariamente llamada habilitación de escritura (*write enable*), define el modo de operación (lectura o escritura). En el modo de lectura, son asequibles en la salida los datos de la célula de memoria seleccionada. En el modo de escritura, la información en la entrada de datos es escrita (almacenada) en la célula seleccionada. Como cada célula es un *flip-flop*, una falta o pérdida de tensión de alimentación, significa una pérdida de datos; se dice que una RAM de este tipo, proporciona un almacenamiento o memoria "volátil".

Existen dos tipos básicos de RAM: RAM estáticas y RAM dinámicas. Las RAM estáticas se caracterizan por su alta capacidad, moderadas velocidades y bajo consumo de potencia. El otro tipo de memorias RAM, las dinámicas, se caracterizan por requerir de refrescamiento periódico de la carga para mantener datos almacenados.

Una aplicación en la que los datos no cambian, hace necesario el uso de una ROM. Por ejemplo, los valores de las constantes matemáticas, tales como funciones trigonométricas o un programa fijo podrían ser almacenados en una ROM. El contenido de una ROM es fijado durante la fabricación, ya sea por la metalización o por la presencia o ausencia de un transistor que trabaja en una célula de memoria, o bien abriendo o cerrando la estructura de una compuerta, o por el espesor de una capa de óxido. Una ROM es de acceso aleatorio, ya que hay circuitos lógicos para seleccionar cualquier célula deseada de la memoria. En el modo de lectura están disponibles los datos en la salida de la célula seleccionada. Naturalmente, aquí no hay ningún modo de escritura. Como los datos están permanentemente almacenados en cada célula, una falta de tensión no causa una pérdida de datos, y por tanto, una ROM proporciona almacenamiento "no volátil" de datos.

Una aplicación en la que los datos no cambian, pero no estarán disponibles hasta algún tiempo después, sugiere el uso de una ROM programable (PROM, *Programmable Read Only Memory*). La operación es esencialmente la misma que la de una ROM, pero los datos almacenados pueden ser incorporados en la memoria, por escritura dentro de la PROM, según las conveniencias del usuario. Sin embargo, la memoria sólo puede ser programada una vez.

Para aplicaciones en que se pueden cambiar los datos de tiempo en tiempo, podría requerir el uso de una PROM borrable (EPROM, *Erasable Programmable Read Only Memory*). Los datos pueden ser programados en la EPROM y luego pueden ser borrados y reprogramados si se desea.

Las EPROM son programables eléctricamente, pero todos los bits deben ser borrados (regresados al estado inicial) por exposición a la luz ultravioleta (UV). Los encapsulados de estos componentes tienen una ventana transparente sobre el CI para permitir la irradiación UV.

También se tienen las memorias de sólo lectura programables borrables eléctricamente (EEPROM *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), las cuales necesitan ser escritas y borradas por medios eléctricos. Contrariamente a las EPROM que necesitan ser totalmente borradas y reescritas para cambiar un simple bit, las memorias EEPROM se borran en forma selectiva.

Las operaciones de escritura y lectura para todas las PROM requieren rangos de tiempo entre 10 microsegundos y varios milisegundos. Todas las memorias PROM, retienen la información

aun cuando se les suspende la energía suministrada, por lo tanto son "no volátiles".

Requerimientos de tiempo

Para que un circuito de memoria pueda ser conectado directamente al microcontrolador, se necesita no sólo la compatibilidad en los niveles eléctricos de las señales que los unen, sino también la compatibilidad con respecto a los tiempos y secuencia con que estas señales son generadas, así como a su duración.

Así pues, los parámetros de tiempo característicos de una memoria, deben ajustarse a los requerimientos de tiempo que presenta el controlador. Es claro que la relación entre unos y otros se verá afectada, tanto por la forma en que se conecten las líneas de dirección y control del microcontrolador a las entradas de selección y habilitación de la memoria, como por el retraso en la propagación de las señales producido por circuitos adicionales, que se encuentren entre la memoria y el microcontrolador, tales como selectores y *buffers*.

En la lectura de una memoria los parámetros importantes son: el tiempo de acceso (t_A), que se refiere a las entradas de direcciones ; el tiempo de selección del circuito (t_{CO}), que se refiere a la entrada de selección *chip select* (CS); y el tiempo de habilitación de los *buffers* de salida (t_{OE}), que se refiere a la entrada de habilitación de salida (*Output Enable*, OE).

CAPITULO III

ORGANIZACION GENERAL

DEL SISTEMA

En este capítulo se presenta una descripción general del sistema propuesto para la vigilancia y el monitoreo en las oficinas administrativas del Sistema Postal Mexicano. El capítulo se ha dividido en dos secciones: módulos autónomos y módulo central.

Los módulos autónomos están formados por sensores, transductores, acondicionadores de señal y hardware de adquisición y control. Cada módulo autónomo tiene como funciones principales la adquisición y el control de los datos provenientes de los sensores conectados a ellos.

El módulo central está constituido por una computadora personal y la interfaz de comunicaciones. La computadora realiza el almacenamiento y análisis de los datos provenientes de los módulos autónomos, mientras que la interfaz de comunicaciones permite la transmisión de información entre la computadora y los módulos autónomos.

En conjunto, tanto los módulos autónomos como el módulo central forman un sistema de adquisición y control de datos. A estos sistemas también se les llama sistemas de tiempo real, y se caracterizan por su habilidad para adquirir datos o ejecutar una tarea de control dentro de un rango de tiempo aceptable. El rango de tiempo depende de la rapidez de respuesta del sistema, que está en función de la velocidad y exactitud requeridas para la aplicación.

Para el caso del Servicio Postal Mexicano, el sistema efectuará la vigilancia y el monitoreo de diversas variables físicas dentro de cada oficina administrativa. Un diagrama general de éste se muestra en la figura 3.1.

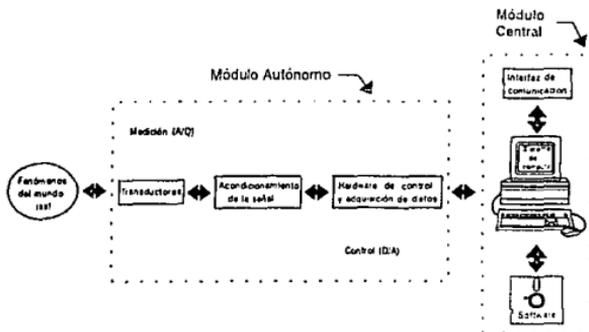


Fig. 3.1 Sistema de adquisición y control de datos basados en una PC.

3.1 MODULOS AUTONOMOS

En esta sección se describen las características de un módulo autónomo, entendiendo este término como aquel sistema independiente capaz de concentrar información y comunicarse con otros sistemas similares. En la introducción se mencionó que estos módulos tienen como funciones principales los siguientes puntos:

- Sensado de las variables físicas
- Acondicionamiento de las señales
- Control de datos
- Comunicación de los datos a una computadora

El diagrama de bloques del sistema de la figura 3.1, muestra las partes que componen a un módulo autónomo: transductores, acondicionadores de señal y hardware de adquisición y control de datos. Cada bloque es explicado ampliamente en esta sección.

3.1.1 Transductores

Los datos recolectados por los sistemas de adquisición de datos generalmente son datos analógicos, provenientes de algún parámetro físico no eléctrico. El propósito del transductor es convertir la señal no eléctrica a una señal equivalente pero eléctrica.

Las funciones principales de los transductores como parte del sistema de adquisición de datos propuesto serán:

- Sensor: presencia, temperatura, humedad, humo y nivel de luz.
- Proporcionar una salida eléctrica equivalente a la señal sensada.

3.1.2 Acondicionamiento de señal

Un aspecto importante en el diseño de transductores es simplemente identificar algún material que cambie de alguna manera debido a un cambio del parámetro físico que se está sensando. La amplitud y linealidad de la señal de salida del transductor usualmente no son aspectos primordiales en el diseño del transductor, pero son de considerable importancia en el sistema de adquisición de datos, por lo que es necesario acondicionar la señal, incrementando su amplitud y mejorando su linealidad.

El término acondicionamiento de señal, en este sentido, significa hacer cualquier cambio indispensable en la señal de entrada analógica antes de aplicar la señal al convertidor A/D.

Algunas técnicas de acondicionamiento de señal utilizadas con más frecuencia son las siguientes:

Buffering

El *buffer*, que es probablemente el circuito acondicionador más básico y directo, puede ser utilizado para proporcionar una traslación de impedancia entre la fuente de la señal y el circuito al cual se está aplicando tal señal. Cualquier amplificador operacional en circuito integrado, conectado en modo no inversor y con ganancia unitaria, sirve como *buffer*. Sin embargo, algunos amplificadores operacionales están diseñados especialmente para ser utilizados como *buffers*.

Filtrado

Los ambientes en los que generalmente se colocan los sistemas de adquisición de datos, tienden a introducir señales de interferencia en los mismos.

Estas señales indeseables, llamadas "ruido", a menudo se deben a la interferencia generada por las líneas de potencia, de 60 y 400 Hz, ó a transitorios debidos a cambios en las cargas inductivas, tales como el arranque de motores.

A menudo tal interferencia puede ser significativamente reducida utilizando un filtrado adecuado. Un filtro es un circuito que deja pasar una cierta banda de frecuencia, mientras que atenúa las señales de otras frecuencias. Los filtros pueden ser pasivos, utilizando solamente resistores, inductores y capacitores, o filtros activos, utilizando amplificadores operacionales con retroalimentación.

Como ya se mencionó, la fuente de señal de adquisición de datos es un transductor, el máximo ancho de banda de la mayoría de los transductores es de alrededor de 10 Hz. Por tanto, el filtrar el ruido de las señales del transductor puede hacerse con un filtro pasa-bajas.

Cambio del nivel de la señal

El tipo de acondicionamiento de señal más utilizado es el cambio de nivel o amplitud. Un cambio en el nivel de señal requiere, ya sea atenuación o amplificación de la señal de entrada. La atenuación generalmente se logra con un circuito divisor de voltaje, mientras que la amplificación requiere de un dispositivo activo tal como un transistor o un amplificador operacional.

Conversión de la señal

El acondicionamiento de la señal requiere a menudo convertir la variación de un parámetro eléctrico en una variación proporcional de algún otro parámetro.

Linealización

Como se mencionó anteriormente, la linealidad tiene un interés secundario en el diseño de transductores, pero es muy importante en el sistema de adquisición de datos. Cualquier dispositivo cuyas salidas sean aproximadamente lineales, requieren una linealización adicional cuando se necesitan mediciones precisas de los parámetros dinámicos.

Las señales de salida del transductor pueden ser linealizadas, utilizando un amplificador cuya ganancia sea función de su voltaje de manera que su salida sea lineal.

3.1.3 Hardware de adquisición y control

El hardware que se utiliza para la adquisición y control de datos incluye diversos circuitos electrónicos: multiplexores, convertidores A/D y microcontroladores. Tales dispositivos funcionan como una interfaz del mundo real de los parámetros físicos (generalmente analógicos) y el mundo de las computadoras personales y las señales digitales. A continuación se explica brevemente cada uno de ellos.

Multiplexores

Un multiplexor es un circuito electrónico con dos o más terminales de entrada y una terminal de salida. Si un multiplexor es utilizado en el sistema de adquisición de datos, sólo se requiere un convertidor A/D utilizado en el modo de tiempo compartido, como se muestra en la fig. 3.2. En contraste, sin el multiplexor se requiere un convertidor A/D para cada entrada analógica.

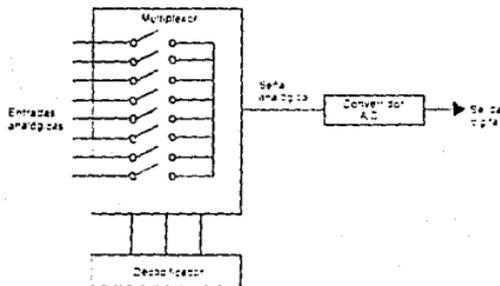


Fig. 3.2 Multiplexor analógico.

Como se muestra en la misma figura 3.2, un multiplexor es un conjunto de interruptores electromecánicos o electrónicos, conectados en paralelo y con una salida común.

Los interruptores se cierran en forma secuencial o no secuencial si se desea, con un sólo interruptor cerrado y controlando el cerrado de los otros interruptores a través de un decodificador.

La mayoría de los sistemas de adquisición de datos utilizan dispositivos interruptores electrónicos, implementados con JFET (transistores de juntura de efecto de campo) o con CMOS (semiconductores complementarios metal-óxido).

Convertidor analógico/digital

El proceso de conversión de una señal analógica a una señal equivalente en forma digital es llamado conversión analógica a digital (A/D). Como se ha indicado anteriormente, la mayoría de los parámetros físicos que se miden usualmente son de origen analógico.

El propósito de un convertidor analógico a digital en un sistema de adquisición de datos es convertir la señal de entrada analógica a una señal digital equivalente.

Existen diversos métodos para lograr la conversión analógica/digital. Los métodos varían en precisión, velocidad, costos y vulnerabilidad al ruido.

A continuación se examina la técnica más común para llevar a cabo la conversión A/D: la conversión por aproximaciones sucesivas.

La conversión por aproximaciones sucesivas es una de las técnicas más ampliamente usadas gracias a su corto y constante tiempo de conversión. En la figura 3.3 se muestra el diagrama de bloques básico de un convertidor A/D por aproximaciones sucesivas de 4 bits.

El convertidor A/D consiste de un comparador de voltaje, un convertidor digital a analógico (D/A), un registro de aproximaciones sucesivas (SA) y un reloj.

Durante un ciclo de conversión, el sistema comienza habilitando uno por uno los bits del convertidor D/A, iniciando por el bit más significativo (MSB). Conforme se va habilitando cada bit, el comparador compara su amplitud con la del voltaje analógico de entrada. El comparador genera entonces una salida que indica si la amplitud del voltaje analógico es mayor o menor que la salida del convertidor D/A. Si la salida del convertidor D/A es mayor que el voltaje analógico, el MSB se restablece a cero, ya que no será requerido para la representación digital de la entrada analógica. Si la salida del convertidor D/A es menor que la entrada analógica, se retiene el MSB en el registro.

El sistema hace esta comparación con cada *bit* comenzando por el MSB, después el siguiente MSB y así sucesivamente. Conforme se va comparando cada *bit*, aquellos que contribuyan a la representación digital del voltaje analógico son almacenados en el registro y aquellos que no lo son, son restablecidos.

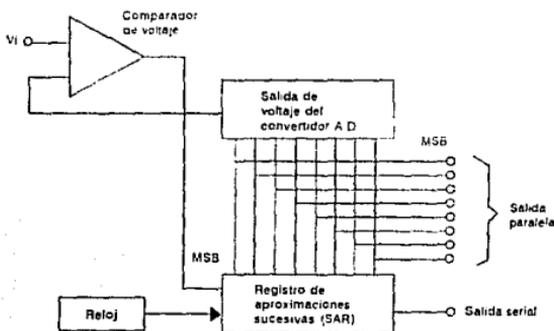


Fig. 3.3 Diagrama de bloques básico de un convertidor A/D de aproximaciones sucesivas.

Microcontrolador

El microcontrolador es el circuito integrado más importante sobre el que están construidos los módulos autónomos. El microcontrolador contiene un procesador central que está constituido por los circuitos requeridos para tener acceso a la memoria adecuada, las posiciones de entrada/salida y la interpretación de las instrucciones que se ejecutan en esta unidad. En el capítulo 2 se explicaron detalladamente las características del microcontrolador 80C51.

En el diseño del sistema propuesto, el microcontrolador realizará el control, almacenamiento y transmisión de los datos provenientes del convertidor A/D, a través de sus diversos registros de datos y sus buses de control, direcciones y datos.

3.2 MODULO CENTRAL

El módulo central del sistema está formado por una computadora personal y una interfaz de comunicaciones. Ambos términos son explicados detalladamente en esta sección.

Comenzaremos con la descripción general del funcionamiento y organización de una computadora, para entender las especificaciones técnicas de aquella que fue utilizada para nuestro diseño.

3.2.1 Organización de una computadora

Antes de dar inicio a la descripción de las partes que forman a una computadora, es conveniente definir qué se entiende por computadora digital.

Una computadora digital es un dispositivo ó máquina, que ejecuta automáticamente una secuencia de operaciones, sobre datos que se expresan en forma binaria.

Una computadora puede ser vista como un sistema, entendiendo como sistema a un conjunto de elementos individuales que mantienen relación unos con otros para lograr un objetivo común. Un sistema puede dividirse en unidades o elementos funcionales pequeños o subsistemas. En una computadora estos subsistemas son conocidos como *hardware* y *software*.

El término *hardware* involucra a la parte eléctrica, electrónica y mecánica del sistema, o dicho de otro modo es el término genérico de todos los componentes físicos del sistema.

El *hardware* está organizado en las siguientes unidades funcionales: unidad de procesamiento central, memorias y dispositivos de entrada/salida. Ver figura 3.4.

El *hardware* por sí solo no es un sistema, requiere de otro subsistema para funcionar: el *software*. El *software* contiene las características necesarias para el control del sistema, éste incluye: programas de aplicación, algoritmos y procedimientos para solucionar problemas. El *software* es el término genérico de todos los programas de un sistema de procesamiento de datos.

A continuación se describen detalladamente las unidades funcionales del *hardware* mencionadas anteriormente.

I.- Unidad central de procesamiento (CPU)

La CPU (*Central Processing Unit*) mostrada en la figura 3.4 es el cerebro de la computadora. Su función es ejecutar programas almacenados en la memoria principal mediante la búsqueda (*fetching*) de sus instrucciones, examinándolas y en seguida ejecutándolas una después de otra. La CPU tiene la configuración mostrada en la figura 3.4.

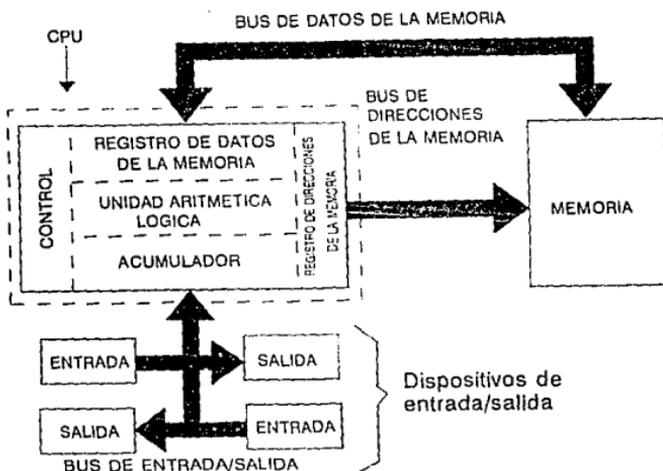


Fig. 3.4 Organización básica del hardware de una computadora.

Unidad de control

La unidad de control es la parte más importante del hardware de la computadora, porque interpreta los comandos del usuario dirigidos al sistema de programas. La unidad de control ejecuta dos tareas básicas:

- Controla lo que sucede dentro del procesador central, como la transferencia de datos de una localidad de memoria a otra, o de una localidad de memoria a la unidad aritmética-lógica.
- Controla el tráfico de datos entre el procesador central y los dispositivos periféricos. Para esto utiliza las líneas de dirección y control.

La unidad de control realiza la coordinación de todas las unidades funcionales de la computadora, mediante una secuencia lógica en un tiempo correcto. Un reloj central controlado con precisión suministra los pulsos básicos de reloj. El resto de los circuitos están sincronizados con estos pulsos. La unidad de control recibe las instrucciones del programa almacenándolas en la memoria principal, después las decodifica y dirige al resto de subsistemas funcionales para ejecutarlas.

Unidad aritmética-lógica

La unidad aritmético-lógica (ALU, *Arithmetic-Logical Unit*) ejecuta operaciones para cálculo de datos numéricos, tales como adición, resta, etc., en seguida almacena el resultado en un registro de salida y de allí regresa a la memoria, si así se desea. La unidad aritmético-lógica también realiza operaciones requeridas para decisiones lógicas, es decir, compara un par de datos para determinar si un dato es mayor que, menor que o igual que otro.

Registros y contadores

La CPU contiene una memoria pequeña de alta velocidad usada para almacenar resultados temporales y cierta información de control. Esta memoria consiste de un número de registros, cada uno ellos con una función especial.

Los contadores son dispositivos que registran y mantienen la cuenta de un número de pulsos o *bits*. Un contador puede cargar un número para después incrementarlo o decrementarlo.

Los registros más importantes son:

El acumulador es el registro principal de trabajo del microprocesador y con frecuencia también es el puerto de I/O del CPU. En muchos microprocesadores los resultados de las operaciones aritméticas o lógicas realizadas en la ALU se transfieren y almacenan en el acumulador. El acumulador generalmente se considera un registro de propósito general que almacena uno de los operandos que usa la ALU, al realizar operaciones aritméticas o lógicas. El acumulador puede trabajar como registro fuente o como registro destino.

Program counter. En un programa las instrucciones están almacenadas en posiciones sucesivas de la memoria de programa, que puede consistir de varios circuitos integrados de memoria ROM. A cada posición de memoria se le asigna un número o código único, llamado dirección. Para ejecutar el programa en la secuencia correcta, el CPU debe conocer en qué posición de memoria buscar la próxima instrucción. El *program counter* (PC), es precisamente el registro que apunta a la siguiente instrucción que va ser ejecutada, y por esta razón al *program counter* se le considera como el registro más importante de la CPU.

El registro de direcciones es un dispositivo de almacenamiento temporal, que mantiene la dirección de lectura o escritura de datos en la memoria de datos. En algunos microprocesadores más sofisticados, el registro de direcciones es programable y el programador puede modificar su contenido mediante las instrucciones adecuadas.

Registro de instrucciones (IR). La búsqueda de instrucciones de la memoria de programa requiere dos operaciones independientes. Primero, la CPU transmite la dirección de la instrucción del contador del programa a la memoria. La memoria entonces transmite el contenido de la posición de memoria direccionada a la CPU, donde se almacena temporalmente en un registro especial llamado registro de instrucción.

II.- Memorias

En una computadora el sistema de memoria se usa principalmente para dos propósitos:

- Para disponer de un sistema de almacenamiento de datos u operandos
- Para disponer de un medio para almacenar el programa (un grupo de comandos e instrucciones)

Básicamente existen dos tipos de memorias en la computadora: memoria principal y memoria secundaria.

Memoria principal

La memoria principal es la parte de la computadora donde se almacenan programas y datos. La porción de memoria destinada al almacenamiento de operandos se llama memoria de datos. Esta memoria almacena los datos que la computadora utilizará durante la ejecución del programa. La memoria de datos recibe el nombre de memoria de acceso aleatorio (RAM).

La parte de la memoria que almacena los comandos o instrucciones se llama memoria de programa. Cada instrucción de esta memoria es suministrada a la computadora en una cierta secuencia preestablecida. La computadora entonces decodifica cada instrucción e inicia el proceso específico ordenado por ésta. Generalmente la memoria de programa se denomina de sólo lectura (ROM).

Memoria secundaria

Ya que cada palabra en la memoria principal puede ser directamente accesada en un tiempo muy corto, la memoria principal es relativamente cara. En consecuencia, muchas computadoras tienen memorias alternas conocidas como memorias secundarias, que son más lentas, baratas y de mayor capacidad. La memoria secundaria se usa para mantener datos en un lugar lejano con respecto a la memoria principal. En seguida se describen algunos tipos de memoria secundaria más utilizados.

Cintas magnéticas

Las cintas magnéticas fueron de los primeros tipos de memoria secundarias. Un manejador de cinta de computadora es similar a una grabadora casera, con un cassette de 2400 pies de

largo. Se graba la información haciendo variar la corriente en la cabeza de escritura.

Los dispositivos de cinta magnética son apropiados cuando se van a acceder datos secuencialmente. Si la cinta se posiciona al principio para leer el registro físico n , es necesario leer físicamente la grabación del 1 al $n-1$.

Discos magnéticos

Un disco es una pieza de metal circular de alrededor de 5 a 10 pulgadas de diámetro, la cual tiene una cubierta magnetizable, puesta directamente en el proceso de manufactura, generalmente en ambos lados. La información se graba en círculos concéntricos, llamados *tracks* o "pistas".

Los discos tienen típicamente entre 40 y algunos cientos de pistas por superficie. Cada manejador de disco (*drive*) tiene una cabeza móvil que se desplaza del centro hacia fuera. La cabeza tiene la anchura exacta para poder leer o escribir información solamente en una pista.

Las pistas se dividen en sectores, normalmente entre 10 y 100 sectores por pista. Un sector consiste de un cierto número de bytes, usualmente 512.

Casi todas las computadoras usan discos múltiples para su registro principal de datos. Estos frecuentemente se llaman discos duros (*hard disks*). El tipo más común es el *Winchester disk*. Su capacidad es del rango de 100 mega-bytes en computadoras personales, y alrededor de 10 giga-bytes en grandes *mainframes*.

Discos floppy

Con el advenimiento de PC's, la solución a la distribución del software se hace con los *diskettes* o discos flexibles (*floppy*), un pequeño medio removible, llamado así porque es físicamente flexible. Fue inventado por IBM para grabar información de mantenimiento para *mainframes*, pero fue rápidamente adquirido por los fabricantes de computadoras personales para distribuir la venta de software.

En la actualidad, se usan dos tamaños, 5.25 y 3.5 pulgadas. Cada una con versión en alta y baja densidad. Los *diskettes* de 3.5 pulgadas vienen en una cubierta rígida para protección, así que no son realmente flexibles (*floppy*). Los discos de 3.5 pulgadas registran más datos y están mejor protegidos. Estos reemplazarán a los de 5.25 pulgadas.

Discos ópticos

En años recientes se comenzaron a comercializar los discos ópticos. A diferencia de los magnéticos tienen mayor densidad de grabación que los discos magnéticos convencionales. Los discos

ópticos se desarrollaron para grabar programas de televisión, pero también se usan como dispositivos de registro de datos.

Debido a su gran capacidad, los discos ópticos han evolucionado rápidamente. Estos discos se basan en la misma tecnología de los Compact Disk y se llaman CD ROMs (Compact Disk Read Only Memory). Los CD ROM's se leen con dispositivos similares a los reproductores de CD de audio.

Esta tecnología tiene algunas consecuencias. El CD ROM se imprime mejor que el grabado de los discos floppy, éstos pueden producirse en masa con una máquina automatizada a bajo costo. El plástico que cubre el impreso de aluminio de los CD ROM's no siempre es perfecto, lo que tiene como consecuencia algunos errores en la información digital.

La información en un CD ROM se escribe como una espiral continua simple, a diferencia de los discos magnéticos, con sus cilindros discretos y sus pistas. Cada CD ROM contiene 270,000 bloques de datos, para una capacidad total de 553 megabytes.

La desventaja de este enorme potencial, es que en los CD ROM's no se puede escribir, lo cual limita su uso como dispositivo de registro de una computadora. El disco WORM (Write Once Read Many) permite al usuario escribir información en los discos ópticos, pero una vez que se escribe ya no se puede borrar.

III.- Dispositivos de entrada/salida

El medio que utiliza la computadora para recibir o proporcionar información se llama dispositivo de entrada/salida (Input/Output), o sólo I/O.

No todas las entradas ni todas las salidas van hacia las personas, puesto que si conectamos la computadora como un operador, entonces la información puede llegar de otros medios, como son los sensores, o llegar hacia ellos.

Los dispositivos de entrada/salida más comunes en las computadoras son: el teclado y el monitor, aunque hay muchos más dispositivos de I/O disponibles hoy en día. Sólo se hará mención de ellos por considerarlos importantes.

El teclado. Es un conjunto ordenado de teclas que al pulsarlas realizan la comunicación del usuario con la máquina. Existe a la venta una gran variedad de ellos, uno de los más baratos es del tipo que hace contacto eléctrico cuando se presiona. Otro más caro, es el que tiene un magneto debajo de cada tecla. El magneto pasa a través de una bobina que al ser tocada, induce una corriente que puede ser detectada.

El monitor. Es una caja que consiste principalmente de un tubo de rayos catódicos (CRT, *cathode ray tube*) y su fuente de poder. El CRT tiene un cañón de electrones que son

dirigidos hacia una pantalla fosforescente (para las pantallas de color se tienen tres cañones de electrones, una para cada color: rojo, verde y azul).

Mouse. Un *mouse* (ratón) es una pequeña caja de plástico que se coloca sobre la mesa de la computadora. Cuando éste se mueve sobre la mesa, el cursor también se mueve en la pantalla. El cursor tiene uno, dos o tres botones para seleccionar fácilmente las opciones del menú.

Para finalizar en esta sección se describe una computadora personal. Las computadoras personales (PCs) tienen una estructura física sencilla. Muchas de estas máquinas tienen una caja con una tarjeta de circuito impreso en la parte superior, llamada "tarjeta madre" (*Mother Board*). Esta contiene el CI de la CPU, algo de memoria y varios CIs de soporte. También contiene un bus y ranuras en las que se conecta memoria adicional y tarjetas de I/O.

La estructura lógica de una PC es mostrada en la figura 3.5. Muchas PCs tienen sólo un bus para conectar la CPU, la memoria y los dispositivos de I/O. Cada dispositivo de I/O, consiste de dos partes, una que contiene la parte electrónica, llamada el "controlador", y otra que contiene el dispositivo de I/O.

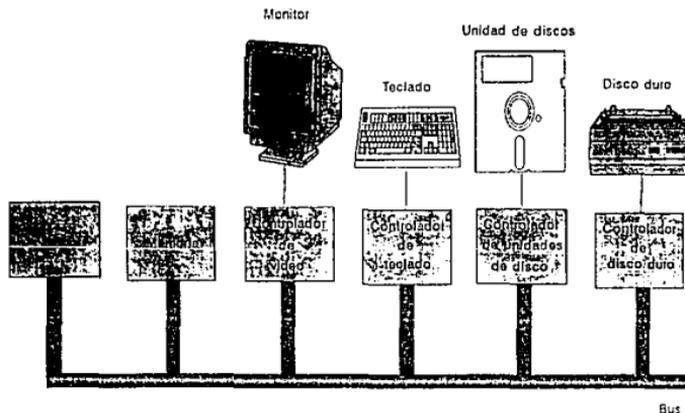


Fig. 3.5 Estructura lógica de una computadora personal.

Los controladores están conectados generalmente en la caja de tarjetas de circuito impreso, excepto para aquellos controladores que no son opcionales (como el teclado), los cuales están en la tarjeta madre. El controlador de video está conectado generalmente en la caja, para permitir al usuario elegir entre video a color, monocromático, de alta o de baja resolución, así como otras características. El controlador se conecta a su dispositivo por un cable adherido a un conector en la parte trasera de la caja de la tarjeta.

El trabajo de un controlador es manejar su dispositivo de I/O y manejar el bus de acceso hacia él. Cuando un programa quiere datos del disco, manda un comando al controlador del disco, el cual inicia una búsqueda. Cuando se localizan la pista y el sector, el *drive* comienza a sacar los datos como un flujo de bits en serie. Cuando el controlador lee o escribe un bloque de datos a otra memoria sin la intervención de la CPU, se dice que está desempeñando un acceso directo a memoria (*DMA Direct Memory Access*).

Si la CPU y algún controlador quieren usar el bus al mismo tiempo, existe un circuito que decide quién usa el bus primero y quién después. En general, los dispositivos de I/O tienen preferencia sobre la CPU, ya que los dispositivos de movimiento como los discos no se pueden parar, y forzarlos a esperar podría resultar en una pérdida de datos.

La computadora tiene como funciones principales los siguientes puntos:

- Almacenamiento de los datos para su uso posterior
- Procesamiento para obtener información adicional
- Despliegue de los datos en la pantalla

Después de haber expuesto las características generales de una computadora, se proporcionan las especificaciones de la computadora que será utilizada como módulo central del diseño.

La computadora personal es marca ACER, modelo ACERMATE 486 que es con la que se cuenta actualmente en algunas oficinas del Servicio Postal Mexicano. Esta computadora tiene las características mostradas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Características del módulo central

Componente	Estándar	Opcional
Microprocesador	Intel 486	
Coprocador 487SX		Coprocador (para sistemas 486SX)
RAM integrada	2MB	Expandible hasta 34 MB
	4MB	Expandible hasta 40 MB
ROM del BIOS	64 KB	Expandible hasta 128 KB
RAM del CMOS	64 bytes, con batería de seguridad y reloj de tiempo real	
Ranuras	Cuatro de 16 bits	
Dispositivos de almacenaje	Dos espacios de 3,5 pulgadas ó dos espacios de 5,25 pulgadas con una disquetera de 3,5 pulgadas, 1,4 MB ó una disquetera de 5,25 pulgadas, 1,2 MB	
Puertos integrados	Uno serial de 25 terminales Uno serial de 9 terminales Uno paralelo de 25 terminales	
Corriente de entrada	115/230 Vac, 50-60 Hz, ajustable	
Fuente de alimentación	145 watts	
Teclado	101 teclas, mejorado compatible con PS-2	102 teclas, mejorado compatible con PS/2
Ratón		Compatible con puerto serial
Sistema operativo	MS-DOS	OS/2, UNIX, XENIX
Software	HDFORMAT Acer Disk Cache SYSCONF PASSW	

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Toda la transmisión de información se realiza bajo un mismo estándar de comunicaciones, esto con la finalidad de que tanto la computadora como el microcontrolador puedan entenderse; esto se logra con la interfaz de comunicaciones que se describe a continuación.

3.2.2 Interfaz de comunicaciones

La interfaz de comunicaciones se encarga de la interconexión física de la computadora con los microcontroladores de los módulos autónomos, permitiendo así el flujo de información entre ellos. En el capítulo 2 se describieron los estándares para interfaces físicas más utilizados, también se indicó la forma como manejan las señales eléctricas para lograr la comunicación de dos sistemas.

La interfaz de comunicaciones del sistema se divide en dos partes, una interfaz para la computadora y otra para los módulos autónomos. Para la computadora la interfaz es físicamente una tarjeta de comunicaciones, que cuenta con buffers de datos, controlador de comunicación serial (UART), oscilador, un selector y decodificador de puertos I/O, control habilitador/deshabilitador del receptor y transmisor y puertos físicos (conectores). Para los módulos autónomos la interfaz está constituida por circuitos de transmisión y recepción compatibles con el estándar que maneja el módulo central.

Resumiendo, el sistema de adquisición y control de datos funciona de la siguiente manera: primero el módulo autónomo sensa las señales analógicas por medio de los transductores. Cada transductor tiene una etapa de acondicionamiento de señal que lo hace transportable a las siguientes etapas. Para evitar el uso de varios convertidores A/D, se utiliza una etapa de multiplexaje. De esta manera, las señales ya acondicionadas y multiplexadas son enviadas al convertidor A/D para que puedan ser manipuladas por el microcontrolador. El microcontrolador comunica los datos a la computadora central a través de una interfaz de comunicaciones. La computadora recibe los datos a través de su tarjeta de comunicaciones, una vez recibidos, los procesa y los despliega en el formato que requiere el usuario.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LOS
MODULOS AUTONOMOS

En este capítulo se presenta la descripción, selección y acondicionamiento de los sensores, microcontrolador, línea de transmisión e interfaz necesarios, para el diseño de los módulos autónomos, justificándose la elección de cada uno de ellos.

Los módulos autónomos desarrollados en este trabajo sensan las variables de temperatura, humo, humedad, presencia y nivel de luz, de las cuales sólo la temperatura y el nivel de luz, además de ser sensadas, ayudan al control de dispositivos externos, como ventiladores en el caso de la temperatura o lámparas en el caso de nivel de luz.

Para el diseño de cada módulo autónomo se tomaron en cuenta las necesidades de cada área de trabajo de la Oficina Postal, por lo que varían los tipos y el número de sensores utilizados de una área a otra.

La mayoría de los sensores tienen un voltaje de salida fijado por el fabricante, éste varía en un rango que va desde 0 V hasta 15 V, de aquí la necesidad de una etapa de acoplamiento de la señal de salida de éstos con las entradas al microcontrolador.

A continuación se presenta la elección de los sensores y el diseño de su etapa de acoplamiento al microcontrolador.

4.1 SENSOR DE TEMPERATURA

El sensor de temperatura se utiliza para la detección de incendios y para el control del encendido de los ventiladores con los que cuenta la oficina postal, ya que éstos se encuentran funcionando permanentemente aun cuando no son necesarios.

Por lo anterior y de acuerdo a la tabla 4.1, se eligió un sensor de tipo semiconductor que detecte la temperatura ambiente, no siendo indispensable gran exactitud.

El sensor que se utilizó para la medición de la temperatura es el LM35 de *National Semiconductor*. Este sensor opera sobre un rango de -55°C a $+150^{\circ}\text{C}$. Su voltaje de salida es linealmente proporcional a la temperatura Celsius (centígrada). Tiene un factor de escala lineal de $+10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ y una impedancia de salida de 0.1 ohm para 1 mA de carga. Opera con un voltaje de 4 a 30 V y tiene un consumo de corriente de 60 uA . El voltaje de alimentación puede ser proporcionado usando una fuente individual o dos fuentes (positiva y negativa).

El LM35 no requiere calibración o ajuste externo para proporcionar una precisión garantizada de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ a temperatura ambiente (25°C) y ± 0.75 en todo su rango de medición.

Su baja impedancia de salida, calibración precisa y salida lineal, facilitan su interconexión a circuitos de control y lectura. Este sensor es adecuado para aplicaciones remotas y tiene un bajo costo. Se anexa hoja de especificaciones técnicas en el apéndice A.

Tabla 4.1 Termometría.

Tipo de sensor	Punta de prueba	Rango de Temp.	Material de const.	Condiciones recomendadas	Límite aprox. de error	Ventajas	Aplicaciones
Termopar	Tipo J	-310 ^o a 1800 ^o F	Acero-Constantan	Ambiente reductor, vacío	+ 2 ^o F 0 ± 1.3%	Rango de medición amplio y versátil.	Diseñados para control y medición continuos en un laboratorio o para uso industrial intenso.
	Tipo K	-418 ^o a 2500 ^o F	Cromel-Alumel	Ambiente oxidante, altas temperaturas.	+ 2 ^o F 0 ± 3.8%	Buena relación costo-eficiencia.	
	Tipo T	-418 ^o a 750 ^o F	Cobre-Constantan	Ambiente reductor, bajas temperaturas.	+ 1 ^o F 0 ± 3/8%	Portátiles y resistentes	Usados para mediciones de penetración, salida y flujo de aire, gases y líquidos.
	Tipo E	-310 ^o a 1650 ^o F	Cromel-Constantan	Ambiente oxidante, corrosión.	+ 2 ^o F 0 ± 3/8%		
Termistor	400	-40 ^o a 300 ^o F	Oxidos de Fe, Ni,	Puntas de prueba pequeñas.	+ 0.10 ^o C de 0 a 70 ^o C	Buena precisión	Diseñados para usarse en temperatura ambiente, también utilizado para aplicaciones biológicas, tales como implantes de animales.
	500	-40 ^o a 300 ^o F	Mn y otros	Usos especiales.	Dato no disponible.	y tamaño compacto	
	700	-22 ^o a 212 ^o F		Alta sensibilidad con 3 alambres.	+ 0.27 ^o F (lineal)		
RTD	100kohm	-387 ^o a 1600 ^o F	Platino	Larga duración. Bajas temperaturas.	± 0.1%	Buena precisión, estabilidad y medición constante.	Proporciona exactitud y seguridad más grande en aplicaciones críticas.
Rayos infra rojos	---	-67 ^o a 1800 ^o F	Termopila	Medición a distancia.	± 0.3% FS	Amplio rango de medición, respuesta rápida.	Diseñado para medición a distancia; usado para medición de superficie y temperatura de animales, unidades eléctricas, trampas de aire y flujos de calor.
Bimetal	---	-100 ^o a 1000 ^o F	Acero Inox. 304	Alta presión, pequeños.	± 0.5% FS	Económico, robusto.	Diseñado para montaje sencillo en tanques, pipas, hornos, etc. Provee resistencia química.
Vidrio	---	-30 ^o a 930 ^o F	Vidrio	Aplicaciones generales.	Hasta ± 1/10 de división de escala.	Alta precisión; económico.	Diseñado para aplicaciones de alta precisión; usado para calibrar otros sensores de temperatura.

conocer el porcentaje de humedad relativa presente en cada área en la cual se almacene materia postal. En la tabla 4.2 se presentan los diferentes tipos de sensores de humedad.

El sensor de humedad elegido es de tipo capacitivo, modelo W99R de Johnson, diseñado especialmente para aplicaciones de fabricación y almacenaje de papel, el cual fue el motivo principal de su elección. Sus características principales son: rango de medición de 10 a 90% de RH, exactitud de $\pm 4\%$ RH en el rango de 20 a 80% de RH, salida de voltaje de 1 a 9 V_{DC} correspondiente al rango de 10 a 90% RH, respuesta lineal, rango de temperatura de operación de 0 a 49 °C. Se anexa su hoja de especificaciones en el apéndice A.

Se diseñó un divisor de voltaje en base a la expresión (2), para acoplar la señal proporcionada por el sensor al microcontrolador (figura 4.2), el cual necesita de 0 a 5 V a su entrada.

$$V_o = [R_1 / (R_1 + R_2)] V_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

Como se requiere un consumo mínimo de corriente y para homogenizarla con los demás sensores, se fijaron resistencias de 3.3 Kohms para que la corriente en el peor de los casos sea de 1.3 mA cuando la humedad es del 90% y de 0.15 mA cuando es del 10%. A la salida del divisor se tendrá un voltaje de 0.5 a 4.5 V.

La siguiente etapa consiste de un amplificador seguidor de voltaje que se utiliza para acoplar impedancias. Para esta etapa el amplificador también es un LM308 polarizado con tierra y 5 V que proporciona a la salida una señal de voltaje de 0.5 V a 4.5 V, correspondiente al rango del 10% al 90% de RH, esta se envía directamente al microcontrolador.

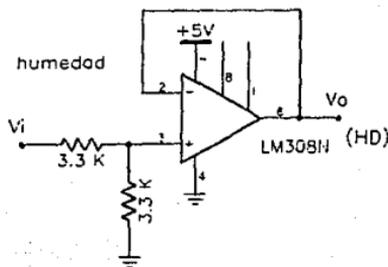


Fig. 4.2 Circuito de acondicionamiento del sensor de humedad.

Tabla 4.2 Características generales de sensores de humedad.

Materiales de construcción	Tipo de sensor	Variable de transducción	Rango de medición	Límite aprox. de error	Resolución	Características	Aplicaciones típicas
Cabello humano	Migroneométrico	Desplazamiento.	0-100% RH ± 1% RH	± 1% RH	1% RH	Tipo análogo y mecánico. Proporciona una medición directa de la humedad, porque cambia sus dimensiones con la absorción o eliminación de la cantidad de vapor de agua.	Uso doméstico y en procesos de fabricación de papel y tratamiento de maderas.
Membranas de etanol	"	"	0-100% RH ± 2% RH	± 2% RH	1% RH	Debido a la dilatación del material, se produce un desplazamiento que puede ser medido y traducido a la medición de humedad.	Uso doméstico.
Película de cloruro de litio	"	Resistencia	10-100% RH	± 1% RH	1% RH	La resistencia de la película varía con la humedad. Tiempo de respuesta de 15 seg. con hilos y 3 segundos hilillo.	Telemetría y radiomóvil y aplicaciones generales.
Polímeros	"	Capacitancia	0-100% RH ± 2% RH	± 0.1% RH	0.1% RH	La capacitancia del elemento varía con el monto de vapor de agua del ambiente. Tiempo de respuesta rápido (1 seg. a un cambio de humedad).	Diseñado para lugares donde se fabrica material sintético. Tiempo de respuesta rápida (1 seg. a un cambio de humedad).
Oxido de aluminio	"	Resistencia y capacitancia	10-95% RH ± 4% RH	± 1% RH	1% RH	Los elementos del oxido de aluminio presentan cambios de impedancia al cambiar la humedad. Este sensor no se ve afectado por las variaciones de presión dentro de ciertos rangos.	Se utiliza para la medición de la humedad relativa de gases y líquidos.
Cristal (Cristal)	"	Frecuencia	0-100% RH	± 1% RH	1% RH	Se basan en la frecuencia de oscilación de un cristal de cuarzo, recubierto de material higroscópico. La frecuencia de oscilación puede ser visualizada directamente en un display.	Usado para mediciones de "puntas en gases".
Pantallas electrolíticas (P20)	"	Corriente	0-100% RH	± 1% RH	1% RH	La cantidad de corriente requerida para la electrólisis varía en función de vapor de agua absorbido.	Son usadas para la medición de humedad en una gran variedad de gases, excepto en gases corrosivos, alcoholés e hidrocarburos no saturados (temperaturas que reaccionan con el P20, permitiendo de serlo).
Cristal de cuarzo	"	Resistencia	0-100% RH	± 1% RH	1% RH	Tiene un elemento resistivo conocido como "formación Bragg", que consiste de una formación de películas de cristal de cuarzo y aire seco.	Usados en la medición de la humedad en sistemas de calefacción y aire acondicionado.
Cerámica	"	Resistencia	10-100% RH	± 1% RH	0.1% RH	Tiempo de respuesta de dos minutos (10% a 90% RH). Medición directa.	Se utilizan en laboratorios para programas de control.
Cerámica	"	Resistencia	10-100% RH	± 1% RH	0.1% RH	Tiempo de respuesta de dos minutos (10% a 90% RH). Medición directa.	Se utilizan en laboratorios para procesos de control.
Termistor (de termopares)	Palcométrico	Resistencia	10-95% RH	± 1% RH	0.1% RH	Mede la humedad por el método del bulbo seco y bulbo húmedo. La humedad se determina a partir de la temperatura de los dos bulbos, utilizando una tabla o gráfico.	Usado para la medición de la humedad relativa a todo nivel. Principalmente en la industria. A finales del siglo XIX. Actualmente el uso es mínimo debido a la complejidad asociada.
Hilo de Peltier o níquel	Palcométrico	Resistencia	5-95% RH	± 1% RH	0.1% RH	Funciona de manera similar a los termistores, pero son más precisos.	Medición de la humedad relativa.
Cloruro de litio	Punto de rocío	Resistencia de la disolución	5-100% RH	± 1% RH	0.1% RH	Mede la humedad absoluta con el punto de rocío, esta se determina a partir de la temperatura de saturación del vapor de agua y la presión del vapor saturado.	Medición de la humedad absoluta. Utilizado en procesos industriales, tales como la fabricación de papel, azúcar, caucho, solventes químicos, fertilizantes y productos de madera.
Rayos infrarrojos, gama, microondas y luz visible	Resonancia eléctrica	Energía eléctrica	0-100% RH	± 1% RH	0.01% RH	Un dispositivo aplica energía de radiofrecuencia a una muestra y genera la humedad en términos de pérdida de energía. El contenido de humedad es traducido con una sensibilidad electromagnética.	Se usan para determinar la humedad de la muestra de los sólidos. Aunque existen algunos de uso comercial.

4.3 SENSOR DE HUMO

Este sensor se utiliza con el objeto de que en forma temprana se avise al personal que se está presentando un incendio en alguna área de trabajo de la Oficina Postal. Estos sensores son indispensables debido al manejo continuo de materiales altamente inflamables como papel, cartón, madera y plástico, sumando a esto la irresponsabilidad del personal al fumar ocasionalmente en las áreas donde se encuentra la materia postal.

En la tabla 4.3 se resumen las características de los sensores de humo.

El sensor de humo elegido es de la marca *System Sensor* modelo 2451, que cuenta con un detector fotoelectrónico de humo contenido en una cámara de sensado óptico. El sensor está diseñado para detectar la presencia de partículas de humo producidas por una amplia variedad de fuentes de combustión. El sensor protege amplios espacios, es fácil de instalar y mantener, y es uno de los más comerciales. Se anexa su hoja de especificaciones en el apéndice A.

Dado que el sensor de humo entrega una salida de 12 V, para el acoplamiento de la señal al microcontrolador se realizó la configuración mostrada en la figura 4.3.

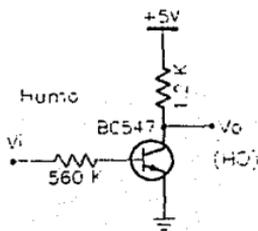


Fig. 4.3 Circuito de acondicionamiento del sensor de humo.

En el circuito anterior se necesita que el transistor trabaje en corte o en saturación. El transistor es un BC547 que tiene una ganancia de corriente típica de 150. Se fijó una corriente de operación de 3 mA en el colector y de acuerdo con la expresión (3):

Tabla 4.3 Características de sensores de humo.

Tipo de sensor	Katarómetro	Ionización	Sensor semiconductor
Características			
Mínimo detectable	10^{-4}	10^{-11} (H ₂)	10^{-8} (propano) (H ₂)
Gas portador	N ₂	H ₂	Aire
Curva de calibrado	Lineal	Lineal	Lineal (con escala logarítmica)
Substancias detectables	Orgán.-Inorg.	Orgánicas	Orgán.-Inorg.
Constitución	Sencilla	Complicado	Sencillo
Variable de transducción	Resistencia	Corriente	Corriente
Aplicaciones	Detección de gases puros.	Medida en directo - cuando se trata de mezclas de iones de gran variedad de sustancias químicas.	Medida de la densidad de humo en tubos escape y volúmenes de sust. Utilizado en aplicaciones domésticas.
Ventajas	Detecta con gran exactitud mezclas binarias.	Precisión, facilidad de uso, -- adaptabilidad en -- continuo, -- miniaturización para aplicaciones biológicas y análisis no destructivo.	Alta sensibilidad y precisión en la zona de medida.

$$I_c = \beta I_b \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$I_b = 20 \text{ uA}$$

Para que el transistor esté en la región de saturación, la corriente de base debe ser mayor a 20 uA o I_c menor que 3 mA. Los valores de las resistencias R_c y R_b se obtienen de las expresiones (4) y (5).

$$V_{cc} = I_c R_c - V_{sat} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$V_{sat} = 0.2 \text{ V}$$

$R_c = 1.6 \text{ Kohms}$
Valor comercial de 1.2 Kohms,
para asegurar saturación.

$$V_i - I_b R_b - V_{be} = 0 \quad \dots\dots\dots(5)$$

donde:

$$V_{be} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_i = 12 \text{ V}$$

$$R_b = 565 \text{ Kohms}$$

(Valor comercial 560 Kohms)

4.4 SENSOR DE PRESENCIA

En una Oficina Postal se requiere vigilancia de ciertas áreas de trabajo debido a la información y valores que se manejan allí, como por ejemplo el área de caja y el área de apertura. Para efectuar esta vigilancia se pensó en la implementación de sensores de presencia con transductores fotoeléctricos de tipo piroeléctrico, cuyas características principales fueron resumidas en la tabla 4.4 y explicadas con anterioridad en el capítulo dos.

Los transductores de tipo piroeléctrico son de los más utilizados comercialmente para el sentido de presencia por sus características de alta inmunidad a vibraciones, ruido y otras interferencias. El sensor seleccionado para nuestro proyecto fue un detector pasivo de *LEDS* infrarrojos modelo 6155, marca *SENTROL*. Este sensor es para uso residencial y comercial principalmente.

La construcción hermética del sensor evita la entrada de insectos y corrientes de aire y el uso de lentes opacos de color blanco que filtran la luz visible, reducen la probabilidad de alarmas falsas.

El sensor tiene 5 modelos de lente diferentes e intercambiables para lograr mayor efectividad en cada aplicación. La lente estándar posee 22 zonas (44 haces) para realizar una completa protección en abanico y una detección segura de algún

4.4 Tabla de sensores de luz.

Fotocoactivos	Fotovoltaicos	De unión fotocon- ductiva.	Piroeléctricos	Termoeléctricos	Bolométricos
Disminuyen su resis- tencia óhmica confor- me el flujo luminoso aumenta su intensi- dad.	Convierte la energía de la luz directamen- te en energía eléc- trica.	En esta categoría se encuentran los foto- transistores, los foto- diodos de avalancha y todos los fotodio- dos de estado sólido no utilizados en el modo fotovoltaico.	Utilizan el efecto piroeléctrico de al- gunos materiales, de manera que se genera debida a un cambio en la temperatura -- del sensor, provoca- do por un cambio de flujo radiante inci- dente.	Producen una tensión de salida (autogene- radores) en respu- sta a un flujo de ra- diación incidente.	Emplean una pareja e- quilibrada de termis- tores, una diferencia de resistencia en los termistores equilibra- dos debida al flujo - radiante incidente -- causa una tensión de salida.
No tiene respuesta-- rápida de tiempo.	Respuesta relativa- mente lenta de tiem- po.	Respuesta rápida de de tiempo.	Respuesta rápida de de tiempo.	Respuesta relativa- mente lenta de tiem- po.	Respuesta lenta de tiempo.
Respuesta espectral: 300-15000 nm.	Respuesta espectral: 200-14000 nm.	Respuesta espectral: 400-1100 nm.	Respuesta espectral: 0.2-30 um.	Respuesta espectral: 0.2-30 um.	Respuesta espectral: 0.25-35 um.
La relación ilumina- ción-resistencia ge- neralmente es no li- near.	La relación corrien- te de salida/ilumi- nación es aproxima- damente lineal.	La relación resisten- cia-iluminación es -- aproximadamente li- near.	---	---	---
Los más utilizados son de sulfuro de -- cadmio que exhiben mayor sensibilidad que los de silicio.	Los de silicio y se- lonio son los más populares.	---	Los materiales piro- eléctricos más utili- zados son generalmen- te cristales únicos o plásticos, siendo el sulfato de trigli- cina, el más amplia- mente utilizado ori- ginalmente.	Los sensores termopi- la son los dispositi- vos más comúnmente utilizados empleando la transducción tur- moeléctrica.	Aunque ciertos senso- res fotoconductoros se utilizan a veces -- en el modo bolométri- co, éstos usualmen- te emplean una pareja equilibrada de termis- tores.
No son estables con la temperatura.	No son estables con la temperatura.	Son estables con la la temperatura.	---	---	---
Control de diafrag- ma de cámara, control automático de brillo y contraste en recep- tores de T.V., con- trol de iluminación de calles y autopis- tas, detección de -- fuego, detectores de presencia y posición para la industria.	Ideal en aplicacio- nes de fotografía, detectores de luz y para la conversión de energía solar en -- energía eléctrica.	Como contador de aven- tas, detector de codi- gos de barras, detec- tores de nivel de li- quidos, procesos de alimentos, robótica.	Detectores de presen- cia.	Operaciones en vacío (fuera de la atmós- fera de la tierra.	Están orientados a operaciones de tipo orbital.

intruso. El alcance de este sensor es de 13.7 metros, se alimenta con un voltaje de 6 a 18 Vdc y tiene un consumo de corriente de 8 a 10 mA máximo. Su salida proporciona un voltaje máximo de 18 Vcc a 50 mA para el control de un relevador. Se anexa hoja de especificaciones en el apéndice A.

El diseño de la etapa de acondicionamiento de este sensor es el mismo que el de humo, ya que su salida es de 12 V, este circuito se muestra en la figura 4.4.

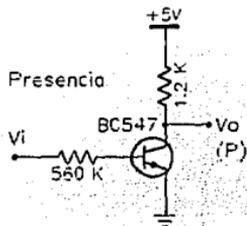


Fig. 4.4 Circuito de acondicionamiento del sensor de presencia.

4.5 SENSOR DE ACCESO

Para controlar el acceso del personal a ciertas áreas de la Oficina Postal que son susceptibles a asaltos como por ejemplo el área de caja o el área de apertura, se hizo necesario tener un sensor de acceso que aparte de servir como refuerzo para el sensor de presencia, ayudara a realizar el control del encendido de lámparas y ventiladores solo en los lugares donde se encuentre personal laborando y de acuerdo a la hora del día. Las medidas anteriores tienen como propósito el lograr un ahorro importante de energía eléctrica, dada la liberación actual de las tarifas por el pago de energía eléctrica. Para la elección del sensor de acceso se consultó la tabla 4.4.

El sensor de acceso seleccionado es de tipo fotoeléctrico, modelo FE7A, de marca Honeywell. Este sensor consta de dos elementos: un emisor y un receptor. El emisor es un LED de radiación infrarroja y el receptor es un fotodiodo de silicio. Ambos elementos se alinean perfectamente para la detección de cualquier variación en el flujo de luz incidente en el receptor. Este sensor es capaz de detectar objetos pequeños de hasta 0.1 mm de diámetro y tiene un ajuste especial para detectar objetos translúcidos.

Cada control FE7A tiene una fuente de luz infrarroja, fotodiodo, circuitería de amplificación, indicador de alineamiento y transistor de salida. El voltaje de operación es de 10 a 20 Vdc. El rango de detección es de 1.5 m, la corriente de carga que se puede demandar al transistor de salida es de 100 mA máximo, y la carga se conecta entre la alimentación y la salida del sensor, la potencia de disipación total (LED emisor y fototransistor) es de 0.42 W máximo.

Los controles del FE7A incorporan un indicador de alineamiento que funcionan como autodiagnóstico. El indicador cambia de color dependiendo del nivel de luz detectado. Cuando el receptor detecta un nivel suficiente de luz, el indicador es verde, pero cuando el nivel de luz decrece a un 150% del nivel de operación mínimo, el color se torna rojo.

El tamaño compacto de estos controles permite su uso en áreas de espacio restringido, además de que las molduras montables (incluidas) facilitan su montaje y alineamiento. Se anexa las hojas de especificaciones en el apéndice A.

Como este sensor se puede polarizar con un rango de voltaje de 10 a 28 V, se seleccionó 12 V de alimentación para uniformar el voltaje de alimentación de los circuitos.

Como la salida del sensor es un transistor que estará en corte o saturación, se le conecta una carga entre el colector y la fuente de alimentación, entregando a la salida un nivel aproximado de 0 V a 12 V. Cuando a la salida del transistor se tienen un nivel bajo, está en corte, y cuando se tiene un nivel alto, el transistor está en saturación.

La corriente de saturación en el colector del transistor se fijó en 2 mA y en base a la expresión (6) se obtiene la resistencia de carga del sensor (R_{Cs}).

$$V_{cc} - I_{cRc} - V_{sat} = 0 \quad \dots\dots(6)$$

$$R_{Cs} = 5.9 \text{ Kohms} \\ (\text{Valor comercial } 6.2 \text{ Kohms})$$

Con la resistencia comercial, la corriente de colector disminuye a 1.9 mA, resultado que no afecta el funcionamiento del transistor. Para adecuar la salida del sensor al microcontrolador, se reducirá el voltaje de salida de 12 a 5 V utilizando un transistor en corte o saturación con una polarización de 5 V; el transistor utilizado es el MPS6513 con una β típica de 200, la corriente se fijó en 2 mA, utilizando la expresión (6), se obtiene la resistencia de colector del circuito de acondicionamiento $R_{cacond} = 2.4 \text{ Kohms}$.

Cuando el transistor de salida del sensor está en corte, el transistor MPS6513 está en saturación y la resistencia del colector del sensor forma parte de la resistencia de base, entonces:

$$V_i - I_b (R_{Bacond} + R_{C_S}) - V_{be} = 0 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$R_{Bacond} = 1.12 \text{ Mohms}$$

(Valor comercial 1 Mohm)

Como la resistencia de carga del sensor es igual a 6.2 Kohms no afecta en el valor de resistencia de base.

Para la realización del conteo del número de personas en una Area se utiliza un par de circuitos con las características anteriores, estos detectan si una persona sale o entra.

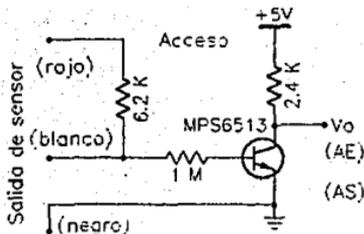


Fig. 4.5 Circuito de acondicionamiento del sensor de acceso.

4.6 SENSOR DE LUZ

Debido a que el personal de seguridad y/o mantenimiento no está siempre en la disponibilidad de acatar las instrucciones en el sentido de desconectar determinados circuitos a determinadas horas, se recomienda instalar equipos programables que conecten y desconecten circuitos según las necesidades de trabajo. En el presente proyecto se incluyó el manejo del encendido y apagado automático de la iluminación para evitar un alto consumo de energía eléctrica en la oficina.

Para el diseño del sensor de luz se consultó la tabla 4.4 de sensores de luz. Para el sensor de luz, se utiliza una fotoresistencia con una configuración de colector común mostrada en la figura 4.6. El transistor utilizado es un BC547 del cual se toma el voltaje de salida en el emisor como referencia para obtener los valores de las resistencias. El procedimiento de diseño se describe a continuación.

Primero se fijó el nivel de voltaje de operación a 12 V, posteriormente, se midieron los valores de la fotoresistencia

(R_{fr}) con luz y en la obscuridad obteniéndose siguientes resultados: 140 ohms a plena luz y 8 Kohms en la obscuridad.

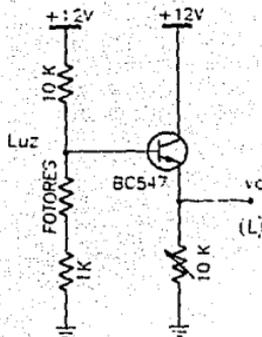


Fig. 4.6 Circuito de acondicionamiento del sensor de luz.

Para conocer el valor de las resistencias que proporcionen el voltaje de entrada adecuado para el microcontrolador, primero se hace el equivalente Thevenin-Norton con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Si } R_1 = 10 \text{ Kohms y } R_2 = 1 \text{ Kohms} + R_{fr}$$

Entonces cuando hay luz, $R_2 = 1140 \text{ ohms}$:

$$V_{bb} = [R_2 / (R_1 + R_2)] V_{cc} \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$V_{bb} = 1.22 \text{ V}$$

$$\text{Y} \quad R_{bb} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$R_{bb} = 1023.3 \text{ Kohms}$$

Para encontrar la corriente de base se utiliza la siguiente expresión:

$$V_{bb} - I_b R_{bb} - V_{be} - (\beta + 1) I_b R_e = 0 \quad \dots\dots\dots(10)$$

Despejando (10):

$$I_b = 0.69 \text{ uA}$$

La salida de voltaje del emisor es:

$$V_e = V_{bb} - V_{be} \quad \dots\dots(11)$$

$$V_e = 0.52 \text{ V}$$

Para cuando no hay luz se hace el mismo análisis, sólo cambia el valor de la resistencia $R_2 = 9 \text{ Kohms}$, entonces:

$$R_{bb} = 4.73 \text{ Kohms}$$

$$V_{bb} = 5.68 \text{ V}$$

$$I_b = 6.63 \text{ uA}$$

$$V_e = 4.94 \text{ V}$$

Se colocó un potenciómetro en el emisor del transistor para calibrar la salida. El potenciómetro se fijó en 5 Kohms para obtener un nivel de salida de 0.52 V cuando hay luz, y de 4.94 V en la oscuridad. Este voltaje de salida es el adecuado para el microcontrolador.

4.7 CIRCUITOS PARA EL ENCENDIDO DE DISPOSITIVOS

El control del encendido y apagado de las lámparas y ventiladores lo realiza el microcontrolador a través de un circuito de potencia, cuando entrega una señal de 0 V para apagar los dispositivos y de 5 V para encenderlos.

El encendido de las lámparas, ventiladores y alarma sonora se realiza con el circuito mostrado en la figura 4.7. Este circuito utiliza el triac 2N6342 y el optoacoplador MOC3011, ambos de Motorola. El MOC3011 acopla ópticamente la señal de salida del microcontrolador con el triac que enciende la lámpara.

Las lámparas tienen un consumo de potencia de 75 W cada una, éstas fueron agrupadas para su control en grupos de 4, por lo que cada grupo tiene un consumo de 300 W . Con este valor de consumo de potencia se obtiene la corriente que demanda cada grupo de lámparas. La corriente calculada fue 2.36 A , en base a este dato se eligió el triac adecuado cuyos valores comerciales fueron 800 V y 8 A .

Los ventiladores tienen un consumo de potencia de 75 W cada uno. Debido a que cada área sólo cuenta con un ventilador, su consumo de corriente es de 0.59 A , pero se empleó el mismo circuito, previendo un aumento en el número de ventiladores.

La alarma sonora tiene un consumo de potencia de 100 W , y un consumo de corriente es 0.79 A , por lo que se utilizó también el circuito mencionado anteriormente.

Se utilizó la configuración recomendada por el fabricante, para el control de lámparas fluorescentes, motores (ventiladores) y bobinas (alarma sonora).

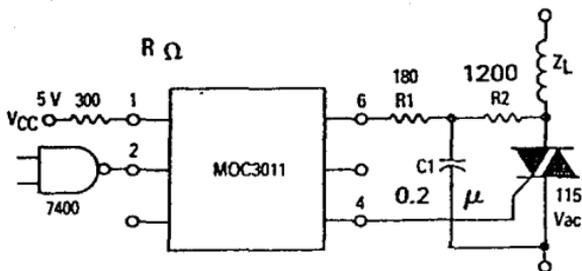


Fig. 4.7 Circuito para encendido de dispositivos.

Después de haber descrito el diseño de la etapa de acondicionamiento de los sensores que se utilizaron en nuestro diseño, se procedió a elegir el microcontrolador adecuado para realizar el control de los mismos.

4.8 SELECCION DEL MICROCONTROLADOR

El microcontrolador utilizado para el diseño pertenece a la familia de microcontroladores 80C51, cuyas características fueron descritas en el capítulo 2. Este microcontrolador fue el 80C552, que se encontraba disponible para trabajar con él en el Instituto de Ingeniería, el dispositivo además de estar a la vanguardia entre los microcontroladores existentes en el mercado, cubría las necesidades del diseño, tales como:

- Un convertidor A/D de 8 entradas analógicas multiplexadas, para la recepción de las señales enviadas por los sensores.
- Seis puertos de entrada de 8 bits, de los cuales dos se utilizarán para direccionar a la memoria externa, uno para la comunicación de datos y el resto para las necesidades del sistema.
- Una interfaz serial UART para la transmisión de información al módulo central.

El 80C552 es un microcontrolador de 8 bits manufacturado por un proceso CMOS y pertenece a la familia del 80C51. Posee varios registros de funciones especiales (SFR) para controlar los periféricos del circuito integrado. Usa el conjunto de instrucciones del 80C51.

El 80C552 contiene una memoria volátil de lectura-escritura de 256 X 8, 5 puertos I/O de 8 bits y un puerto de entrada de 8 bits, dos timers/contadores de 16 bits (iguales a los del 8051), un timer adicional de 16 bits acoplado para lectura y comparación de latches, una estructura de interrupciones anidadas con 15 fuentes y 2 niveles de prioridad, un ADC de 8 entradas, una interfaz DAC dual modulada por ancho de pulsos, dos interfaces serie (UART y un bus I²C) y un timer watchdog.

El 80C552 tiene dos modos de energía reducida seleccionable por software: *idle* (inactivo) y *power down* (apagado). El modo inactivo detiene la CPU y pone a 0 el timer T2 y la circuitería del ADC y del PWM, pero permite que sigan funcionando los otros timers, la RAM, los puertos serie y el sistema de interrupciones. El modo apagado salva el contenido de la RAM y detiene al oscilador, haciendo inoperativas a las demás funciones del CI.

Las hojas de especificaciones técnicas del 80C552 se encuentran en el apéndice A.

4.8.1 Diferencias con el 80C51

A continuación se presenta una descripción breve de algunas de las innovaciones interesantes añadidas al 80C552.

El timer T2

El timer T2 es un timer de 16 bits que consiste de dos registros: TMH2 (byte ALTO) y TML2 (byte BAJO). Este timer/contador de 16 bits puede permanecer apagado o puede ser temporizado a través de un pre-escalador de una de dos fuentes: $f_{osc}/12$ o una señal externa. Cuando T2 está configurado como contador, el pre-escalador es temporizado por una señal externa en la terminal T2. Un flanco ascendente en la terminal T2 incrementa el pre-escalador y la frecuencia máxima de repetición es una cuenta por ciclo de máquina.

El T2 puede ser puesto a 0 por un flanco ascendente en la terminal RT2, sólo si el bit de habilitación de puesta a 0 externa (T2ER) en el registro T2CON así lo indica. Esto también desactiva el pre-escalador. En el modo inactivo, el timer/contador y el pre-escalador son puestos a cero y detenidos. El timer T2 está controlado por el registro de función especial TM2CON.

El timer T2 está conectado a 4 registros de captura de 16 bits y a 3 registros de comparación de 16 bits. Puede usarse un registro de captura para obtener el contenido de T2 cuando ocurra una transición en la terminal de entrada correspondiente. Un

registro de comparación puede usarse para inicializar o activar las terminales del puerto 4 a intervalos de tiempo programados.

Pueden medirse intervalos de tiempo usando los registros de captura. Cuando un evento externo recurrente está representado en forma de flancos ascendentes o descendentes en una de las cuatro terminales de captura, puede medirse el tiempo entre los dos eventos utilizando T2 y un registro de captura. Cuando ocurre un evento, el contenido de T2 es copiado en un registro de captura y se genera una petición de interrupción. La rutina de servicio de la interrupción puede calcular el tiempo del intervalo si conoce el contenido de T2 en el evento anterior. Con un oscilador a 12 MHz, T2 puede programarse para tener un sobreflujo cada 524 ms. Cuando el intervalo entre eventos es menor que este tiempo, el cálculo del intervalo es simple y la rutina de servicio a la interrupción es corta.

El timer T3 Watchdog Timer

Además del timer T2 y los timers estándar, el 80C552 tiene un timer del tipo *watchdog* (T3). El propósito de T3 es reinicializar el microcontrolador si éste entra en estados de procesamiento erróneos (causados posiblemente por ruido eléctrico o RFI) dentro de un período de tiempo razonable. Cuando está activado, la circuitería del *watchdog* generará una reinicialización (*reset*) del sistema si el programa usuario no puede cargar el timer dentro de un intervalo de tiempo específico conocido como el intervalo del *watchdog*.

Por tanto, si T3 está activado, el programa usuario debe ejecutar continuamente secciones de código que recarguen al *watchdog*. El tiempo transcurrido entre estas secciones de código nunca debe exceder al intervalo del *watchdog*. Si se usa un oscilador de 16 MHz, el intervalo del *watchdog* es programable entre 1.5 ms y 392 ms. Cuando se usa un oscilador de 24 MHz, el intervalo puede programarse entre 1 ms y 255 ms.

Puertos serie de I/O

El 80C552 está equipado con dos puertos serie independientes: SIO0 y SIO1. SIO0 es un puerto serie UART *full duplex* y es idéntico al puerto serie del 80C51, incluyendo el uso del timer T1 como generador de la velocidad de *bauds*.

En SIO1 está el bus I²C. Este bus usa dos alambres (SDA y SCL) para transferir información entre los dispositivos conectados al bus. Las características principales de este bus son:

- Transferencia de datos bidireccional entre maestros y esclavos
- Bus multimaestro

- Categorización entre varios maestros transmitiendo simultáneamente sin corrupción de los datos transmitidos
- La sincronización mediante un reloj serial permite que diversos dispositivos con diferentes velocidades de bit se comuniquen por un bus serial
- La sincronización mediante un reloj serial puede usarse como señalización para suspender y continuar la transferencia de datos en serie
- El bus I²C puede usarse con propósitos de prueba y diagnóstico

Circuitaría de reset

El circuito de reset está conectado a la terminal RST. En esta terminal se utiliza un circuito disparador tipo Schmitt para efectuar el rechazo de ruido. La salida de este circuito disparador es muestreada por el circuito de reset cada ciclo de máquina.

El reset se efectúa conectando la terminal RST a un nivel ALTO durante dos ciclos de máquina mientras está corriendo el oscilador, la CPU responde a este nivel con una reinicialización interna. Durante este proceso, las terminales ALE y PSEN proporcionan una salida ALTA. Este nivel no es afectado por elementos externos.

La terminal RST también puede ser activada por el watchdog, timer T3. La longitud del pulso de T3 es de 3 ciclos de máquina. Este pulso de tan corta duración es necesario a fin de recuperarse de una falla del procesador o del sistema tan pronto como sea posible.

La reinicialización interna se ejecuta durante el segundo ciclo de máquina en que la terminal RST se mantiene en nivel ALTO y se repite cada ciclo hasta que la terminal pasa a un nivel BAJO.

Interrupciones

El 80C552 tiene quince fuentes de interrupción. A cada interrupción se le puede asignar uno o dos niveles de prioridad. Las cinco fuentes de interrupción comunes con el 80C51 son las interrupciones externas (INT0 e INT1), las interrupciones del timer 0 y del timer 1 (IT0 e IT1) y la interrupción del I/O serial (RI o TI). En el 80C552 la interrupción serial típica es llamada S100.

Las 8 interrupciones del timer T2 son generadas por las banderas CTLO-CTL3, CML0-CML2 y por la función lógica OR de las banderas T2OV y T2BO. Las banderas CTLO a CTL3 son activadas con los valores de las señales de entrada CTOL a CT3L.

Las banderas CMI0, CMI1 y CMI2 son activadas cuando ocurre una igualdad entre el timer T2 y los registros de comparación CM0, CM1 y CM2, respectivamente. Cuando existe un sobreflujo de 8 bits o de 16 bits se activan las banderas T2BO y T2OV, respectivamente. Estas nueve interrupciones no pueden ser borradas por *hardware*, por lo que debe hacerse por *software* para evitar fallas.

La interrupción del ADC es generada por la bandera ADCI en el registro ADCON. Esta bandera se activa cuando el resultado de una conversión ADC está lista para ser leída. Esta interrupción también debe ser desactivada por *software*.

La interrupción SIO1 es generada por la bandera SI en el registro de control SIO1 (SICON). Esta bandera se activa cuando el registro SISTA es cargado con un código de estado válido.

La bandera ADCI puede ser borrada por *software* pero no puede ser activada por él. Todas las otras banderas que generan interrupciones pueden ser activadas o desactivadas por *software* y el resultado es el mismo que si lo hubieran hecho por *hardware*.

En general, las interrupciones pueden ser generadas por *software* y cuando ya no son necesarias pueden ser canceladas también mediante *software*.

Registros de habilitación de interrupciones

Cada fuente de interrupción puede ser habilitada o deshabilitada individualmente a través de su bit asignado en los registros IEN0 e IEN1. También pueden ser habilitados o deshabilitados globalmente con el bit EA en el registro IEN0.

Estructura de prioridades de interrupción

A cada fuente de interrupción se le puede asignar uno o dos niveles de prioridad. Estos niveles de prioridad de interrupción son definidos por los registros IP0 e IP1. Un "0" significa baja prioridad y un "1" significa alta prioridad.

Una interrupción de baja prioridad puede ser interrumpida por una interrupción de alta prioridad. Una interrupción de alta prioridad no puede ser interrumpida por ninguna otra fuente de interrupción. Si ocurren simultáneamente dos solicitudes de diferente nivel, se atenderá la de mayor prioridad. Si ocurren simultáneamente dos solicitudes del mismo nivel, un poleo interno determinará cuál solicitud será atendida. Dentro de cada nivel de prioridades hay una segunda estructura de prioridades determinada por la secuencia de poleo. Esta segunda estructura se utiliza solamente en caso de que haya dos interrupciones simultáneas del mismo nivel.

Estructura de los puertos I/O

El 80C552 tiene seis puertos de 8 bits. Los puertos P0 a P5 (registros de funciones especiales) incluyen un *latch* y un *buffer* de entrada, sólo los puertos 0 a 4 adicionalmente tienen un *driver* de salida. Los puertos 0 a 3 son los mismos que en el 80C51 con excepción de las funciones adicionales del puerto 1. Las funciones de entrada/salida del puerto 4 son iguales a las de los puertos 1, 2 y 3.

El puerto 1 opera igual que en el 80C51 con la excepción de las terminales P1.6 y P1.7 que pueden ser seleccionadas como líneas SCL y SDA del puerto serie SIO1 (I²C).

El puerto 5 puede ser usado como entrada de hasta 8 señales analógicas al ADC. Las entradas del ADC que no se utilicen pueden usarse como entradas digitales. Estas entradas tienen una histéresis inherente que impide que la lógica de entrada consuma demasiada corriente de la línea de potencia cuando se manejan entradas analógicas. Este puerto no es bidireccional y no puede ser configurado como puerto de salida.

El convertidor analógico/digital

El circuito de entrada analógica consiste en un multiplexor analógico de 8 entradas y un ADC binario por aproximaciones sucesivas de 10 bits. El voltaje analógico de referencia y las fuentes de potencia analógicas son conectados por diferentes terminales de entrada. La conversión toma 50 ciclos de máquina (37.5 μ s con un oscilador a 16 MHz). El rango del voltaje de entrada es de 0 a +5 V.

Organización de la memoria

La organización de la memoria en el 80C552 es la misma que en el 80C51, con la excepción de que el 80C552 tiene 256 bytes de RAM y algunos SFRs adicionales. Los modos de direccionamiento son los mismos que en el 80C51.

Ciertas localidades de memoria de programa están reservadas para programas específicos. Las locaciones 0000H a 0002H están reservadas para el programa de inicialización. Después de un *reset*, la CPU comienza siempre con la ejecución de las localidades 0000H. Las localidades 0003H a 0075H están reservadas para las 15 rutinas de servicio a interrupciones.

Funcionalmente, la memoria de datos interna es el más flexible de los espacios de direcciones. El espacio de memoria de datos interna está subdividido en dos partes, un espacio de 256 bytes de RAM interna y un espacio de 128 bytes para los SFRs.

El espacio de direcciones de la RAM de datos interna es de 0 a 255. Los 4 bancos de registro de 8 bits ocupan las localidades de 0 a 31. Las localidades de la 32 a 47 son direccionables por bit. Las localidades de los 128 bits superiores (128 a 255) de la

RAM interna son accesibles a través de direccionamiento directo. La pila puede localizarse en cualquier punto de la RAM interna a través de los 8 bits del apuntador de apilamiento.

4.9 MEMORIA EXTERNA

Un aspecto importante en cualquier sistema que tenga un microcontrolador es la memoria externa, ya que tanto las instrucciones del programa como los datos deben estar almacenados en algún lugar donde puedan ser leídos en el momento apropiado por el microcontrolador. Aun cuando el 80C552 posee un conjunto de registros internos, éstos no pueden usarse para guardar instrucciones, sino únicamente para el almacenamiento temporal de datos y además su número es reducido. Por lo anterior, surge la necesidad de interconectar al microcontrolador con un circuito externo de memoria.

Un sistema basado en el 80C552 debe contar cuando menos, con una ROM en donde se encuentre almacenado el programa a ejecutar. El sistema requiere de una memoria, en la cual los datos puedan ser programados y borrados por el usuario si así lo desea. Por lo anterior se requiere el uso de una memoria de sólo lectura programable-borrable (EPROM).

El tipo de memoria que satisface las necesidades del diseño es una de tipo UVEPROM en la que los tiempos de acceso son compatibles con los tiempos rápidos de los microcontroladores, además de su gran densidad y bajo consumo de potencia.

La memoria seleccionada es la ETC2732 de la marca SGS-THOMSON, que es una memoria de 32 Kbits, borrrable con luz ultravioleta y reprogramable eléctricamente. Tiene un encapsulado de 24 terminales y una ventana transparente que cuando se expone el circuito integrado a la luz ultravioleta, borra el patrón de bits. Un nuevo patrón puede ser escrito en el dispositivo, siguiendo el procedimiento de programación. Sus características principales son las siguientes:

- Consumo de potencia CMOS:
Potencia máx. en actividad, 26.25 mW
Potencia máx. en estado *standby*, 053 mW
- Organización 4096 X 8
- Terminales compatibles para M/ET2716
ETC2716, 2732A
- Tiempo de acceso: 350 ns
- Voltaje de alimentación: 5 V
- I/O compatible con TTL durante los modos de escritura y programación

- Salida de tres estados
- Temperatura de operación: 0 - 70 °C

Se anexa hoja de especificaciones en el apéndice A.

4.10 CIRCUITO DE COMUNICACION

Una etapa más dentro del diseño propuesto es el circuito que se utilizará para efectuar la comunicación del microcontrolador al módulo central, lo que implica efectuar la selección de la norma para transmisión de datos y su aplicación física.

La habilidad para transmitir datos sin errores de una localidad a otra requiere de inmunidad al ruido. En altas velocidades de transmisión, en líneas largas o bajo condiciones ruidosas, la transmisión de datos diferencial ofrece una ventaja importante sobre la transmisión en una sola línea, es más inmune a la interferencia por ruido.

Los voltajes inducidos dentro de las líneas de datos por el ruido de tierra o por cambios transitorios, aparecen como señales de modo común en la entrada del receptor. Cuando el receptor tiene una entrada diferencial, éste responde sólo a la señal de datos diferencial. Los drivers y receptores diferenciales pueden trabajar con seguridad dentro de rangos especificados de voltaje de modo común. Los drivers y receptores diferenciales de línea están diseñados para aplicaciones de propósito general, así como también para estándares específicos.

Las ventajas y desventajas de la transmisión de datos diferencial (balanceada), con respecto a la línea de transmisión de una sola terminal son:

- Ventajas:

- Alto rechazo al ruido de voltaje de modo común
- Radiación reducida de la línea
- Capacidades de velocidad mejoradas
- Conducen sobre longitudes de línea más largas

- Desventajas:

- Costos ligeramente mayores (algunas veces)
- Deben ser usados con par trenzado u otros tipos de líneas de transmisión balanceadas

Un aspecto importante de cualquier línea de transmisión de datos balanceada, es la adecuada terminación de éstas, para prevenir zumbidos y errores en los datos transmitidos. Para

absorber apropiadamente una señal en la línea, una carga terminal igual a la impedancia característica de la línea debe ser usado en el extremo receptor. Ver figura 4.8. Si alguna señal aislada o ruido son introducidos a la línea por radiación u otra fuente, es deseable terminar la línea con la impedancia característica a ambos extremos (receptor y driver), para prevenir reflexiones, zumbidos u oscilaciones.

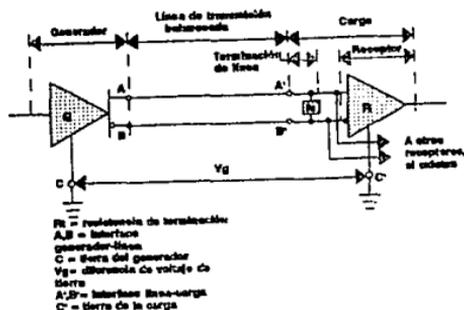


Fig. 4.8 Interfaz digital balanceada RS-422-A.

De los estándares de comunicaciones explicados en el capítulo 2, se seleccionó el estándar RS-422-A de la EIA para efectuar la transmisión de los datos desde el microcontrolador al módulo central. La elección de la RS-422-A se debe a sus características de alta velocidad de transmisión entre componentes de un sistema balanceado, sobre grandes distancias y bajo condiciones de alto ruido, lo que es generalmente muy difícil de realizar con drivers y receptores de una sola terminal.

El circuito de interfaz digital balanceado consiste de tres partes (Fig. 4.9):

- El generador (G) o driver de línea de datos
- La línea de transmisión balanceada
- Las cargas, donde una carga puede consistir de uno o más receptores (R) y el resistor terminador de la línea (R_T).

De los drivers y receptores balanceados disponibles en el mercado, el SN75172 y el SN75173 de Motorola, fueron seleccionados para nuestro diseño porque están fabricados específicamente para aplicaciones con los estándares RS-422-A y RS-485. Las características más importantes de estos circuitos se presentan a continuación.

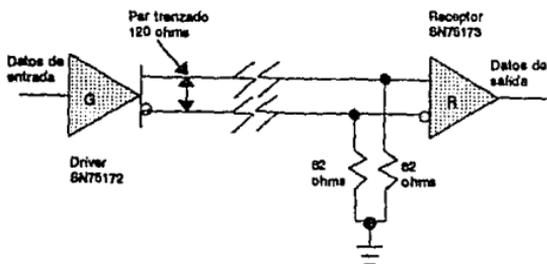


Fig. 4.9 Circuito balanceado para la comunicación de la CPU con el microcontrolador.

Line driver diferencial SN75172

El SN75172 es un CI con cuatro manejadores de línea diferenciales (*line drivers*) con salida de tres estados. Está diseñado para cumplir con los requerimientos de los estándares de la EIA RS-422-A y RS-485 y con las recomendaciones de la CCITT V.11 y X.27. El dispositivo está optimizado para transmisión por bus multipunto balanceado a velocidades de hasta 4 megabauds. Cada driver ofrece rangos de salida de voltaje de modo común positivos y negativos, haciéndolo apropiado para aplicaciones de línea compartida en ambiente ruidoso.

El SN75172 provee un límite de corriente positivo y negativo y un cambio térmico para protección contra condiciones de falla de la línea en un bus de transmisión. El cambio ocurre en la temperatura de juntura de aproximadamente 150 °C. Este dispositivo ofrece funcionamiento óptimo cuando es usado con el receptor de línea diferencial SN75173 o SN75175.

Las características principales del dispositivo se resumen a continuación:

- Opera con una sola fuente de 5 V

- Rango de salida de modo común de -7 V a 12 V
- Habilitadores de alto-activo o bajo-activo
- Requerimientos de potencia bajos 1150 mW a 1025 mW, dependiendo del tipo de encapsulado
- Rango de temperatura 0°C a 70°C
- Voltaje de entrada 5.5 V
- Corriente de salida de alto nivel 60 mA
- Voltaje de salida diferencial

Receptor de línea diferencial SN75173

El SN75173 es un CI con cuatro receptores de línea diferenciales con salida de tres estados. Está diseñado para cumplir con los requerimientos de los estándares RS-422-A, RS-423-A, RS-485 y las recomendaciones V.10, V.11, X.26 y X.27 de la CCITT. El dispositivo está optimizado para transmisión por bus multipunto balanceado a velocidades de hasta 10 megabits por segundo. Los cuatro receptores comparten dos entradas y son habilitadas una cuando está en alto, y la otra cuando está en bajo.

Este dispositivo ofrece una entrada con alta impedancia, una entrada de histéresis para incrementar la inmunidad al ruido, y una sensibilidad de entrada de +/- 200 mV sobre un rango de voltaje de entrada de modo común de -12 a +12 V. Su diseño tiene seguridad contra fallas y consiste en que si las entradas son circuito abierto, las salidas siempre estarán en alto. El SN75173 está diseñado para un funcionamiento óptimo cuando es usado con el SN75172 o SN175174.

Sus características principales de operación son :

- Opera con una fuente de alimentación de 5 V
- Voltaje de entrada de modo común -12 a 12 V
- Sensibilidad de entrada +/- 200 mV
- Histéresis de entrada 50 mV típicamente
- Alta impedancia, 12 Kilohms mínimo
- Requerimientos de potencia bajos desde 950 a 1150 mW dependiendo del encapsulado
- Voltaje de entrada diferencial 2.5 V
- Corriente de salida de nivel bajo 50 mA

- Rango de temperatura 0°C a 70 °C

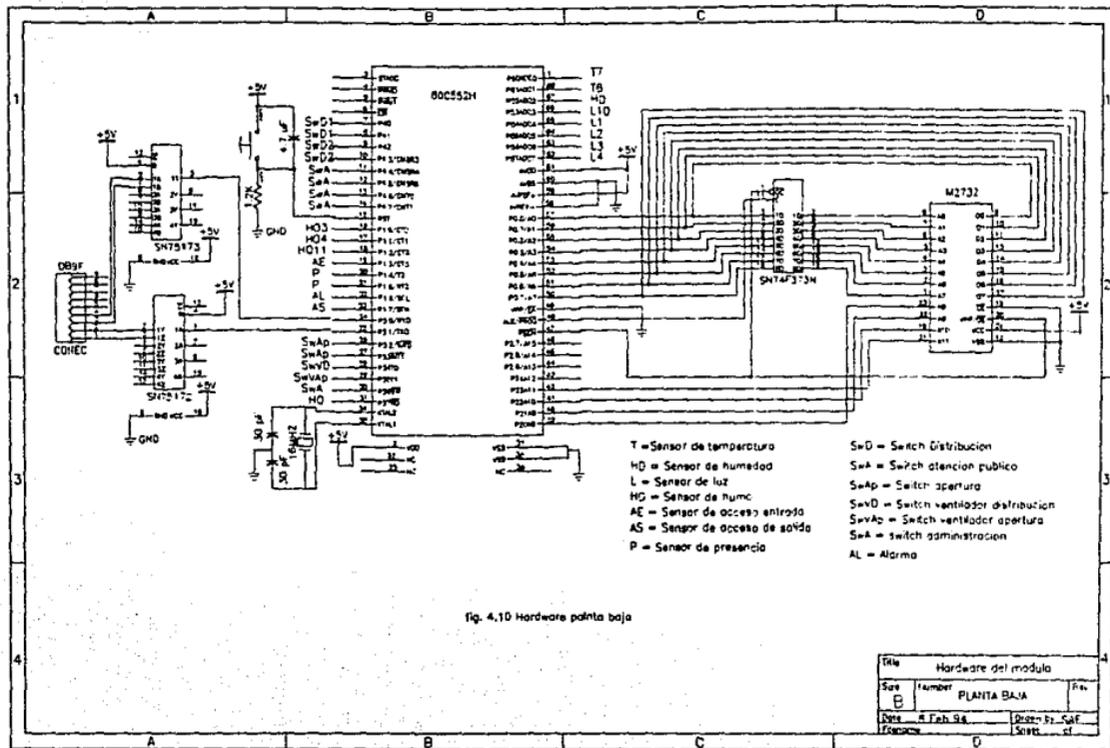
Las hojas de especificaciones de éstos circuitos, se muestran en el apéndice A.

Después de haber presentado el diseño de los elementos que integran un módulo autónomo, se muestra en las figuras 4.10 y 4.11 el circuito completo de las estaciones. La asignación de terminales del microcontrolador para los diferentes circuitos de acondicionamientos de los sensores, se realizó tomando en cuenta el tipo de señal que proporcionaban, a los que entregaban una señal analógica les fue asignada una terminal del puerto 5, donde se encuentra el convertidor A/D, procurando que los que miden la misma variable quedaran en terminales adyacentes, para facilitar la programación, este criterio fue aplicado también para los sensores que entregaban una señal digital. En estos mismos diagramas se muestran los circuitos de comunicación, memoria, reloj y reset.

4.11 SELECCION DEL TIPO DE LINEA DE TRANSMISION

Como línea de transmisión balanceada se eligió al par trenzado, por ser el medio de transmisión más común y más económico. La facilidad de instalación la hace una selección popular para redes. Además el ruido del sistema es reducido por el acoplamiento mutuo de los pares trenzados.

Si se aterrizan los extremos de los circuitos transmisor y receptor, puede resultar un pequeño campo magnético de protección debido a que se envían las corrientes ruidosas del circuito a tierra. En la práctica sólo se aterriza el extremo de alta impedancia (receptor), con lo que resulta una buena reducción del ruido. Las líneas de par trenzado son usadas principalmente en aplicaciones de transmisión balanceada donde ambos hilos sirven como conductores de las señales, el cual es nuestro caso. Además, las líneas de par trenzado son de bajo costo con vida útil larga, y son mecánicamente robustas.



4.12 FUENTE DE ALIMENTACION

Para el diseño de la fuente de alimentación se dividió al sistema en tres partes: la primera incluye al microcontrolador y sus periféricos, los que requieren un voltaje de alimentación de 5 V (fuente1), la segunda incluye los sensores de acceso, luz, humo y humedad, que necesitan un voltaje de alimentación de 12 V (fuente3) y finalmente los circuitos de acondicionamiento y el sensor de temperatura que requieren de 5 V de alimentación (fuente2). Aunque ya se contaba con la fuente de 5 V para el microcontrolador, se adicionó una más para alimentar los circuitos de acondicionamiento con el objeto de que las variaciones de voltaje provocadas por los demás circuitos, no afecten el funcionamiento del microcontrolador.

La corriente necesaria para la alimentación de los módulos autónomos se calculó en base a la suma de las corrientes de consumo de los siguientes elementos: sensores, circuitos de acondicionamiento, microcontrolador, memoria, latch y circuitos de comunicación. Los valores de las corrientes se presentan en las tablas 4.5 y 4.6.

Con los valores totales de corriente mostrados en las tablas mencionadas anteriormente, se seleccionó un transformador de 127/15 VAC, a 1.5 A. Para la rectificación del voltaje se utilizó un puente de diodos de 1.5 A, con un voltaje de pico inverso de 400 V, obteniendo con éste un voltaje de pico de 15 V.

Para obtener el voltaje requerido por la carga, se emplearon los reguladores de voltaje LM7805 y LM7812, para las fuentes de 5 V y 12 V respectivamente. Estos reguladores necesitan para su funcionamiento un voltaje mínimo 7 V para el regulador de 5 V y 14.6 V para el de 12 V. La corriente máxima de salida es de 1 A para ambos reguladores.

Para obtener una señal de corriente directa, el voltaje es filtrado a través de un capacitor cuyo valor se calculó siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante de los reguladores seleccionados, el cual se basa en las tablas y datos de las hojas de especificaciones del manual técnico.

Cálculo del capacitor de la fuente de 5 V.

Dados los valores

$$\begin{aligned} I_{\text{carga}} &= 1 \text{ A} \\ V_{\text{salida(rizo)}} &\leq 3 \text{ mV(p-p)} \\ f_{\text{línea}} &= 60 \text{ Hz} \end{aligned}$$

De las especificaciones del 7805

$$\begin{aligned} V_{\text{INmin}} &= 7 \text{ V}, V_{\text{INmax}} = 25 \text{ V} \\ \text{Ripple Rejection (RR)} &= 62 \text{ dB} = 1000 \end{aligned}$$

Tabla 4.5 Consumo de corriente (I) de la estación 1.

Elemento	Consumo de I (mA) para fuente1 de 5V	Consumo de I (mA) para fuente2 de 5V	Consumo de I (mA) para fuente3 de 12V
Microcontrolador	0.45	--	--
Circuitos de comunicación Tx y Rx	410	--	--
Latch 74LS373	40	--	--
Memoria 2732	10	--	--
C.A. de Humo	--	16.08	--
C.A. de Temperatura	--	1.72	--
C.A. de Humedad	--	1.36	--
C.A. de Presencia	--	8.04	--
C.A. de Acceso	--	2.01	--
Circuitos de encendido de dispositivos	--	364	--
Sensor de Humedad	--	--	0.8
Sensor de Humo	--	--	0.48
Sensor de Presencia	--	--	20
Sensor de Acceso	--	--	60
Sensor de Luz	--	--	25.31
Total	460.45	393.21	106.59

Nota: C.A. = Circuitos de acondicionamiento

El valor de corriente proporcionado en la tabla para los sensores y circuitos de acondicionamiento, equivale al número total de estos conectados al microcontrolador.

Tabla 4.6 Consumo de corriente (I) de la estación 2.

Elemento	Consumo de I (mA) para fuente1 de 5 V	Consumo de I (mA) para fuente2 de 5V	Consumo de I (mA) para fuente de 12 V
Microcontrolador	0.45	--	--
Circuitos de comunicación Tx y Rx	410	--	--
Latch 74LS373	40	--	--
Memoria 2732	10	--	--
C.A. de Humo	--	8.04	--
C.A. de Temperatura	--	1.72	--
C.A. de Humedad	--	1.36	--
C.A. de Presencia	--	12.06	--
C.A. de Acceso	--	2.01	--
Circuitos de encendido de dispositivos	--	390	--
Sensor de Humedad	--	--	0.8
Sensor de Humo	--	--	0.24
Sensor de Presencia	--	--	30
Sensor de Acceso	--	--	60
Sensor de Luz	--	--	25.31
Total	460.45	415.19	116.35

Nota: C.A. = Circuitos de acondicionamiento

El valor de corriente proporcionado en la tabla para los sensores y circuitos de acondicionamiento, equivale al número total de estos conectados al microcontrolador.

Cálculo del voltaje del capacitor

$$V_{in(p-p)} = V_{out(p-p)} \times RR$$

$$V_{in(p-p)} = 3 \text{ mV} \times 1000 = 3 \text{ V}$$

$$V_{in(pk)} = V_{in(p-p)} / 2 = 1.5 \text{ V}$$

$$V_{in} = V_{in(pk)} / \text{sqr}(2) = 1.1 \text{ V}$$

$$V_{INmin} + V_{in(pk)} < V_C < V_{INmax} - V_{in(pk)}$$

$$7 \text{ V} - 1.5 \text{ V} < V_C < 25 \text{ V} - 1.5 \text{ V}$$

$$8.5 \text{ V} < V_C < 23.5 \text{ V}$$

$$V_C = 16 \text{ V}$$

$$V_{(pk)} = 23.5 - 10\% \text{ Variación de la línea}$$

$$V_{(pk)} = 20 \text{ V}$$

Obtención del factor de rizo :

$$r_f = V_{in} / V_{IN} = (1.1 \text{ V} / 16 \text{ V}) \times 100\%$$

$$r_f = 6.25 \%$$

Reducción de voltaje (RV):

$$RV = (V_{IN} / V_{(PK)}) \times 100$$

$$RV = (16/20) \times 100 = 80 \%$$

Con los valores anteriores y consultando las tablas de los reguladores anexas en el apéndice A, se obtiene el valor de:

$$wCR_L = 9.3.$$

El valor del capacitor se obtiene de la fórmula :

$$C = (wCR_L) / wR_L$$

$$R_L = V_{IN(Reg)} / I_{LOAD(Reg)}$$

$$R_L = 16 \text{ V} / 1 \text{ A} = 16 \text{ ohms}$$

$$w = 2 \pi \times f$$

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

$$w = 377 \text{ rad/s}$$

$$C = (9.3) / (16 \times 377)$$

$$C = 1571.7 \text{ uF}$$

$$\text{Valor comercial } C = 1500 \text{ uF, } \varnothing 20 \text{ V}$$

Cálculo del capacitor de la fuente de 12 V.

Con los valores: $I_{LOAD} = 1 \text{ A}$, $V_{OUT}(\text{ripple}) \leq 3 \text{ mV(p-p)}$

$$V_{INmin} = 14.6 \text{ V y } V_{INmax} = 27 \text{ V}$$

$$\text{Ripple rejection} = 54 \text{ dB} = 500$$

Siguiendo el mismo procedimiento utilizado para el capacitor de la fuente de 5 V, se obtiene el valor del capacitor de la fuente de 12 V.

$$C = 3541 \text{ uF } \varnothing 25 \text{ V}$$

$$\text{Valor comercial } C = 3500 \text{ uF, } \varnothing 25 \text{ V}$$

En la figura 4.12 se muestra el diagrama completo de la fuente de alimentación de los módulos autónomos. Cabe mencionar que los capacitores de 0.33 uF y 0.1 uF, así como el diodo IN4001 son los recomendados por el fabricante para el funcionamiento óptimo del regulador.

Finalmente se realiza el diseño del disipador necesario por los reguladores de voltaje.

De la hoja de datos característicos:

$$P_D = 4 \text{ W, } T_{jmáx} = 150 \text{ }^\circ\text{C, } T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_{Oja} = 50 \text{ }^\circ\text{C/W, } R_{Ojc} = 4 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Cálculo de la resistencia térmica máxima del sistema :

$$R_{Ojamáx} = (T_j - T_{amb}) / P_D$$

$$R_{Ojamáx} = (150 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}) / 4 \text{ W}$$

$$R_{Ojamáx} = 31.25 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Calculo de la resistencia térmica del disipador:

$$R_{Ojasistema} = R_{Ojc}(\text{reg}) + R_{OCSmontaje} + R_{OSAdisipador}$$

$$R_{OCA}(\text{montaje y disipador}) = R_{OCSmontaje} + R_{OSAdisipador}$$

$$R_{OCA}(\text{montaje y disipador}) = R_{Ojasistema} - R_{Odispositivo}$$

$$R_{OCA}(\text{montaje y disipador}) = 31.35 \text{ }^\circ\text{C/W} - 4 \text{ }^\circ\text{C/W} = 27.27 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Con el valor anterior y tomando en cuenta que el encapsulado del regulador es de tipo TO 220-T, se seleccionó un disipador modelo PB2-6073, el cual cubre un rango de valores de resistencia térmica de 20 a 30 °C/W.

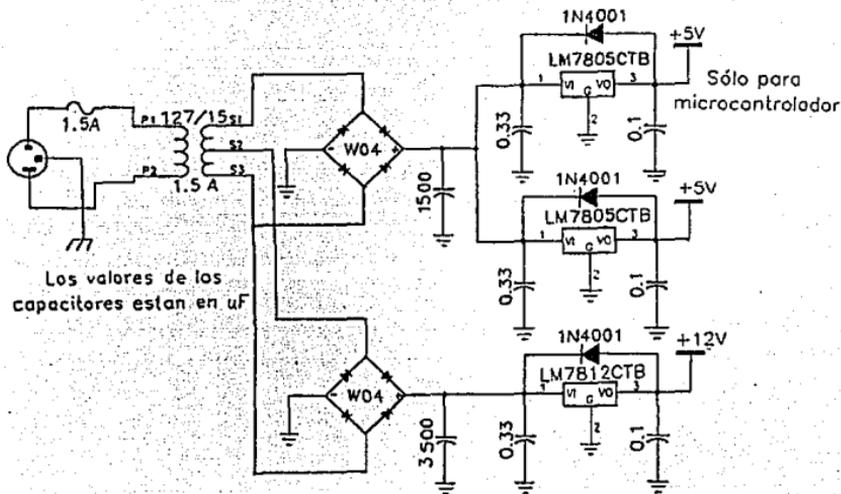


Fig. 4.12 Fuente de alimentación del sistema.

4.13 DISTRIBUCION DEL SISTEMA EN LA OFICINA POSTAL

El diseño del sistema se realizó tomando como prototipo para la distribución de los elementos del mismo a la Administración Postal No. 21, ubicada en Naranjo #4 Col. Coyoacan, se eligió ésta por las facilidades proporcionadas por el personal a cargo durante el desarrollo de la investigación y por contar con la distribución típica de cualquier oficina postal.

En los planos de la Administración Postal No. 21, figuras 4.13 y 4.14 mostradas en las siguientes páginas, se presenta la distribución del sistema completo, la cual se efectuó en base a los siguientes criterios:

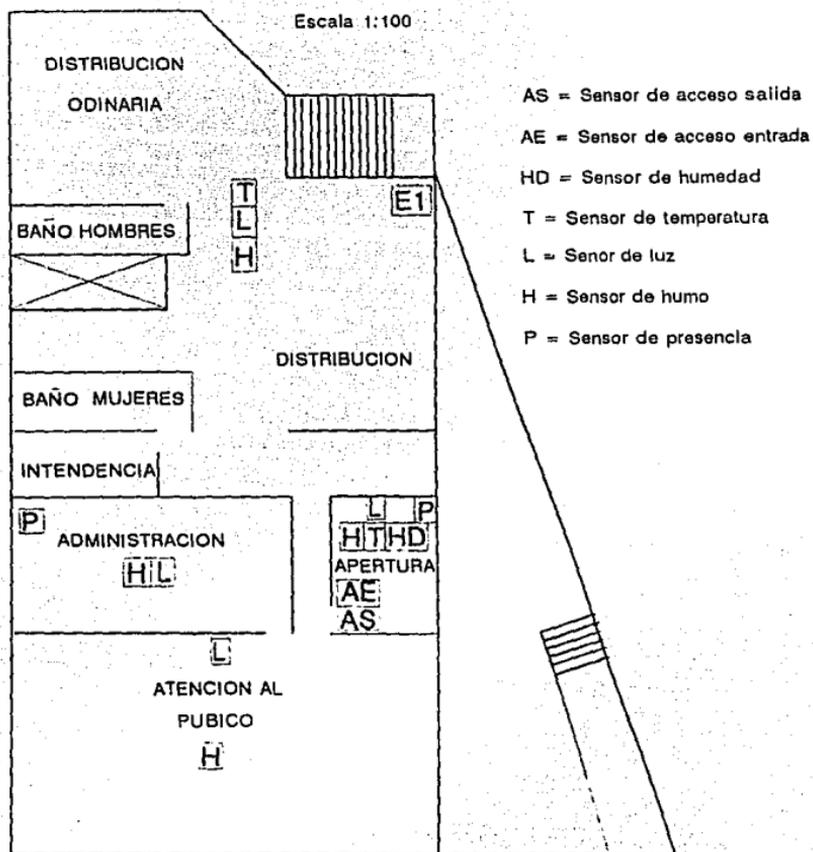


fig. 4.13 Plano planta baja

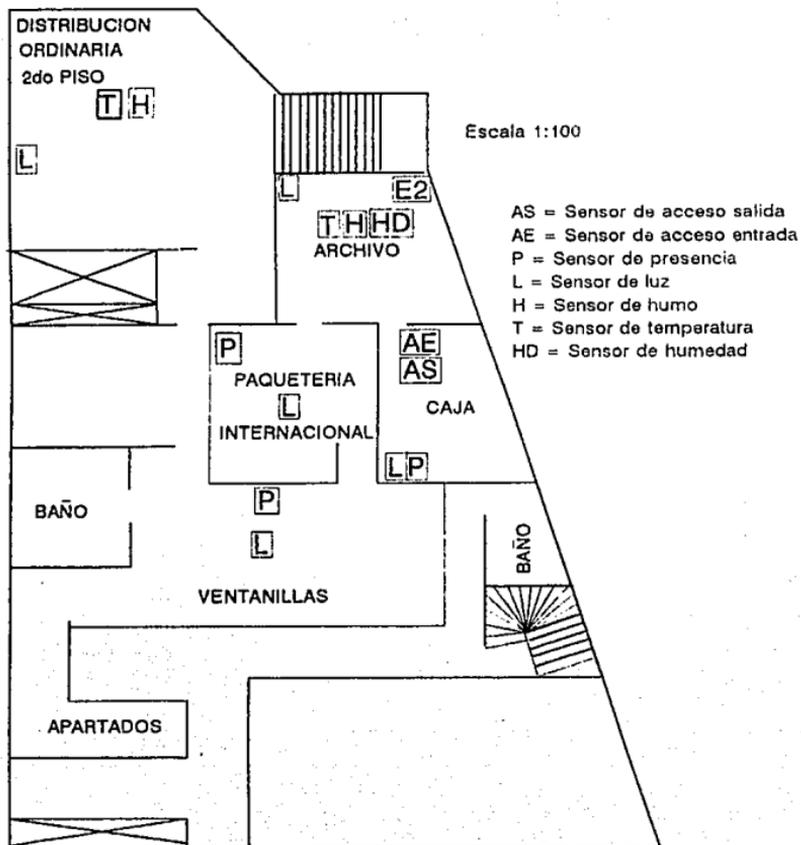


fig. 4.14 Plano planta alta

- El módulo central se ubicó en la oficina del administrador debido a que es la persona que tiene a su cargo la computadora.
- Los módulos autónomos serán colocados en gabinetes que contengan a la fuente de alimentación, la tarjeta del microcontrolador y sus periféricos. La estación de la planta alta fue ubicada en el área de archivo, ya que es el lugar más seguro y está localizada en el centro de la administración, con lo que se logra la distancia más corta hacia los sensores. La estación de la planta baja fue ubicada en el área de distribución debido a que está fuera del alcance de personas ajenas al personal.
- Los sensores se ubicaron de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, tales como área de cobertura, protección del sensor, montaje para techo o pared, etc., para mayor información en el apéndice A se incluyen las especificaciones de los sensores.

En la tabla 4.7 se enumeran los dispositivos electrónicos y accesorios utilizados en el diseño del sistema, se considera únicamente el módulo de la planta baja, ya que son los mismos componentes que los de la planta alta, la diferencia básica radica en el número de sensores utilizados en las dos plantas.

4.14 EVALUACION DE COSTOS DEL PROYECTO

En todo proyecto de ingeniería, es de suma importancia cuantificar el monto de la inversión a realizar, se presenta el costo aproximado de materiales del presente diseño en la tabla 4.8.

Tabla 4.7 Lista de materiales.

Tarjeta del módulo autónomo	Fuente	S. temperatura
1 uC 80C552	1 transformador 127/15 V, 1.5 A	1 sensor LM35
1 DB9F	2 puentes de diodos W04	1 R=3.9 Kohms
1 SN75172	2 LM7805	1 R= 1.2 Kohms
1 SN75173	1 LM7812	1 Pot. 1 Kohms
1 SN74F373N	3 diodos 1N4001	1 A. op. LM308N
1 ETC2732	1 fusible 1.5 A	
1 Push bottom	1 C= 1500 uF	
1 R= 1.2 Kohms	3 C= 0.33 uF	
1 C= 4.7 uF	1 C= 0.1 uF	
2 C= 30 pF	1 C= 3500 uF	
1 cristal 16 MHz	3 disipadores	
S. acceso	S. humo	S. presencia
Sensores fotoeléctricos mod. FE7A de Honeywell	1 sensor de humo de System Sensor, mod. 2451	1 sensor piroeléctrico Sentrol mod. 6155
2 receptores	1 BC547	1 BC547
2 transmisores	1 R= 1.2 Kohms	1 R=1.2 Kohms
1 R= 6.2 Kohms	1 R= 560 Kohms	1 R= 560 Kohms
1 R= 2.4 Kohms		
1 R= 1 Mohms		
1 MPS6513		
S. humedad	S. luz	C. encendido
1 sensor capacitivo mod. W99R de Jonhson	1 fotoresistencia	1 MOC 3011
2 R= 3.3 Kohms	1 R= 1 Kohms	1 2N6342
1 A. op. LM308N	1 R= 10 Kohms	1 SN7408
	1 Pot. 10 Kohms	1 R= 180 ohms
	1 BC547	1 R= 2.4 Kohms
		1 R= ohms
		1 C=0.1 uF
Otros		
2 gabinetes		
cables de alimentación con clavija		
leds		
interruptores		
tarjeta de cobre para circuito impreso		

Tabla 4.8 Costos de materiales.

Cantidad	Componente	Costo unitario N\$	Total N\$
2	uc 80C552	91.00	182.00
1	interfaz PCL-743	594.00	594.00
6	sensor humo mod. 2451	132.00	792.00
4	sensor LM35	6.70	26.80
4	sensor acceso mod. FE7A	195.00	780.00
5	sensor presencia mod. 6155	36.00	181.00
2	sensor humedad mod. W99R	82.00	164.00
10	fotoreistencia	3.00	30.00
2	DB9F	1.00	2.00
4	DB9M	1.00	4.00
2	SN75172	11.00	22.00
2	SN75173	17.00	34.00
2	SN74F373N	5.50	11.00
2	ETC2732	16.80	33.60
4	LM7805CTB	2.50	10.00
2	LM7812CTB	4.00	8.00
2	transformador 127/15 V, 1.5 A	17.00	34.00
4	puentes de diodos W04	3.00	12.00
44	BC547	0.15	6.60
4	MPS6513	0.20	0.80
6	diodes 1N4001	0.10	0.60
29	MOC3011	2.00	58.00
29	2N6342	2.50	72.50
8	SN7408	1.30	10.40
6	A. op. LM308	3.10	18.60
14	potenci6metros dif. valores	1.00	14.00
200 m	cable trenzado (4 hilos)	0.58	116.00
151	resistencias dif. valores 1/4 W	0.09	13.59
4	capacitores electroliticos	7.20	28.80
12	capacitores cer6micos	0.70	8.40
2	crisiales a 16 MHz	10.00	20.00
2	fusibles 250 V, 1.5 A	0.30	0.60
2	gabinetes	32.50	65.00
2	leds	1.00	2.00
2	interruptores	1.75	3.50
1	cables de alimentaci6n c/clavija	3.00	3.00
		Total	3 362.79

CAPITULO V

PROGRAMACION DEL

SISTEMA

En este capítulo se desarrolla la programación necesaria para el funcionamiento tanto del módulo central como de los módulos autónomos. Para ello, este capítulo se dividió en dos partes: programación de los módulos autónomos y programación del módulo central.

La programación de los módulos autónomos se realiza en lenguaje de máquina, basándose en el set de instrucciones de la familia 80C51 de Signetics y en el ensamblador CYS8051. En lo que respecta al set de instrucciones, éste fue diseñado de manera óptima para aplicaciones de control de 8 bits. Las instrucciones de este set proveen una amplia variedad de modos de direccionamiento rápido para el acceso a la RAM interna, lo que facilita las operaciones de bytes en estructuras de datos pequeñas; también tiene un soporte extenso para variables de 1 bit, viéndolas a éstas como un tipo de dato individual, permitiendo la manipulación directa de cada bit en sistemas de control y lógicos que requieren de procesamiento booleano.

La programación del módulo central se efectúa en lenguaje C, debido a que este lenguaje es uno de los mejor estructurados y que se destaca por la gran variedad y riqueza de sus instrucciones. El C es un lenguaje de los denominados de "nivel medio", esto es que permite la manipulación de bits, bytes y direcciones - elementos básicos con los que funciona una computadora -. El código de C es muy portable, esto significa que es posible adaptar el software escrito para un tipo de computadora en otra. Estas características fueron importantes en la selección del lenguaje de programación del módulo central, ya que la base del programa fue el manejo de bits y bytes en la comunicación con los módulos autónomos; además de que se requería que el programa fuera portable debido a que en las oficinas del Servicio Postal se tienen computadoras de diferentes marcas.

5.1 PROGRAMACION DE LOS MODULOS AUTONOMOS

Los módulos autónomos tienen por objeto controlar los siguientes parámetros de una oficina postal: temperatura, humo, humedad, luz, presencia y acceso.

El valor de la temperatura de las áreas de la oficina la proporciona un sensor de tipo semiconductor. Cuando la temperatura sobrepasa el nivel de 25°C, el microcontrolador pone en marcha los ventiladores en las áreas de la oficina que cuentan con éstos. Si la temperatura sobrepasa 50°C se considera que existe un problema de incendio, es entonces cuando el microcontrolador envía un mensaje de alarma a la computadora, activa la alarma sonora con la que cuenta la oficina postal y desactiva los ventiladores con el objeto de que no se propague el incendio.

El sensor de humo se incluyó en el sistema para que junto con el sensor de temperatura detecte de manera temprana un incendio. Este sensor proporciona un nivel de voltaje bajo (0 V)

si no detecta la presencia de humo y un nivel alto (5 V) cuando detecta humo. Cuando el sensor presenta un nivel alto el microcontrolador manda un mensaje de alarma a la computadora y activa la alarma sonora de la oficina.

La humedad es detectada por un sensor que proporciona un porcentaje de humedad relativa. Cuando el sensor supera el 90% de RH, el microcontrolador envía un aviso a la computadora para que se tomen las medidas pertinentes, tales como reparar fugas de agua de la instalación hidráulica, impermeabilizar los techos, etc.

En el sistema se incluyeron sensores de luz para realizar el control del encendido y apagado de las lámparas de la oficina, esto como una medida para economizar energía eléctrica. El sensor de luz es una fotoresistencia que detecta un nivel de luz con el cual el microcontrolador enciende un número de lámparas proporcional a ese nivel, siempre y cuando exista personal en el área.

El sensor de presencia detecta la presencia o ausencia de personas en un área cuando no son horas laborables. Este sensor proporciona un nivel alto (5 V) cuando detecta que alguien se encuentra en la oficina, este nivel se transmite al microcontrolador para que envíe la clave de alarma a la computadora y encienda la alarma sonora de la oficina.

El sensor de acceso se complementa con el de presencia para detectar que no haya personas en la oficina fuera del horario de labores, o que no haya un número mayor de personas al permitido en las áreas de caja o apertura en el horario de labores. Este sensor también proporciona al microcontrolador el número de personas que se encuentran en cada área, para que los sensores de luz y de temperatura trabajen correctamente.

Para la elaboración del programa de los módulos autónomos, además de la descripción de las funciones de cada sensor, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

a) Área de trabajo. A cada sensor se le asignó una clave de acuerdo a su localización dentro de la oficina, esto con el propósito de que el programa en la computadora central pudiera identificar la ubicación del sensor.

b) Tipo de señal sensada. El tipo de señal de entrada determinó el empleo del convertidor A/D. Las señales analógicas provenientes de los sensores de temperatura, humedad y luz no pueden ser manejadas directamente por el microcontrolador, por lo que necesitan ser previamente digitalizadas por el convertidor A/D, para que su lectura pueda ser almacenada en algún registro. A diferencia de los sensores anteriores, los de humo, presencia y acceso tienen una salida digital, por lo que no requieren ningún tratamiento previo.

c) Horario de trabajo. El horario de labores de la oficina postal determinó la activación de los sensores, ya que fuera de

este horario las actividades y necesidades de la oficina postal cambian completamente. En el programa se designó como DIA al horario en que se labora y como NOCHE al horario en que no se labora.

d) Control de dispositivos. Los módulos autónomos además de realizar el control de los sensores, también se utilizan como ya se mencionó, para controlar otros dispositivos como lámparas y ventiladores dentro de las diversas áreas de trabajo.

Para el envío de alarmas del microcontrolador a la computadora, se le asignó un número en hexadecimal a cada sensor, que sirve para indicar a la computadora si el sensor sobrepasó el nivel permisible (clave de alarma).

En las siguientes páginas se presentan las tablas 5.1 y 5.2, que contienen los datos de cada sensor que se emplean en la programación. En estas tablas se utiliza la palabra terminal para indicar las entradas del microcontrolador donde se encuentran las señales provenientes de los sensores, o las salidas a los dispositivos a controlar como: lámparas, ventiladores o alarma sonora.

La asignación de terminales se realizó dependiendo de la naturaleza de la señal proporcionada por el sensor. A los que proporcionan una señal analógica les fue asignado el puerto 5, que es donde se encuentra el convertidor A/D. Para optimizar el programa se optó por colocar en terminales adyacentes a los sensores que median la misma variable física.

A los sensores se les asignó un número como clave para indicar que el sensor superó el nivel permitido (clave de alarma). En las mismas tablas se listan las localidades en RAM que se emplearon para almacenar la información proveniente de los sensores.

Debido a las dimensiones del área de distribución, se dividió en dos secciones para facilitar el control de los sensores asignados a ésta.

En la tabla 5.3 se listan las direcciones temporales que se utilizaron durante el programa para el envío de datos y las claves del horario de labores.

5.1.1 Desarrollo del programa principal de los módulos autónomos

En la fig. 5.1 se presenta el diagrama de flujo del programa principal de los módulos autónomos. Este programa consta de los siguientes puntos:

1) Inicialización. Esta parte del programa sólo se ejecuta al comenzar el programa, y consiste en programar la interrupción del UART, los timers y la velocidad de transmisión.

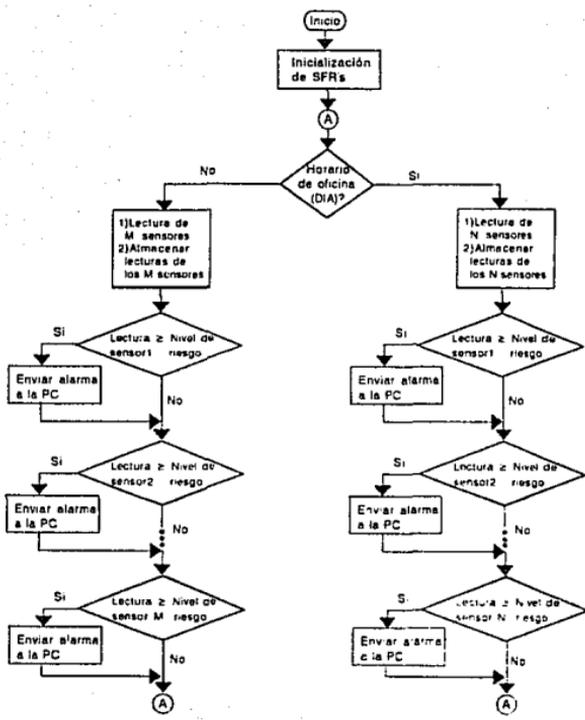


Fig. 5.1 Programa principal de los módulos autónomos.

Tabla 5.1 ESTACION 1 (Planta baja).

Sensor/ Dispositivo	Area	Clave de Alarma	Dirección de RAM interna	Horario	Terminal
Luz10	Distribución2	-	26 H	Día	5.3
Luz1	Atención al público	-	27 H	Día	5.4
Luz2	Distribución1	-	28 H	Día	5.5
Luz3	Apertura	-	29 H	Día	5.6
Luz4	Administración	-	2E H	Día	5.7
Humo2	Administración	2 H	20.2H	Día/ Noche	3.7
Humo3	Atención al público	3 H	20.3 H	Día/ Noche	1.0
Humo4	Apertura	4 H	20.4	Día/ Noche	1.1
Humo11	Distribución2	5 H	20.5 H	Día/ Noche	1.2
Presencia4	Administración	-	20.6 H	Día/ Noche	1.5
Presencia5	Apertura	B H	20.7 H	Noche	1.4
Acceso6	Apertura	6 H	21 H	Día/ Noche	E1.3 S1.7
Temperatura7	Distribución1	7 H	22 H	Día/ Noche	5.0
Temperatura8	Apertura	8 H	23 H	Día/ Noche	5.1
Humedad9	Apertura	9 H	24 H	Día	5.2
Salidas para encendido de lámparas	Distribución1	-	-	Día	4.0 4.1
Salidas para encendido de lámparas	Distribución2	-	-	Día	4.2 4.3
Salidas para encendido de lámparas	Atención al público	-	-	Día	4.4 4.5 4.6 4.7
Salidas para encendido de lámparas	Apertura	-	-	Día	3.2 3.3
Salida para encendido de lámpara	Administración	-	-	Día	3.6
Salida para encendido de ventilador	Distribución1	-	-	Día	3.4
Salida para encendido de ventilador	Apertura	-	-	Día	3.5
Salida para encendido de alarma	-	-	-	Día/ Noche	1.6

Tabla 5.2 ESTACION 2 (Planta Alta).

Sensor/ Dispositivo	Area	Clave de Alarma	Dirección en RAM interna	Horario	Terminal
Luz0	Distribución	-	26 H	Día	5.3
Luz1	Caja	-	27 H	Día	5.4
Luz2	Archivo	-	28 H	Día	5.5
Luz3	Ventanillas	-	2C H	Día	5.6
Luz4	Paqueteria internacional	-	2D H	Día	5.7
Humo3	Distribución	0C H	20.3 H	Día/ Noche	1.0
Humo4	Archivo	0D H	20.4 H	Día/ Noche	1.1
Presencia5	Caja	12 H	20.5 H	Noche	1.2
Presencia6	Ventanillas	-	20.6 H	Día	3.6
Presencia7	Paqueteria internacional	-	20.7 H	Día	3.7
Acceso7	Caja	0E H	21 H	Día/ Noche	E1.3 S1.4
Temperatura8	Distribución	0P H	22 H	Día/ Noche	5.0
Temperatura9	Archivo	10 H	23 H	Día/ Noche	5.1
Humedad10	Archivo	11 H	24 H	Día	5.2
Salidas para encendido de lámparas	Distribución	-	-	Día	4.0 4.1 4.2 4.3
Salidas para encendido de lámparas	Caja	-	-	Día	4.5 4.6
Salidas para encendido de lámparas	Archivo	-	-	Día	3.2 3.3 3.4 3.5
Salidas para encendido de lámparas	Ventanillas	-	-	Día	1.5 1.6
Salida para encendido de lámpara	Paqueteria internacional	-	-	Día	1.7
Salida para encendido de ventilador	Distribución	-	-	Día	4.4
Salida para encendido de alarma	-	-	-	Día/ Noche	4.7

Tabla 5.3 Claves y direcciones especiales.

CONCEPTO	CLAVE	DIRECCION
Clave de DIA	20 H	25 H
Clave de NOCHE	21 H	25 H
Clave de petición de hora	1B H	-
Vector de alarmas	-	2A H
Dirección de dato a transmitir	-	2B H
Dirección de clave	-	2F H

2) Comparación. Este punto consiste en verificar el horario de labores de la oficina, para ejecutar la rutina de DIA o de NOCHE.

3) DIA. Esta parte consiste en la llamada a las rutinas que realizan la lectura y el almacenamiento de los valores de los sensores de luz, humo, acceso, temperatura y humedad, así como las llamadas a las rutinas que comparan si estos valores superaron el permitido, en cuyo caso se manda la clave de alarma correspondiente a la computadora y se activa la alarma sonora de la oficina.

4) NOCHE. Esta rutina tiene la misma función que la anterior, pero sólo activa los sensores de humo, presencia, acceso y temperatura y mantiene apagados los ventiladores y las lámparas.

5.1.2. Interrupción del puerto serie

Esta rutina se ejecuta en cualquier parte del programa principal cuando se provoca una interrupción en el puerto serie del microcontrolador. Esta interrupción puede producirse en los siguientes casos:

a) Cuando el microcontrolador detecta un sensor alarmado, la clave de alarma de área es transmitida a la computadora, después el control regresa al programa principal a continuar los procesos que estaba realizando.

b) Cuando la computadora manda una clave solicitando el envío de las lecturas de los sensores, el microcontrolador verifica si la petición es para él, de ser así envía los datos solicitados.

c) Cuando la computadora envía la clave de horario, solicitando cambio de rutina, el microcontrolador almacena el dato en la localidad de la memoria RAM interna que le fue asignada, regresando después al programa principal.

En la figura 5.2 se muestra el diagrama de flujo de esta rutina.

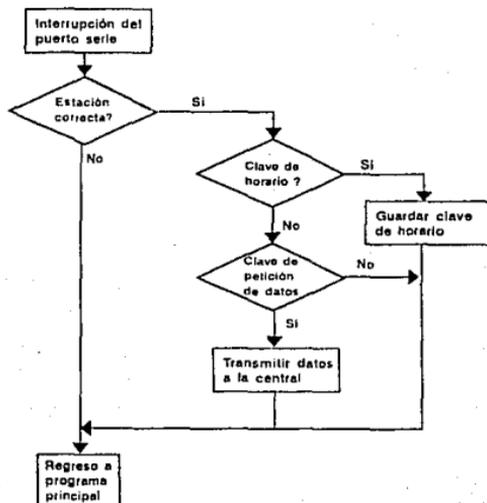


Fig. 5.2 Subrutina de interrupción del puerto serie.

5.1.3 Rutinas de lectura de los sensores

Este punto consiste en la lectura de las señales provenientes de los sensores y el almacenamiento del valor leído para su uso posterior.

Lectura del sensor de humo

Esta rutina consiste en la lectura del nivel del sensor, si es alto (5 V) significa que el sensor detecta humo, si es bajo (0 V) el sensor no detecta humo. La lectura del estado del sensor

se almacena en el Área de bits direccionables. El diagrama de flujo de lectura se muestra en la figura 5.3.



Fig. 5.3 Subrutina de lectura del sensor de humo.

Lectura del sensor de temperatura

El microcontrolador efectúa la conversión A/D de la lectura del sensor, el valor digitalizado es almacenado en una localidad de memoria, para después compararse con la temperatura de referencia.

En un día normal de trabajo, si la temperatura es mayor que el valor de 25°C y se está ejecutando la rutina DIA, se encienden los ventiladores. Fuera del horario de labores, la rutina NOCHE mantiene al sensor activado sólo para detectar incendios.

En el caso de que suceda una situación alarmante debido al incremento de temperatura a 50°C, por seguridad se apagarán los ventiladores, en caso de que estuvieran encendidos y al mismo tiempo se enviará una clave de alarma a la computadora y se encenderá la alarma sonora de la oficina. Este proceso sucede tanto en la rutina DIA como en la rutina NOCHE.

Se debe aclarar que el funcionamiento de este sensor también depende de si en el Área se cuenta con un sensor de acceso o se carece de éste; si se cuenta con él, se verifica el número de personas que se encuentran en el Área. Si existen personas enciende el ventilador, si no hay personas aunque se tenga una temperatura que requiere el encendido del ventilador, éste se mantiene apagado.

En las áreas donde no se cuenta con sensores de acceso, el encendido del ventilador se controla únicamente por medio del sensor de temperatura. El diagrama de flujo se muestra en la figura 5.4.

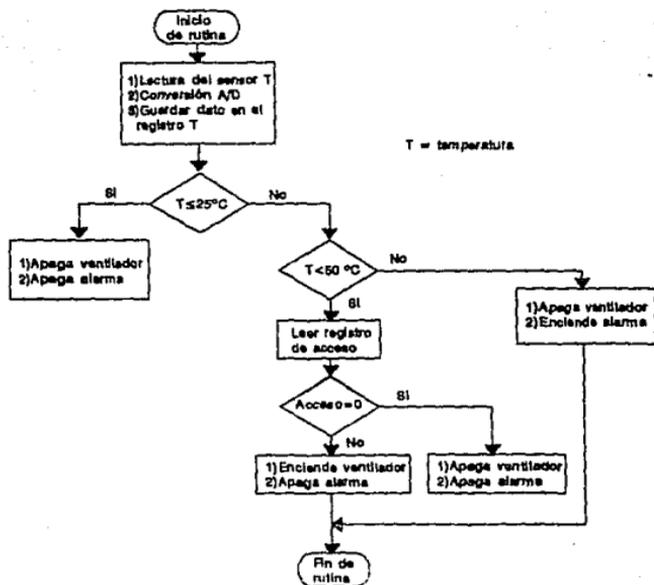


Fig. 5.4 Subrutina de lectura del sensor de temperatura.

Lectura del sensor de luz

El sensor de luz proporciona una señal analógica, por lo tanto para su lectura se realiza una conversión A/D, guardando posteriormente este dato en el registro previamente asignado. Este valor controla el encendido de las lámparas en el área donde se encuentra el sensor.

En caso de que en el área se cuente con un sensor de acceso, se verifica primero si existen personas en el interior. Cuando el número de personas es igual a cero se apagan todas las lámparas, si es diferente de cero se verifica el nivel de luz (N) y dependiendo de éste, se encenderá un número proporcional de lámparas.

Cuando en el área no se cuenta con sensores de acceso, el encendido de lámparas dependerá sólo del nivel de luz. En la figura 5.5 se muestra el diagrama de flujo de esta rutina.

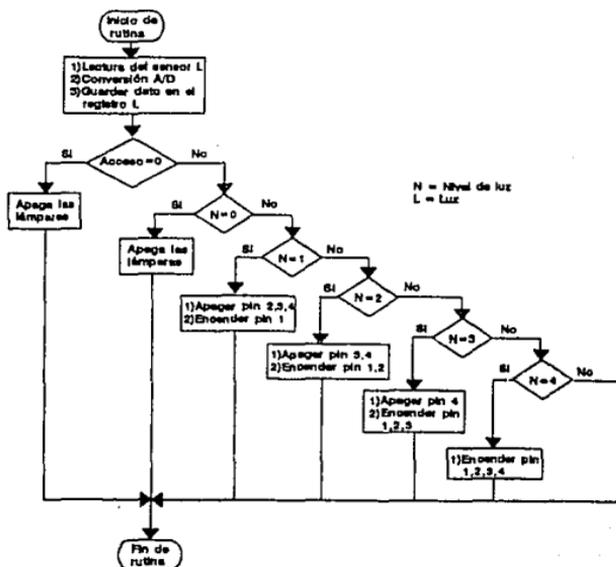


Fig. 5.5 Subrutina de lectura del sensor de luz.

Lectura del sensor de acceso

Para el control del número de personas se emplean dos sensores que detectan la interrupción de un haz de luz, el orden de interrupción determina si una persona sale o entra.

La lectura del sensor se realiza tomando en cuenta el tiempo que tarda en pasar una persona a través del sensor, este tiempo es lento en comparación con la velocidad de ejecución del programa; por esta razón y para evitar que el microcontrolador se mantenga en espera por demasiado tiempo, se activa un timer que controla la duración de la lectura del sensor. Si se sobrepasa el tiempo fijado se prosigue con la ejecución del programa principal.

Para detectar la entrada de una persona se verifica si el sensor de entrada tiene un nivel alto (5 V), si es así, espera a que el sensor de salida cambie de nivel, para confirmar que alguien entró, incrementándose entonces el registro que lleva la cuenta del número de personas que se encuentran en el área.

Para detectar la salida de una persona se verifica si el sensor de salida tiene un nivel alto (5 V), si es así se realiza un proceso semejante al de entrada sólo que ahora se espera hasta que el sensor de entrada cambie de nivel, para entonces decrementar el registro que contiene el número de personas.

Si ambos sensores (entrada y salida) tienen un nivel bajo (0 V), se regresa al programa principal. Se muestra en la figura 5.6 el diagrama de flujo de la rutina de acceso.

Lectura del sensor de humedad

Este sensor proporciona una salida analógica, por lo que el dato es digitalizado por medio del convertidor A/D. Una vez realizada la conversión se almacena el valor en el registro asignado. Su diagrama de flujo se muestra en la figura 5.7.

Lectura del sensor de presencia

Este sensor proporciona el mismo tipo de señal que el de humo, tiene un nivel alto (5 V) cuando detecta presencia de alguien, y un nivel bajo (0 V) cuando no hay personas en el área. Este valor es almacenado en el registro asignado en el espacio de bits direccionables. El diagrama de flujo se muestra en la figura 5.8.

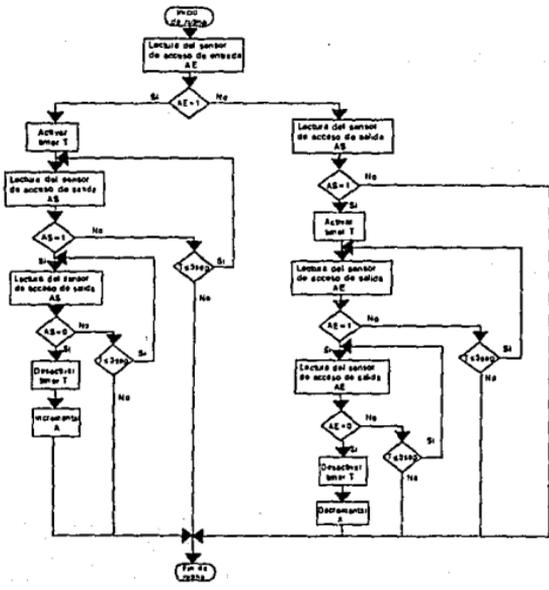


Fig. 5.6 Subrutina de lectura del sensor de acceso.

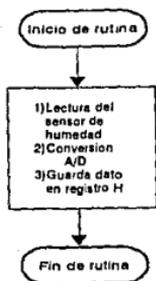


Fig. 5.7 Subrutina de lectura del sensor de humedad.

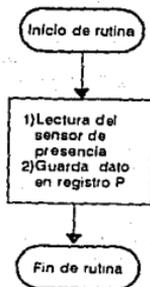


Fig. 5.8 Subrutina de lectura del sensor de presencia.

5.1.4 Envío de claves de alarma

Esta parte consiste en la comparación de los valores previamente almacenados, con un valor considerado de alarma, si se sobrepasa este valor se manda una alarma a la computadora.

Alarma de presencia.

En este punto se realiza la lectura del registro donde se almacena el valor del sensor de presencia, si es "1" se activa la alarma sonora de la oficina y se envía a la computadora la clave que indica que este sensor está activado; si es "0" se continúa con la ejecución del programa principal. Su diagrama de flujo se muestra en la figura 5.9.

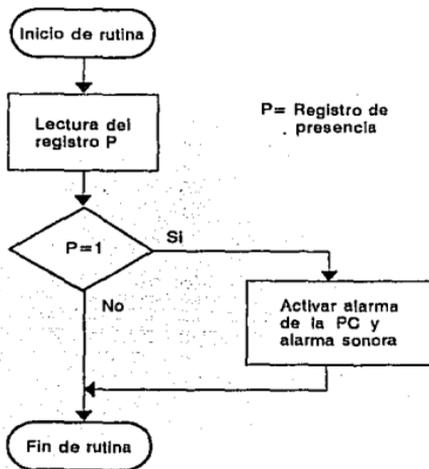


Fig. 5.9 Subrutina de alarma del sensor de presencia.

Alarma de humo

Esta rutina es similar a la anterior. Cuando se detecta humo ("1"), se manda la clave a la computadora y se activa la alarma sonora de la oficina, si es "0" se continúa con la ejecución del programa principal. En la figura 5.10 se muestra su diagrama de flujo.

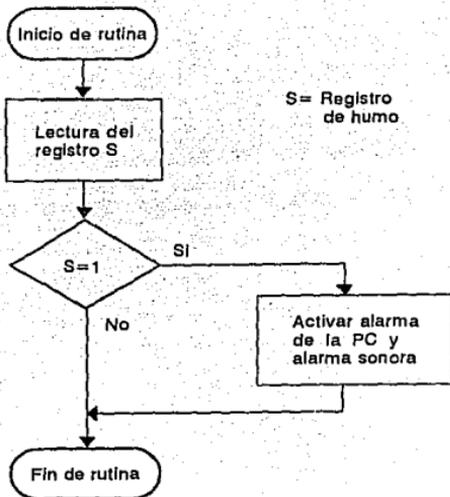


Fig. 5.10 Subrutina de alarma del sensor de humo.

Alarma de humedad

Esta consiste en realizar la lectura del registro donde se encuentra almacenado el valor del sensor, realizándose después una comparación de éste con 90% de RH, nivel que se considera dañino a la materia postal; si se sobrepasa este valor se envía la clave correspondiente a la computadora, de lo contrario sigue con la ejecución del programa principal sin enviar alarmas, su diagrama de flujo se muestra en la figura 5.11.

Alarma de temperatura

Esta rutina es similar a la de humedad, en este caso se compara el valor del registro donde se almacena el valor de la temperatura con 50°C, si supera este valor se envía la clave correspondiente a la computadora, su diagrama de flujo se muestra en la figura 5.12.

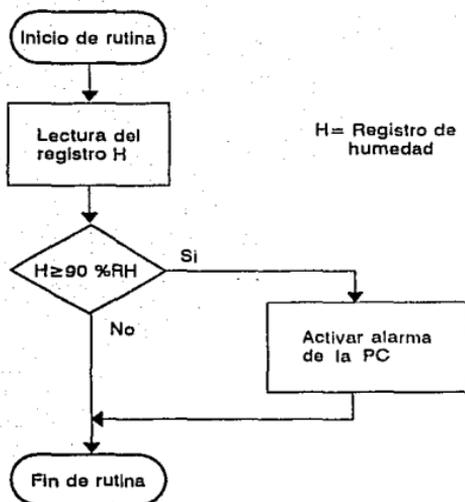


Fig. 5.11 Subrutina de alarma del sensor de humedad.

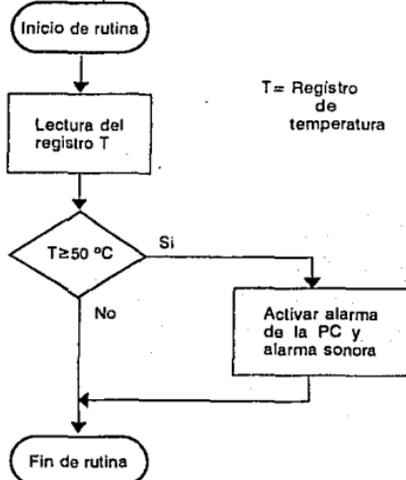


Fig. 5.12 Subrutina de alarma del sensor de temperatura.

Alarma de acceso

Esta rutina compara el dato del número de personas almacenado en el registro de acceso, con el dato del número de personas permitido en un área, este último número dependerá del horario. En el caso de que se trate del horario de oficina, se compara el número de personas que contiene el registro con un número determinado de personas permitido en el área. Fuera del horario laborable, el número a comparar es cero, si supera el valor de comparación se envía la clave correspondiente a la computadora y se activa la alarma sonora de la oficina. Su diagrama de flujo es mostrado en la figura 5.13.

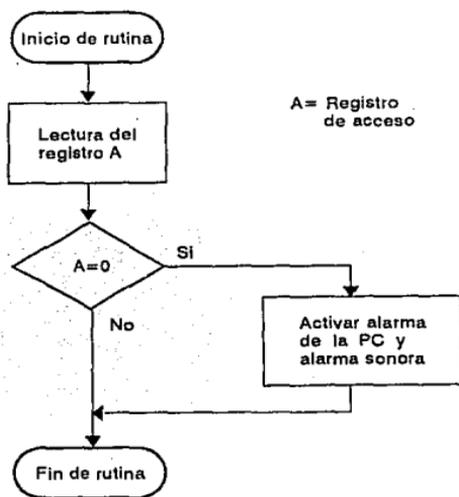


Fig. 5.13 Subrutina de alarma del sensor de acceso.

5.1.5 Codificación del programa

Para realizar la codificación del programa se tomó en cuenta la información contenida en las tablas 5.1, 5.2 y 5.3. En el apéndice B se presenta la codificación de las rutinas explicadas anteriormente.

5.2 PROGRAMACION DEL MODULO CENTRAL

El módulo central tiene como función principal recibir y procesar la información proveniente de los módulos autónomos, desplegándola en el formato que requiere el usuario.

El módulo central se comunica con las estaciones y tiene capacidad de interrogarlas y recibir información enviada por ellas. La velocidad de transmisión es de 2400 bits/s, la comunicación se realiza en forma asincrónica con un formato de 10 bits: 1 bit de arranque, 8 bits de información y un bit de parada. El protocolo utilizado es sencillo, cuando una estación desea comunicar que ocurre una alarma, envía una clave, la central la detecta y despliega el mensaje correspondiente en la pantalla. Cuando la central desea interrogar a las estaciones, transmite el nombre de las estaciones a través de la red, todas las estaciones leen el mismo mensaje, pero solamente responden cuando leen su identificador, en este instante la estación referida transmite el estado de los sensores.

En la comunicación de la computadora con las estaciones se utilizó el puerto serie COM1. El acceso a este puerto se efectúa mediante cuatro rutinas de la ROM-BIOS, las cuales permiten inicializar el puerto, recibir o transmitir un byte y verificar el estado del puerto para comprobar que la transmisión de datos se lleve a cabo satisfactoriamente.

A continuación se describe la programación del módulo central.

5.2.1 Programa principal del módulo central

El programa consta de una rutina principal mostrada en la figura 5.14, la que verifica si existe una interrupción ya sea del teclado o del puerto serial, de no existir interrupción se realiza una lectura del reloj de la computadora para detectar la terminación del horario de labores en la oficina.

5.2.2 Subrutina de verificación de alarmas

Esta rutina se encarga de realizar la identificación de las claves de alarma enviadas por los módulos autónomos a través del puerto serie. Al identificar el área donde ocurre la alarma y el sensor que la envía, se despliega un mensaje de alarma en la pantalla y se activa la alarma sonora de la computadora. En la figura 5.15 se muestra el diagrama de flujo de esta rutina.

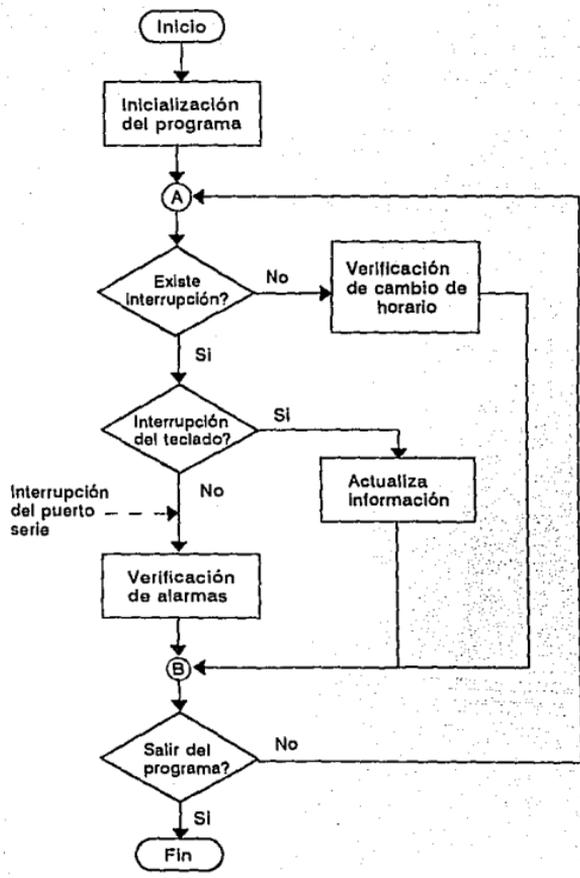


Fig. 5.14 Programa principal del módulo central.

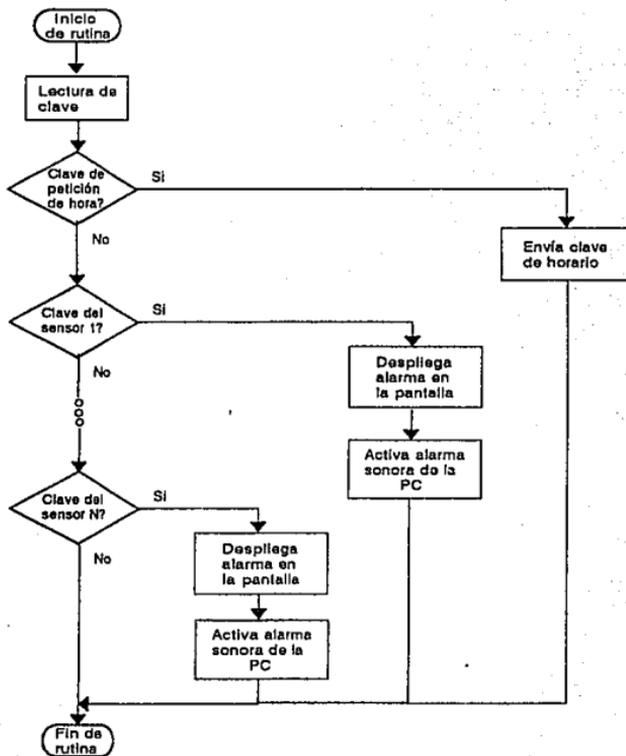


Fig. 5.15 Subrutina de verificación de alarmas.

5.2.3 Subrutina de actualización de información

Esta rutina atiende a la interrupción del teclado cuando el usuario desea un informe actualizado del estado de los sensores. La computadora envía en este caso una clave de petición de datos a las estaciones, las cuales al recibir su clave de identificación transmiten la lectura de los sensores. Al llegar los datos a la computadora, ésta los almacena en un archivo, los despliega en la pantalla y muestra la hora en que fueron recibidos. En la figura 5.16 se muestra el diagrama de flujo de esta subrutina.

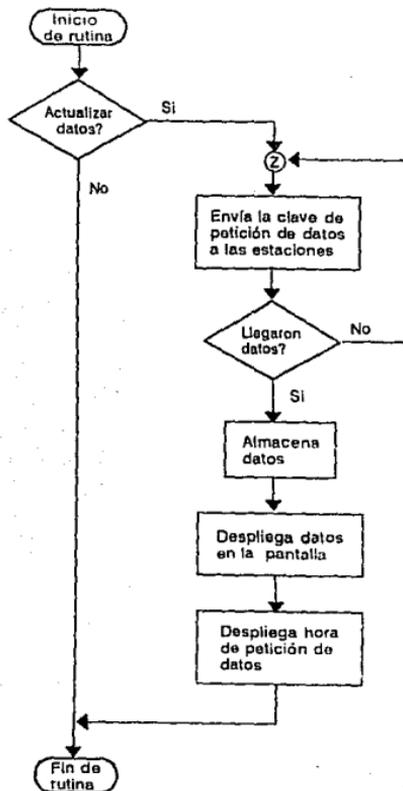


Fig. 5.16 Subrutina de actualización de información.

5.2.4 Subrutina de cambio de horario

Cuando no existe interrupción, el programa principal ejecuta la subrutina de verificación de cambio de hora. Esta subrutina realiza la lectura de la hora de la computadora, si ésta está fuera de la hora de labores, se envía una clave a las estaciones para que ejecuten la rutina NOCHE, en caso contrario se envía la clave de ejecución de la rutina DIA. El diagrama de flujo de esta rutina se muestra en la figura 5.17.

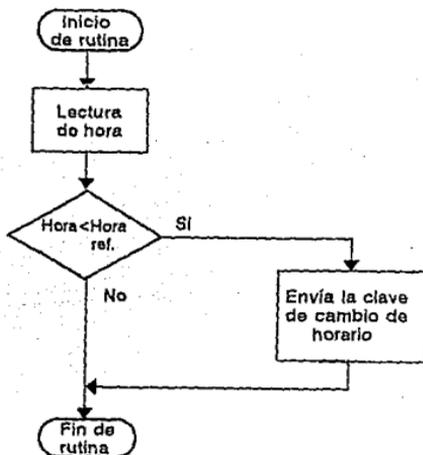


Fig. 5.17 Subrutina de verificación de cambio de horario.

5.2.5 Codificación del programa

La codificación del programa se realizó con el compilador Turbo C ++, versión 1.0. El programa se encuentra en el apéndice B.

CONCLUSIONES

Una de los aspectos más importantes en el diseño del sistema de vigilancia fue el análisis de las necesidades de seguridad y de los recursos con los que contaba el Servicio Postal Mexicano, para delimitar el alcance del proyecto.

Al realizar esta tesis se tuvo como objetivo que el proyecto tuviera una aplicación real dentro de la institución, por lo que se diseñó un prototipo del sistema al que se le tuvieron que hacer modificaciones mínimas para adecuarlo a las diferentes oficinas postales.

El diseño se podría extender de un sistema local (Administración o Centro Postal) a un sistema que cubriera a todas las Administraciones Postales, para ello sería necesario efectuar cambios al proyecto original, tales como pensar en una red controlada por una computadora, localizada en un centro maestro al que llegara la información de todas las Administraciones.

La implantación del sistema tiene la ventaja de ser modular, es decir puede ser ajustado a las necesidades de cada Área de trabajo y cada Administración o Centro Postal.

El diseño e implementación de los módulos autónomos es económico y confiable, ya que de acuerdo con la tabla de cotización y en comparación con el costo del diseño de cualquier compañía especializada en sistemas de seguridad, se obtiene una ventaja considerable. Es confiable ya que con los datos que se presentan en la pantalla, se tiene un monitoreo de los sensores para detectar en forma temprana cualquier situación de peligro, lo que permite tomar las medidas pertinentes para evitar pérdidas humanas y materiales.

Con respecto al módulo central, al ser una computadora personal con las que cuenta el Servicio Postal Mexicano, se tiene la ventaja de utilizar recursos subempleados y permite que el diseño se vuelva más económico.

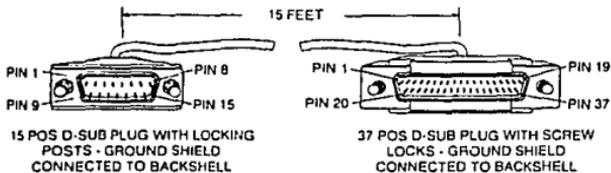
El diseño de los módulos se realizó pensando también en el usuario final, es decir, es de fácil manejo, no requiere de entrenamiento, lo que representa una gran ventaja debido a la rotación de personal que existe dentro del Servicio Postal Mexicano.

APENDICE A

HOJAS DE
ESPECIFICACIONES TECNICAS

Network Port Cable Description for RS422/RS449 to DB37

PIN	NAME	FUNCTION	CS8000 I/O	DB37 PIN
1	FG	Frame Ground (Shield)		1
2	SD(B)	Send Data	Out	22
3	RD(B)	Receive Data	In	24
4	RTS(B)	Request to Send	Out - always active	25
5	CTS(B)	Clear To Send	In	27
6	DM(B)	Data Received	In	29
7	SG	Signal Ground		19
8	RR(B)	Receiver Ready	In	31
10	ST(A)	Transmit Clock	In	5
11	RT(A)	Receive Clock	In	8
12	TT(A)	Terminal Timing	Out	17
14	SD(A)	Send Data	Out	4
15	RD(A)	Receive Data	In	6
16	RTS(A)	Request to Send	Out - always active	7
17	CTS(A)	Clear To Send	In	9
18	DM(A)	Data Received	In	11
19	TR(A)	Terminal Ready	Out - always active	12
20	TR(B)	Terminal Ready	Out - always active	30
21	RR(A)	Receiver Ready	In	13
22	ST(B)	Transmit Clock	In	23
23	RT(B)	Receive Clock	In	26
24	TT(B)	Terminal Timing	Out	35





LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

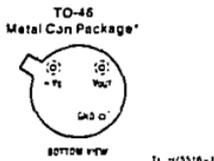
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 1/2^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40 to $+110^\circ\text{C}$ range ($\pm 10^\circ$ with improved accuracy). The LM35 series is

available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C is also available in the plastic TO-92 transistor package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $\pm 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at -25°C)
- Rated for full -55 to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for $1\ \text{mA}$ load

Connection Diagrams



*Case is connected to negative pin

Order Number LM35H, LM35AH,
LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

TO-92
Plastic Package



Order Number LM35CZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

Typical Applications

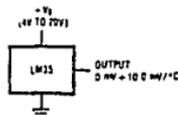


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (-2°C to $+150^\circ\text{C}$)

TL/H/5516-3

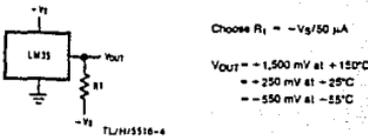


FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military, Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp., TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds):	
TO-46 Package,	300°C
TO-92 Package,	260°C

Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX}
(Note 2)

LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	°C
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		°C
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Sensor Gain Average Slope	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$+10.0$	$+9.9, +10.1$		$+10.0$		$+9.9, -10.1$	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $I_L = 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4\text{V} < V_S < 30\text{V}$	± 0.02		-0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		131	91		114	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_S = +30\text{V}$	103.5		133	91.5		116	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} < V_S < 30\text{V}, -25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4\text{V} < V_S < 30\text{V}$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		-0.39		$+0.5$	-0.39		-0.5	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature or Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	-1.5		-2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.06			± 0.08			°C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply -55°C to +150°C for the LM35 and LM35A, -40°C to +110°C for the LM35C and LM35CA; and 0°C to +100°C for the LM35D. $V_S = +5\text{V}$ and $I_{L(DR)} = 50 \mu\text{A}$ in the circuit of Figure 1. These specifications also apply from +2°C to T_{MAX} in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 44°C/W junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 145°C/W junction to ambient.

Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6) (Continued)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0	± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9	± 2.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9	± 2.0		$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	-10.0	$+9.8,$ $+10.2$		$+10.0$		$+9.8,$ $+10.2$	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, -25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = -5\text{V}$	105		158	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}, -25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = -30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, -25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.6		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		-0.39		-0.7	-0.39		-0.7	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	-1.5		-2.0	-1.5		-2.0	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the normal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% production tested.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ times the device case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^\circ\text{C}$).

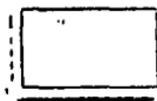
Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

System 350™ Control Series

W99 Series Humidity Transmitters



W99R



W99D



W99N

Description

The W99 Series Humidity Transmitter is a capacitive-based sensor design whose output is a 0 to 9 volt DC change with a corresponding change in humidity of 3 to 90% RH. The W99 Series is used in conjunction with the W351 humidity control to provide on/off action for humidification and/or dehumidification equipment. The transmitters are available in three enclosures: room (W99R) duct (W99D) or a basic transmitter in a enclosure (W99N).

Features

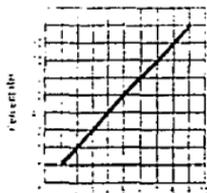
- 5 pin connector eliminate wiring between modules
- available in three configurations
- terminal board on W99D for easy wiring
- compact design

To Order:

Specify the catalog number listed in the selection chart below.

Application

Used in conjunction with W351 Humidity Controller, W99 provides humidity control with a corresponding output signal voltage output to the humidification and/or dehumidification equipment.



Output Voltage (DC)

Selection Chart W99 Series Humidity Transmitters

Catalog Number	Enclosure Type
W99R-1C	Room in Unit
W99D-1C	Duct in Unit
W99N-1C	Basic in Unit

Specifications	
Supply Voltage	12.0 ± 0.1 VDC from #121
Output Signal	0 to 9 VDC corresponding to 10 to 90% RH (reference to the supply voltage)
Accuracy	±4% RH from 10 to 90% RH
Response	Operating: 10 to 120 F, 0 to 49 C
Temperature	Storage: 10 to 140 F, 25 to 60 C
Humidity	Operating: 10 to 90% RH (non-condensing)
	Storage: 10 to 100% RH



BOLETIN DE INFORMACION DE PRODUCTOS



SERIE 6155

**SHARPSHOOTER™
DETECTOR PASIVO
POR INFRARROJOS**

Referencias 6155 6157
6155-P 6157-P

Mayor fiabilidad de detección

- Procesador de secuencia "inteligente" que combina la información de los nuevos algoritmos creados con la doble verificación del evento. Con ello se logra una doble protección contra las falsas alarmas generadas por causas ambientales.
- Punteo de programación para seleccionar entre simple y doble detección.
- Evolucionado sensor pieoelectrico dual con una elevada relación señal/ruido para lograr mejor características.
- Altimperador a las vibraciones y otras interferencias.
- Detector a sistema óptico termico insensible a insectos y corrientes de aire.

Revolucionario sistema de espejo para test que proporciona una instalación mas rápida y exacta.

- El sistema de prueba óptica a 60º permite la instalación de los nuevos captadores de modo que, al girar, permiten instalar el aparato en cualquier punto a la vez que identificar las zonas de peligro. Las falsas alarmas están totalmente eliminadas gracias a la 6155 sin necesidad de un manual de instalación de 190 pp.

Gama versatil de lentes Fresnel

- Lentes atractivas, opacas, de color blanco, que filtran las luces visibles reduciendo las falsas alarmas.
- La lente estandar posee 22 zonas (44 rayos) para realizar una completa protección en abanico y una detección segura del intruso... Existen 5 modelos de lente diferentes, intercambiables, facilmente para lograr la mayor efectividad en cada aplicación.

Señalización LED

- El led de señalización de alarma puede ser facilmente anulado sin necesidad de desmontar el aparato.

Montaje versatil

- Puede instalarse de 4 formas diferentes, con y sin soporte orientable.

Protección antisabotaje

- El dispositivo protege contra la apertura de la tapa, mediante un contacto anti-sabotaje.



HOMOLOGADO

20170400000

SENTROL S.A. - C/ San Juan de los Rios, 11 - 48940 Leizor (Bizkaia) - España - Tel: 945 21 11 11 - Fax: 945 21 11 12

Deposito de patentes: 1985/100000 - 1985/100001 - 1985/100002 - 1985/100003 - 1985/100004 - 1985/100005

Modelos de utilidad: 1985/100006 - 1985/100007 - 1985/100008 - 1985/100009 - 1985/100010

6155 Detector pasivo por infrarrojos

DESCRIPCION

El 6155 es un detector pasivo de infrarrojo para instalaciones residenciales y comerciales. Sus sofisticadas características de proceso de señal, junto con una cuidadosa instalación reducen las falsas alarmas.

El procesador de secuencia del "Sharpshooter" como un contador de pulsos bidireccional con la verificación del suceso para incrementar el nivel de detección y disminuir las falsas alarmas.

El "Sharpshooter" puede montarse en esquinas o en paredes con o sin el soporte orientable.

El "Sharpshooter" posee una lente estándar para protección volumétrica en abanico. Existen 4 lentes opcionales más para adecuar el campo de detección del sensor al entorno. Las lentes filtran la luz visible para disminuir el efecto de las falsas alarmas.

Su construcción evita la entrada de insectos y de los elementos de aire.

ESPEJO DE AYUDA A LA INSTALACION

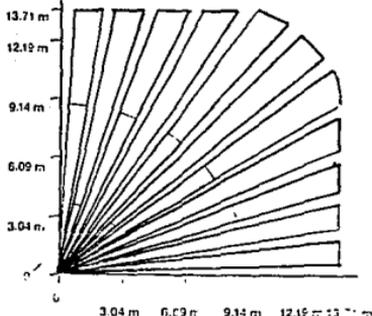
El espejo opcional del "Sharpshooter" (referencia # 6060) permite al instalador ver lo que posteriormente "verá" el detector infrarrojo. Mirando hacia el espejo, desde una distancia determinada se puede ver la distribución de los haces de detectores. Cada tipo de lente posee sus haces y estos se encuentran en el espejo representados de diferentes colores. Gracias al espejo, el instalador conoce si los elementos de calefacción, calentadores u otras fuentes de calor están sobre los haces captadores y proceder a evitarlos.

Con el uso del espejo orientable es posible eliminar las fuentes de falsas alarmas, girando el detector y enmascarando las zonas de detección no deseadas con los segmentos adhesivos que se suministran con el sensor. La zona a enmascarar habrá sido previamente localizada mediante el espejo.

El uso del espejo 6060 elimina gran parte de los pasos a dar para realizar un correcto ajuste del sensor e identificar la situación de los haces de detección.

Cobertura

Vista de plano



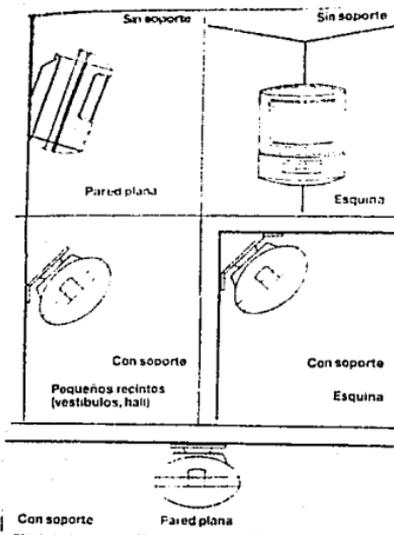
Vista lateral



Una vista por el espejo del "SharpShooter"

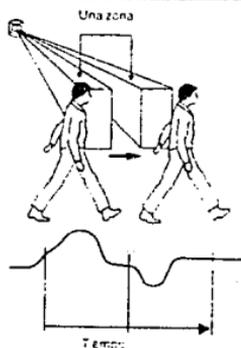


El instalador ve lo que el sensor "verá" posteriormente



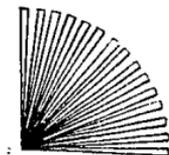
PROCESADOR DE SECUENCIA

El procesador de secuencia asegura una alta inmunidad contra falsas alarmas. Primeramente, el procesador busca parejas de pulsos de infrarrojo de polaridad contraria dentro de una zona (ver dibujo abajo). Seguidamente cuenta estos impulsos. Para generar la alarma con una sola detección o dos, según la posición de un puente interno. Los pulsos pueden seguir cualquier secuencia positivo y negativo o negativo y positivo. El procesador de secuencia determina si los pulsos abarcan dentro de un periodo de tiempo, ignorando automáticamente señales muy lentas o demasiado rápidas.



LENTES DISPONIBLES

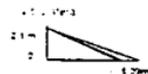
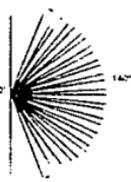
Vista de plano



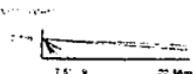
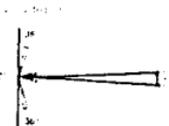
Abanico



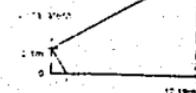
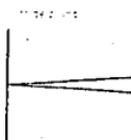
Angulo extra grande



Largo alcance



Cortina



6155 Detectores pasivos por infrarrojos Sharpshooter

ESPECIFICACIONES PARA ARQUITECTOS E INGENIEROS

La serie de detectores pasivos de infrarrojos 6155 es de tecnología muy alta y avanzada, utiliza un doble sensor pirométrico y es posible seleccionar entre uno y dos impulsos de detección antes de generar alarma. El 6155 posee, además, un procesador de secuencia que combina el código de sus dos bidireccionales con un contador de eventos. Existen 5 lentes diferentes para adaptar el detector a cada necesidad de instalación.

El 6155 está construido en material plástico ABS ininflamable e incorpora tecnología SMD.

El accesorio "espejo de ajuste" constituye una herramienta de gran utilidad para la instalación final del equipo, ya que el instalador puede verificar que el equipo "vea" posteriormente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación	de 6 a 16 Vdc (24 Vdc nominal)
Consumo	8 mA, 10 mA máxima
A alcance con lentes	
Estandar	13.7 metros, 90°
Largo alcance	13.7 metros, 140°
Angulo extra grande	6 metros, 140°
Abanico	10.5 metros, 90°
Cortina	12.2 metros, 60°
Orientabilidad	10° por metro de alcance

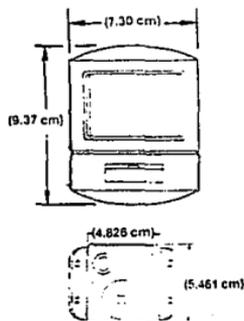
Tensión máxima por el contacto	15 Vdc, 50 mA
de rele de alarma	15 Vdc, 50 mA
Protección contra picos	+100 waticos, púlsos 1 mseg.
Salida de alarma	Contacto NC con resistencia de 10 ohms en serie
Duración de la alarma	2 a 5 segundos
Contacto anti-sabotaje	NC, 50 mA
Inmunidad estática y contra rayos	2.5 Kv, 1 ms a 50 ms
Energía máxima del pulso	2 waticos
Inmunidad RF	Interferencia RF hasta 10 V/m entre 1 y 1000 MHz
Margen de temperatura	-15° a +50° C
humedad	10% a 90% no condensante
Dimensiones	73 (anchura) x 93,7 (altura) x 52 (profundidad)
Color	Bianco

ACCESORIOS

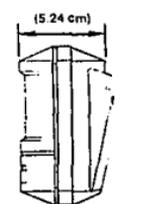
Espejo de ajuste	6500
Paquete de lentes (3 lentes en cada uno)	
Standard	6070
Largo alcance	6071
Gran angulo	6072
Cortina	6073
Abanico	6074

NOTA: Los productos, materiales y especificaciones de este equipo informático, pueden sufrir cambios sin previo aviso y en consulta de Sentrol.

Vista de frente



Vista lateral



Vista plano



REFERENCIA	CONTACTO DE ALARMA	PROTECCION ANTISABOTAJE	PROTECCION ANTI-SABOTAJE DE PARED	LENTE ESTANDAR	COLOR
6155	NC	S	N	Angulo grande	Bianco
6155-P	NC	S	S	Angulo grande	Bianco
6157	NA y NC	S	N	Angulo grande	Bianco
6157-P	NA y NC	S	S	Angulo grande	Bianco

USA Corporate Office:
10831 S.W. Cascade Blvd., Portland, OR 97224
1-503-670-8543 Toll Free 1-800-547-2556
Canada Toll Free 1-800-233-8700
TELEX N10 458-85
FAX: 503-684-9223

European Office:
Sentry, Inc. Europe Ltd.
102400, The Gateway East
London, England E10 5DQ
Tel: 01-852-2776
Fax: 01-852-2778

Singapore Representative Office:
Sentry, Inc. Singapore
100, Cross Street
Singapore 054
Tel: 375-1111
Fax: 375-1111



SENTROL

400™ NEXT GENERATION DETECTORS



2451 PHOTOELECTRONIC DETECTOR

THIS NEW GENERATION OF SYSTEM SENSOR/BRK SMOKE DETECTORS INCORPORATES STATE-OF-THE-ART SENSING TECHNOLOGY AND THE MOST COMPREHENSIVE FEATURE PACKAGE EVER OFFERED

System Sensor's 400 Series™ photoelectronic detectors are specifically designed to meet the stringent performance requirements of industrial and municipal fire detection/alarm systems. The design of these detectors emphasizes ease of installation and field maintenance.

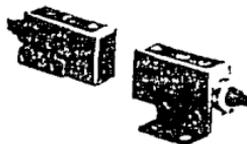
- Unique optical sensing chamber
 - Superior signal-to-noise ratio
 - Built-in signal processing
 - 30% nominal sensitivity
- Removable cover and insect screen for field cleaning
- Two visible LEDs "blink" in standby
- Sealed against dirt, insects, and back pressure
- 3 Year warranty
- Field adjustable sensitivity
- Field metering of detector sensitivity
- Built-in test switch
- Low standby current
- Built-in tamper-resistant feature
- Designed for direct surface or electrical box mounting
- 360° field viewing angle of the visual alarm LEDs
- Insect-resistant screening (0.20"/5.08 mm openings)
- Easy plug-in of the head to base
- SEMS screws for easy wiring
- Optional recess mounting
- 3000 fpm air velocity

All 400 Series™ photoelectronic smoke detectors contain a unique optical sensing chamber designed to sense the presence of smoke particles produced by a wide range of combustion sources. A new custom integrated circuit incorporates signal processing to reduce false alarms and sample/hold circuitry to provide easy field metering of sensitivity.

The 400 Series™ is designed to meet the performance criteria designated by UL/ULC and EN-54. Additional key features include a recess mounting option, interchangeable ion, photo, or heat detectors in the same family of mounting bases, and a full line of accessories.

A DIVISION OF BRK

FE7A Subminiature DC photoelectric controls



TYPICAL APPLICATIONS

- Small object detection
- Paper printing
- Packaging machinery
- Robotics
- Special machinery
- Automatic assembly machines

FEATURES

- 2.75-inch diffuse scan range
- 5-foot thru scan range
- 10 to 28 VDC operation
- Sealing NEMA 12 and IP61
- Vertical or horizontal mounting choice
- Combination alignment/self diagnostic indicator
- False pulse and reverse polarity protection
- Short circuit protection
- Capable of detecting small objects (0.1mm dia.) by use of proper aperture mask
- Detection with ± 0.5 mm accuracy using aperture mask
- Sensitivity adjustment to detect translucent objects

GENERAL INFORMATION

FE7A controls are self-contained and require no separate amplifier for signal conditioning. Each control has its own infrared light source, photodiode, amplifier circuitry, signal strength/alignment indicator, and output transistor. The FE7A operates on a broad range of 10 to 28 VDC and provides current sinking output up to 100 mA.

FE7A controls incorporate a self-diagnostic function alignment indicator. When a sufficient light level is detected by the receiver, the indicator color is green. But when the light level decreases to 150% of the minimum operating level, the color turns red.

The small package size of these controls allows usage in limited access and/or restricted space areas. A mounting bracket (included) makes mounting and alignment easy.

FOR A COMPLETE CONTROL

Required

- Diffuse scan control - FE7A-DA6-M
- Appropriately rated DC power supply

ORDER GUIDE DIFFUSE SCAN 2.75 inch scan range (7 cm)

Description	Listing
Light operated (L O) sinking (NPN) output, horizontal mount*	FE7A-DA6-M
Dark operated (D O) sinking (NPN) output, horizontal mount*	FE7A-DB6-M
Light operated (L O) sinking (NPN) output, vertical mount*	FE7A-DA6V-M
Dark operated (D O) sinking (NPN) output, vertical mount*	FE7A-DB6V-M

*Mounting bracket is included with each unit.

FOR A COMPLETE CONTROL

Required

- Thru scan emitter - FE7A-TA6E-M
- Thru scan receiver - FE7A-TA6GR-M
- Appropriately rated DC power supply

ORDER GUIDE THRU SCAN 5 feet scan range (1.5 m)

Description	Listing
Emitter, horizontal mount	FE7A-TA6E-M
Receiver, dark operated (D O) sinking (NPN) output, horizontal mount*	FE7A-TA6GR-M
Receiver, light operated (L O) sinking (NPN) output, horizontal mount*	FE7A-TB6GR-M
Emitter, vertical mount*	FE7A-TA6VE-M
Receiver, dark operated (D O) sinking (NPN) output, vertical mount*	FE7A-TA6VGR-M

*Mounting bracket is included with each unit.

FE-PA7A3

Aperture Mask Sheet

+	0	+	+	+
+	0	+	+	+
+	0	+	+	+

See application information on page 177

ACCESSORIES

Description	Listing
Mounting bracket for horizontal type	FE-PA7A1
Mounting bracket for vertical type	FE-PA7A2
Aperture mask, set	FE-PA7A3-M

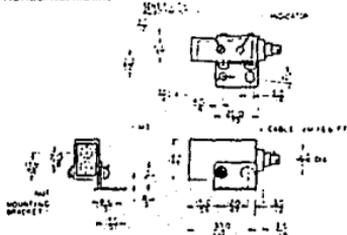
Subminiature DC controls FE7A

SPECIFICATIONS

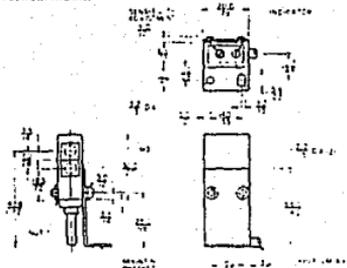
Maximum Scanning Distance (in clean air)	5 feet (1.5 m) thru, 2.75 inches diffuse	
Supply Voltage	10 to 28 V DC, 10% max. power supply ripple	
Power Dissipation	Emitter - 0.42 watts max.	Receiver - 0.42 watts max. (excluding load), 0.56 watts - diffuse
Current Consumption	Emitter - 1.5 mA max. Receiver - 15 mA max. (excluding load), 20 mA - diffuse	
Output	Load Current	100 mA max. (open collector, light or dark operated) current sinking
	Voltage Drop	1.0 VDC max. sinking 100 mA
	Leakage Current (OFF state)	< 10 μ A
Maximum Rate of Operation	15,000 operations/minute	
Typical Response Time	On	1 msec. (2 msec. max.)
	Off	1 msec. (2 msec. max.)
Circuit Protection	False pulsing, Short circuit, Reverse polarity	
Temperature Range	-4 F to 110 F (-20 C to 60 C)	
Sealing	NEMA 12 and IP64	
Housing	Case ABS resin, Lens PMMA acrylic resin, Cable vinyl	
Mounting	Horizontal or vertical side mounting bracket included	
Weight	3.5 ozs. (99.2 g)	
Logic	Built-in ON/OFF (immediate response) control, light or dark operated by individual catalog listing	

MOUNTING DIMENSIONS

Horizontal Mount



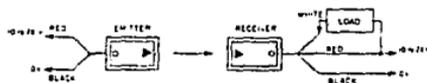
Vertical Mount



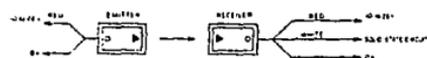
INSTALLATION/WIRING

Instruction Sheet PK 9080 is included with each control, and is also available upon request. Use receiver wiring for diffuse units.

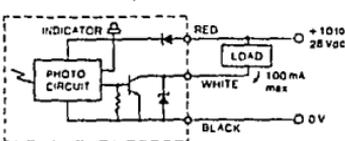
Standard Relay Or Solenoid Sinking Output Type



Solid State Circuit Interface



FE7A series NPN Output Circuits



6-Pin DIP Optoisolators Triac Driver Output

These devices consist of gallium-arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to silicon bilateral switch and are designed for applications requiring isolated triac triggering, low-current isolated ac switching, high electrical isolation (to 7500 V peak), high detector standoff voltage, small size, and low cost.

- UL Recognized File Number 54915
- VDE approved per standard 0883 6 80 (Certificate number 418531), with additional approval to DIN IEC30/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204, VDE0113, VDE0150, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (lead suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883 6 80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

MOC3009
MOC3010
MOC3011
MOC3012

**6-PIN DIP
 OPTOISOLATORS
 TRIAC DRIVER OUTPUT
 250 VOLTS**



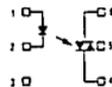
CASE 7304-GZ
 PLASTIC

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V _R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	80	mA
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C	P _D	100	mW
Negligible Power in Transistor Derate above 25°C		1.33	mW/°C
OUTPUT DRIVER			
Off-State Output Terminal Voltage	V _{ORM}	250	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I _{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	300	mW
		4	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 80 Hz, 5 Second Duration)	V _{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C	P _D	330	mW
Derate above 25°C		4.4	mW/°C
Junction Temperature Range	T _J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)		260	°C

(1) Isolation surge voltage, V_{ISO}, is an internal device electric breakdown rating.

COUPLER SCHEMATIC



- 1 ANODE
- 2 CATHODE
- 3 NC
- 4 MAIN TERMINAL
- 5 SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
- 6 MAIN TERMINAL

MOC3009, MOC3010, MOC3011, MOC3012

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Reverse Leakage Current (V _R = 3 V)	I _R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage (I _F = 10 mA)	V _F	—	1.15	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR (I_F = 0 unless otherwise noted)					
Peak Bleeding Current, Either Direction (Rated V _{DRM} , Note 1)	I _{DRM}	—	10	100	mA
Peak On-State Voltage, Either Direction (I _{TRM} = 100 mA Peak)	V _{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 2, Note 2)	dv/dt	—	10	—	V/μs
COUPLED					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V, Note 3)	I _{FT}	—	15	30	mA
	MOC3009	—	8	15	
	MOC3010	—	5	10	
	MOC3011	—	3	5	
	MOC3012	—	—	—	
Holding Current, Either Direction	I _H	—	100	—	μA

- Notes: 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
 2. This is basic dv/dt. See Figure 2 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-circuit inductance, only.
 3. All devices are guaranteed to trigger at or above the value of I_{FT} listed. Therefore, recommended operating I_F is below I_{FT} plus 100 mA for MOC3009, 10 mA for MOC3010, 10 mA for MOC3011, 5 mA for MOC3012, and 500 mA for I_H (50 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A = 25°C

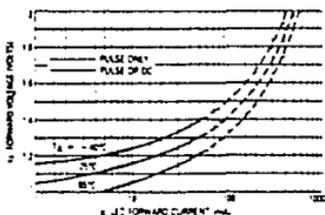


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

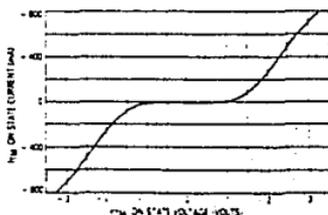


Figure 2. On-State Characteristics

MOC3009, MOC3010, MOC3011, MOC3012

TYPICAL APPLICATION CIRCUITS

Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only. Additional information on the use of the MOC3009-3011/3012 is available in Application Note AN-782A.

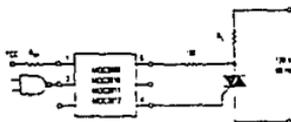


Figure 8. Reactive Load

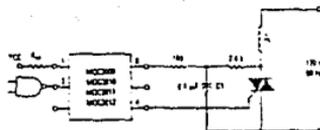


Figure 9. Inductive Load with Sensitive Gate Triac ($I_{GT} = 15 \text{ mA}$)

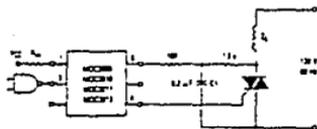
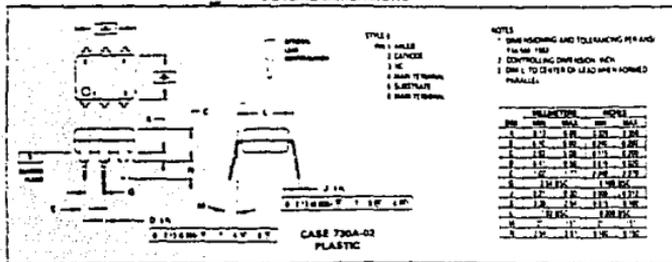


Figure 10. Inductive Load with Non-Sensitive Gate Triac ($15 \text{ mA} < I_{GT} < 50 \text{ mA}$)

OUTLINE DIMENSIONS



MOC3009, MOC3010, MOC3011, MOC3012

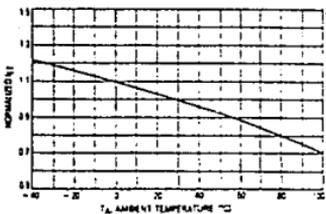


Figure 3. Trigger Current versus Temperature

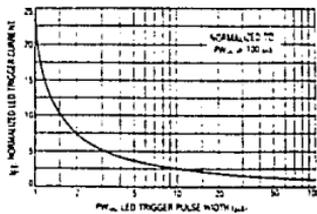


Figure 4. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

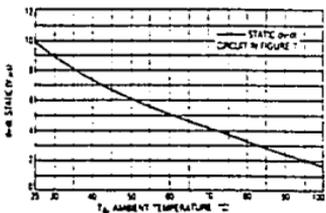


Figure 5. dV/dt versus Temperature

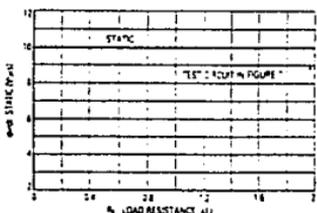
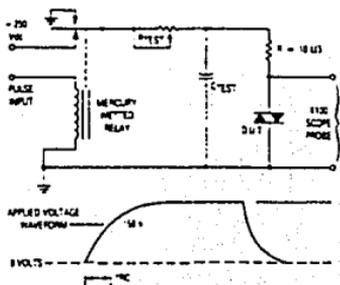


Figure 6. dV/dt versus Load Resistance



1. The mercury-wetted reed provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100 Ω load resistors are used to show high dV/dt, and voltages.
3. The worst case condition for static dV/dt is achieved by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable frequency allows the dV/dt to gradually increase until the D.U.T. continues to trigger - regardless to the applied voltage pulse - even after the LED current has been removed. The dV/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. dV/dt is measured at this point and restored.

Figure 7. Static dV/dt Test Circuit

TYPES SN5408, SN7408
QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-AND GATES

recommended operating conditions

	SN5408			SN7408			UNIT
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{CC} Supply voltage	1.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{OH} High-level output voltage	2			2			V
V_{OL} Low-level output voltage			0.8			0.4	V
I_{OH} High-level output current			-0.8			0.8	mA
I_{OL} Low-level output current			16			16	mA
T_A Operating free-air temperature	-55		125	0		0	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹	SN5408			SN7408			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{IK}	$V_{CC} - \text{MIN}$, $I_I = 12 \text{ mA}$			-1.5			1.5	V
V_{OH}	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{OL} = 2 \text{ V}$, $I_{OH} = -0.8 \text{ mA}$	2.4	3.4		2.4	3.4		V
V_{OL}	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{OH} = 0.8 \text{ V}$, $I_{OL} = 16 \text{ mA}$		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I_I	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 5.5 \text{ V}$			1				mA
I_{IH}	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 2.4 \text{ V}$			40			40	μA
I_{IL}	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$			-1.6			-1.6	mA
I_{OS}	$V_{CC} - \text{MAX}$		20	-55		-18	55	mA
I_{OCH}	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_O = 4.5 \text{ V}$		11	21		11	21	mA
I_{OCL}	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_O = 0 \text{ V}$		20	33		20	33	mA

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

² All electrical results are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

³ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A or B	Y	$R_L = 400 \Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$		17.5	27	n
t_{PHL}	A or B	Y	$R_L = 400 \Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$		12	18	n

NOTE 2: See General Information Section for load circuits and storage waveforms.

- Package Options Include Both Plastic and Ceramic Chip Carriers in Addition to Plastic and Ceramic DIPs

- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

description

These devices contain four independent 2-input AND gates.

The SN5408, SN54LS08, and SN54S08 are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C. The SN7408, SN74LS08, and SN74S08 are characterized for operation from 0°C to 70°C.

FUNCTION TABLE (each gate)

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

logic diagram (each gate)



positive logic

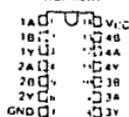
$$Y = A \cdot B \text{ or } Y = \overline{A + B}$$

SN5408, SN54LS08, SN54S08 J OR W PACKAGE

SN7408 J OR N PACKAGE

SN74LS08, SN74S08 D J OR N PACKAGE

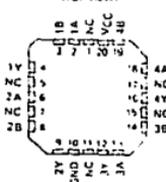
(TOP VIEW)



SN54LS08, SN54S08 FK PACKAGE

SN74LS08, SN74S08 FN PACKAGE

(TOP VIEW)



NC: No electrical connection

Triacs

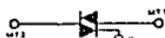
Silicon Bidirectional Triode Thyristors

... designed primarily for full-wave ac control applications, such as light dimmers, motor controls, heating controls and power supplies; or wherever full-wave silicon gate controlled solid-state devices are needed. Triac type thyristors switch from a blocking to a conducting state for either polarity of applied anode voltage with positive or negative gate triggering.

- Blocking Voltage to 800 Volts
- All Diffused and Glass Passivated Junctions for Greater Parameter Uniformity and Stability
- Small, Rugged, Thermowatt Construction for Low Thermal Resistance, High Heat Dissipation and Durability
- Gate Triggering Guaranteed in Two Modes (2N6342, 2N6343, 2N6344, 2N6345) or Four Modes (2N6346, 2N6347, 2N6348, 2N6349)
- For 400 Hz Operation, Consult Factory
- 12 Ampere Devices Available as 2N6342A thru 2N6349A

**2N6342
thru
2N6349**

TRIACs
8 AMPERES RMS
200 thru 800 VOLTS



CASE 221A-04
(TO-220AB)
STYLE 4

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
*Peak Repetitive Off State Voltage ($T_J = -40$ to $+100$ C) 1/2 Sine Wave 50 to 60 Hz, Gate Open	VDRM	200 400 600 800	Volts
*RMS On State Current Full Cycle Sine Wave 50 to 60 Hz ($T_C = +80$ C) ($T_C = +100$ C)	$I_T(RMS)$	8 4	Amps
*Peak Non Repetitive Surge Current (3/10th Full Cycle, 60 Hz, $T_C = +100$ C) Preceded and followed by Rated Current	I_{TSM}	100	Amps
Circuit Fusing ($t = 8.3$ ms)	I^2t	40	A ² s
*Peak Gate Power ($T_C = +80$ C, Pulse Width = 2 μ s)	PGM	20	Watts
*Average Gate Power ($T_C = +80$ C, $t = 8.3$ ms)	PG(AV)	0.5	Watt
*Peak Gate Current	IGM	2	Amps
*Peak Gate Voltage	VGM	10	Volts
*Operating Junction Temperature Range	T_J	-40 to +125	°C
*Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
*Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	2.2	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_C = 25^{\circ}\text{C}$, and Either Polarity of MT2 to MT1 Voltage, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
*Peak Forward or Reverse Blocking Current (Rated V_{DRM} or V_{RRM} , gate open) $I_J = 25^{\circ}\text{C}$ $T_J = 100^{\circ}\text{C}$	I_{DRM}, I_{RRM}	—	—	10 7	μA
*Peak On-State Voltage $I_{TM} = 11 \text{ A Peak}$; Pulse Width = 1 to 2 ms, Duty Cycle $\leq 2\%$	V_{TM}	—	1.3	1.55	Volts
Gate Trigger Current (Continuous dc) $I_{G} = 12 \text{ Vdc}, R_{L} = 100 \text{ Ohms}$ (Minimum Gate Pulse Width = 2 μs) MT2(+), GI(-) All Types MT2(+), GI(-) 2N6348 thru 49 MT2(-), GI(-) All Types MT2(-), GI(-) 2N6348 thru 49 *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(-) $T_C = -40^{\circ}\text{C}$ All Types *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(+) $T_C = 40^{\circ}\text{C}$ 2N6348 thru 49	I_{GT}	—	—	—	mA
Gate Trigger Voltage (Continuous dc) $I_{G} = 12 \text{ Vdc}, R_{L} = 100 \text{ Ohms}$ (Minimum Gate Pulse Width = 2 μs) MT2(+), GI(+) MT2(+), GI(-) 2N6348 thru 49 MT2(-), GI(-) All Types MT2(-), GI(-) 2N6348 thru 49 *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(-) $T_C = -40^{\circ}\text{C}$ All Types *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(+) $T_C = -40^{\circ}\text{C}$ 2N6348 thru 49 $I_{G} = \text{Rated } V_{GTM}, R_{L} = 10 \text{ Ohms}, T_J = 100^{\circ}\text{C}$ *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(-) All Types *MT2(+), GI(+); MT2(-), GI(+) *MT2(-), GI(-); MT2(-), GI(-) 2N6348 thru 49	V_{GT}	—	—	—	Volts
*Holding Current $I_{H} = 12 \text{ Vdc}$, Gate Open $I_{H} = 200 \text{ mA}$ $T_C = 25^{\circ}\text{C}$ $*T_C = -40^{\circ}\text{C}$	I_H	—	6 —	40 75	mA
*Turn On Time $I_{G} = \text{Rated } V_{GTM}, I_{TM} = 11 \text{ A}, I_{GT} = 120 \text{ mA}$ Rise Time = 0.1 μs , Pulse Width = 2 μs	t_{gt}	—	15	2	μs
Critical Rate of Rise of Commutation Voltage $I_{G} = \text{Rated } V_{GTM}, I_{TM} = 11 \text{ A}$, Commutating $di/dt = 4.3 \text{ A/ms}$, Gate Unenergized, $T_C = 80^{\circ}\text{C}$	dv/dt_{cr}	—	5	—	$\text{V}/\mu\text{s}$

*Indicates JEDEC Registered Data

FIGURE 1 - RMS CURRENT DERATING

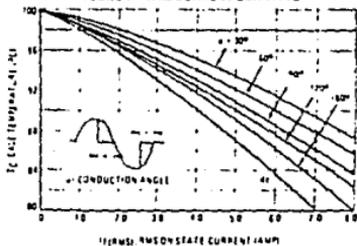
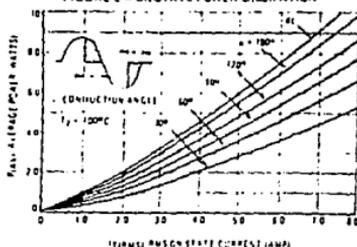


FIGURE 2 - ON-STATE POWER DISSIPATION



80C51 family programmer's guide
and instruction setSECTION 1
80C51 FAMILY

Table 7. 80C51 Instruction Set Summary (Continued)

MNEMONIC	DESCRIPTION	BYTE	OSCILLATOR PERIOD	
ARITHMETIC OPERATIONS (Continued)				
INC	direct	Increment direct byte	2	12
INC	qPri	Increment indirect RAM	1	12
INC	A	Increment Accumulator	1	12
DEC	Rn	Decrement Register	1	12
DEC	direct	Decrement direct byte	2	12
DEC	qPri	Decrement indirect RAM	1	12
INC	DPTR	Increment Data Pointer	1	24
MUL	AB	Multiply A and B	1	48
DIV	AB	Divide A by B	1	48
DA	A	Decimal Adjust Accumulator	1	12
LOGICAL OPERATIONS				
ANL	A Rn	AND Register to Accumulator	1	12
ANL	A direct	AND direct byte to Accumulator	2	12
ANL	A qPri	AND indirect RAM to Accumulator	1	12
ANL	A #data	AND immediate data to Accumulator	2	12
ANL	direct A	AND Accumulator to direct byte	2	12
ANL	direct #data	AND immediate data to direct byte	3	24
ORL	A Rn	OR Register to Accumulator	1	12
ORL	A direct	OR direct byte to Accumulator	2	12
ORL	A qPri	OR indirect RAM to Accumulator	1	12
ORL	A #data	OR immediate data to Accumulator	2	12
ORL	direct A	OR Accumulator to direct byte	2	12
ORL	direct #data	OR immediate data to direct byte	3	24
XRL	A Rn	Exclusive OR Register to Accumulator	1	12
XRL	A direct	Exclusive OR direct byte to Accumulator	2	12
XRL	A qPri	Exclusive OR indirect RAM to Accumulator	1	12
XRL	A #data	Exclusive OR immediate data to Accumulator	2	12
XRL	direct A	Exclusive OR Accumulator to direct byte	2	12
XRL	direct #data	Exclusive OR immediate data to direct byte	3	24
CLR	A	Clear Accumulator	1	12
CPL	A	Complement Accumulator	1	12
RL	A	Rotate Accumulator left	1	12
RLC	A	Rotate Accumulator left through the carry	1	12
RR	A	Rotate Accumulator right	1	12
RLC	A	Rotate Accumulator right through the carry	1	12
SWAP	A	Swap the high and low bytes of Accumulator	1	12
DATA TRANSFER				
MOV	A Rn	Move Register to Accumulator	1	12
MOV	A direct	Move direct byte to Accumulator	2	12
MOV	A qPri	Move indirect RAM to Accumulator	1	12

80C51 family programmer's guide
and instruction setSECTION 1
80C51 FAMILY

80C51 FAMILY INSTRUCTION SET

Table 7. 80C51 Instruction Set Summary

Interrupt Response Time (Time to Hardware Description Chapter)					
Instructions that Affect Flag Settings ¹⁾					
Instruction	Flag	Instruction	Flag	Instruction	Flag
ADD	C OV AC	CLR C	C		
ANHC	X X X	CH C	X		
SHRL	X X X	AN C-14	X		
MUL	O X	AN C-14	X		
INP	O X	AN C-14	X		
DA	X	AN C-14	X		
INIC	X	MOV C-04	X		
JLC	X	CJNE	X		
SETB C	1				

¹⁾Note: Set/Reset/Enable for P2 (128) and P1 (128) and P0 (128) will also affect flag settings.

Note: Instruction bus and end addressing modes:

Rn Register R7 ID of the currently selected Register Bank

direct # bit internal data location address. This could be an Internal Data RAM location (0-127) or a SFR (i.e., IO port, control register, status register, etc. (128-255))

@Rn # bit internal data RAM location (0-255) addressed indirectly through register R1 or R0

#data # bit constant included in the instruction

#data 16 16 bit constant included in the instruction

Addr 16 16 bit destination address. Used by CALL and LJM. A branch can be anywhere within the 64K byte Program Memory address space

Addr 11 11 bit destination address. Used by ACALL and AJMP. The branch will be within the same 2K byte page of program memory as the first byte of the following instruction

rel Signed (two's complement) 8 bit offset byte. Used by SJMP and all conditional jumps. Range is -128 to +127 bytes relative to first byte of the following instruction

bit Direct Address used in Internal Data RAM or Special Function Register

MNEMONIC	DESCRIPTION	BYTE	OSCILLATOR PERIOD
ARITHMETIC OPERATIONS			
ADD	A Rn	1	12
ADDF	A direct	2	12
ADDI	A (#data)	1	12
ADD	A #data	2	12
ADDC	A Rn	1	12
ADDC	A direct	2	12
ADDC	A (#data)	1	12
ADDC	A #data	2	12
SUBB	A Rn	1	12
SUBB	A direct	2	12
SUBB	A (#data)	1	12
SUBB	A #data	2	12
INC	A	1	12
INC	Rn	1	12

80C51 family programmer's guide
and instruction set

SECTION 1
80C51 FAMILY

Table 7. 80C51 Instruction Set Summary (Continued)

	MNEMONIC	DESCRIPTION	BYTE	OSCILLATOR (MHz)
DATA TRANSFER (Continued)				
MOV	A,#data	Move immediate data to Accumulator	2	12
MOV	Rn,A	Move Accumulator to register	1	12
MOV	Rn,direct	Move direct byte to register	2	24
MOV	Rn,#data	Move immediate data to register	2	12
MOV	direct,A	Move Accumulator to direct byte	2	12
MOV	direct,Rn	Move register to direct byte	2	24
MOV	direct,direct	Move direct byte to direct	3	24
MOV	direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	2	24
MOV	direct,#data	Move immediate data to direct byte	3	24
MOV	@Ri,A	Move Accumulator to indirect RAM	1	12
MOV	@Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	2	24
MOV	@Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM	2	12
MOV	DPTR,#data:16	Load Data Pointer with a 16-bit constant	3	24
MOVC	A,@A+DPTR	Move Code byte relative to DPTR to Acc	1	24
MOVC	A,@A+PC	Move Code byte relative to PC to Acc	1	24
MOVC	A,@Ri	Move external RAM (8-bit) to A ₁₆	1	24
MOVC	A,@PDIH	Move external RAM (16-bit) to A ₁₆	1	24
MOVC	A,@Rn,A	Move A ₁₆ to external RAM (8-bit add)	1	24
MOVC	@DPTR,A	Move Acc to external RAM (16-bit add)	1	24
PUSH	direct	Push direct byte onto stack	2	24
POP	direct	Pop direct byte from stack	2	24
XCH	A,Rn	Exchange register with Accumulator	1	12
XCH	A,direct	Exchange direct byte with Accumulator	2	12
XCH	A,@Ri	Exchange indirect RAM with Accumulator	1	12
XCHD	A,@Ri	Exchange low order 8-bit indirect RAM with A ₈	1	12
BOOLEAN VARIABLE MANIPULATION				
CLR	C	Clear carry	1	12
CLR	bit	Clear direct bit	2	12
SETB	C	Set carry	1	12
SETB	bit	Set direct bit	2	12
CPL	C	Complement carry	1	12
CPL	bit	Complement direct bit	2	12
ANL	C,bit	AND direct bit to carry	2	24
ANL	C,bit	AND complement of direct bit to carry	2	24
ORL	C,bit	OR direct bit to carry	2	24
ORL	C,bit	OR complement of direct bit to carry	2	24
MOV	C,bit	Move direct bit to carry	2	12
MOV	bit,C	Move carry to direct bit	2	24
JC	rel	Jump if carry is set	2	24
JNC	rel	Jump if carry not set	2	24

Table 7. 80C51 Instruction Set Summary (Continued)

MNEMONIC	DESCRIPTION	BYTE	OSCILLATOR PERIOD
BOOLEAN VARIABLE MANIPULATION (Constructs)			
J1	rel	2	24
J111	rel	2	24
J1C	bit,rel	3	24
PROGRAM BRANCHING			
ACALL	addr 11	2	24
LCALL	addr 16	3	24
RET		1	24
RLJ		1	24
AJMP	addr 11	2	24
LJMP	addr 16	3	24
SJMP	rel	2	24
JMP	QA,DPTR	1	24
JZ	rel	2	24
JNZ	rel	2	24
CJNE	A,direct,rel	3	24
CJNE	A,addr,rel	3	24
CJNE	Rn,addr,rel	3	24
CJNE	Cj,addr,rel	3	24
DJNZ	Rn,rel	2	24
DJNZ	direct,rel	3	24
NOOP		1	12

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

Single-chip 8-bit microcontroller with 10 bit A/D, capture compare timer, high speed outputs, PWM

DESCRIPTION

The 80C552/83C552/87C552 (hereafter generically referred to as 8XC552) Single Chip 8 Bit Microcontroller is manufactured in an advanced CMOS process and is a derivative of the 80C51 microcontroller family. The 8XC552 has the same instruction set as the 80C51. Three versions of the derivative exist:

- 83C552 — 8k bytes mask programmed ROM
- 80C552 — ROMless version of the 83C552
- 87C552 — 8k bytes EPROM

The 8XC552 contains a non-volatile 8k × 8 read only program memory (83C552) EPROM (87C552) a volatile 256 × 8 random access memory, five 8 bit I/O ports, one 8 bit square wave, two 16 bit timer/counters (one is built into the core of the 8XC552) and a 10-bit A/D converter.

The 8XC552 also has two capture and compare timers, a 15 source two priority level nested interrupt structure, an 8 input ADC, a dual DAC pulse width modulated interface, two serial interfaces (UART and I²C bus), a watchdog timer and on-chip oscillator and timing circuits. For systems that require extra capability, the 8XC552 can be expanded using standard TTL compatible memories and logic.

In addition, the 8XC552 has two software selectable modes of power reduction — idle mode and power down mode. The idle mode freezes the CPU while allowing the I/O bus, timer, square wave and square wave system to continue functioning. The power down mode resets the RAM contents but freezes the oscillator, causing all other chip functions to be unresponsive.

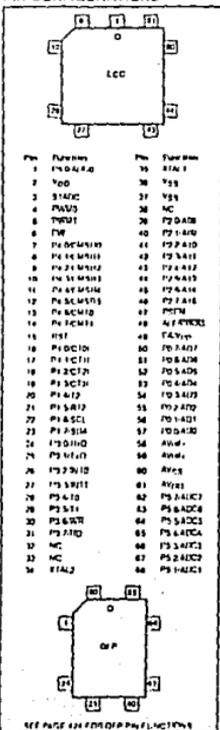
The device also functions as an arithmetic processor having 16 registers for both binary and BCD arithmetic plus bit handling capabilities. The instruction set consists of over 100 instructions, 49 one byte, 43 two byte and 17 three byte. With a 16MHz (2MHz) crystal, 50% of the available memory is used at 0.7µs (0.5µs) and 40% at 1.5µs (1µs). Memory and clocking are independent (10µs).



FEATURES

- 8XC552 random programming cost
- 8k × 8 ROM expandable externally to 64k bytes
- An additional 16 bit timer/counter coupled to four capture registers and two compare registers
- Two 16-bit 1M timer/counters
- 256 × 8 RAM, expandable externally to 64k bytes
- Capable of producing eight synchronized, timed outputs
- A 10 bit ADC with eight multiplexed analog inputs
- Two 8 bit resolution pulse width modulation outputs
- Five 8 bit I/O ports plus one 8 bit input port shared with analog inputs
- I²C bus general I/O port with byte oriented master and slave functions
- Full on-chip UART compatible with the standard 80C51
- On-chip watchdog timer
- Three speed ranges
 - 15MHz
 - 2MHz
 - 30kHz (in preparation)
- Extended temperature ranges
- 113 pins, 8-pin package

PIN CONFIGURATIONS



Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

PART NUMBER SELECTION

PHILIPS PART ORDER NUMBER PART MARKING		SIGNETICS PART ORDER NUMBER			TEMPERATURE °C	FREQ.
ROMless	ROM	ROMless	ROM	EPROM	AND PACKAGE	
PC80C552 5 16WP	PC80C552 5WP1xxx	50C552 1A68	583C552 1A68	S87C552 4A68	0 to +70, plastic PLCC	16MHz
				S87C552 4K68	0 to +70, ceramic CLCC with window	16MHz
PC80C552 5 16H	PC80C552 5H1xxx	50C552 1B	583C552 1B	S87C552 4B	0 to +70, plastic QFP	16MHz
PCF80C552 5 16WP	PCF80C552 5WP1xxx	50C552 2A68	583C552 2A68	S87C552 5A68	-40 to +85, plastic PLCC	16MHz
				S87C552 5K68	-40 to +85, ceramic CLCC with window	16MHz
PCF80C552 5 16H	PCF80C552 5H1xxx	50C552 2B	583C552 2B	S87C552 5B	-40 to +85, plastic QFP	16MHz
PCA80C552 5 16WP	PCA80C552 5WP1xxx	50C552 6A68	583C552 6A68		-40 to +125, plastic PLCC	16MHz
PCA80C552 5 16H	PCA80C552 5H1xxx	50C552 6B	583C552 6B		-40 to +125, plastic QFP	16MHz
PCD80C552 5 24WP	PCD80C552 5WP1xxx	50C552 AA68	583C552 AA68		0 to +70, plastic PLCC	24MHz
PCD80C552 5 24H	PCD80C552 5H1xxx	50C552 AB	583C552 AB		0 to +70, plastic QFP	24MHz
PCF80C552 5 24WP	PCF80C552 5WP1xxx	50C552 BA68	583C552 BA68		40 to +85, plastic PLCC	24MHz
PCF80C552 5 24H	PCF80C552 5H1xxx	50C552 BB	583C552 BB		-40 to +85, plastic QFP	24MHz

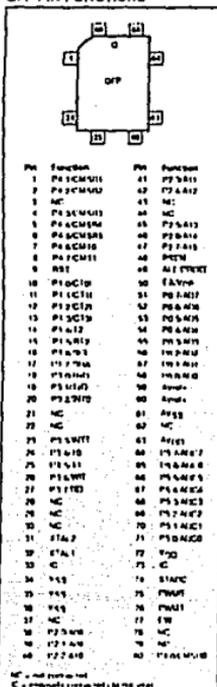
NOTE:

1 xxx denotes the ROM code number

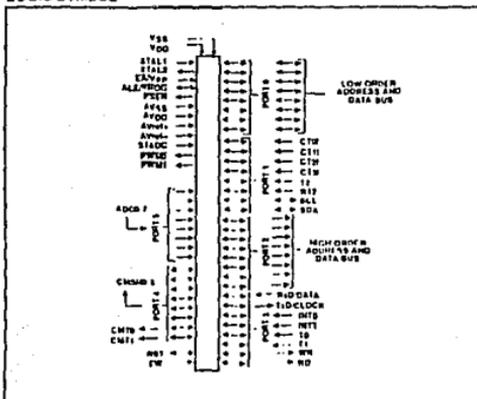
Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

OFF PIN FUNCTIONS



LOGIC SYMBOL



Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

PIN DESCRIPTION

MEMORIC	PIN NO.		TYPE	NAME AND FUNCTION
	PLCC	QFP		
V _{DD}	2	72	I	Digital Power Supply: +5V power supply pin during normal operation, V _{DD} and power-down mode
STADC	3	74	I	Starts ADC operation: Input starting analog to digital conversion (ADC operation can also be started by software)
PWM0	4	75	O	Pulse Width Modulation: Output 0
PWM1	5	76	O	Pulse Width Modulation: Output 1
EW	6	77	I	Enable Watchdog Timer: Enable for 13 watchdog timer and is active power down mode
P0.0-P0.7	57-50	56-51	IO	Port 0: Port 0 is an 8-bit open-drain (active-low) port. Port 0 pins can function as either bi-directional and can be configured as high-impedance inputs. Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external program and data memory. In the applications it uses strong internal pull-ups when emitting 1s. Port 0 is also used to input the code byte during programming and to output the code byte during verification.
P1.0-P1.7	16-23	10-17	IO	Port 1: 8-bit I/O port. Alternates between the bi-directional bus and can be configured as high-impedance inputs. Port 1 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external program and data memory. In the applications it uses strong internal pull-ups when emitting 1s. Port 1 is also used to input the code byte during programming and to output the code byte during verification.
	18-21	18-19	IO	Port 1: P1.0-P1.3: 4-bit timer/counter outputs
	22-23	18-17	IO	Port 1: P1.4, P1.5: 2 timer/counter outputs
	16-19	10-13	I	C1B1-C1B3 (P1.0-P1.3): Capacitive sensor input signals for timer T2
	20	14	I	T2 (P1.4): T2 output input
	21	15	I	RT2 (P1.5): T2 timer reset signal. Rising edge triggered
P2.0-P2.7	22	16	IO	SCL (P1.6): Serial port clock line I ² C bus
	23	17	IO	SDA (P1.7): Serial port data line I ² C bus
	39-46	36-42, 43-47	IO	Port 2: 8-bit open-drain, bi-directional I/O port. Alternates between bus and can be configured as high-impedance inputs for external memory (A0-A15). Port 2 is also used to output the upper nibble address during EPROM programming and verification. A0 is not P2.0. A1 is not P2.1. Strength A12 not P2.4.
P3.0-P3.7	24-31	18-20, 23-27	IO	Port 3: 8-bit open-drain, bi-directional I/O port. Alternates functions includes:
	24	18	IO	RD (P3.0): General output port
	25	19	IO	WR (P3.1): General output port
	26	20	IO	INT0 (P3.2): External interrupt
	27	23	IO	INT1 (P3.3): External interrupt
	28	24	IO	T0 (P3.4): Timer 0 external input
	29	25	IO	T1 (P3.5): Timer 1 external input
	30	26	IO	WDT (P3.6): External clock memory wash strobe
	31	27	IO	RD (P3.7): Flashing status memory read strobe
	P4.0-P4.7	7-14	61-12, 4-8	IO
7-12		60-12, 4-6	O	CM210, CM215 (P4.0-P4.5): Timer T2 compare and toggle outputs on a match with timer T2
13-14		7, 8	O	CM10, CM15 (P4.6, P4.7): Timer T2 compare and toggle outputs on a match with timer T2
P5.0-P5.7	68-62	71-64	I	Port 5: 8-bit input port. ADC0-ADC7 (P5.0-P5.7): Alternates between 8-bit input channels by ADC
RES	15	9	IO	Reset: Input to reset the 80C552. It also provides a control pulse to output when timer T3 overflows.
XTAL1	35	32	I	Crystal Input 1: Input to the switching amplifier that forms the oscillator, and input to the external clock generator. Receives the external clock signal when an external oscillator is used.
XTAL2	34	31	O	Crystal Input 2: Output of the switching amplifier that forms the oscillator. Left open circuit when an external clock is used.

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

PIN DESCRIPTION (Continued)

MNEMONIC	PIN NO.		TYPE	NAME AND FUNCTION
	P1CC	P1CP		
V _{SS}	36, 37	34, 36	1	Digital ground.
PSEN	47	48	0	Program Store Enable; Active low read strobe to external program memory.
ALE/PROG	48	49	0	Address Latch Enable; Latches the low byte of the address during accesses to external memory. It is activated every six oscillator periods. During an external data memory access, one ALE pulse is issued. ALE can drive up to eight LS TTL inputs and handles CMOS input without an external pull up. This pin is also the program pulse input (PROG) during EPROM programming.
EXV _{PP}	49	50	1	External Access: When EX is held at TTL level high, the CPU executes out of the internal program ROM provided the program counter is less than 8192. When EX is held at TTL low level, the CPU executes out of external program memory. EX is not allowed to float. This pin also receives the 12.75V programming supply voltage (V _{PP}) during EPROM programming.
AV _{REFL}	58	59	1	Analog to Digital Conversion Reference Resistor: Low end
AV _{REFH}	59	60	1	Analog to Digital Conversion Reference Resistor: High end
AV _{SS}	60	61	1	Analog Ground
AV _{DD}	61	63	1	Analog Power Supply

NOTE:

1 To avoid latch up effect at power on, the voltage on any pin at any time must not be higher or lower than V_{DD} + 0.5V or V_{SS} - 0.5V, respectively.

OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and XTAL2 are the input and output respectively, of an inverting amplifier. The pins can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in the logic symbol page 424.

To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven while XTAL2 is left unconnected. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, because the input to the internal clock circuitry is through a divider by two flip flop. However, minimum and maximum high and low times specified in the data sheet must be observed.

RESET

A reset is accomplished by holding the RST pin high for at least two machine cycles (24 oscillator periods) while the oscillator is running. To insure a good power on reset, the RST pin must be high long enough to allow the oscillator time to start up (normally a few microseconds) plus two machine cycles. At power on, the voltage on V_{DD} and RST must come up at the same time to prevent latch up.

IDLE MODE

In the idle mode, the CPU puts itself to sleep while all of the on-chip peripherals stay active. The instruction to invoke the idle mode is the last instruction executed in the normal operating mode, before the chip inputs is activated. The CPU contents, the on-chip RAM, and all of the special function registers

remain intact during this mode. The idle mode can be terminated either by any enabled interrupt (at which time the processor is picked up at the instruction address location and continues), or by a hardware reset which starts the processor in the same manner as a power on reset.

POWER-DOWN MODE

In the power down mode, the oscillator is stopped and the instruction to invoke power down is the last instruction executed. Only the contents of the on-chip RAM are preserved. A hardware reset is the only way to terminate the power-down mode. The control bits for the reduced power modes are in the special function register PCON. Table 1 shows the status of the I/O pins during low current operating modes.

Table 1. External Pin Status During Idle and Power-Down Modes

MODE	PROGRAM MEMORY	ALE	PSEN	PORT 0	PORT 1	PORT 2	PORT 3	PORT 4	PWM0/PWM1
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data	Data	High
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data	Data	High
Power down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data	Data	High
Power down	External	0	0	Float	Data	Data	Data	Data	High

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

Serial Control Register (SCON) - See Table 2

SCON	SM0	SM1	SM2	REN	TD0	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TD7
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bits TD0, TD1 and TD2 determine the serial clock frequency that is generated in the master mode of operation.

Table 2. Serial Clock Rates

CR2	CR1	CR0	BIT FREQUENCY (MHz) AT f _{osc}				f _{osc} DIVIDED BY
			8MHz	12MHz	16MHz	24MHz ¹	
0	0	0	23	47	62.5	94	256
0	0	1	27	54	71	107 ¹	224
0	1	0	31.25	62.5	83.3	125 ¹	192
1	1	1	37	75	100	141 ¹	168
1	0	0	6.25	12.5	17	25	960
1	0	1	50	100	133 ¹	200 ¹	120
1	1	0	100	200	267 ¹	400 ¹	60
1	1	1	0.25 × 62.5	0.5 × 62.5	0.67 × 56	0.98 × 50	96 × (256 - reload value Timer 1) Timer 1 in Mode 2

NOTE:

- These frequencies exceed the upper limit of 100kHz of the I²C bus specification and cannot be used in an I²C bus application.
- At f_{osc} = 24MHz the maximum I²C bus rate of 100kHz cannot be realized due to the high divider rates. For f_{osc} = 24MHz the maximum rate is limited to 84kHz.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS^{1, 2, 3}

PARAMETER	RATING	UNIT
Storage temperature range	65 to +150	°C
Voltage on EA, V _{DD} to V _{SS} (87C552 only)	-0.5 to +13	V
Voltage on any other pin to V _{SS}	-0.5 to +6.5	V
Input/output DC current on any single I/O pin	50	mA
Power dissipation (based on package heat transfer limitations, not device power consumption)	1.0	W

NOTES:

- Exceeds above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any conditions other than those described in the AC and DC Electrical Characteristics section of this specification is not implied.
- This product includes circuitry specifically designed for the protection of its internal devices from the damaging effects of excessive static charge discharges. It is suggested that conventional precautions for ESD to avoid applying greater stress to the rated systems.
- Parameters are valid over operating temperature range unless otherwise specified. All voltages are with respect to V_{SS} unless otherwise noted.

DEVICE SPECIFICATIONS

TYPE	SUPPLY VOLTAGE (V)		FREQUENCY (MHz)		TEMPERATURE RANGE (°C)
	MIN	MAX	MIN	MAX	
PC8830C552 5 16	4.0	5.0	1.2	16	0 to +70
P87C552 4	4.5	5.5	3.5	16	0 to +70
PCF83.0/C552 5 16	4.0	6.0	1.2	16	-40 to +85
P87C552 5	4.5	5.5	3.5	16	-40 to +85
PC8830C552 5 16	4.5	5.5	1.2	16	-40 to +125
PC8830C552 5 24	4.5	5.5	1.2	24	0 to +70
PCF83.0/C552 5 24	4.5	5.5	1.2	24	-40 to +85

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{DD}, AV_{DD} = 0V

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS		UNIT
			MIN	MAX	
I _{DD}	Supply current (operating)	See notes 1 and 2			
	PC80C552 5 16	f _{OSC} = 16MHz		45	mA
	PC83C552 5 16	f _{OSC} = 16MHz		45	mA
	PC87C552	f _{OSC} = 16MHz		40	mA
	PC80C552 5 24	f _{OSC} = 16MHz		35	mA
I _{DD}	Supply current (operating)	See notes 1 and 2			
	PC80C552 5 24	f _{OSC} = 24MHz		55	mA
	PC83C552 5 24	f _{OSC} = 24MHz		55	mA
	PC87C552	f _{OSC} = 24MHz		55	mA
	PC80C552 5 24	f _{OSC} = 24MHz		55	mA
I _{DD}	Idle mode	See notes 1 and 3			
	PC80C552 5 16	f _{OSC} = 16MHz		10	mA
	PC83C552 5 16	f _{OSC} = 16MHz		10	mA
	PC87C552	f _{OSC} = 16MHz		9	mA
	PC80C552 5 24	f _{OSC} = 16MHz		7	mA
I _{DD}	Power down current	See notes 1 and 4, 2V < V _{DD} < V _{DD} max			
	PC80C552			50	µA
	PC83C552			50	µA
	PC87C552			150	µA
	87C552			50	µA
Inputs					
V _{IL}	Input low voltage (except EA, P1.6, P1.7)		-0.5	0.2V _{DD} - 0.1	V
V _{OL}	Output low voltage (EA)		0.5	0.2V _{DD} - 0.3	V
V _{IL}	Input low voltage (P1.6, SCL, P1.7, SDA)		0.5	0.2V _{DD}	V
V _{IH}	Input high voltage (except XTA1, RST)		0.2V _{DD} - 0.9	V _{DD} + 0.5	V
V _{IH}	Input high voltage (XTA1, RST)		0.7V _{DD}	V _{DD} + 0.5	V
V _{IH}	Input high voltage (P1.6, SCL, P1.7, SDA)		0.7V _{DD}	6.0	V
I _I	Logical 0 input current (ports 1, 2, 3, 4 except P1.6, P1.7)	V _{DD} = 0.45V		-50	µA
I _I	Logical 1 to 0 transition current (ports 1, 2, 3, 4 except P1.6, P1.7)	See note 6		-650	µA
I _{IL}	Input leakage current (port EA, STADD, EW)	0.45V < V _{CC} < V _{CC}		10	µA
I _{IL}	Input leakage current (P1.6, SCL, P1.7, SDA)	0V < V _{CC} < 6V 0V < V _{DD} < 5.5V		10	µA
I _{IL}	Input leakage current (port 5)	0.45V < V _{CC} < V _{CC}		1	µA
Outputs					
V _{OH}	Output high voltage (ports 1, 2, 3, 4 except P1.6, P1.7)	I _O = 10mA		0.4V _{DD}	V
V _{OH}	Output high voltage (port 0, ALE, PSEN, PMAST, PMAST)	I _O = 10mA		0.4V _{DD}	V
V _{OL}	Output low voltage (P1.6, SCL, P1.7, SDA)	I _O = 30mA		0.4	V
V _O	Output high voltage (ports 1, 2, 3, 4 except P1.6, SCL, P1.7, SDA)	I _O = 10mA	2.4	V	
		I _O = 15mA	0.75V _{DD}	V	
		I _O = 30mA	0.5V _{DD}	V	
V _O	Output low voltage (port 0, ALE, PSEN, PMAST, PMAST)	I _O = 10mA	2.4	V	
		I _O = 15mA	0.75V _{DD}	V	
		I _O = 30mA	0.5V _{DD}	V	
V _{OH}	Output high voltage (port 5)	I _O = 10mA	6	V	
		I _O = 15mA	4.5	V	
		I _O = 30mA	3.0	V	

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS		UNIT
			MIN	MAX	
Outputs (Continued)					
R _{int}	Internal reset pull-down resistor		50	150	k Ω
C _{IO}	Pin capacitance	Test freq = 1MHz; T _{amb} = 25°C		10	pF
Analog Inputs					
AV _{DD}	Analog supply voltage PC88RC552 5-16 PCF88RC552 5-16 PCAB8C552 5-16 87C552 PC88RC552 5-24 PCF88RC552 5-24	AV _{DD} = V _{DD} ± 0.2V	4.0	6.0	V
		AV _{DD} = V _{DD} - 0.2V	4.0	6.0	V
		AV _{DD} = V _{DD} ± 0.2V	4.5	5.5	V
		AV _{DD} = V _{DD} ± 0.2V	4.5	5.5	V
		AV _{DD} = V _{DD} ± 0.2V	4.5	5.5	V
		AV _{DD} = V _{DD} ± 0.2V	4.5	5.5	V
AI _{DD}	Analog supply current operating (16MHz) Analog supply current operating (24MHz)	Port 5 - 0 to AV _{DD}		1.2	mA
		Port 5 - 0 to AV _{DD}		1.0	mA
AI ₀	Idle mode PC88RC552 5-16 PCF88RC552 5-16 PCAB8C552 5-16 87C552 PC88RC552 5-24 PCF88RC552 5-24			50	μ A
				100	μ A
				100	μ A
				50	μ A
				50	μ A
				50	μ A
AI _{PD}	Power down mode PC88RC552 PCF88RC552 PCAB8C552 87C552	2V - AV _{DD} \pm AV _{DD} max		50	μ A
				50	μ A
				100	μ A
				50	μ A
AV _{REF}	Analog input voltage		AV _{DD} - 0.2	AV _{DD} + 0.2	V
AV _{REF}	Reference voltage AV _{REF} AV _{REF} AV _{REF}		AV _{DD} - 0.2		V
				AV _{DD} + 0.2	V
					V
R _{INT}	Resistance between AV _{REF} and AV _{REF}		10	50	k Ω
C _{IA}	Analog input capacitance			15	pF
t _{sm}	Sampling time			80 μ s	μ s
t _{conv}	Conversion time (including sampling time)			50 μ s	μ s
DL _n	Differential non-linearity ^{10, 11, 12}			± 1	LSB
IL _n	Integral non-linearity ^{10, 12}			± 2	LSB
OFF _n	Offset error ^{10, 11}			± 2	LSB
C _n	Gain error ^{10, 11}			± 0.4	%
A _n	Absolute voltage error ^{10, 11}			± 3	LSB
M ₁₋₂	Channel to channel matching			± 1	LSB
C	Conversion between inputs of port 5 ¹¹	0, 1000011		± 0	LSB

NOTES: See Next Page

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS^{1,2}

SYMBOL	FIGURE	PARAMETER	12MHz CLOCK		16MHz CLOCK		VARIABLE CLOCK		UNIT
			MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
f_{osc}	2	Oscillator frequency ³					12	16	MHz
t_{ALE}	2	ALE pulse width	127		85		$2t_{CE1}-40$		ns
t_{AD}	2	Address valid to ALE low	28		8		$t_{CE1}-55$		ns
t_{AH}	2	Address hold after ALE low	48		28		$t_{CE1}-35$		ns
t_{EW}	2	ALE low to valid instruction in		234		150		$4t_{CE1}-100$	ns
t_{EPL}	2	ALE low to PSEN low	43		23		$t_{CE1}-40$		ns
t_{PSEN}	2	PSEN pulse width	205		143		$3t_{CE1}-45$		ns
t_{PWH}	2	PSEN low to valid instruction in		145		83		$3t_{CE1}-105$	ns
t_{EIP}	2	Input instruction hold after PSEN	0		0		0		ns
t_{EIP2}	2	Input instruction float after PSEN		53		38		$t_{CE1}-25$	ns
t_{EW2}	2	Address to valid instruction in		312		208		$5t_{CE1}-105$	ns
t_{EPL2}	2	PSEN low to address float		10		10		10	ns
Data Memory									
t_{AD}	3 & 4	Address valid to ALE low	43		23		$t_{CE1}-40$		ns
t_{RD}	3	RD pulse width	400		275		$6t_{CE1}-100$		ns
t_{WR}	4	WR pulse width	400		275		$6t_{CE1}-100$		ns
t_{DQ}	3	RD low to valid data in		252		148			ns
t_{DWH}	3	Data hold after RD	0		0		0		ns
t_{DQ2}	3	Data float after RD		97		55		$2t_{CE1}-20$	ns
t_{DQ3}	3	ALE low to valid data in		517		350		$8t_{CE1}-150$	ns
t_{DQ4}	3	Address to valid data in		585		398		$9t_{CE1}-165$	ns
t_{EPL}	3 & 4	ALE low to RD or WR low	200	200	138	208	$3t_{CE1}-50$	$2t_{CE1}-50$	ns
t_{EPL2}	3 & 4	Address valid to WR low or RD low	203		120		$4t_{CE1}-130$		ns
t_{DWH2}	4	Data valid to WR transition	23		3		$t_{CE1}-60$		ns
t_{DWH}	4	Data before WR	433		288		$2t_{CE1}-150$		ns
t_{DWH2}	4	Data float after WR	17		17		$t_{CE1}-50$		ns
t_{DQ5}	3	RD low to valid data in		0		0	0	0	ns
t_{DQ6}	3 & 4	RD or WR high to ALE high	43	223	23	103	$t_{CE1}-40$	$t_{CE1}-40$	ns
External Clock									
f_{clk}	5	High amp ⁴	20		20		20		ns
f_{clk}	5	Low amp ⁴	20		20		20		ns
t_{clk}	5	Rise time ⁴		20		20		20	ns
t_{clk}	5	Fall time ⁴		20		20		20	ns
Serial Timing - Shift Register Mode⁵ (Test Conditions: $T_{amb} = 0^{\circ}\text{C}$ to $+70^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = \text{GV}$, Load Capacitance = 80pF)									
t_{SU}	6	Serial port data setup time	10		0.75		$12t_{CE1}$		ns
t_{HOLD}	6	Output data setup to clock rising edge	70		432		$17t_{CE1}-133$		ns
t_{FALL}	6	Output data float after clock rising edge	50		8		$2t_{CE1}-147$		ns
t_{SETUP}	6	Input data setup to clock rising edge	0		0		0		ns
t_{HOLD}	6	Input data hold to clock rising edge		100		432		$10t_{CE1}-133$	ns

NOTES:

- Parameters are valid over operating temperature range unless otherwise specified.
- Load capacitance for port 0, ALE, and PSEN = 100pF; load capacitance for all other outputs = 80pF.
- 87C552: $t_{CE1} = 3.5$ to 16 MHz.
- These values are characterized but not 100% production tested.
- $f_{clk} = 15\text{MHz}$ = some oscillator clock period
 $t_{clk} = 83\text{ns}$ at $f_{clk} = 12\text{MHz}$
 $t_{clk} = 67\text{ns}$ at $f_{clk} = 16\text{MHz}$

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)^{1, 2}

SYMBOL	FIGURE	PARAMETER	24MHz CLOCK		VARIABLE CLOCK		UNIT
			MIN	MAX	MIN	MAX	
t _{PLV1}	2	On-chip memory recovery			12	24	nS
t _{PLV2}	2	ALE pulse width	43		24V _{CC} -40		nS
t _{VAL1}	2	Address valid to ALE low	17		V _{CC} -25		nS
t _{VAL2}	2	Address hold after ALE low	17		V _{CC} -25		nS
t _{VAL3}	2	ALE low to valid instruction in		102		40V _{CC} -65	nS
t _{VAL4}	2	ALE low to PSEN low	17		V _{CC} -25		nS
t _{PLW}	2	PSEN pulse width	80		30V _{CC} -45		nS
t _{PLV5}	2	PSEN low to valid instruction in		5		30V _{CC} -60	nS
t _{PLV6}	2	Input instruction hold after PSEN	0		0		nS
t _{PLV7}	2	Input instruction float after PSEN		17		V _{CC} -25	nS
t _{PLV8}	2	Address to valid instruction in		128		50V _{CC} -80	nS
t _{PLV9}	2	PSEN low to address float		10		10	nS
Data Memory							
t _{VAL10}	3, 4	Address valid to ALE low	17		V _{CC} -25		nS
t _{PLW10}	3	RD pulse width	150		60V _{CC} -100		nS
t _{PLW11}	4	WR pulse width	150		60V _{CC} -100		nS
t _{VAL12}	3	RD low to valid data in		118		50V _{CC} -90	nS
t _{VAL13}	3	Data hold after RD	0		0		nS
t _{VAL14}	3	Data float after RD		55		20V _{CC} -20	nS
t _{VAL15}	3	ALE low to valid data in	183			80V _{CC} -150	nS
t _{VAL16}	3	Address to valid data in		210		90V _{CC} -165	nS
t _{VAL17}	3, 4	ALE low to RD or WR low	75	175	30V _{CC} -50	30V _{CC} +50	nS
t _{VAL18}	3, 4	Address valid to WR low or RD low	92		40V _{CC} -75		nS
t _{VAL19}	4	Data valid to WR transition	12		V _{CC} -30		nS
t _{VAL20}	4	Data before WR	162		20V _{CC} -130		nS
t _{VAL21}	4	Data hold after WR	17		V _{CC} -25		nS
t _{VAL22}	3	RD low to address float		0		0	nS
t _{VAL23}	3, 4	RD or WR high to ALE high	17	67	V _{CC} -25	V _{CC} +25	nS
External Clock							
t _{PLV24}	5	High time ³	17		17		nS
t _{PLV25}	5	Low time ³	17		17		nS
t _{PLV26}	5	Rise time ³		70		20	nS
t _{PLV27}	5	Fall time ³		70		20	nS
Signal Timing - Shift Register Mode ⁴ (Load Capacitors: I _{OL} = 0 C to +70 C, V _{OH} = 0V (Load Capacitors = 80pF))							
t _{PLV28}	6	Serial port clock cycle time	0.5		17V _{CC}		nS
t _{PLV29}	6	Output data setup to clock rising edge ⁵	283		10V _{CC} -133		nS
t _{PLV30}	6	Output data hold after clock rising edge ⁵	23		20V _{CC} -60		nS
t _{PLV31}	6	Input data setup to clock rising edge ⁵	0		V _{CC} -25		nS
t _{PLV32}	6	Input data hold after clock rising edge ⁵		70		10V _{CC} -133	nS

NOTES:

- For operating this valid over operating temperature range with a given unit specified.
- Load capacitance for port 0. All input PPIFN = 100pF. Input capacitance for all other outputs = 80pF.
- These values are characterized but not 100% production tested.
- t_{PLV2} = t_{PLV2} = min of either low or period
t_{PLV3} = 41.7ns at V_{CC} = 24MHz

Single-chip 8-bit microcontroller

80C552/83C552/87C552

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

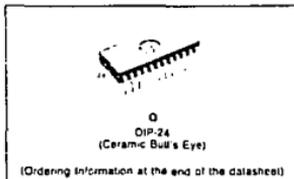
SYMBOL	PARAMETER	INPUT	OUTPUT
PC Interface (Refer to Figure 8)			
$t_{Q, STA}$	START condition hold time	$\geq 14 t_{C1, CL}$	$> 4.0 \mu s^1$
t_{low}	SCL low time	$\geq 16 t_{C1, CL}$	$> 4.7 \mu s^1$
$t_{s, SCL}$	SCL high time	$\geq 14 t_{C1, CL}$	$> 4.0 \mu s^1$
$t_{r, SCL}$	SCL rise time	$\leq 1 \mu s$	~ 2
$t_{f, SCL}$	SCL fall time	$\leq 0.3 \mu s$	$< 0.3 \mu s^2$
$t_{s, DAT1}$	Data set up time	$\geq 250 ns$	$> 20 t_{C1, CL} - t_{r, D}$
$t_{s, DAT2}$	SDA set up time (before rep. START cond.)	$\geq 250 ns$	$> 1 \mu s^1$
$t_{s, DAT3}$	SDA set up time (before STOP cond.)	$\geq 250 ns$	$> 8 t_{C1, CL}$
$t_{h, DAT}$	Data hold time	$\geq 0 ns$	$> 8 t_{C1, CL} - t_{r, C}$
$t_{s, STA}$	Repetitive START set up time	$\geq 14 t_{C1, CL}$	$> 4.7 \mu s^1$
$t_{s, STO}$	STOP condition set up time	$\geq 14 t_{C1, CL}$	$> 4.0 \mu s^1$
$t_{b, f}$	Bus free time	$\geq 14 t_{C1, CL}$	$> 4.7 \mu s^1$
$t_{s, SDA}$	SDA rise time	$\leq 1 \mu s$	~ 2
$t_{f, SDA}$	SDA fall time	$\leq 0.3 \mu s$	$< 0.3 \mu s^2$

NOTES:

- At 100 kb/s. At other bit rates this value is inversely proportional to the bit rate of 100 kb/s.
- Determined by the external bus line capacitance and the external bus and pull resistor. This must be $< 1 \mu s$.
- Spikes on the SDA and SCL lines with a duration of less than $3 t_{C1, CL}$ will be filtered out. Maximum capacitance on bus lines SDA and SCL = 400pF.
- $t_{C1, CL} = 1/f_{OSC}$ = one oscillator clock period at pin XTAL1. For 62ns (42ns) = $t_{C1, CL} < 25 ns$ (16MHz) (24MHz) $> t_{C1, CL} > 3.5 MHz$ the SIO1 interface meets the I²C bus specification for bit rates up to 100 kb/s.

32K BIT (4K x 8) CMOS UV ERASABLE PROM

- CMOS POWER CONSUMPTION: 26.25 mW
- MAX ACTIVE POWER, 0.53 mW MAX
- STANDBY POWER
- 4096 x 8 ORGANIZATION
- PIN COMPATIBLE TO M1ET2716, ETC2716, M2732A.
- ACCESS TIME DOWN TO 350 ns
- SINGLE 5V POWER SUPPLY
- STATIC - NO CLOCKS REQUIRED
- TTL COMPATIBLE I/Os DURING BOTH READ AND PROGRAM MODES
- THREE-STATE OUTPUT WITH OR-TIE CAPABILITY
- OPER TEMP 0 to +70°C, -40 to +85°C (V suffix)

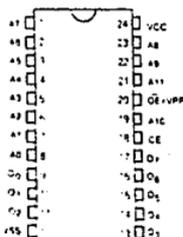

DESCRIPTION

The ETC2732 is a high speed 32K UV erasable and electrically reprogrammable CMOS EPROM, ideally suited for applications where fast turn-around, pattern experimentation and low power consumption are important requirements.

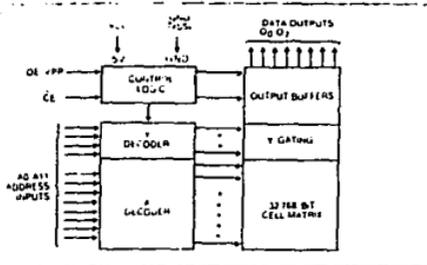
The ETC2732 is packaged in a 24-pin dual-in-line package with transparent lid. The transparent lid allows the user to expose the chip to ultraviolet light to erase the bit pattern. A new pattern can then be written into the device by following the programming procedure. This EPROM is fabricated with the reliable, high volume, time proven P² CMOS silicon gate technology.

PIN NAMES

A0-A7	ADDRESS INPUTS
D ₀ -D ₇	DATA OUTPUTS
CE	CHIP ENABLE
OE	OUTPUT ENABLE
V _{PP}	READ AND PROGRAM 5V
V _S	5V
V _{SS}	GROUND

PIN CONNECTIONS


BLOCK DIAGRAM



CONNECTION DURING READ OR PROGRAM

MODE	PIN NAME/NUMBER			OUTPUTS #—11, 13-17
	CE 18	OE/VPP 20	VCC 24	
A3	V _{ih}	V _{ih}	5V	O _{OUT}
4DOB	V _{ih}	Don't Care	5V	H-Z
PROGRAM	V _{ih}	7.5V	5V	D _{IN}
PROGRAM VERIFY	V _{ih}	V _{ih}	5V	O _{OUT}
PROGRAM INHIBIT	V _{ih}	7.5V	5V	H-Z

1. V_{ih} = 2.0V unless otherwise specified. 2. AOC standard.

SOLVE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
T _{min}	Temperature Under Bias V range	-10 to +80 -50 to +95	°C
T _{op}	Storage Temperature	65 to +125	°C
V _{pp}	V _{pp} Supply Voltage with Respect to V _{SS}	7.5V to +0.3	V
V _{ih}	Input Voltages with Respect to V _{SS} except V _{pp} Output Voltages with Respect to V _{pp}	5V to -0.3 V _{CC} + 0.3V to V _{SS} - 0.3V	V
P _D	Power Dissipation	1.0	W
	Lead Temperature (Soldering 10 seconds)	300	°C

1. Absolute Maximum Ratings are those above which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they do not mean to imply that the device should be operated at these values. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

READ OPERATION

DC CHARACTERISTICS T_A = 0°C to +70°C, V_{CC} = 5V ± 5%, V_{SS} = 0V. (Unless otherwise specified)¹⁾

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ. (1)	Max.	Units
I _{ih}	Input Current	V _{ih} = V _{CC} or GND	—	—	10	μA
I _{oh}	Output Leakage Current	V _{OH} = V _{CC} or V _{SS} , CE = V _{pp}	—	—	10	μA
V _{ih}	Input Low Voltage		-0.1	—	0.8	V
V _{ih1H}	Input High Voltage		2.0	—	V _{CC} + 1	V
V _{oh1L}	Output Low Voltage	I _{OL} = 2.1 mA	—	—	0.45	V
V _{oh1H}	Output High Voltage	I _{OH} = -400 μA	2.4	—	—	V
V _{oh2L}	Output Low Voltage	I _{OL} = 0.4	—	—	0.1	V
V _{oh2H}	Output High Voltage	I _{OH} = 0.4	—	—	—	V
I _{CC1}	V _{CC} Supply Current Active (TTL Levels)	CE = OE = V _{ih} Input = V _{ih} or V _{oh} Frequency 1MHz, IO = 0mA	—	2	10	mA
I _{CC2}	V _{CC} Supply Current Active (CMOS Levels)	CE = OE = V _{ih} (Note 4) Inputs = GND or V _{CC} Frequency 1MHz, IO = 0mA	—	1	5	mA
I _{CCS1}	V _{CC} Supply Current Standby	CE = V _{pp}	—	0.1	1	mA
I _{CCS2}	V _{CC} Supply Current Standby	CE = V _{CC}	—	0.01	0.1	mA

AC CHARACTERISTICS T_A = 0°C to C, V_{CC} = 5V ± 5%, V_{SS} = 0V. Unless otherwise specified¹⁾.

Symbol	Parameter	Test Conditions	ETC2732-3		ETC2732-3 (XV)		Unit
			Min.	Max.	Min.	Max.	
t _{ACC}	Address to Output Delay	CE/PGM = OE = V _{ih}	—	350	—	450	ns
t _{CE}	CE to Output Delay	OE = V _{ih}	—	350	—	450	ns
t _{OE}	Output Enable to Output Delay	CE/PGM = V _{ih}	—	150	—	150	ns
t _{PH} ¹⁾	OE or CE High to Output H-Z	CE/PGM = V _{ih}	0	130	0	130	ns
t _{OH}	Address to Output Hold	CE/PGM = OE = V _{ih}	0	—	0	—	ns

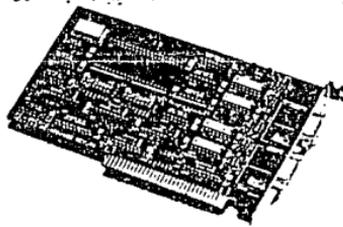
CAPACITANCE (T_A = +25°C, f = 1 MHz) (Note 2)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
C _{ih1}	Input Capacitance Except OE/VPP	V _{ih} = 0V	—	4	6	pF
C _{ih2}	OE/VPP Input Capacitance	V _{ih} = 5V	—	—	20	pF
C _{oh}	Output Capacitance	V _{OH} = 0V	—	8	12	pF

Notes:
 1. Typical conditions are for operation at T_A = 25°C, V_{CC} = V_{PP} = V_{CC} and V_{SS} = 0V.
 2. Capacitance is guaranteed by generic testing. T_A = 25°C, f = 1 MHz.
 3. The inputs (Address, OE, CE) may go above V_{CC} by one volt with no latch danger. Only the output (data inputs during programming) need be restricted to V_{CC} + 0.3V.
 4. The top capacitor level is determined as follows: Input to H-Z, the measured t_{PH1} (IO) = 0.10V; Low to H-Z, the measured t_{PH2} (IO) = 0.10V.
 5. I_{CC} is specified from OE or CE, whichever occurs first. This parameter is only sampled, not 100% tested.
 6. T_A = -40°C to +85°C for "V" ratings.

PCL-743/745

General-purpose and Isolated RS-422/RS-485 Interface Cards



PCL-743 General-purpose RS-422/RS-485 Interface Card



PCL-745 Isolated RS-422/RS-485 Interface Card

INTRODUCTION

The balanced differential drivers and receivers on these dual-port RS-422/485 interface cards make long-distance (up to 4000 ft/1.2 Km), high-speed (up to 56 Kbps) communication possible in noisy environments. The two ports can be configured for either 2-wire or 4-wire operation on 422 or 485 lines. When used for RS-422 communications and configured in DOS as COM1 or COM2, extra drivers are not needed for use with most RS-232 software.

The Opto-isolators on the PCL-745 add an extra measure of protection for your system. They provide 500 Volts of DC isolation to help prevent ground loops from forming.

APPLICATIONS

- Serial communication interface for harsh environments
- Long distance (up to 4000 feet) serial link for PC's and instruments
- Multi-drop communication networks
- Data-terminal link

FEATURES

- Two independent RS-422/RS-485 interfaces
- Minimum 500 V_{DC} isolation protection (PCL-745 only)
- Up to 4000 feet (1.2 Km) data transmission
- Speeds up to 56,000 bps

- Supports TX, RX, RTS, and CTS signals
- Supports 2-wire or 4-wire operations
- Reserved space for termination resistors
- Jumper-selectable RS-485 driver enable/disable options: Always-ON, RTS-controlled, or programmable
- Wait state insertion: 2, 4, or 6 wait states

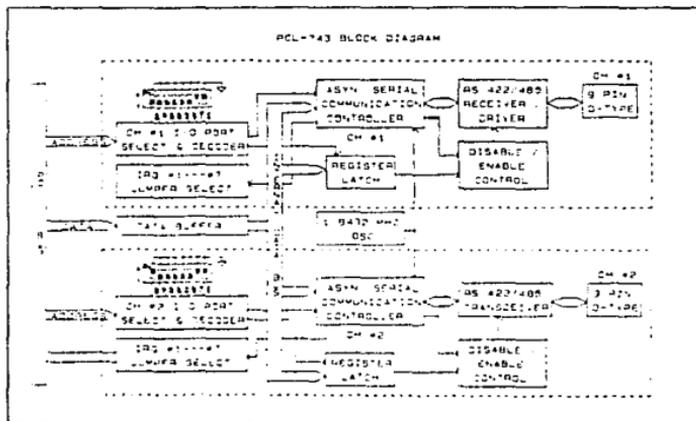
COMMON SPECIFICATIONS

- Speed: 50 to 56,000 bps
- Clock input: 1.8432 MHz
- Signal driver: SN75172
- Output voltage high: 3.7 V typical at 33 mA (source)
Output voltage low: 1.1 V typical at 33 mA (sink)
Output current high: 60 mA (source)
Output current low: 60 mA (sink)
- Signal receiver: SN75173
Differential input threshold: 0.2 V max
Hysteresis: 50 mV typical
Input resistance: > 12 K Ω w/o termination resistor
- Power consumption: -5 V, 400 mA typical, 950 mA maximum
- Connectors: Dual D9 shielded connectors
- Dimensions: 6.7" x 3.7" (171 mm x 95 mm)

PCL-745 SPECIFICATIONS

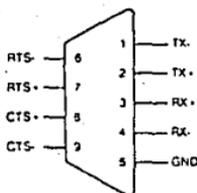
- Isolation: 500 V_{DC} minimum
- Opto-isolators: PC310 for TX and RX, 4N25 for RTS and CTS

PCL-743/745 Functional Diagram

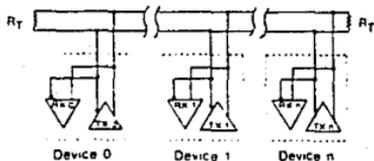


RS-422/485 Interface Card Block Diagram

PIN ASSIGNMENT



WIRING DIAGRAM (2-WIRE)



RS-485 PROGRAMMING EXAMPLE

```

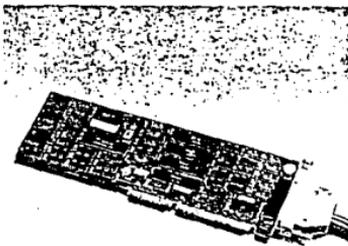
10  Configured as COM1 with the driver/receiver bit
    enabled
20  BASE% = &3F8
100 OPEN "COM1:9600,N,8,1,RS" AS #1
110 OUT BASE%+7,1 Enable driver
120 PRINT #1, DATA1$ Send data
    ...
200 OUT BASE%-7,2 Enable receiver
210 INPUT #1, DATA2$ Receive data
    ...
300 OUT BASE%-7,0 Disable driver
    
```

ORDERING INFORMATION

- PCL-743: General-purpose RS-422/485 Interface Card, user's manual
- PCL-745: Isolated RS-422/RS-485 Interface Card, user's manual
- PCL-802: PC-ComLIB Serial Communication Programming Library

PCL-744

8-port Intelligent Serial Interface Card



INTRODUCTION

The PCL-744 is an intelligent 8-port serial interface card designed for industrial applications where an AT 386/486 system needs to communicate with multiple devices or PLC's through RS-232 or RS-422 interfaces. One PLC-744 card provides eight full-duplex RS-232 or RS-422 ports. For RS-422 applications, the optional PCL-7442 8-port isolated RS-422 connection box must be used. Up to four PCL-744 cards may be used, for a total of 32 concurrent serial ports.

The PCL-744 is equipped with a V20 8 MHz CPU to handle system setup and interface operations. This on-board microprocessor relieves the PC's CPU of all data and I/O handling tasks. The dual-port RAM buffers hold transmitted and received data and prevent loss. In addition, the PCL-744 provides a complete set of modem control signals including RTS, CTS, DSR, DTR, and DCD.

Installation is straightforward. Its advanced design eliminates switch and jumper settings, making the PCL-744 ideal for industrial applications requiring low MTTR. Each card comes with a powerful and compact serial communication programming library (PC ComLUB). Most common languages are supported, including C, Pascal, assembly, C++, and BASIC. For specifics, see the LabCard Software Drivers section. The PC ComLUB software also includes DataScope, a data display program, and terminal analysis functions for easier troubleshooting and debugging.

FEATURES

- For 386 or 486 compatible systems with cache
- Trouble free installation - no switches or jumpers
- Complete RS-232 modem control signals
- Supports RS-422 with optional PCL-7442 box

APPLICATIONS

- Data acquisition and control with RS-232/RS-422 based devices
- PLC monitoring and control
- Instrument control, modem-server, database-access, POS, and distributed control systems
- Multi-user systems

SPECIFICATIONS

Board

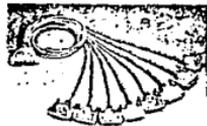
- Size: Full-size AT bus interface card
- CPU: V20 8 MHz, 8088 compatible
- Serial I/O devices: 2681A x 4
- DRAM: 4464 x 2 dual-port data buffer (mapped to only 8 KB of system memory)
- SRAM: 6116 x 1, for V20 internal use
- ROM BIOS: 27256, for V20 firmware
- BIOS IRQ: 10, 11, 12, 15 selects automatically in software
- Operating temperature: 0 to 50°C
- Weight: 3.7 lbs (1.7 Kg) with packaging and cables

RS-232 Interface

- Signals: TX, RX, RTS, CTS, DSR, DTR, GND, DCD
- Mode: Asynchronous full duplex
- Communication rate: 50 to 38,400 bps programmable
- Stop bits: 1 or 2
- Parity: even, odd, or none
- Data bits: 7 or 8

Connectors

- Board: one 62 pin D-type female connector
- Cable: one 1-to-8 meter 62-pin D-type male to eight 25-pin D-type male



PCL-744 Programming

PCL-7442 8-port Isolated
RS-422 Connection Box

Programming Library (PC-ComLIB)

- Optimized small-size resident (TSR) interrupt driver
- Supports standard COM ports
- Common programming languages including C, BASIC, PASCAL, Clipper and assembly
- Includes DataScope data viewer, terminal emulator, and self-diagnostic utilities for easy troubleshooting and debugging

Programming Example

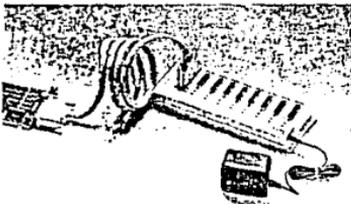
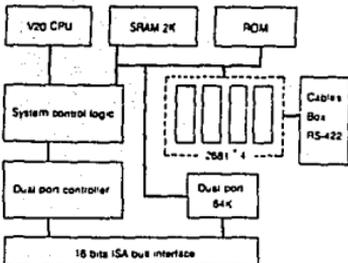
This code illustrates how the library functions can simplify your programming by reducing setup time and avoiding bugs. This C code uses a function from PC-ComLIB to read back data until a CR is encountered.

```
/* Execute the PC-ComLIB TSR driver first*/
#include <head.h>
```

```
int port = 2; /* port number */
int len = 100; /* buffer length */
int term = 13; /* terminator character */
int status;
```

```
status = 0;
while(status == 0)
status = sq_input(port,buf,len,term);
```

Block Diagram



FEATURES

- RS-422 output for industrial and instrumentation control
- 500 V_{DC} isolation protection
- Up to 4000 ft (1.2 Km) data transmission
- LED indicates data flow

SPECIFICATIONS

- Speed: 50 to 38,400 bps
- Isolation: 500 V_{DC} minimum
- Opto-isolator: MC H11L1
- Differential driver:
 - Output Voltage min: 2 V (w/ 100 Ω termination resistor)
 - Output Voltage max: 5 V (w/o termination resistor)
- Power consumption:
 - 5 V @ 1.5 A; +12 V @ 75 mA; -12 V @ 80 mA
- Power adapter: Input 110/220 V_{AC}; Output 12 V_{DC}

Pin Assignments on the male D25 connector

DB25 connector pin	Signal name
2	TxD+
13	TxD-
3	RxD+
23	RxD-
7	GND

NOTE: RTS, CTS, DTR and DSR signals are looped back.

ORDERING INFORMATION

- PCL-744: 8-port Intelligent Serial Interface Card, 8-to-1 cable, PC-ComLIB and user's manual
- PCL-7442: 8-port Isolated RS-422 Connection Box, 62-pin shielded cable, and external power adapter (specify 110 or 220 V_{AC})

Product Preview

**QUAD LINE DRIVERS WITH HAND ENABLED
 THREE-STATE OUTPUTS**

The Motorola SN75172/174 are monolithic quad differential line drivers with three-state outputs. They are designed specifically to meet the requirements of EIA-485, EIA-422A Standards and CCITT recommendations V.11 and X.27.

The device is optimized for balanced multipoint bus transmission at rates up to 4 megabits per second. Each driver features wide positive and negative common-mode output voltage ranges making it suitable for party-line applications in noisy environments.

The SN75172/174 provides positive and negative-current limiting and thermal shutdown for protection from line fault conditions on the transmission bus line. Shutdown occurs at a junction temperature of approximately 150°C. These devices offer optimum performance when used with the SN75173 or SN75175 quad/duple differential line receivers.

- Meets EIA-485 Standard for Party-Line Operation
- Meets EIA Standard EIA-422A and CCITT Recommendations V.11 and X.27
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Outputs
- Common Mode Output Voltage Range - 7.0 V to 12 V
- Active High and Active Low Enables
- Thermal Shutdown Protection
- Positive and Negative Current Limiting
- Operates from Single 5.0 Volt Supply
- Low Power Requirements
- Functionally Interchangeable With AM26LS31 (SN75172), MC3487 (SN75174)

**QUAD EIA-485 LINE DRIVERS
 WITH THREE-STATE OUTPUTS**

**SILICON MONOLITHIC
 INTEGRATED CIRCUIT**

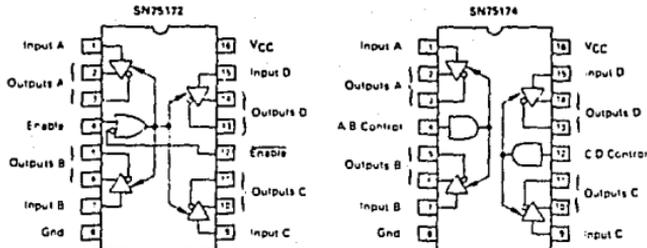


**J SUFFIX
 CERAMIC PACKAGE
 CASE 620**



**N SUFFIX
 PLASTIC PACKAGE
 CASE 648**

PIN CONNECTIONS



SN75172, SN75174

SN75172

TRUTH TABLE			
Input	Control Input (E/E)	NonInverting Output	Inverting Output
H	H/L	H	L
L	H/L	L	H
X	L/H	Z	Z

L = Low Logic State
 H = High Logic State
 X = Irrelevant
 Z = Third-State (High Impedance)

SN75174

TRUTH TABLE			
Input	Control Input	NonInverting Output	Inverting Output
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

L = Low Logic State
 H = High Logic State
 X = Irrelevant
 Z = Third-State (High Impedance)

SN75173
SN75175

QUAD EIA-485 LINE RECEIVERS

The Motorola SN75173, 175 are monolithic quad differential line receivers with three-state outputs. They are designed specifically to meet the requirements of EIA-485, EIA-422A/23A Standards and CCITT recommendations.

The devices are optimized for balanced multipoint bus transmission at rates up to 10 megabits per second. They also feature high input impedance, input hysteresis for increased noise immunity, and input sensitivity of ≈ 200 millivolts over a common mode input voltage range of ± 12 volts to 12 volts. The SN75173, 175 are designed for optimum performance when used with the SN75172 or SN75174 quad differential line drivers.

- Meets EIA Standards EIA 422A and EIA 423A, EIA 485
- Meets CCITT Recommendations V.10, V.11, X.26, and X.27
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Outputs
- Common-Mode Input Voltage Range ... - 12 V to 12 V
- Input Sensitivity ... ≈ 200 mV
- Input Hysteresis ... ≈ 50 mV Typ
- High Input Impedance ... 1 EIA 485 Unit Load
- Operates from Single 5.0 V Supply
- Low Power Requirements
- Plug-In Replacement for MC3486 (SN75175)
 AM26LS32 (SN75173)

QUAD EIA-485
LINE RECEIVERS WITH
THREE-STATE OUTPUTS

SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUITS



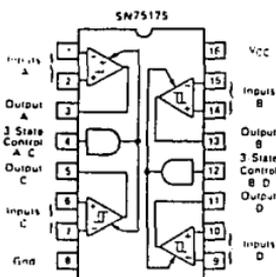
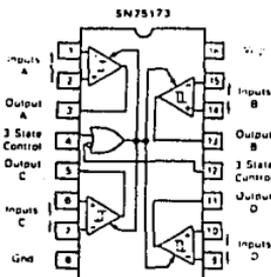
J SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 420

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751B
(ISO-16)



N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Temperature	Package
SN75173J	0 to +70°C	Ceramic DIP
SN75173N	0 to +70°C	Plastic DIP

ORDERING INFORMATION

Device	Temperature	Package
SN75175J	0 to +70°C	Ceramic DIP
SN75175N	0 to +70°C	Plastic DIP

SN75173, SN75175

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	7.0	Vdc
Input Common Mode Voltage	V _{ICM}	-25	Vdc
Input Differential Voltage	V _{ID}	±75	Vdc
Storage Temperature	T _{STG}	-150 to +150	°C
Operating Junction Temperature - Plastic Package	T _J	-175 to +150	°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	4.75 to 5.25	Vdc
Operating Ambient Temperature	T _A	0 to +70	°C
Input Common Mode Voltage Range	V _{ICM}	12 to +12	Vdc
Input Differential Voltage Range	V _{ID}	-12 to +12	Vdc

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Typical values are for T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V, and V_{ICM} = 0 V (Note 1).

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Differential Input Threshold Voltage (Note 2) (-12 V ≤ V _{ICM} ≤ 12 V, V _{ID} = 2.0 V) I _{ID} = 0.4 mA, V _{OH} = 2.7 V I _{ID} = 16 mA, V _{OL} = 0.5 V	V _{TH(D)}	—	—	0.2	V
Input Hysteresis	V _H = V _L	—	50	—	mV
Input Line Current (Differential Inputs) (Unmeasured Input at 0 V — Note 3) V _I = +12 V V _I = -7.0 V	I _I	—	—	±0.8	mA
Input Resistance (Note 4)	r _i	1 Unit Load	—	—	—
Input Balance and Output Level (Note 3) (-12 V ≤ V _{ICM} ≤ 12 V, V _{ID} = 2.0 V) I _{ID} = 0.4 mA, V _{OH} = 2.7 V I _{ID} = 8.0 mA, V _{OH} = 0.2 V I _{ID} = 16 mA, V _{OL} = -0.2 V	V _{OH} V _{OL} V _{OL}	2.7 — —	— — —	— 0.45 0.5	V
Input Voltage — High Logic State (Three State Control)	V _{IH}	2.0	—	—	V
Input Voltage — Low Logic State (Three State Control)	V _{IL}	—	—	0.8	V
Input Currents — High Logic State (Three State Control) V _{IH} = 2.7 V V _{IH} = 5.5 V	I _{IH}	—	—	±20 100	μA
Input Currents — Low Logic State (Three State Control) V _{IL} = 0.4 V	I _{IL}	—	—	-100	μA
Input Clamp Diode Voltage (Three State Control) I _{IK} = 18 mA	V _{IK}	—	—	-1.5	V
Output Three State Leakage Current V _{OH} = 3.0 V, V _{IL} = 0.8 V, V _O = 0.4 V V _{OH} = 3.0 V, V _{IL} = 0.8 V, V _O = 7.4 V	I _{OZ}	—	—	±20 20	μA
Output Short Circuit Current (Note 5) V _{OH} = 3.0 V, V _{IL} = 2.0 V, V _O = 0 V	I _{OS}	15	—	85	mA
Power Supply Current V _{IL} = 0 V (All Inputs Grounded)	I _{CC}	—	—	70	mA

NOTES

- All currents into device pins are shown as positive, out of device pins are negative. All voltages are listed as to ground unless otherwise noted.
- Differential input threshold voltage and guaranteed output levels are being simultaneously for worst case.
- Refer to EA-485 for exact conditions, input balance and guaranteed output levels are shown simultaneously for worst case.

- Input hysteresis should be derived from input line current specifications and is shown for reference only. See EA-485 and input line current specifications for more specific input resistance information.
- Only one output at a time should be shorted.

SWITCHING CHARACTERISTICS (Unless otherwise noted, $V_{CC} = 5.0\text{V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	SN75173			SN75175			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Propagation Delay Time — Differential Inputs to Output (Output High to Low)	t_{PHLD}	—	25	35	—	25	35	ns
	t_{PLHD}	—	25	35	—	25	35	
Propagation Delay Time — 3 State Control to Output (Output Low to Third State) (Output High to Third State) (Output Third State to High) (Output Third State to Low)	t_{PLZ}	—	20	40	—	16	35	ns
	t_{PHZ}	—	20	40	—	16	35	
	t_{PZH}	—	16	22	—	11	30	
	t_{PZL}	—	16	25	—	11	30	

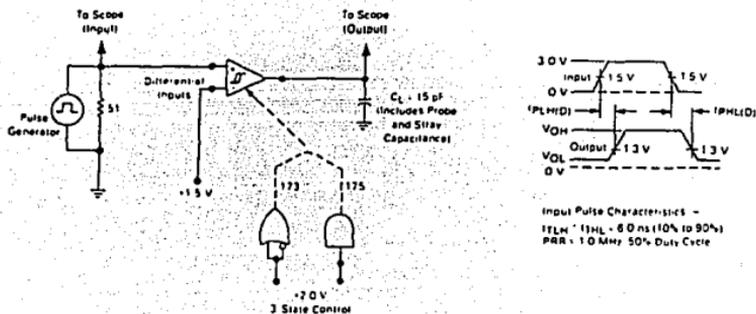
SN75173
FUNCTION TABLE (EACH RECEIVER)

Differential Inputs	3 State Control		Output Y
	4	12	Y
$V_{ID} > 0.2\text{V}$	H	X	H
	L	L	H
$-0.2\text{V} < V_{ID} < 0.2\text{V}$	H	X	Z
	X	L	Z
$V_{ID} < -0.2\text{V}$	H	X	L
	X	L	L
X	L	H	Z

SN75175
FUNCTION TABLE (EACH RECEIVER)

Differential Inputs	3 State Control		Output Y
	4	12	Y
$V_{ID} > 0.2\text{V}$	H	X	H
	L	L	H
$-0.2\text{V} < V_{ID} < 0.2\text{V}$	H	X	Z
	X	L	Z
$V_{ID} < -0.2\text{V}$	H	X	L
	X	L	L

H = high level
L = low level
X = irrelevant
Z = indeterminate
(high-impedance state)

SWITCHING TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS
FIGURE 1 — PROPAGATION DELAY, DIFFERENTIAL INPUT TO OUTPUT




LM108/LM208/LM308 Operational Amplifiers

General Description

The LM108 series are precision operational amplifiers having specifications a factor of ten better than FET amplifiers over a -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ temperature range.

The devices operate with supply voltages from 1.2V to 1.20V and have sufficient supply rejection to use unregulated supplies. Although the circuit is interchangeable with and uses the same compensation as the LM101A, an alternate compensation scheme can be used to make it particularly sensitive to precise inputs required to make inputs for precision applications immediately.

The low current error of the LM108 series makes possible many designs that are not practical with conventional amplifiers. In fact, it operates from 10 M Ω source resistances,

introducing less error than devices like the 709 with 10 k Ω sources. Integrators with drifts less than 500 $\mu\text{V}/\text{sec}$ and analog time delays in excess of one hour can be made using capacitors no larger than 1 μF .

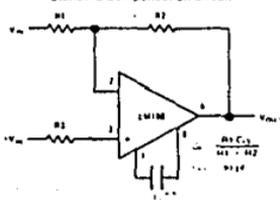
The LM108 is guaranteed from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$, the LM208 from -25°C to $+85^{\circ}\text{C}$, and the LM308 from 0°C to $+70^{\circ}\text{C}$.

Features

- Maximum input bias current of 3.0 nA over temperature
- Offset current less than 400 pA over temperature
- Supply current of only 300 μA , even in saturation
- Guaranteed drift characteristics

Compensation Circuits

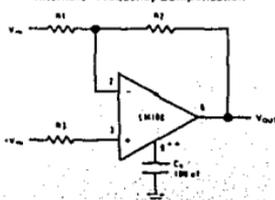
Standard Compensation Circuit



**Resistor R1 and capacitor C1 are proportional to $1/C$.

TL 101775A-1

Alternate Frequency Compensation

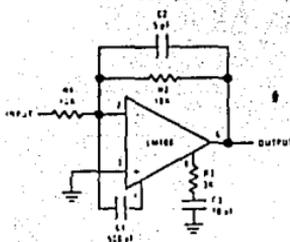


**Improves function of power supply noise by a factor of ten.

**Resistor R1 and capacitor C1 are proportional to $1/C$.

TL 101775A-2

Feedforward Compensation



TL 101775A-3

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.
(Note 5)

Supply Voltage	LM108/LM208 ±20V	LM308 ±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW
Differential Input Current (Note 2)	±10 mA	±10 mA
Input Voltage (Note 3)	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range (LM108) (LM208)	55°C to +125°C 25°C to +85°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range (Note 1) (Temperature (Substrate) 100°C max) EHT	0°C to +150°C	0°C to +150°C
JEDEC Package Lead Temp (Soldering (10 seconds))	260°C	260°C
Soldering Irons/Heat (Soldering (10 seconds))	300°C	300°C
Wave Soldering (Soldering (10 seconds))	240°C	
Surface Mount Package Vapor Phase (60 seconds)	215°C	
Lead Reflow (15 seconds)	250°C	
ESD Tolerance (Note 6)	2000V	

Electrical Characteristics (Note 4)

Parameter	Condition	LM108/LM208			LM308			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.7	2.0		2.0	7.5	mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.05	0.2		0.2	1	nA
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.8	2.0		1.5	7	nA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$	30	70		10	40		MΩ
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.3	0.6		0.3	0.8	mA
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, $V_{OUT} = \pm 10\text{V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$	50	300		25	300		V/mV
Input Offset Voltage				3.0			10	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage			3.0	15		6.0	30	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current				0.4			1.5	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current			0.5	2.5		2.0	10	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current				3.0			10	nA
Supply Current	$T_A = +125^\circ\text{C}$		0.15	0.4				mA
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 15\text{V}$, $V_{OUT} = \pm 10\text{V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$	25			15			V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 15\text{V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$	±1.3	±1.4		±1.3	±1.4		V

Electrical Characteristics (Note 4) (Continued)

Parameter	Condition	LM108/LM208			LM308			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Voltage Range	$V_S \pm 15V$	± 13.5			± 14			V
Common Mode Rejection Ratio		85	100		80	100		dB
Supply Voltage Rejection Ratio		80	86		80	96		dB

Note 1: The maximum gain is temperature independent for the LM108 and LM208, but for the LM308, the gain is a function of temperature. The gain is 100 for the LM108 and LM208 at 25°C, and for the LM308, the gain is 100 at 25°C. The thermal coefficient of the gain is the gain change (dB/°C) per 100°C temperature change.

Note 2: The inputs are stressed with test loads for overvoltage protection. Therefore, excessive current and flow of a differential input voltage in excess of 1V is stressed between the inputs unless some limiting resistance is used.

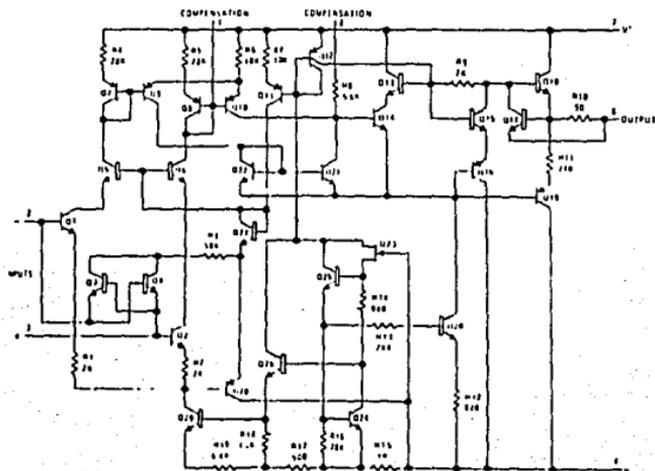
Note 3: For supply voltages less than $\pm 15V$, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 4: These specifications apply for $V_S = \pm 20V$ and $55^\circ C < T_A < 125^\circ C$, unless otherwise specified with the LM208. However, all temperature measurements are made at $25^\circ C < T_A < 85^\circ C$, and the error is ± 0.5 dB for the LM108 and ± 1 dB for the LM208 at $T_A = 100^\circ C$.

Note 5: Refer to the LM108 and LM208 data sheets for details.

Note 6: Common mode input ≤ 5 Vdc in square wave mode.

Schematic Diagram





LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HFI, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 10A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is isolated far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

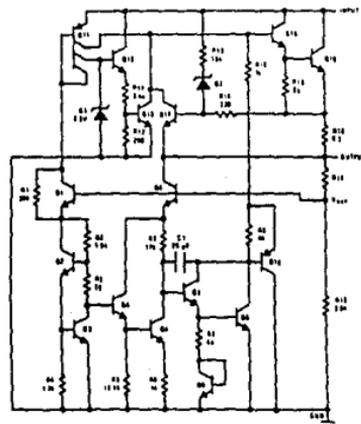
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum

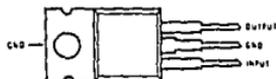


TUW/7748-2

Bottom View

Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



TUW/7748-2

Top View

Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage ($V_O = 5V, 12V$ and $15V$) 35V
 Internal Power Dissipation (Note 1) Internally Limited
 Operating Temperature Range (T_A) 0°C to +70°C

Maximum Junction Temperature
 (K Package) 150°C
 (T Package) 150°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec)
 TO-3 Package K 300°C
 TO-220 Package F 230°C

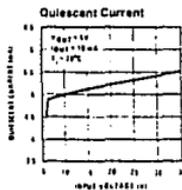
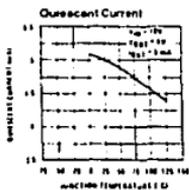
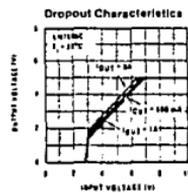
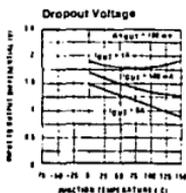
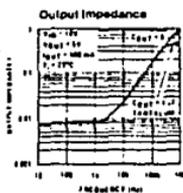
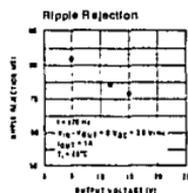
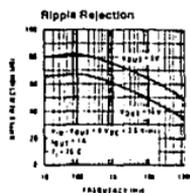
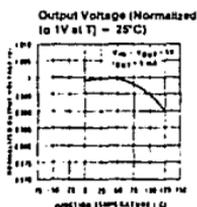
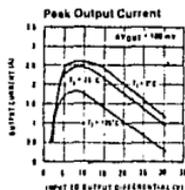
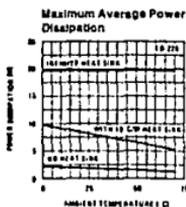
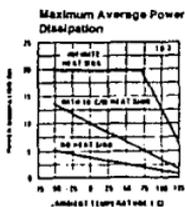
Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) 0°C ≤ T_J ≤ 125°C unless otherwise noted.

Output Voltage			5V		12V		15V		Units			
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V		18V		23V					
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max				
V _O	Output Voltage	T _J = 25°C, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A	4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.8	V
		P _D ≤ 15W, 5 mA ≤ I _O ≤ 1 A V _{MIN} ≤ V _{IN} ≤ V _{MAX}	4.75	5.25	11.4	12.6	14.25	15.75				V
ΔV _O	Line Regulation	I _O = 500 mA		3	50	4	120	4	150		mV	
		T _J = 25°C		3	50	4	120	4	150		mV	
		0°C ≤ T _J ≤ +125°C		3	50	4	120	4	150		mV	
		ΔV _{IN}	(8 ≤ V _{IN} ≤ 20)	(15 ≤ V _{IN} ≤ 27)	(18 ≤ V _{IN} ≤ 30)							
I _O ≤ 1 A	Line Regulation	T _J = 25°C		50	120				150		mV	
		ΔV _{IN}	(7.5 ≤ V _{IN} ≤ 20)	(14.8 ≤ V _{IN} ≤ 27)	(17.7 ≤ V _{IN} ≤ 30)							
		0°C ≤ T _J ≤ +125°C		50	120				150		mV	
		ΔV _{IN}	(8 ≤ V _{IN} ≤ 20)	(15 ≤ V _{IN} ≤ 27)	(18 ≤ V _{IN} ≤ 30)							
ΔV _O	Load Regulation	T _J = 25°C		10	50	12	120	12	150		mV	
		5 mA ≤ I _O ≤ 1 A, 0°C ≤ T _J ≤ +125°C		10	50	12	120	12	150		mV	
I _O	Quiescent Current	I _O = 1 A		8	8	8	8	8	8		mA	
		0°C ≤ T _J ≤ +125°C		8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5		mA	
ΔI _O	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I _O ≤ 1 A		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		mA	
		T _J = 25°C, I _O = 1 A		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		mA	
		V _{MIN} ≤ V _{IN} ≤ V _{MAX}	(7.5 ≤ V _{IN} ≤ 20)	(14.8 ≤ V _{IN} ≤ 27)	(17.7 ≤ V _{IN} ≤ 30)							
		I _O = 500 mA, 0°C ≤ T _J ≤ +125°C		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		mA	
r _{IN}	Output Noise Voltage	T _J = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz		40	75		90				mV	
		V _{MIN} ≤ V _{IN} ≤ V _{MAX}	(8 ≤ V _{IN} ≤ 20)	(15 ≤ V _{IN} ≤ 27)	(18 ≤ V _{IN} ≤ 30)							
ΔV _{OUT}	Ripple Rejection	I _O = 1 A, T _J = 25°C or I _O = 500 mA	62	30	55	72	54	70	38		dB	
		0°C ≤ T _J ≤ +125°C	62	30	55	72	54	70	38		dB	
R ₂	Dropout Voltage	T _J = 25°C, I _{OUT} = 1 A		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0			V	
		f = 1 kHz		8	18	19					mV	
		T _J = 25°C		2.1	1.5	1.2					A	
		Peak Output Current		2.4	2.4	2.4					A	
		Average TC of V _{OUT}	0°C ≤ T _J ≤ +125°C, I _O = 5 mA		0.8	1.5	1.8				mV/°C	
r _{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	T _J = 25°C, I _O = 1 A		7.5	14.8		17.7				V	

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K) is typically 4°C/W in junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (F) is typically 4°C/W in junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with 100 μA load across the output of 0.22 μF and a capacitive load on the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection are measured using pulse techniques (t_{ON} = 10 ms, duty cycle = 5%). Output voltage changes due to changes in input temperature must be taken into account separately.

Typical Performance Characteristics



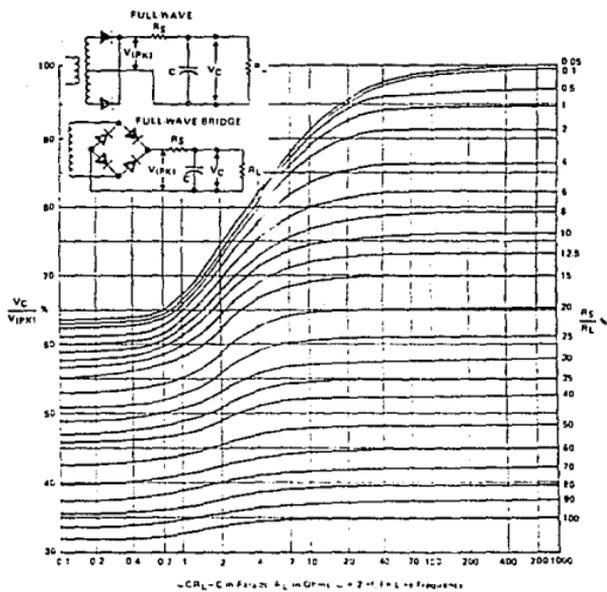


Figure 7.5. Relation of Applied Alternating Peak Voltage to Direct Output Voltage in Full-Wave Capacitor-Input Circuits (From O. H. Schack: Proc. IRE, Vol. 31, p. 344, 1943)

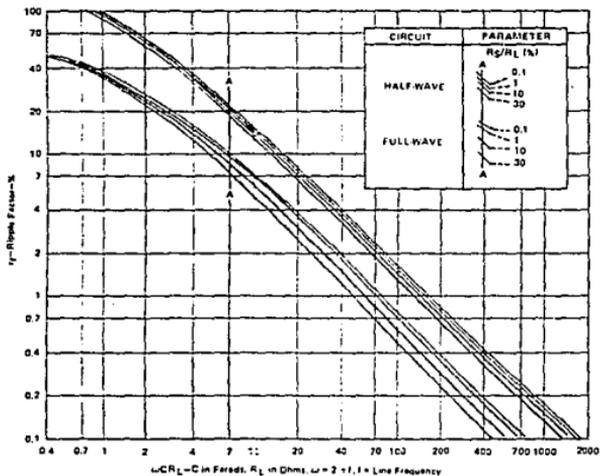


Figure 7.7. Root-Mean-Square Ripple Voltage for Capacitor-Input Circuits
 (From O. H. Schae. Proc. IRE, Vol. 31, p. 346, 1943)

APENDICE B

CODIFICACION

DE LOS PROGRAMAS

DE LOS MODULOS AUTONOMOS

Y DEL MODULO CENTRAL

```

/*****
* COMUNICA.C
*
* PROGRAMA PARA COMUNICACION VIA PUERTO SERIE (COM1) ENTRE
* LA PC Y EL SISTEMA DE CONTROL.
*
*****/

/*****APERTURA DE LIBRERIAS*****/

#include <stdio.h>
#include <bios.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>

/***** DECLARACION DE CONSTANTES *****/

#define DATA_READY 0x100
#define TIMED_OUT 0x8000
#define SETTINGS ( 0xA0| 0x03| 0x00| 0x00)
#define CONT1 7
#define CONT2 6

/***** DECLARACION DE FUNCIONES *****/

int ventana(int izq,int arr,int der,int abajo);
void envia (char[]);
int alarmas (int out);
int tiempo (void);
int despliega_hora(void);
int reloj (void);

/***** INICIO DEL PROGRAMA *****/

int main()
{
int in,status,hora,out;
FILE *s1,*s2;
char recib1,recibe2;
int i,j;
char dato;
FILE *archivo;
char chi;
clrscr();
textattr(WHITE|BLUE*16);
archivo= fopen("portada.dat","r");
clrscr();
while((chi=getc(archivo))!= '.')
{
printf("%c",chi);
}
fclose(archivo);
bioscom(0,SETTINGS,0); /*Configura al puerto a 2400 bps,
8 bits, 1 start bit, sin paridad*/

```

```

inicio:
status= bioscom(3,0,0);
if (status & DATA_READY)
    {
    out = bioscom(2,0,0) & 0xFF;
    alarmas(out);
    }
else if (kbhit())
    {
    window(72,20,73,21);
    if ((in=getche()) == ('s' || 'S'))
        {
        }
    }

/***** RECEPCION DE DATOS DE LA ESTACION 1 *****/
while ( bioscom(1, '\x01', 0) & TIMED_OUT){
    bioscom(1, '\x01', 0);
    }
/* Envía clave de datos
de la estación 1*/
i=0;
s1= fopen("entrada.dat", "wb+");
while (i <= CONT1)
    {
    status= bioscom(3,0,0);
    /* Verifica estado del puerto */
    if (status & DATA_READY)
        {
        recibel= bioscom(2,0,0) & 0xFF;
        putc(recibel, s1);
        i++;
        }
    }
fclose(s1);

/***** RECEPCION DE DATOS DE LA ESTACION 2 *****/
while ( bioscom(1, '\x02', 0) & TIMED_OUT) {
    bioscom(1, '\x02', 0);
    /* Envía clave de datos de la estación 2 */
    }
i=0;
s2= fopen ("entrada2.dat", "wb+");
while (i <= CONT2)
    {
    status= bioscom(3,0,0);
    if (status & DATA_READY)
        {
        recibe2 = (bioscom(2,0,0) & 0xFF);
        putc(recibe2, s2);
        i++;
        }
    }
fclose(s2);
despliega_hora();

```

```
/****** DESPLIEGA DATOS DE LA ESTACION 1 *****/
```

```
j=0;
s1=fopen("entrada1.dat","rb");
while(j == CONT1)
{
    window(15,10,17,11);
    dato=getc(s1); /* Apertura temperatura */
    cprintf("%d",dato);
    window(15,11,17,12);

    dato=getc(s1); /* Apertura humo */
    cprintf("%d",dato);
    window(15,13,17,14); /* Apertura acceso */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    window(15,14,17,15); /* Apertura humedad */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    window(25,10,27,11); /* Distribución1 temperatura */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    window(25,11,27,12); /* Distribución1 humo */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    window(39,11,41,12); /* Atención humo */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    window(51,11,53,12); /* Administración humo */

    dato=getc(s1);
    cprintf("%d",dato);
    j=7;
}
fclose(s1);
```

```
/****** DESPLIEGA DATOS DE LA ESTACION 2 *****/
```

```
j=0;
s2 = fopen("entrada2.dat","rb");
while(j == CONT2)
{
    window(15,19,17,20); /* Archivo temperatura */

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(15,20,17,21); /* Archivo humo */
}
```

```

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(15,23,17,24);

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(25,22,27,23);

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(39,19,41,20);
    /* Distribución2 temperatura */
    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(39,20,41,20);
    /* Distribución2 humo */

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
    window(39,11,41,12);
    /* Atención humo */

    dato = getc(s2);
    cprintf("%d",dato);
}
fclose(s2);

}
else if ((in=getche()) == ('N' || 'n'))
    cprintf("%c",in);
else if ((in=getch()) == '\x1B')
    exit(0);
else
    ;
}

else
{
    hora= tiempo();
    if( hora== 1)
        while ( bioscom(1,'\x14',0) & TIMED_OUT){
            bioscom(1,'\x14',0); /* Envía clave DIA */
        }
    else if (hora==0)
        while ( bioscom(1,'\x15',0) & TIMED_OUT) {
            bioscom(1,'\x15',0); /* Envía clave NOCHE */
        }
    else
        ;
}
goto inicio;
}

```

```

/*****
***** SUBROUTINAS DEL PROGRAMA *****/
*****/

```

```

/*****SUBROUTINA DE ALARMAS*****/

```

```

int alarmas(int out)
{
    switch (out) {
        case '\x1B': reloj();
            /*Envía clave de hora*/
            break;
        case '\x08': ventana(17,10,23,11);
            /*Apertura temperatura*/
            break;
        case '\x04': ventana(17,11,23,12);
            /*Apertura humo*/
            break;
        case '\x0B': ventana(17,12,23,13);
            /*Apertura presencia*/
            break;
        case '\x06': ventana(17,13,23,14);
            /*Apertura acceso*/
            break;
        case '\x09': ventana(17,14,23,15);
            /*Apertura humedad*/
            break;
        case '\x07': ventana(27,10,33,11);
            /*Distribución1 temp*/
            break;
        case '\x05': ventana(27,11,33,12);
            /*Distribución1 humo*/
            break;
        case '\x03': ventana(41,11,48,12);
            /*Atención humo*/
            break;
        case '\x10': ventana(17,19,23,20);
            /*Archivo temperatura*/
            break;
        case '\x0D': ventana(17,20,23,21);
            /*Archivo humo*/
            break;
        case '\x11': ventana(17,23,23,24);
            /*Archivo humedad*/
            break;
        case '\x12': ventana(27,21,33,22);
            /*Caja presencia*/
            break;
        case '\x0E': ventana(27,22,33,23);
            /*Caja acceso*/
            break;
        case '\x0F': ventana(41,19,47,20);
            /*Distribución2 temp*/

```

```

        break;
    case '\x0C': ventana(41,20,47,21);
        /*Distribución2 humo*/
        break;
    case '\x02': ventana(54,11,60,12);
        /*Administración humo*/
        break;
    default: ;
    }
    return;
}
/***** SUBROUTINA PARA ABRIR VENTANAS *****/
int ventana(int izq,int arr,int der, int abajo)
{
    window(izq, arr, der, abajo);
    textcolor(WHITE);
    textbackground(RED);
    cprintf("ALARMA");
    sound(1000);
    sleep(2);
    nosound();
    clrscr();
    return;
}
/***** SUBROUTINA DE LECTURA DE LA HORA *****/
int tiempo (void)
{
    struct time hora;
    int y,cambio;
    gettime(&hora);
    y= hora.ti_hour;
    if (y == 7)
        cambio=1;
    else if (y == 20)
        cambio=0;
    else
        cambio=2;
    return (cambio);
}

/***** SUBROUTINA QUE DESPLIEGA LA HORA *****/
int despliega_hora (void)
{
    struct time hora;
    int x,y,temporal;
    gettime(&hora);
    x= hora.ti_min;
    y= hora.ti_hour;
    window(66,5,71,6);
    cprintf("%2d:%2d",y,x);
    return;
}

```

```

/***** SUBROUTINA RELOJ *****/
int reloj (void)
{
    struct time hora;
    int y;
    gettime(&hora);
    y= hora.ti_hour;
    if (y < 7)
        while ( bioscom(1, '\x15', 0) & TIMED_OUT ){
            bioscom(1, '\x15', 0); /* Envía clave de NOCHE*/
        }
    else if (y == 7)
        while ( bioscom(1, '\x14', 0) & TIMED_OUT ){
            bioscom(1, '\x14', 0); /* Envía clave de DIA*/
        }
    else if (y < 20)
        while ( bioscom(1, '\x14', 0) & TIMED_OUT ){
            bioscom(1, '\x14', 0);
        }
    else if (y==20)
        while ( bioscom(1, '\x15', 0) & TIMED_OUT ){
            bioscom(1, '\x15', 0); /* Envía clave de NOCHE*/
        }
    else
        while ( bioscom(1, '\x15', 0) & TIMED_OUT ){
            bioscom(1, '\x15', 0);
        }
    return;
}

```

```

;
; ***** PROGRAMA DE ESTACION 1 *****
;
IENO      : EQU 0A8H
IPO       : EQU 0B8H
ADCON    : EQU 0C5H
P4       : EQU 0C0H
P5       : EQU 0C4H
ORG 00H
          AJMP INICIO
ORG 23H
          AJMP RECEP      ; salto a rutina de
                          ; interrupción de puerto serie
ORG 80H
; *** RUTINA DE INICIALIZACION ***
INICIO:   MOV IENO,#90H   ; habilita interrupción de UART
          MOV IPO,#10H   ; prioridad de interrupción del
                          ; UART
          MOV TMOD,#21H  ; activación de T1, para vel. de
                          ; bauds y timer 0 para rutina
                          ; de acceso
          MOV SCON,#50H  ; selección del modo del puerto
                          ; serie
          MOV TH1,#0EFH  ; se fija velocidad en bauds
;
; ***** RUTINA PRINCIPAL *****
;
PROCESO:  MOV A,25H      ; lectura de clave de horario
          CJNE A,#14H,UNO ; comparación de clave para
          AJMP DIA      ; ejecutar rutina de día
UNO:     CJNE A,#015H,DOS ; o de noche
          AJMP NOCHE
DOS:     CLR TI         ; pide a PC la
          MOV SBUF,#1BH ; clave de día o de noche
          JNB TI,$      ; si no la tiene
          CLR SBUF
          CLR TI
          AJMP DIA
;
; *** Rutina de día ***
;
DIA:     ACALL LUZ10    ; llamada a sensores
          ACALL LUZ1    ; activados en el día
          ACALL LUZ2
          ACALL LUZ3
          ACALL LUZ4
          ACALL HUMO2
          ACALL HUMO3
          ACALL HUMO4
          ACALL HUMO11
          ACALL ACCE6
          ACALL TEMP7
          ACALL TEMP8
          ACALL PRES6
          ACALL HUM9

```

```

ACALL ALHUMO2      ; llamadas a alarmas de día
ACALL ALHUMO3
ACALL ALHUMO4
ACALL ALHUMO11
ACALL ALTEMP
ACALL ALHUM9
ACALL ALACCE60
AJMP PROCESO

;
;   *** Rutina de noche ***
;
NOCHE:             ACALL APAGA      ; llamada a sensores
                  ACALL LUZ4      ; activados en la noche
                  ACALL HUMO2
                  ACALL HUMO3
                  ACALL HUMO4
                  ACALL PRES5
                  ACALL PRES6
                  ACALL ACCE6
                  ACALL TEMP7
                  ACALL TEMP8
                  ACALL HUMO11

;
                  ACALL ALHUMO2    ; llamadas a alarmas de noche
                  ACALL ALHUMO3
                  ACALL ALHUMO4
                  ACALL ALPRESS5
                  ACALL ALACCE6
                  ACALL ALTEMP
                  ACALL ALHUMO11
                  AJMP PROCESO

;
;   *** SUBROUTINAS DE ALARMAS ***
;
ALHUMO3:          MOV C,03H      ; lee el valor del sensor de humo,
                  JNC LABEL1    ; si está activado manda la
                  SETB 50H      ; alarma a la PC y activa la alarma
                  MOV 02FH,#03H ; sonora de la oficina
ALHU3:            ACALL ENVIO
                  AJMP LAB3
LABEL1:           CLR 50H        ; si no está activado el sensor
                  AJMP LAB3      ; apaga la alarma
ALHUMO4:          MOV C,04H
                  JNC LABEL2
                  SETB 51H
                  MOV 02FH,#04H
                  AJMP ALHU3
LABEL2:           CLR 51H
                  AJMP LAB3
ALHUMO2:          MOV C,02H
                  JNC OTRA
                  SETB 57H
                  MOV 02FH,#02H
                  AJMP ALHU3

```

```

ACALL ALHUMO3 ; llamadas a alarmas de día
ACALL ALHUMO4
ACALL ALTEMP
ACALL ALHUM10
ACALL ALACCE7
AJMP PROCESO

;
; *** Rutina de noche ***
;
NOCHE: ACALL APAGA
ACALL HUMO3 ; llamada a sensores activados
ACALL HUMO4 ; en la noche
ACALL PRESS
ACALL ACCE7
ACALL TEMP8
ACALL TEMP9

;
ACALL ALHUMO3 ; llamadas a alarmas de noche
ACALL ALHUMO4
ACALL ALPRES5
ACALL ALACCE7
ACALL ALTEMP
AJMP PROCESO

;
; *** SUBROUTINAS DE ALARMAS ***
;
ALHUMO3: MOV C,03H ; lee el valor del sensor de humo
JNC LABEL1 ; si está activado manda la
SETB 50H ; alarma a la PC y activa la
MOV 02FH,#0CH ; alarma sonora de la oficina

ALHU3: ACALL ENVIO
AJMP LA3

LABEL1: CLR 50H ; si no está activado el sensor
AJMP LAB3 ; apaga la alarma

;
ALHUMO4: MOV C,04H
JNC LABEL2
SETB 51H
MOV 02FH,#0DH
AJMP ALHU3

LABEL2: CLR 51H
LAB3: MOV A,2AH
JNZ LA3
CLR P4.7
RET

LA3: SETB P4.7
RET

;
ALTEMP: MOV R0,#22H ; lee el registro donde se almacena
MOV R1,#0FH ; el valor de los sensores de
ALTE: MOV A,#032H ; temperatura si supera los 50
MOV B,#R0 ; grados manda la alarma a la PC
DIV AB
JNZ LABEL3

```

```

OTRA:          CLR 57H
              AJMP LAB3
;
ALHUM011:     MOV C,05H
              JNC LABEL3
              SETB 52H
              MOV 02FH,#05H
              AJMP ALHUJ3
LABEL3:       CLR 52H
LAB3:         MOV A,2AH
              JNZ LA3
              CLR P1.6
              RET
LA3:          SETB P1.6
              RET
;
ALTEMP:       MOV R0,#22H ; lee el registro donde se almacena
              MOV R1,#07H ; el valor de los sensor de
ALTE:         MOV A,#032H ; temperatura si supera los 50 grados
              MOV B,@R0 ; manda la alarma a la PC
              DIV AB
              JNZ LABEL4
              MOV 02FH,R1
              ACALL ENVIO
LABEL4:       INC R0
              INC R1
              CJNE R1,#09H,ALTE
              RET
;
ALHUM9:       MOV A,#05AH ; lee el registro donde se almacena
              MOV B,24H ; el valor del sensor de humedad
              DIV AB ; y lo compara con 90% de RH
              JNZ LABEL6 ; si supera este valor manda la
ALTE:         MOV 02FH,#09H ; alarma a la PC
              ACALL ENVIO
LABEL6:       RET
;
ALPRESS:     MOV C,07H ; lee el registro donde se almacena
              JNC LABEL7 ; el valor del sensor de presencia
              SETB 53H ; si está activado manda la
ALTE:         MOV 02FH,#0BH ; alarma a la PC y activa la alarma
              ACALL ENVIO ; sonora de la oficina postal
              AJMP LA3
LABEL7:       CLR 53H ; si no está activado apaga la
              AJMP LAB3 ; alarma de la oficina
;
ALACCE6:     MOV A,21H ; lee el registro donde se almacena
ALTE3:       JZ LABEL8 ; el número de personas que se
              SETB 54H ; encuentran en el área fuera del
              MOV 02FH,#06H ; horario de oficina si es
              ACALL ENVIO ; diferente de 0 manda la alarma
ALTE:         AJMP LA3 ; a la PC y activa la alarma sonora
LABEL8:       CLR 54H
              AJMP LAB3

```

```

ALACCE60:    MOV A,21H      ; lee el registro donde se
              CJNE A,#03H,ALET1; almacena el número de personas
              AJMP LABEL8   ; en el horario de oficina
ALET1:      CJNE A,#02H,ALET2; mandando la alarma a la PC y
              AJMP LABEL8   ; activando la alarma sonora
ALET2:      CJNE A,#01H,ALET3; si el número es mayor al
              AJMP LABEL8   ; permitido;

```

```

;          ***** SUBROUTINAS DE LOS SENSORES *****
;

```

```

APAGA:      ACALL APA1 ; apaga las lámparas fuera del horario
              ACALL APA2 ; de oficina
              ACALL APA3
              ACALL APA10
              RET

```

```

LUZ1:      MOV R0,#0CH ; lectura del sensor de luz
              MOV R1,#27H
              ACALL LU10
              MOV A,27H   ; encendido de lámparas dependiendo
              MOV B,#14H ; del nivel de luz
              DIV AB

```

```

APA1:      JNZ LABEL9
              CLR P4.4
              CLR P4.5
              CLR P4.6
              CLR P4.7
              RET

```

```

LABEL9:    MOV A,27H
              MOV B,#28H
              DIV AB
              JNZ LABEL10
              CLR P4.5
              CLR P4.6
              CLR P4.7
              SETB P4.4
              RET

```

```

LABEL10:   MOV A,27H
              MOV B,#3CH
              DIV AB
              JNZ LABEL11
              CLR P4.6
              CLR P4.7
              SETB P4.4
              SETB P4.5
              RET

```

```

LABEL11:   MOV A,27H
              MOV B,#50H
              DIV AB
              JNZ LABEL12
              CLR P4.7
              SETB P4.4
              SETB P4.5
              SETB P4.6
              RET

```

```

LABEL12:      MOV A,27H
               MOV B,#64H
               DIV AB
               JNZ LABEL13
               SETB P4.4
               SETB P4.5
               SETB P4.6
               SETB P4.7
               RET
LABEL13:      MOV R0,#0DH
LUZ2:         MOV R1,#28H
               ACALL LUI0
               MOV A,28H
               MOV B,#14H
               DIV AB
               JNZ LABEL14
               CLR P4.0
               CLR P4.1
               RET
APA2:         MOV A,28H
               MOV B,#28H
               DIV AB
               JNZ LABEL15
               CLR P4.0
               SETB P4.1
               RET
LABEL14:      MOV A,28H
               MOV B,#28H
               DIV AB
               JNZ LABEL15
               CLR P4.0
               SETB P4.1
               RET
LABEL15:      MOV A,28H
               MOV B,#3CH
               DIV AB
               JNZ LABEL16
               CLR P4.0
               SETB P4.1
               RET
LABEL16:      MOV A,28H
               MOV B,#50H
               DIV AB
               JNZ LABEL17
               SETB P4.0
               SETB P4.1
               RET
LABEL17:      MOV A,28H
               MOV B,#64H
               JNZ LABEL18
               SETB P4.0
               SETB P4.1
               RET
LABEL18:      MOV R0,#0EH
LUZ3:         MOV R1,#29H
               ACALL LUI0
               MOV A,21H
               JNZ LABEL19
               CLR P3.2
               CLR P3.3
               RET

```

```

; Pregunta por el núm. personas
; si es igual a cero apaga
; las lámparas

```

```

LABEL19:      MOV A,29H
               MOV B,#14H
               DIV AB
               JNZ LABEL20
APA3:         CLR P3.2
               CLR P3.3
               RET
LABEL20:      MOV A,29H
               MOV B,#28H
               DIV AB
               JNZ LABEL21
               CLR P3.2
               SETB P3.3
               RET
LABEL21:      MOV A,29H
               MOV B,#3CH
               DIV AB
               JNZ LABEL22
               CLR P3.2
               SETB P3.3
               RET
LABEL22:      MOV A,29H
               MOV B,#50H
               DIV AB
               JNZ LABEL23
               SETB P3.2
               SETB P3.3
               RET
LABEL23:      MOV A,29H
               MOV B,#64H
               DIV AB
               JNZ LABEL24
               SETB P3.2
               SETB P3.3
               RET
LABEL24:      RET
LUZ4:         MOV R0,#0FH
               MOV R1,#2EH
               ACALL LU10
               MOV C,06H
               JC OTRA1
               CLR P3.6
               RET
OTRA2:        CLR P3.6
               RET
OTRA1:        MOV A,2EH
               MOV B,#14H
               DIV AB
               JZ OTRA2
               SETB P3.6
               RET
;
LUZ10:        MOV R0,#0BH
               MOV R1,#26H
               ACALL LU10
               AJMP LABE25
LU10:         MOV ADCON,RO

```

; rutina que realiza la

```

CICLO3:      JNB ADCON.4,CICLO3 ; conversión A/D y
              MOV A,ADCH ; la conversión de la cantidad
              MOV B,#05H ; entregada por el convertidor
              MUL AB ; en un valor que proporcione
              MOV B,#100H ; grados Centígrados, % de RH
              DIV AB ; o % de nivel de luz,
              MOV B,#14H ; dependiendo del sensor
              MUL AB
              MOV @R1,A
              RET
LABE25:      MOV A,26H
              MOV B,#14H
              DIV AB
              JNZ LABEL25
APA10:      CLR P4.2
              CLR P4.3
              RET
LABEL25:     MOV A,26H
              MOV B,#28H
              DIV AB
              JNZ LABEL26
              CLR P4.2
              SETB P4.3
              RET
LABEL26:     MOV A,26H
              MOV B,3CH
              DIV AB
              JNZ LABEL27
              CLR P4.2
              SETB P4.3
              RET
LABEL27:     MOV A,26H
              MOV B,#50H
              DIV AB
              JNZ LABEL28
              SETB P4.2
              SETB P4.3
              RET
LABEL28:     MOV A,26H
              MOV B,#64H
              DIV AB
              JNZ LABEL29
              SETB P4.2
              SETB P4.3
              RET
LABEL29:     RET
;
HUMO2:      MOV C,P3.7
              MOV 02H,C
              RET
;
HUMO3:      MOV C,P1.0 ; lectura y almacenamiento del
              MOV 03H,C ; valor del sensor de humo
              RET
;

```

```

HUM04:      MOV C,P1.1
            MOV 04H,C
            RET
;
HUM011:     MOV C,P1.2
            MOV 05H,C
            RET
;
ACCE6:      CLR C          ; conteo y almacenaminto del núm.
            JB P1.3,SEN1   ; de personas por medio de los
            JB P1.7,SEN2   ; sensores de acceso
            RET
SEN1:       MOV R0,#22H
            SETB TCON.4
LAZO1:      MOV C,P1.7
            JC LAZO2
            JNB TCON.5,LAZO1
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO1
            AJMP SUBR
LAZO2:      MOV C,P1.7
            JNC SUB3
            JNB TCON.5,LAZO2
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO2
            AJMP SUBR
SUB3:       INC 21H
            AJMP SUBR
SEN2:       MOV R0,#22H
            SETB TCON.4
LAZO3:      MOV C,P1.3
            JC LAZO4
            JNB TCON.5,LAZO3
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO3
            AJMP SUBR
LAZO4:      MOV C,P1.3
            JNC SUB5
            JNB TCON.5,LAZO4
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO4
            AJMP SUBR
SUB5:       DEC 21H
SUBR:       CLR TCON.4
            CLR TCON.5
            MOV TH0,#00H
            MOV TLO,#00H
            RET
;
TEMP7:      MOV R0,#08H   ; lectura del sensor
            MOV R1,#22H   ; de temperatura
            ACALL LU10
            MOV A,22H     ; Carga la temperatura del sensor
            MOV B,#019H   ; Carga temp. referencia = 25°C

```

```

DIV AB ; comparación de temp. del sensor
JNZ LABEL30 ; si es menor apaga ventilador y
APTE7: CLR P3.4 ; alarma
CLR 55H
AJMP LAB3
LABEL30: MOV A,22H ; Carga la temperatura del sensor
MOV B,#032H ; Carga temp=50'C
DIV AB ; comparación de temp. del sensor
JNZ LABEL31 ; si es menor checa la clave de
MOV A,25H ; horario si la clave es DIA
CJNE A,#14H,APTE7 ; se enciende el ventilador
SETB P3.4 ; y apaga alarma
CLR 55H ; si es mayor enciende alarma
AJMP LAB3 ; y apaga ventilador
LABEL31: CLR P3.4
SETB 55H
AJMP LA3
;
TEMP8: MOV R0,#09H
MOV R1,#23H
ACALL LU10
MOV A,23H
MOV B,#019H
DIV AB
JNZ LABEL32
ET3: CLR P3.5
CLR 56H
AJMP LAB3
LABEL32: MOV A,23H
MOV B,#032H
DIV AB
JNZ LABEL33
MOV A,21H
JNZ LABEL34
AJMP ET3
LABEL33: CLR P3.5
SETB 56H
AJMP LA3
LABEL34: SETB P3.5
CLR 56H
AJMP LAB3
;
HUM9: MOV R0,#0AH ; lectura de sensor de humedad
MOV R1,#24H
ACALL LU10
RET
;
PRES5: MOV C,P1.4 ; lectura de sensor de presencia
MOV 07H,C
RET
;
PRES6: MOV C,P1.5
MOV 06H,C
RET
;

```

; ***** ENVIO DE ALARMAS *****

```
;
ENVIO:      CLR TI
            MOV SBUF,2FH ; envio de clave de alarma
            JNB TI,$
            CLR SBUF
            CLR TI
            RET
```

; ***** RUTINA QUE ATIENDE A INTERRUPCION DE PUERTO SERIE *****

```
;
RECEP:     JB TI,INTRANS ; int. de transmisión de dato
            JNB RI,$ ; Si RI=1 recibió dato
            MOV R7,SBUF ; Carga a R7 el valor recibido
            CJNE R7,#01H,ETIQ1; Si R7=1, dato para estación 1
            AJMP TRANS ; Llama a rutina de transmisión
            AJMP ETIQ5
ETIQ1:     CJNE R7,#02H,ETIQ2; Si R7=2, el llamado es para
            AJMP ETIQ5 ; la estación 2
ETIQ2:     CJNE R7,#14H,ETIQ3; Si R7=20 llegó clave de día
            AJMP HORA
ETIQ3:     CJNE R7,#15H,ETIQ5; Si R7=21 llegó clave de noche
            AJMP HORA
ETIQ5:     CLR RI
            RETI ; Regresa de int. de recepción
HORA:      MOV 25H,R7 ; Almacena en 25H la clave de hora
            CLR RI
INTRANS:   RETI ; Regresa de int. de transmisión
```

; ***** TRANSMISION DE DATOS *****

```
;
TRANS:     MOV 2BH,23H ; Lectura de sensor de temperatura
            ACALL TX ; de apertura
            MOV 2BH,#00H
            MOV C,04H
            MOV 58H,C ; Lectura de sensor de humo de
            ACALL TX ; apertura
            MOV 2BH,21H ; Lectura de sensor de acceso de
            ACALL TX ; apertura
            MOV 2BH,24H ; Lectura de sensor de humedad de
            ACALL TX ; de apertura
            MOV 2BH,22H ; Lectura de sensor de temperatura
            ACALL TX ; de distribución
            MOV 2BH,#00H
            MOV C,05H
            MOV 58H,C ; Lectura de sensor de humo de
            ACALL TX ; distribución
            MOV 2BH,#00H
            MOV C,03H
            MOV 58H,C ; Lectura de sensor de humo de
            ACALL TX ; atención público
            MOV 2BH,#00H
            MOV C,02H
            MOV 58H,C ; Lectura de sensor de humo de
            ACALL TX ; administración
```

```
TX:      AJMP ETIQ5
         CLR TI      ; Borra bandera de transmisión
         MOV SBUF,2BH ; Carga 2BH al registro de trans.
         JNB TI,$    ; Transmite
         CLR SBUF    ; Borra registro de trans.
         CLR TI      ; Borra bandera de transmisión
         RET
         END
         ENDS
```

```

;
; ***** PROGRAMA DE ESTACION 2 *****
;
IEN0 : EQU 0A8H
IP0 : EQU 0B8H
ADCON : EQU 0C5H
P4 : EQU 0C0H
P5 : EQU 0C4H
;
ORG 00H
AJMP INICIO
;
ORG 23H
AJMP RECEP ; salto debido a la interrupción
; del puerto serie
;
ORG 80H
;
; *** RUTINA DE INICIALIZACION ***
;
INICIO: MOV IEN0,#90H ; habilita interrupción del UART,
MOV IP0,#10H ; prioridad de interrupción al
MOV TMOD,#21H ; UART, activación de T1 para
; vel. de bauds y timer 0 para
MOV SCON,#50H ; rutina de acceso, selección del
MOV TH1,#0EFH ; modo del puerto serie y
; velocidad en bauds
;
; *** RUTINA PRINCIPAL ***
;
PROCESO: MOV A,25H ; lectura de clave de horario
CJNE A,#14H,UNO ; comparación de clave para
AJMP DIA ; ejecutar rutina de día
UNO: CJNE A,#15H,DOS ; o de noche
AJMP NOCHE
DOS: CLR TI ; pide a la pc la clave
MOV SBUF,#01BH ; de día o de noche
JNB TI,$ ; si no la tiene
CLR SBUF
CLR TI
AJMP DIA
;
; *** Rutina de día ***
;
DIA: ACALL LUZ0 ; llamada a sensores
ACALL LUZ1 ; activados en el día
ACALL LUZ2
ACALL LUZ3
ACALL LUZ4
ACALL HUMO3
ACALL HUMO4
ACALL ACCE7
ACALL TEMP8
ACALL TEMP9
ACALL HUM10
;

```

```

MOV 02FH,R1
ACALL ENVIO

LABEL3:   INC R0
          INC R1
          CJNE R1,#11H,ALTE
          RET

;
ALHUM10:  MOV A,#05AH      ; lee el registro donde se
          MOV B,24H      ; almacena el valor del sensor de
          DIV AB        ; humedad y lo compara con 90%RH
          JNZ LABEL5    ; si supera este valor manda la
          MOV 02FH,#011H ; alarma a la PC
          ACALL ENVIO

LABEL5:   RET

;
ALPRES5:  MOV C,05H      ; lee el registro donde se
          JNC LABEL6    ; almacena el valor del sensor de
          SETB 52H      ; de presencia, si está activado
          MOV 02FH,#012H ; manda la alarma a la PC y
          AJMP LA3      ; activa la alarma sonora de la
          CLR 52H      ; oficina postal
          AJMP LAB3

;
ALACCE7:  MOV A,21H      ; lee el registro donde se
ALAC:     JZ LABEL7     ; almacena el número de personas
          SETB 53H      ; que se encuentran en el Area
          MOV 02FH,#0EH  ; fuera del horario de oficina si
          AJMP LA3      ; es diferente de cero manda la
          CLR 53H      ; alarma a la PC y activa la
          AJMP LAB3    ; alarma sonora

;
ALACCE71: MOV A,21H      ; lee el registro donde se
          CJNE A,#01H,ALAC ; almacena el número de
          AJMP LABEL7  ; personas en el horario
          ; de oficina, mandando la
          ; alarma a la PC y activando la
          ; alarma sonora si el número es
          ; mayor al permitido

;
; ***** SUBRUTINAS DE LOS SENSORES *****
;
;
APAGA:    ACALL APA0    ; apaga las lámparas fuera del
          ACALL APA1    ; horario de oficina
          ACALL APA2
          ACALL APA3
          ACALL APA4
          RET

LUZ0:    MOV R0,#0BH    ; lectura y almacenamiento
          MOV R1,#26H    ; del valor del sensor de luz
          ACALL LU0
          AJMP LABE8

LU0:     MOV ADCON,R0    ; rutina que realiza la
CICLO:   JNB ADCON.4,CICLO ; conversión A/D y la
          MOV A,ADCH    ; conversión de la cantidad
          MOV B,#05H    ; entregada por el

```

```

MUL AB ; convertidor en un valor
MOV B,#100H ; que proporcione grados
DIV AB ; centigrados, % de RH o % de
MOV B,#14H ; nivel de luz dependiendo
MUL AB ; del sensor
MOV @R1,A
RET
LABEL8: MOV A,26H ; encendido de lámparas dependiendo
MOV B,#14H ; del nivel de luz
DIV AB
JNZ LABEL8
APA0: CLR P4.0
CLR P4.1
CLR P4.2
CLR P4.3
RET
LABEL8: MOV A,26H
MOV B,#28H
DIV AB
JNZ LABEL9
CLR P4.1
CLR P4.2
CLR P4.3
SETB P4.0
RET
LABEL9: MOV A,26H
MOV B,#3CH
DIV AB
JNZ LABEL10
CLR P4.2
CLR P4.3
SETB P4.0
SETB P4.1
RET
LABEL10: MOV A,26H
MOV B,#50H
DIV AB
JNZ LABEL11
CLR P4.3
SETB P4.0
SETB P4.1
SETB P4.2
RET
LABEL11: MOV A,26H
MOV B,#64H
DIV AB
JNZ LABEL12
SETB P4.0
SETB P4.1
SETB P4.2
SETB P4.3
RET
LABEL12:
;
LUZ1: MOV R0,#0CH
MOV R1,#27H

```

```

ACALL LU0
MOV A,21H ; verifica si hay personas en el
JNZ LABEL13 ; área, si no hay apaga las
APA1: CLR P4.5 ; lámparas
CLR P4.6
RET
LABEL13: MOV A,27H
MOV B,#14H
DIV AB
JNZ LABEL14
AJMP APA1
LABEL14: MOV A,27H
MOV B,#28H
DIV AB
JNZ LABEL15
REG1: CLR P4.5
SETB P4.6
RET
LABEL15: MOV A,27H
MOV B,#3CH
DIV AB
JNZ LABEL16
AJMP REG1
LABEL16: MOV A,27H
MOV B,#50H
DIV AB
JNZ LABEL17
LABEL18: SETB P4.5
SETB P4.6
RE: RET
LABEL17: MOV A,27H
MOV B,#64H
DIV AB
JNZ LABEL18
AJMP RE
;
LUZ2: MOV R0,#0DH
MOV R1,#28H
ACALL LU0
MOV A,28H
MOV B,#14H
DIV AB
JNZ LABEL19
APA2: CLR P3.2
CLR P3.3
CLR P3.4
CLR P3.5
RET
LABEL19: MOV A,28H
MOV B,#28H
DIV AB
JNZ LABEL20
CLR P3.3
CLR P3.4
CLR P3.5

```

```

SETB P3.2
RET

LABEL20:    MOV A, 28H
            MOV B, #3CH
            DIV AB
            JNZ LABEL21
            CLR P3.4
            CLR P3.5
            SETB P3.2
            SETB P3.3
            RET

LABEL21:    MOV A, 28H
            MOV B, #50H
            DIV AB
            JNZ LABEL22
            CLR P3.5
            SETB P3.2
            SETB P3.3
            SETB P3.4
            RET

LABEL22:    MOV A, 28H
            MOV B, #64H
            DIV AB
            JNZ LABEL23
            SETB P3.2
            SETB P3.3
            SETB P3.4
            SETB P3.5
            RET

LABEL23:    ;
            ;
LUZ3:       MOV R0, #0EH
            MOV R1, #2CH
            ACALL LU0
            MOV C, 06H
            JC OTRA

APA3:       CLR P1.5
            CLR P1.6
            RET

OTRA:       MOV A, 2CH
            MOV B, #14H
            DIV AB
            JNZ OTRA1
            AJMP APA3

OTRA1:      MOV A, 2CH
            MOV B, #28H
            DIV AB
            JNZ OTRA2

REG:        CLR P1.5
            SETB P1.6
            RET

OTRA2:      MOV A, 2CH
            MOV B, #3CH
            DIV AB
            JNZ OTRA3

```

```

OTRA3:      AJMP REG
            MOV A,2CH
            MOV B,#50H
            DIV AB
            JNZ OTRA4
OTRA6:      SETB P1.5
            SETB P1.6
OTRA5:      RET
OTRA4:      MOV A,2CH
            MOV B,#64H
            DIV AB
            JNZ OTRA5
            AJMP OTRA6

;
LUZ4:       MOV R0,#0FH
            MOV R1,#2DH
            ACALL LU0
            MOV C,07H
            JC LIG
APA4:       CLR P1.7
            RET
LIG:        MOV A,2DH
            MOV B,#14H
            DIV AB
            JZ APA4
            SETB P1.7
            RET

;
HUMO3:      MOV C,P1.0      ; lectura y almacenamiento del
            MOV 03H,C      ; valor del sensor de humo
            RET

;
HUMO4:      MOV C,P1.1
            MOV 04H,C
            RET

;
ACCE7:      CLR C          ; conteo y almacenamiento del núm.
            JB P1.3,SEN1  ; de personas por medio de los
            JB P1.7,SEN2  ; sensores de acceso
            RET
SEN1:       MOV R0,#022H
            SETB TCON.4
LAZO1:      MOV C,P1.4
            JC LAZO2
            JNB TCON.5,LAZO1
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO1
            AJMP SUBR
LAZO2:      MOV C,P1.4
            JNC SUB3
            JNB TCON.5,LAZO2
            CLR TCON.5
            DJNZ R0,LAZO2
            AJMP SUBR

```

```

SUB3:      INC 21H
           AJMP SUBR
SEN2:      MOV R0,#022H
           SETB TCON.4
LAZ03:     MOV C,P1.3
           JC LAZ04
           JNB TCON.5,LAZ03
           CLR TCON.5
           DJNZ R0,LAZ03
           AJMP SUBR
LAZ04:     MOV C,P1.3
           JNC SUB5
           JNB TCON.5,LAZ04
           CLR TCON.5
           DJNZ R0,LAZ04
           AJMP SUBR
SUB5:      DEC 21H
SUBR:      CLR TCON.4
           CLR TCON.5
           MOV TH0,#00H
           MOV TL0,#00H
           RET
;
TEMP8:     MOV R0,#08H      ; lectura del sensor de
           MOV R1,#22H      ; temperatura
           ACALL LU0
           MOV A,22H        ; Carga la temperatura del sensor
           MOV B,#019H      ; Carga temp. referencia = 25'C
           DIV AB           ; compara la temp. del sensor
           JNZ LABEL24      ; si es menor apaga el ventilador
APTE8:     CLR P4.4         ; y la alarma sonora
           CLR 54H
           AJMP LAB3
LABEL24:   MOV A,22H        ; Carga la temperatura del sensor
           MOV B,#032H      ; Carga temp=50'C
           DIV AB           ; compara la temp. del sensor
           MOV A,25H        ; si es menor chequea la clave de
           CJNE A,#14H,APTE8 ; horario si la clave es DIA
           JNZ LABEL25      ; se enciende el ventilador
           SETB P4.4        ; y apaga la alarma
           CLR 54H         ; si es mayor apaga el
           AJMP LAB3        ; ventilador y enciende
LABEL25:   CLR P4.4         ; la alarma
           SETB 54H
           AJMP LA3
;
TEMP9:     MOV R0,#09H
           MOV R1,#23H
           ACALL LU0
;
           MOV A,23H
           MOV B,#032H
           DIV AB
           JNZ LAB1
           CLR 55H

```

```

LAB1:          AJMP LAB3
              SETB 55H
              AJMP LA3

HUM10:        MOV R0,#0AH    ; lectura del sensor de humedad
              MOV R1,#24H
              ACALL LU0
              RET

;
PRES5:        MOV C,P1.2    ; lectura del sensor de presencia
              MOV 05H,C      ; del área de caja
              RET

;
PRES6:        MOV C,P3.6    ; lectura del sensor de presencia
              MOV 06H,C      ; del área de ventanillas
              RET

;
PRES7:        MOV C,P3.7    ; lectura del sensor de presencia
              MOV 07H,C      ; del área de paquetería
              RET

;
; ***** ENVIO DE ALARMAS *****
;
ENVIO:        CLR TI        ; envío de clave de alarma
              MOV SBUF,2FH
              JNB TI,$
              CLR SBUF
              CLR TI
              RET

;
; ***** RUTINA QUE ATIENDE A INTERRUPCION DE PUERTO SERIE *****
;
RECEP:       JB TI,INTRANS  ; int. de transmisión
              JNB RI,RECEP  ; Si RI=1 recibio dato
              MOV R7,SBUF   ; Carga a R7 el valor recibido
              CJNE R7,#02H,ETIQ1; Si R7=1, dato para estación1
              AJMP TRANS    ; Llama a rutina de
              AJMP ETIQ5    ; transmisión
ETIQ1:       CJNE R7,#01H,ETIQ2; Si R7=2 el llamado es para
              AJMP ETIQ5    ; estación2
ETIQ2:       CJNE R7,#014H,ETIQ3; Si R7=20 llego clave de día
              AJMP HORA
ETIQ3:       CJNE R7,#015H,ETIQ5; Si R7=21 llego clave de
              AJMP HORA    ; noche
ETIQ5:       CLR RI
              RET          ; regresa de int. de recepción
HORA:        MOV 25H,R7     ; almacena en 25H la clave
              CLR RI       ; de hora
INTRANS:     RETI          ; regresa de int. de transmisión
;
; ***** TRANSMISION DE DATOS *****
;
TRANS:       MOV 2BH,23H   ; Lectura de sensor de temperatura
              ACALL TX     ; de archivo
              MOV 2BH,#00H

```

```
MOV C,04H ; Lectura de sensor de humo de
MOV 58H,C ; archivo
ACALL TX
MOV 2BH,24H ; Lectura de sensor de humedad
ACALL TX ; de archivo
MOV 2BH,21H ; Lectura de sensor de acceso
ACALL TX ; de caja
MOV 2BH,22H ; Lectura de sensor de temperatura
ACALL TX ; de distribución
MOV 2BH,#00H
MOV C,03H ; Lectura de sensor de humo
MOV 58H,C ; de distribución
ACALL TX
AJMP ETIQ5
```

```
;
TX: CLR TI ; Borra bandera de transmisión
MOV SBUF,2BH ; Carga 2BH al registro de trans.
JNB TI,$ ; Transmite
CLR SBUF ; Borra registro de trans.
CLR TI ; Borra bandera de transmisión
RET
END
ENDS
```

BIBLIOGRAFIA

- Actividades específicas del Auxiliar Postal especializado en procesos de clasificación, Departamento de Capacitación, Servicio Postal Mexicano, México, 1990.
- Albert Paul Malvino y Donald P. Leach, Principios y aplicaciones digitales, Editorial Marcombo, España, 1989.
- Andrew S. Tanenbaum, Structured computer organization, third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1990.
- Baena, Paz Guillermina, Manual para elaborar trabajos de investigación documental, Edit. experimental de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, 1980.
- Burgess H. Jennings/Samuel R. Lewis, Aire acondicionado y refrigeración, Editorial Continental, México, 1987.
- Joe Campbell, Comunicaciones serie. Guía de referencia del programador en C, publicado por acuerdo con Howard W. Sams & Co., In., España, 1990.
- Cole-Parmer Instrument Company, Manual, Chicago, Illinois, 1991.
- Curso de microelectrónica y microinformática, Editorial Harla. México, 1989.
- Data Handbook, 80C51-Based 8-Bit Microcontrollers, Signetics, Philips Semiconductors, U.S.A., 1992.
- David A. Huges/Horace G. Jackson, Analysis and design of digital integrated circuits, International student editions, U.S.A., 1990.
- David, William Cooper, Instrumentación eléctrica y mediciones, Prentice Hall, México, 1987.
- Douglas V. Hall, Microprocessors and interfacing. Programming and hardware, Editorial McGraw-Hill, U.S.A., 1991.
- El auxiliar postal para servicios en Administraciones y Agencias, Departamento de Capacitación, Servicio Postal Mexicano, México, 1991.
- Fred Marshall, Data communications, computer networks and open systems, Addison-Wesley Publishing Company, U.S.A., 1992.
- Gary M. Miller, Modern electronic communication, third edition, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A., 1992.

- Gene H. Miller, Microcomputer engineering, Prentice Hall, U.S.A.
- Guía Postal Mexicana, Secretaria de Comunicaciones y Obras Públicas, Dirección General de Correo, Departamento Técnico y de Organización, México, 1953.
- Harry N. Norton, Sensores y analizadores, Colección Electrónica/Informática, Editorial Gustavo Gili, 1990.
- Herbert Schildt, Turbo C/C++ Manual de referencia, Osborne/McGraw Hill, México, 1992.
- Herbert Schildt, C: Guía para usuarios expertos, Osborne/Mc Hill, España, 1990.
- Herbert Taub, Circuitos digitales y microprocesadores, McGraw Hill, México, 1990.
- Honeywell Division, Micro switch, specifier's guide for photoelectric controls, Catalog 60 microcontrollers, U.S.A., 1991.
- Ira Pohl and Alon Shaw, The nature of computation: and introduction to computer science. Computer science, Press, Inc., U.S.A., 1981.
- John Webb/Kevin Greshok, Industrial control electronics, Memil Publishing Company, U.S.A., 1989.
- Larry D. Jones/A. Foster Chin, Electronic instruments and measurements, Editorial Prentice Hall, U.S.A., 1991.
- L.R McKay, What every engineer should know about electronic communications systems, Ed. Marcel Dekker Inc., U.S.A., 1990.
- Leendert Ammeraal, C for programmers. A complete tutorial based on the ANSI standard, Second Edition, Wiley & Sons Serie Wiley professional computing, U.S.A., 1991.
- Ley del Servicio Postal Mexicano, Diario Oficial de la Federación, 24 de diciembre de 1986, México.
- M. Becker, R. Haberfellner and G. Liebertrau, Electronic data processing in practice a handbook for users, Ellis Horwood Limited Publisher, U.S.A., 1990.
- Manual de Organización del Servicio Postal Mexicano, Dirección de Inspección y Control, México, 1989.
- Memory products, Intel, Manual, U.S.A., 1991.
- Michael F. Hordeski, Design of microprocessor sensor & control systems, Reston Publishing Company, Inc., Prentice Hall, U.S.A., 1988.

- Microcommunications, Volumen I, Manual, Intel, U.S.A., 1992.
- M. Morris Mano, Computer system architecture, third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1982.
- Patrick J. O' Higgins, Basic instrumentation industrial measurement, Editorial McGraw-Hill, U.S.A., 1988.
- Paul H. Young, Electronic communication techniques, Second edition, Editorial Bell & Howell Information Company, U.S.A. 1991.
- Programa Área operativa. Capacitación en el puesto. Módulo 7, Departamento de Capacitación, Servicio Postal Mexicano, México, 1989.
- Programa Área operativa. Capacitación en el puesto. Módulo 8, Departamento de Capacitación, Servicio Postal Mexicano, México, 1989.
- Ray Duncan, Advanced MSDOS Programming, Second edition, Ed. Microsoft Press, U.S.A., 1986.
- Robert F. Coughlin/Frederick F. Driscoll, Circuitos Integrados Lineales y Amplificadores Operacionales, 2a. edición, Prentice Hall, México, 1987.
- Roger L. Freeman, Telecommunication system engineering, John Wiley & Sons, 2a. edition, U.S.A., 1992.
- Serie:Mundo electrónico, Transductores y Medidoras Electrónicas Editorial Marcombo, España, 1987.
- Stoecker W. F., Refrigeración y acondicionamiento de aire, McGraw-Hill, U.S.A., 1986.
- Uruñuela, José María, Microprocesadores, programación e interconexión, McGraw-Hill, 1987.
- Uyles Black, Data networks concepts, theory and practice, Prentice Hall, U.S.A., 1992.
- Wayne Tomasi, Electronic Communications System. Fundamentals through advanced, Prentice Hall, U.S.A, New Jersey, 1991.
- William Kleitz, Digital and microprocessor fundamentals. Theory and applications, Prentice Hall, U.S.A., 1990.
- William Schweber, Electronic communication systems, Prentice Hall, U.S.A., 1991.