



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN  
DE UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE  
GASOLINA Y DIESEL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ÁREA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA)

P R E S E N T A N :

MARIANA ARREDONDO CORREA  
JOSUÉ DÁVILA AMADO  
ALBERTO MEJÍA RECAMIER  
HUGO VELÁZQUEZ MONTERO  
JOSÉ ARTURO CARLOS ARREOLA

DIRECTOR: M.I. LAURO SANTIAGO CRUZ



MÉXICO, D. F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

Quiero dar las gracias...

A mis padres, que han sido un apoyo permanente en la consecución de este y todos mis logros y para quienes tengo un lugar especial en mi corazón.

A mis hermanos, para quienes he tratado de ser un ejemplo a seguir. Gracias por su comprensión.

Al amor de mi vida, porque me demostró con su actitud y su cariño que soy lo más importante para él y estará conmigo en camino hacia cualquier meta que desee alcanzar.

A mi Alma Mater la UNAM por los momentos que en ella viví.

A mi hijo que ha estado presente en cada momento del desarrollo de este proyecto.

MARIANA ARREDONDO CORREA

A mi madre cuyo carácter perseverante y tenaz ha influido en mi persona.

A mi padre por su convicción al trabajo que ejemplifica mis acciones.

A mis hermanos por su comprensión y cariño.

A todas aquellas personas que han compartido este difícil camino, gracias por su impulso desinteresado y apoyo en las situaciones complicadas que la vida me ha planteado.

A mi Alma Mater por la noble labor que desempeña y de la cual me siento parte.

JOSUÉ DÁVILA AMADO

Este trabajo tiene un significado muy especial ya que es una de las metas más importantes que he tratado de alcanzar, por lo que deseo ofrecerlo a mis padres, quienes estoy seguro se sentirán plenamente orgullosos de mí.

También agradezco a mis hermanas, por el apoyo y guía incondicional que han sido en mi vida. Muchas gracias.

Quiero hacer una mención especial para la Facultad de Ingeniería, ya que ha sido en ella donde he aprendido todo lo necesario para ser un verdadero profesional.

ALBERTO MEJÍA RECAMIER

Quiero dedicar esta tesis a todas aquellas personas que me impulsaron y apoyaron en el transcurso de mis estudios:

A la memoria de mi madre que no pudo ver concluir mis estudios.

A mi padre por su comprensión y cariño que siempre me demostró.

A mis hermanos por su confianza que siempre demostraron.

A mis maestros por compartir conmigo sus conocimientos.

A la UNAM que fue el escenario de mis mejores momentos.

HUGO VELÁZQUEZ MONTERO

A mis padres, que con su apoyo y confianza me han enseñado a ser un hombre de bien y a quienes debo todo cuanto tengo.

A mis hermanos, Ana María y Roberto, quienes han sido un ejemplo en muchos aspectos de mi vida. Gracias por su apoyo e invaluable consejo.

A Luz María, el amor de mi vida, por la comprensión y el cariño que me demuestra día a día y en todo momento. Es algo que atesoro con el alma.

A la Facultad de Ingeniería de la UNAM, Alma Mater a quien debo mi formación como profesional, donde conocí entrañables compañeros y amigos. Siempre se encontrará en un lugar especial en mi pensamiento.

JOSÉ ARTURO CARLOS ARREOLA

# Índice

<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo 1. Antecedentes</b>	5
1.1 Sistema de distribución de combustible	6
1.2 Organización de estaciones de servicio	8
<b>Capítulo 2. Dispensarios de combustible</b>	12
2.1 Tipos de dispensario	15
2.2 Requerimientos de funcionamiento	17
2.3 Dispensarios marca TOKHEIM	19
<b>Capítulo 3. Diseño del comandador de dispensarios TOKHEIM</b>	23
3.1 Estación de servicio #0047	23
3.2 Identificación de señales de un dispensario marca TOKHEIM	26
3.3 Diseño del circuito escucha	31
3.4 Comandos de control y operación	38
3.5 Planteamiento del sistema	69

<b>Capítulo 4. Implementación</b>	84
4.1 Integración del sistema	84
4.2 Requerimientos de alimentación	87
4.3 Diseño del circuito impreso de la interfaz a dispensarios	95
4.4 Diseño del gabinete exterior	98
4.5 Conexiones	100
4.6 Programa comandador de bombas	104
<b>Conclusiones</b>	149
<b>Bibliografía</b>	152
<b>Apéndices</b>	
A Computadoras industriales	A-1
B Especificaciones técnicas del circuito comparador LM339	B-1
C Especificaciones técnicas de los circuitos de acoplamiento óptico 4N26 y 4N35	C-1
D Protocolo de comunicación RS232	D-1
E Especificaciones técnicas del transistor 2N3906	E-1
F Especificaciones técnicas de la fuente de poder FCS604A	F-1
G Especificaciones técnicas del circuito comparador de voltajes MAX232	G-1
H Programa bomba en lenguaje C	H-1

## Introducción

La industria del transporte terrestre en México es sin duda de las principales para el desarrollo nacional, basada principalmente en el transporte carretero, pues el sistema de ferrocarriles se encuentra con un gran rezago.

Este tipo de transporte consta de una infraestructura que incluye desde el sistema carretero nacional hasta el sistema de distribución de combustible para motores de combustión interna (gasolina y diesel), sistema basado en franquicias llamadas estaciones de servicio y categorizadas dependiendo del servicio con 1, 2, 3 estrellas y sin estrellas; la calificación la otorga personal especializado de PEMEX.

Los problemas con los que se encuentran los dueños de una franquicia generalmente son:

- El manejo de efectivo trae riesgos, que se podrían evitar usando los sistemas de pago electrónicos como tarjeta de crédito, vales de gasolina, etc.
- El horario de trabajo debe ser de 24 horas y por el sistema de despachadores actual siempre debe estar algún empleado de confianza en la estación de servicio.
- En horarios pico la clientela se acumula formando largas filas, esto se podría evitar automatizando el servicio de suministro.
- Existen contratos de suministro con empresas corporativas, el suministro debe registrarse por unidad, cantidad, fecha y hora del

movimiento, este proceso es bastante lento. Con un sistema estructurado en una base de datos que constantemente esté actualizando los registros, el trabajo se agilizaría.

La estación de servicio # 0047 expende al público en general combustible para automóviles y camiones de transporte. Esta estación de servicio se ubica en la colonia Industrial Vallejo, al Norte de la Ciudad de México, lo que obliga a tener un servicio lo más eficiente posible para evitar pérdida de tiempo entre su clientela, compuesta en su mayoría por flotillas repartidoras de empresas como Sabritas o Estrella Blanca.

La organización de la estación de servicio parte de que cada dispensario de combustible consta de 2 bombas, y está a cargo de un despachador, quien se encarga de la venta y cobro del consumo, ya sea en efectivo o con vales de gasolina. Terminado el turno correspondiente, el encargado hace un corte de cuenta dispensario por dispensario, esto ocasiona tiempo de retraso, pues en días de mucha venta es notable el descontento de los clientes que tienen que esperar el cierre de dicha cuenta.

Cuando el cliente es parte de una empresa que tiene algún convenio con la estación de servicio, se evita el cobro en efectivo, recurriendo a algún documento que avala la venta de combustible a dicha unidad, este trámite no siempre es ágil como se podría pensar.

Dada la problemática anterior, para poder tener control sobre los dispensarios, es necesario desarrollar algún sistema que sirva de interlocutor entre los dispensarios y la base de datos, este es uno de los principales objetivos del proyecto en cuestión. Dicho proyecto debe lograr un control de operación sobre la estación de servicio para optimizar su funcionamiento, de acuerdo a las mejoras citadas en los puntos anteriores.

El sistema a desarrollar debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Identificación a través de tarjetas con banda magnética.
- Operación durante las 24 horas del día.
- Control de las bombas y dispensarios.
- Actualización de la base de datos que contabilizará los movimientos por cliente.
- Diferenciación del cliente al cual se le suministró combustible.
- Seguimiento del estado de cuenta de tal cliente.

- Identificación de la unidad de combustible abastecida.
- Realización de cortes de venta por dispensario.
- Registro al momento de la transacción, fecha y hora.
- Cancelación de ventas.
- Reconocimiento de las órdenes del operador.

Para poder comandar varias bombas desde la unidad a desarrollar es necesario, después de conocer el protocolo de comunicación, crear un sistema a partir de un microprocesador(es) que tenga(n) la capacidad de en forma prácticamente instantánea, actualizar la base de datos, mantener comunicación con todas las bombas a comandar y recibir órdenes del usuario, quien controlará o supervisará el funcionamiento del sistema.

De lo anterior podemos saber que el sistema basado en un procesador(es) tendrá las siguiente interfaces:

- Comunicación con las bombas a controlar.
- Comunicación con usuario(s).
- Comunicación con una computadora que administre la base de datos.

Para el sistema a desarrollar existen dos propuestas:

1. El sistema se dividirá en tres módulos cada uno con su procesador o controlador independiente e intercomunicados por medio de un *bus*, cada módulo se encargará de una de las funciones principales. Con la ventaja de que en caso de falla el resto de los módulos la indicaría sin dejar de atender su función. Los módulos podrían estar en lugares distintos físicamente, los protocolos de comunicación tendrán que soportar las distancias, incrementando la complejidad de la detección de errores de comunicación.
2. Un solo procesador de gran velocidad para atender en tiempo real a todas las funciones principales, con la ventaja de que la comunicación con interfaces será sencilla por la pequeña distancia de separación, la exigencia más importante radica en que la velocidad de procesamiento debe ser grande.

Del análisis de los puntos anteriores la solución que mejor se adapta a los requerimientos es el sistema basado en un procesador de gran velocidad, pues

---

el equipo debe estar dentro de una sala de control sin necesidad de estar disperso, lo que facilita la concentración de funciones en un solo punto.

Para describir el logro del presente proyecto, hemos estructurado nuestro trabajo de tesis en cuatro capítulos, cada uno tiene un objetivo específico; en el capítulo uno se proporcionará información básica sobre como están funcionando actualmente las estaciones de servicio y el sistema de distribución de combustible. El capítulo dos tratará de los dispensarios de combustible, los diferentes modelos marca TOKHEIM que hay en el mercado, así como sus requerimientos de funcionamiento, para su instalación en estaciones de servicio. En el capítulo tres se describe la forma en que se concibió el sistema, partiendo del análisis de las señales de comunicación hasta llegar al desarrollo de los comandos y la elaboración del software, para su operación. En el capítulo cuatro será la parte en el cual se comprobará el funcionamiento del sistema con todos los elementos que lo componen, así como su integración a la estación de servicio #0047. Finalmente abordamos las conclusiones del presente trabajo y presentamos la bibliografía consultada y los apéndices generados.

# Capítulo 1

## Antecedentes

La comercialización de combustibles en México se ha convertido en una inversión que con una buena planeación, garantizará un excelente negocio. Las expectativas auguran crecimiento mayor al de la inflación. El crecimiento en el consumo de combustibles para motores de combustión interna se ha duplicado en los últimos 10 años, la infraestructura de distribución se ha ampliado para mantener el oportuno abastecimiento de combustibles, principalmente gasolina y diesel. La red de distribución abarca desde la refinación de los petrolíferos hasta su venta en las estaciones de servicio, como punto final de esta cadena las estaciones de servicio también han sufrido cambios, se han actualizado tanto como la tecnología lo permite, con la finalidad de brindar un servicio óptimo.

La calidad en una estación de servicio se mide de acuerdo a la seguridad, comodidad y rapidez en el abasto de combustible. Para aumentar todos estos parámetros, sin incrementar la cantidad del personal, se requerirá de sistemas automatizados que controlen la operación de las bombas y registren todas las operaciones realizadas en una base de datos, con el fin de lograr los cortes en cada bomba de forma rápida, a su vez se tendrá en forma instantánea los

---

---

saldos de cada uno de los clientes con contrato de crédito con la estación de servicio.

En la actualidad existen en México pocas estaciones de servicio totalmente automatizadas, el motivo es el alto costo que representa para un dueño de franquicia adquirir el equipo necesario para lograrlo. Dentro de los objetivos principales de este proyecto está el disminuir este costo, mejorar la versatilidad en el manejo de las diferentes bombas, pues para cada marca de bomba existe un controlador que por lo general está fabricado por la misma constructora de las bombas, esto trae problemas de compatibilidad entre marcas, lo que obliga a los propietarios a tener en cada estación de servicio una misma marca de bombas.

### **1.1 Sistema de distribución de combustible**

El actual marco constitucional reserva al Estado las operaciones estratégicas en cuanto a exploración, explotación, refinación y distribución de productos estratégicos derivados del petróleo. Dentro de este grupo de productos petrolíferos se encuentran los combustibles para motores de combustión interna, principalmente gasolina y diesel.

La red de distribución de combustibles petrolíferos comprende desde la refinación hasta la estación de servicio, siendo esta última el punto final de la cadena hasta el consumidor.

La infraestructura necesaria para la distribución de combustible ha tenido que incrementarse al mismo ritmo que crece la cantidad de consumo de combustibles automotores, incluso en ocasiones se ha recurrido a la importación de estos combustibles para satisfacer la demanda interna.

Actualmente PEMEX consta de 6 refinaciones distribuidas a lo largo del país, con capacidad de producción de más de 1334.8 millones de barriles diarios de combustibles.

En la figura 1.1.1 se observa la distribución de las refinaciones así como los poliductos que las unen con los principales centros de venta; cuando existen las condiciones el abasto se hace por vía marítima.

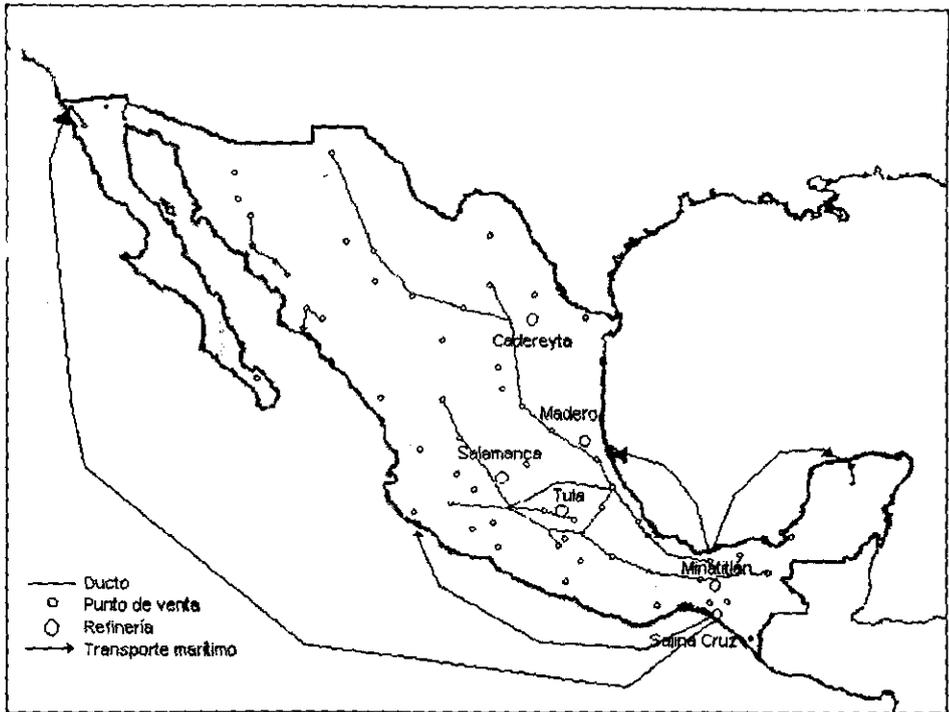


Fig. 1.1.1 Sistema de distribución de combustibles.

La infraestructura consta de 8981 Km de poliductos y 80 puntos de venta en todo el país.

El sistema de comercialización inicia en las refinerías que regulan el suministro a los puntos de venta, dependiendo de la región en que se encuentren, el traslado es normalmente por poliductos, pero también se realiza por transporte carretero y férreo.

En los puntos de venta se realiza la distribución de combustibles hasta las estaciones de servicio por transporte carretero, en los autotanques destinados a este servicio propiedad de PEMEX.

El crecimiento de la industria de refinación tiene expectativas de crecimiento muy grandes por lo que la infraestructura deberá ampliarse a casi un 200% para el año 2010, según las expectativas de crecimiento publicadas en el anuario estadístico de PEMEX 1996.

Para cumplir con estas expectativas será necesaria una inversión demasiado grande como para que el Estado absorba el total, es por esto, y con la finalidad de no caer en la dependencia de las importaciones, que el Gobierno Federal estudia la participación del capital privado en la ampliación de esta infraestructura.

## 1.2 Organización de estaciones de servicio

El sistema de comercialización de combustible ha sufrido en los últimos 10 años cambios de fondo, pues anteriormente las estaciones de servicio eran propiedad de PEMEX, ahora mediante una legislación apegada al orden constitucional se han transformado en un sistema de franquicias, lo que ha generado un mejor servicio y un mayor número de estaciones de servicio, con lo que se cumplieron las expectativas de crecimiento en los pasados 10 años.

Es necesario mencionar que para tener una franquicia se debe cumplir con una serie de procedimientos administrativos y técnicos estipulados en un documento editado por la división PEMEX-Refinación, llamado "Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio", editado en 1992. Este documento está apegado a las propias normas de seguridad de Petróleos Mexicanos, así como del manual de procedimientos de operación, seguridad y mantenimiento de estaciones de servicio.

Complementan este marco de normas los siguientes reglamentos oficiales:

- Reglamento de construcción de la entidad federativa correspondiente o en su defecto del Departamento del Distrito Federal.
- Reglamento de instalaciones eléctricas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Ley general de equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Así como las normas y códigos de asociaciones e instituciones enlistadas a continuación:

NOM : Norma Oficial Mexicana.

ANSI : American National Standar Institute.

- API : American Petroleum Institute.  
ACI : American Concrete Institute.  
ASTM : American Society for Testing and Materials.  
EPA : Environmental Protection Agency.  
NEMA : National Electrical Manufactures Association.  
NEC : National Electric Code.  
NFPA : National Fire Proteccion Association.  
ASME : American Society of Mechanical Engineers.  
AIEE : American Institute Electrical Equipment.  
STI : Steel Tanks Institute.  
UL : Underwriters Laboratories Inc. (USA).  
ULC : Underwriters Laboratories of Canada.

Una estación de servicio es un establecimiento destinado para la venta al menudeo de gasolina y diesel al público en general, suministrándolos directamente de depósitos confinados a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes. Al obtener la autorización de PEMEX-Refinación para que algún particular construya y opere una estación de servicio se entrega una copia del documento "Especificaciones generales para proyecto y construcción de estaciones de servicio".

Una vez realizado el anteproyecto de la estación de servicio, se debe presentar ante PEMEX-Refinación, através de la gerencia comercial que le corresponda, dos copias heliográficas del mismo para su revisión y aprobación en caso de proceder. La aprobación del anteproyecto no autoriza el inicio de la construcción o remodelación de la estación de servicio. Con base al anteproyecto será elaborado el proyecto definitivo de ingeniería de detalle para la estación de servicio, el cual debe ser desarrollado por una compañía especializada en la materia.

Los planos definitivos que deben aprobar las gerencias comerciales de zona son los siguientes:

- Planta arquitectónica general.
- Plano de instalación mecánica.
- Plano de instalación eléctrica.
- Plano de instalación hidráulica.
- Plano de sistema de drenajes.

Estos son algunos de los trámites a seguir para obtener la franquicia de una estación de servicio, sin contar la obtención de permisos y licencias federales y estatales, que corren en forma paralela a los trámites de PEMEX.

De acuerdo al programa arquitectónico las estaciones de servicio se clasifican en:

- Estaciones de servicio típicas. Son aquellas que se ubican dentro de las zonas urbanas de las ciudades y sobre las márgenes de carreteras federales.
- Estaciones de servicio en paradores turísticos. Son las que se ubican sobre las márgenes de las autopistas y pueden formar parte de un grupo de servidores conexos.
- Estaciones de servicio básicas. Son las que se ubican dentro de los poblados, en zonas rurales y sobre las márgenes de carreteras estatales.
- Autoconsumos. Son establecimientos para el despacho de gasolina y diesel así como aceites y grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, que se suministran directamente de depósitos confinados a los tanques de dichos vehículos.
- Minigasolineras. Son establecimientos que se ubican dentro y fuera de ciudades así como en centros turísticos, sus características principales son contar con instalaciones indispensables para operar adecuadamente en terrenos mínimos.
- Estaciones de servicio marinas. Son los establecimientos que se ubican sobre las márgenes de ríos y litorales, destinados a satisfacer la demanda de combustibles de embarcaciones pesqueras y de turismo.
- Paradores camioneros. Son establecimientos destinados exclusivamente para el abastecimiento de combustible a automotores pesados, por lo tanto únicamente se expendirá combustible diesel y se suministrarán servicios complementarios de aceites, aire y agua.
- Puntos de venta. Este servicio se puede ofrecer al público siempre y cuando existan las condiciones apropiadas en las calles, avenidas, camellones, etc., que caracterizan el contexto urbano de las grandes ciudades. Por sus características particulares requieren menor espacio, con menor equipamiento indispensable para poder ofrecer este servicio.

Después de plantear un panorama general del sistema de distribución de combustible, así como la organización de las estaciones de servicio en México, desarrollaremos en el capítulo siguiente, las características generales de los diferentes tipos de dispensario existentes en el mercado, y que se ajustan a las condiciones de nuestro proyecto.

## Capítulo 2

### Dispensarios de combustible

En los inicios de los dispensarios de combustible llenar los tanques de gasolina de los automóviles no era cosa sencilla para los primeros conductores. La gasolina era un derivado del keroseno refinado y solamente un puñado de trabajadores en algunos expendios diversos la vendían. Los propietarios de los automóviles compraban el combustible en cubos y llenaban sus tanques con embudos.

En la primera década del siglo XX, la *Standard Oil Company* de California (ahora Chervon) vio la necesidad de la gente de conseguir una forma más fácil y rápida de recargar gasolina. Cerca de su refinería de keroseno de Seattle, la compañía construyó la primera estación de servicio de Norte América. Aunque las facilidades adquiridas fueron solamente un cobertizo con un tanque de 30 galones y una manguera de jardín, esto atrajo a por lo menos 200 clientes diariamente. Deslumbrados con el repentino negocio, los dueños colocaron una techumbre en el cobertizo, lo cual se convirtió en el primer ejemplo de la preocupación por el cliente.

Para 1906, un gran paso adelante fue dado por el pionero John J. Tokheim cuando creó la *Tokheim Dome Oil Pump*. El añadió por primera vez un contador mecánico a la bomba, con el cual se indicaba la cantidad de combustible despachada a través de un vidrio graduado, donde el líquido se depositaba antes de pasar por la manguera.

En 1908, el improvisado compartimento de madera de la bomba de almacenamiento de gasolina, fue reemplazado con metal más sólido y seguro. La forma en la que era mostrada la cantidad de combustible despachada obligaba a los clientes a confiar en la unidad de medida ofrecida por los despachadores. Pero no fue sino hasta 1915 que se adoptó la bomba de TOKHEIM para hacer la transacción más transparente. Como antes, existía la opción de predeterminedar la cantidad de gasolina limitando el movimiento del mecanismo.

Las bombas visibles fueron las protagonistas de los años veinte. El número de estaciones establecidas en E.U.A. era de alrededor de 15 mil, aunque no eran físicamente satisfactorias. Los dueños y vendedores reconsideraron este punto y decidieron mejorar la imagen, unificando la vista de las construcciones, los servicios y las mismas bombas, punto focal y la razón de la existencia de las estaciones.

Miles de estaciones continuaron surgiendo, y para distinguirse de los competidores, en algunas se implementaron señalamientos de luz neón y máquinas que despachaban alimentos, además de bombas de domo transparente que dejaban ver el interior y servían a ambos lados. Con toda esta tecnología mejorada, sin embargo, llenar un tanque típico de 5 galones demoraba hasta 8 minutos.

Rápidamente las bombas o dispensarios requirieron de cierto mejoramiento estético en su diseño, algunas veces exentas de ser completamente compatibles con la arquitectura de la estación. Los fabricantes se dieron a la tarea de mejorar su aspecto sin poder eliminar el uso del cristal graduado, por el contrario, su presencia fue exaltada. Elementos decorativos fueron agregados a los dispensarios, como manijas cromadas y metales esmaltados.

Sin embargo, las bombas visibles eran lentas. Una vez vacío el compartimento transparente había que esperar a que fuese llenado nuevamente

para poder recibir otro servicio. Además de que siempre se corría el riesgo de romper el cristal y dejar inutilizada la estación.

El fin de los años veinte lo fue también para las bombas con depósito visible. Fueron sustituidas por bombas volumétricas impulsadas por energía eléctrica. En éstas, la cámara de combustible ante la presión del líquido, y proporcionalmente a la cantidad que entraba en ellas, hacía que la rotación de un primer eje, a lo largo del cual era montado otro más, transmitiera un cierto grado de rotación que se visualizaba en una carátula similar a la de un reloj. Mucho más precisos y más rápidos, los dispensarios volumétricos fueron la solución a las necesidades de carga de combustible de todos los poseedores de un automóvil, además de que ayudaron a disminuir considerablemente el tamaño de las enormes bombas visibles. Aunado a lo anterior, los diseños de los modelos de dispensarios mejoraron adoptando líneas paralelas, modelos aerodinámicos, decoraciones geométricas, mejores acabados y colores atractivos, que las convirtieron en espacios especiales para desarrollar la imaginación de los diseñadores.

Mientras tanto seguían en camino cambios fundamentales. En 1933 *Wayne Tank and Pump Company* propuso un nuevo mecanismo para contabilizar la cantidad de combustible despachado. En lugar de seguir conectado a la esfera del medidor tipo reloj, el eje de medición de la cámara pondría en movimiento un complejo sistema de engranaje el cual accionaba una serie de números giratorios que indicaban la medición. Pero eso no era todo, también se podría mostrar el precio de la unidad de combustible y la cantidad que se debía.

Las pantallas contométricas, como se les llamó, fueron reciamente atacadas por boicots de los competidores, pero éstos finalmente aceptaron la opción innovadora.

Los años cincuenta vieron la industrialización de vehículos automotores, que llegarían a una gran cantidad de potenciales conductores en la forma de autos muy económicos. A fin de cuentas todas las estaciones de servicio se vieron obligadas a tener bombas mixtas a través de las cuáles la tecnología de las bombas visibles sobrevivió un largo tiempo, debido en gran medida a las guerras mundiales, que propiciaron el reciclado de tecnología en Italia y otros países europeos.

Siguiendo la tendencia común de los mercados nacionales, las nuevas bombas llegaron a ser más compactas y redondas. Dentro de ellas, en posiciones adecuadas, quedaron alojadas las viejas bombas de automedición y los tanques de 5 litros.

Después, todo aceleró su rumbo. La idea de innovación a cualquier costo y la gran atención a la imagen corporativa fueron los fundadores de la filosofía agresiva de la postguerra. Con la llegada de los años sesenta nadie quería las viejas reliquias en sus estaciones, y en un lapso de pocos años todo el equipo creado en la preguerra cedió paso a las nuevas bombas automáticas.

Desde la segunda década de este siglo hacia adelante las estaciones sufrieron una evolución palpable, la cual, en una sola década, se trasformaría en las propiamente llamadas estaciones de servicio.

Al simple despacho de gasolina se le añadió el revisar el aceite de los motores, el agua, la presión del aire de las llantas, la instalación de nuevos filtros, revisión de baterías y cables de las bujías, lavado de autos, entre otros servicios. Al mismo tiempo se empezó a preocupar por el cliente, ofreciéndole refrigerios, sanitarios.

Esto no empezó en Europa sino hasta una década después, pero aunque las verdaderas estaciones de servicio eran raras, muchos de los establecimientos que vendían gasolina fueron capaces de proveer los servicios suplementarios más importantes.

Esta explosión de nuevas comodidades para los conductores de vehículos automotores no vino, por supuesto, de la generosidad de los vendedores, haciendo que los costos de operación fueran absorbidos por el cliente. El curso natural de las cosas se fue imponiendo a ellos por sí mismo.

Tan pronto como los sistemas fueron limitados a sencillos dispensarios en la acera frente a las tiendas, la venta de gasolina pareció ser solo una parte de las actividades de los establecimientos de venta. Un beneficio relativo que fue más que satisfactorio.

## **2.1 Tipos de dispensarios**

Retomando la historia de los dispensarios encontraremos que durante muchos años estos equipos estuvieron controlados por dispensarios mecánicos o electromecánicos, inclusive actualmente en algunas gasolineras de México están aún en servicio. Las funciones que realizan estos dispensarios son limitadas, básicamente se realiza la medición de flujo de gasolina por las líneas internas y se determina su equivalencia en pesos.

Pensar en la automatización de una gasolinera con este tipo de dispensarios es un proyecto muy complejo y como veremos más adelante éste no sería práctico. Para empezar se diseñaría todo un sistema de medición de flujo utilizando componentes electrónicos, los cuales enviarían su información a una computadora de flujo y ésta a su vez a una computadora personal.

En la actualidad la mayor parte de los dispensarios que se encuentran en el mercado contienen las primeras dos etapas antes mencionadas, es decir, cuentan con un transductor que entrega una señal eléctrica y un computador de flujo, además de proporcionar una salida para conectarse a otros sistemas, los cuales dependen de la marca del dispensario. De este tipo de dispensarios hay una gran variedad de diseños y marcas, aunque en cuanto a su función, en general, es la misma para todos. Las diferencias entre dispensarios consisten principalmente en la capacidad de despachar diferentes productos, ya que éstos pueden variar desde un esquema de una bomba con una a cuatro mangueras por cada lado, hasta la configuración de 2 bombas con dos a cuatro mangueras por cada lado.

Con base a lo antes mencionado enfocaremos nuestra atención en algunas características de los modelos más comunes.

Los dispensarios de un producto con una manguera por lado, son modelos que proporcionan una solución para clientes que requieren un servicio de alto flujo, con mangueras altas, para aplicaciones en ventas de diesel. Una manguera de 1 pulgada completa la acción de llenado de manera más rápida y eficiente, para un excelente volumen de venta en el sector de diesel.

Existen algunos dispensarios con una estructura especial, de tres productos, con una manguera por cada lado. En cada posición de llenado se pueden surtir tres productos base a través de una sola manguera; por lo tanto, tendrá menos mangueras y pistolas que comprar y mantener. Los dispensarios o surtidores con tres bombas, tienen capacidad para tres productos, con tres

mangueras por cada lado, o bien, un dispensario de cuatro productos con cuatro mangueras por cada lado. En algunos otros, el dispensario o surtidor de estructura especial con cuatro mangueras en el espacio que normalmente se requiere por dos. Duplicar las mangueras significa un servicio mejor y más rápido para los clientes.

Estos modelos se han fabricado y funcionan en bloques modulares diversos de ensamblaje, la mayoría de los cuales se han uniformado para todas las familias de productos en el mercado. Por ejemplo, un nuevo múltiple hidráulico unificado maneja la tarea de varios componentes que antes estaban separados y pueden utilizarse en cualquiera de los dispensarios.

Las pantallas y las tarjetas electrónicas también se han uniformado en todos los dispensarios. Una válvula bifásica estandarizada incorpora todos los componentes del diseño anterior en un solo módulo compacto. La válvula de control de flujo proporcional está instalada en una ubicación similar en todos los modelos mezcladores para permitir la estandarización de la hidráulica en toda la línea.

## 2.2 Requerimientos de funcionamiento

Los requerimientos de funcionamiento para un dispensario de gasolina y diesel están basados en normas, en las que se especifica el equipo necesario y sus características físicas para que el dispensario sea puesto en marcha.

Las normas requeridas por PEMEX son:

- Presentar las señalizaciones reglamentarias.
- El dispensario debe estar a una altura de 15cm sobre su base.
- El dispensario también debe ubicarse a una distancia de 1.5m de un elemento de protección.
- Cada dispensario debe contar desde su fabricación con las instalaciones eléctricas respectivas a prueba de explosiones.

Las características estándares físicas como el equipo necesario que se requieran para el dispensario, según el fabricante, son:

- Que soporten una temperatura mínima de  $-30^{\circ}\text{C}$  ( $-22^{\circ}\text{F}$ ) y una temperatura máxima de  $55^{\circ}\text{C}$  ( $131^{\circ}\text{F}$ ).

- El combustible (gasolina y diesel) debe tener un contenido máximo de etanol del 10%, un contenido máximo del metanol de 5% y un contenido máximo de mtbe de 15%.
- Que no requiera de válvulas mecánicas.
- Su suministro de energía debe ser de 110V/220-230 VCA, 50/60 Hz, monofásico ó 220/380 VCA, 50/60 Hz trifásico. Con un error de  $\pm 15\%$  VCA en el suministro de energía.
- El dispensario debe contar con dos líneas externas al equipo, una para el producto del combustible y otra línea para la emisión de vapores.
- Es necesario también contar con un sensor de detección de fugas, capaz de localizarlas en cualquier punto del sistema. Se coloca también un sensor de vapor para recuperar los vapores generados por el combustible dentro del tanque y a su vez reciclarlos nuevamente al mismo, evitando con esto pérdidas de combustible y riesgos de explosión.
- Un depósito para el dispensario independiente del tanque de abastecimiento general.
- Un sensor para el dispensario así como un flotador para detectar cuando está vacío el depósito, y hacer funcionar la bomba subterránea para llenar nuevamente el depósito del dispensario.

En la figura 2.2.1 se muestra la instalación típica de un dispensario de gasolina y diesel.

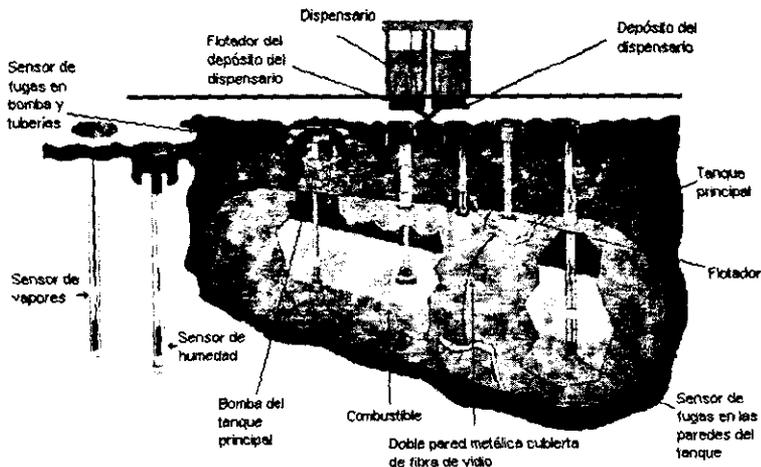


Figura 2.2.1 Instalación del dispensario.

El tanque principal de almacenamiento de combustible esta compuesto por una doble pared metálica cubierta por fibra de vidrio que lo hace muy resistente, se encarga de almacenar el volumen total de combustible recibido por las pipas de abastecimiento de PEMEX, además de proveer a cada uno de los depósitos de los dispensarios que integran a la estación de servicio. En ésta se pueden instalar varios tanques, y su número dependerá de los diferentes tipos de combustibles que se pretenda vender. Así también, se instala una bomba principal encargada de distribuir el combustible a los depósitos de los dispensarios desde el tanque de almacenamiento. En éstos se requiere un flotador en el depósito del dispensario, que está conectado a un sensor de detección de vacío que le indica a la bomba cuando los depósitos han alcanzado un nivel mínimo de combustible, el cuál enciende la bomba y llena nuevamente dichos depósitos. Existe también en el tanque principal de combustible un flotador que se comunica hacia el exterior para detectar los niveles de combustible. Además existe un detector de humedad, para prevenir la corrosión de las paredes del tanque y del sistema de tuberías, con lo que se puede determinar su vida útil. También cuenta con los sensores de detección de fugas en la pared del tanque y en la bomba, para evitar el desperdicio de combustible, posibles explosiones y la contaminación del suelo.

### 2.3 Dispensarios marca TOKHEIM

El año de 1906 marca el origen de la empresa *TOKHEIM CORPORATION*, con la invención de la bomba para surtir combustible por parte de John J. Tokheim. Para 1939 Tokheim comercializa su invento, apoyado en el rápido crecimiento de la industria automotriz.

Actualmente TOKHEIM se dedica a la producción y venta de dispensarios de combustible. Los modelos comercializados por esta empresa son:

Modelo 1150. Este modelo podemos apreciarlo en la figura 2.3.1, es el antecesor de los dispensarios modernos, aunque fue diseñado originalmente con engranes en el sistema de medición para el despacho de los combustibles, en la actualidad se ha adaptado un sistema de medición basado en la tecnología electrónica con microprocesadores. Este dispensario puede surtir hasta dos tipos de productos en forma simultánea, en las pantallas laterales

muestra la cantidad despachada tanto en volumen como el equivalente en dinero.

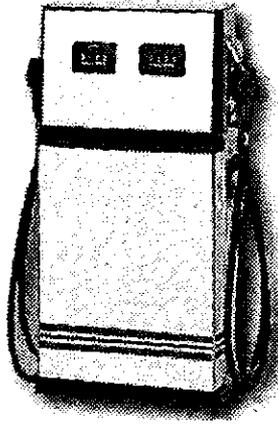


Figura 2.3.1 Modelo 1150.

Modelo 1250. Este modelo es el sucesor del 1150. Las diferencias entre estos modelos surgen a partir del diseño ya que el 1150 fue concebido para operar con un sistema de medición a base de engranes, mientras que el 1250, surge con pantallas electrónicas desde su concepción, la base del gabinete en el modelo 1150 tiene la forma de un prisma rectangular invertido, el 1250 es de base más ancha, éste puede tener hasta dos productos diferentes por lado lo que implica un total de cuatro mangueras, como se muestra en la figura 2.3.2.

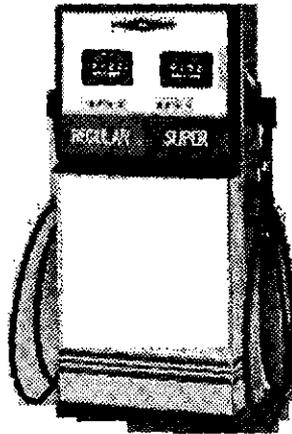


Figura 2.3.2 Modelo 1250.

Modelo 162/262. Son los primeros dispensarios con bombas TOKHEIM controladas electrónicamente. La serie 162 es físicamente muy parecida a la serie 262, pero electrónicamente son totalmente diferentes e incluso incompatibles. Estos modelos están hechos pensando en los clientes ya que pueden observar las pantallas electrónicas desde el interior de sus autos, evitando así su descenso de las unidades al cargar combustible. También este modelo puede tener hasta dos productos por lado para un total de cuatro mangueras por dispensario. Una característica de este modelo es la introducción de una tercera pantalla encargada de mostrar el precio por unidad de volumen al cliente, algo que a partir de este modelo pasó a ser indispensable. La figura 2.3.3 muestra la forma física de estos dispensarios.

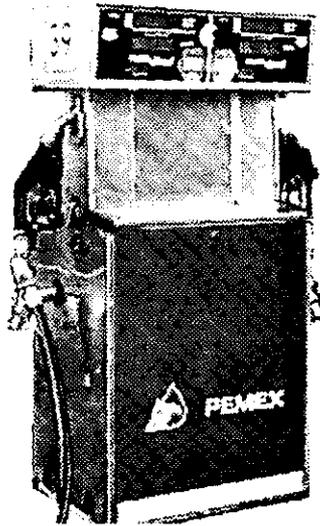


Figura 2.3.3 Modelos 162/262.

El modelo de dispensarios PREMIER, mostrado en la figura 2.3.4, es la primera serie de dispensarios multiproducto marca TOKHEIM, con capacidad para vender hasta cuatro tipos de productos en un solo dispensario. Las presentaciones pueden variar desde una hasta cuatro mangueras por lado, por lo que la máxima capacidad de estos dispensarios es de 8 mangueras en total, existe la alternativa de usar una sola manguera por lado para despachar hasta cuatro tipos de productos diferentes. También tiene capacidad para ofrecer mezclas de productos en porcentajes especificados por el cliente, esta innovación funciona actualmente solo en E.U.A.

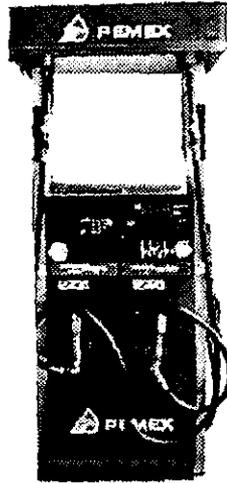


Figura 2.3.4 Modelos Premier.

Integrados con alta tecnología estos dispensarios pueden tener pantallas totalmente iluminadas o con iluminación en función de la luz externa. Dotados con lógica basada en microprocesadores, éstos pueden configurarse a elección del cliente con:

- Teclado de interfaz con operador.
- Botones para elección de producto (sólo en caso de dispensarios con una sola manguera por lado).

Estas características son controladas por la tarjeta de procesador central CPU (*Central Processing Unit*) que controla las operaciones que se realizan y además mantiene comunicación hacia la consola de mando por un puerto especial de diseño propio de TOKHEIM.

Este tipo de dispensarios en particular es el que predomina en la estación de servicio 0047. También existen dispensarios modelo 1150 remodelados en cuanto a su lógica interna, pues estos cuentan con tarjetas CPU para su control y comunicación con la consola de mando.

En este capítulo se analizó la estructura general de las estaciones de servicio, en el próximo capítulo se presenta a detalle la interconexión eléctrica y el acoplamiento entre los equipos electrónicos y los dispensarios.

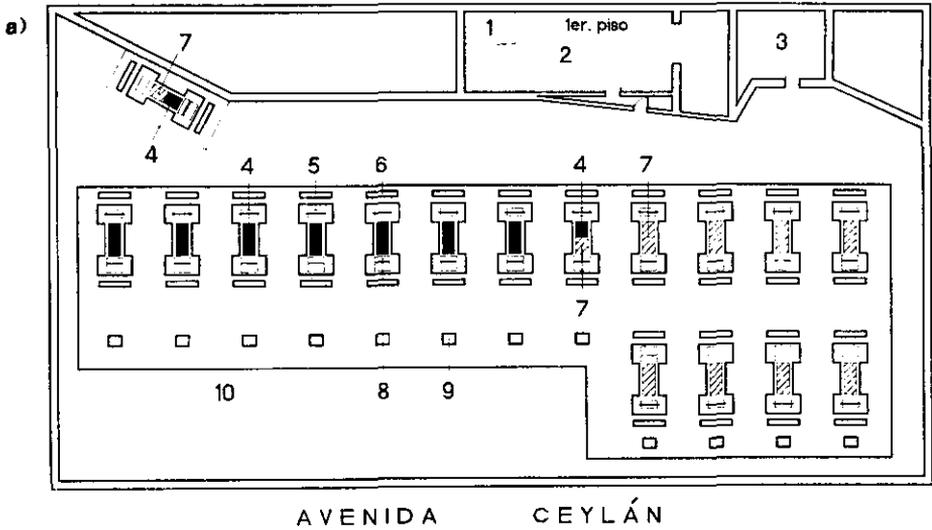
## Capítulo 3

# Diseño del comandante de dispensarios TOKHEIM

Debido a la problemática mencionada en capítulos anteriores, la tendencia es mejorar el procedimiento de operación de la gasolinera y con esto evitar el manejo de dinero en efectivo, para lo cual es necesario conocer el sistema electrónico existente, desde el dispensario hasta los equipos auxiliares que se encuentran en la oficina, y su interconexión con una base de datos que actualizará los movimientos de venta de combustible realizados en la estación de servicio.

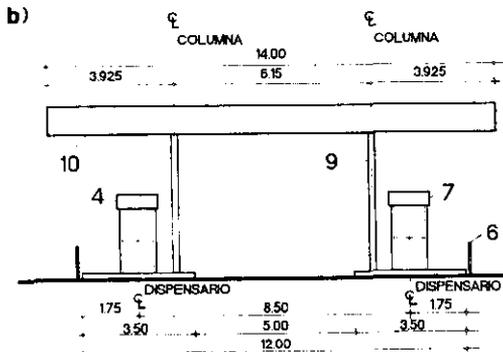
### 3.1 Estación de Servicio # 0047

La estación de servicio # 0047 se encuentra ubicada en Av. Ceylán, Colonia Industrial Vallejo, México, D.F., cuenta con 19 dispensarios marca TOKHEIM, con los cuales se despacha diesel y dos tipos diferentes de gasolina (*magna-sin* y *premium*). Sobre la misma los dispensarios se encuentran distribuidos cumpliendo las normas especificadas por PEMEX. El esquema de la figura 3.1.1 muestra la distribución física de los dispensarios dentro de la estación de servicio.

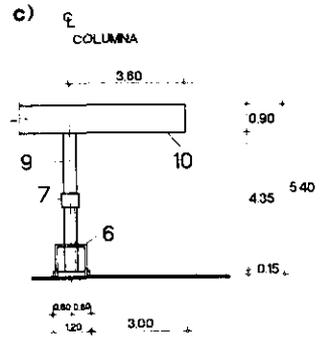


VISTA EN PLANTA

Simbología para Dispensarios :  Dispensario de Diesel     Dispensario de Gasolina



ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL

Figura 3.1.1 Esquema de la estación de servicio # 0047.

Distribución de las áreas dentro de la estación # 0047:

1. Ubicación del equipo comandante.
2. Oficinas administrativas de la estación (1er piso).
3. Baños.
4. Dispensarios de diesel.
5. Surtidores de aire y agua.
6. Elemento de protección.
7. Dispensarios de gasolina (*magna-sin* y *premium*).
8. Poste para señalamientos y extintor.
9. Postes para sostener la estructura del techo.
10. Techo.

La estación de servicio cuenta con 5 tanques para el almacenamiento de combustible, 3 con capacidad de 300 mil litros, de los cuales 2 son usados para almacenar diesel y el restante para almacenar gasolina; los 2 últimos tanques tienen capacidad de 100 mil litros cada uno y almacenan gasolina.

Consultando las especificaciones del fabricante de los dispensarios, no se encontraron datos sobre el tipo de protocolo de comunicación utilizado entre éstos y el equipo comandante, ya que la compañía que distribuye los dispensarios marca TOKHEIM no permite la consulta o revisión de los manuales, diagramas, hojas de datos, ni cálculos relativos al diseño de sus protocolos de comunicación (a menos que se compre el sistema completo, que resulta ser extremadamente caro). Por lo que se realizó un levantamiento de información del sistema, encontrándose que dentro de las oficinas de la gasolinera se cuenta con un equipo auxiliar que tiene la posibilidad de controlar a los dispensarios, este equipo es llamado consola de mando. La consola de mando consta de un teclado digital y una pantalla en la que se pueden observar los comandos a utilizar, tales como la especificación de ventas en volumen o dinero, tipo de combustible e identificación de cada una de las bombas de los dispensarios.

Los dispensarios marca TOKHEIM cuentan con un puerto de comunicación el cual se conecta a la consola de mando mediante un equipo intermedio, éste consta de tres tarjetas electrónicas a las cuales se conectan ocho dispensarios (16 bombas) y una sola salida por tarjeta hacia el comandante y cuya función es aislar eléctricamente al dispensario del

comandador mediante optoacopladores y posteriormente sumar las señales de comunicación. En los planos eléctricos de la estación de servicio se encontró especificado este componente como concentrador. En la figura 3.1.2 se muestra el esquema de conexión de estos tres elementos (para facilitar el esquema se utilizaron únicamente tres dispensarios).

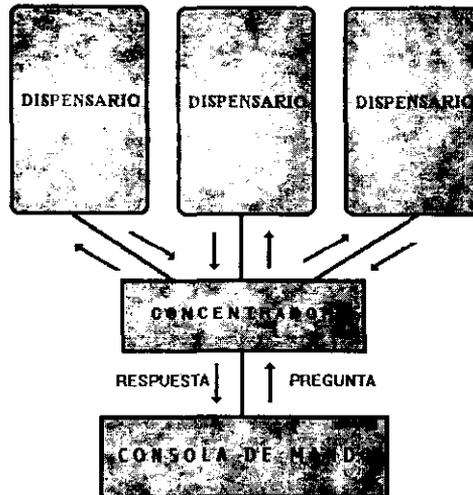


Figura 3.1.2 Esquema de conexión Dispensario-Consola de Mando.

El puerto de comunicación de cada dispensario está eléctricamente acoplado al concentrador mediante tres cables que transmiten las señales de comunicación, los cuales según los manuales de operación de dispensario y consola de mando están identificados como TTD, TTC y DCC. Por lo que procedimos a localizar las señales mencionadas directamente en los cables de comunicación instalados en la estación de servicio, con el objeto de identificarlos, analizarlos y determinar el tipo de información que transmiten, lo cual será estudiado a continuación.

### 3.2 Identificación de señales de un dispensario marca TOKHEIM

Para facilitar la tarea de identificación de las señales de comunicación se desarmó uno de los dispensarios, improvisando un laboratorio en las oficinas

de la estación de servicio. Cabe mencionar que los trabajos de simulación de llenado y despachado de combustible de este dispensario en particular se llevaron a cabo manualmente, girando una manivela que acciona la señal de conteo de flujo de las bombas y que durante su operación normal se encuentra conectada a los circuitos de control del dispensario.

Se debe hacer mención de que todos los cables se encuentran debidamente identificados tanto en el concentrador como en los dispensarios y están basados en un código de colores, como se indica en la tabla 3.2.1.

Color	Señal
Naranja	TTD
Verde	TTC
Café	DCC

Tabla 3.2.1 Código de identificación de señales.

Debido a que la estación de servicio no puede interrumpir sus labores, es necesario realizar una conexión con la cual no se entorpezca el funcionamiento de los dispensarios restantes. En la figura 3.2.1 se muestra el diagrama de conexiones con el que se realiza el primer análisis de las señales.

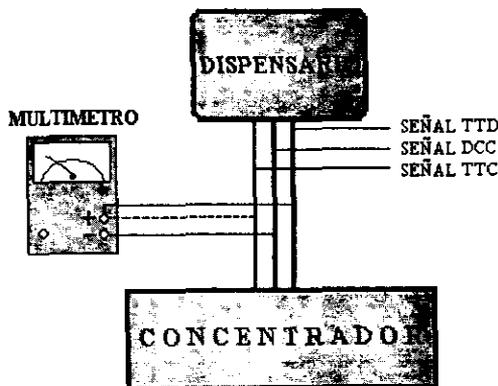


Figura 3.2.1 Identificación de las señales con multímetro.

Teniendo bien identificados los cables, se localizó la línea de referencia de las señales mediante el empleo de un multímetro. El voltaje registrado al medir la señal entre las terminales TTC y TTD presentó inconsistencia y variaciones considerables. Por otro lado, al usar como referencia de estas dos señales la terminal DCC se encontró que ambas presentaban casi el mismo nivel de amplitud de voltaje (aproximadamente 8 Volts DC), por lo que se concluyó que el nivel de referencia está dado por el terminal DCC y las señales de datos viajan por los otros dos cables.

La visualización de las señales se realizó mediante un osciloscopio conectado a los puntos de medición, referidos en la figura 3.2.2. En este punto se tomaron mediciones de las señales enviadas por el comandante hacia los dispensarios y viceversa, para determinar el tipo de señal existente en la comunicación. Se colocaron las puntas de los canales A y B del osciloscopio en las combinaciones de cables TTD-DCC y TTC-DCC, respectivamente.

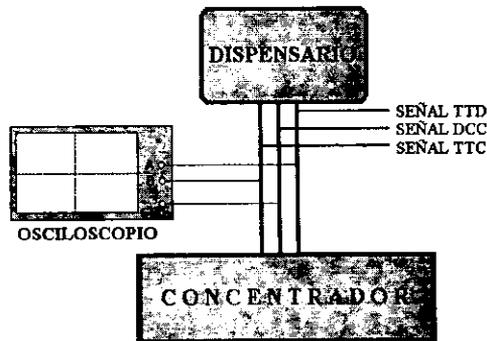


Figura 3.2.2 Medición de las señales con osciloscopio.

Se observó que el comportamiento de las señales mostraba un defasamiento entre las mismas, de lo cual se concluyó que cuando alguna de estas señales se activa la otra permanece inactiva y viceversa (ver figura 3.2.3).

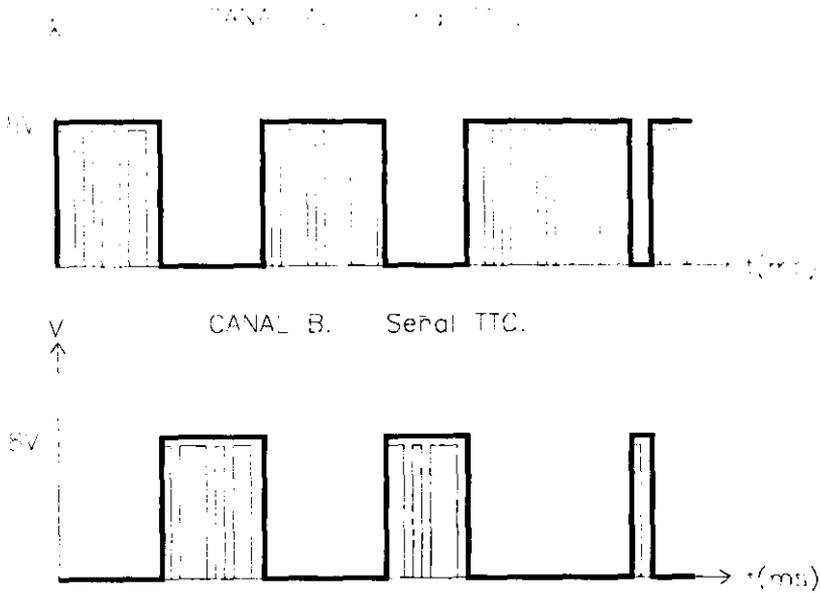


Figura 3.2.3 Canales A y B del osciloscopio.

Las señales observadas en el osciloscopio nos permiten determinar que la comunicación se establece en forma serial, con una codificación de no retorno a cero (NRZ), en la cual se tiene un bit de inicio, después una palabra y se termina con un bit de parada. En la figura 3.2.4 se muestra la codificación de un carácter.

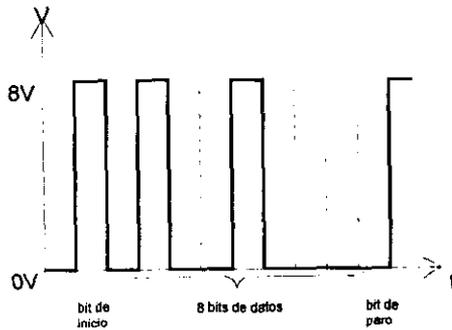


Figura 3.2.4 Codificación de un carácter.

Sin embargo, las señales observadas hasta este punto no son útiles para determinar cual de ellas es pregunta y cual es respuesta, por lo que centraremos nuestra atención en determinar qué tipo de código binario es el que se requiere para que el dispensario ejecute una acción. Es posible que el dispensario ejecute más funciones de las que hasta el momento conocemos, por lo que es necesario encontrar la velocidad de transmisión en la comunicación de las señales y de esta manera rastrear con algún dispositivo la comunicación entre la consola de mando y el dispensario.

En virtud de que el análisis de la señal realizado anteriormente no nos permite encontrar dicha velocidad, fijaremos nuestra atención en el canal A del osciloscopio para poder analizar los pulsos en detalle. Al ajustar la escala de tiempo del osciloscopio se pudo observar el tren de pulsos de uno de los comandos con el objeto de tratar de distinguir cada uno de dichos pulsos, lo cual se muestra en la figura 3.2.5.

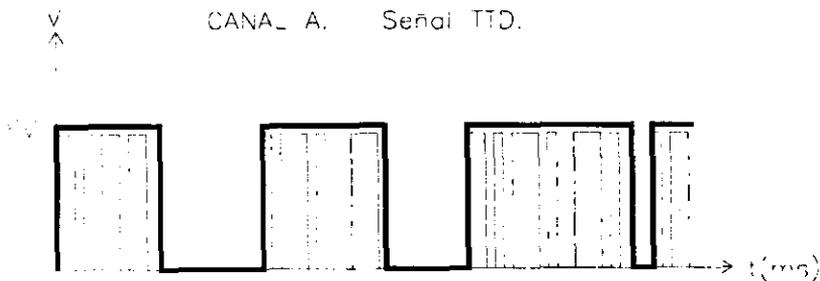


Figura 3.2.5 Canal A del osciloscopio.

Con base en los pulsos registrados procedemos a obtener la unidad mínima de tiempo que permita identificar el cambio entre niveles alto y bajo dentro de la señal. De esta manera y con base en la señal representada en la figura 3.2.6 pudimos definir una posible velocidad de transmisión.

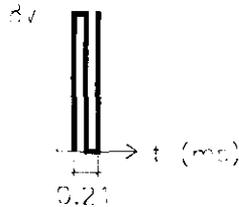


Figura 3.2.6 Unidad mínima de tiempo.

De la figura 3.2.6 se puede determinar que la duración de tiempo del pulso es de aproximadamente 0.105ms, con lo que se puede determinar también una aproximación de la velocidad de transmisión ( $V_t$ ), la cual será dada por el inverso de la duración de tiempo del pulso, como se muestra en la ecuación 3.2.1.

$$V_t = \frac{1}{0.105ms} = 9523bps \quad \text{Ecuación 3.2.1}$$

De donde se deduce que la velocidad de transmisión de la señal es sumamente parecida a la velocidad estándar de 9,600bps, manejada en la actualidad por muchos dispositivos de comunicaciones, por lo que para fines prácticos se consideró esta última como la velocidad de transmisión.

El paso siguiente consiste en realizar el acoplamiento de esta señal hacia algún equipo capaz de identificar el tipo de información que se transmite (comandos), con el objeto de verificar si cumple con las características de algún protocolo de comunicación conocido, o en su defecto, decodificar el protocolo que presente. El mencionado acoplamiento será llevado a cabo mediante un circuito al cual llamaremos Circuito Escucha.

### 3.3 Diseño del circuito escucha

Para el diseño del circuito escucha es importante determinar cual será el instrumento que nos permitirá descifrar los comandos de comunicación. Debido a la magnitud de la velocidad de transmisión de la señal, se dificulta

visualizar a la misma en su totalidad y en forma gráfica por medio de un osciloscopio o algún instrumento similar, puesto que la cantidad de información generada en la comunicación entre dispensarios y comandante es considerablemente grande; por lo anterior, el equipo a elegir es una computadora personal (PC) y la comunicación se realizará mediante un circuito electrónico diseñado específicamente para tal efecto, el cual será conectado a uno de los puertos de comunicación serial de la computadora.

Como observamos en las mediciones anteriores, la velocidad de la señal de comunicación entre los dispensarios y su consola de mando es de 9600 bps aproximadamente, con una amplitud de voltaje de 8Vdc; sin embargo, este nivel de voltaje no es propio para la comunicación con una PC, por lo que se requiere adecuarlo a  $\pm 12$ Volts, voltaje requerido por el puerto serial de la computadora.

Para facilitar la comprensión del circuito escucha se muestra un diagrama a bloques del uso del mismo (ver figura 3.3.1). Este diagrama presenta la conexión en la que el circuito escucha intercepta las señales de comunicación del dispensario con la consola de mando y las envía a la PC para su posterior análisis.

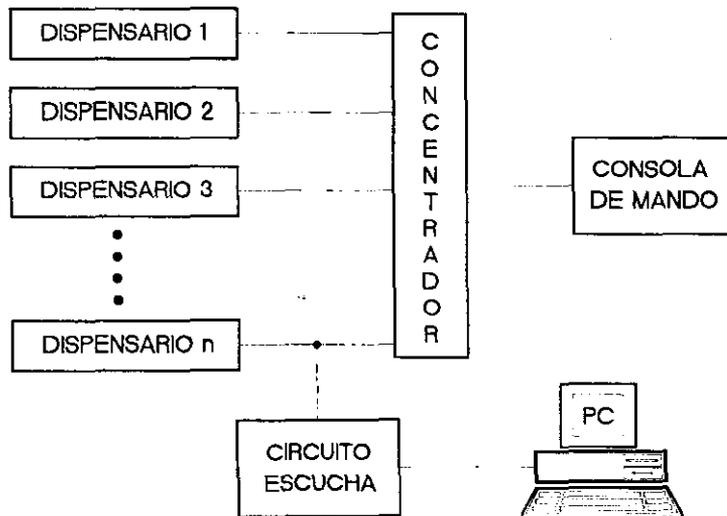


Figura 3.3.1 Ubicación del circuito escucha en el sistema.

Como ya sabemos, las señales de comunicación (comandos y respuestas de las bombas) no son transmitidas simultáneamente en ningún momento, de esta manera nos interesa analizar TTD o TTC por separado, ya que ambas presentan las mismas características eléctricas. Por otro lado, sabemos que en la comunicación entre el concentrador y el dispensario se invierte la señal, debido a la etapa de optoacoplamiento presente en el concentrador. El esquema de dicho acoplamiento se muestra en la figura 3.3.2.

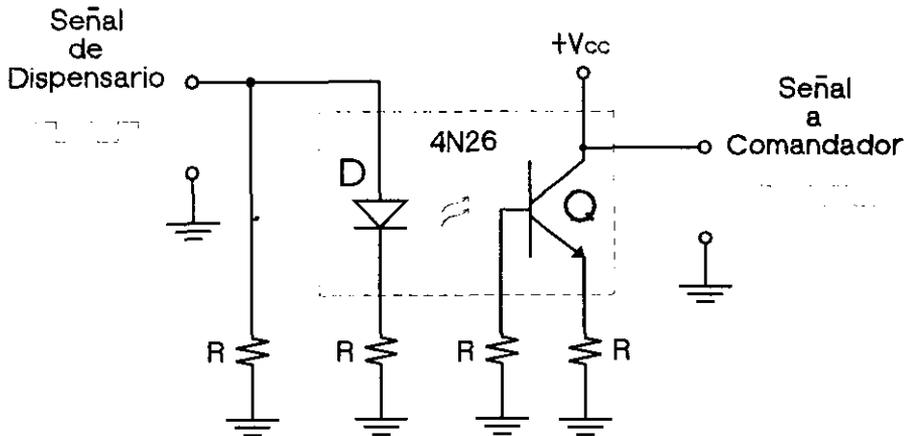


Figura 3.3.2 Optoacoplador del Concentrador.

De lo anterior podemos concluir que el circuito escucha tendrá que adaptar la señal de entrada a observar (TTD o TTC), para que ésta pueda ser reconocida por el puerto serial de la PC.

Con base en las características de un puerto serial RS232 (ver apéndice D); el objetivo del circuito escucha es adecuar los valores de amplitud de voltaje de 0 y 8Volts a  $\pm 12$ Volts. La salida de dicho circuito, además, debe tener una sola vía de comunicación. Las características del circuito escucha deben ser:

- Alta impedancia a la entrada, para evitar una demanda excesiva de corriente de la señal del sistema que pueda generar una posible distorsión de la misma.
- La señal entregada por el circuito escucha debe tener los niveles de voltaje necesarios para su análisis, en este caso  $\pm 12$ V, por ser el nivel

requerido por el protocolo de comunicación del puerto serial de la PC.

- Manejo de hasta dos señales de entrada, para acoplar las señales TTD y TTC en el mismo canal de transmisión.

Para la realización de este diseño se analizaron algunos circuitos que cumplen con los puntos antes mencionados, de los cuales cabe recalcar que sus características eléctricas son muy similares, sin embargo se decidió utilizar el comparador de voltaje LM339. Este dispositivo contiene cuatro comparadores en el mismo circuito integrado (CI), lo cual facilita la implementación física del circuito escucha, puesto que de haber utilizado algún otro circuito integrado, como por ejemplo el LM311 que contiene sólo un comparador, se hubiese requerido de un número mayor de éstos. En el apéndice B se pueden ver las hojas de especificaciones del circuito elegido.

Para poder realizar el ajuste de nivel de voltaje de la señal TTD a  $\pm 12$ Volts, ésta es acoplada a uno de los 4 comparadores contenidos en el CI LM339 por su entrada positiva, mientras que el voltaje de referencia ( $V_{REF1}$ ), que es obtenido mediante un divisor de voltaje, será introducido por la entrada negativa del mismo, como se muestra en la figura 3.3.3.

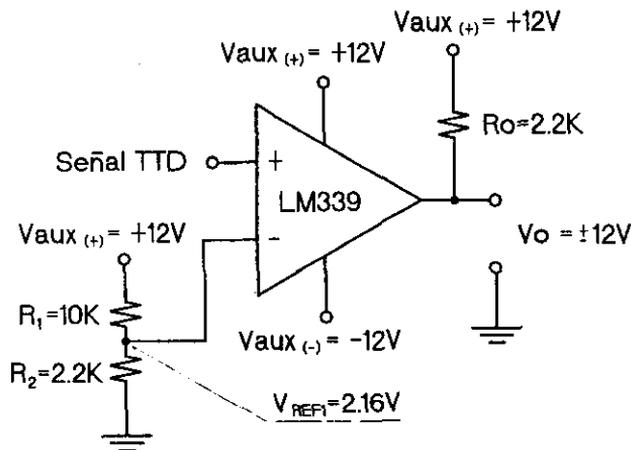


Figura 3.3.3 Circuito de acoplamiento.

Los valores de las resistencias utilizadas en el cálculo del voltaje de referencia deben ser del orden de 10kohms, para evitar un consumo excesivo

de corriente de la fuente de alimentación. Por lo que el voltaje de referencia ( $V_{REF1}$ ) se calcula como se ve en la ecuación 3.3.1.

$$V_{REF1} = V_{aux(+)} \left[ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \quad \text{Ecuación 3.3.1}$$

Cabe destacar que dicho voltaje se calculó para ser mayor que 0Volts, con la finalidad de prever la afectación por ruido de la señal de salida, fenómeno conocido por la experiencia adquirida en la utilización de los circuitos seleccionados. Como el nivel mínimo de la señal de entrada es de 0Volts y el máximo es de 8Volts, se decidió fijar el voltaje de referencia para nuestro diseño en aproximadamente 2Volts. R1 se fija entonces en 10kohms (valor comercial), por lo que el valor de R2 despejado de la ecuación 3.3.1 es igual a 2kohms. Eligiendo un valor comercial para R2 de 2.2kohms, concluimos que el valor final del voltaje de referencia es de 2.16Volts.

La salida del CI LM339 tiene una configuración de colector abierto, por lo que se polariza en este punto con +12Volts, a través de una resistencia Ro.

Para obtener el valor de Ro fijamos los valores de  $V_{aux(+)}$  y  $V_{aux(-)}$ , que representan los voltajes con que se polariza el circuito, en +12Volts y -12Volts, respectivamente, y consideramos el valor de voltaje de saturación a la salida del CI como  $V_{sat}=0.4\text{Volts}$  (ver hojas de especificaciones en apéndice B) y el valor de la corriente de colector, cuyo rango de operación está entre 6mA y 16mA. Considerando  $I_c=10\text{mA}$  y con base en el análisis determinamos que mediante la ecuación 3.3.2 se obtiene el valor de Ro, el cual resulta ser de 2.36kohms. Por lo que finalmente se fija la resistencia de salida a un valor comercial de 2.2kohms.

$$R_o = \frac{V_{aux(+)} - V_{sat} - V_{aux(-)}}{I_c} \quad \text{Ecuación 3.3.2}$$

Después de haber implementado físicamente esta parte del circuito se procedió a hacer un seguimiento de la señal, conectando a la entrada de dicho circuito la señal TTD. La señal observada a la salida del circuito se presenta en la figura 3.3.4.

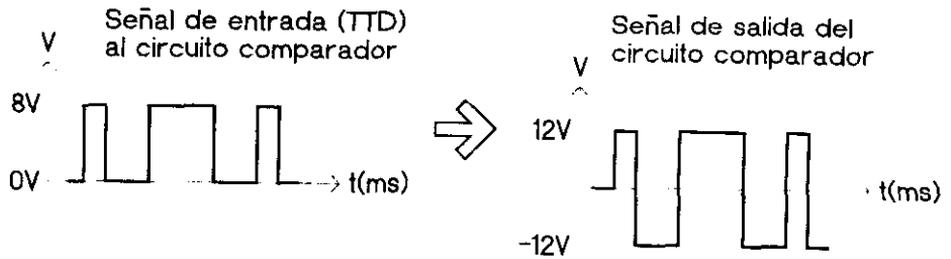


Figura 3.3.4 Salida del circuito comparador.

Con el resultado del análisis anterior se comprobó que esta etapa es propia para adecuar la señal TTD (0 y 8Volts) a un nivel de voltaje de salida de  $\pm 12$ Volts. El análisis realizado es válido para ambas señales, TTD y TTC, por lo que se implementan dos etapas idénticas, las cuales posteriormente se acoplan a un circuito que concentra estas señales en un solo canal de comunicación. Para poder realizar esto, se integran las señales a través del diseño de una compuerta OR, basado en comparadores LM339, como se muestra en la figura 3.3.5.

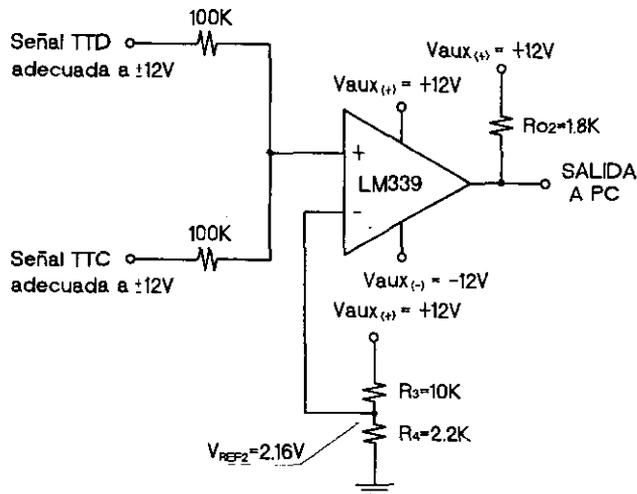


Figura 3.3.5 Circuito OR.

El acoplamiento entre los circuitos se lleva a cabo mediante dos resistencias con valores de 100kohms (valor recomendado en las hojas de datos del LM339, como se muestra en el apéndice B) para minimizar el consumo de corriente, conectadas a la entrada positiva del comparador. Por otro lado en la entrada negativa se fija la referencia de voltaje utilizando el mismo criterio empleado en la determinación del voltaje de referencia para el circuito de acoplamiento ( $V_{REF1}$ ) y usando los mismos valores de resistencias para el arreglo divisor de voltaje, por lo que el  $V_{REF2}$  se establece también en 2.16Volts, de acuerdo con la ecuación 3.3.3.

$$V_{REF2} = V_{aux(+)} \left[ \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right] \quad \text{Ecuación 3.3.3}$$

El acoplamiento hacia el canal de comunicación con la computadora personal se hace en forma similar al acoplamiento entre las dos etapas anteriormente diseñadas, mediante una resistencia conectada a la salida de colector abierto del CI LM339 comparador. Esta resistencia se calcula con base en la demanda de corriente de la terminal RXD del puerto serial RS232 de la PC, cuyos fabricantes establecen que es del orden de 10mA (ver apéndice D). Por lo que de acuerdo con la ecuación 3.3.4, y estableciendo un valor de  $I_c$  de 12mA aproximadamente (que es ligeramente mayor al mínimo necesario para asegurar la demanda), el valor de  $R_{O2}$  se calcula en 2kohms y se selecciona un valor comercial de 1.8kohms.

$$R_{O2} = \frac{V_{aux(+)} - V_{sat} - V_{aux(-)}}{I_c} \quad \text{Ecuación 3.3.4}$$

Finalmente el circuito escucha queda conformado por los dos circuitos diseñados previamente, como se observa en la figura 3.3.6.

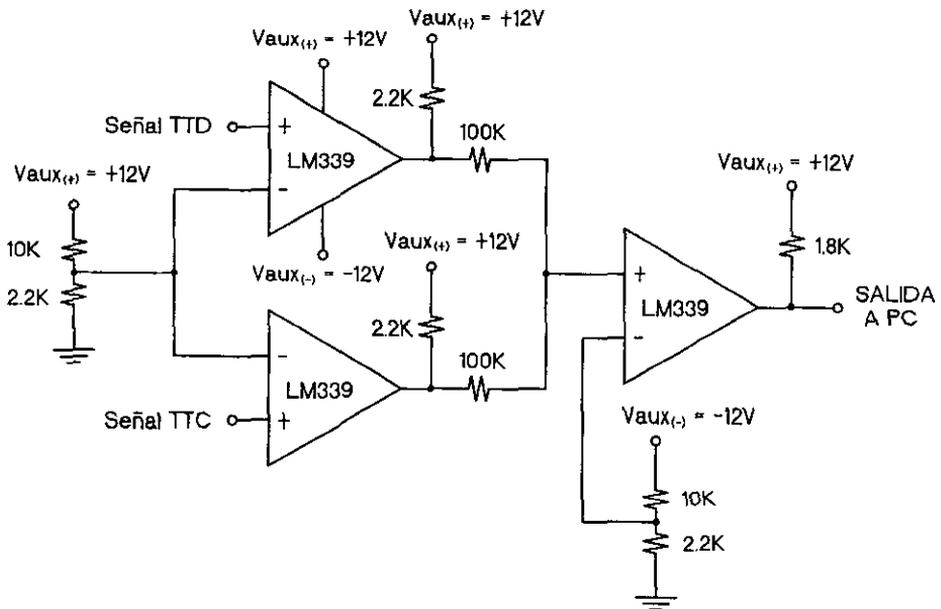


Figura 3.3.6 Circuito Escucha.

Con esto se termina el diseño del circuito escucha, el siguiente paso es confirmar que la señal se transmite de forma codificada, la cual puede ser interpretada como comandos de operación por medio de un programa que decodifique esta comunicación y la despliegue en la pantalla de la PC o la almacene en algún archivo con el objeto de su posterior revisión.

### 3.4 Comandos de control y operación

En el subtema anterior se mostró un diagrama a bloques del sistema de comunicación entre el dispensario y el comandador (figura 3.3.1), en el cual se puede ver el punto en el que será conectado el circuito escucha, también se determinó que las líneas de comunicación son dos (TTC y TTD) y su referencia (DCC), las que después de salir del circuito escucha, se convierten en una sola línea con su referencia a tierra, por lo que para la conexión de dicho circuito con el dispensario se conectaron tres cables en la entrada del

concentrador (en este caso se seleccionó el dispensario con menor carga de trabajo). La figura 3.4.1 muestra la conexión física mencionada, tomando en cuenta un solo dispensario pero recordando que en el concentrador se conectan todos los dispensarios.

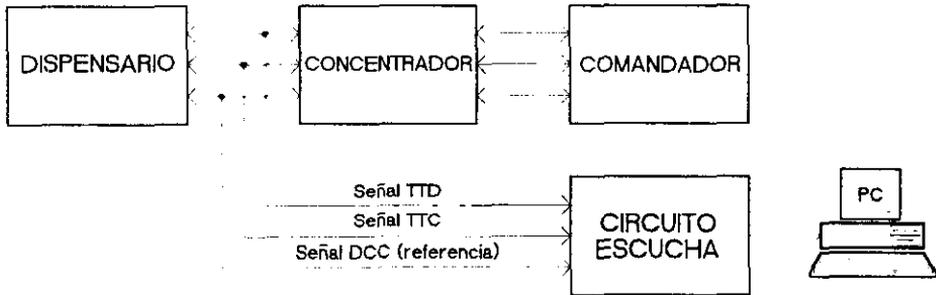


Figura 3.4.1 Conexión física de la entrada del circuito escucha.

Como se observa en la figura 3.4.1, la salida del circuito escucha se conectará al puerto serial de la computadora, que se utilizará para la lectura de la información. En la entrada del circuito escucha no se tiene ninguna dificultad para la conexión de los cables de señal, ya que todos están etiquetados con la misma simbología; sin embargo, en el caso de la conexión del circuito escucha con la PC, el conector DB9 tiene la siguiente configuración (la función de cada una de las terminales se describe en el apéndice D):

Terminal	Descripción
1	CD
2	RXD
3	TXD
4	DTR
5	GND
6	DSR
7	RTS
8	CTS
9	N/C

Tabla 3.4.1 Configuración de terminales del conector tipo DB9.

Nuestro interés es leer la información proveniente tanto del dispensario como del comandante, por lo que la salida del circuito escucha se conectará en la terminal 2 (RXD) y la referencia en la terminal 5 (GND). Para simular el funcionamiento de las señales de comunicación se realizó el puente entre la terminal 8 (CTS) y las terminales 1, 4 y 6 (CD, DTR y DSR, respectivamente). Con esto finalmente se tiene la conexión entre el circuito escucha y el puerto serie de la PC.

El primer intento hecho para realizar la interpretación de los datos recibidos mediante el Circuito Escucha consiste en la conexión directa de la salida del mencionado circuito al puerto serial de una computadora portátil. Esta computadora cuenta con el sistema operativo Windows 95 de Microsoft, por lo que se decide visualizar la información recibida con el programa de aplicación *Hyper Terminal*, como primer paso en la determinación del tipo de datos empleados en la comunicación.

Se ajusta dicha comunicación para efectuar una lectura de datos a una velocidad de 9600bps, de acuerdo con el estudio realizado anteriormente en el subtema 3.2. Se observa una serie de caracteres que a simple vista son ilegibles y no permiten una visualización clara del significado de los comandos empleados en la comunicación entre comandante y dispensario, y las respuestas a éstos. En la figura 3.4.2 se puede observar una pantalla que muestra los datos recibidos y leídos en la *Hyper Terminal*.



Figura 3.4.2 Pantalla de visualización de datos con *Hyper Terminal*.

Los datos visualizados en el *Hyper Terminal*, como se mostró en la figura anterior, no nos proporcionan mayor información, ya que es difícil que en base a éstos podamos concluir la identificación de algún código de datos.

Para tratar de facilitar un poco el análisis de la información, se decide almacenarla en archivos dentro de la PC, para posteriormente procesarlos. Esto nos lleva a la necesidad de elaborar un programa capaz de almacenar en disco la información captada por el puerto serial referido.

Este programa elaborado en lenguaje C (el cual se pretende adoptar en el desarrollo de los diversos programas a lo largo del proyecto) es llamado GUARDA y tiene como finalidad almacenar en archivos la información recibida a través del circuito escucha. De esta manera las características generales del programa se muestran en el diagrama a bloques de la figura 3.4.3.



Figura 3.4.3 Diagrama a bloques del programa GUARDA.

La descripción del programa antes mencionado se detalla en el diagrama de flujo mostrado en la figura 3.4.4.

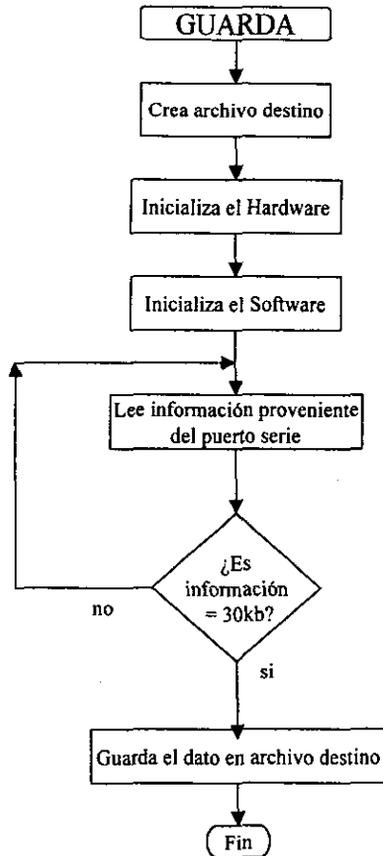


Figura 3.4.4 Diagrama de flujo del programa GUARDA.

De acuerdo con la figura anterior, la función del primer módulo consiste en la creación de un archivo donde será almacenada la información interceptada en la comunicación entre dispensario y comandante.

El módulo siguiente está encargado de configurar el hardware del sistema para una recepción de información tipo serial, con las siguientes características:

- Puerto serial de comunicación COM1.
- Velocidad de comunicación de 9600bps.
- Bits de inicio y paro.
- Sin detección de paridad.
- Longitud de palabra de 8 bits.

La inicialización del software consiste en nombrar las variables utilizadas para el procesamiento de la información a almacenar en el archivo destino, el cual es nombrado en base al patrón preestablecido para los datos: *aammddhh.mm* (donde *aa* corresponde a los dígitos para indicar el año, *mm* corresponde al mes, *dd* al día, *hh* a la hora y *mm* al minuto).

En el penúltimo bloque podemos observar la longitud máxima establecida para el archivo destino, el cual se definió a 30kB, con el objeto de obtener suficientes archivos para realizar el análisis y además con un tamaño adecuado para su manejo. Vale la pena aclarar que la captura de los datos puede ser interrumpida a través de una ruta de escape desde el teclado en caso de ser necesario.

El programa finaliza almacenando la información recibida vía serial y cerrando el archivo destino.

Una vez almacenada la información en archivos, procederemos a estudiarla, con el objeto de verificar si existe algún tipo de patrón de repetición que pudiera significar un código binario establecido. Como podemos observar en la figura 3.4.5, los datos no son comprensibles pero podemos notar que existen algunas cadenas de símbolos que se presentan frecuentemente a lo largo de la transmisión. En la misma figura se puede visualizar un ejemplo de una cadena de repetición encontrada en un archivo almacenado.

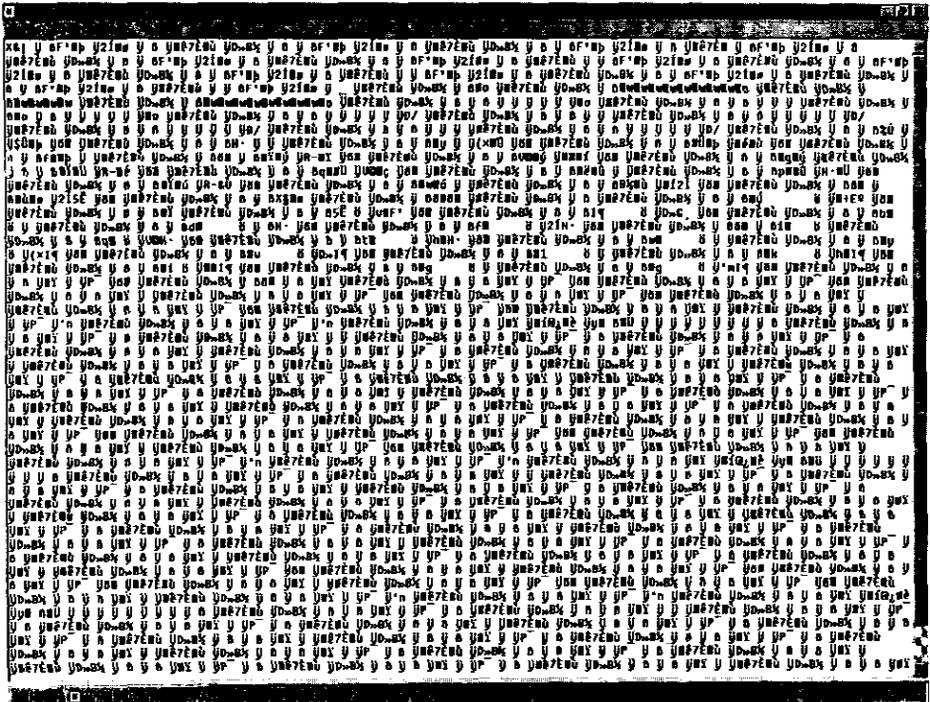


Figura 3.4.5. Archivo almacenado con el programa GUARDA.

Cabe mencionar que, además de contar con la grabación de varias decenas de archivos de datos (todos ellos fechados en días y horas diferentes), se procuró establecer una estrategia de control en cuanto al tipo de comandos que le serían enviados al dispensario de prueba, con el objeto de garantizar que el tipo de respuesta esperada a una orden enviada pudiera ser reconocida con mayor facilidad. Es decir, con el comandante se enviaron diversas instrucciones precisas al dispensario de prueba, tales como la venta de una cantidad determinada de combustible (en litros), o un monto preestablecido (en pesos). Con lo anterior obtuvimos cadenas de símbolos repetitivos, que deben representar los comandos enviados y las respuestas recibidas. Sin embargo, como se puede apreciar en la figura 3.4.6, sigue siendo complicado el descifrar el contenido de la información.

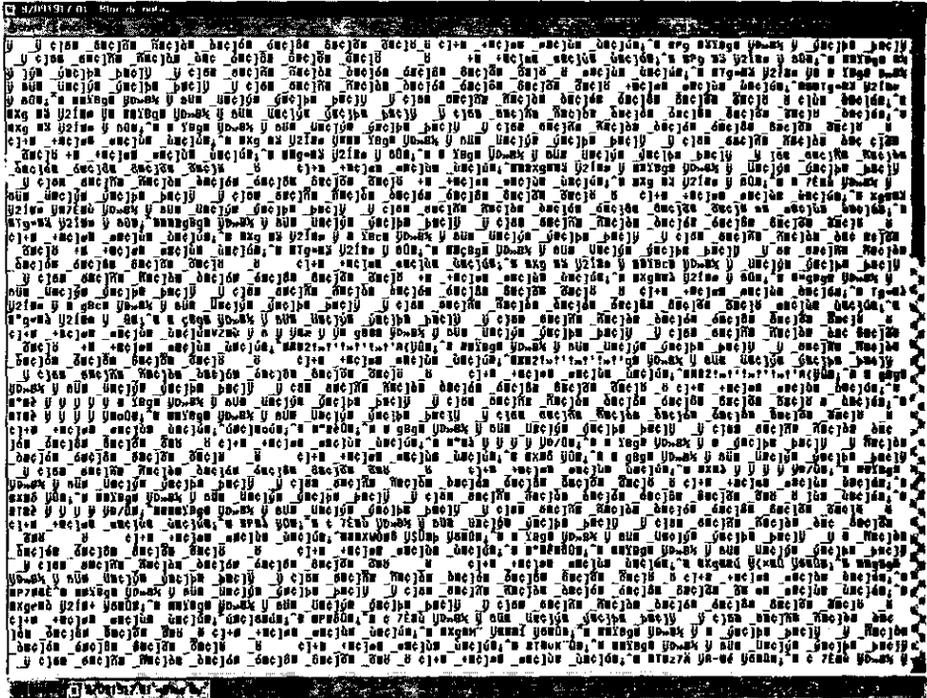


Figura 3.4.6 Información obtenida al enviar comandos hacia el dispensario de prueba.

Para facilitar la comprensión del contenido de la información, se decide traducirla de su código binario nativo al código ASCII (*American Standard Code for Information Interchange* por sus siglas en inglés), para intentar verificar si existe un comportamiento predecible que pudiera leerse en forma de cadenas de símbolos o números. Para conseguir lo anterior, es necesario elaborar un programa que realice la traducción correspondiente y además tenga la capacidad de efectuar algunas de las tareas realizadas por el programa GUARDA diseñado anteriormente, como almacenar dicha información en disco, para su posterior revisión y estudio. El diagrama de flujo correspondiente al programa TRADUCTOR es mostrado a continuación en la figura 3.4.7.

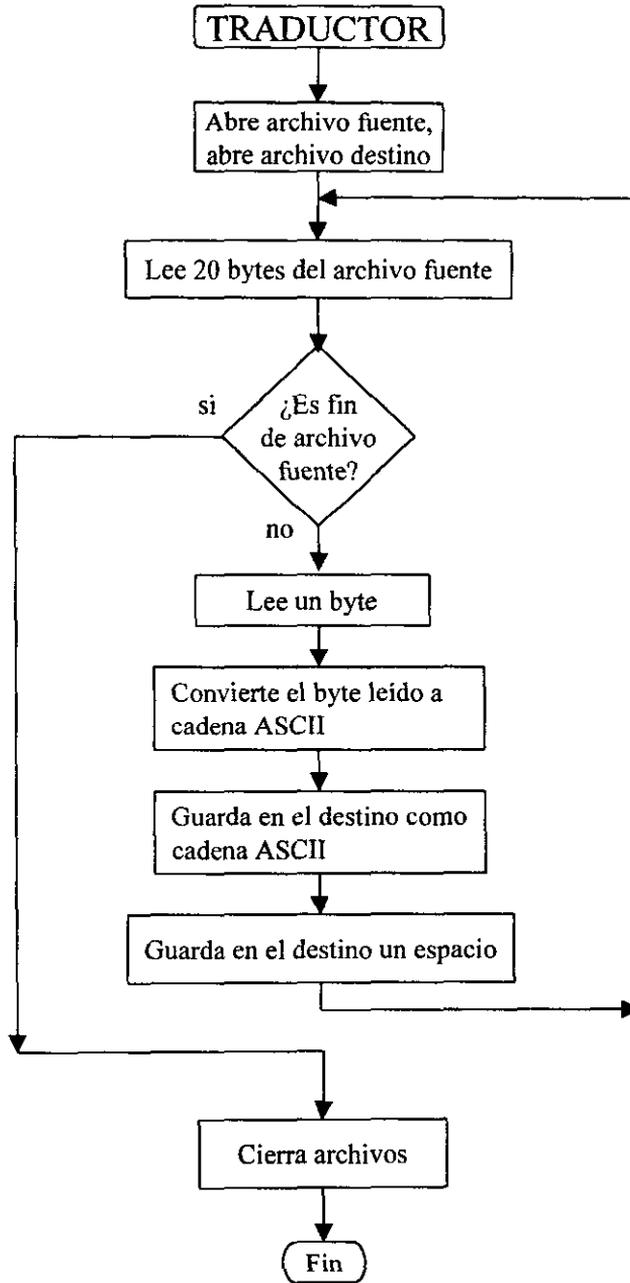


Figura 3.4.7 Diagrama de flujo del programa TRADUCTOR binario-ASCII.



comunicación continua con las bombas, en la que se observan cadenas de información que presentan secuencias repetitivas y que además se van incrementando en la posición correspondiente al primer byte de cada secuencia, partiendo del número 240 hasta llegar al 255, por lo que para facilitar el proceso de reconocimiento de la información decidimos crear un programa que se encargue de tabular esta información basado en los números arriba mencionados, además de que debe contar con las características del programa TRADUCTOR. Entonces el programa deberá agrupar los datos de tal manera que el primer byte de una secuencia contenga como inicio cualquiera de los números entre 240 y 255 (llamados parámetros de tabulación); entendiéndose que una secuencia es cualquier serie de bytes entre las parejas de números 240-241, 241-242, 243-244, ..., 254-255 e incluirá únicamente al primer número de la pareja a la que corresponda. El diagrama a bloques de la figura 3.4.9 describe de manera general los pasos que debe seguir el programa que recibirá como nombre TABULADOR.

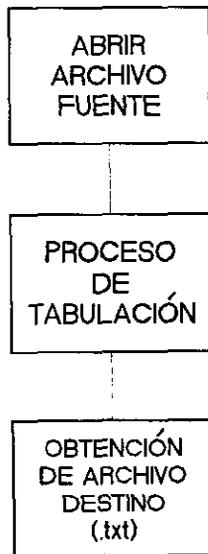


Figura 3.4.9 Diagrama a bloques del programa TABULADOR.

La descripción del diagrama a bloques se detalla en el diagrama de flujo de la figura 3.4.10.

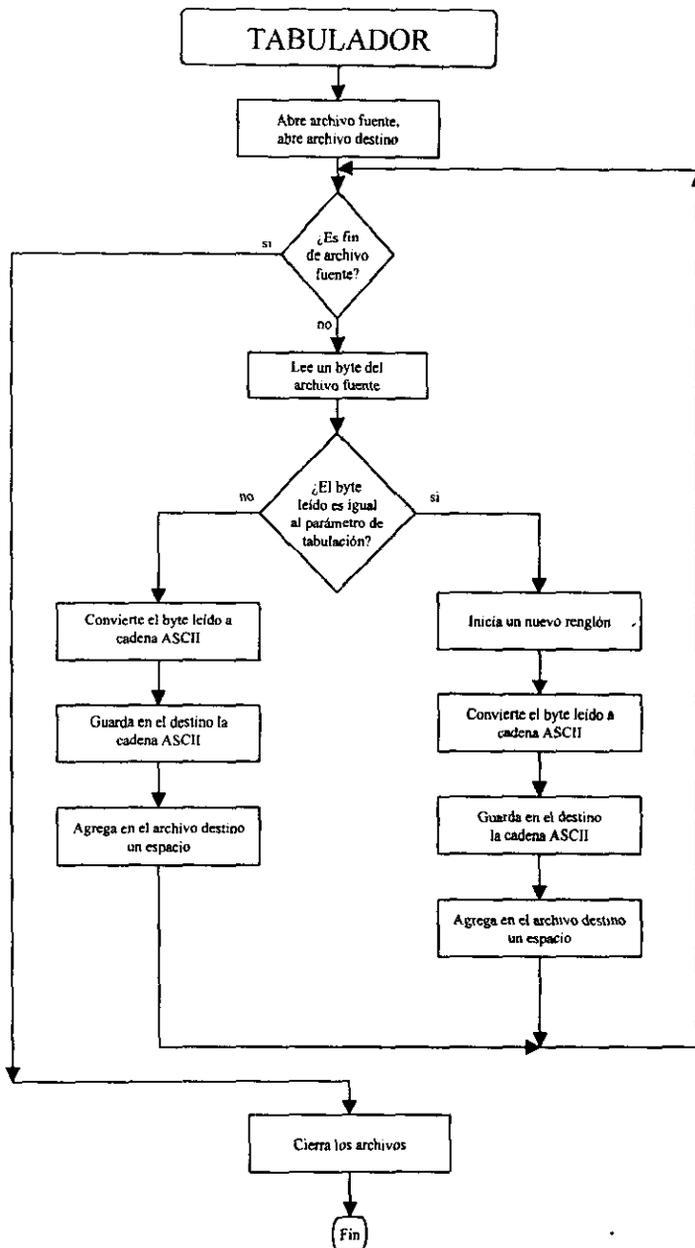


Figura 3.4.10 Diagrama de flujo del programa TABULADOR.

El primer paso del programa es abrir el archivo fuente y crear un archivo destino tipo texto, después se lee un conjunto de bytes del archivo fuente y se almacena en el archivo destino en una cadena en código ASCII, agregando un espacio en blanco después de cada byte guardado. Si alguno de los números del conjunto analizado corresponde a alguno de la numeración referida como parámetros de tabulación (números 240 a 255), el programa ejecutará un salto al siguiente renglón, escribirá el número en cuestión y continuará escribiendo el resto de la secuencia correspondiente a dicho número, hasta encontrar otro parámetro de tabulación que indique la ejecución de un nuevo salto de renglón. Cuando sea alcanzado el fin del archivo fuente, se cerrarán ambos archivos y se finalizará el programa.

Al ejecutar el programa TABULADOR podemos observar el despliegue de datos mostrado en la figura 3.4.11.

```

240 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 162 93 32 223
241 14 162 93 32 223
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 162 93 32 223
241 14 162 93 32 223
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 162 93 32 223
241 14 162 93 32 223
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93

```

Figura 3.4.11 Información Tabulada.

Después de haber realizado la tabulación de los datos, la información se encuentra de forma más ordenada, de tal manera que se ha logrado identificar que cada byte de datos siempre se encuentra acompañado de otro número el cual sumado al anterior es igual a 255, es decir, cualquier byte de datos debe ser leído e interpretado junto con el byte siguiente (en parejas de bytes) y cuya suma será siempre igual a 255, esto es con la finalidad de facilitar la detección de errores en el envío de información.

Para poder definir con exactitud como se deben interpretar los datos, decidimos realizar una prueba enviando un comando específico desde el comandador a un sólo dispensario, capturando dichos datos durante el proceso de comunicación, el cual se presenta en la figura 3.4.12. Cabe mencionar que la prueba consiste en la petición de una venta de 10 litros de gasolina *magna-sin*, con un costo de \$2.945 por litro.

```

249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
248 15 162 93 32 223
241 14 162 93 32 223
242 12 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
248 15 165 98 249 11 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255 144 111
241 14 162 93 32 223
242 12 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
248 15 162 93 144 111
241 14 162 93 32 223
242 12 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93

```

Figura 3.4.12 Prueba de envío de un comando de venta.

De esta pantalla podemos determinar que solamente una de las

secuencias tabuladas se modifica en su contenido. Esto se verifica al comparar la figura anterior con la pantalla de la figura 3.4.8, donde todas las bombas se encontraban en estado de espera.

Fragmento de las secuencias originales con las bombas en estado de espera:

240 15 162 93 32 223 241 14 162 93 32 223 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

Secuencia modificada en la prueba de venta con la bomba 1:

240 15 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255 144 111 241 14 162 93 32 223 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

Al analizar los datos de la secuencia modificada se intuye que la información contiene el comando ejecutado, pero no se puede garantizar que exista una respuesta del dispensario. Para corroborar lo dicho anteriormente se realizó la misma prueba en cada una de las 16 bombas del grupo, conectando nuestro circuito escucha en los diferentes bornes de conexión de las señales TTD, TTC y DCC de la tarjeta optoacopladora correspondiente, alojada en el concentrador.

Prueba de venta con la bomba 2:

240 15 162 93 32 223 241 14 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255 144 111 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

Conectando el circuito escucha al canal de comunicación con las bombas 3 y 4, y enviando el mismo comando de prueba, obtenemos:

240 15 162 93 241 14 162 93 242 13 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255 144 111 243 13 162 93 32 223 .....

Después de realizado el experimento con las 16 bombas se puede determinar que el número que identifica a cada bomba corresponde a cada uno de los parámetros de tabulación empleados para organizar la información, puesto que las secuencias de datos se vieron modificadas de forma idéntica al

enviar el mismo comando a cada una ellas en eventos diferentes, es decir que los datos enviados a cada bomba son direccionados a éstas dependiendo del parámetro de tabulación empleado (240 a 255), por lo que dichos parámetros pueden ser efectivamente considerados como los identificadores de las 16 bombas.

Para saber si la información de las secuencias analizadas corresponde únicamente a comandos enviados o también contiene respuestas de los dispensarios, se propone la repetición de las pruebas anteriores, pero en esta ocasión conectando exclusivamente la señal TTD al circuito escucha, con el objeto de aislar la información de este canal de comunicación y compararlo con el comportamiento de las señales de los experimentos anteriores. De donde se obtiene la pantalla presentada en la figura 3.4.13.

```

240 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 162 93
241 14 162 93
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 165 98 & 249 A1 214 69 106 69 186 A1 214 0 255 0 255 16 249 0 255
241 14 162 93
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93
246 9 162 93
247 8 162 93
248 7 162 93
249 6 162 93
250 5 162 93
251 4 162 93
252 3 162 93
253 2 162 93
254 1 162 93
255 0 162 93
240 15 162 93
241 14 162 93
242 13 162 93
243 12 162 93
244 11 162 93
245 10 162 93

```

Figura 3.4.13 Prueba de comando de venta para la señal TTD.

Se puede observar de la figura anterior que las secuencias analizadas difieren ligeramente en su comportamiento con respecto a la prueba en la que

el circuito escucha intercepta la señal de los dispensarios en modo de espera; se puede observar también que la variación en las secuencias correspondientes a los identificadores de bomba 240 y 241, consiste en la desaparición de la última parte de dichas secuencias, es decir, se aprecian cortadas o interrumpidas con respecto a la secuencias originales. Cabe mencionar que estos identificadores representan a las bombas conectadas al dispensario de prueba, etiquetadas como bomba 1 y bomba 2, respectivamente. La comparación de las secuencias mencionadas aparece a continuación:

Secuencias originales con ambas señales conectadas y bombas en estado de espera:

240 15 162 93 32 223 241 14 162 93 32 223 242 13 162 93 243 12 162  
93 .....

Secuencias con TTD únicamente y bombas en estado de espera:

240 15 162 93 241 14 162 93 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

Cuando cambiamos la conexión del circuito escucha al canal de comunicación del siguiente dispensario (es decir a las bombas 3 y 4, respectivamente) y repetimos la prueba anterior, se puede apreciar la desaparición de la última parte de las secuencias correspondientes a los identificadores de las bombas citadas (242 y 243). Este comportamiento se repite de la misma manera al efectuar la prueba en las parejas de bombas restantes.

Por otra parte, al hacer la prueba anterior enviando un comando a la bomba 1, se observa que todas las bombas reaccionan de la misma forma: la información para la secuencia modificada aparece interrumpida respecto de la prueba con ambas señales conectadas al circuito escucha.

Secuencia modificada con ambas señales conectadas y enviando un comando a la bomba 1:

240 15 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0  
255 144 111 241 14 162 93 32 223 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

---

Secuencia modificada con TTD únicamente y enviando un comando a la bomba 1:

240 15 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0  
255 241 14 162 93 242 13 162 93 243 12 162 93 .....

Del análisis de los datos observados en las comparaciones de las secuencias descritas anteriormente, y tomando en cuenta que la señal TTC fue desconectada para llevar a cabo dichas comparaciones, podemos determinar que la información plasmada en las secuencias modificadas al enviar el comando de prueba, pertenece exclusivamente a la señal TTD. Por lo tanto debemos inferir que la información que no aparece en dichas secuencias es la correspondiente al canal de comunicación desconectado, es decir, la señal TTC.

Las cadenas de números faltantes en las secuencias modificadas con el comando de prueba (solicitud de venta de combustible), se muestran a continuación.

144 111	cadena que no aparece para el identificador 240
32 223	cadena que no aparece para el identificador 241

Para poder interpretar los comandos necesarios para ejecutar las acciones más importantes de los dispensarios, se realizaron los experimentos anteriores a cada uno de dichos comandos. Para fines prácticos del presente trabajo, no serán detallados todos los experimentos, ni las múltiples deliberaciones y análisis requeridos para concluir el significado de cada secuencia de datos, motivo por el cual únicamente se desarrollará el proceso de identificación e interpretación de la prueba de solicitud de venta en la bomba 1 (10 litros de combustible a \$2.945 por litro), e inmediatamente después se mostrará exclusivamente la interpretación de los datos contenidos en los comandos restantes.

Para facilitar el análisis, la secuencia es dividida en tres partes: la primera corresponde al identificador de bomba, la segunda al comando enviado y la tercera a la respuesta del dispensario.

La secuencia de solicitud de venta se muestra a continuación.

240 15 165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255

1 2

144 111

3

La parte 1 mostrada anteriormente es la pareja de bytes correspondiente al identificador de bomba:

240 15

Donde :

240 = Número identificador de la bomba 1  
 15 = Sumándolo a 240 da 255

La segunda parte de la secuencia correspondiente al comando enviado consta de 10 parejas de bytes, que contienen la información necesaria para que el dispensario pueda realizar una venta. La secuencia se escribe como sigue.

165 90 6 249 41 214 69 186 69 186 41 214 0 255 0 255 16 249 0 255

Los bytes que definen la suma a 255 de cada dato, que se aprecian subrayados en la secuencia anterior, serán despreciados en nuestro análisis, en virtud de que podemos asegurar que la información se concentra en los bytes restantes. Por lo que para su mejor comprensión podemos representar a la secuencia arriba citada como :

165 6 41 69 69 41 0 0 16 0

El estudio del presente comando nos llevó a concluir que sus datos se agrupan en 5 categorías diferentes, como se muestra en la tabla 3.4.2.

Categoría	Código	Descripción
1	165	Representa al comando de solicitud de venta de combustible.
2	6	Indica la cantidad de combustible por despachar (en décimas de litro) que, al ser alcanzada antes de terminar la venta, acciona la válvula de flujo lento. Puede tomar cualquier valor de unidad entre 0 y 9.
3	41 69	Indican el precio del combustible.
4	69 41 0	Indican la cantidad máxima de combustible (en pesos) que puede ser vendida en el evento actual.
5	0 16 0	Indican la cantidad máxima de combustible (en litros) que puede ser vendida en el evento actual.

Tabla 3.4.2 Descripción del comando de venta.

El código 165 es entendido directamente por los dispensarios como el comando de solicitud de venta de combustible.

De igual manera, el código de la segunda categoría es entendido como la cantidad de combustible, expresada en décimas de litro, que debe restar a la operación de despacho para que sea accionada la válvula que cambia a flujo lento la velocidad de la bomba. En el ejemplo, cuando restan por despacharse 6 décimas de litro (600 mililitros) de combustible, automáticamente entra en operación la válvula de flujo lento, que disminuye la velocidad con la que es bombeado éste, para efecto de evitar posibles pérdidas o derramamientos del mismo al finalizar la venta.

La tercera categoría muestra el código que representa el precio asignado a cada litro de combustible que será despachado por la bomba. Este precio se encuentra dividido en dos números de código, que como se puede apreciar en el ejemplo son 41 y 69. Para poder interpretar su significado y traducirlo a una cantidad expresada en pesos, se deben analizar por separado cada uno de ellos, ayudándonos de su representación en forma binaria. El primero, 41, define los dígitos más significativos del precio (al que llamaremos precio alto) y el segundo, 69, los menos significativos (al que llamaremos precio bajo), como se aprecia a continuación:

$$\begin{array}{r}
 \text{Precio alto} \quad - \quad \text{Precio bajo} \\
 101001 \quad - \quad 1000101 \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} \quad \quad \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\
 41 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 69
 \end{array}$$

Finalmente los números binarios obtenidos son divididos en grupos de 4 bits, con el objeto de formar números decimales codificados en BCD (*Binary Code Decimal*).

$$\begin{array}{r}
 \text{Precio alto} \quad - \quad \text{Precio bajo} \\
 0010 \ 1001 \quad - \quad 0100 \ 0101 \\
 \underbrace{\hspace{1cm}} \ \underbrace{\hspace{1cm}} \quad - \quad \underbrace{\hspace{1cm}} \ \underbrace{\hspace{1cm}} \\
 2 \quad 9 \quad - \quad 4 \quad 5
 \end{array}$$

De donde se obtiene el número decimal 2945. En este momento se debe aclarar que la ubicación del punto decimal correspondiente a cada cantidad desplegada en las pantallas de todos los dispensarios, se elige mediante una programación manual efectuada directamente en éstos. Asumiendo que la pantalla de precio por litro de combustible consta de 4 dígitos y deseando que sólo uno de ellos corresponda a la parte entera del número y los restantes a la parte decimal, el punto decimal en cuestión deberá ubicarse entre el tercero y cuarto dígitos, contando a partir del menos significativo. Con lo que el precio obtenido en nuestro ejemplo se lee finalmente como:

2.945

De la misma manera, empleamos el método de traducción en la categoría 4 (código 69 41 0), la cual se utiliza para determinar el costo de venta máximo que podrá tener el evento actual. Se puede apreciar que la codificación se organiza presentando primeramente el costo de venta menos significativo (costo bajo) y finaliza con el más significativo (costo alto).

$$\begin{array}{r}
 \text{Costo bajo} \quad - \quad \text{Costo medio} \quad - \quad \text{Costo alto} \\
 0100 \ 0101 \quad - \quad 0010 \ 1001 \quad - \quad 0000 \ 0000 \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} \quad \quad \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}} \quad \quad \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\
 69 \quad - \quad 41 \quad - \quad 0 \\
 \underbrace{\hspace{1cm}} \ \underbrace{\hspace{1cm}} \quad - \quad \underbrace{\hspace{1cm}} \ \underbrace{\hspace{1cm}} \quad - \quad \underbrace{\hspace{1cm}} \ \underbrace{\hspace{1cm}} \\
 4 \quad 5 \quad - \quad 2 \quad 9 \quad - \quad 0 \quad 0
 \end{array}$$

La programación del punto decimal lo coloca entre el segundo y tercer dígitos menos significativos, por lo que el monto en pesos queda como:

0029.45

Por último, análogamente al paso anterior, se traduce la categoría 5 (código 0 16 0), que determina la cantidad máxima a despacharse en el evento actual.

<u>Cantidad baja</u>	-	<u>Cantidad media</u>	-	<u>Cantidad alta</u>
0000 0000	-	0001 0000	-	0000 0000
$\underbrace{\hspace{2em}}$ 0	-	$\underbrace{\hspace{2em}}$ 16	-	$\underbrace{\hspace{2em}}$ 0
$\underbrace{\hspace{1em}} \underbrace{\hspace{1em}}$ 0      0	-	$\underbrace{\hspace{1em}} \underbrace{\hspace{1em}}$ 1      0	-	$\underbrace{\hspace{1em}} \underbrace{\hspace{1em}}$ 0      0

El punto decimal se ubica nuevamente entre el segundo y tercer dígitos menos significativos, haciendo que la cantidad en litros se lea como se ve a continuación.

0010.00

El procedimiento utilizado para realizar la traducción anterior, se debe seguir para cualquier caso en el que el código en forma ASCII represente alguna cantidad, monto o número que deba ser entendido en su forma decimal.

Como se mencionó anteriormente, todos los comandos cuentan con características similares al del ejemplo analizado, presentando en ocasiones ligeras variantes que dependen del tipo y cantidad de datos involucrados. La tabla 3.4.3 refleja el resumen de los comandos más importantes y la acepción dada a las secuencias que los conforman.

**DISEÑO DEL COMANDADOR DE DISPENSARIOS TOKHEIM**

Comando	Descripción del comando	No. de bytes totales	Familia de Código	Bytes del código por orden de aparición	Suma a 255 del byte de código	Descripción del código
161	Petición de estado de la bomba y datos en la pantalla del dispensario	22	I	240	15	Identificador de bomba
			C	161	94	Representa al comando de petición de estado de la bomba y lo que tiene en pantalla el dispensario
			R	0	255	Sin uso
			R	0	255	Sin uso
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte baja)
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte media)
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte alta)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte baja)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte media)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte alta)
			R	X	xor X	Estado de la bomba
162	Petición de estado de la bomba	6	I	240	15	Identificador de bomba
			C	162	93	Representa al comando de petición de estado de la bomba
			R	X	xor X	Estado de la bomba
163	Envía un cambio de precio del producto	38	I	240	15	Identificador de bomba
			C	163	92	Representa al comando de precio de venta del producto
			C	X	xor X	Precio del producto 1 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 1 (parte baja)
			C	X	xor X	Precio del producto 1 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 1 (parte baja)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte baja)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte baja)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte baja)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto 2 (parte baja)
			R	X	xor X	Estado de la bomba

Tabla 3.4.3 Resumen de comandos (continúa).

**DISEÑO DEL COMANDADOR DE DISPENSARIOS TOKHEIM**

Comando	Descripción del comando	No. de bytes totales	Familia de Código	Bytes del código por orden de aparición	Suma a 255 del byte de código	Descripción del código
165	Solicitud de venta de combustible	22	I	240	15	Identificador de bomba
			C	165	90	Representa al comando de solicitud de venta de combustible
			C	X	xor X	Indica la cantidad de combustible por despachar (en décimas de litro) que, al ser alcanzada antes de terminar la venta, acciona la válvula de flujo lento. Puede tomar cualquier valor de unidad entre 0 y 9
			C	X	xor X	Indica el precio del combustible (parte alta)
			C	X	xor X	Indica el precio del combustible (parte baja)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en pesos) que puede ser vendida en el evento actual (parte baja)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en pesos) que puede ser vendida en el evento actual (parte media)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en pesos) que puede ser vendida en el evento actual (parte alta)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en litros) que puede ser vendida en el evento actual (parte baja)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en litros) que puede ser vendida en el evento actual (parte media)
			C	X	xor X	Indica la cantidad máxima de combustible (en litros) que puede ser vendida en el evento actual (parte alta)
			R	X	xor X	Estado de la bomba
166	Envía cambio de precio por litro del producto y un mensaje que aparecerá en la pantalla del dispensario	36	I	240	15	Identificador de bomba
			C	163	92	Representa al comando de envío de precio por litro
			C	X	xor X	Precio del producto (parte alta)
			C	X	xor X	Precio del producto (parte baja)
			C	255	0	Sin uso

Tabla 3.4.3 Resumen de comandos (continúa).

Comando	Descripción del comando	No. de bytes totales	Familia de Código	Bytes del código por orden de aparición	Suma a 255 del byte de código	Descripción del código
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			C	255	0	Sin uso
			R	X	xor X	Estado de la bomba
169	Pide venta total en pesos, venta total en litros de todos los despachos realizados y el estado de la bomba	22	I	240	15	Identificador de bomba
			C	163	92	Representa al comando de petición de venta total de todos los despachos
			R	X	xor X	Sin uso
			R	X	xor X	Sin uso
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte baja)
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte media)
			R	X	xor X	Venta total en pesos (parte alta)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte baja)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte media)
			R	X	xor X	Venta total en litros (parte alta)
			R	X	xor X	Estado de la bomba

NOTAS: \* Todos los comandos son verificados direccionándolos hacia la bomba No. 1  
 \* Familias de código empleados: I = Identificador de bomba; C = Comando; R = Respuesta de la bomba  
 \* X representa cualquier valor en formato ASCII  
 \* xor X significa suma a 255 del byte anterior  
 \* Producto 1 = gasolina *magna-sin*; Producto 2 = gasolina *premium*

**Tabla 3.4.3 Resumen de comandos.**

La tabla anterior indica que algunos códigos de respuesta representan el estado de la bomba comandada, el cual está definido por su correspondiente número de código ASCII y cuyo significado se muestra en la tabla a continuación.

Código ASCII del estado	Descripción
32	Manguera colgada
47	Bomba inactiva
144	Programando la venta
149	Terminando de realizar la venta
152	Bomba bloqueada
160	Manguera descolgada
208	Flujo lento de bombeo al inicio de la venta
240	Flujo rápido de bombeo
212	Flujo lento de bombeo al final de la venta
63	Reactivando la bomba
153	Reactivando la bomba
150	Reactivando la bomba
176	Reactivando la bomba

Tabla 3.4.4 Estados de las bombas.

Después de haber encontrado los comandos de operación que se utilizarán para la comunicación con el dispensario, lo que se requiere es diseñar un circuito electrónico, al cual denominaremos circuito interfaz, que permita establecer la comunicación con el dispensario a través de un programa que ejecute dichos comandos, que serán ingresados por medio del teclado de una PC.

El objetivo del circuito interfaz es mantener una comunicación bidireccional mediante una tarjeta electrónica, que tenga la posibilidad de recibir y enviar información por canales de comunicación independientes, además de aislar eléctricamente al dispensario de la PC, de tal manera que dicho circuito tenga su propia alimentación. En la figura 3.4.14 se muestra el diagrama a bloques de la conexión del circuito interfaz.

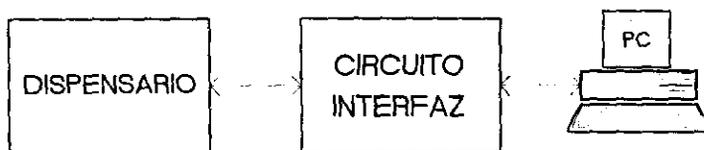


Figura 3.4.14 Diagrama a bloques de la conexión del circuito interfaz.

En la figura 3.4.15 se muestra el diagrama a bloques de los elementos que componen al circuito interfaz.

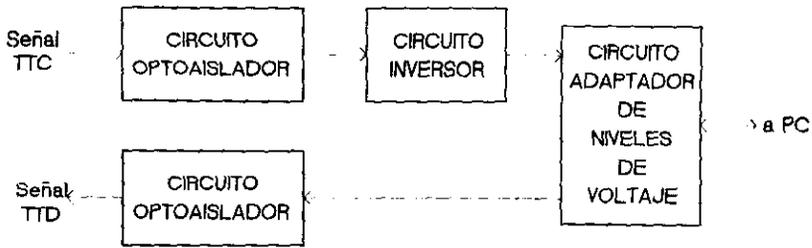


Figura 3.4.15 Diagrama a bloques del circuito interfaz.

Como se mencionó anteriormente, la finalidad del optoacoplador es aislar eléctricamente al dispensario de la PC; por otro lado el adaptador de niveles se diseñará con el circuito integrado MAX232, con la configuración y valores recomendados por el fabricante (ver apéndice G), éste tiene la función de ajustar los valores de voltaje de los optoacopladores a niveles del puerto serial RS232.

En la figura 3.4.16 se plasma el diseño del circuito interfaz.

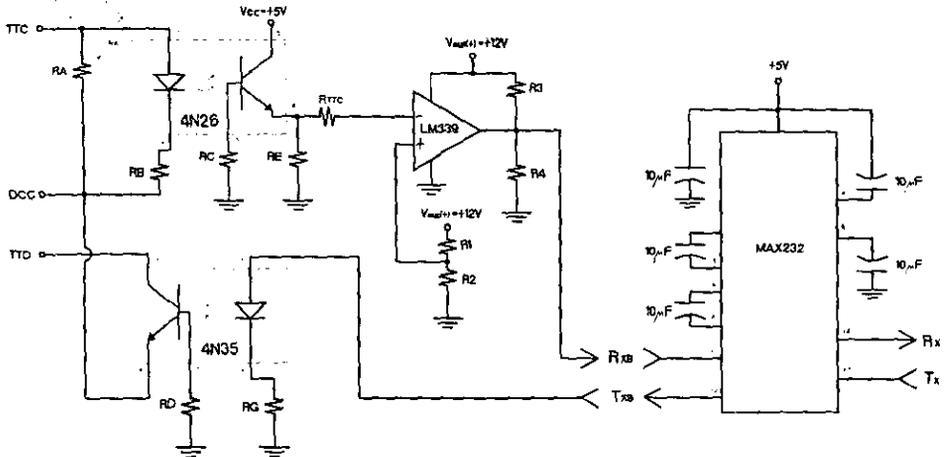


Figura 3.4.16 Circuito interfaz.

Para la etapa de aislamiento óptico se seleccionaron los circuitos integrados 4N26 y 4N35, los cuales tienen características similares, sin embargo, éste último presenta una corriente colector-emisor ( $I_{CE}$ ) mayor que

el optoacoplador 4N26, apropiada para los niveles de corriente que maneja la información enviada por el dispensario.

Para el caso de la señal de salida del dispensario TTC, sabemos que ésta funciona como señal de corriente ( $I_{TTC}$ ) para evitar pérdidas en el envío de la misma en largas distancias, y su valor es de 35mA para el nivel alto, por lo que, tomando en cuenta que para saturar el transistor se requiere de una corriente ( $I_f$ ) de 30mA en el diodo, a la entrada del optoacoplador se coloca una resistencia ( $R_A$ ) que asegura un nivel de voltaje de 8Volts ( $V_{DISP}$ ). dicha resistencia se calcula de la siguiente manera.

$$R_A = \frac{V_{DISP}}{I_{TTC} - I_f} \quad \text{Ecuación 3.4.1}$$

Sustituyendo valores se obtiene que  $R_A$  es de 1.6kohms, por lo que se toma para este fin una resistencia comercial de 1.8kohms.

Como se dijo anteriormente, de las hojas de especificaciones tomamos una corriente DC para el diodo ( $I_f$ ) de 30mA y un voltaje ( $V_f$ ) de 1.15Volts; por otro lado se sabe que el voltaje de la señal ( $V_{DISP}$ ) es de 8Volts, entonces de la malla de entrada del optoacoplador se tiene.

$$R_B = \frac{V_{DISP} - V_f}{I_f} \quad \text{Ecuación 3.4.2}$$

Sustituyendo valores en esta ecuación se obtiene que  $R_B$  es de 228ohms, por lo cual se selecciona un valor comercial de 220ohms.

Cabe hacer mención que tanto para el circuito integrado 4N26, como para el 4N35, se recomienda el uso de una resistencia en la base del transistor de salida, a la que llamaremos  $R_C$  para el primer integrado y  $R_D$  para el segundo, la cual para los valores de corriente utilizados será de 120kohms.

Analizando la malla de salida del optoacoplador se tiene la siguiente ecuación.

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_E} \quad \text{Ecuación 3.4.3}$$

De la cual sabemos que el voltaje de polarización es de 5Volts y de tablas de las hojas de especificaciones se tiene que para  $I_f=30\text{mA}$ ,  $I_C$  no debe exceder a  $15\text{mA}$ ; por otro lado para estos valores de corriente el  $V_{CE}=0.5\text{Volts}$ . Sustituyendo estos valores en la ecuación 3.4.3 y proponiendo la resistencia  $R_E$  de  $1\text{kohm}$  obtenemos un valor de  $I_C=4.5\text{mA}$ .

Pensando en que posteriormente este circuito pudiera manejar varias señales, se utilizó el comparador LM339, el cual ha sido empleado anteriormente y cuyas hojas de especificación aparecen en el apéndice B. Este circuito integrado tiene la función de invertir la señal proveniente del optoacoplador y tiene la posibilidad de sumar varias señales. Para lograr que el voltaje de referencia ( $V_{ref}$ ) en la entrada positiva del comparador tenga un nivel de  $20\text{mV}$ , se calcula el siguiente arreglo de resistencias con la ecuación 3.4.4.

$$R2 = \frac{V_{ref} \times R1}{V_{aux(+)} - V_{ref}} \quad \text{Ecuación 3.4.4}$$

Se da un valor de  $200\text{kohms}$  a  $R1$ , y como se mencionó anteriormente  $V_{ref}$  vale  $20\text{mV}$  y  $V_{CC}$   $12\text{Volts}$ . Sustituyendo estos valores en la ecuación 3.4.4, se obtiene una resistencia  $R2$  de  $330\text{ohms}$ .

Con la finalidad de drenar la corriente necesaria por el transistor de salida del LM339, de tablas se selecciona una corriente ( $I_C$ ) de  $7.8\text{mA}$  y un voltaje colector-emisor ( $V_{CE}$ ) de  $0.5\text{Volts}$  (ver hojas de especificaciones en apéndice B), por lo que de la malla de salida de esta sección se obtiene la siguiente ecuación.

$$R3 = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} \quad \text{Ecuación 3.4.5}$$

Sustituyendo valores en esta ecuación se obtiene una resistencia  $R3$  de  $1.5\text{kohms}$ .

Para obtener el valor de la resistencia  $R4$  se fija un valor de voltaje de alimentación para el MAX232 ( $V_{MAX}$ ) de aproximadamente  $5\text{Volts}$ , y del análisis de la malla de salida se tiene la ecuación 3.4.6.

$$R4 = \frac{V_{RXB} \times R3}{V_{CC} - V_{RXB}} \quad \text{Ecuación 3.4.6}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 3.4.6, se tiene que R4 vale 1kohm.

En el caso de la señal TTD, se sabe que la salida del MAX232 es de 5Volts ( $V_{MAX}$ ), por lo que del análisis para la malla del diodo emisor del circuito optoacoplador 4N35, se calcula el valor de la resistencia RG con la ecuación 3.4.7.

$$RG = \frac{V_{MAX} - V_D}{I_D} \quad \text{Ecuación 3.4.7}$$

De las hojas de especificaciones de este circuito integrado (apéndice C), se determina el voltaje del diodo ( $V_f$ ) que es de 1.15volts y como la máxima corriente de salida del MAX232 es de alrededor de 12mA, la corriente del diodo ( $I_f$ ) se fija en 10mA; sustituyendo estos valores en la ecuación anterior se tiene que RG vale 475ohms, por lo que se elige una resistencia con valor comercial de 470ohms.

La salida del optoacoplador se conecta directamente al dispensario, esto debido a que es drenada por esta terminal una corriente de 35mA.

Con los cálculos anteriores queda culminado el diseño de la interfaz entre un solo dispensario y la PC. Para proceder a la realización de pruebas de envío de los comandos identificados, presentados en el resumen anterior (tabla 3.4.3), resta únicamente crear el programa encargado de enviar los comandos desde la PC al dispensario. En la figura 3.4.17 se muestra el diagrama a bloques del programa citado, que llevará el nombre de PRUEBA.



Figura 3.4.17 Diagrama a bloques del programa PRUEBA.

Con el programa GUARDA antes visto y haciéndole las modificaciones pertinentes, se pueden llevar a cabo las pruebas mencionadas. Esto se obtiene añadiendo a dicho programa una rutina que accione mediante el marcado de un número del teclado de la PC, los códigos correspondientes al comando que se desee enviar, que habrán de ser pregrabados en el programa para tal efecto. Después se guardan los bytes enviados y recibidos, y se usa la tecla ESC para salir del programa. En la figura 3.4.18 se muestra el diagrama de flujo del programa PRUEBA.

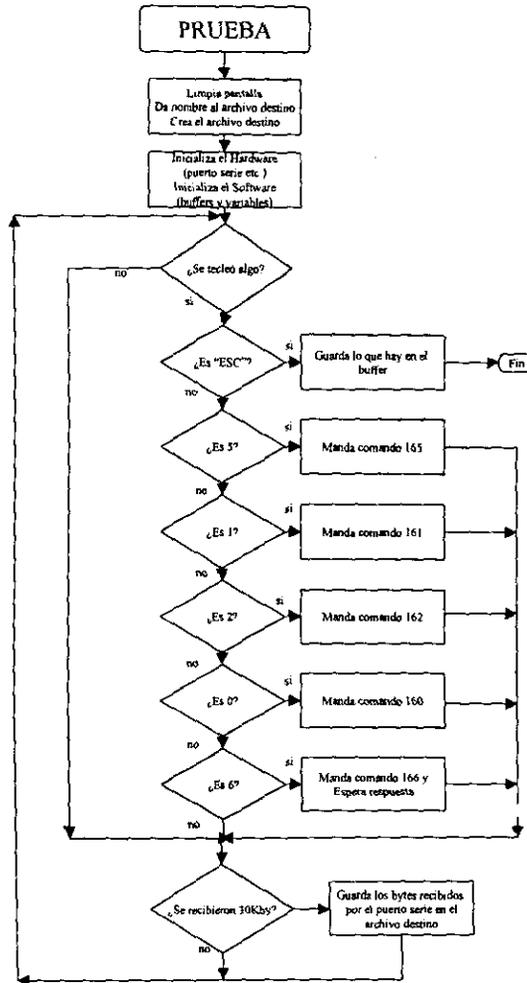


Figura 3.4.18 Diagrama a bloques del programa PRUEBA.

Con el empleo de las herramientas anteriores se verificó el funcionamiento de los comandos analizados y de las respuestas de los dispensarios a través de la realización de diversas pruebas, tales como la petición del estado en el que se encuentran las bombas en un momento determinado, la venta de ciertas cantidades o montos de los productos que se tienen a la venta en la estación de servicio, así como efectuar cambios de precio a éstos para su debida actualización o pedir el saldo vendido durante el día. Con esto decimos que el funcionamiento de la comunicación entre el comandante y los dispensarios ha sido adecuadamente entendido, por lo que en el subtema siguiente se procederá a implementar el circuito que se encargará de llevar a cabo el control de los dispensarios.

### **3.5 Planteamiento del sistema**

Partiendo del listado de los comandos utilizados en la comunicación entre los dispensarios y la consola de mando, y pensando que ésta tiene un uso muy limitado en cuanto al manejo de datos, además de carecer de una comunicación directa hacia el exterior y no tener la opción de acoplar equipos auxiliares, surge la necesidad de utilizar un equipo con el cual se pueda tener control de los dispensarios.

Después de los experimentos realizados, supimos que se puede tener comunicación con los dispensarios a través de un puerto serial RS232. Lo que se requiere ahora es seleccionar el equipo con el cual podamos comandar los dispensarios y acoplar otros equipos periféricos.

La figura 3.5.1 muestra un diagrama a bloques del sistema propuesto, que consta de un módulo que permite comandar los dispensarios, otro más que muestra la interfaz de comunicación serial RS232 y un último módulo que representa a los dispensarios.

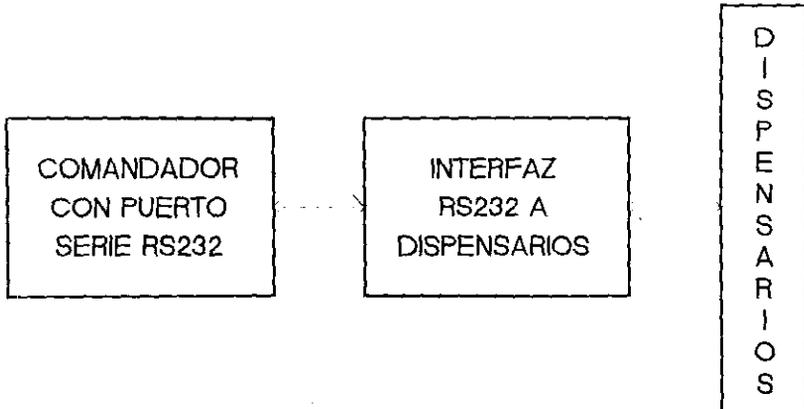


Figura 3.5.1 Diagrama a bloques del sistema.

Para definir el equipo que funcionará como comandador de los dispensarios es necesario tomar en cuenta que las normas de calidad de los circuitos instalados en una estación de servicio deben tener un nivel de exigencia muy elevado y deberán ser respetadas por nuestro diseño. Estas son:

- Resistencia a variaciones en las condiciones de temperatura.
- Aislamiento del ruido eléctrico.
- Soporte a vibraciones.
- Funcionalidad en ambientes corrosivos.
- Anti-inflamables.
- A prueba de explosión.

Tomando en cuenta las normas establecidas por PEMEX para las estaciones de servicio y el tiempo establecido para la entrega del proyecto, optamos por integrar un sistema en base a equipos prefabricados.

El diseño de un comandador basado en microprocesadores surge como una opción de solución para el presente planteamiento. Se decidió elegir entre una gama de plataformas de desarrollo existentes en el mercado, capaces de superar las exigencias arriba mencionadas y que se enuncian a continuación.

- Bus ISA (PC de propósito general).
- Bus PC-104 (PC Industrial).

- Bus STD32 (PC Industrial).

En el apéndice A se presentan las características generales de estas plataformas.

Después de comparar estas opciones la más adecuada para nuestro propósito fue el BUS STD32, ya que cuenta con las siguientes características:

- Estructura más robusta para uso en ambientes industriales.
- Tamaño compacto.
- Capacidad de hasta 32-bits de direccionamiento.
- 8, 16 y 32 bits de transferencia de datos.
- Capacidad de multiprocesamiento.
- Software configurable para tarjetas periféricas.
- Soporte a diferentes sistemas operativos.
- Escalabilidad en capacidad de procesamiento.
- Ampliación de funciones mediante el acoplamiento de tarjetas adicionales para aplicaciones específicas.

Para configurar nuestro sistema STD32 es indispensable elegir las tarjetas que lo conformarán. Consultando documentos técnicos del fabricante observamos que para computadoras industriales existe una gran variedad de tarjetas que son compatibles con STD32. La que mejor se apega a las características del proyecto es la tarjeta denominada ZT8902 basada en un procesador 486 a 100MHz. Este modelo es rápido y con una gran capacidad de memoria, además de contar con dos puertos de comunicación serial. También existe una tarjeta Pentium (modelo ZT8905) con mejores características, pero con un costo mayor y con capacidad sobrada para nuestra aplicación, motivos suficientes por los cuales no fue seleccionada para su uso en nuestro proyecto. La figura 3.5.2 muestra la imagen del modelo propuesto.

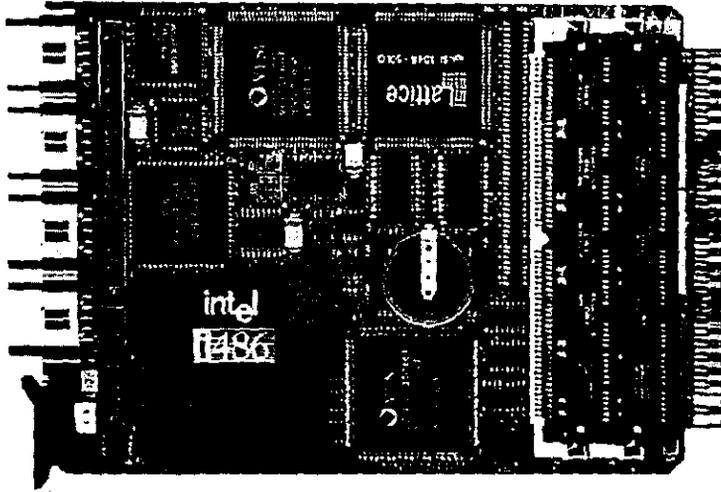


Figura 3.5.2 Tarjeta ZT8902.

El modelo ZT8902 cumple con las siguientes características:

- Es una computadora basada en un procesador 486.
- Cuenta con una ROM tipo *flash* de 1, 2 ó 4 Mbytes.
- Capacidad de RAM de 4, 8 ó 16 Mbytes.
- Dos puertos de comunicación serial RS232.
- Operación de 25MHz SX ó 100MHz DX4.
- Rango de temperatura de operación de  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $70^{\circ}\text{C}$ .
- Dimensiones físicas de la tarjeta: 16.51x11.43 cm (6.5x4.5 pulg).

Para más información sobre la tarjeta se puede consultar el apéndice A.

Una vez elegida la computadora industrial se procederá a establecer la forma en que se llevará a cabo la comunicación entre los dispensarios y ésta. En la figura 3.5.3 se muestra un diagrama a bloques de este tipo de acoplamiento.

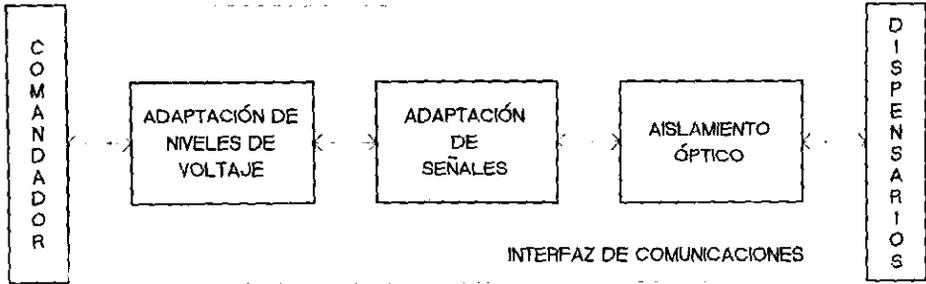


Figura 3.5.3 Diagrama a bloques general de la interfaz de comunicaciones.

En este diagrama observamos que la comunicación con los dispensarios se encuentra protegida por medio de una etapa de aislamiento óptico, esto con la finalidad de proteger al equipo comandador de cualquier posible variación de voltaje o corriente en la parte eléctrica correspondiente a cada dispensario. Los optoacopladores utilizados, así como la configuración empleada por cada canal de comunicación, son idénticos a los aplicados anteriormente en el subtema 3.4 *Comandos de control y operación*. Por otra parte, la etapa de adaptación de señales se usa para lograr que varios canales de comunicación se encuentren conectados a la vez con el dispositivo comandador, con la intención de enviar y recibir información a los distintos dispensarios. Finalmente, la comunicación entre la interfaz y el comandador (PC industrial), se realiza por medio de un dispositivo adaptador de niveles de voltaje, que es el circuito integrado MAX232, cuya configuración se comentó también en el subtema anterior.

Como ya hemos visto la comunicación se establece en forma bidireccional, por lo que se analizará el diseño de la interfaz de comunicación para las señales TTD y TTC por separado. A continuación, en la figura 3.5.4, se muestra de manera específica como se establece la comunicación entre el dispensario y la PC para la señal TTD.

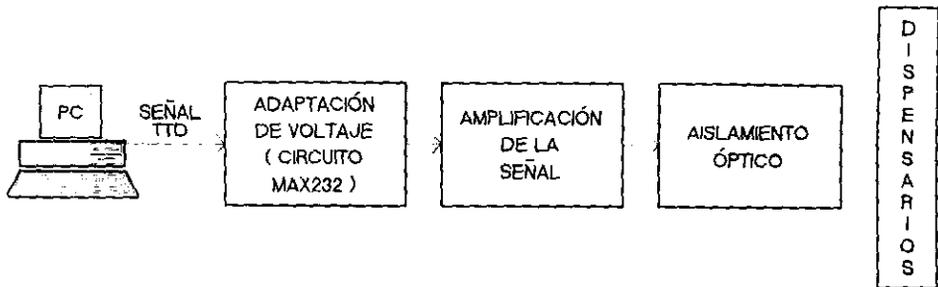


Figura 3.5.4 Diagrama a bloques para la señal TTD.

Para el análisis de la señal TTD, partimos de la PC industrial, que como se analizó en el subtema 3.4, nos proporciona una señal de comunicación por el puerto serie, pero no es capaz de suministrar suficiente potencia para alimentar los canales siguientes del sistema, por lo que se requiere de un circuito de muy bajo consumo de potencia a la entrada, que tenga la capacidad de entregar la corriente necesaria para alimentar a los canales de comunicación de los dispensarios. Para lograr este objetivo es necesario que la señal sea dirigida en forma simultánea a todos los dispensarios, para lo cual es necesario que la señal de salida de 0-5Vdc del circuito adaptador de niveles de voltaje (MAX232) sea amplificada.

La amplificación mencionada se logra con un arreglo de transistores tipo Darlington, con la finalidad de no invertir la señal y tener un alto nivel de ganancia de corriente, esto se realiza con los transistores Q1 y Q2 (2N3906) mostrados en la figura 3.5.5, que tienen características adecuadas para nuestra aplicación (ver hojas de especificaciones en el apéndice E).

Las bombas de los dispensarios se direccionan a través de cuatro bits de identificación, lo cual nos limita a manipular un total de 16 bombas (es decir 8 dispensarios) por cada circuito interfaz que sea diseñado para nuestro sistema, y dichos circuitos a su vez, necesitarán de un puerto de comunicación serial RS232. En la figura 3.5.5 se muestra el circuito amplificador de corriente usado para la señal TTD.

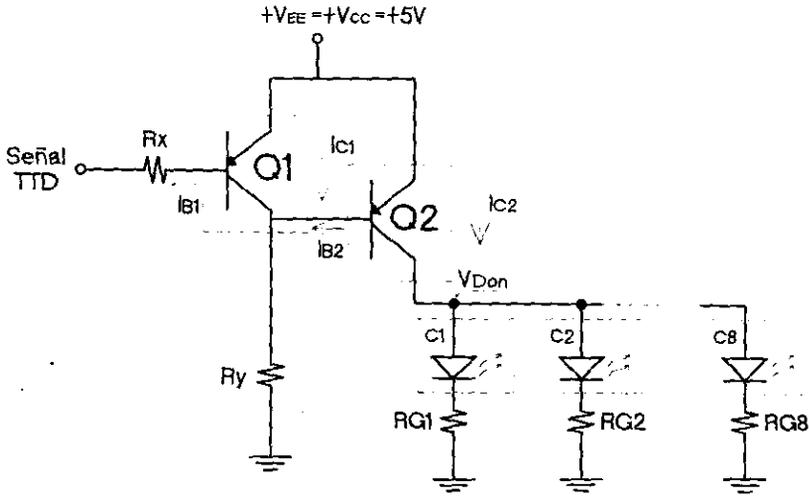


Figura 3.5.5 Circuito amplificador.

Cuando se tiene un nivel alto de la señal TTD, el transistor Q2 entra en saturación y Q1 en corte. Basados en los datos obtenidos de las hojas de especificaciones del optoacoplador 4N26, el cual se muestra en el apéndice C, sabemos que la corriente de encendido del diodo ( $I_D$ ) es del orden de 10mA, para un voltaje de encendido ( $V_{Don}$ ) de 1.15Volts; por otro lado el voltaje colector emisor de saturación del transistor 2N3906 ( $V_{EC2sat}$ ) es de 0.075Volts (ver apéndice E) y el voltaje de polarización ( $V_{EE}$ ) es de 5Volts, con estos datos se calcula el valor de la resistencia RG para cada canal optoacoplado, con la siguiente ecuación:

$$V_{EE} - V_{EC2sat} - V_{Don} - R_G \times I_D = 0 \quad \text{Ecuación 3.5.1}$$

Por lo que RG es igual a 377ohms, de donde se selecciona una resistencia comercial de 330ohms.

La corriente máxima ( $I_{C2}$ ) que circula por la unión emisor-colector del transistor Q2 es igual a la suma de las corrientes de los ocho optoacopladores, por lo tanto, la corriente de colector que será drenada por este transistor se obtiene de la siguiente manera:

$$I_{C2} = 8 \times \frac{V_{EE} - V_{EC2sat} - V_{Don}}{RG} \quad \text{Ecuación 3.5.2}$$

Después de sustituir valores, con RG igual a 330ohms, se obtiene una corriente  $I_{C2} = 91.5\text{mA}$ , siendo un valor menor a la capacidad máxima de corriente de colector de saturación, la cual es de 200mA según las hojas de especificaciones del transistor 2N3906 (ver apéndice E).

Para mantener el transistor Q2 trabajando con los valores calculados, necesitamos garantizar una corriente en la base ( $I_{B2}$ ) de 9.15mA, y un voltaje emisor-base ( $V_{EB}$ ) de 0.8Volts (datos mostrados en las gráficas de características típicas de las hojas de especificaciones de este transistor). Con este valor calculamos el correspondiente a la resistencia Ry, con el cual garantizamos que el transistor Q2 se encuentra trabajando en la región de saturación, como se muestra en la siguiente expresión.

$$R_Y = \frac{V_{EE} - V_{EB2}}{I_{B2}} \quad \text{Ecuación 3.5.3}$$

Con lo que el valor de Ry es igual a 525ohms, con un valor comercial de 560ohms.

Por otro lado cuando hay un nivel bajo de la señal TTD, el transistor Q1 entra en saturación y Q2 en corte. Del apéndice E sabemos que el voltaje emisor-colector de saturación del transistor Q1 ( $V_{EC1sat}$ ) es de 0.075Volts, analizando la malla de emisor a colector se obtiene la corriente de saturación del colector ( $I_{C1sat}$ ) con la siguiente ecuación.

$$I_{C1sat} = \frac{V_{EE} - V_{EC1sat}}{R_Y} \quad \text{Ecuación 3.5.4}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 3.5.4, se obtiene  $I_{C1sat} = 8.84\text{mA}$ .

Con este valor de corriente y consultando las hojas de especificaciones (apéndice E), se obtiene la corriente de base ( $I_{B1}$ ) la cual será alrededor de 0.9mA, valor menor al que demanda el circuito integrado MAX232 que es del orden de 5mA.

---

Analizando la malla emisor-base del transistor Q1, se obtiene el valor de la resistencia de base Rx, con la siguiente ecuación:

$$R_x = \frac{V_{EE} - V_{EB1}}{I_{B1}} \quad \text{Ecuación 3.5.5}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 3.5.5 se obtiene Rx es igual a 4.66kohms, cuyo valor comercial más cercano es de 4.7kohms.

Con esto se concluye el análisis del circuito amplificador para una carga de 8 optoacopladores, mismo que se agrega al diseño de la etapa de salida de éstos y del circuito adaptador de niveles de voltaje MAX232, estudiados en el subtema 3.4.

A continuación analizaremos la señal de respuesta TTC que envían los dispensarios hacia la PC a través de la interfaz de comunicaciones. La figura 3.5.6 muestra las etapas por las que debe pasar dicha señal al ser transmitida en esta parte del sistema.

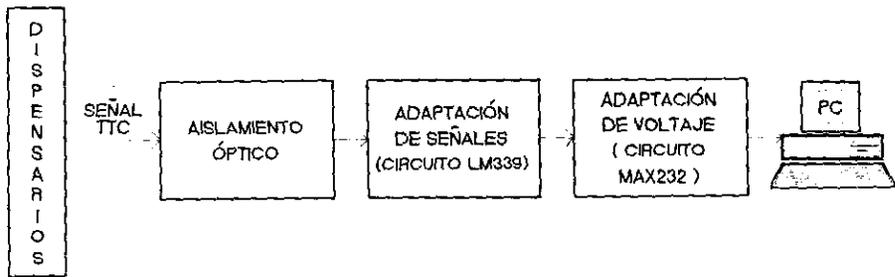


Figura 3.5.6 Diagrama a bloques para la señal TTC.

Las señales de respuesta (TTC) de cada uno de los dispensarios son recibidas por la interfaz de comunicaciones mediante una etapa de aislamiento óptico de iguales características a la diseñada en el subtema 3.4 *Comandos de control y operación*, que además funciona de manera similar a la etapa de acoplamiento óptico, diseñada previamente para la parte correspondiente a la señal TTD de la mencionada interfaz; cabe reiterar que dichas etapas de aislamiento sirven para evitar posibles daños al sistema ocasionados por variaciones indeseables de corriente o voltaje provenientes de los dispensarios.

Para el caso de la señal TTC, observamos que no es posible conectar varias señales directamente y en forma simultánea a la entrada del circuito adaptador de voltaje MAX232, que es el encargado de transformar los niveles TTL (0-5Volts) a niveles  $\pm 12$ Volts requeridos por el puerto serie de la PC. Esto debido a que dicho circuito sólo puede manejar una señal a la vez, por lo que es necesario desarrollar un circuito capaz de unir todas las señales provenientes de los dispensarios y enviarlas por un solo canal de transmisión al circuito MAX232. Esto se soluciona configurando un circuito comparador, basado en el CI LM339, como un circuito sumador, capaz de manipular varias señales a la vez. El circuito se ilustra en la figura 3.5.7.

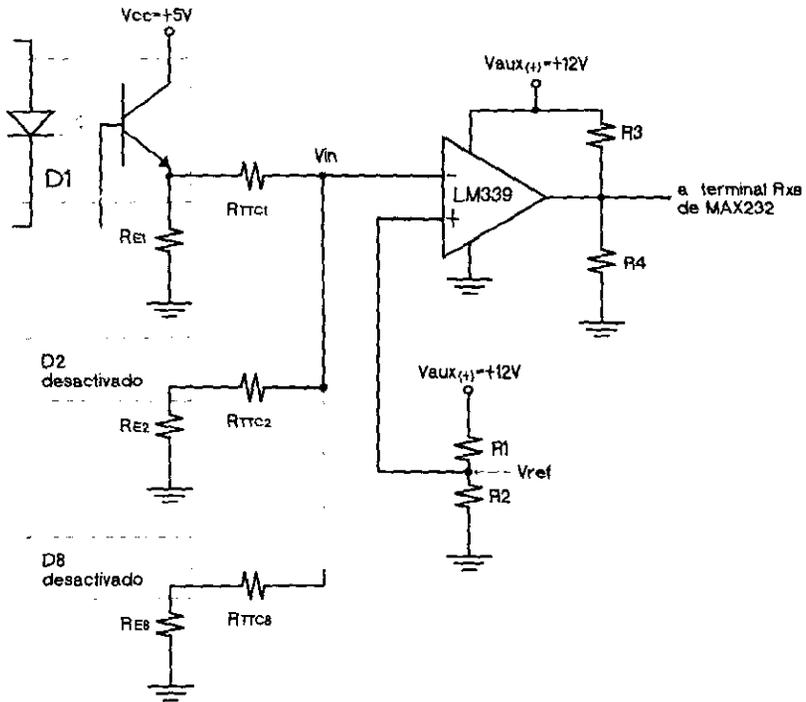


Figura 3.5.7 Circuito Sumador.

El funcionamiento del comparador requiere de una corriente muy pequeña en cualquiera de sus entradas, ya que su impedancia de entrada es muy alta, por lo cual se propone el uso de una resistencia de acoplamiento

( $R_{TTC}$ ) de 100kohms entre el sumador y la etapa de aislamiento.

Por otra parte, para eliminar problemas de ruido se selecciona un valor de voltaje de referencia ( $V_{ref}$ ) de 20mV, conectado a la entrada positiva del LM339 y que se obtiene mediante un divisor de voltaje creado con el arreglo de resistencias  $R_1$  y  $R_2$  y el voltaje de polarización ( $V_{aux}(+)$ ) de +12 Volts, como se muestra a continuación.

$$V_{ref} = \frac{V_{aux}(+) \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Ecuación 3.5.6}$$

Fijando un valor para  $R_1$  de 200kohms, con el objeto de no demandar demasiada corriente de la fuente de alimentación de +12Volts, de la ecuación 3.5.6 se obtiene el valor de  $R_2$ .

$$R_2 = 333.88 \text{ohms}$$

Por lo que se selecciona un valor comercial para esta resistencia de 330ohms.

Sabemos que cuando alguno de los optoacopladores D1 a D8 entra en operación el resto queda inhabilitado, esto debido a que la comunicación de los dispensarios con la PC nunca se presenta de manera simultánea. Por ejemplo, cuando el optoacoplador D1 entra en operación, ninguno de los otros optoacopladores está activo, por lo tanto, los arreglos en serie de las resistencias  $R_{TTCx}$  con  $R_{Ex}$ , donde  $x=[2,3,\dots,8]$ , a los que llamaremos  $R'_{TTC}$ , forman a su vez una resistencia equivalente ( $R_{eq}$ ) con valor igual al paralelo de todas ellas, como se muestra en las ecuaciones 3.5.7 y 3.5.8.

$$R'_{TTCx} = R_{TTCx} + R_{Ex} \quad \text{Ecuación 3.5.7}$$

$$R_{eq} = \frac{R'_{TTC}}{7} \quad \text{Ecuación 3.5.8}$$

En la figura 3.5.8 se muestra el circuito equivalente del circuito sumador, con lo cual se determina el voltaje ( $V_{in}$ ) a la entrada negativa del comparador.

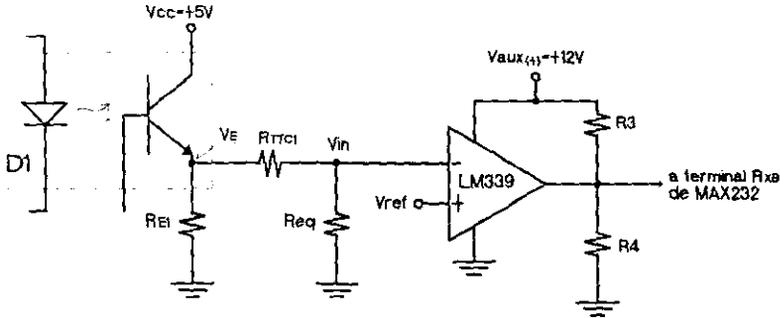


Figura 3.5.8 Circuito equivalente del circuito sumador.

Con la ecuación 3.5.9 determinamos el nivel de voltaje  $V_{in}$ .

$$V_{in} = \frac{V_E \times Req}{Req + R_{TTC1}} \quad \text{Ecuación 3.5.9}$$

Donde  $V_E$  es igual a 4.7Volts,  $Req$  a 14.428kohms y  $R_{TTC1}$  a 100kohms. Sustituyendo valores se obtiene que  $V_{in}$  vale 0.592Volts.

Con lo anterior garantizamos que el voltaje de entrada en la terminal negativa del comparador sea mayor que el voltaje de referencia, y que cuando se presenta un nivel alto de voltaje en dicha entrada, se activa el transistor de salida del mismo, por lo tanto, la salida tipo colector abierto del CI LM339 se satura y se observa un nivel bajo de voltaje (0Volts) en la terminal  $R_{XB}$  a la salida.

En el caso de tener un nivel bajo en TTC, no se activa el optoacoplador y por lo tanto la entrada negativa del comparador es menor a la positiva, en consecuencia, a la salida del comparador obtenemos un voltaje dado por la ecuación 3.5.10.

$$V_{RXB} = \frac{V_{CC} \times R4}{R3 + R4} \quad \text{Ecuación 3.5.10}$$

En la figura 3.5.9 se puede apreciar la etapa de salida del circuito sumador.

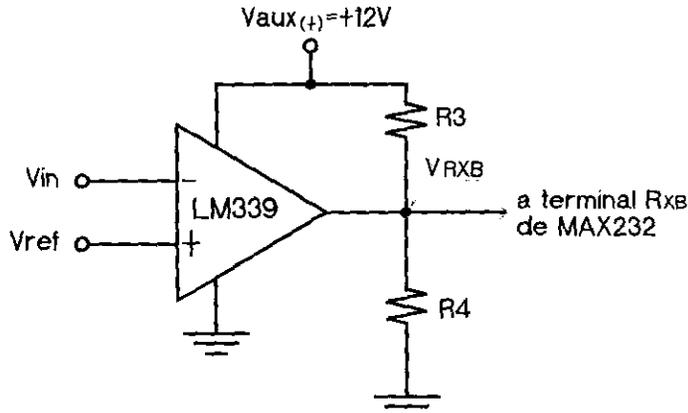


Figura 3.5.9 Etapa de salida del circuito sumador.

Como  $V_{aux(+)}$  es igual a +12V, fijamos un valor para R3 de 1.5kohms, con el cual se drena por el colector de salida del LM339 una corriente de 7.8mA, que es menor a la corriente máxima que soporta dicho circuito (ver hojas de especificaciones en apéndice B). Para obtener el valor de la resistencia R4 hacemos uso de la siguiente expresión.

$$R4 = \frac{V_{RXB} \times R3}{V_{ax(+)} - V_{RXB}} \quad \text{Ecuación 3.5.11}$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$R4 = 1.07 \text{ kohms}$$

Cuyo valor comercial aproximado es de 1kohm.

Con los valores obtenidos se procede a recalcular  $V_{RXB}$ , obteniéndose.

$$V_{RXB} = 4.8 \text{ Volts}$$

El valor anteriormente calculado asegura que el CI MAX232 recibe un valor correspondiente a "1" lógico, en el momento que se activa un canal de respuesta de dispensario TTC.

Concluidos los cálculos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de la interfaz, a continuación se muestra el diagrama completo de la misma, figura 3.5.10.

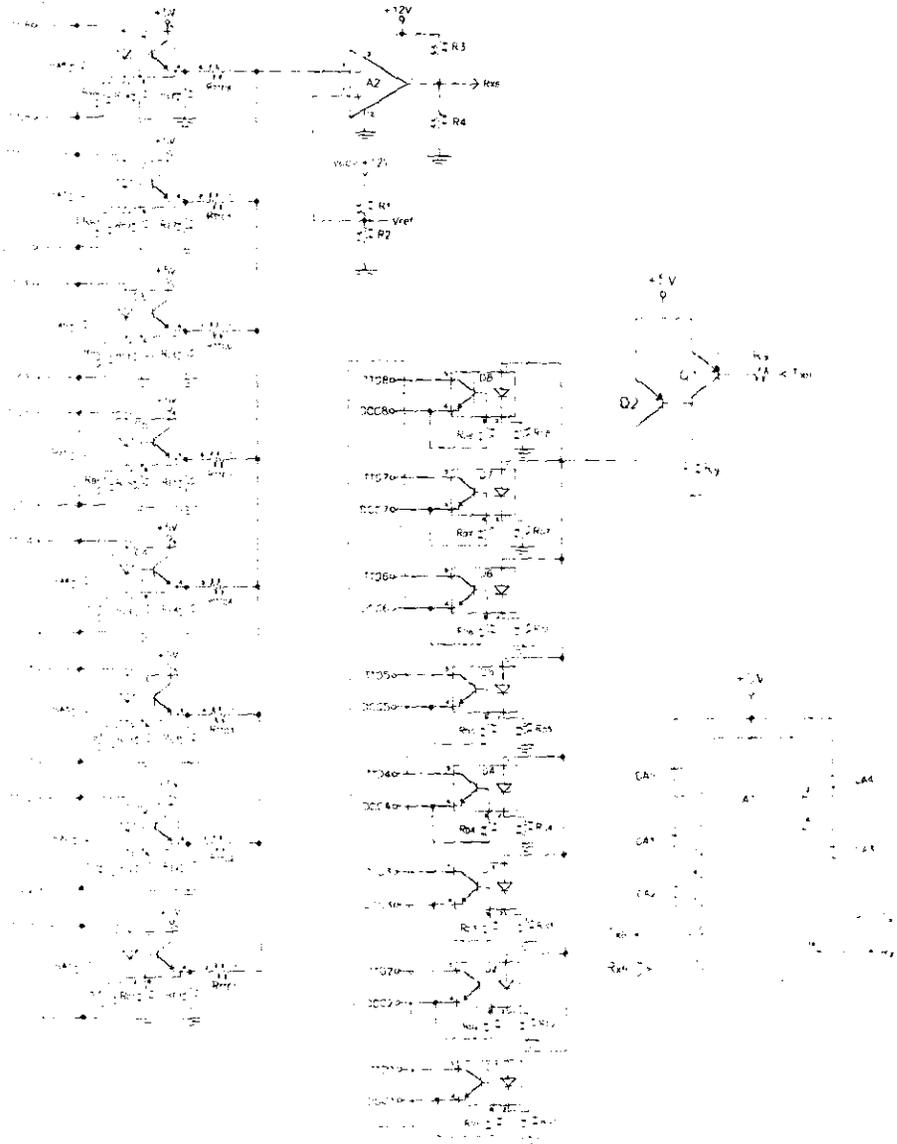


Figura 3.5.10 Circuito de la interfaz con dispensarios.

El listado de componentes correspondiente al circuito interfaz de comunicación se puede apreciar en la tabla 3.5.1, a continuación.

Parte	Código	Descripción
A1	MAX232	Adaptador de niveles de voltaje
A2	LM339	Comparador
C1 a C8	M4N26	Optoacoplador
D1 a D8	M4N35	Optoacoplador
R1	200K	Resistencia
R2	330ohms	Resistencia
R3	1.5K	Resistencia
R4	1K	Resistencia
Rx	6.8K	Resistencia
Ry	100ohms	Resistencia
R <sub>A1</sub> a R <sub>A8</sub>	1.8K	Resistencias
R <sub>B1</sub> a R <sub>B8</sub>	220ohms	Resistencias
R <sub>C1</sub> a R <sub>C8</sub>	120K	Resistencias
R <sub>E1</sub> a R <sub>E8</sub>	1K	Resistencias
R <sub>TTC</sub>	100K	Resistencia
RD1 a RD8	120K	Resistencias
RG1 a RG8	330ohms	Resistencias
CA1 a CA5	10 $\mu$ F	Capacitores

Tabla 3.5.1 Listado de componentes del circuito interfaz.

Es necesario añadir que para comandar los 19 dispensarios instalados en la estación de servicio debemos contar con 3 interfaces idénticas a la arriba descrita.

Se concluye esta etapa del diseño enviando la información procedente de los dispensarios por el puerto de comunicación serial (COM2) de la PC, con protocolo RS232, hacia la unidad administradora de una base de datos, encargada de actualizar los registros para campos definidos con anterioridad.

El diseño descrito a lo largo de este capítulo será implementado en el capítulo siguiente.

## Capítulo 4

# Implementación

Concluido el desarrollo del sistema, el siguiente paso es adecuar el lugar donde se alojará éste, considerando que cuente con las dimensiones y medidas de protección adecuadas para el óptimo desempeño del mismo. El equipo desarrollado debe estar contenido en un gabinete que lo aisle del medio en el que se encuentre e impida la alteración intencional de su funcionamiento.

Las dimensiones y forma del gabinete se definen a partir del volumen ocupado por los módulos que debe contener y del número de tarjetas electrónicas que conformarán el sistema.

### 4.1 Integración del sistema

Para visualizar con mayor claridad la forma en la que se llevará a cabo la integración del sistema, el mismo es presentado en el diagrama a bloques de la figura 4.1.1, donde se aprecian los módulos que lo conforman: a) tres grupos de dispensarios, que en su conjunto engloban el total de 38 bombas instaladas, recordando que cada dispensario controla una pareja de bombas; b) tres tarjetas de interfaz con dispensarios, con capacidad para controlar hasta 16 bombas cada una; c) tarjeta de comunicación serial, para ampliar la cantidad

de puertos seriales utilizados en la comunicación; d) una tarjeta CPU, para realizar las labores de comando de dispensarios; e) Base de Datos.

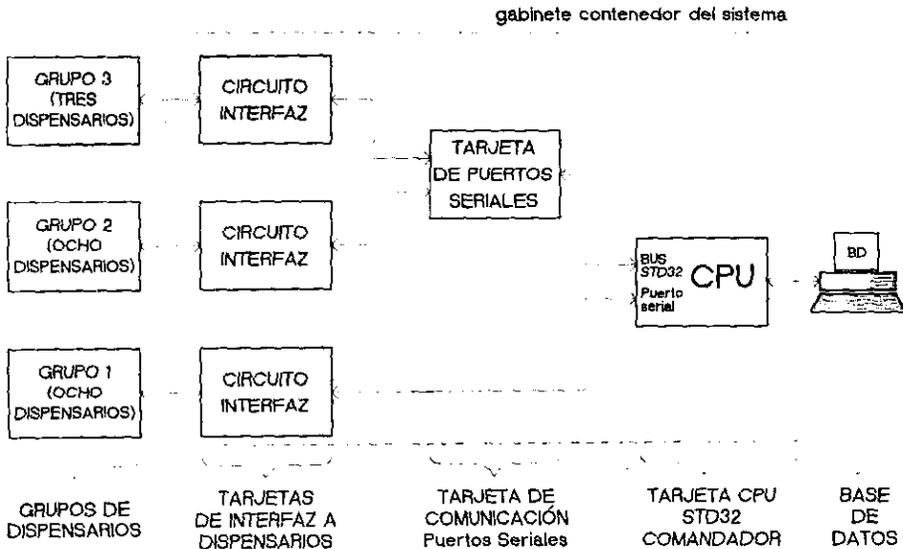


Figura 4.1.1 Diagrama a bloques de los componentes del sistema.

La tarjeta CPU (*Central Processing Unit*) elegida es la ZT8902 que tiene un procesador INTEL 80486 con una velocidad de reloj de 100MHz (ver apéndice A), misma que cuenta únicamente con 2 puertos de comunicación serial (COM1 y COM2). Debido a que nuestro sistema utiliza un puerto serial por cada grupo de 16 bombas instaladas, no es posible comandar las 38 bombas con que cuenta la estación de servicio con una sola tarjeta ZT8902 exclusivamente, de tal manera que para comandarlas requeriremos de 3 puertos seriales. Hay que añadir que la comunicación que se establecerá con la base de datos emplea un puerto serial más. De esta forma se requiere agregar 2 puertos de comunicación serial adicionales.

Mediante la consulta de los manuales para la plataforma STD32, encontramos una variedad de tarjetas para todo tipo de aplicaciones, por ejemplo, la tarjeta ZT88CT75 mostrada en la figura 4.1.2 funciona como una interfaz de comunicación tanto serial como paralela, cuenta con 2 puertos de comunicación serial y 1 puerto de comunicación en paralelo. Los puertos

seriales pueden configurarse para protocolos de comunicación RS232 o RS485, para mayores características de dicha tarjeta ver apéndice A.

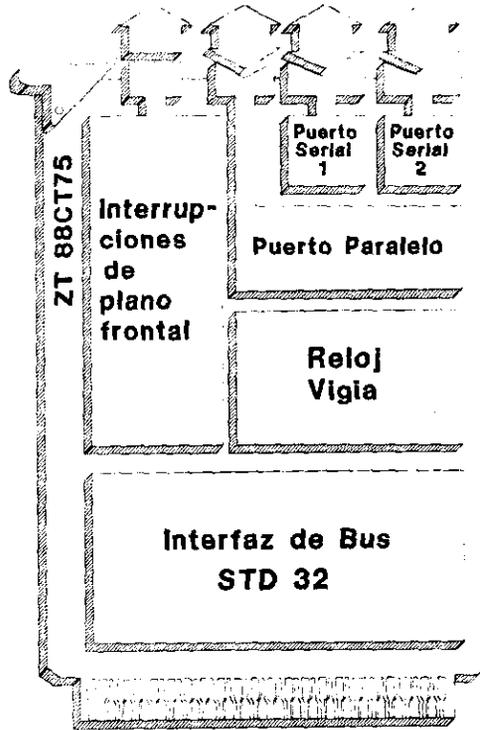


Figura 4.1.2 Tarjeta de comunicación serial y paralela.

Con lo anterior solucionamos el problema de la cantidad de puertos requerida para comandar las 38 bombas (19 dispensarios) de la estación de servicio #0047, la cantidad de tarjetas de plataforma STD32 es:

- Tarjeta CPU ZT8902.
- Tarjeta de comunicación serial y paralela ZT88CT75.
- 3 Tarjetas de interfaz con dispensarios.

La cantidad de tarjetas es de 5 por lo que debemos elegir un gabinete contenedor (*Rack*) de tarjetas para esta plataforma, que funciona para interconectar todas las tarjetas que se insertan en cada una de sus ranuras (*Slots*), estos gabinetes también se consiguen en un catálogo especial para la

plataforma STD32, las presentaciones varían desde 3 hasta 24 ranuras. El número de ranuras que más se acerca a nuestros requerimientos es de seis. La figura 4.1.3 muestra un gabinete de 18 ranuras.

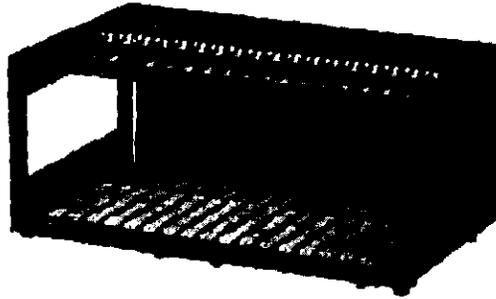


Figura 4.1.3 Gabinete contenedor de tarjetas STD32.

## 4.2 Requerimientos de alimentación

Una vez configuradas cada una de las partes que formarán el sistema es necesario conocer el consumo de potencia requerido por cada una de las tarjetas, para obtener la capacidad total demandada a la fuente de voltaje. Los voltajes de alimentación utilizados en esta plataforma son  $V_{cc}=5V$ ,  $V_{aux(+)}=+12V$ ,  $V_{aux(-)}=-12V$ .

Para las tarjetas ZT8902 y ZT88CT75 las características eléctricas se toman de las hojas de especificaciones correspondientes, anexas en el apéndice A.

Para la tarjeta ZT8902, con procesador 486 DX4-100, los consumos de voltaje de alimentación, voltajes auxiliares así como los de corriente se muestran en la tabla 4.2.1.

	Mínimo	Típico	Máximo
$V_{cc}$	4.75V	5.00V	5.25V
$V_{aux(+)}$	11.4V	12.00V	12.6V

Tabla 4.2.1 Consumo de corriente de la tarjeta ZT8902 (continúa).

	Mínimo	Típico	Máximo
<b>Vaux(-)</b>	Sin uso	Sin uso	Sin uso
Consumo para:			
<b>Vcc=5V</b>		1.4A	2.3A
<b>Vaux(+)=12V</b>		0.01A	0.03A

Tabla 4.2.1 Consumo de corriente de la tarjeta ZT8902.

La tarjeta ZT88CT75 tiene los consumos de voltaje y corriente especificados en la tabla 4.2.2.

	Mínimo	Típico	Máximo
<b>Vcc</b>	4.75V	5.00V	5.25V
<b>Vaux(+)</b>	11.40V	12.00V	12.60V
<b>Vaux(-)</b>	-12.60V	-12.00V	-11.40V
Consumo para:			
<b>Vcc=5V</b>		60mA	120mA
<b>Vaux(+)=12V</b>		200 $\mu$ A	800 $\mu$ A
<b>Vaux(-)=-12V</b>		680 $\mu$ A	1200 $\mu$ A

Tabla 4.2.2 Consumo de corriente de la tarjeta ZT 88CT75.

Para obtener el valor de potencia que nuestro sistema requiere para funcionar correctamente consideraremos el máximo consumo para valores típicos de alimentación, a estos valores debemos agregar el consumo de la tarjeta de interfaz con los dispensarios, estos consumos se calculan para cada voltaje de alimentación.

Empezaremos analizando los consumos de corriente demandados a la fuente de 5 Volts ( $V_{cc}$ ).

Del funcionamiento de la tarjeta de interfaz con dispensarios analizado anteriormente (ecuación 3.5.2) sabemos que el máximo consumo de corriente ( $I_{TTDmax}$ ) es de:

$$I_{TTDmax} = 91.5mA.$$

Sabemos también que nunca se presentarán las señales TTD y TTC en forma simultánea durante el funcionamiento normal del sistema, pero por cuestiones de seguridad calcularemos el consumo de corriente para la señal de respuesta de los dispensarios ( $I_{TTCmax}$ ), con el objeto de prevenir que en un

momento determinado sea demandada la corriente de ambas señales a la fuente de alimentación  $V_{CC}$ . Entonces, fijando nuestra atención en la señal TTC y debido a que únicamente se puede activar un solo canal a la vez, analizaremos el consumo de corriente de los circuitos optoacopladores de estos canales, asumiendo que cuando se activa alguno de ellos los siete restantes se encuentran desactivados. Este es el caso en el que se produce la máxima demanda de corriente a la fuente  $V_{CC}$  por parte de los canales TTC. La figura 4.2.1 muestra el circuito equivalente para el caso mencionado.

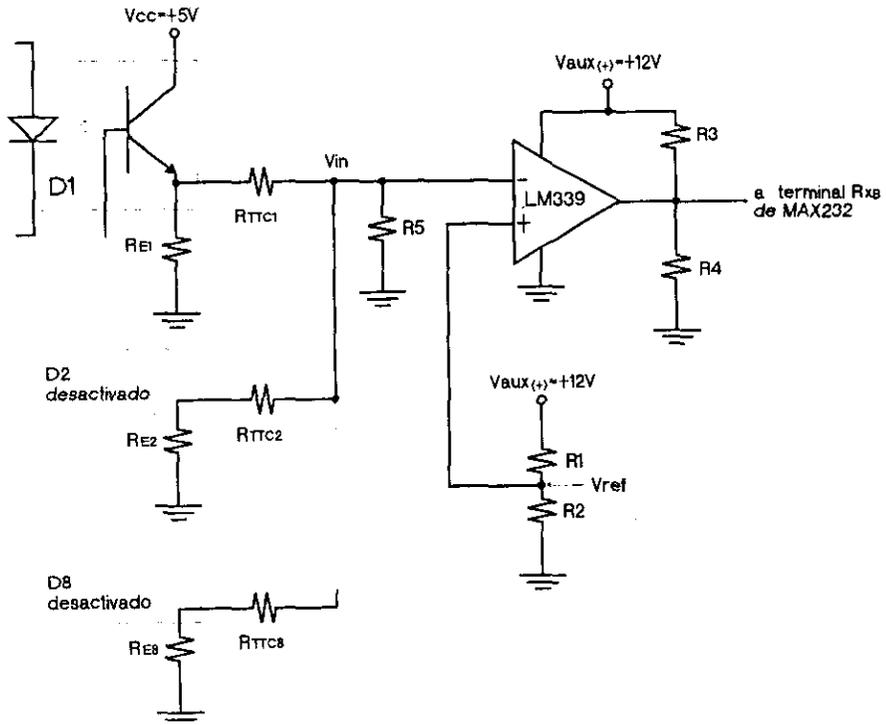


Figura 4.2.1 Configuración de máximo consumo para el circuito de respuesta TTC.

Al circuito sumador mostrado en el capítulo 3, se le tiene que agregar una resistencia ( $R5$ ) de 1kohm en la entrada negativa del comparador, con la finalidad de disminuir el valor de impedancia que ve dicho dispositivo en este punto, ya que la impedancia manejada anteriormente es alta, aunado a que los niveles de umbral con respecto al voltaje de referencia son muy cercanos entre

sí, lo que produce una fuente de ruido, situación que fue comprobada después de la realización de algunas pruebas (ver figura 4.2.1).

De acuerdo con esta modificación hecha al circuito (inclusión de la resistencia R5), se realizará un análisis del mismo para propósitos de cálculo de consumo corriente, de tal forma que se obtiene un circuito mínimo equivalente para el caso en que sólo un canal de entrada se encuentra activado, la figura 4.2.2 muestra este caso.

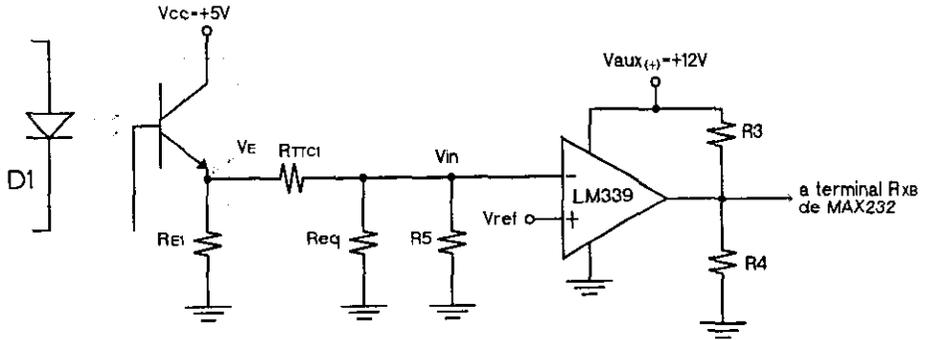


Figura 4.2.2 Circuito equivalente para  $I_{TTCmax}$ .

Debido a que las resistencias  $R_{TTCx}$  y  $R_{Ex}$  (donde  $x=1$  a  $8$ ) tienen los mismos valores para cada canal optoacoplado,  $100\text{kohms}$  y  $1\text{kohm}$  respectivamente, podemos definir una resistencia  $R_{TTCx}'$  con valor igual a la suma en serie de cada pareja de resistencias arriba mencionadas, con lo que podremos calcular una resistencia equivalente ( $Req$ ) que englobe el arreglo en paralelo de dichas resistencias  $R_{TTCx}'$  de los 7 canales desactivados, de la misma forma como se llevó a cabo en el subtema 3.4 (ver ecuaciones 3.4.7 y 3.4.8). Dichos valores se obtienen a partir de las siguientes expresiones.

$$R_{TTCx}' = R_{TTCx} + R_{Ex} \quad \text{Ecuación 4.2.1}$$

$$Req = \frac{R_{TTCx}'}{7} \quad \text{Ecuación 4.2.2}$$

Sustituyendo los valores correspondientes, tenemos:

$$Req = 14.428\text{kohms}$$

Basados en la figura 4.2.2, el arreglo resultante formado por las resistencias  $R_{E1}$  (1k),  $R_{TTC1}$  (100k),  $R_{eq}$  (14.428k) y  $R5$  (1k) es una resistencia equivalente total ( $R_{TOT}$ ), como se observa en la ecuación 4.2.3.

$$R_{TOT} = R_{E1} // [R_{TTC1} + R_{eq} // R5] \quad \text{Ecuación 4.2.3}$$

Cuyo valor es igual a:

$$R_{TOT} = 990\text{ohms}$$

Con el resultado anterior podemos calcular el gasto de corriente máximo para la señal TTC ( $I_{TTCmax}$ ):

$$I_{TTCmax} = \frac{V_{CC} - V_{CE_{SAT}}}{R_{TOT}} \quad \text{Ecuación 4.2.4}$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$I_{TTCmax} = 4.74\text{mA}$$

Para obtener el valor máximo de corriente demandado por la interfaz de 8 canales a la fuente de alimentación de 5V, se deben considerar los circuitos integrados que se alimentan de dicha fuente, en este caso sólo conectamos el CI MAX232; para conocer su consumo recurrimos a las hojas de especificaciones (ver apéndice G), obteniendo un consumo máximo de corriente ( $I_{max232}$ ) de:

$$I_{max232} = 10\text{mA}$$

Con estos valores podemos determinar el valor máximo de corriente ( $I_{VCC}$ ) que nuestra interfaz demandará a la fuente de 5V como se muestra en la ecuación 4.2.5.

$$I_{VCC} = I_{TTCmax} + I_{max232} \quad \text{Ecuación 4.2.5}$$

Sustituyendo los valores obtenidos, tenemos que:

$$I_{VCC} = 106.24 \text{ mA}$$

Tomando en cuenta que el circuito interfaz con dispensarios también se alimenta con  $V_{aux(+)}$ , obtendremos la corriente demandada a esta alimentación ( $I_{V_{aux(+)}}$ ). En la figura 4.2.3 se muestra el circuito sumador alimentado de  $V_{aux(+)}$ .

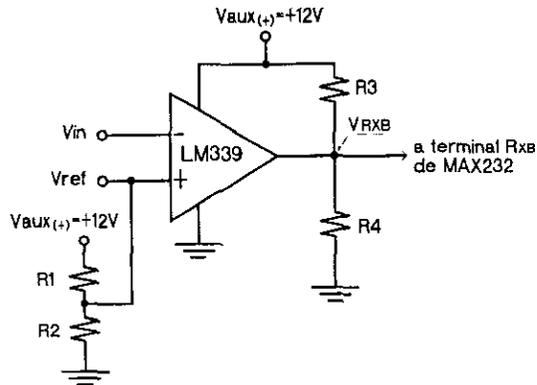


Figura 4.2.3 Circuito comparador y fuente de alimentación  $V_{aux(+)}$ .

Para conocer el consumo de corriente analizamos primeramente el arreglo de las resistencias R1 (220ohms) y R2 (330ohms), el cual tendrá un valor de corriente constante, por lo que el cálculo de corriente en este punto se obtiene de la siguiente ecuación:

$$I_{R1R2} = \frac{V_{aux(+)}}{R1 + R2} \quad \text{Ecuación 4.2.6}$$

Sustituyendo en la anterior ecuación:

$$I_{R1R2} = 59 \mu A$$

La salida del circuito sumador lógico es de colector abierto, por lo que el máximo consumo de corriente ( $I_{maxsal}$ ), se obtiene cuando tenemos saturado el transistor de salida del CI LM339, la corriente mencionada se obtiene de la siguiente expresión donde R3 es igual a 1.5kohms.

$$I_{maxsal} = \frac{V_{aux(+)} - V_{SAT}}{R3} \quad \text{Ecuación 4.2.7}$$

De donde el valor de la corriente es:

$$I_{maxsal} = 7.8mA$$

El CI LM339 se alimenta de  $V_{aux(+)}$ , por lo que de las tablas de especificaciones para este CI se obtiene un consumo de corriente máximo de:

$$I_{LM339} = 3mA$$

Por lo tanto, el consumo máximo de corriente para  $V_{aux(+)}$  es:

$$I_{V_{aux(+)}} = I_{R1R2} + I_{maxsal} + I_{LM339} \quad \text{Ecuación 4.2.8}$$

Sustituyendo valores, tenemos:

$$I_{V_{aux(+)}} = 10.859mA$$

Lo anteriormente expuesto es aplicable a un circuito de interfaz a dispensarios con 8 canales de comunicación. Sabemos que se requieren 3 circuitos de este tipo, por lo que el consumo total para el sistema diseñado se calcula triplicando el resultado de cada consumo calculado, de donde se obtiene para la fuente de 5Volts una corriente total ( $I_{VCCinterfaz}$ ) de:

$$I_{VCCinterfaz} = 3 I_{V_{aux(+)}} \quad \text{Ecuación 4.2.9}$$

De donde:

$$I_{VCCinterfaz} = 318.72mA$$

Y para la fuente auxiliar de +12Volts una corriente ( $I_{V_{aux(+)}interfaz}$ ) de:

$$I_{V_{aux(+)}interfaz} = 3 I_{V_{aux(+)}} \quad \text{Ecuación 4.2.10}$$

De donde:

$$I_{V_{aux(+)}interfaz} = 32.577mA$$

Con los datos anteriores podemos determinar el consumo total para las fuentes de alimentación de +5V y +12V, de la siguiente manera:

Para la fuente de 5Volts:

$$I_{VCCTOT} = I_{ZT8902} + I_{ZT88CT75} + I_{VCCinterfaz} \quad \text{Ecuación 4.2.11}$$

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$I_{VCCTOT} = 2.738A$$

Para la fuente de 12Volts:

$$I_{Vaux(+)}TOT = I_{ZT8902} + I_{ZT88CT75} + I_{Vaux(+)}interfaz \quad \text{Ecuación 4.2.12}$$

Con los valores conocidos obtenemos:

$$I_{Vaux(+)}TOT = 63.377mA$$

Por otra parte, tomando en cuenta que de la fuente negativa  $V_{aux(-)} = -12V$ , únicamente es alimentada la tarjeta de comunicación serial ZT88CT75, el consumo total de corriente será de:

$$I_{Vaux(-)} = I_{ZT88CT75} \quad \text{Ecuación 4.2.13}$$

De donde se obtiene:

$$I_{Vaux(-)} = 1.2mA$$

Por lo tanto las potencias correspondientes para cada uno de los valores de corriente anteriormente calculados son:

Fuente de alimentación de +5Volts:

$$P_{VCC} = V_{CC} I_{VCCTOT} \quad \text{Ecuación 4.2.14}$$

$$P_{VCC} = 13.765Watts$$

Fuente de alimentación de +12Volts:

$$P_{V_{aux(+)}} = V_{aux(+)} I_{v_{aux(+)}TOT} \quad \text{Ecuación 4.2.15}$$

$$P_{V_{aux(+)}} = 0.7605 \text{ Watts}$$

Fuente de alimentación de -12Volts:

$$P_{V_{aux(-)}} = V_{aux(-)} I_{v_{aux(-)}} \quad \text{Ecuación 4.2.16}$$

$$P_{V_{aux(-)}} = 14.4 \text{ mWatts}$$

La potencia de la fuente de alimentación a seleccionar debe ser mayor que la suma de las potencias arriba calculadas para garantizar un correcto funcionamiento del sistema. El modelo de fuente de poder FCS604A fabricado por la empresa *Jameco* cumple con las características necesarias para alimentar al equipo, en el apéndice F se muestran las hojas de especificaciones de esta fuente.

### 4.3 Diseño del circuito impreso de la interfaz a dispensarios

Basados en las características anteriormente comentadas, debemos lograr que el circuito interfaz tenga dimensiones tales que no incrementen el tamaño de nuestro sistema, por lo que se adecuará dicha interfaz al tamaño de las tarjetas para la plataforma STD32 (4.5 x 6.5 pulg) y con esto ocupar una ranura de expansión dentro del gabinete por cada ocho dispensarios a comunicar. Partiendo de lo anterior necesitamos diseñar una tarjeta en circuito impreso que cumpla con las características mencionadas. El diseño se basa en el acomodo de los componentes en el espacio útil de una tarjeta para la plataforma STD32, en la figura 4.3.1 se muestran las zonas de espacio útil de una tarjeta para STD32.

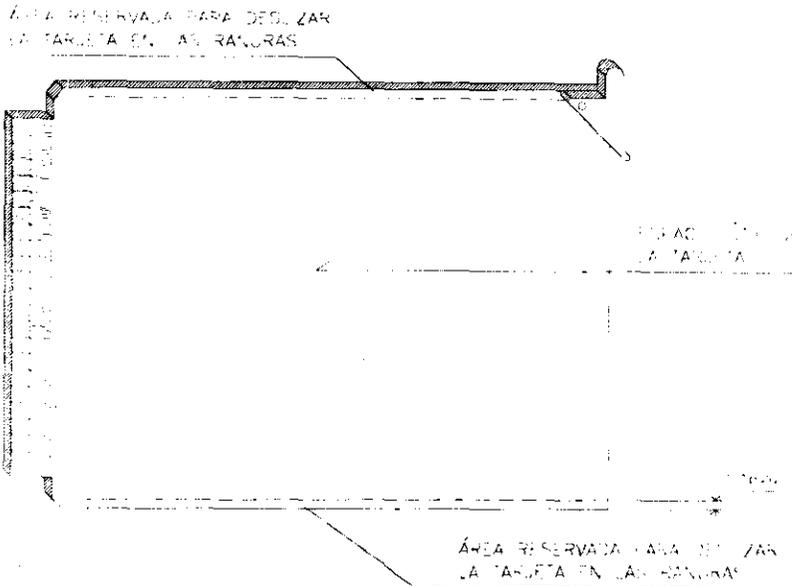


Figura 4.3.1 Espacio útil en una tarjeta para la plataforma STD32.

Para el diseño de este tipo de circuitos impresos (*Printed Circuit Boards PCB*) nos auxiliaremos de un programa especializado desarrollado para tal fin. El software utilizado en la realización de nuestro diseño es un producto de la empresa PROTEL y está disponible en forma gratuita en el sitio que esta empresa tiene en la red global *INTERNET*.

Para ahorrar espacio dentro del gabinete y facilitar la ubicación de los componentes en la tarjeta, se decidió emplear el circuito impreso de doble cara, es decir, se colocan pistas conductoras por ambos lados de la tarjeta. En la figura 4.3.2 se presenta la cara que aloja a los componentes y en la figura 4.3.3 se muestra la parte correspondiente al lado donde es aplicada la soldadura.

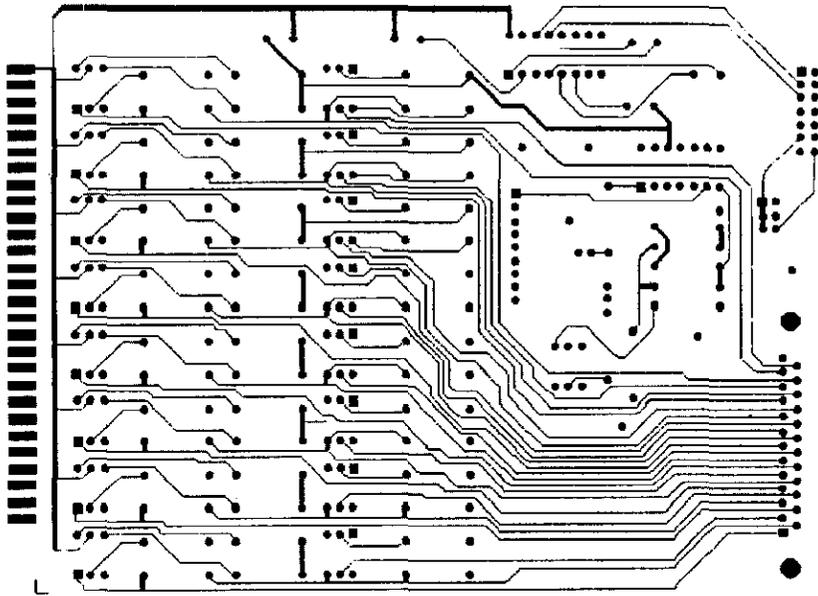


Figura 4.3.2 Lado de componentes de la tarjeta interfaz.

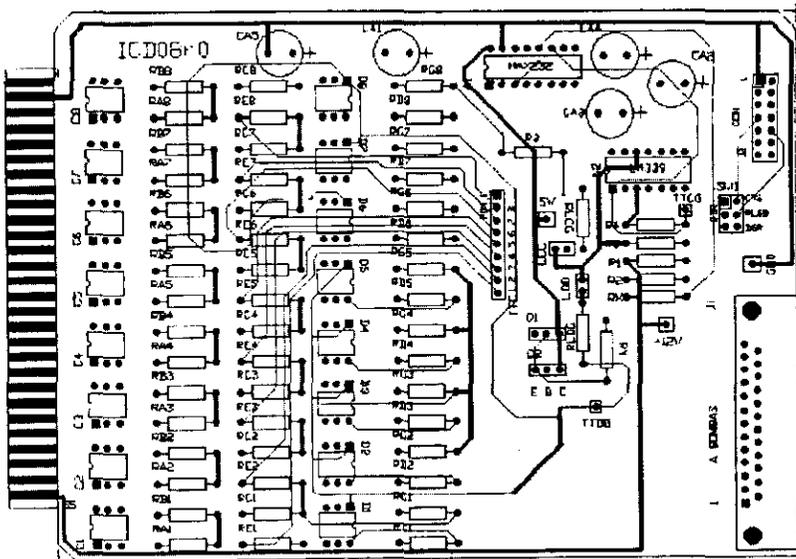


Figura 4.3.3 Lado de soldadura de la tarjeta interfaz.

La tarjeta terminada, incluyendo todos sus componentes, deberá tener una altura máxima de 1.5cm, con la finalidad de ocupar exclusivamente el espacio asignado a una ranura de expansión dentro del gabinete.

#### 4.4 Diseño del gabinete exterior

El gabinete exterior que contendrá al sistema está diseñado en lámina metálica para ayudar a la disipación de calor, en caso de existir algún calentamiento cuenta también con un ventilador que expulsa aire del gabinete por la parte superior, mientras lo introduce por su costado izquierdo.

En la figura 4.4.1 se muestra el gabinete, con sus dimensiones físicas así como sus puntos de conexión con el exterior.

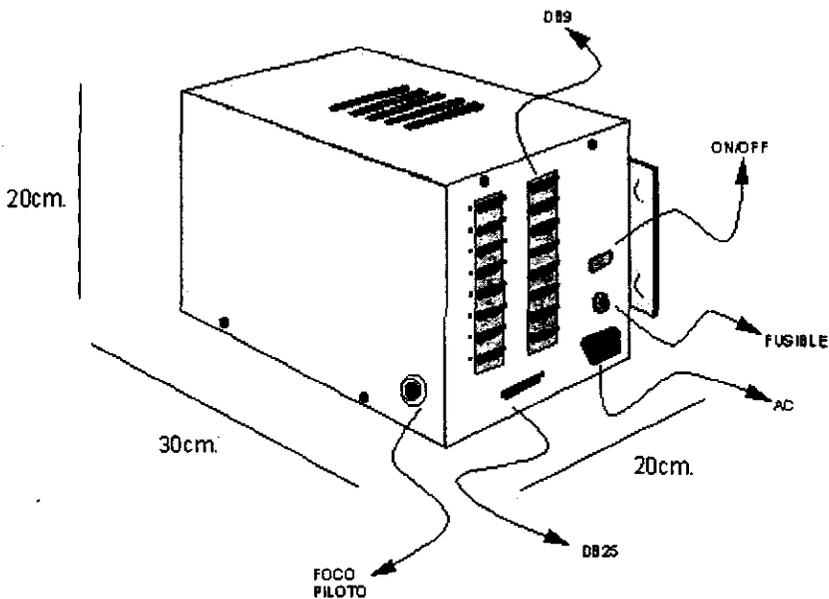


Figura 4.4.1 Gabinete exterior.

Para facilitar cualquier modificación del sistema o su mantenimiento, el gabinete puede descomponerse por partes, como se muestra en las figuras 4.4.2 y 4.4.3.

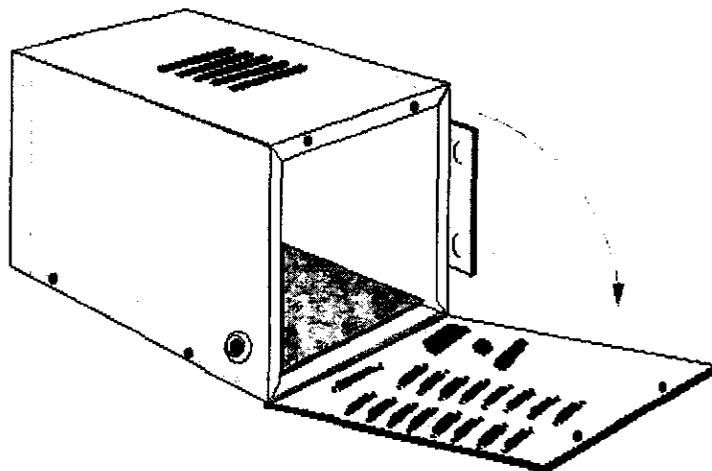


Figura 4.4.2 Tapa frontal abatible.

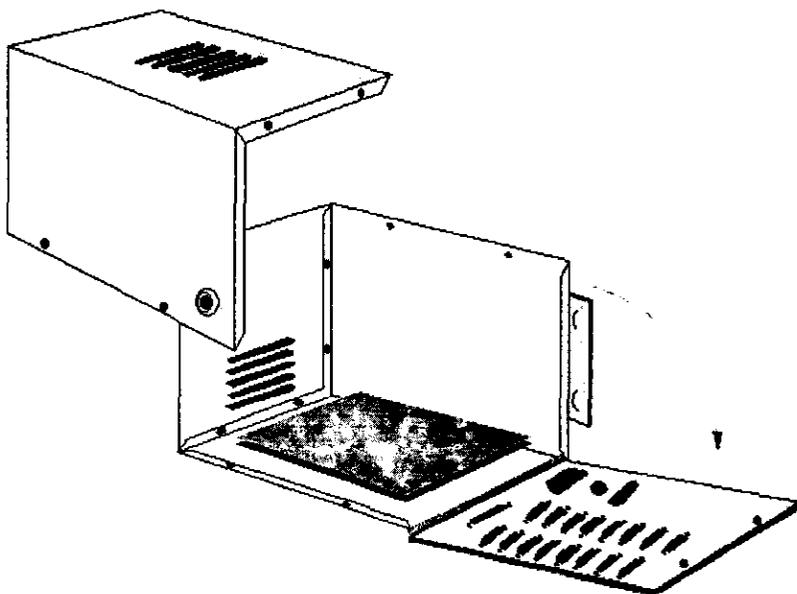


Figura 4.4.3 Tapa diagonal desmontable.

## 4.5 Conexiones

Después de haber seleccionado el tipo de gabinete que se utilizará para contener la electrónica, ahora se requiere realizar las conexiones internas del sistema, las cuales se llevaron a cabo de la siguiente manera.

Para la comunicación del sistema con la base de datos, primeramente se realizó la conexión entre la tarjeta CPU y el gabinete, para lograr esto, en la parte correspondiente al CPU se necesitó de un conector hembra para cable plano de malla de 10 hilos, esto debido a que dicha tarjeta tiene en su parte contraria al peine de conexión, un conector de 10 terminales para el puerto serial COM2. Del lado contrario a éste se usó un conector DB25 macho para cable plano de malla de 25 hilos, el cual se fija al gabinete. El cable y los conectores anteriormente descritos se muestran en la figura 4.5.1.

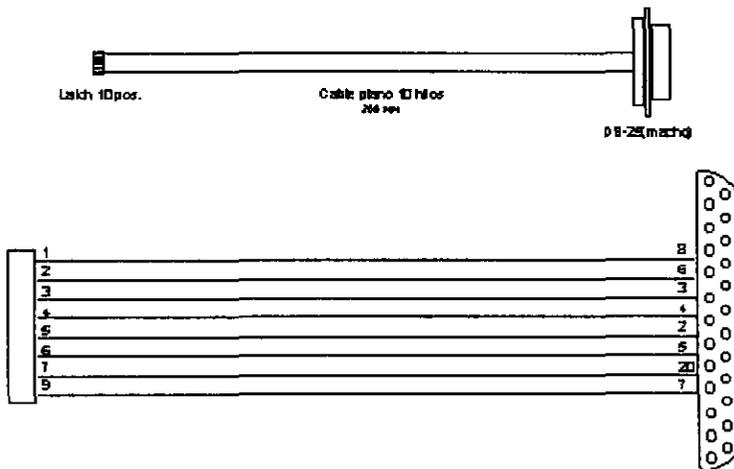


Figura 4.5.1 Cable de conexión interna CPU-Base de datos.

La tarjeta de interfaz a dispensarios tiene para su comunicación serial con el CPU un conector macho tipo *latch* (sujetador), por lo que fue necesario implementar un conector hembra para cable plano de malla de 10 terminales, mientras que por el lado opuesto se usó un conector para cable plano de malla de 14 hilos. La figura 4.5.2 muestra el aspecto de este cable de conexión.

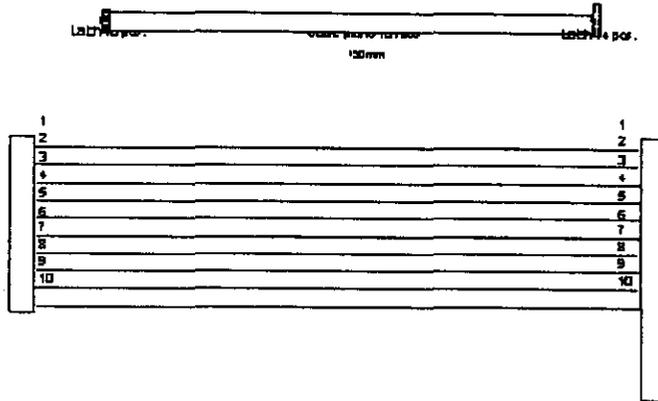


Figura 4.5.2 Cable de conexión tarjeta interfaz-CPU.

Otro cable de conexión empleado es el que comunica a la tarjeta interfaz con la tarjeta de puertos 88CT75, este dispositivo tiene por ambos lados un conector para cable plano de 14 hilos tipo *latch*, como se muestra en la figura 4.5.3.

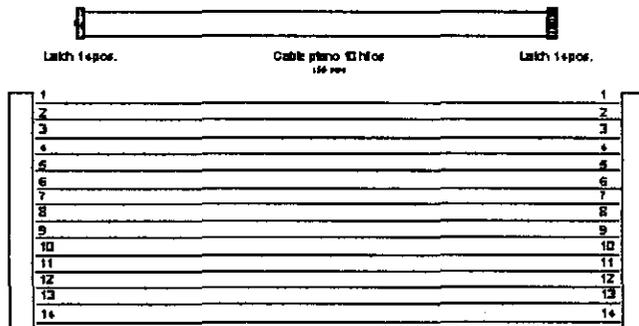


Figura 4.5.3 Cable de conexión tarjeta interfaz-tarjeta 88CT75.

La comunicación con cada uno de los dispensarios se realiza a partir de un conector DB25 por cada tarjeta interfaz. Para la conexión interna entre la tarjeta mencionada y el gabinete se implementó un arnés de cables interno que inicia en la tarjeta y termina en 8 conectores DB9, cada conector maneja 3 hilos para las señales de comunicación (TTD, TTC y DCC). El arnés para la tarjeta de interfaz con dispensarios se muestra en la figura 4.5.4.

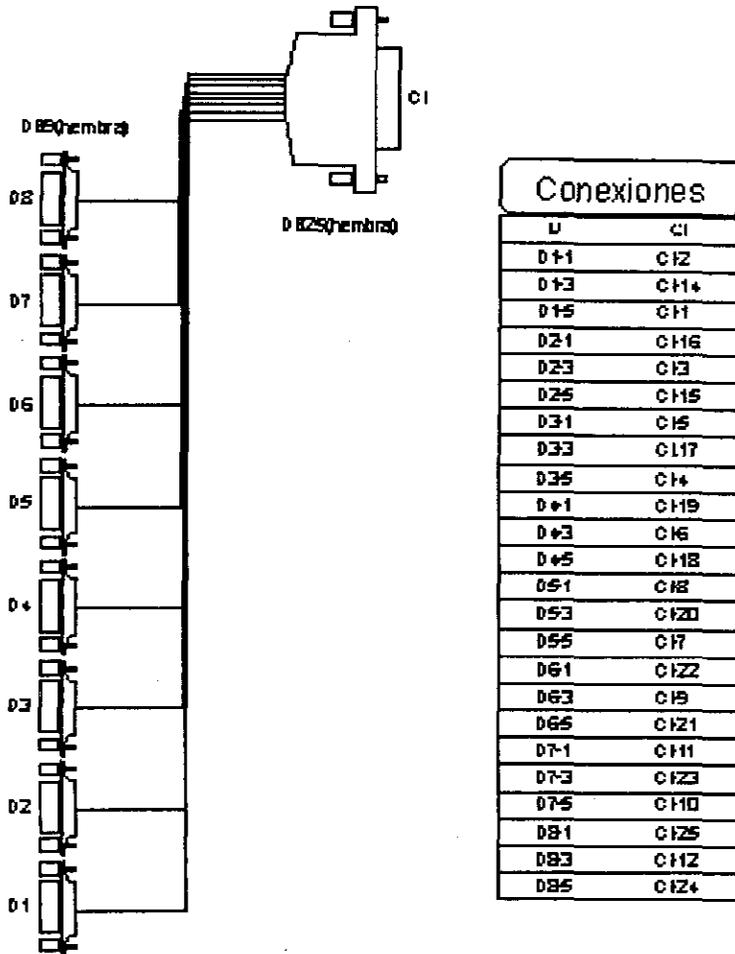


Figura 4.5.4 Cable de conexión tarjeta de interfaz con dispensarios.

Las conexiones externas se realizaron de la siguiente forma. El cable de conexión CPU-Base de Datos se implementa con un conector DB25 hembra por el lado del equipo comandador; en el otro extremo se utilizó un conector DB9, como se muestra en la figura 4.5.5.

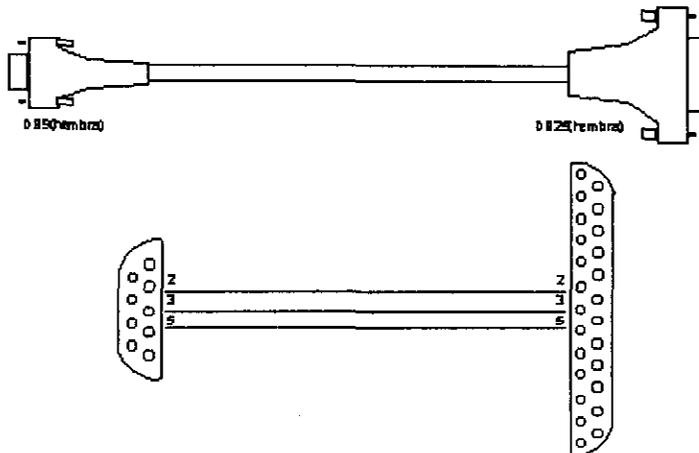


Figura 4.5.5 Cable de conexión externa CPU-Base de Datos.

La conexión con cada uno de los dispensarios se llevó a cabo con conectores DB9 configurados como se especifica en la siguiente figura.

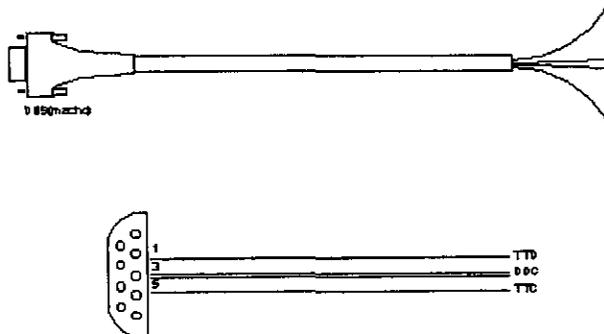


Figura 4.5.6 Cable de conexión a dispensarios.

## 4.6 Programa comandante de bombas

Con el sistema finalmente constituido con todos sus elementos, lo que se requiere es diseñar un programa, mismo que se almacenará en la memoria *flash* del CPU del comandante y cuya función será instruir a las bombas a partir de los comandos encontrados en el subtema 3.4, además de poder establecer comunicación con la base de datos. Dicho programa se explica a continuación.

El programa comandante de bombas define las instrucciones requeridas para el sistema de comunicación con los dispensarios, el cual se diseñó a partir del programa PRUEBA elaborado anteriormente. La nueva versión de software tendrá que controlar los 19 dispensarios con que cuenta la estación de servicio, además de mantener comunicación continua con la mencionada base de datos. En la figura 4.6.1 se muestra un diagrama a bloques del funcionamiento general del programa, al que llamaremos BOMBA.

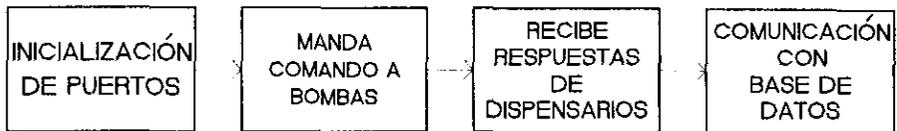


Figura 4.6.1 Diagrama a bloques del programa BOMBA.

Del diagrama a bloques se genera el diagrama de flujo del programa BOMBA en el cual se explica el funcionamiento del mismo, y que es mostrado en la figura 4.6.2.

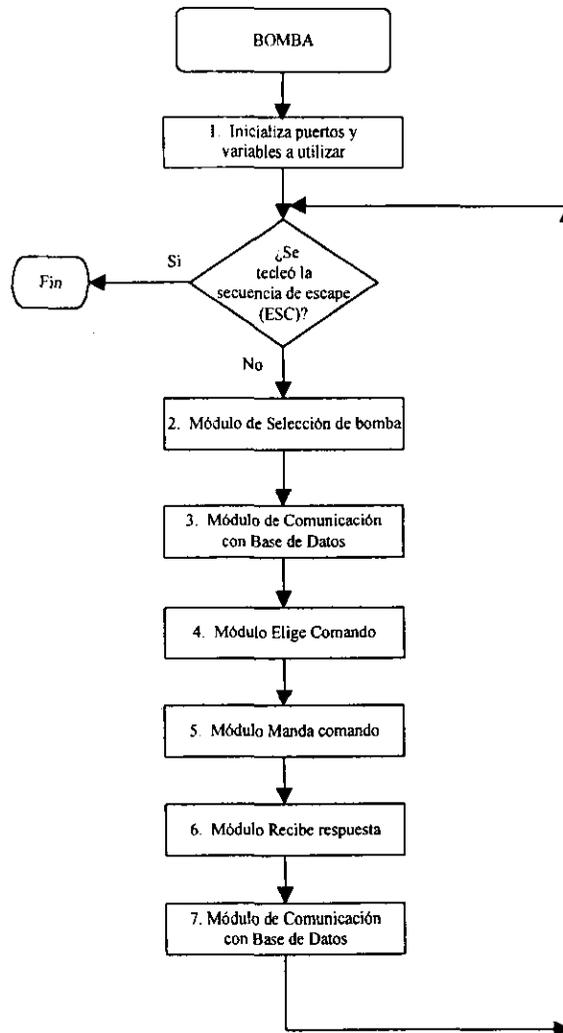


Figura 4.6.2 Diagrama de flujo del programa BOMBA.

El primer módulo se refiere a la inicialización de los puertos utilizados para la comunicación con los dispensarios y la base de datos. En el subtema 3.4 se comentó la utilización del puerto serial de la PC con la finalidad de prepararlo para enviar y recibir información, sin embargo, ahora se habilitarán tres puertos seriales para la comunicación con los dispensarios y un puerto

más para el intercambio de información con la base de datos. En seguida se pregunta si ha ocurrido una petición de escape por parte del usuario, para terminar con la ejecución del programa o continuar con el siguiente módulo del mismo.

En el segundo módulo, Módulo de Selección de Bomba, se activa y mantiene la comunicación con cada una de las bombas y se genera un contador que se incrementa para adoptar el valor del número de identificación de la bomba siguiente. En la figura 4.6.3 se muestra el diagrama de flujo del Módulo de Selección de Bomba.

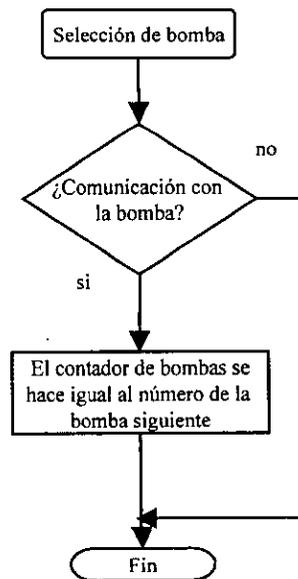


Figura 4.6.3 Diagrama de flujo del Módulo de Selección de Bomba.

En el tercer módulo se programa la comunicación con la base de datos. Debemos aclarar que esta última forma parte fundamental del proceso integral de comunicación del sistema. Sin embargo, su funcionamiento será tratado de manera parcial en este texto, debido a que la parte del proyecto correspondiente a la base de datos fue desarrollada por otro grupo de trabajo. Cabe resaltar que se establecieron criterios comunes entre los grupos, para establecer el protocolo de intercambio de información entre ambas partes.

Para lograr la comunicación arriba mencionada fue diseñada una cápsula de mensaje que viaja electrónicamente desde la base de datos hacia el comandante y de regreso, de manera constante. El contenido de la cápsula está formado por 11 bytes que incluyen los datos presentados en la tabla 4.6.1, como se aprecia a continuación.

No. de bytes	Tipo de dato
1	TIPO DE MENSAJE
1	No. DE BOMBA
1	No. DE PRODUCTO
3	CANTIDAD EN LITROS
3	CANTIDAD EN PESOS
1	No. DE GRUPO DE DISPENSARIOS
1	BYTE DE VERIFICACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE LOS DATOS
<hr/>	
11 bytes totales	

Tabla 4.6.1 Contenido de la cápsula de mensaje.

Los datos contenidos en cada cápsula dependen del tipo de mensaje que se trate, existiendo para cada uno de ellos diferentes acciones a realizar, como se muestran en la tabla 4.6.2.

Tipo de mensaje	Acción a realizar
1	CAMBIO DE PRECIO DEL PRODUCTO.
2	PROGRAMACIÓN DE UNA VENTA.
3	PARO DE EMERGENCIA DE LA BOMBA.
4	SOLICITUD DE ESTADO DE LA BOMBA.
5	CANCELACIÓN DE LA VENTA.
6	REACTIVACIÓN DE LA BOMBA.
7	INICIALIZACIÓN DE LA BOMBA.
8	TIEMPO PARA CANCELACIÓN DE LA VENTA.
9	CAMBIO A FLUJO LENTO DE DESPACHO.

Tabla 4.6.2 Acciones a realizar.

El Módulo de Comunicación con la base de datos inicia con una rutina que lee los bytes recibidos por el puerto serial COM2 y devuelve el número de bytes recibidos a la base de datos, para que ésta coteje si se efectuó correctamente la transmisión. En caso de no recibir la información

---

adecuadamente, el programa manda una cápsula de error para avisar a la base de datos que el envío de los mismos debe repetirse.

Después, se confirma la integridad de la información y se procede a preguntar si la cápsula recibida se refiere a un error producido en el ciclo anterior de comunicación con la base de datos. Cuando esto es afirmativo, los datos recibidos son comparados con la última transmisión realizada, con el objeto de reemplazarlos por los datos correctos y enviarlos nuevamente a la base de datos. Pero cuando no se trata de una cápsula de error recibida, se verifica la ocurrencia de tres posibles casos: a) que exista la bomba solicitada, b) que no se encuentre la bomba en un proceso de inicialización o c) que ya no sea tiempo de efectuar una cancelación de venta, ya que al ocurrir alguna de estas condiciones el comandador tendrá que enviar una cápsula de error hacia la base de datos para que la información le sea enviada nuevamente.

El paso siguiente es corroborar que la cápsula de mensaje no esté vacía, además de que la bomba no se encuentre en estado de inicialización. Las cápsulas vacías se utilizan para establecer una comunicación permanente, aún cuando no exista ninguna petición de acción en la base de datos.

Una vez verificado lo anterior, se registra la acción pedida por la base de datos para el control de las bombas, es decir, se procede a la selección del comando que será enviado a los dispensarios, de acuerdo con la tabla 4.6.2. En la figura 4.6.4 se observa el diagrama de flujo del programa de comunicación entre el comandador y la base de datos.

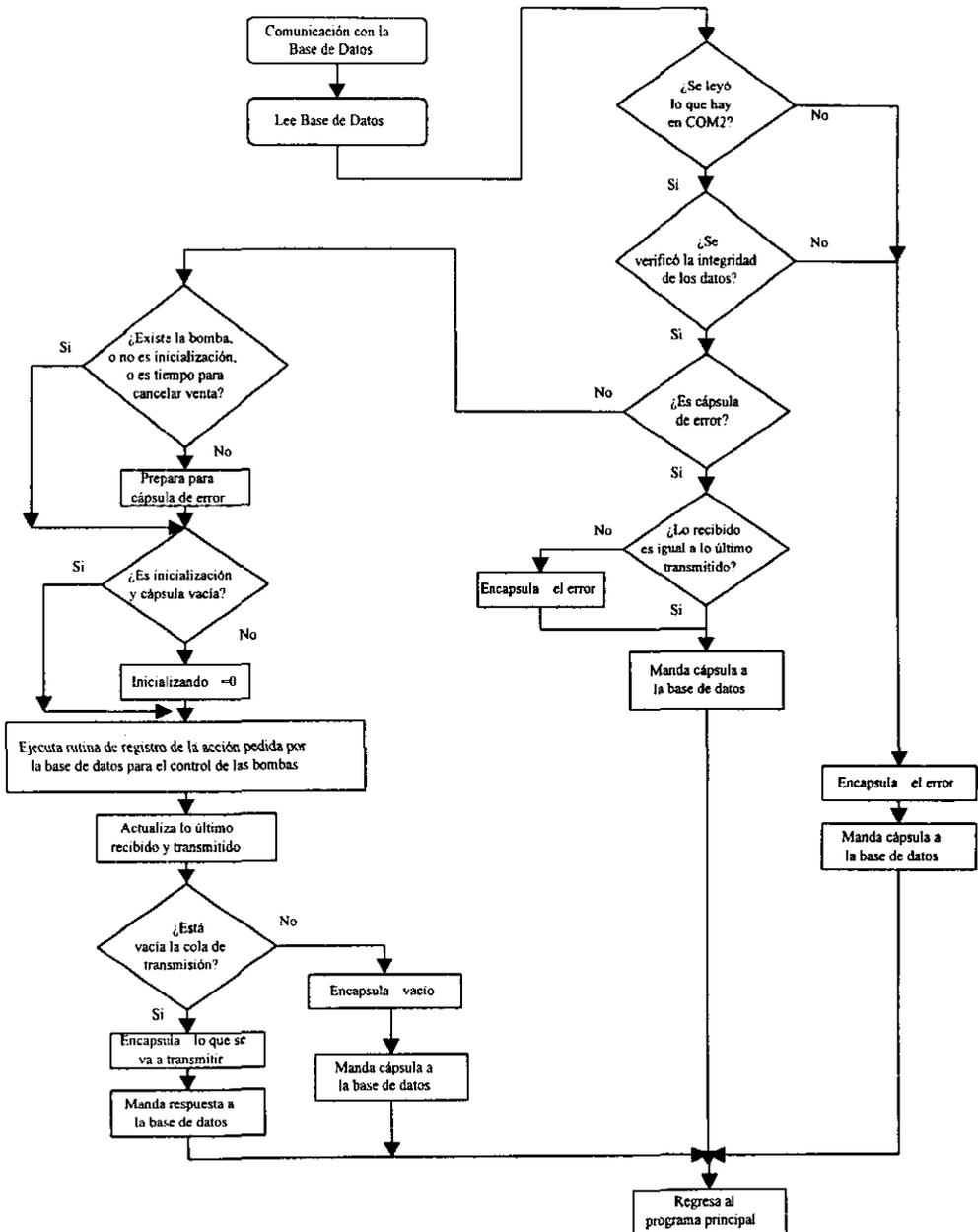


Figura 4.6.4 Diagrama de flujo del Módulo de Comunicación con la Base de Datos (continúa).

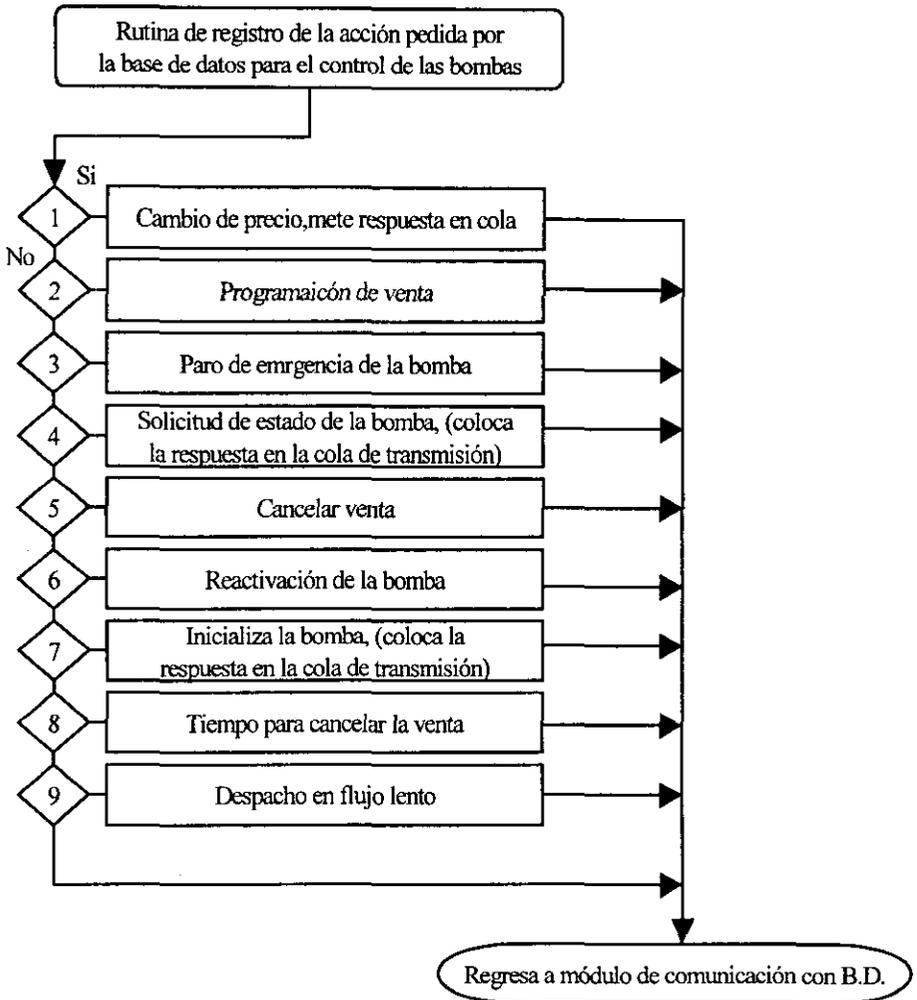


Figura 4.6.4 Diagrama de flujo del Módulo de Comunicación con la Base de Datos.

Para explicar el Módulo Elige Comando se hará uso de un arreglo con fines exclusivamente de programación, el cual recibe el nombre ESTADO\_BOMBA y está integrado del siguiente grupo de bytes, como se observa en la tabla 4.6.3.

Posición del byte en el arreglo	Descripción
0	NUMERO DE BOMBA
1	PRODUCTO
2	ESTADO SIGUIENTE DE LA BOMBA
3	VENTA MÁXIMA EN LITROS (parte baja de la cantidad)
4	VENTA MÁXIMA EN LITROS (parte media de la cantidad)
5	VENTA MÁXIMA EN LITROS (parte alta de la cantidad)
6	VENTA MÁXIMA EN PESOS (parte baja de la cantidad)
7	VENTA MÁXIMA EN PESOS (parte media de la cantidad)
8	VENTA MÁXIMA EN PESOS (parte alta de la cantidad)
9	ESTADO ACTUAL DE LA BOMBA
10	VENTA TOTAL EN LITROS (parte baja de la cantidad)
11	VENTA TOTAL EN LITROS (parte media de la cantidad)
12	VENTA TOTAL EN LITROS (parte alta de la cantidad)
13	VENTA TOTAL EN PESOS (parte baja de la cantidad)
14	VENTA TOTAL EN PESOS (parte media de la cantidad)
15	VENTA TOTAL EN PESOS (parte alta de la cantidad)
16	ACCIÓN O PREGUNTA HECHA A LA BOMBA
17	GRUPO DE DISPENSARIOS AL QUE PERTENECE LA BOMBA (SALIDA)

Tabla 4.6.3 Arreglo ESTADO\_BOMBA.

Este arreglo está compuesto por 18 bytes. Cabe aclarar que no en todos los casos los datos enviados desde los dispensarios viajan en grupos de 18 bytes, por lo tanto el programa ubica los datos recibidos en su posición correspondiente dentro del arreglo, y a los bytes restantes les asigna un valor igual a cero. Algunos de los datos recibidos se definirán como valores de variables que serán utilizadas para el desarrollo de este módulo. Dichas variables se especifican a continuación.

- **ACCIÓN.** Es la instrucción enviada desde la base de datos a la bomba que la ejecutará (ver tabla 4.6.2).
- **COMANDO.** Se refiere a la instrucción que se mandará a la bomba por el comandante, analizados en el subtema 3.4.3.
- **ESTADO PRESENTE.** Adopta los valores de los estados de las bombas, antes definidos en la tabla 3.4.4.
- **ESTADO SIGUIENTE.** Es el estado que tomará la bomba dependiendo de la ACCIÓN y del ESTADO PRESENTE en el que se encuentre.

La tabla 4.6.4 muestra las acciones y los estados siguientes.

ESTADO SIGUIENTE	Acción
101	MANTENER LA COMUNICACIÓN CON LA BOMBA
110, 111	CAMBIO DE PRECIO DEL PRODUCTO.
120, 122 al 125, 127, 128	PROGRAMACIÓN DE UNA VENTA.
130 al 132	PARO DE EMERGENCIA DE LA BOMBA.
140	SOLICITUD DE ESTADO DE LA BOMBA.
150	CANCELACIÓN DE LA VENTA.
160, 163, 165	REACTIVACIÓN DE LA BOMBA.

Tabla 4.6.4 Relación ESTADO SIGUIENTE - ACCIÓN.

La condición para que se presente un ESTADO SIGUIENTE depende del estado en que se encuentre la bomba y de la acción que realiza en ese momento. Al iniciar el proceso las bombas se encuentran inactivas y la cápsula de mensaje de la base de datos está vacía, por lo tanto no hay acción a realizar, sin embargo, se pide que se mantengan activas por medio de un ciclo de reactivación. Al recibir de la base de datos una cápsula con información que indique la realización de una acción, el ESTADO PRESENTE cambia y se prepara para ejecutar dicha acción, la cual se lleva a cabo efectuando una secuencia ordenada de estados, acciones y comandos. Al término de ésta el programa indica cual es la siguiente acción a efectuar, por ejemplo, si se desea llevar a cabo el cambio de precio de un producto, la cápsula de mensaje nos envía un 1 en el byte correspondiente a tipo de mensaje, lo cual hace que el ESTADO SIGUIENTE efectúe la realización de la ACCIÓN cambio de precio, en este momento el programa pregunta si la manguera está colgada. De ser así, el ESTADO SIGUIENTE cambia nuevamente y pregunta si la bomba está activa, de tal manera que el siguiente paso será ejecutar el comando cambio de precio del producto, con lo que finaliza esta acción y se envía la información al módulo Manda Comando, que es el encargado de transmitir la información hacia los dispensarios. A continuación, en la figura 4.6.5, se muestra el diagrama de flujo del módulo Elige Comando.

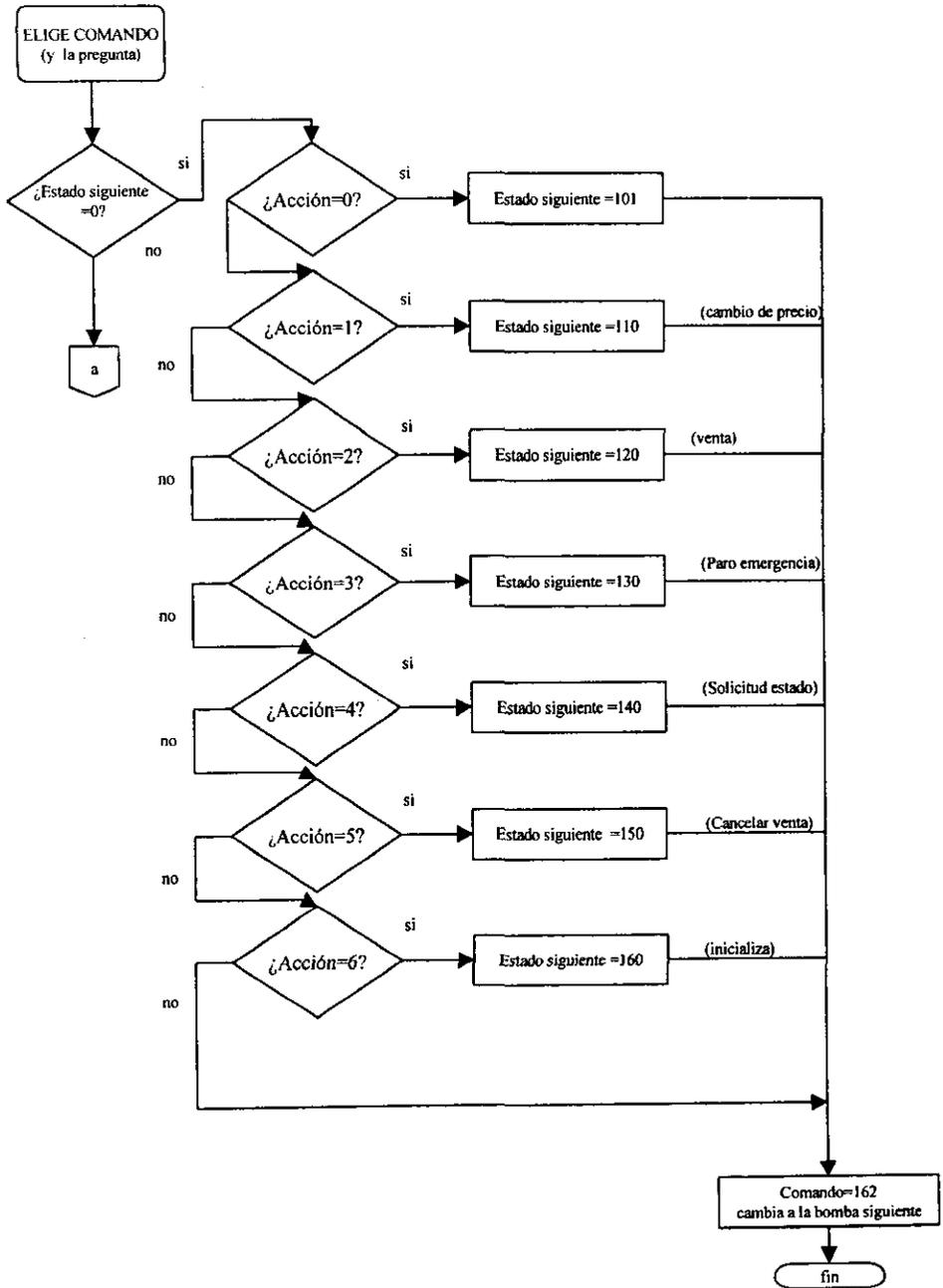


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

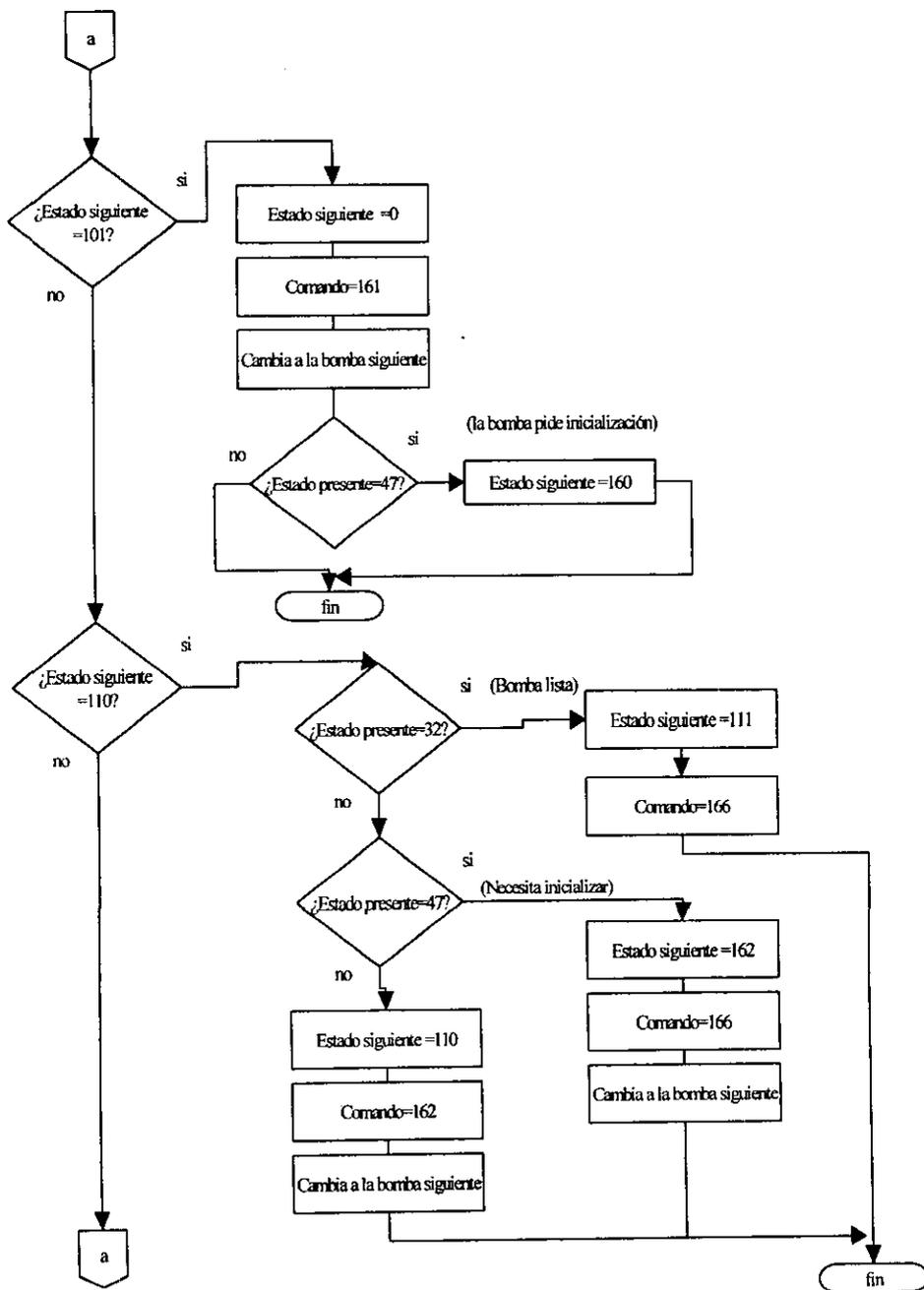


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

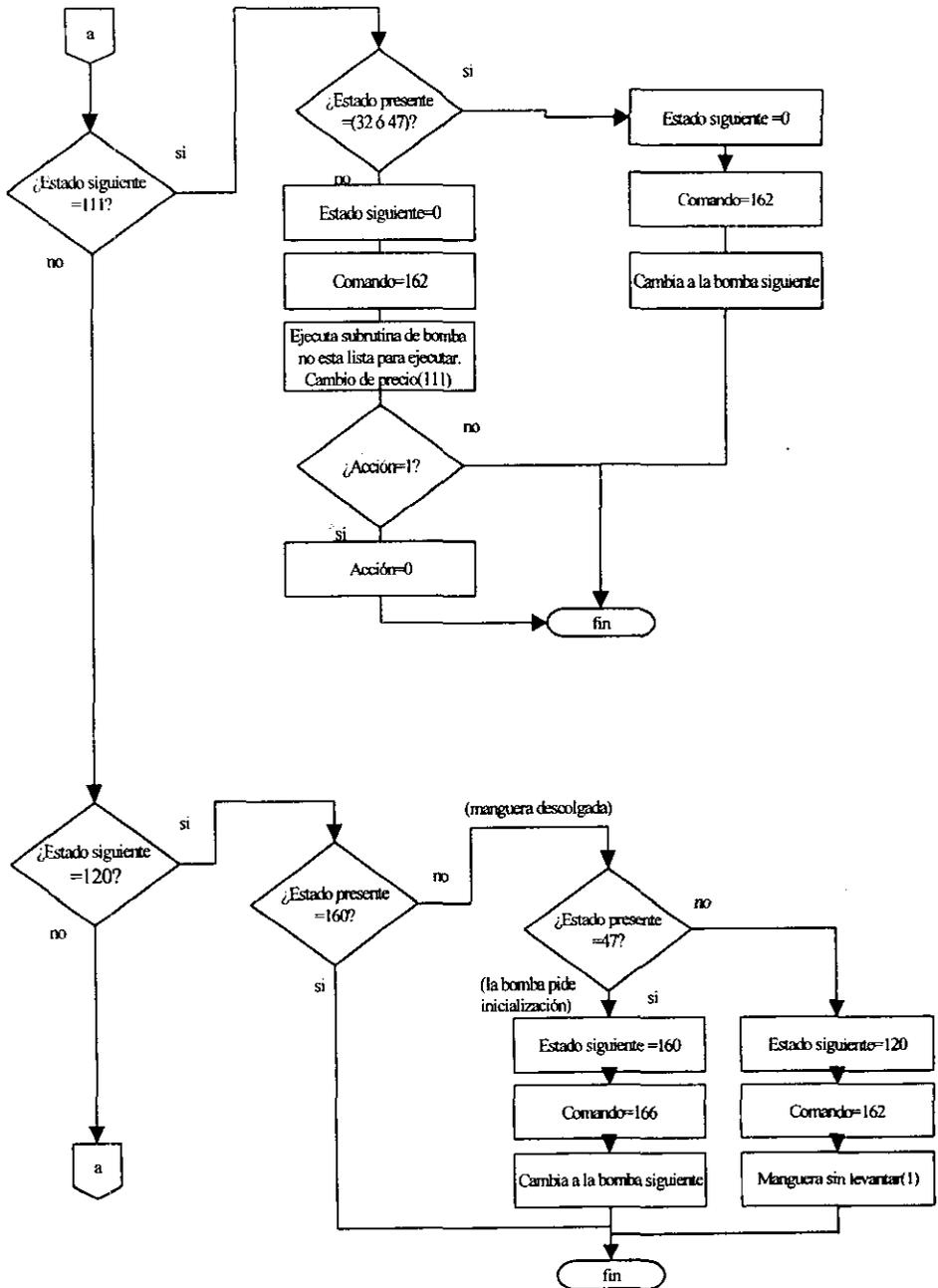


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

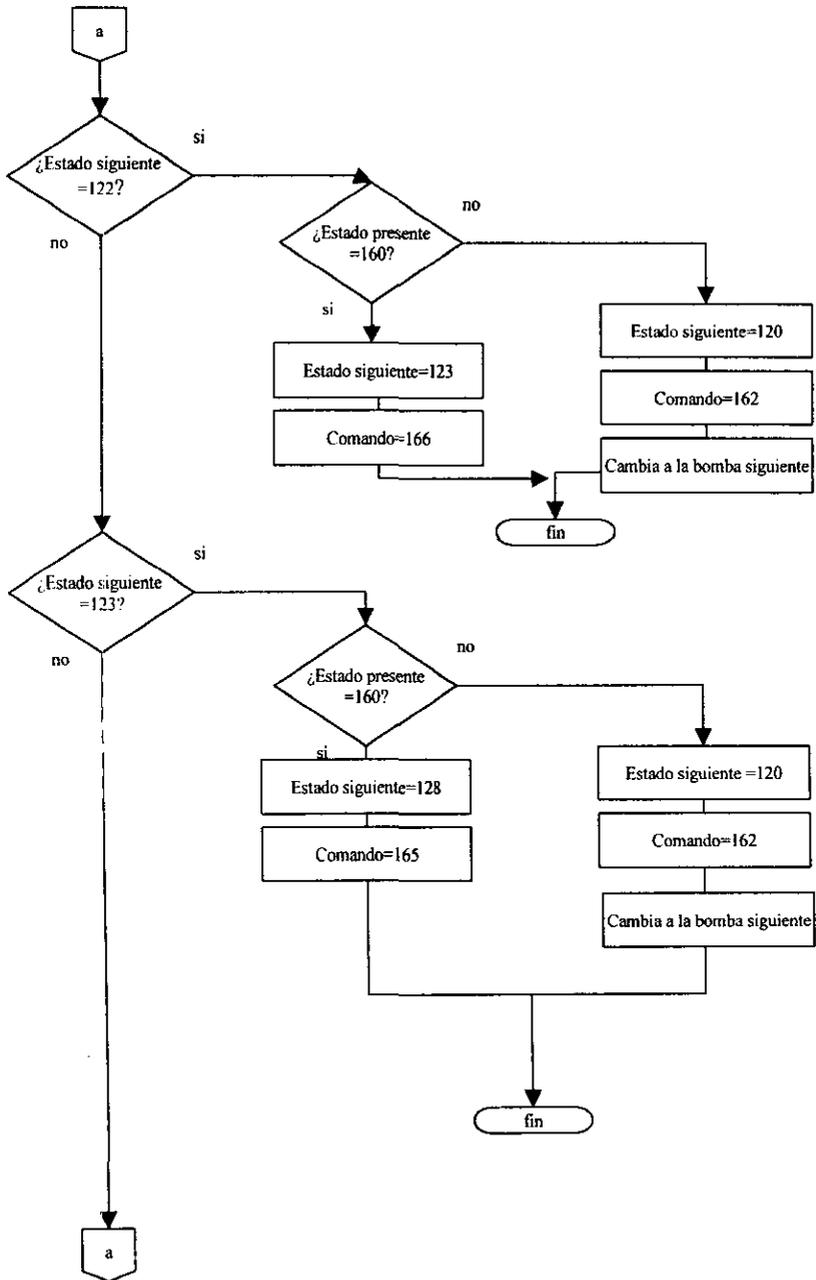


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

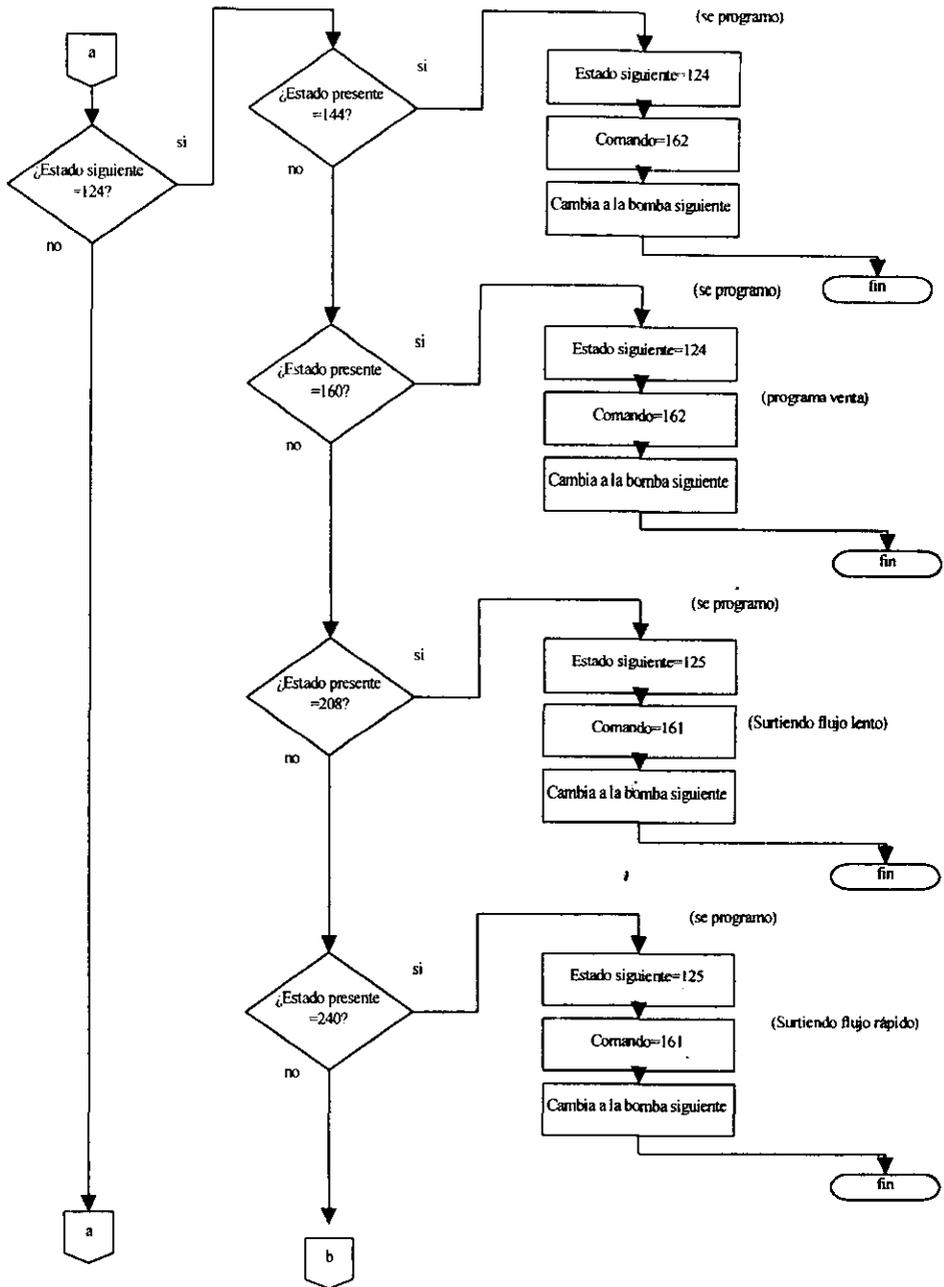


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

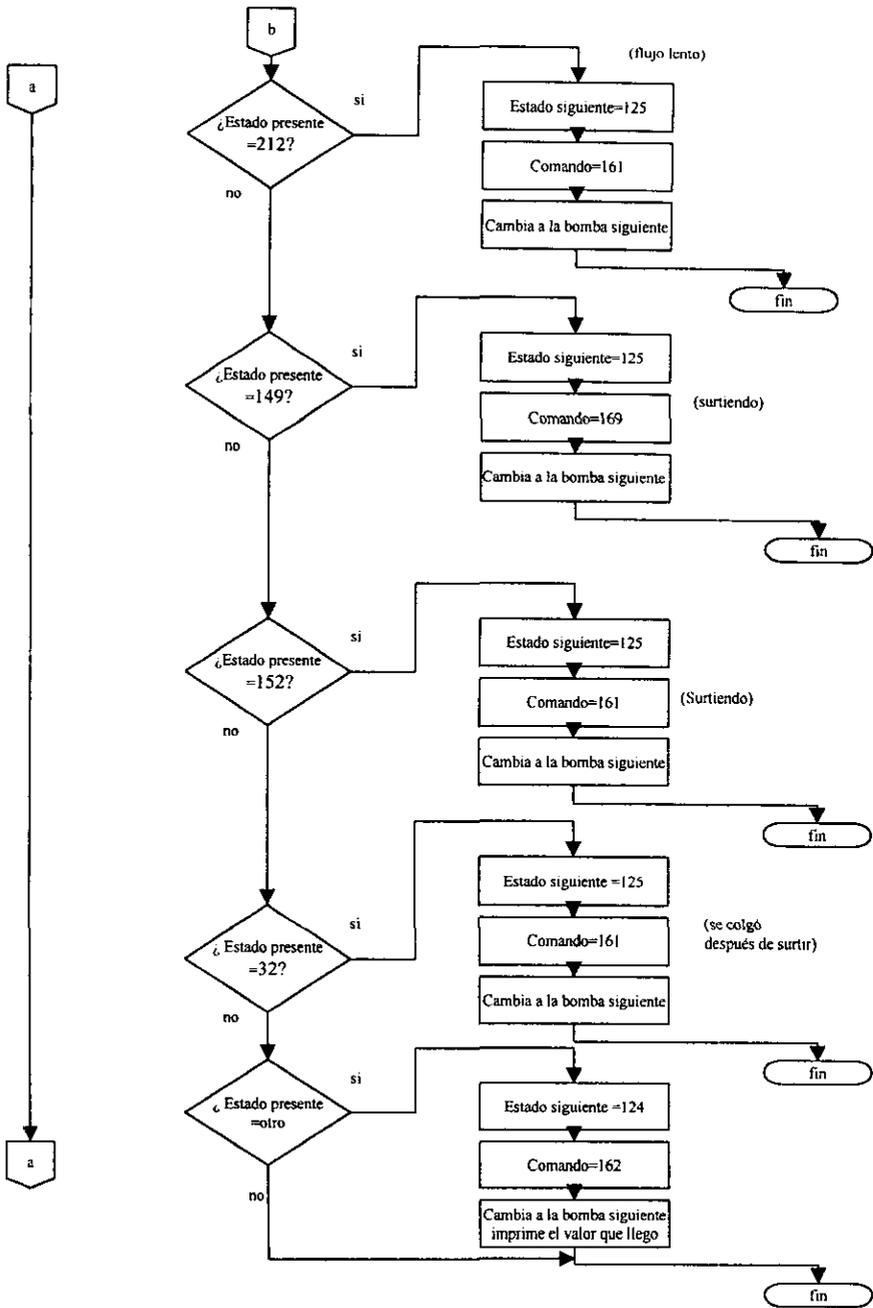


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

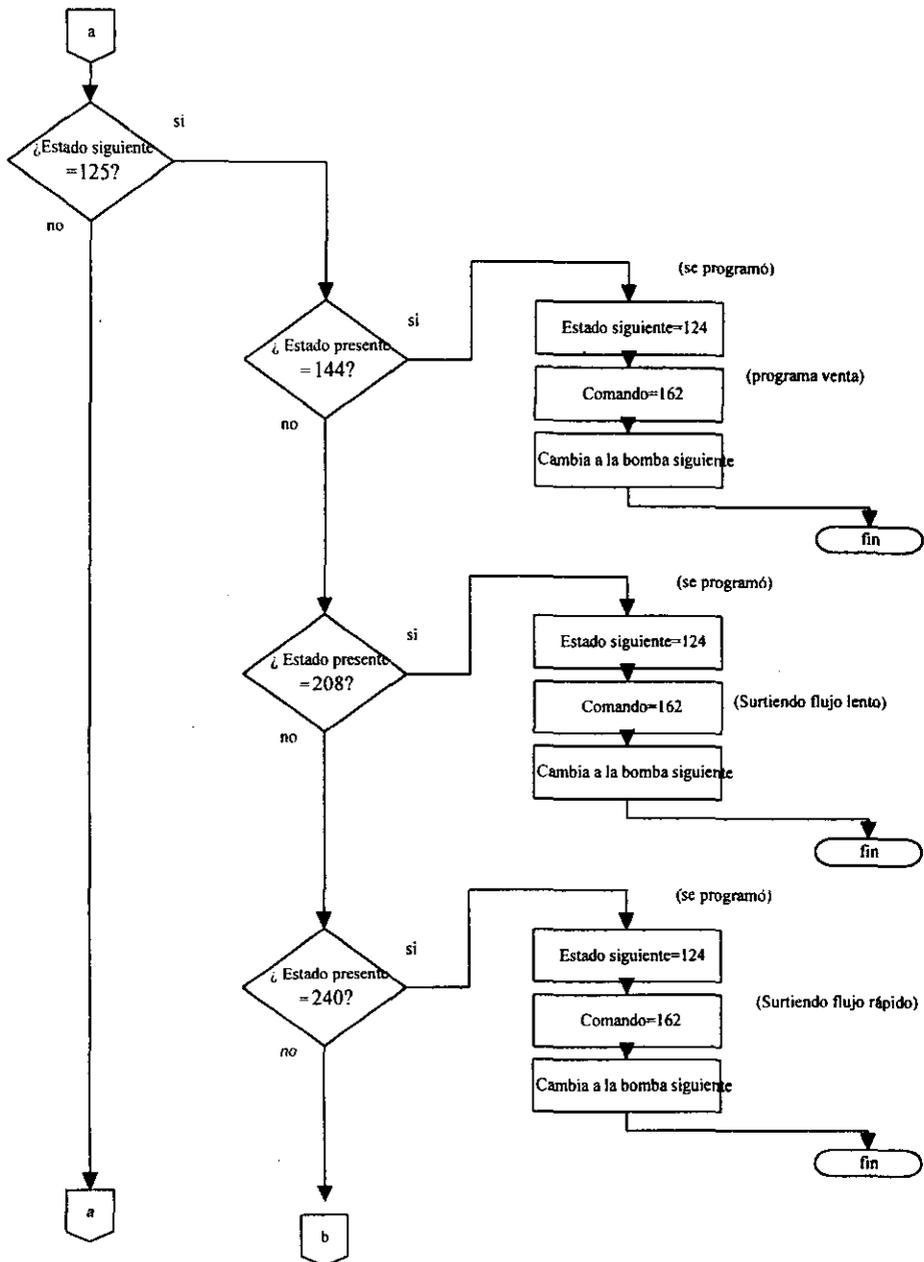


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

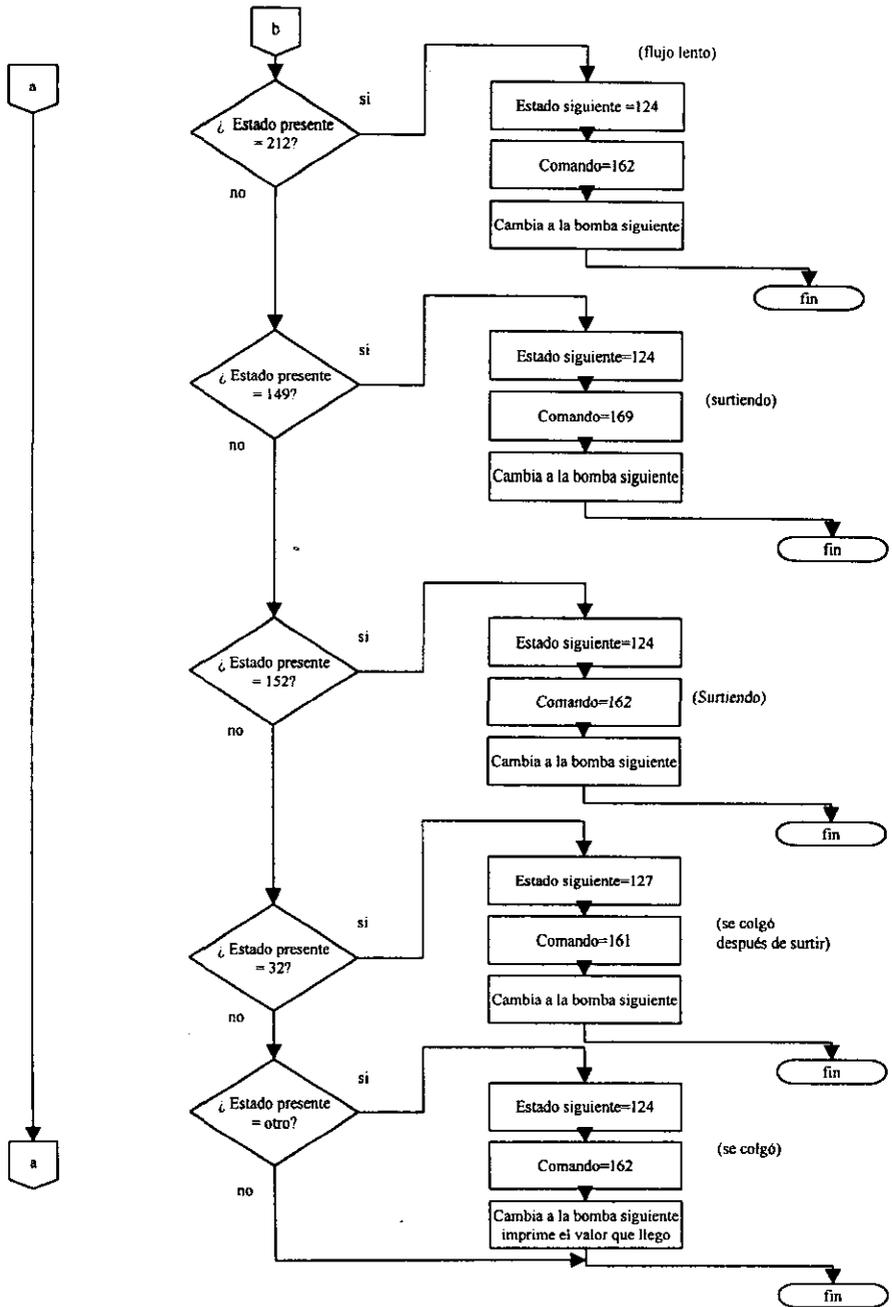


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

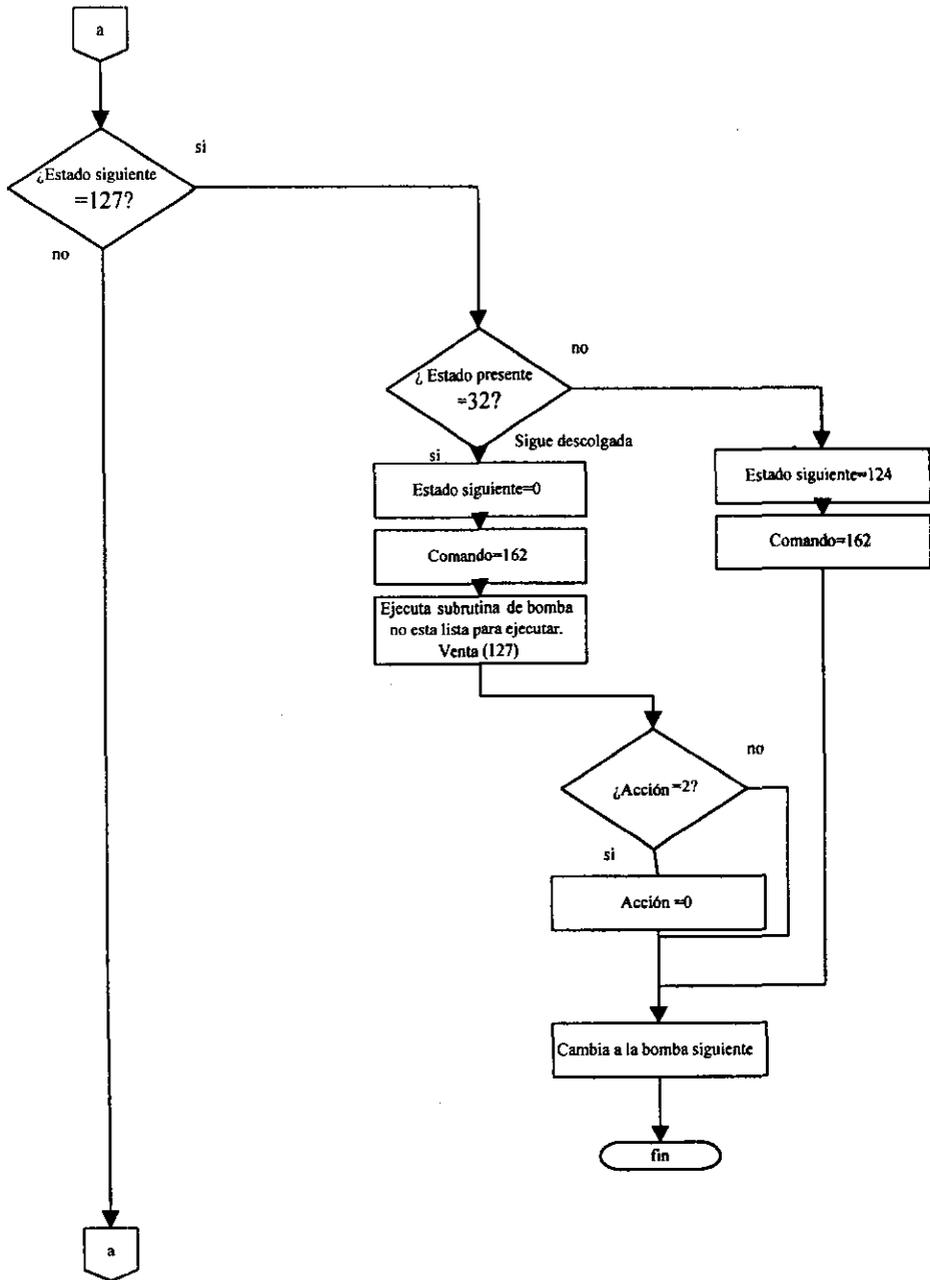


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

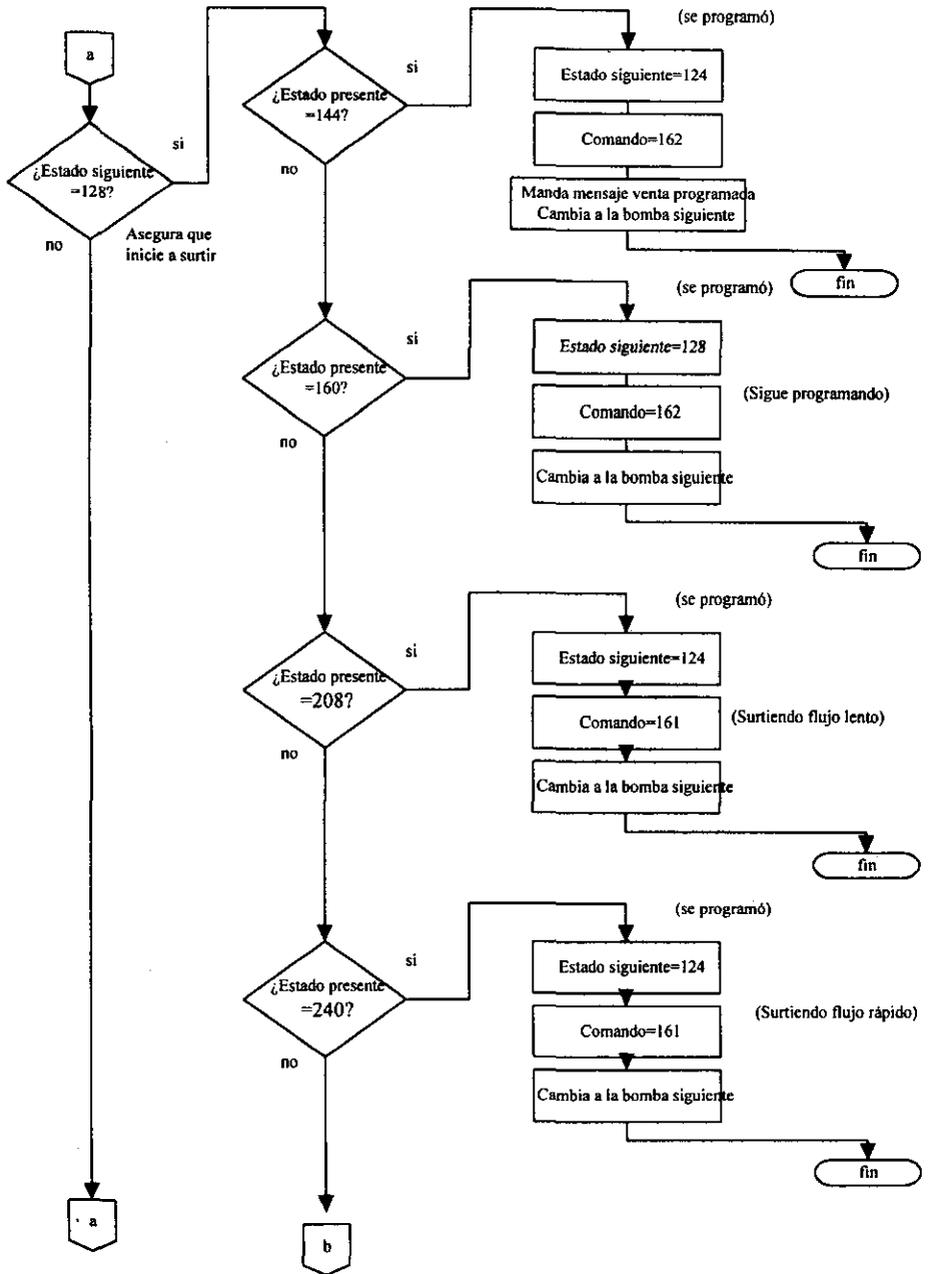


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

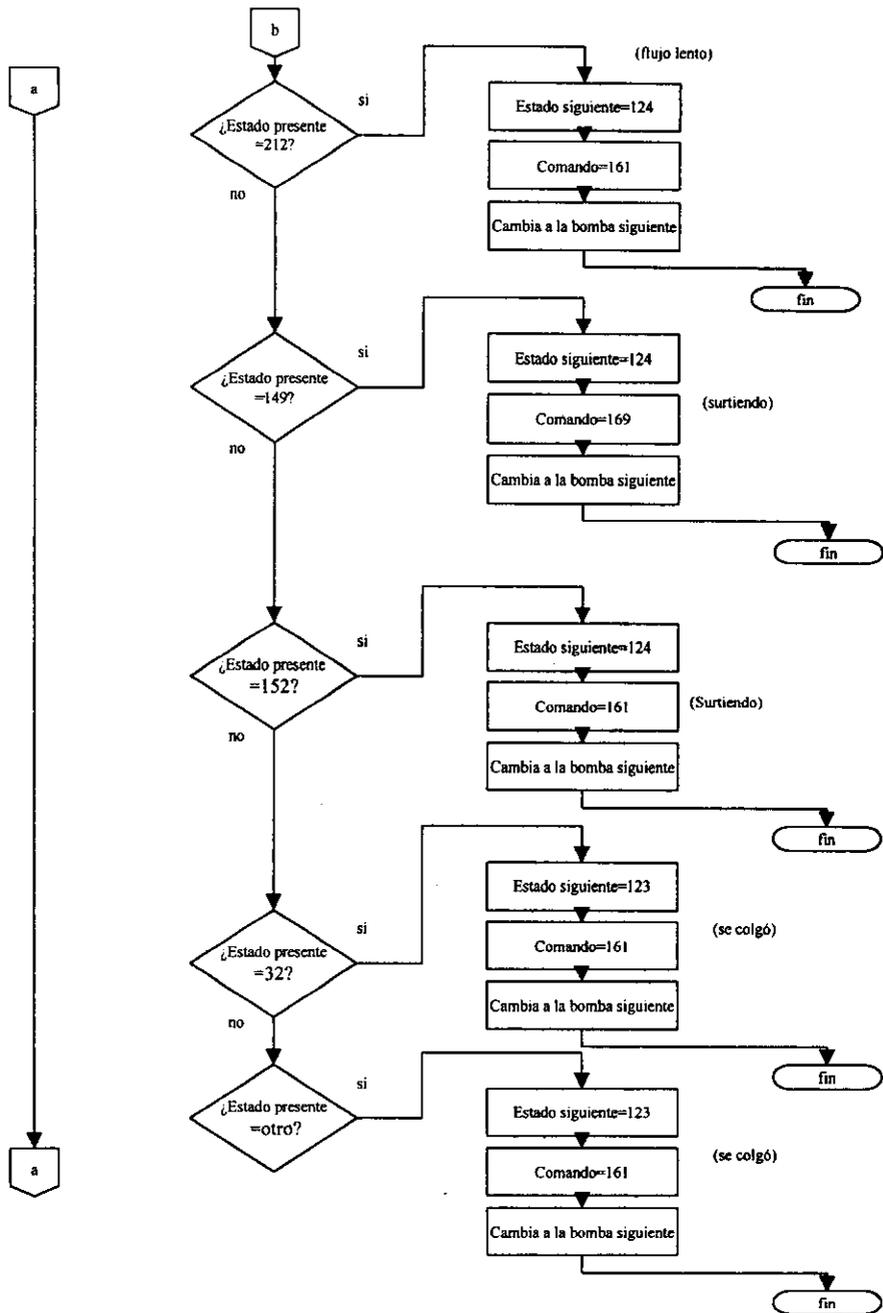


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

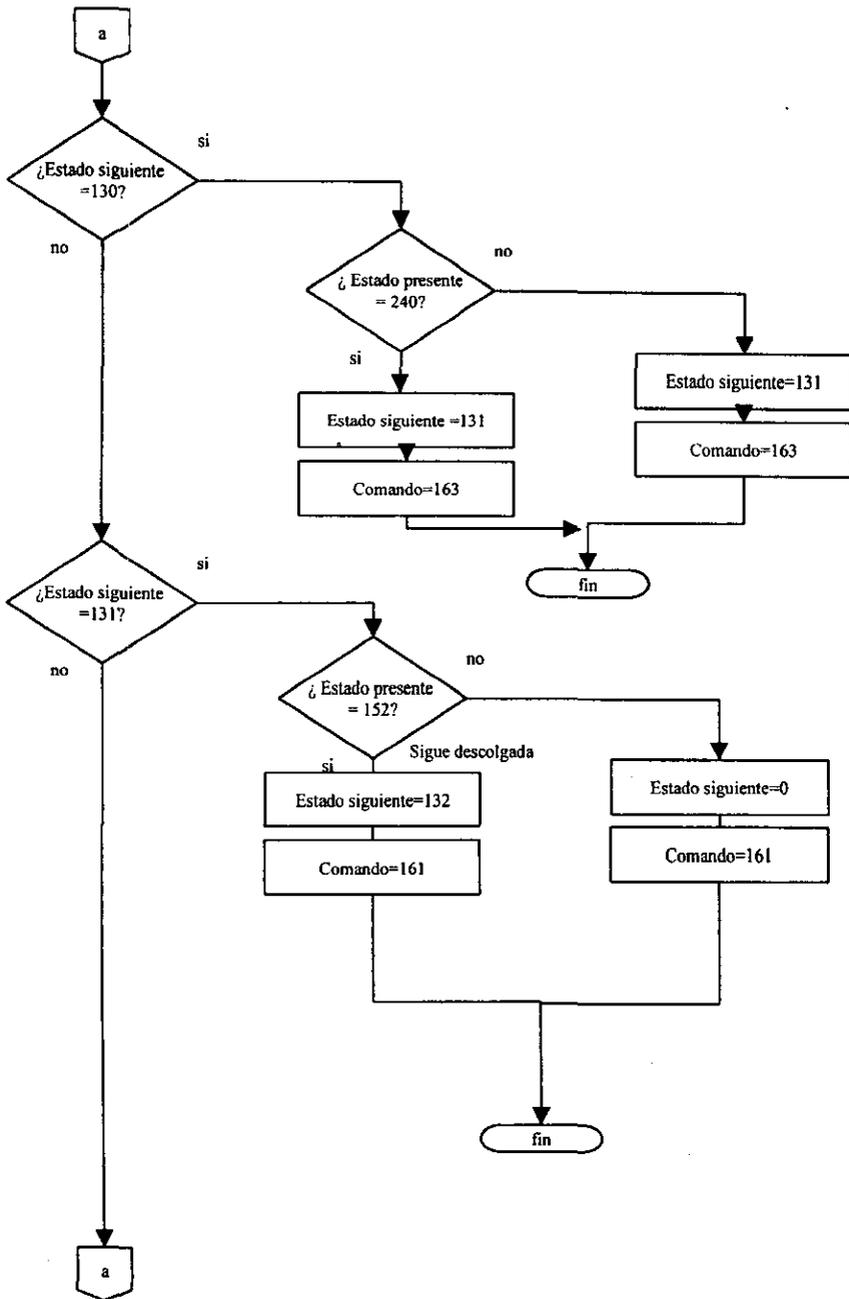


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

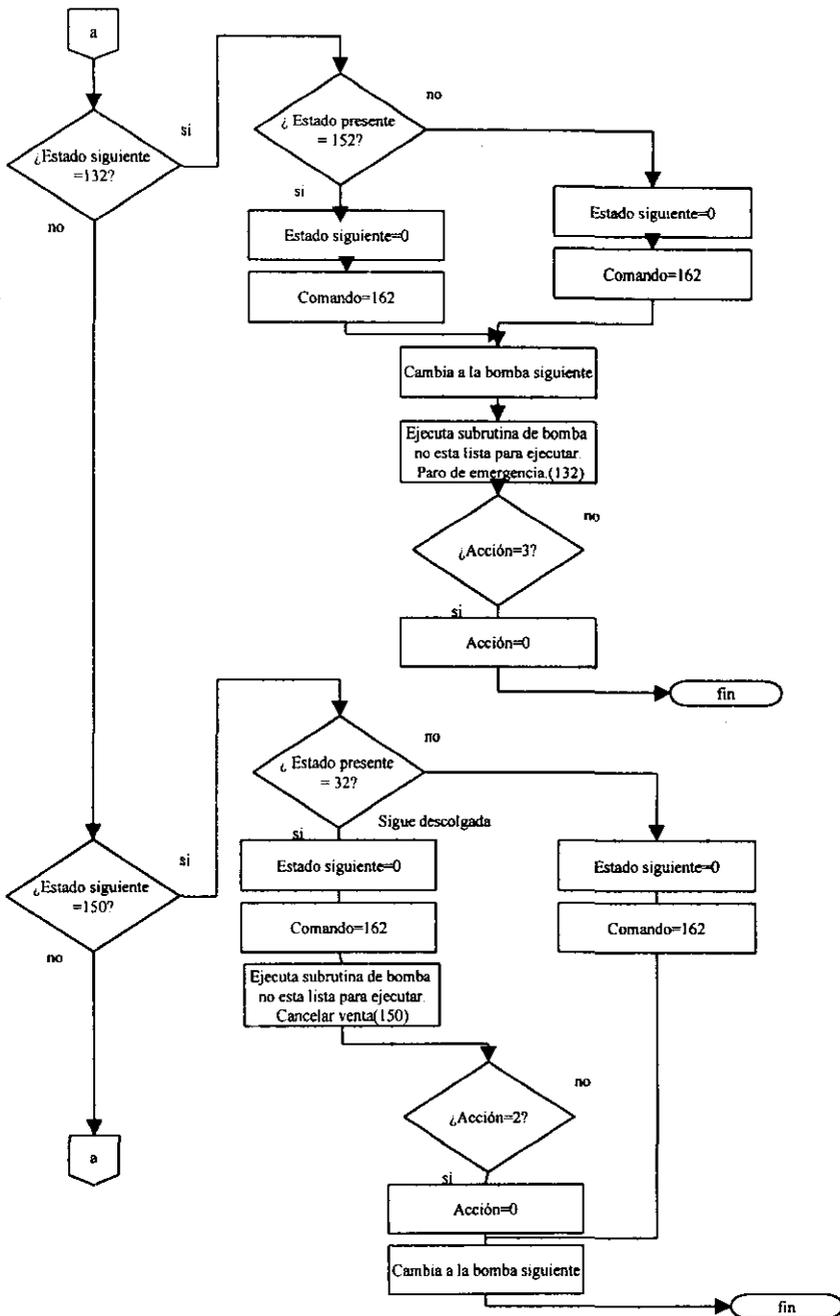


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

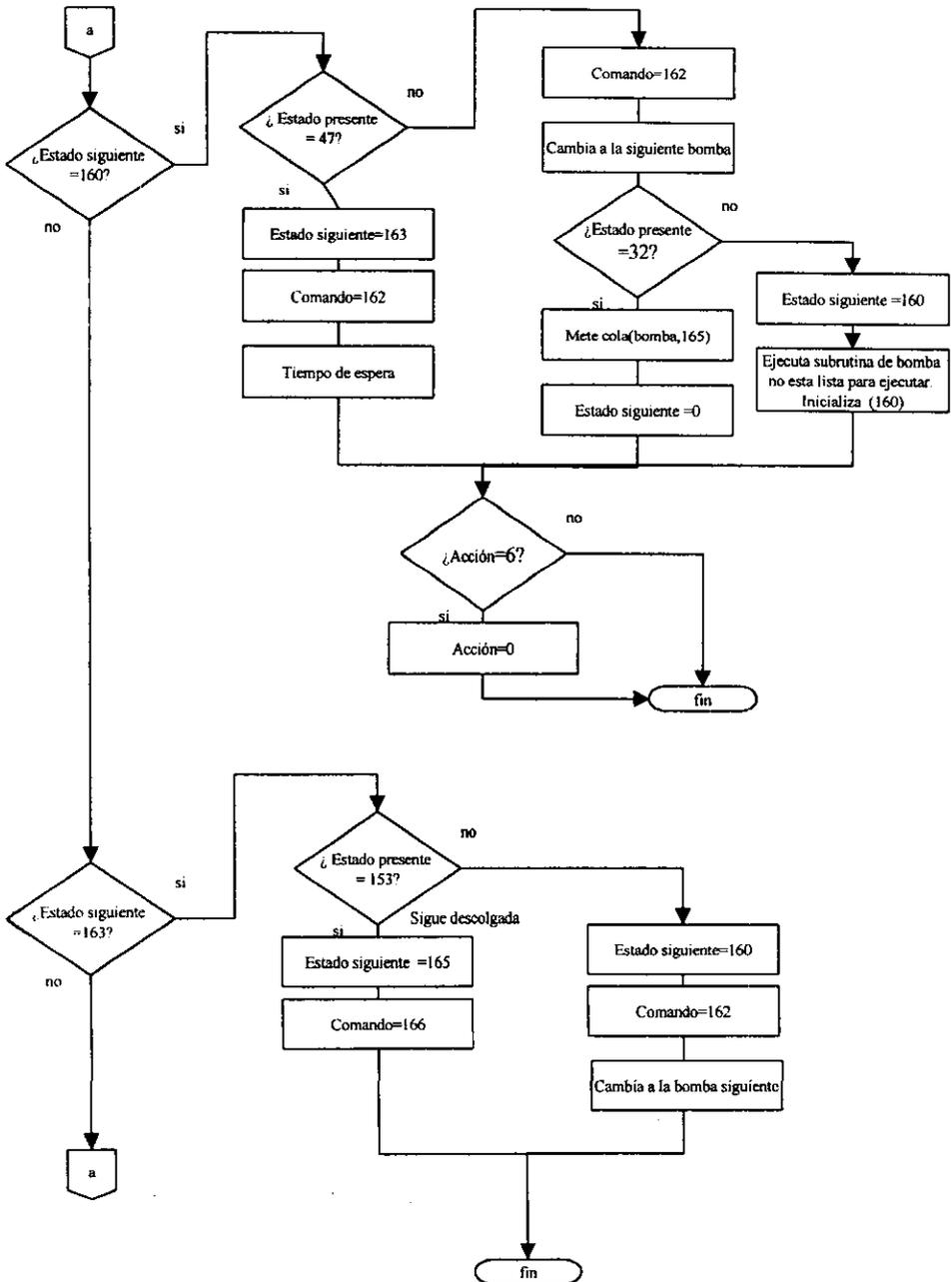


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

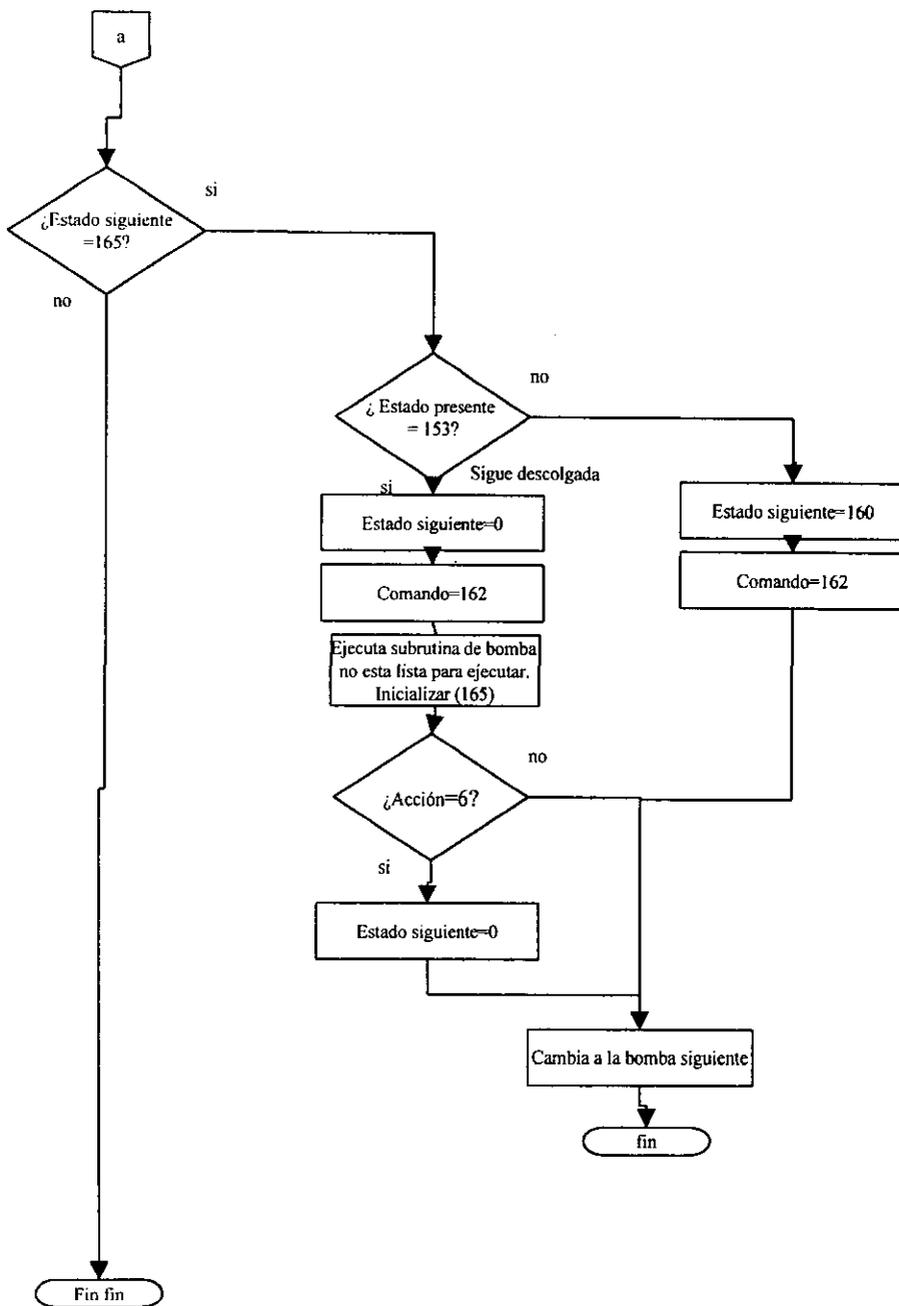


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando (continúa).

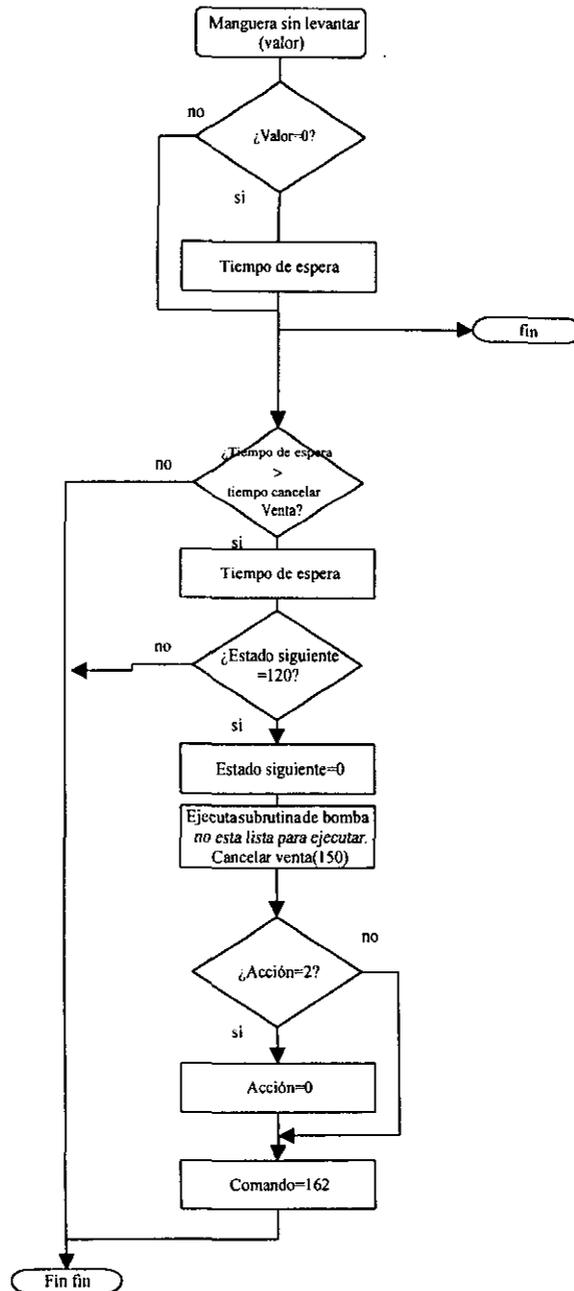


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Elige Comando.

La subrutina Manda Comando, como su nombre lo dice, tiene como objetivo mandar hacia el dispensario la información requerida por el mismo para realizar una acción específica, además de recibir de parte de la base de datos una cápsula de mensaje que indica si la bomba tiene algún problema con su funcionamiento.

En la primera etapa de la subrutina se prepara a la bomba que será utilizada, enviando por el puerto serial dos bytes con la indicación de que realizará el envío de un comando, posteriormente se mandan otros dos bytes con el comando deseado y la información requerida por el mismo. Como se indicó anteriormente los comandos que ordenan una acción a realizar por la bomba son los números 160 al 169, de los cuales el 160, 161, 162, 164, 167 y 168, para ser ejecutados por la bomba solamente requieren el envío de los cuatro bytes mencionados anteriormente, sin embargo, para los restantes comandos (163, 165, 166 y 169) se requiere de mayor información, por ejemplo, si se trata del envío del comando 165, éste informa a la bomba que se realiza una solicitud de venta, para lo cual se requiere del envío de 22 bytes, los cuales llevan información del tipo de flujo, precio del producto y venta máxima en litros y pesos.

El envío de la información mencionada anteriormente se lleva a cabo a través del puerto serial asignado al grupo de dispensarios al que pertenece la bomba, éste se indica con el byte 17 del arreglo ESTADO\_BOMBA, dentro del cual se asigna el puerto serial por el cual será enviada la información, COM1, COM3 ó COM4, y se envían por los dos puertos restantes 4 bytes con la idea de mantener la comunicación en dichos puertos. Dentro de esta etapa existe una subrutina que se encarga de verificar que se esté realizando el intercambio de comunicación por los puertos seriales COM1, COM3 y COM4 de manera adecuada y la cual tiene la función de enviar el mismo número de bytes recibidos. En el segundo paso se realiza una rutina igual a la anterior pero ahora con COM3 y posteriormente con COM4.

La última etapa del Módulo Manda Comando se encarga de avisar la presencia de una mala función de la bomba. Esto se lleva a cabo al revisar el arreglo ESTADO-BOMBA, en el cual se pregunta el estado siguiente y si dentro de la cápsula de mensaje se encuentra un byte con la identificación "bomba-mal" en alguna acción específica, se regresa al estado cero de dicha acción, esto con la finalidad de restablecer el sistema. En la figura 4.6.6 se presenta el diagrama de flujo del módulo Manda Comando.

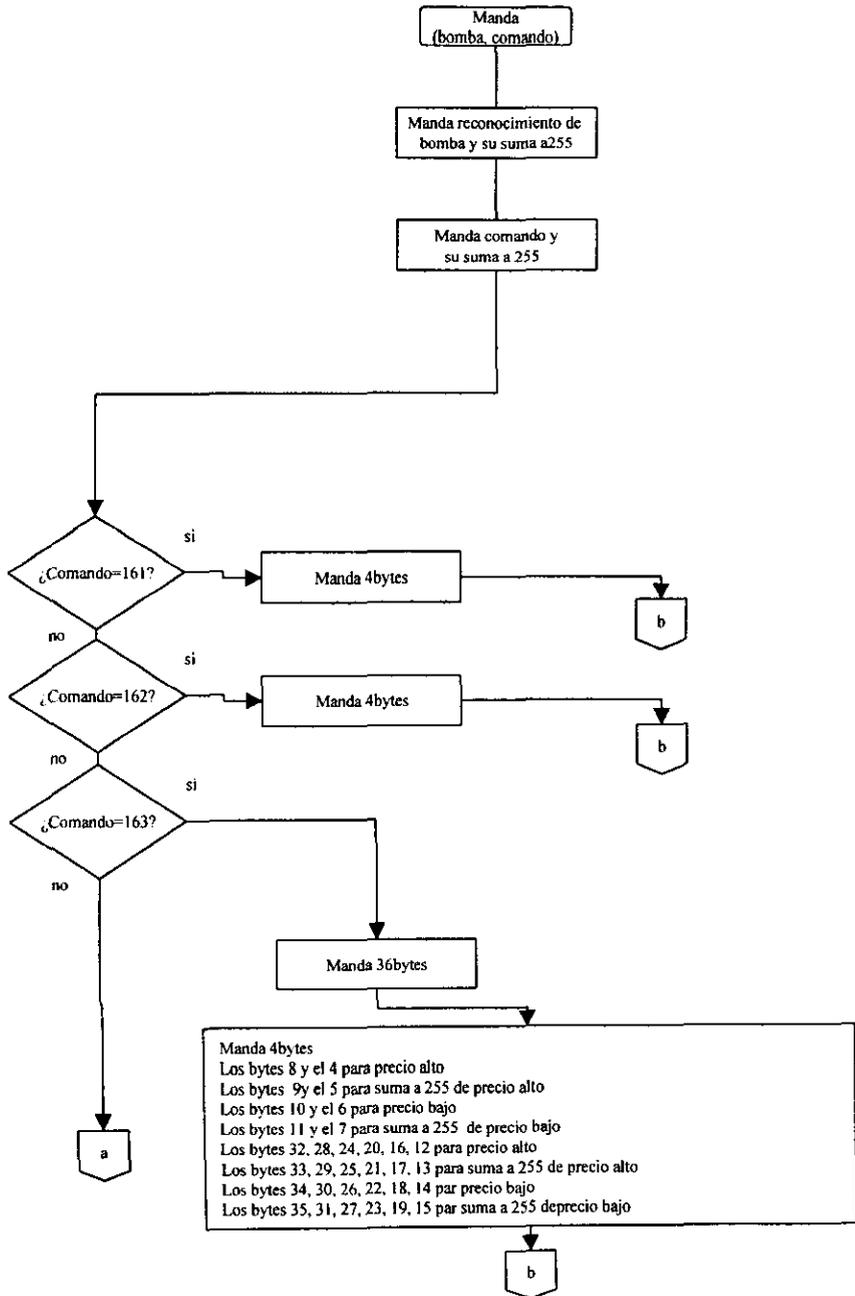


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

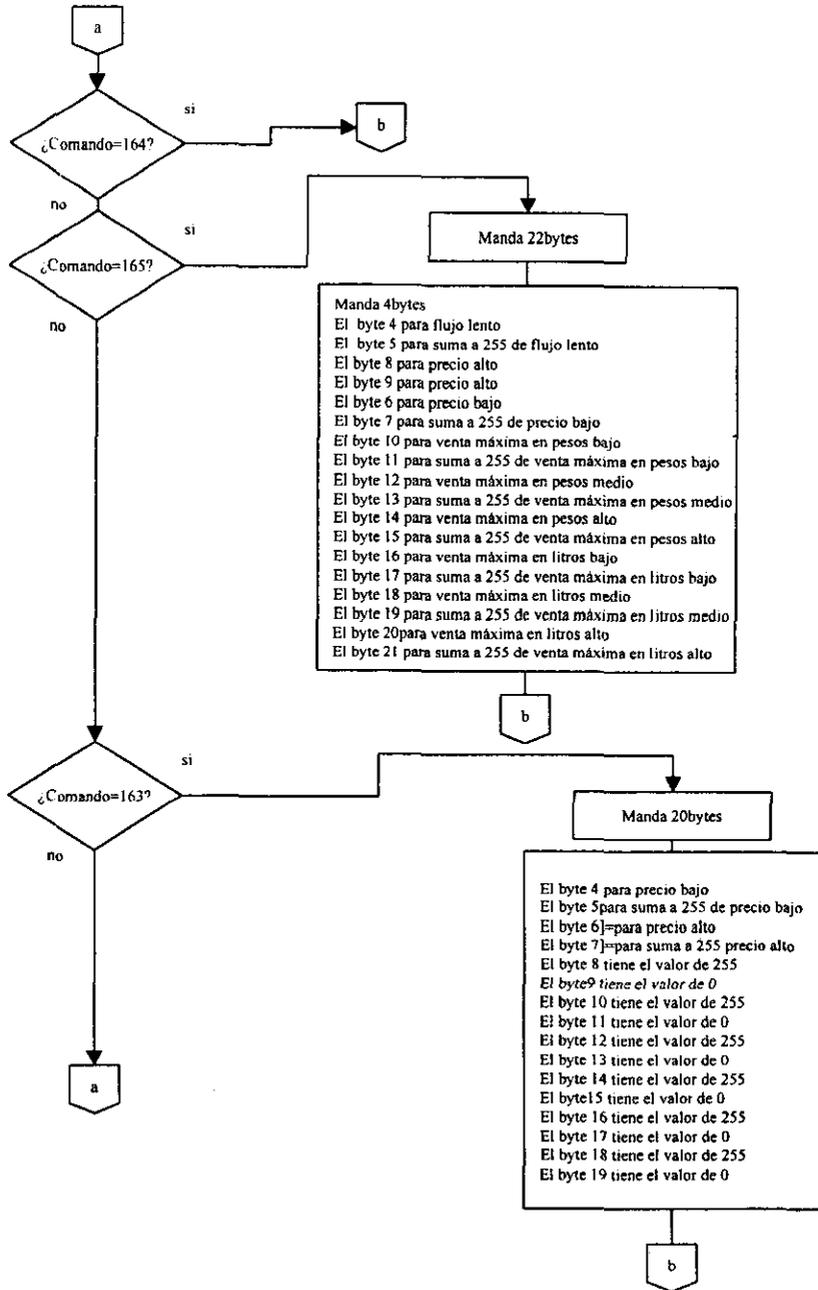


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

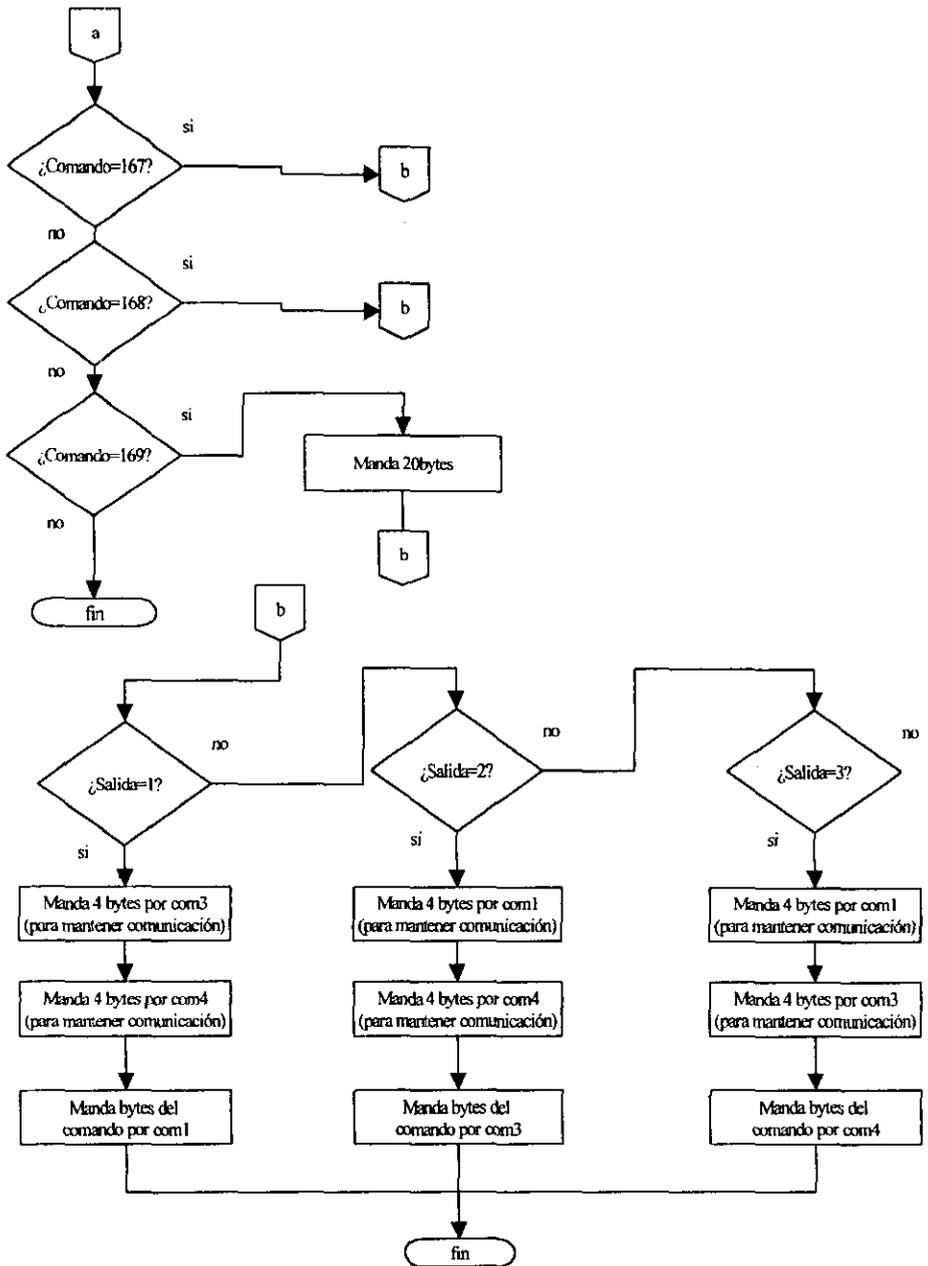


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

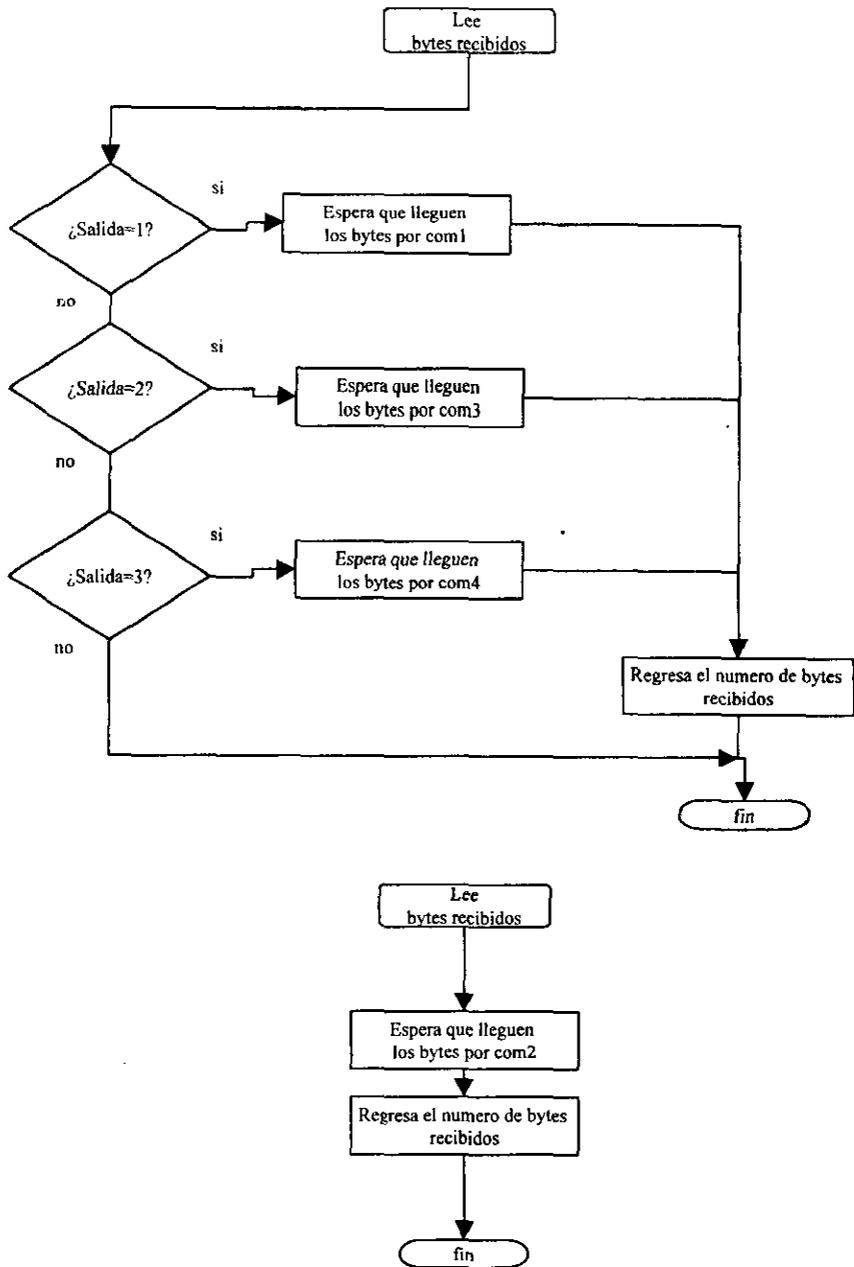


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

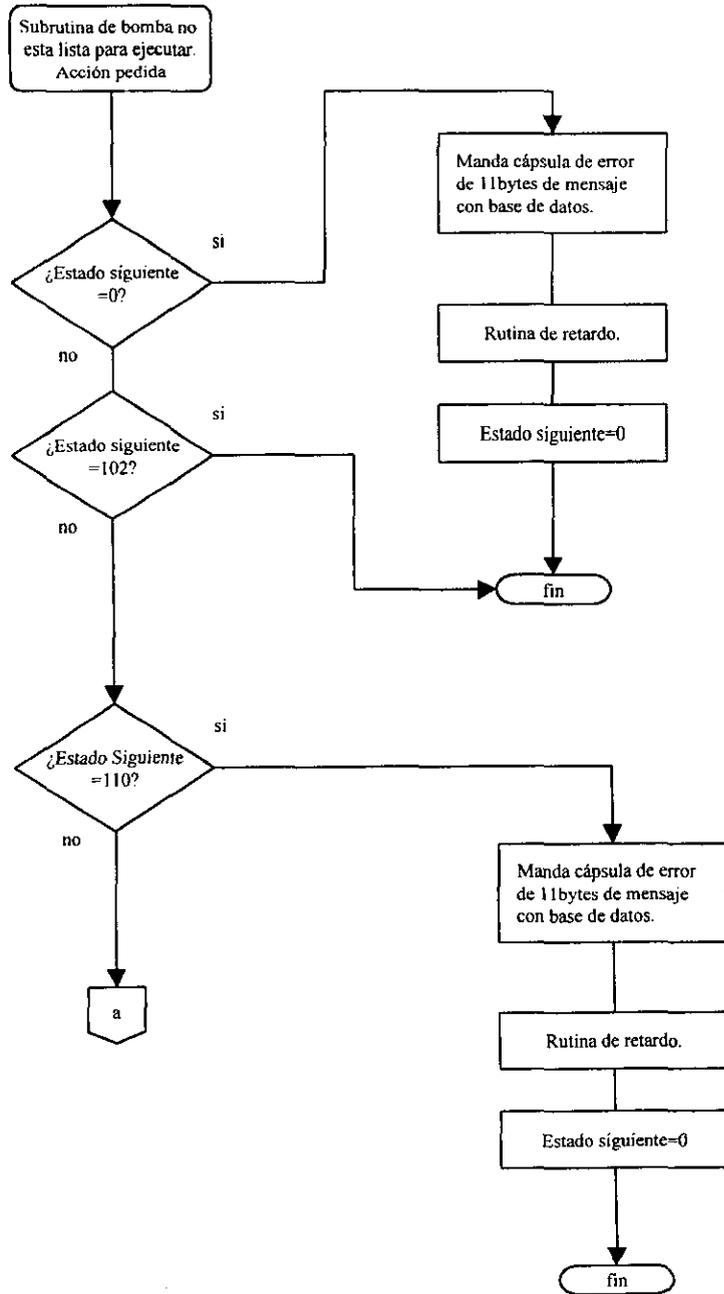


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

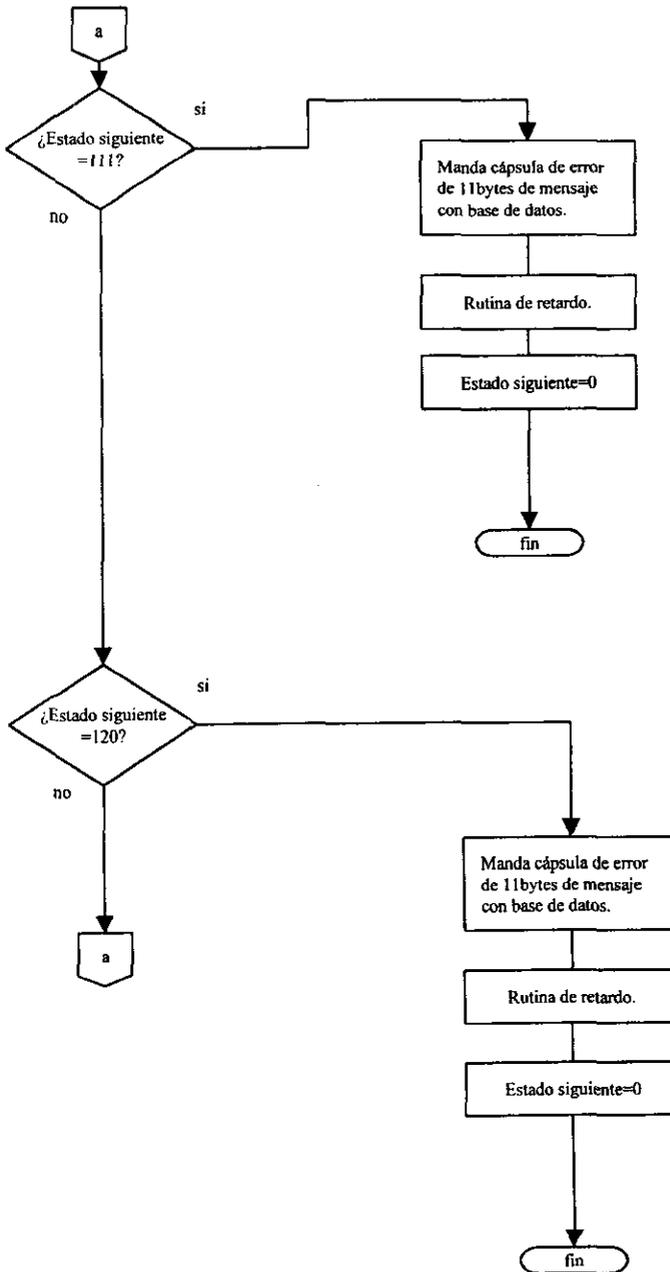


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

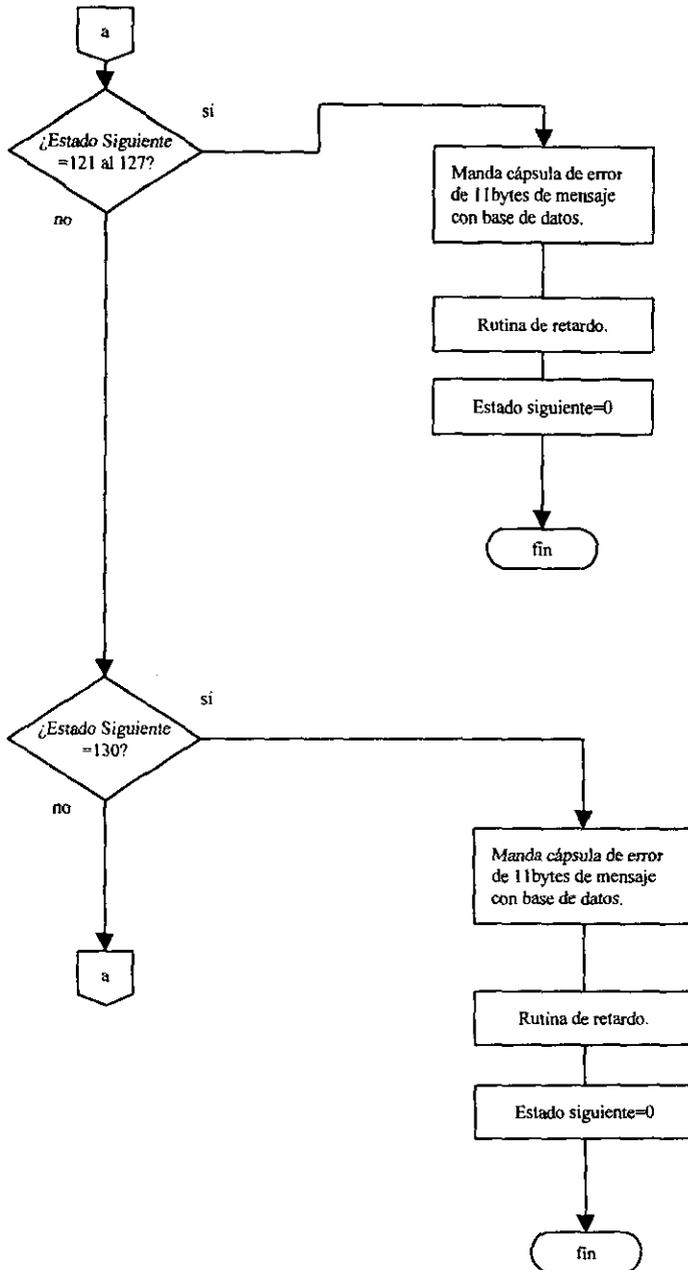


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

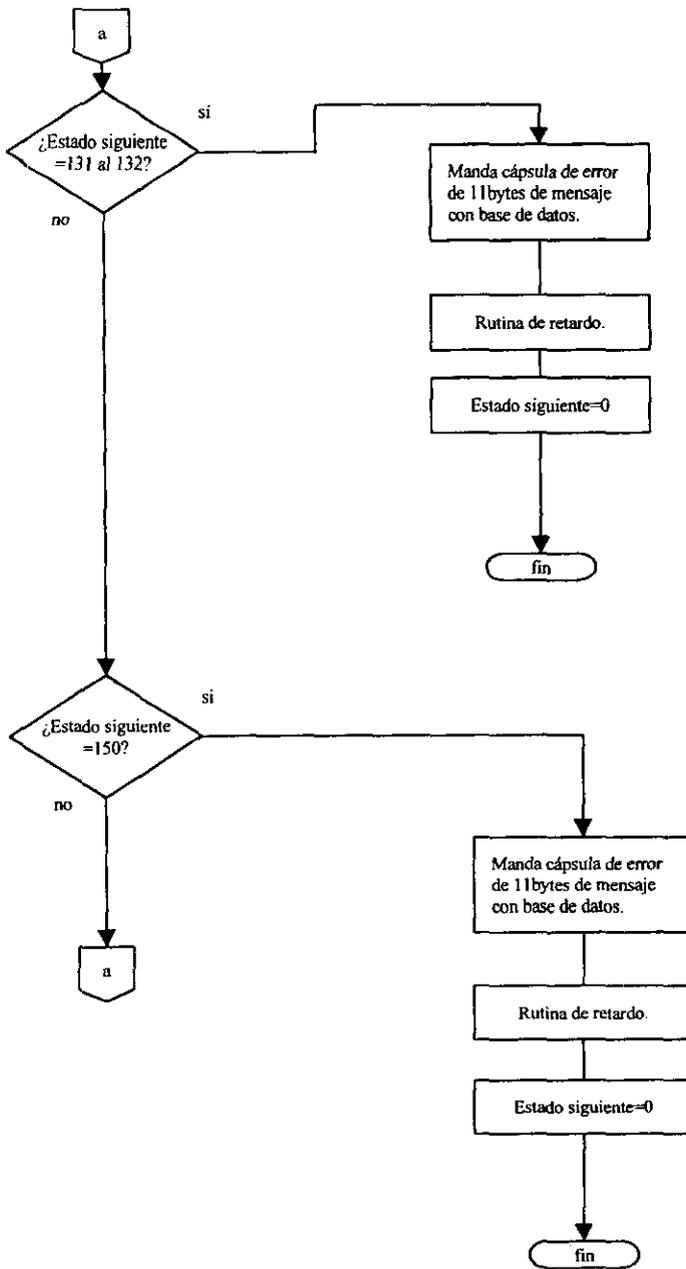


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando (continúa).

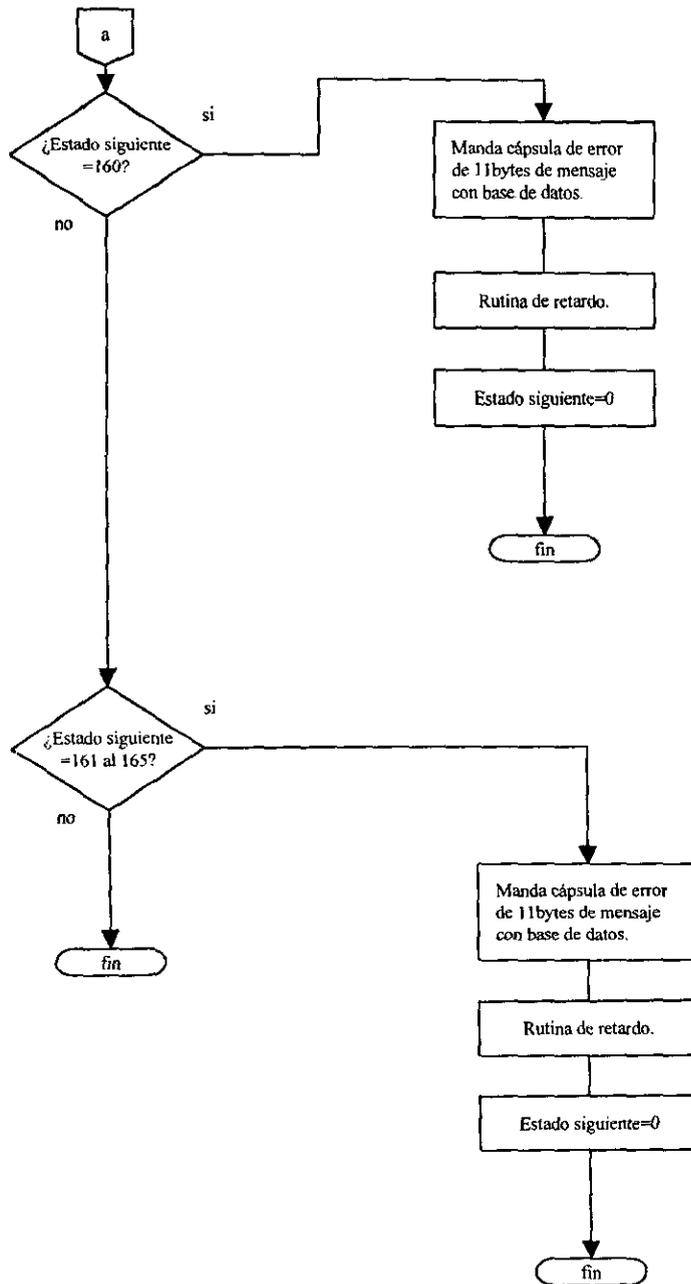


Figura 4.6.5 Diagrama de flujo del Módulo Manda Comando.

Previo a iniciar el análisis del módulo Recibe Respuesta, hay que hacer mención de que la información recibida desde los dispensarios tiene las mismas características que los comandos enviados por el sistema comandador (ver módulo Manda Comando explicado anteriormente), ya que cuentan con un byte identificador de bomba, un byte identificador de comando para saber de qué instrucción se trata y, en su caso, una cantidad de bytes variable que contiene los datos requeridos por el sistema, tales como el registro de la cantidad total vendida hasta el momento, los datos que tiene el dispensario en pantalla o simplemente el estado en el que se encuentra la bomba, etc.

El procedimiento de reconocimiento de la respuesta a un comando determinado es similar para cualquiera de ellos. Dicho proceso comienza identificando el byte de comando para saber a qué instrucción pertenece la respuesta.

A continuación se ejecuta una rutina dentro del programa en la que se leen los bytes enviados por el dispensario al circuito transmisor/receptor del CPU del comandador denominado UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter* por sus siglas en inglés), para identificar el puerto por el que está ingresando la información, a la vez que se regresa el número de bytes recibidos para que sea verificado en los dispensarios.

Inmediatamente después se lleva a cabo una rutina en la que se lee el byte ubicado en la posición 17 del arreglo ESTADO\_BOMBA, encargado de almacenar la información del estado actual de cada bomba.

La posición analizada (byte 17) indica en cual de los puertos seriales se establece la comunicación. Los puertos involucrados en esta tarea son el COM1 para el grupo de dispensarios 1, el COM3 para el grupo 2 y el COM4 para el grupo 3. Con esto se logra saber a qué grupo de dispensarios pertenece la información recibida. El puerto serial COM2 se utiliza para comunicar al comandador con la base de datos.

En el paso siguiente se toman los datos recibidos y se acomodan en un arreglo cuyo tamaño y contenido dependerá del tipo de mensaje que se esté recibiendo, es decir, la cantidad de bytes a recibir varía de acuerdo al comando enviado y a la complejidad de la respuesta, pudiendo ser ésta desde 4 bytes para respuestas de estado, en las que únicamente se proporciona el número de la bomba y su estado actual, hasta 36 bytes para respuestas con datos, es decir

---

los 18 bytes del arreglo más los números correspondientes a la suma a 255 de cada uno de estos bytes.

En caso de que no haya respuesta al verificar la comunicación con el UART, se sigue una rutina que pregunta en repetidas ocasiones si la bomba sigue sin responder, para determinar después de un cierto número de ciclos si ésta funciona incorrectamente. En tal caso, se ejecutará una rutina en la que se advierte que la bomba no responde.

En la figura 4.6.7 se muestra el diagrama de flujo del módulo de recepción de respuestas de dispensarios.

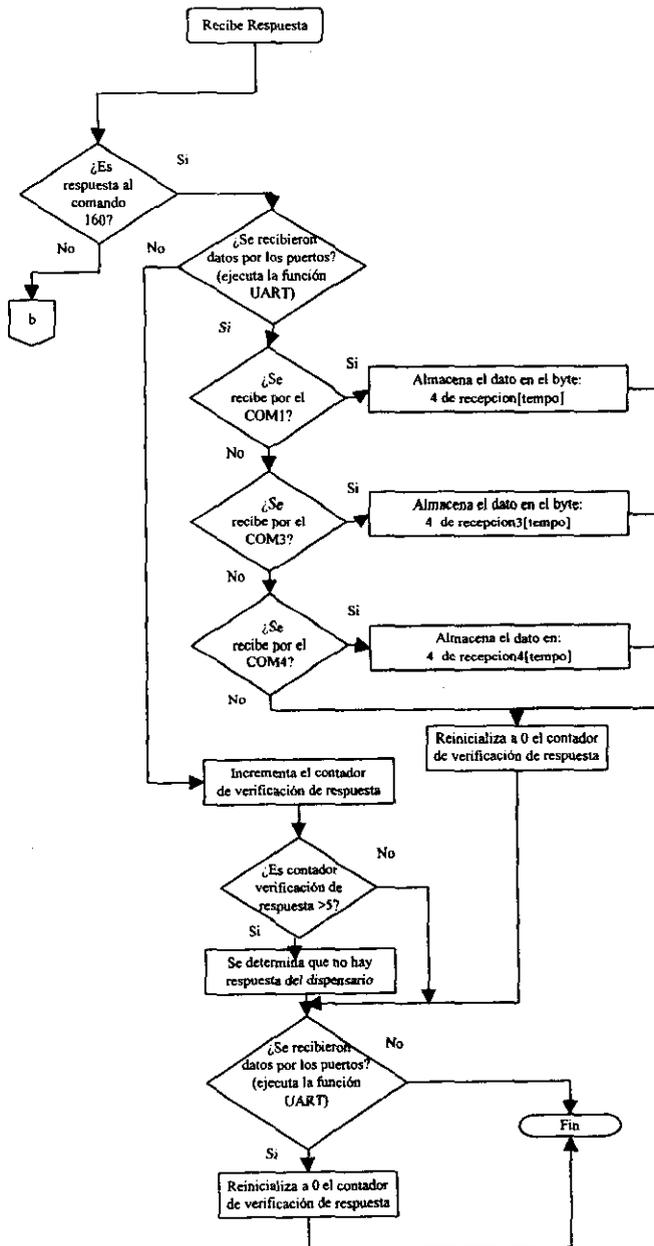


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

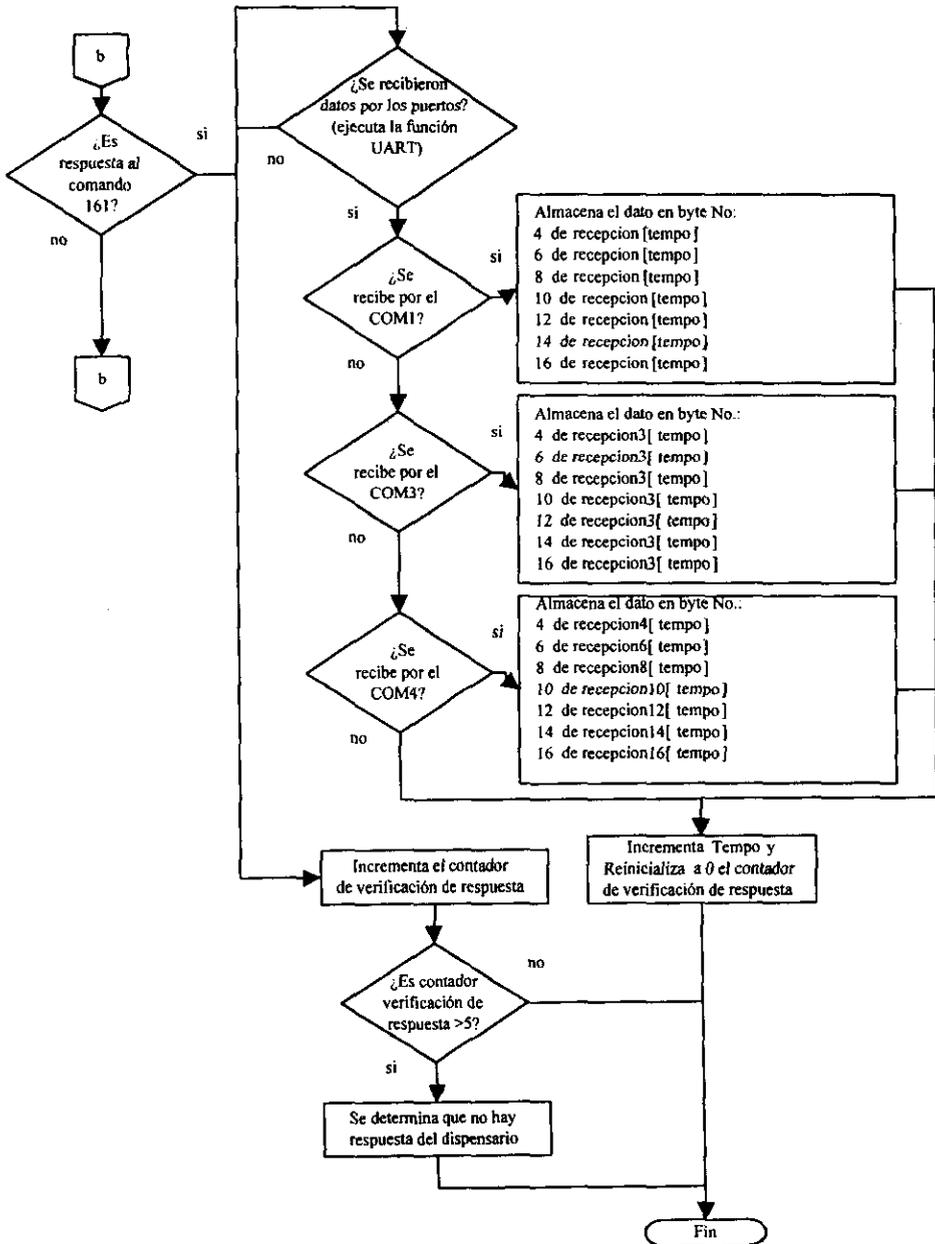


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

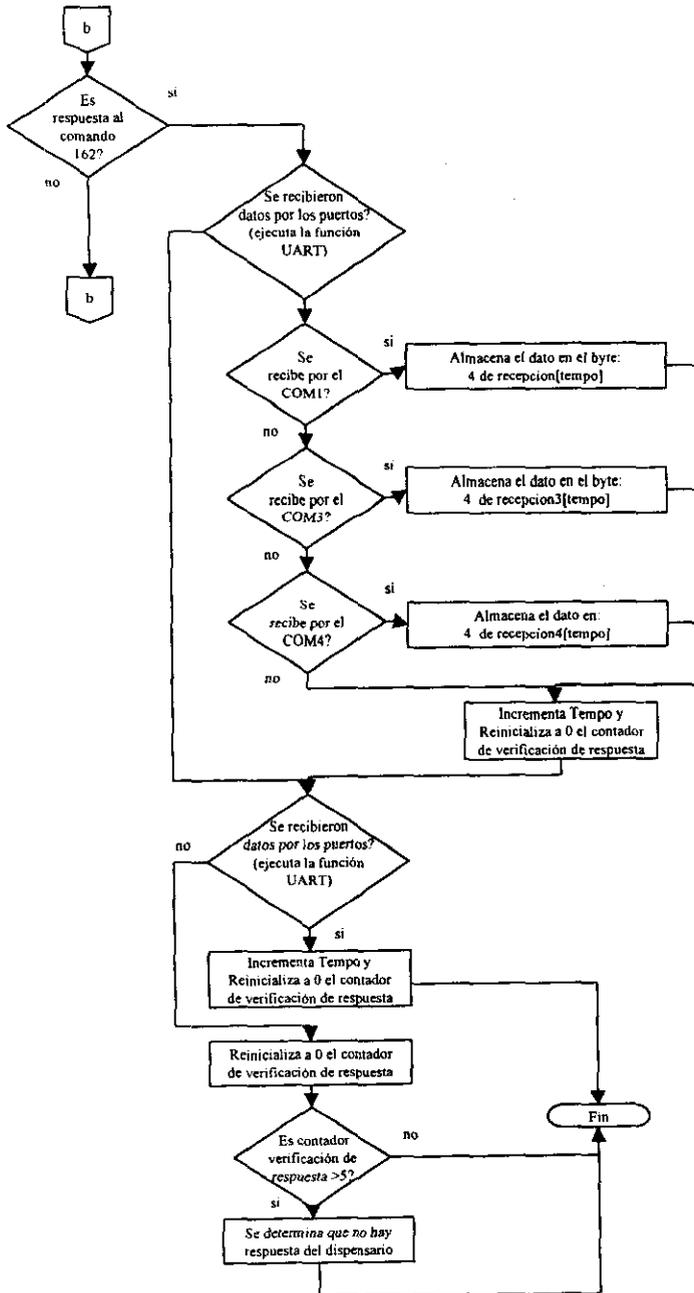


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

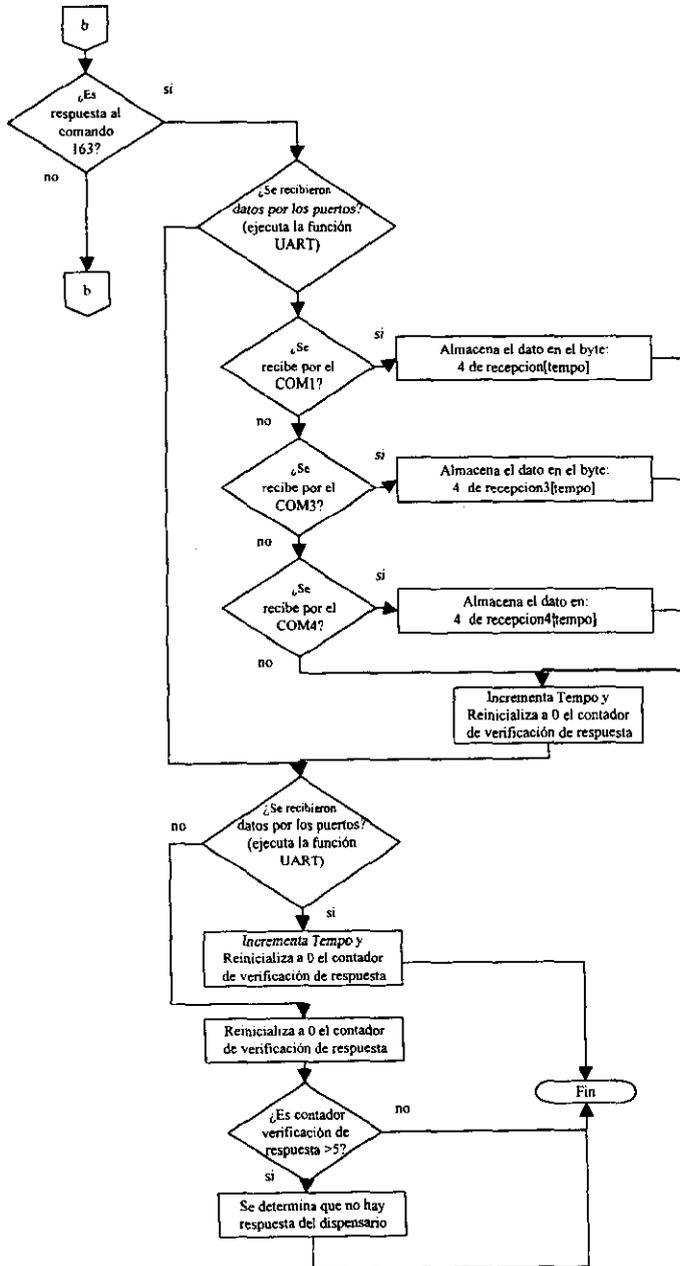


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

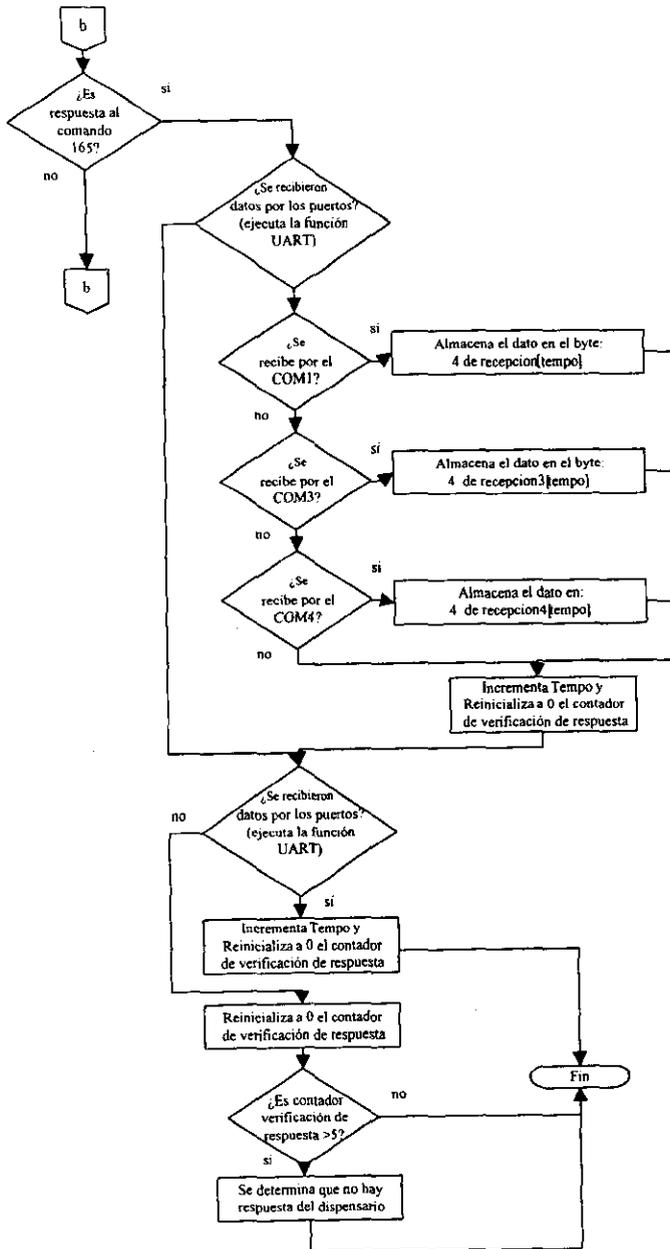


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

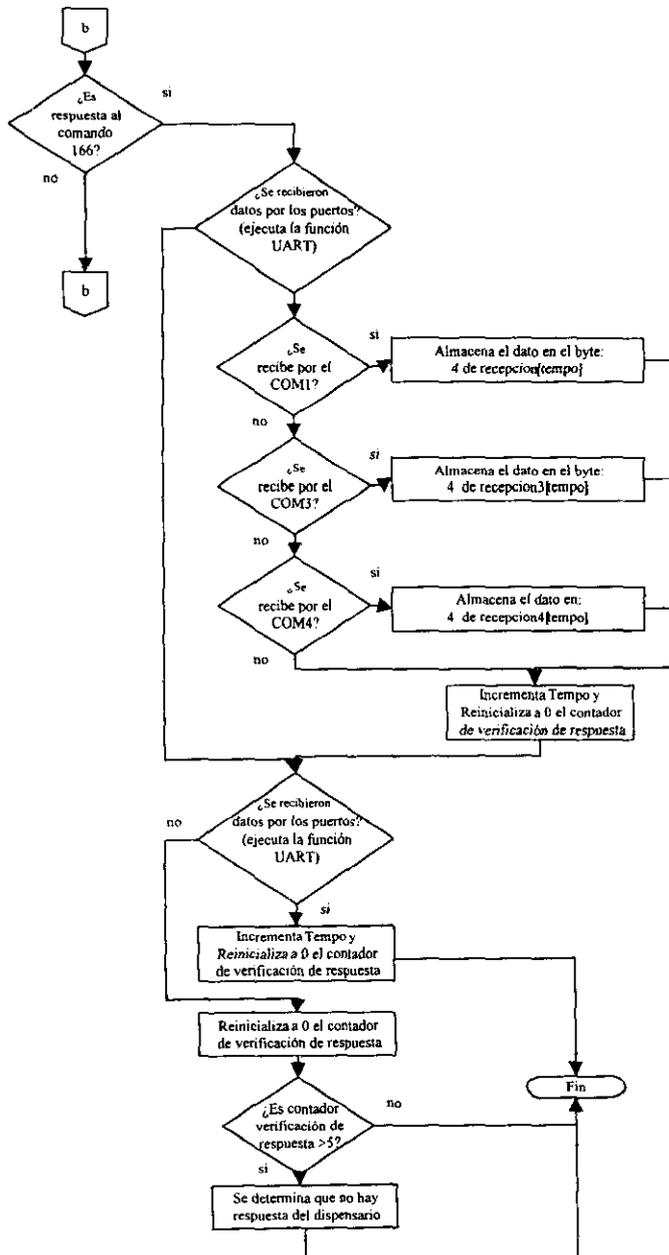


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

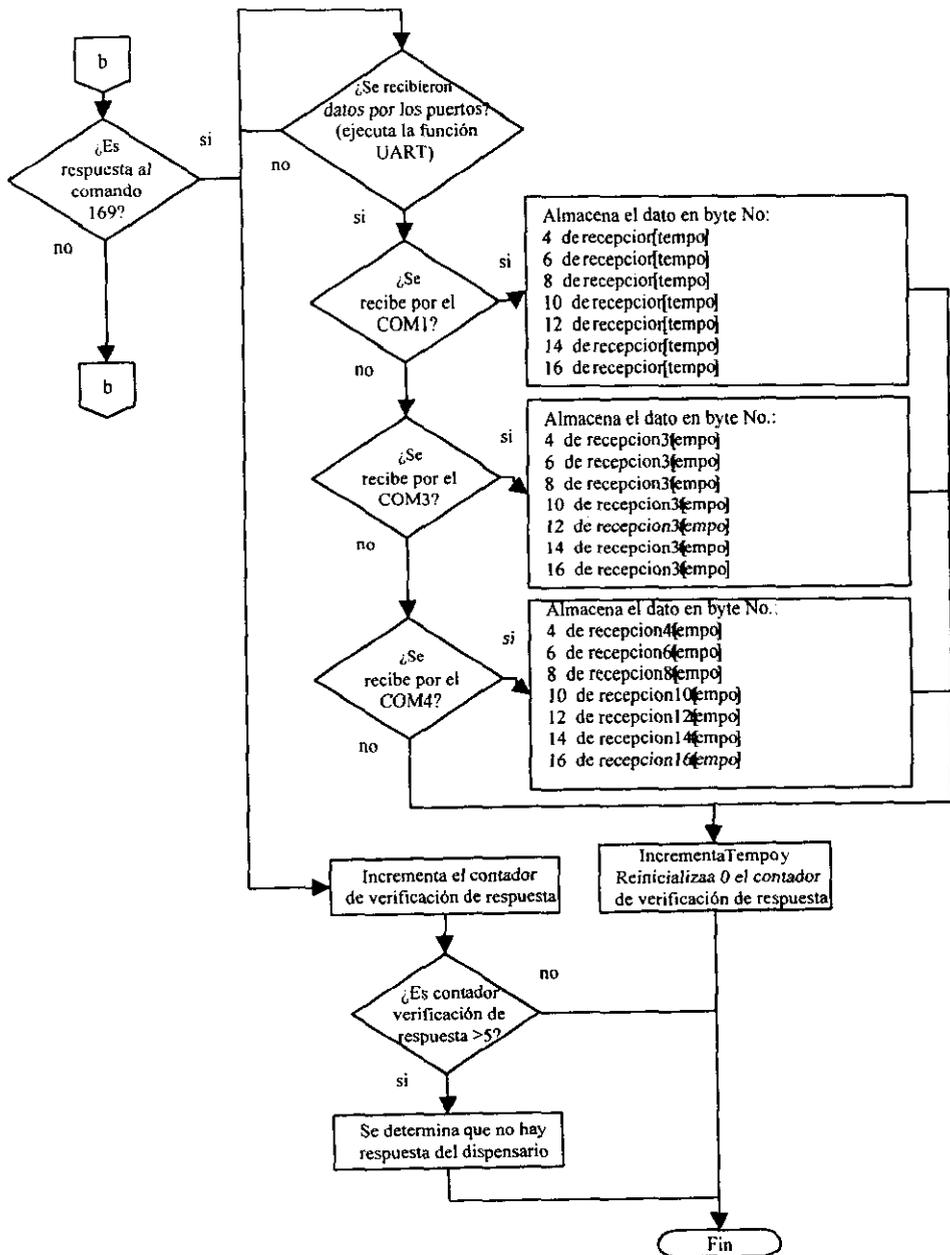


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta (continúa).

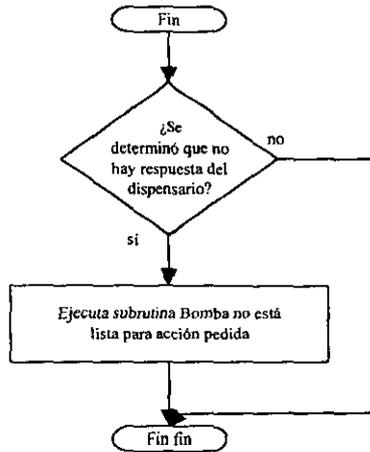


Figura 4.6.7 Diagrama de flujo del módulo Recibe Respuesta.

Con el desarrollo de esta etapa llegamos al término de la implementación del sistema, restando únicamente el planteamiento de las conclusiones a las cuales llegamos después de haber realizado distintas pruebas por cada una de las etapas del mismo.

## Conclusiones

El sistema diseñado para la estación de servicio 0047 tiene un futuro prometedor, ya que permite eliminar el manejo de dinero en efectivo por parte de los despachadores, lo cual disminuye posibles riesgos de robo, además de que optimiza el registro de venta de combustible de cada bomba.

Una vez implementado el sistema y después de haber elaborado el programa para comandar los dispensarios (programa BOMBA), se realizaron algunas pruebas con el objeto de corroborar el buen funcionamiento del mismo. Sin embargo, para facilitar el uso de este programa y su interacción con la base de datos, el grupo de personas encargado de la elaboración de la misma, tuvo que emplear un lector de tarjetas magnéticas, con la finalidad de tener un control sobre el crédito de los clientes.

Existen dos formas de realizar una venta de combustible, la primera se da cuando el cliente posee una línea de crédito otorgada por la estación de servicio, y por lo tanto cuenta con una tarjeta magnética propia. Es decir, en un evento real de venta de combustible, el primer paso consiste en determinar si el cliente que solicita el servicio tiene o no derecho de compra. Esto se realiza con el lector de tarjetas magnéticas mencionado anteriormente, el cual envía la información leída por el mismo hacia la base de datos para determinar si el cliente tiene crédito disponible. De ser así, la base de datos envía una cápsula de mensaje hacia la PC con la solicitud requerida.

La segunda forma de venta es como normalmente se realiza la venta de combustible en todas las gasolineras, ésta es llevada a cabo directamente por el despachador, a quien se le proporciona una tarjeta magnética, la cual le asigna un registro dentro de la base de datos en el que se cargará la venta realizada, de tal manera que pueda darle acceso a una venta libre para aquellos clientes que no cuenten con una línea de crédito a su disposición. Con esto se logran controlar las ventas que los despachadores realizan durante el día.

Los primeros aspectos que se revisaron del sistema fueron las funciones básicas, tales como venta de producto, cambio de precio del mismo, etc.; sin embargo, durante las primeras pruebas de funcionamiento detectamos ciertos detalles de operación, los cuales nos llevaron a realizar modificaciones al programa BOMBA (cabe aclarar que dichas modificaciones ya están reflejadas en los diagramas de flujo presentados en el Capítulo 4 "Implementación"). Dichos detalles se mencionan a continuación:

- Los dispensarios tienen que detectar flujo de información por el puerto serial de comunicación con que cuentan, lo que nos obligó a mantener comunicación constante entre el comandador y los dispensarios en todo momento, ya que en caso de no enviar información constantemente, las bombas se desactivan, es decir, dejan de responder a la comunicación establecida normalmente, esto se debe a una programación interna de las bombas que les permite disminuir el consumo de energía.
- Para evitar cualquier mal manejo en la operación de los dispensarios, se implementó un concepto al que denominamos "tiempo máximo de espera durante la venta", que consiste en limitar el tiempo de las pausas de surtido en una venta, o dicho de otra forma, la restricción del tiempo que toman las pausas durante las cuales no se surte combustible durante una venta, por el hecho de no accionar la manija de flujo de la manguera despachadora. Esto se aplicó al descubrir que era posible despachar a dos unidades distintas en una misma venta con sólo dar una pausa en la bomba, por lo cual se limitó el tiempo de pausa a 2 segundos antes de cancelar la venta.
- Otro concepto importante es el "tiempo máximo de espera para la venta", que consiste en acotar el tiempo de espera que transcurre desde que una bomba está lista para la venta y el inicio de ésta, con el objeto

de prevenir que por error se programe alguna bomba y no se surta por ella misma. Este parámetro indica cuánto tiempo debe esperar una bomba antes de cancelar automáticamente cualquier venta que no haya sido efectuada.

La única desventaja encontrada en la aplicación de este proyecto es que está diseñado para dispensarios marca TOKHEIM exclusivamente, esto complica mucho la aplicación a gran escala de nuestro trabajo ya que existen muchas marcas en el mercado de este tipo de equipos. Sin embargo, debido a los elevados costos para realizar la automatización de las estaciones de servicio por parte de las compañías norteamericanas, asegura su aceptación dentro del mercado nacional, además de que el hardware asociado es adecuado para los requerimientos de las estaciones de servicio. El presente trabajo es el inicio de lo que creemos será un diseño mucho más compacto y con un mayor número de funciones agregadas.

También cabe resaltar que la experiencia adquirida a lo largo de este trabajo es, sin lugar a dudas, una contribución enriquecedora a nuestra formación como profesionales de la ingeniería, debido a que nos permitió desarrollar diversas técnicas de solución a problemas específicos, conforme éstos se presentaron.

# Bibliografía

Technical data book  
ZIATECH corporation  
1996

KIENTZLE TIM  
*Serial protocols*  
Coriolis group books  
1995

FLOYD  
*Enciclopedia de electrónica digital*  
Editorial LIMUSA  
1997

DOUGLAS V. HALL  
*Microprocessors and digital systems*  
McGraw-Hill  
1985

*Programing/operating manual for PREMIER series dispensers*  
TOKHEIM  
1993

SCHULER & McNAMEE  
*Industrial electronics and robotics*  
McGraw-Hill  
1988

DOUGLAS V. HALL  
*Microprocessors and interfacing*  
McGraw-Hill  
1986

Optoelectronic product data book  
Optoelectronics  
1995

BOYLESTAD NASHELSKY  
Electrónica Teoría de Circuitos  
Prentice Hall  
1988

Folletos de Publicidad  
GILBARCO COMPANY y TOKHEIM CORP.  
1996

Gerencia de Productos, Gasolina y Diesel  
PEMEX  
1996

Chip Directory  
[www.hitex.com/chipdir/giicm/index.html](http://www.hitex.com/chipdir/giicm/index.html)

Ziatech Corporation  
[www.ziatech.com](http://www.ziatech.com)

Pumps Index  
[www.bysnet.com/museo/di/disi.html](http://www.bysnet.com/museo/di/disi.html)

PC Webopedia (RS232)  
[www.pewebopedia.com/rs\\_232.html](http://www.pewebopedia.com/rs_232.html)

World of Gas Stations  
[www.home.stlnet.com/~jimpotts/petroliana/](http://www.home.stlnet.com/~jimpotts/petroliana/)

Motorola  
[www.mot.com](http://www.mot.com)

Fairchild Semiconductor  
[www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)

# **Apéndice A**

## **Computadoras industriales**

Las computadoras industriales fueron creadas combinando la pequeña pero robusta arquitectura industrial, con la funcionalidad y alto desempeño final de las computadoras personales actuales. Debido a sus características de fortaleza, portabilidad y modularidad, son de gran utilidad en las áreas industrial, de telecomunicaciones, ciencia y militar.

Las computadoras industriales son capaces de resistir medioambientes extremos, vibración, caídas, agitación considerable, así como temperaturas extremas. En algunos casos son resistentes a la exposición prolongada al polvo, lluvia o agentes químicos corrosivos. Normalmente se encuentran construidas dentro de gabinetes sellados de aluminio o acero inoxidable, que cumplen con los estándares de la norma NEMA 4 ó 4X, con lo que no se hace necesario otro tipo de gabinetes o recintos especiales para asegurar su resistencia en ambientes hostiles o agresivos.

Las empresas dedicadas a la fabricación de computadoras industriales ofrecen diversos productos, que en conjunto conforman un sistema de cómputo industrial. Entre los productos que se ofrecen en el mercado podemos encontrar computadoras y estaciones de trabajo empotrables, monitores y teclados desmontables, computadoras portátiles de uso rudo, tarjetas desmontables con procesadores y circuitos de expansión, etc.

Muchos trabajos de negocios y de la industria requieren de computadoras de dimensiones reducidas. Las computadoras industriales se diseñan con pesos que van desde menos de 5kg y dimensiones desde 23x28cm (casi del tamaño de una hoja de papel). Pueden ser llevadas dondequiera, instalarse en vehículos o montarse en paneles o brazos extensibles.

Existen plataformas y aplicaciones basadas en procesadores de la familia 80x86, *Pentium* y *Pentium-pro* de Intel o sus equivalentes, configuraciones con importantes cantidades de ranuras de expansión tipo ISA (*Industry Standard Architecture*), o sistemas PCI (*Peripheral Component Interconnect*) con capacidad para controlar varios dispositivos. Las hay con fuentes de suministro de energía de diferentes capacidades, tanto para alimentación en AC como DC y con baterías.

---

---

Entre las diferentes tecnologías de fabricación de computadoras industriales podemos destacar:

### A. Bus STD32

Esta computadora escalable de 8, 16 y 32 bits de transferencia de datos es ideal para la demanda en tiempo real de control y adquisición de datos, en aplicaciones donde los sistemas de tamaño reducido y bajo costo son importantes. STD32 es un sistema abierto, diseñado para un amplio rango de procesadores, periféricos, dispositivos de entrada/salida, gabinetes y sistemas completos de numerosas manufacturas.

Puede correr a 32 Mbytes por segundo en aplicaciones de muy alta velocidad de procesamiento de datos. Debido a su arquitectura similar a EISA (*Enhanced ISA*), provee más que sólo un alto desempeño de manejo de datos. Otras características de su desempeño incluyen:

- Multiproceso, con arbitraje lógico centralizado para monitorear el acceso al *bus*, que permite la implementación de múltiples procesadores en un mismo sistema STD32. La capacidad de manejo de datos de 32 bits del *bus* es crucial para la comunicación en tiempo real de aplicaciones multiproceso.
- Direccionamiento y entubamiento de 32 bits, que mejora la transferencia de bloques de datos, reduciendo los ciclos de tiempo del *bus* e incrementando su ancho de banda.
- Alta velocidad de acceso directo a memoria (DMA, *Direct Memory Access*, por sus siglas en inglés), sobre el plano de operación en aplicaciones intensivas de manejo de datos.
- Interrupción de ranuras de expansión específicas, que expande el número de interrupciones del sistema disponibles para su servicio de peticiones.

Por las características del sistema desarrollado en esta tesis, que se basa en la plataforma arriba comentada, únicamente se presentarán las especificaciones de los dispositivos empleados en la misma y que se muestran a continuación. Cabe mencionar que la empresa fabricante del equipo utilizado es la compañía *Ziatech Corporation*.

### 1. Tarjeta ZT8902

Es una unidad central de procesamiento integrada, basada en un procesador *Intel 486* para una tarjeta sencilla STD32. Puede operar como un CPU sencillo o como maestro permanente o temporal en ambientes de multiproceso. Su rango de opciones de procesador abarca desde 25 MHz 486 SX de bajo costo, hasta 100 MHz 486 DX4, con memoria *flash*, hasta 16 Mbytes de DRAM (*Dynamic Random Access Memory*), dos puertos seriales, un puerto para impresora, 24 puntos de entrada/salida industriales y contadores y relojes adicionales. La tarjeta de *bus* STD32 suministra un alto ancho de banda y compatibilidad con tarjetas STD existentes. Una tarjeta adaptadora adicional añade alta velocidad de 32 bits de *bus* local de video Super VGA, sin utilizar una ranura de expansión extra. Esto da a la ZT8902 capacidad para el manejo de gráficas de alta resolución y alto desempeño de velocidad de video, liberando al procesador del manejo de datos de video. Es compatible con computadoras AT, el BIOS industrial propio de *Ziatech* soporta sistemas operativos como MS DOS, Windows y Windows NT de Microsoft, y podría correr en UNIX, VxWorks, QNX y otros sistemas operativos.

En la figura A.1 se muestra el aspecto físico de la tarjeta ZT8902. Sus especificaciones son las siguientes:

- Compatible con STD32.
- Ocupa una sola ranura de expansión.
- Soporte opcional de *bus* local de video de 32 bits.
- Compatible con sistemas de multiproceso.
- Operación con procesadores desde 25 MHz SX hasta 100 MHz DX4.
- 4, 8 ó 16 Mbytes de DRAM.

- 1,2 ó 4 Mbytes de memoria *flash*.
- Periféricos de estándar AT que incluyen controladores DMA, controladores de interrupción, contadores/relojes, relojes de tiempo real/CMOS RAM.
- Contadores/relojes adicionales (ZT8254).
- 24 puntos de interfaz digital de entrada/salida.
- Puerto de impresión tipo *Centronics*.
- Dos puertos seriales RS232.
- Reloj vigía (*watchdog*).
- Botón de reinicio de sistema (*reset*).
- Detector de fallas de suministro de energía AC o DC.
- Compatibilidad con distintos sistemas operativos.
- Formato de tarjeta estándar de 4.5"x 6.5".
- Interfaz para bocina.
- Operación a +5Volts (la programación de la memoria *flash* requiere  $\pm 12$ Volts).

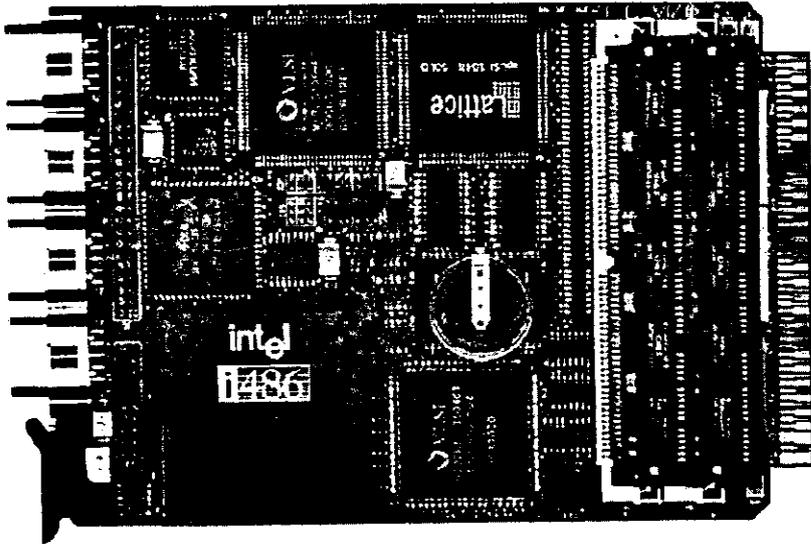


Figura A1 Tarjeta ZT8902 con procesador 486.

Para la tarjeta ZT8902, con procesador 486 DX4-100, los consumos de voltaje de alimentación, voltajes auxiliares así como los de corriente se muestran en la tabla A1.

	Mínimo	Típico	Máximo
Vcc	4.75V	5.00V	5.25V
Vaux(+)	11.4V	12.00V	12.6V
Vaux(-)	Sin uso	Sin uso	Sin uso
Consumo para:			
Vcc=5V		1.4A	2.3A
Vaux(+)=12V		0.01A	0.03A

Tabla A1 Consumo de corriente de la tarjeta ZT8902.

## 2. Tarjeta de interfaz serial ZT88CT75

La tarjeta de expansión ZT88CT75 provee dos puertos seriales individuales programables, un puerto bidireccional tipo *Centronics*, compatible con interfaz paralela de entrada/salida o una tarjeta sencilla STD. Los puertos seriales pueden ser configurados para operar como estándares RS 232 DTE/DCE o RS 485, y el puerto paralelo puede operar como un puerto de datos bidireccional de 8 bits o como interfaz de impresión. Ambos puertos seriales son compatibles con tecnología PC/AT. La tarjeta también está proveída con dos relojes vigía (*watchdogs*) para sistemas STD32. Utiliza componentes CMOS para asegurar la operación confiable en ambientes de temperaturas extremas (-40°C a +85°C) y para minimizar el consumo de potencia.

En la figura A2 se muestra el aspecto físico de la tarjeta ZT88CT75:

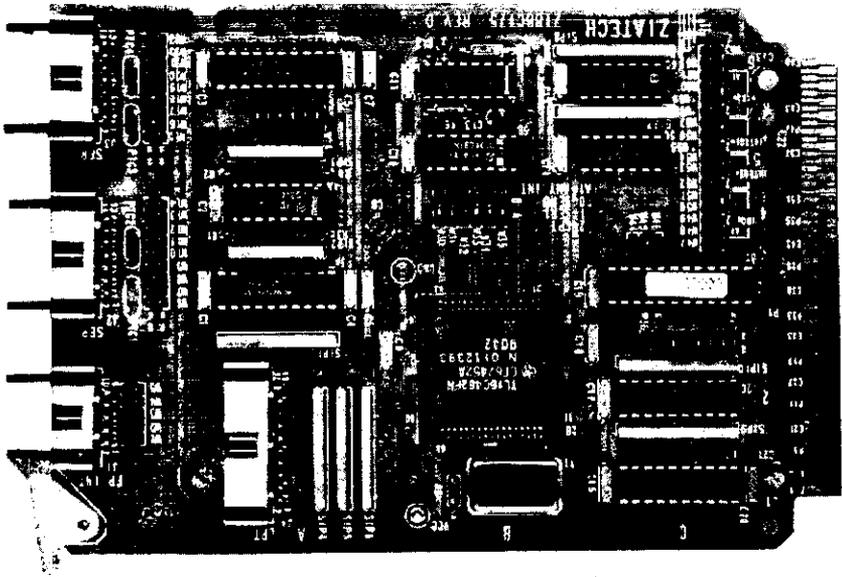


Figura A2 Tarjeta de interfaz serial ZT88CT75.

Sus especificaciones son las siguientes:

- ❑ Compatible con el estándar STD32.
- ❑ Dos canales de entrada/salida serial completamente programables.
- ❑ Configuración independiente DTE o DCE para cada uno de los puertos seriales.
- ❑ Los puertos seriales y paralelos son compatibles con PC/AT.
- ❑ Generador de velocidad de transmisión programable y señales de control de modem, para cada canal.
- ❑ Controles de lazo cerrado para fallas de aislamiento en cada canal.
- ❑ Controles de interrupción independientes completamente priorizados.
- ❑ Un puerto paralelo bidireccional compatible con *Centronics*.
- ❑ Modo de direccionamiento lineal disponible para minimizar los requerimientos de entrada/salida de los puertos.
- ❑ 8 y 16 bits de direccionamiento de entrada/salida.

- Dos relojes vigía (*watchdog*) de doble escenario.
- Software de soporte *Ziatech* para dispositivos controladores de *bus* STD.

La tarjeta ZT88CT75 tiene los consumos de voltaje y corriente especificados en la tabla A2.

	Mínimo	Típico	Máximo
Vcc	4.75V	5.00V	5.25V
Vaux(+)	11.40V	12.00V	12.60V
Vaux(-)	-12.60V	-12.00V	-11.40V
Consumo para:			
Vcc=5V		60mA	120mA
Vaux(+)=12V		200µA	800µA
Vaux(-)=12V		680µA	1200µA

Tabla A2 Consumo de corriente de la tarjeta ZT 88CT75.

### 3. Gabinete ZT200 para tarjetas de *bus* STD32

La serie ZT200 de gabinete para tarjetas removibles está diseñada para un alto desempeño en sistemas STD32 y para operación en ambientes eléctricamente ruidosos. Una fuente de poder de 150Watts se ofrece como opción para los modelos de 24 ranuras. Conforme a las especificaciones para el estándar de *bus* STD32, estas jaulas de acero de uso rudo incluyen una barra contenedora de tarjetas integrada, y son diseñadas para su uso en estantes (*racks*) de 19", gabinetes NEMA, o máquinas empotradas. Su construcción de revestimiento de acero pulverizado negro, resiste la corrosión y aguanta vibraciones y golpes. La barra trasera (*bus*) está diseñada para soportar 8, 16 y 32 bits de transferencia de datos, para utilizarse en construcción multicapa, separación controlada de niveles y trazado adecuado de las características de impedancia del sistema. Los gabinetes de la serie ZT200 tienen capacidad para alojar 9, 12, 15 18, 21 y 24 tarjetas.

En la figura A3 se muestra el aspecto físico del gabinete ZT200.

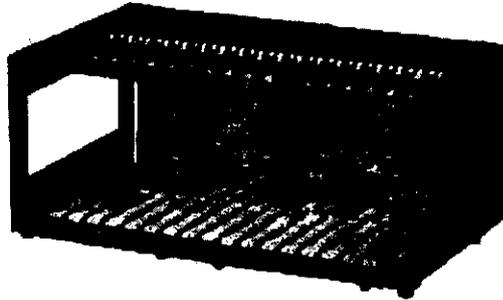


Figura A3 Gabinete ZT 200.

Sus especificaciones son las siguientes:

- ❑ Versiones de 9, 12, 15, 18, 21 y 24 ranuras, separadas 0.625".
- ❑ Formato de jaula 3U EURO, altura: 5.22" (13.3cm).
- ❑ Cinco niveles de *backplane* STD32.
- ❑ 8, 16 y 32 bits de transferencia de datos.
- ❑ Compatible con estándar STD32.
- ❑ Construcción a base de revestimiento de acero pulverizado.
- ❑ Versiones disponibles de escritorio, empotrado en pared o montaje en estante.
- ❑ Enfriador de aire opcional.
- ❑ Tarjeta integral limitada.
- ❑ Terminales múltiples de conexión de alimentación.

### B. Bus PC/104

El nombre de las computadoras PC/104 viene de su relación con las computadoras personales de IBM (PC's) y del número de terminales (*pins*) utilizado para la conexión entre ellas (104 terminales). El tamaño de los módulos o tarjetas PC/104 es su característica más notable, ya que ofrece gran capacidad en una tarjeta muy pequeña. Adicionalmente estas tarjetas tienen la facilidad de ser instaladas o apiladas juntas, eliminando la necesidad de su dependencia a una tarjeta madre, un *bus* de conexión o un gabinete especial. Esta clase de tecnología de apilamiento o empotramiento se traduce en bajos

requerimientos de consumo de potencia (típicamente 1 a 2Watts por módulo) y control de manejo de señales reducido a 4mA. PC/104 sigue siendo una PC, aunque con una forma distinta, que continúa permitiendo el uso de muchas herramientas desarrolladas para las computadoras personales.

Una tarjeta PC/104 contiene un CPU, memoria programable y puertos de entrada/salida. Se elimina la necesidad del bus de conexiones, dejando una separación entre módulos de aproximadamente 0.6". Esto permite desarrollar un control personalizado con el mínimo de esfuerzo. Las tarjetas PC/104 pueden ser utilizadas en conjunción con tarjetas más grandes, permitiendo el uso de arquitecturas PC estándar.

Especificaciones mecánicas.

Los módulos PC/104 pueden ser de dos tipos, bus de 8 bits y bus de 16 bits. Estos corresponden a los buses de PC y PC/AT, respectivamente. Los detalles de las dimensiones mecánicas de ellos se pueden apreciar en las figuras A.4 y A.5.

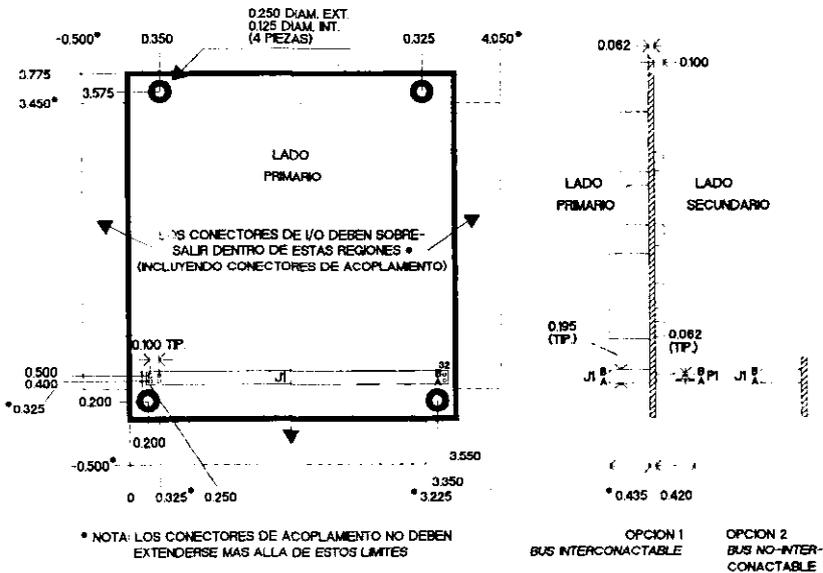


Figura A.4 Dimensiones del módulo PC/104 de 8 bits.



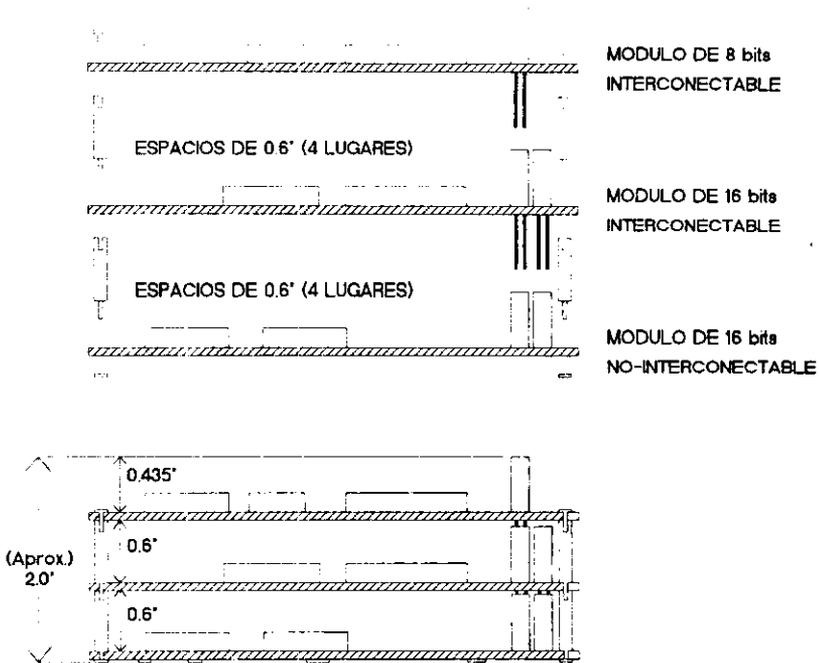


Figura A.6 Apilamiento típico de los módulos PC/104.

### Especificaciones eléctricas.

Las señales del *bus* PC/104 son idénticas a las del *bus* para PC estándar (especificación IEEE P996) en definición y funcionamiento. Las terminales de los conectores de las tarjetas son colocados en línea. Tierras adicionales mejoran la integridad del *bus* y llaves de conexión aseguran el apropiado mantenimiento de los módulos. Señales de tiempo de AC y niveles de DC son idénticos a la especificación P996 para PC's.

Para reducir la cantidad de componentes y minimizar el consumo de potencia y disipación de calor, la mayoría de las señales que pasan por el *bus* cuentan con un controlador de corriente de *bus* de 4mA. La excepción se presenta con los controladores de señal de colector abierto, los cuales cuentan con resistencias de 330ohms a la salida

(como lo define la especificación P996), lo que permite el control directo del *bus* por una gran variedad de dispositivos y familias lógicas, capaces de proveer hasta 20mA de corriente hacia el *bus*.

Cabe mencionar que esta tecnología de *bus* tiene la posibilidad de compartir una línea de interrupción de *bus* sencilla entre varios dispositivos interruptores.

Como sucede con las PC's, la terminación de las señales de *bus* PC/104 puede ser adaptada a otros sistemas, para incrementar la integridad de datos y la confianza en dichos sistemas. Cuando la terminación es incluida, redes de terminación AC deben ser usadas para proveer terminación cerrada a las características de impedancia de las líneas de señal, sin exceder las capacidades de salida de corriente DC de los controladores.

Como en la especificación P996 para PC, la red recomendada consiste en un arreglo en serie de una resistencia de 40-60ohms y un capacitor de 30-70pF, conectados entre cada señal de *bus* y tierra.

Sea o no necesaria la terminación y dondequiera que ésta se encuentre, será dependiente de una configuración específica del sistema y deberá ser determinada por el diseñador del mismo.

#### Requerimientos de potencia del módulo.

El rango de voltaje de operación y los requerimientos máximos de potencia de cada módulo están dados en la tabla A.3. Cada módulo no debe drenar más corriente que la indicada en la tabla. El requerimiento total de potencia de un sistema de módulos apilados PC/104 será igual a la suma de los requerimientos de cada uno de los módulos en el apilamiento. Los voltajes de operación, que se refieren a las mediciones de voltaje de las terminales de los conectores apropiados del *bus* de cualquier módulo dado, están especificadas con un  $\pm 5\%$  de tolerancia. Sólo aquellos voltajes requeridos especialmente por ciertos módulos dentro del sistema, necesitarán ser alimentados adicionalmente al *bus*.

Voltaje Nominal	Voltaje máximo	Voltaje mínimo	Corriente Máxima
+12 Volts	+12.6 Volts	+11.4 Volts	1.0 Amp
+5 Volts	+5.25 Volts	+4.75 Volts	2.0 Amp
-5 Volts	-4.75 Volts	-5.25 Volts	0.2 Amp
-12 Volts	-11.4 Volts	-12.6 Volts	0.3 Amp

Tabla A.3. Requerimientos de potencia de los módulos PC/104.

## **Apéndice B**

# **Especificaciones técnicas del circuito comparador LM339**



# Quad Single Supply Comparators

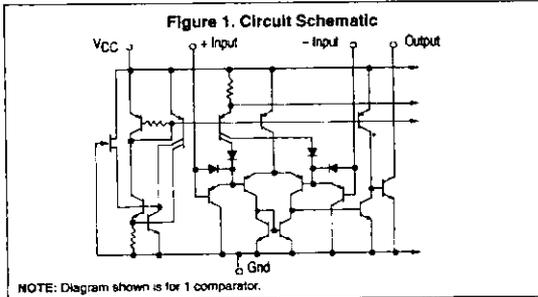
These comparators are designed for use in level detection, low-level sensing and memory applications in consumer automotive and industrial electronic applications.

- Single or Split Supply Operation
- Low Input Bias Current: 25 nA (Typ)
- Low Input Offset Current:  $\pm 5.0$  nA (Typ)
- Low Input Offset Voltage:  $\pm 1.0$  mV (Typ) LM139A Series
- Input Common Mode Voltage Range to Gnd
- Low Output Saturation Voltage: 130 mV (Typ) @ 4.0 mA
- TTL and CMOS Compatible
- ESD Clamps on the Inputs Increase Reliability without Affecting Device Operation

### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage LM239, A/LM339A/LM2901, V MC3302	$V_{CC}$	+36 or $\pm 18$ +30 or $\pm 15$	Vdc
Input Differential Voltage Range LM239, A/LM339A/LM2901, V MC3302	$V_{IDR}$	36 30	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	$V_{ICMR}$	-0.3 to $V_{CC}$	Vdc
Output Short Circuit to Ground (Note 1)	$I_{SC}$	Continuous	
Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Plastic Package Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.0 8.0	W mW/°C
Junction Temperature	$T_J$	150	°C
Operating Ambient Temperature Range LM239, A MC3302 LM2901 LM2901V LM339, A	$T_A$	-25 to +85 -40 to +85 -40 to +105 -40 to +125 0 to +70	°C
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-65 to +150	°C

NOTE: 1 The maximum output current may be as high as 20 mA, independent of the magnitude of  $V_{CC}$ . Output short circuits to  $V_{CC}$  can cause excessive heating and eventual destruction.



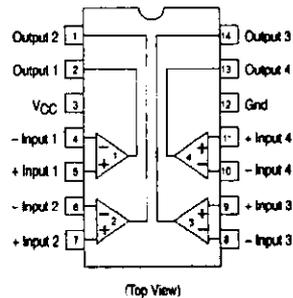
NOTE: Diagram shown is for 1 comparator.

Order this document by LM339/D

## LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302



### PIN CONNECTIONS



### ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM239D, AD LM239N, AN	$T_A = 25^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$	SO-14 Plastic DIP
LM339D, AD LM339N, AN	$T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$	SO-14 Plastic DIP
LM2901D LM2901N	$T_A = -40^\circ$ to $+105^\circ\text{C}$	SO-14 Plastic DIP
LM2901VD LM2901VN	$T_A = -40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$	SO-14 Plastic DIP
MC3302P	$T_A = -40^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$	Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996

Rev 2

LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = +5.0 Vdc, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	LM239A/339A			LM239/339			LM2901/2901V			MC3302			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage (Note 4)	V <sub>IO</sub>	-	±1.0	±2.0	-	±2.0	±5.0	-	±2.0	±7.0	-	±3.0	±20	mVdc
Input Bias Current (Notes 4, 5) (Output in Analog Range)	I <sub>IB</sub>	-	25	250	-	25	250	-	25	250	-	25	500	nA
Input Offset Current (Note 4)	I <sub>IO</sub>	-	±5.0	±50	-	±5.0	±50	-	±5.0	±50	-	±3.0	±100	nA
Input Common Mode Voltage Range	V <sub>ICMR</sub>	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	V
Supply Current R <sub>L</sub> = ∞ (For All Comparators) R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 30 Vdc	I <sub>CC</sub>	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	mA
Voltage Gain R <sub>L</sub> ≥ 15 kΩ, V <sub>CC</sub> = 15 Vdc	A <sub>vOL</sub>	50	200	-	50	200	-	25	100	-	25	100	-	V/mV
Large Signal Response Time V <sub>I</sub> = TTL Logic Swing, V <sub>ref</sub> = 1.4 Vdc, V <sub>RL</sub> = 5.0 Vdc, R <sub>L</sub> = 5.1 kΩ	-	-	300	-	-	300	-	-	300	-	-	300	-	ns
Response Time (Note 6) V <sub>RL</sub> = 5.0 Vdc, R <sub>L</sub> = 5.1 kΩ	-	-	1.3	-	-	1.3	-	-	1.3	-	-	1.3	-	µs
Output Sink Current V <sub>I(-)</sub> ≥ +1.0 Vdc, V <sub>I(+)</sub> = 0, V <sub>O</sub> = 1.5 Vdc	I <sub>Sink</sub>	6.0	16	-	6.0	16	-	6.0	16	-	6.0	16	-	mA
Saturation Voltage V <sub>I(-)</sub> ≥ +1.0 Vdc, V <sub>I(+)</sub> = 0, I <sub>Sink</sub> ≤ 4.0 mA	V <sub>sat</sub>	-	130	400	-	130	400	-	130	400	-	130	500	mV
Output Leakage Current V <sub>I(+)</sub> ≥ +1.0 Vdc, V <sub>I(-)</sub> = 0, V <sub>O</sub> = +5.0 Vdc	I <sub>OL</sub>	-	0.1	-	-	0.1	-	-	0.1	-	-	0.1	-	nA

PERFORMANCE CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = +5.0 Vdc, T<sub>A</sub> = T<sub>low</sub> to T<sub>high</sub> [Note 3])

Characteristic	Symbol	LM239A/339A			LM239/339			LM2901/2901V			MC3302			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage (Note 4)	V <sub>IO</sub>	-	-	±4.0	-	-	±9.0	-	-	±15	-	-	±40	mVdc
Input Bias Current (Notes 4, 5) (Output in Analog Range)	I <sub>IB</sub>	-	-	400	-	-	400	-	-	500	-	-	1000	nA
Input Offset Current (Note 4)	I <sub>IO</sub>	-	-	±150	-	-	±150	-	-	±200	-	-	±300	nA
Input Common Mode Voltage Range	V <sub>ICMR</sub>	0	-	V <sub>CC</sub> -2.0	0	-	V <sub>CC</sub> -2.0	0	-	V <sub>CC</sub> -2.0	0	-	V <sub>CC</sub> -2.0	V
Saturation Voltage V <sub>I(-)</sub> ≥ +1.0 Vdc, V <sub>I(+)</sub> = 0, I <sub>Sink</sub> ≤ 4.0 mA	V <sub>sat</sub>	-	-	700	-	-	700	-	-	700	-	-	700	mV
Output Leakage Current V <sub>I(+)</sub> ≥ +1.0 Vdc, V <sub>I(-)</sub> = 0, V <sub>O</sub> = 30 Vdc	I <sub>OL</sub>	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	-	-	1.0	µA
Differential Input Voltage All V <sub>I</sub> ≥ 0 Vdc	V <sub>ID</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	Vdc

NOTES: 3 (LM239/239A) T<sub>low</sub> = -25°C, T<sub>high</sub> = +85°C  
 (LM339/339A) T<sub>low</sub> = 0°C, T<sub>high</sub> = +70°C  
 (MC3302) T<sub>low</sub> = -40°C, T<sub>high</sub> = +85°C  
 (LM2901) T<sub>low</sub> = -40°C, T<sub>high</sub> = +105°C  
 (LM2901V) T<sub>low</sub> = -40°C, T<sub>high</sub> = +125°C

4 At the output switch point, V<sub>O</sub> = 1.4 Vdc, R<sub>S</sub> ≤ 100 Ω, 5.0 Vdc ≤ V<sub>CC</sub> ≤ 30 Vdc, with the inputs over the full common mode range (0 Vdc to V<sub>CC</sub> - 1.5 Vdc).

5 The bias current flows out of the inputs due to the PNP input stage. This current is virtually constant, independent of the output state.

6 The response time specified is for a 100 mV input step with 5.0 mV overdrive. For larger signals, 300 ns is typical.

LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302

Figure 2. Inverting Comparator with Hysteresis

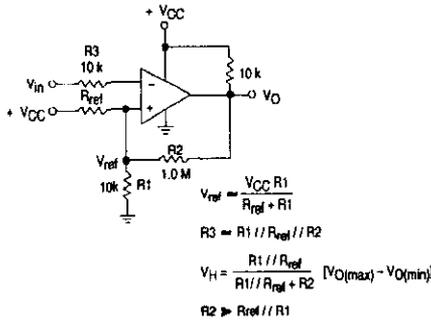
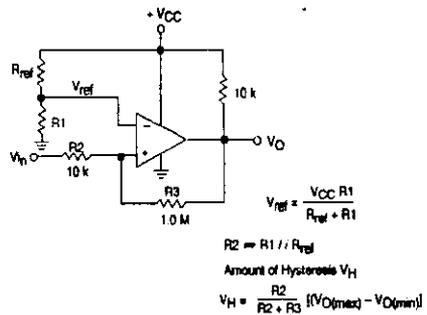


Figure 3. Noninverting Comparator with Hysteresis



Typical Characteristics

( $V_{CC} = 15$  Vdc,  $T_A = +25^\circ\text{C}$  (each comparator) unless otherwise noted.)

Figure 4. Normalized Input Offset Voltage

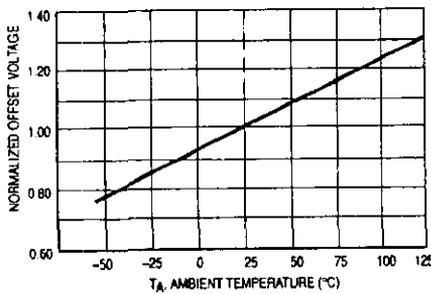


Figure 5. Input Bias Current

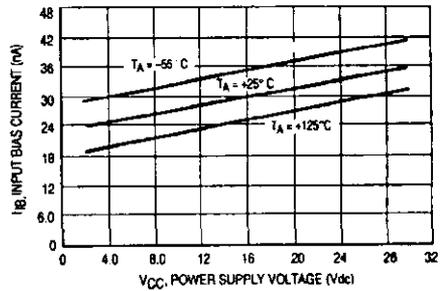
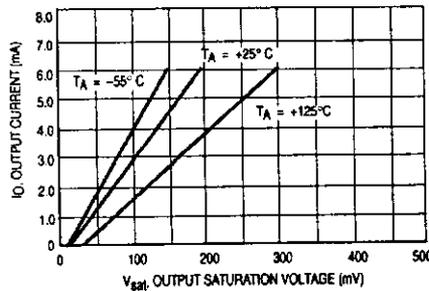
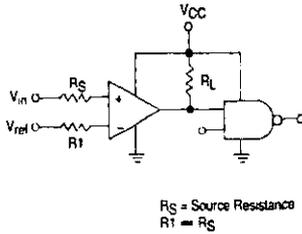


Figure 6. Output Sink Current versus Output Saturation Voltage



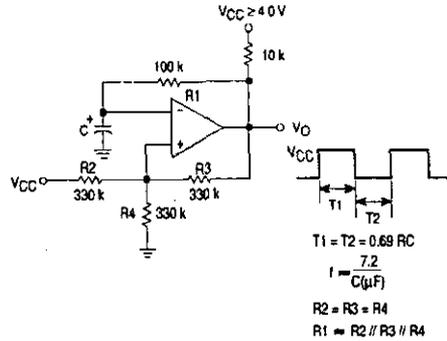
LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302

Figure 7. Driving Logic



Logic	Device	V <sub>CC</sub> (V)	R <sub>L</sub> (kΩ)
CMOS	1/4 MC14001	+15	100
TTL	1/4 MC7400	+5.0	10

Figure 8. Squarewave Oscillator



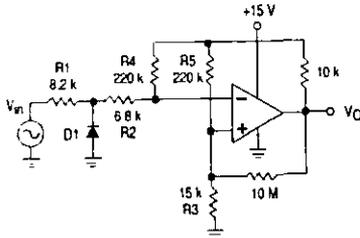
APPLICATIONS INFORMATION

These quad comparators feature high gain, wide bandwidth characteristics. This gives the device oscillation tendencies if the outputs are capacitively coupled to the inputs via stray capacitance. This oscillation manifests itself as ringing output transitions (V<sub>OL</sub> to V<sub>O(H)</sub>). To alleviate this problem, input resistors < 10 kΩ should be used. The addition

of positive feedback (< 10 mV) is also recommended. It is good design practice to ground all unused input pins.

Differential input voltages may be larger than supply voltages without damaging the comparator's inputs. Voltages more negative than -300 mV should not be used.

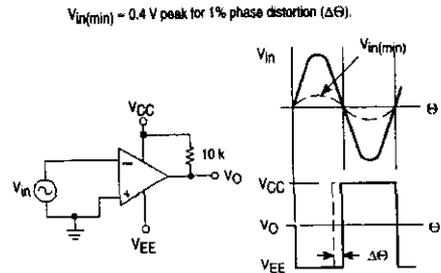
Figure 9. Zero Crossing Detector (Single Supply)



D1 prevents input from going negative by more than 0.6 V.

$R_1 + R_2 = R_3$   
 $R_3 \leq \frac{R_5}{10}$  for small error in zero crossing

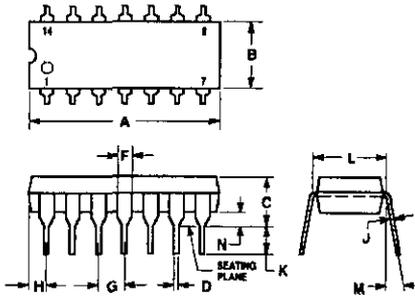
Figure 10. Zero Crossing Detector (Split Supplies)



LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302

OUTLINE DIMENSIONS

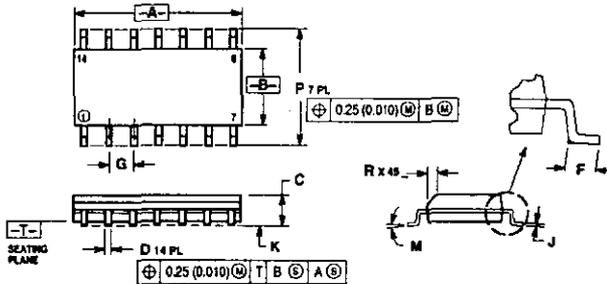
N, P SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 648-08  
ISSUE L



- NOTES
- LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION
  - DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL
  - DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH
  - ROUNDED CORNERS OPTIONAL

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.215	0.272	5.46	6.90
B	0.240	0.292	6.10	7.42
C	0.145	0.195	3.68	4.94
D	0.015	0.027	0.38	0.69
E	0.042	0.072	1.07	1.83
F	0.100 BSC		2.54 BSC	
G	0.052	0.085	1.32	2.16
H	0.008	0.015	0.20	0.38
I	0.115	0.135	2.92	3.43
J	0.100 BSC		2.54 BSC	
K	0	0.10	0	2.54
L	0.015	0.028	0.38	0.71

D SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 751A-03  
(SO-14)  
ISSUE F



- NOTES
- DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  - CONTROLLING DIMENSION MILLIMETER.
  - DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
  - MAXIMUM MOLD PROTRUSION (0.15 (0.008) PER SIDE
  - DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION; ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.25	6.75	0.207	0.266
B	5.80	7.00	0.228	0.276
C	3.25	4.75	0.128	0.187
D	0.35	0.48	0.014	0.019
E	0.40	0.75	0.016	0.029
F	1.27 BSC		0.050 BSC	
G	1.19	1.25	0.047	0.050
H	0.10	0.25	0.004	0.010
I	0	2.54	0	0.100
J	1.80	2.20	0.071	0.087
K	0.25	0.50	0.010	0.020

## Apéndice C

### Especificaciones técnicas de los circuitos de acoplamiento óptico 4N26 y 4N35

**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by M4N26/D



**M4N26**

**6-Pin DIP Optoisolators  
Transistor Output**

The M4N26 device consists of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator Choice for Medium Speed, Switching Applications
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications

**Applications**

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and Impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

**INPUT LED**

Reverse Voltage	$V_R$	3	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	80	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	100 1.41	mW mW/°C

**OUTPUT TRANSISTOR**

Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	Volts
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	Volts
Collector Current — Continuous	$I_C$	50	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 1.76	mW mW/°C

**TOTAL DEVICE**

Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	$V_{ISO}$	7500	$V_{ac}(pk)$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_A$	-55 to +100	°C
Storage Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_{stg}$	-55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	$T_L$	260	°C

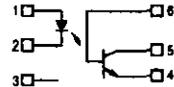
1. Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

**STYLE 1 PLASTIC**



**STANDARD THRU HOLE**

**SCHEMATIC**



- PIN 1. LED ANODE
- 2. LED CATHODE
- 3. N.C.
- 4. EMITTER
- 5. COLLECTOR
- 6. BASE

**M4N26**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

Characteristic	Symbol	Min	Typ <sup>(1)</sup>	Max	Unit	
<b>INPUT LED</b>						
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$	—	$T_A = 25^\circ\text{C}$	1.15	1.5	Volts
			$T_A = -55^\circ\text{C}$	1.3	—	
			$T_A = 100^\circ\text{C}$	1.05	—	
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	—	100	$\mu\text{A}$	
Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_J$	—	18	—	pF	

**OUTPUT TRANSISTOR**

Collector-Emitter Dark Current ( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ )	$I_{CEO}$	—	1	50	nA
	$I_{CEO}$	—	1	—	$\mu\text{A}$
( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $T_A = 100^\circ\text{C}$ )					
Collector-Base Dark Current ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )	$I_{CBO}$	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1\text{ mA}$ )	$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$ )	$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage ( $I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$ )	$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
Collector-Emitter Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CE} = 0$ )	$C_{CE}$	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CB} = 0$ )	$C_{CB}$	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{EB} = 0$ )	$C_{EB}$	—	9	—	pF

**COUPLED**

Output Collector Current ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CE} = 10\text{ V}$ )	$I_C$ (CTR) <sup>(2)</sup>	2 (20)	7 (70)	—	mA (%)
Collector-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 2\text{ mA}$ , $I_F = 50\text{ mA}$ )	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_{on}$	—	2.8	—	$\mu\text{s}$
Turn-Off Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_{off}$	—	4.5	—	$\mu\text{s}$
Rise Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_r$	—	2	—	$\mu\text{s}$
Fall Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_f$	—	2	—	$\mu\text{s}$
Isolation Voltage ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ sec}$ ) <sup>(4)</sup>	$V_{ISO}$	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance ( $V = 500\text{ V}$ ) <sup>(4)</sup>	$R_{ISO}$	$10^{11}$	—	—	$\Omega$
Isolation Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ ) <sup>(4)</sup>	$C_{ISO}$	—	0.2	—	pF

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
2. Current Transfer Ratio (CTR) =  $I_C/I_F \times 100\%$ .
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 14.
4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

M4N26

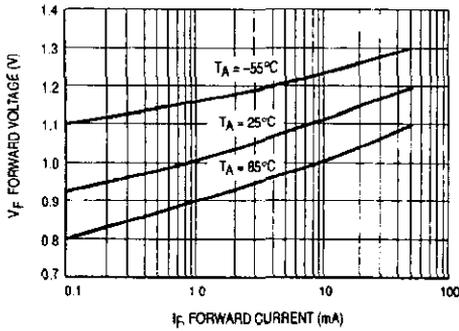


Figure 1. Forward Voltage vs. Forward Current

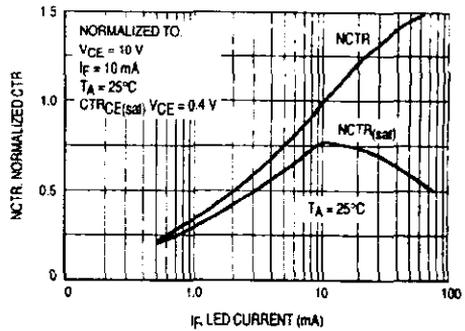


Figure 2. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  vs. LED Current

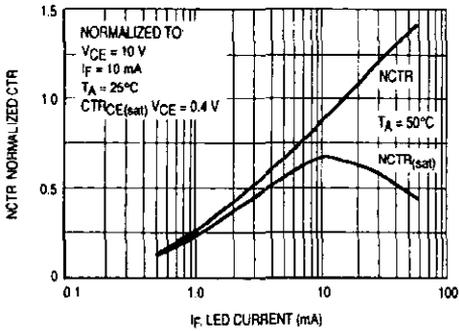


Figure 3. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 50^\circ\text{C}$  vs. LED Current

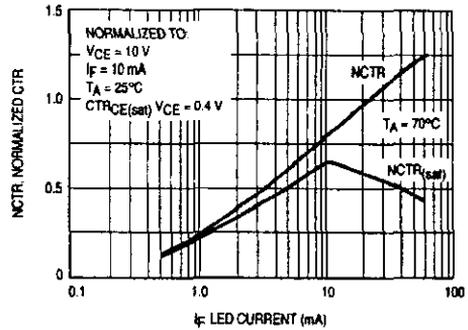


Figure 4. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 70^\circ\text{C}$  vs. LED Current

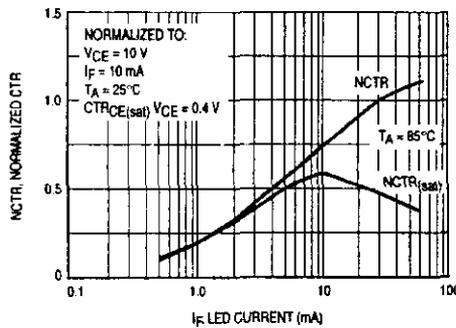
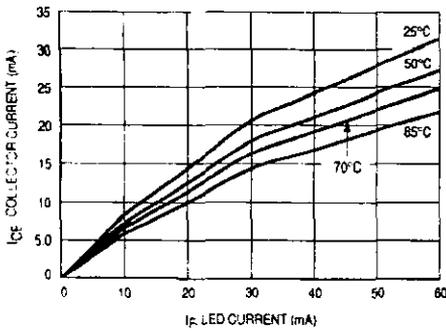
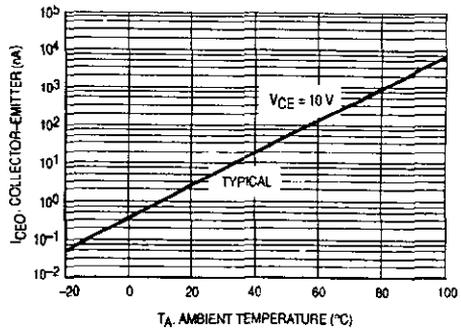


Figure 5. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 85^\circ\text{C}$  vs. LED Current

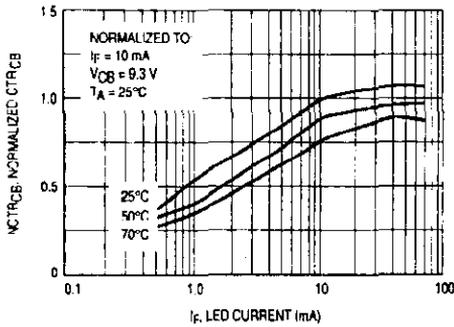
**M4N28**



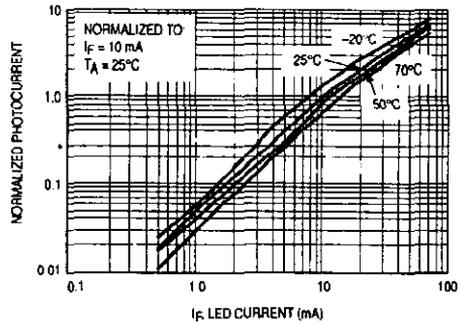
**Figure 6. Collector-Emitter Current vs. Temperature and LED Current**



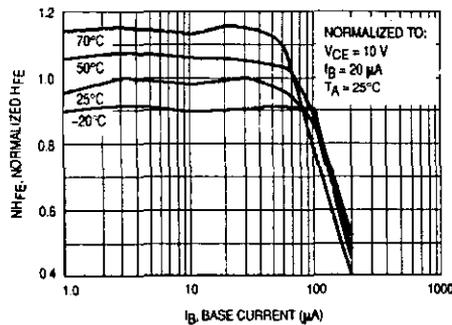
**Figure 7. Collector-Emitter Leakage Current vs. Temperature**



**Figure 8. Normalized CTRcb vs. LED Current and Temperature**



**Figure 9. Normalized Photocurrent vs.  $I_F$  and Temperature**



**Figure 10. Normalized Non-Saturated  $H_{FE}$  vs. Base Current and Temperature**

**4N26**

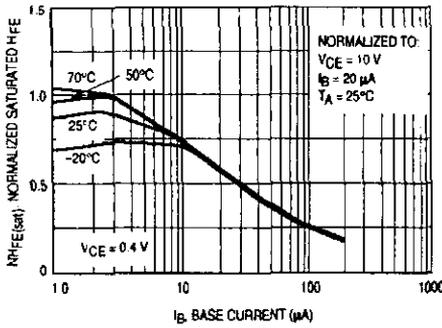


Figure 11. Normalized HFE vs. Base Current and Temperature

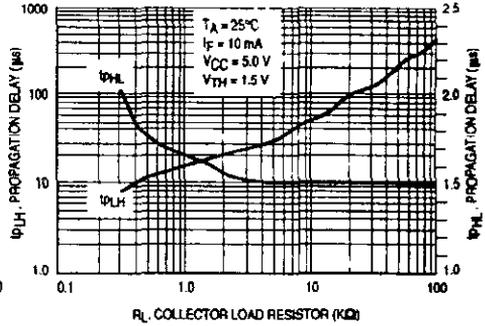


Figure 12. Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

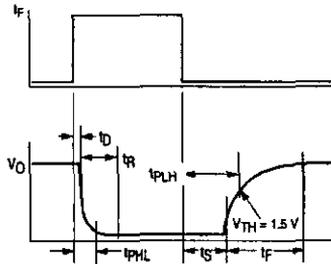


Figure 13. Switching Timing

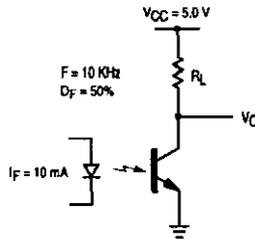
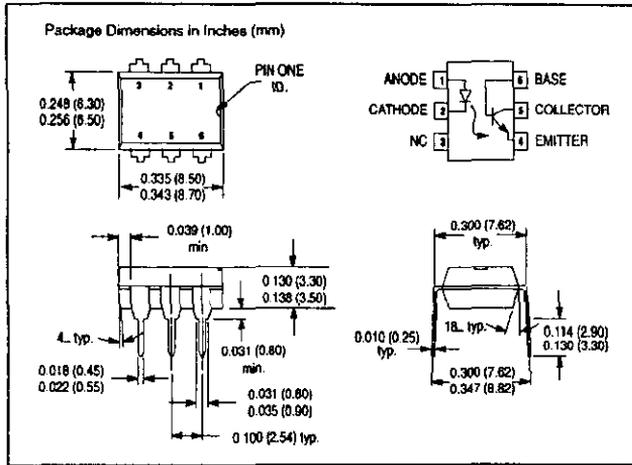


Figure 14. Switching Schematic

**4N26**



**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by M4N35/D



**6-Pin DIP Optoisolators  
Transistor Output**

The M4N35 device consists of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Current Transfer Ratio — 100% Minimum @ Specified Conditions
- Guaranteed Switching Speeds
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications

**Applications**

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- Regulation Feedback Circuits
- Monitor & Detection Circuits
- Solid State Relays

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
<b>INPUT LED</b>			
Reverse Voltage	$V_R$	6	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	60	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	100 1.41	mW mW/°C

**OUTPUT TRANSISTOR**

Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	30	Volts
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	7	Volts
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	Volts
Collector Current — Continuous	$I_C$	50	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 1.78	mW mW/°C

**TOTAL DEVICE**

Isolation Source Voltage <sup>(1)</sup> (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_A$	-55 to +100	°C
Storage Temperature Range <sup>(2)</sup>	$T_{stg}$	-55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	$T_L$	260	°C

1. Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

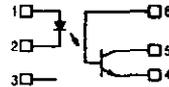
**M4N35**

STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE

SCHEMATIC



1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

**M4N35**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

Characteristic	Symbol	Min	Typ <sup>(1)</sup>	Max	Unit	
<b>INPUT LED</b>						
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = -55^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	V <sub>F</sub>	0.8 0.9 0.7	1.15 1.3 1.05	1.5 1.7 1.4	Volts
Reverse Leakage Current ( $V_R = 6\text{ V}$ )		I <sub>R</sub>	—	—	10	μA
Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ )		C <sub>J</sub>	—	18	—	pF
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>						
Collector-Emitter Dark Current ( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ ) ( $V_{CE} = 30\text{ V}$ , $T_A = 100^\circ\text{C}$ )		I <sub>CEO</sub>	— —	1 —	50 500	nA μA
Collector-Base Dark Current ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	I <sub>CBO</sub>	—	0.2 100	20 —	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1\text{ mA}$ )		V <sub>(BR)CEO</sub>	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\text{ μA}$ )		V <sub>(BR)CBO</sub>	70	100	—	Volts
Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 100\text{ μA}$ )		V <sub>(BR)EBO</sub>	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ( $I_C = 2\text{ mA}$ , $V_{CE} = 5\text{ V}$ )		h <sub>FE</sub>	—	400	—	—
Collector-Emitter Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CE} = 0$ )		C <sub>CE</sub>	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CB} = 0$ )		C <sub>CB</sub>	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{EB} = 0$ )		C <sub>EB</sub>	—	9	—	pF
<b>COUPLED</b>						
Output Collector Current ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CE} = 10\text{ V}$ )	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = -55^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	I <sub>C</sub> (CTR) <sup>(2)</sup>	10 (100) 4 (40) 4 (40)	30 (300) — —	— — —	mA (%)
Collector-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 0.5\text{ mA}$ , $I_F = 10\text{ mA}$ )		V <sub>CE(sat)</sub>	—	0.14	0.3	Volts
Turn-On Time	$I_C = 2\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ Ω}$ <sup>(3)</sup>	t <sub>on</sub>	—	7.5	10	μs
Turn-Off Time		t <sub>off</sub>	—	5.7	10	
Rise Time		t <sub>r</sub>	—	3.2	—	
Fall Time		t <sub>f</sub>	—	4.7	—	
Isolation Voltage ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ sec}$ )		V <sub>ISO</sub>	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Current <sup>(4)</sup> ( $V_{L-O} = 3550\text{ Vpk}$ )		I <sub>ISO</sub>	—	—	100	μA
Isolation Resistance ( $V = 500\text{ V}$ ) <sup>(4)</sup>		R <sub>ISO</sub>	10 <sup>11</sup>	—	—	Ω
Isolation Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ ) <sup>(4)</sup>		C <sub>ISO</sub>	—	0.2	2	pF

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
2. Current Transfer Ratio (CTR) =  $I_C/I_F \times 100\%$ .
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 14.
4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

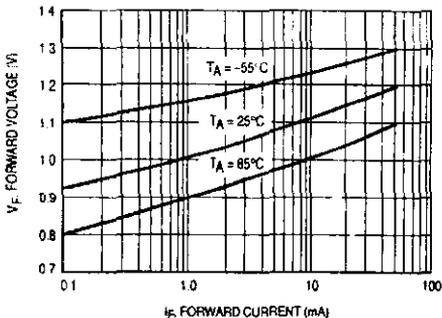


Figure 1. Forward Voltage vs. Forward Current

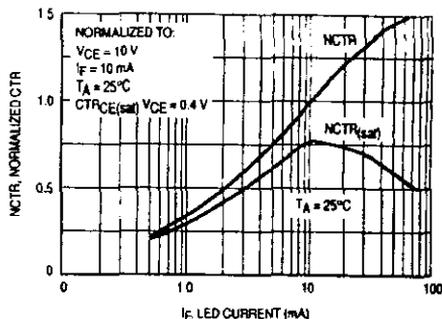


Figure 2. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  vs. LED Current

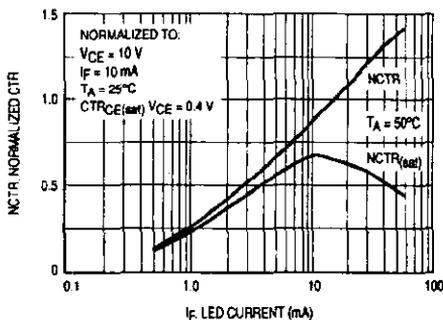


Figure 3. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 50^\circ\text{C}$  vs. LED Current

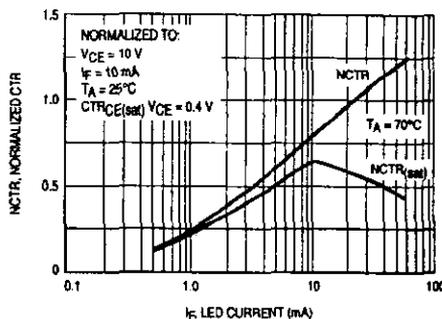


Figure 4. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 70^\circ\text{C}$  vs. LED Current

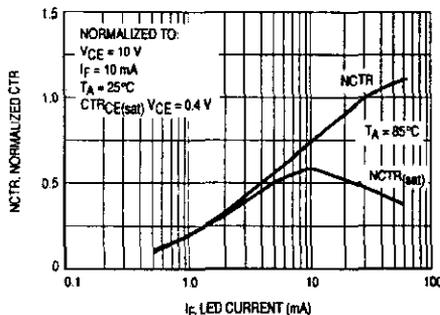


Figure 5. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR,  $T_A = 85^\circ\text{C}$  vs. LED Current

**M4N35**

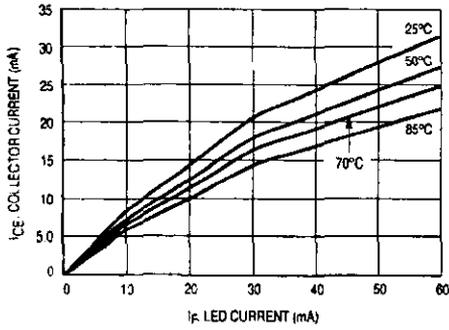


Figure 6. Collector-Emitter Current vs. Temperature and LED Current

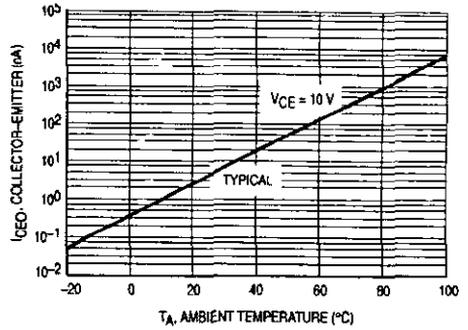


Figure 7. Collector-Emitter Leakage Current vs. Temperature

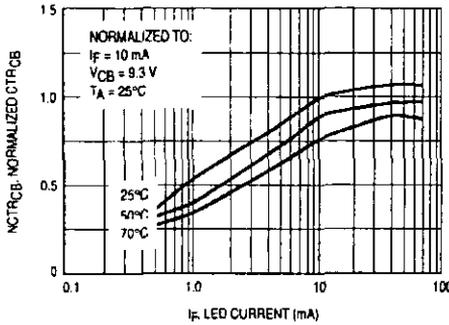


Figure 8. Normalized CTRcb vs. LED Current and Temperature

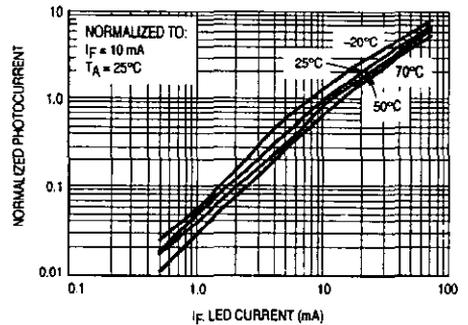


Figure 9. Normalized Photocurrent vs. If and Temperature

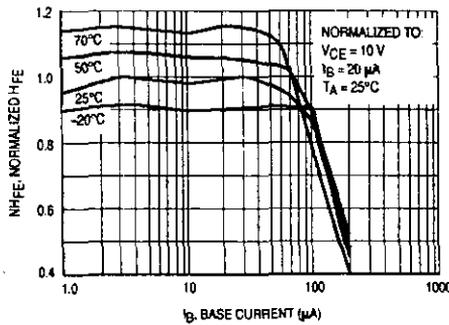


Figure 10. Normalized Non-Saturated HFE vs. Base Current and Temperature

**M4N35**

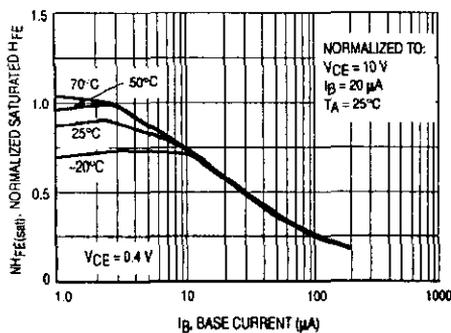


Figure 11. Normalized HFE vs. Base Current and Temperature

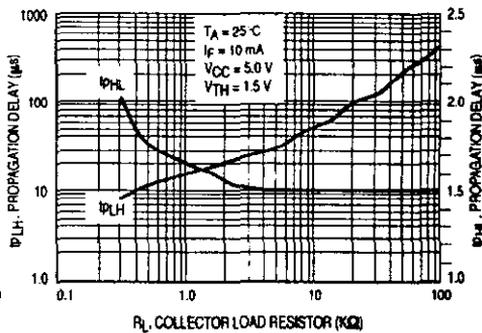


Figure 12. Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

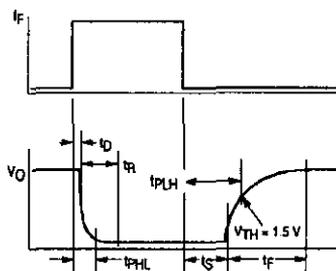


Figure 13. Switching Timing

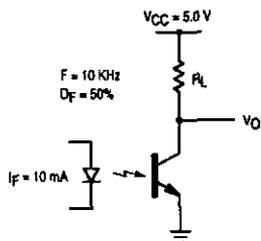
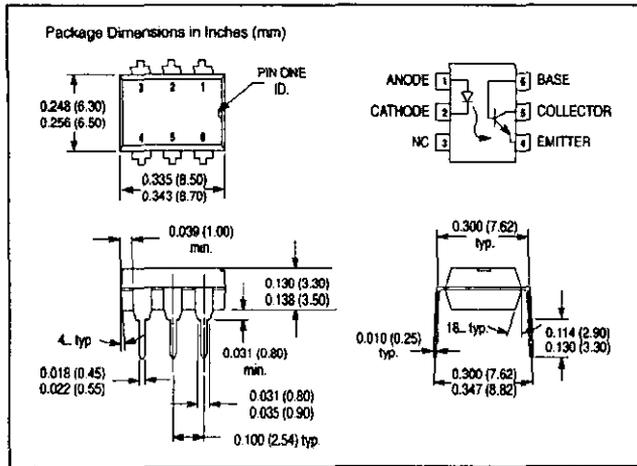


Figure 14. Switching Schematic

**M4N35**



## **Apéndice D**

### **Protocolo de comunicación RS232**

Las tareas de los sistemas de comunicación incluyen la entrega de la información en un apropiado orden secuencial, para poder realizar estas funciones, circuitos eléctricos (modems y sus interfaces), sistemas de detección de error y otros subsistemas (hardware y/o software) deben desempeñar un modo de trabajo cooperativo, siguiendo un conjunto de reglas o protocolos.

Los diccionarios definen "protocolo" como un conjunto de reglas y formalidades a través de los cuales diplomáticos y cabezas de estado se comunican. Las reglas de un protocolo diplomático aseguran que las comunicaciones son completas y además correctamente entendibles por las partes en comunicación.

En comunicación de datos, los protocolos desempeñan una función similar, y el uso de los mismos casi es tan complicado como el usado por diplomáticos.

Los protocolos de comunicación usados por computadoras han sido desarrollados para propósitos definidos desde su concepción, aunque muchos de estos protocolos son usados en otros ambientes, por su fácil implementación en otras aplicaciones. Principalmente podemos ver aplicados a los protocolos de comunicación serial en una gran variedad de instrumentos que utilizan comunicación de este tipo, esto debido a la facilidad de su aplicación, pues en ella normalmente sólo son necesarios 2 unidades o interlocutores a comunicar, por lo que se diferencian otros protocolos con capacidad de comunicar a más de 2 interlocutores a la vez. Por ejemplo, los protocolos usados para comunicación por radio necesitan de rutinas para identificar a los interlocutores, el individuo que envía y él (o los) que recibe (n), para evitar confusión cuando existan más de dos mensajes en el mismo canal.

Es importante remarcar que un protocolo no es un programa, ni tampoco una pieza de hardware. Un protocolo es una especificación que dicta como los programas pueden desempeñar ciertas tareas, muy parecido a un algoritmo, pero no idéntico, ya que un protocolo no especifica la operación del programa, sólo la manifestación externa. Un programa que habla un protocolo particular es llamado una implementación de ese protocolo. Esta distinción entre un protocolo y su implementación es importante y frecuentemente mencionada.

Centraremos nuestra atención en la estructura de los protocolos seriales, ya que es de este tipo el usado en la realización del presente proyecto de tesis, y que es conocido como EIA RS232.

Las propiedades de un buen protocolo serial son:

**Seguridad.** Un protocolo de transferencia es seguro si éste, de alguna manera, detecta cuando la comunicación no sucede como se esperaba. Por ejemplo, muchos protocolos usan diferentes tamaños de paquetes de datos para transferir información, paquetes pequeños son preferibles cuando el proceso de transferencia de información pueda presentar, debido a condiciones externas, un alto porcentaje de error, y por el contrario cuando la recepción es bastante segura se pueden usar paquetes de datos mucho más grandes, mejorando el tiempo de transmisión.

Ningún protocolo de transferencia es perfectamente seguro. Esto es difícil de crear, pues el seguimiento matemático, el cual comprueba la detección de errores, es perfecto, sin embargo siempre existe algún error o combinación de errores que diferirá de los datos correctos.

**Robustez.** La robustez es la propiedad en la cual la información es transferida correctamente; los dos sitios en la transferencia de datos pueden recobrar y continuar la comunicación aun cuando los errores hallan ocurrido. A pesar de que la robustez y la seguridad usualmente van de la mano, no son lo mismo, ya que un protocolo puede ser seguro pero no robusto, el hecho de que detecte errores le da seguridad y la característica de repararlos cuando éstos ocurren proporciona robustez.

**Consideración de canal.** El canal es la ruta que los datos toman de una computadora a otra; esto puede involucrar modems, interfaces de red, ruteadores de datos y puertos seriales. Un buen protocolo de transferencia de archivos puede adaptarse a las limitaciones de un canal que está siendo usado.

**Eficiencia.** Una parte esencial de un protocolo de transferencia es la información de control adicional, que es llevada durante todo el proceso para asegurar que ambos puntos finales conozcan lo que esta pasando. Por ejemplo, es necesario para el punto que envía notificar al punto que recibe, dónde empieza el archivo de datos y dónde termina, aunque efectivamente el inicio y el final del archivo no sean parte de los datos. Este control de información

contribuye a la sobrecarga, es decir datos que no son parte del archivo y que sin embargo forman parte de los datos transmitidos.

Protocolos con una gran sobrecarga generalmente son más lentos que otros con menos sobrecarga ya que ésta, conocida como *overhead*, toma su propio tiempo para ser transmitida. La sobrecarga adicional en varias ocasiones incrementa la suma de datos que tienen que pasar através del canal, cerca del 50% o más, llevando a una reducción de la eficiencia.

**Extensibilidad.** Ningún diseño es perfecto. Todos los protocolos exitosos han experimentado innumerables intentos de mejora. Para algunos protocolos estas mejoras han sido relativamente dolorosas, ya que la adición o mejora de cierto sector del protocolo requiere de cambios dramáticos al protocolo original.

El protocolo RS232 cumple con todas las características mencionadas y es un estándar para las comunicaciones seriales entre computadoras.

**Protocolo de comunicación RS232**

El protocolo de comunicación RS232 es usado para la transferencia en serie de bits de datos entre un equipo terminal de datos (DTE) y un equipo de comunicación de datos (DCE). Esta norma consta de 25 líneas que manejan diferentes tipos de señales para establecer una comunicación segura entre un DTE y un DCE.

La gran cantidad de líneas usadas para este protocolo puede cambiar dependiendo de la aplicación, podría ser de tan sólo 2 hilos, uno de señal y otro de tierra, sin embargo, la aplicación más común de este protocolo es en las computadoras personales, en la cual se usan 8 líneas, cuya descripción se muestran en la tabla D.1.

1	TD Datos transmitidos
2	RD Datos recibidos
3	RTS Petición de envío
4	CTS Borrar para enviar
5	DSR Datos listos
6	DTR Terminal de datos lista
7	Tierra de protección
8	Tierra de señal

Tabla D.1 Señales de protocolo RS232.

El protocolo completo de comunicación con todas sus señales y cada uno de sus significados, así como sus abreviaturas más comunes, se muestra en la tabla D.2.

1	AA Tierra de protección
2	BA Datos transmitidos (TD)
3	BB Datos recibidos (RD)
4	CA Requerimiento para enviar (RTS)
5	CB Borrar para enviar (CTS)
6	CC Datos listos (DTS)
7	AB Tierra de señal (GD)
8	CF Detección de portadora de datos (DCD)
9	- Reservado para prueba
10	- Reservado para prueba
11	No asignado
12	SCF Detección de señal de línea RCVD secundaria
13	SCB CTS secundaria (SCTS)
14	SBA TD secundaria (STD)
15	DB Sincronización de transmisión
16	SBB RD secundaria (SRD)
17	DD Sincronización de receptor
18	Retroenlace local LL
19	SCA RTS secundario SRTS
20	CD Terminal de datos listo DTR
21	CG Retroenlace remoto (RL)
22	CE Indicador de anillo
23	CH/CI Selector de tasa de datos
24	DA Sincronización de señal de transmisión
25	TM Modo de prueba

Tabla D.2 Conjunto de 25 señales para el protocolo RS232.

Los requerimientos eléctricos, así como los mecánicos, establecidos en la norma recomendada para el protocolo de comunicación RS232, se muestran en la tabla a continuación:

Conector DTE	Macho DB-25
Conector DCE	Hembra DB-25
Longitud de cable máxima	Capacitancia limitada a 2500pF
Tasa de datos máxima	20 kbits/s
Número de excitadores en línea	1 excitador
Número de receptores en línea	1 receptor
Oscilación de salida del excitador	5V mín. $\pm$ 15V max.
Carga del excitador	30kohms a 7kohms
Rapidez de respuesta del excitador	30V/ $\mu$ s máx.
Resistencia de entrada del receptor	3kohms a 7kohms
Umbral de entrada del receptor	$\pm$ 3V
Rango de entrada del receptor	$\pm$ 30V

Tabla D.3 Requerimientos del protocolo RS232.

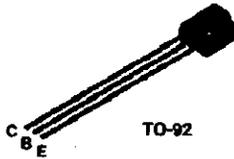
## **Apéndice E**

# **Especificaciones técnicas del transistor 2N3906**

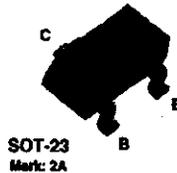


Discrete POWER & Signal Technologies

**2N3906**



**MMBT3906**



**MMPQ3906**



**PZT3906**



**PNP General Purpose Amplifier**

This device is designed for general purpose amplifier and switching applications at collector currents of 10  $\mu$ A to 100 mA. Sourced from Process 66.

**Absolute Maximum Ratings\***

*T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted*

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	40	V
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	40	V
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage	5.0	V
$I_C$	Collector Current - Continuous	200	mA
$T_J, T_{stg}$	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

**NOTES:**

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

2N3906 / MMBT3906 / MMPO3906 / PZT3906

**PNP General Purpose Amplifier**

(continued)

**Electrical Characteristics**

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
$V_{BR(CEO)}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage*	$I_C = 1.0 \text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{BR(CBO)}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10 \mu\text{A}, I_E = 0$	40		V
$V_{BR(EB0)}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$	5.0		V
$I_{BL}$	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{BE} = 3.0 \text{ V}$		50	nA
$I_{CX}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{BE} = 3.0 \text{ V}$		50	nA

**ON CHARACTERISTICS**

$h_{FE}$	DC Current Gain*	$I_C = 0.1 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$	60 80 100 80 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$		0.25 0.4	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$	0.65	0.85 0.85	V

**SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS**

$f_T$	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 20 \text{ V},$ $f = 100 \text{ MHz}$	250		MHz
$C_{obo}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0 \text{ V}, I_E = 0,$ $f = 100 \text{ kHz}$		4.5	pF
$C_{ibo}$	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5 \text{ V}, I_C = 0,$ $f = 100 \text{ kHz}$		10.0	pF
NF	Noise Figure (except MMPO3906)	$I_C = 100 \mu\text{A}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$ $R_s = 1.0 \text{ k}\Omega, f = 10 \text{ Hz to } 15.7 \text{ kHz}$		4.0	dB

**SWITCHING CHARACTERISTICS (except MMPO3906)**

$t_d$	Delay Time	$V_{CC} = 3.0 \text{ V}, V_{CE} = 0.5 \text{ V},$		35	ns
$t_r$	Rise Time	$I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = 1.0 \text{ mA}$		35	ns
$t_s$	Storage Time	$V_{CC} = 3.0 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}$		225	ns
$t_f$	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0 \text{ mA}$		75	ns

\* Pulse Test. Pulse Width  $\leq 300 \mu\text{s}$ . Duty Cycle  $\leq 2.0\%$

**Spice Model**

PNP (Is=1.411 Xti=3 Eg=1.11 Val=18.7 Bf=180.7 Ne=1.5 Ise=0 Ikl=80m Xtb=1.5 Br=4.977 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=2.5 Cjc=9.728p Mjc=5776 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=8.063p Mje=.3677 Vje=.75 Tr=33.42n Tf=179.3p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=6 Rb=10)

**PNP General Purpose Amplifier**

(continued)

**Thermal Characteristics**

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max		Units
		2N3906	*PZT3906	
P <sub>D</sub>	Total Device Dissipation Derate above 25°C	625	1,000	mW
		5.0	8.0	mW/°C
R <sub>JC</sub>	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3		°C/W
R <sub>JA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	125	°C/W

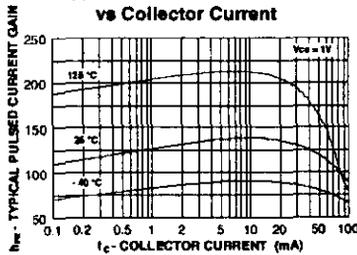
Symbol	Characteristic	Max		Units
		**MMBT3906	MMPQ3906	
P <sub>D</sub>	Total Device Dissipation Derate above 25°C	350	1,000	mW
		2.8	8.0	mW/°C
R <sub>JA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient Effective 4 Die Each Die	357		°C/W
			125	°C/W
			240	°C/W

\* Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm<sup>2</sup>

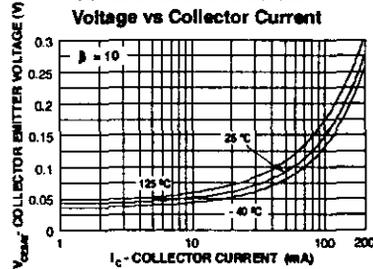
\*\* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06"

**Typical Characteristics**

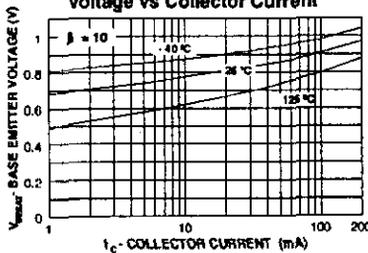
**Typical Pulsed Current Gain vs Collector Current**



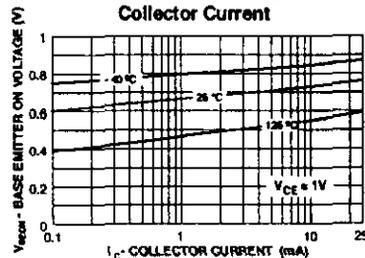
**Collector-Emitter Saturation Voltage vs Collector Current**



**Base-Emitter Saturation Voltage vs Collector Current**



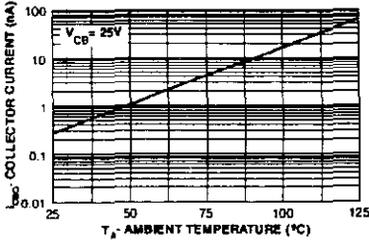
**Base Emitter ON Voltage vs Collector Current**



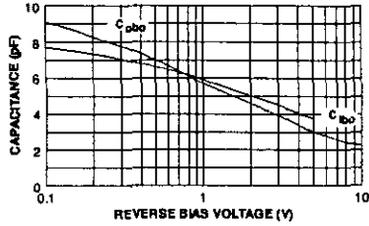
PNP General Purpose Amplifier  
(continued)

Typical Characteristics (continued)

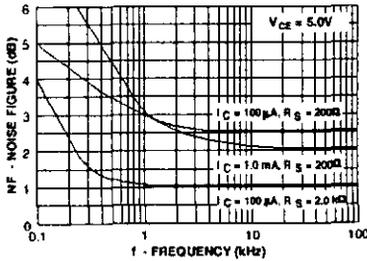
Collector-Cutoff Current vs. Ambient Temperature



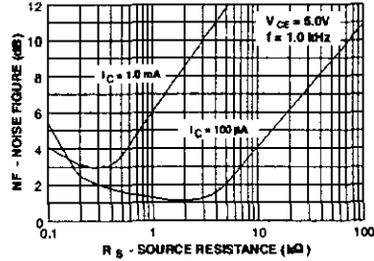
Common-Base Open Circuit Input and Output Capacitance vs Reverse Bias Voltage



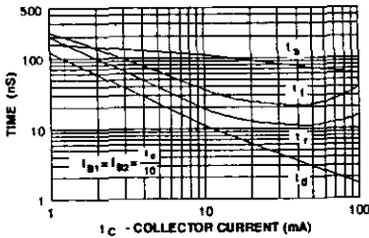
Noise Figure vs Frequency



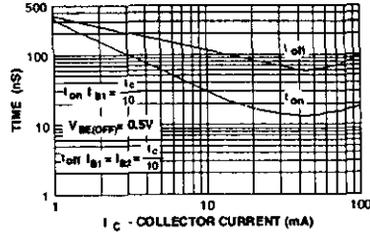
Noise Figure vs Source Resistance



Switching Times vs Collector Current



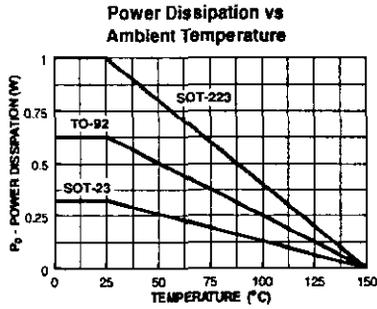
Turn On and Turn Off Times vs Collector Current



**PNP General Purpose Amplifier**  
(continued)

2N3906 / MMBT3906 / MMPC3906 / PT3906

**Typical Characteristics** (continued)



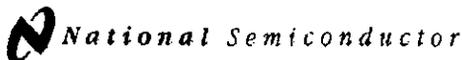
## **Apéndice F**

# **Especificaciones técnicas de la fuente de poder FCS604A**



## **Apéndice G**

### **Especificaciones técnicas del circuito comparador de voltajes MAX232**



February 1996

# DS14C232 Low Power + 5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

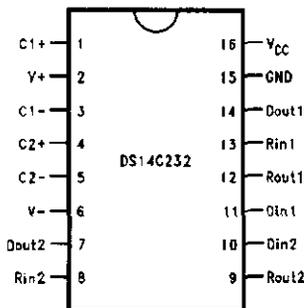
## General Description

The DS14C232 is a low power dual driver/receiver featuring an onboard DC to DC converter, eliminating the need for -12V power supplies. The device only requires a +5V power supply.  $I_{CC}$  is specified at 3.0 mA maximum, making the device ideal for battery and power conscious applications. The drivers' slew rate is set internally and the receivers feature internal noise filtering, eliminating the need for external slew rate and filter capacitors. The device is designed to interface data terminal equipment (DTE) with data circuit-terminating equipment (DCE). The driver inputs and receiver outputs are TTL and CMOS compatible. DS14C232C driver outputs and receiver inputs meet TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards.

## Features

- Pin compatible with industry standard MAX232, LT1081, ICL232 and TSC232
- Single +5V power supply
- Low power— $I_{CC}$  3.0 mA maximum
- DS14C232C meets TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards
- CMOS technology
- Receiver Noise Filter
- Package efficiency—2 drivers and 2 receivers
- Available in Plastic DIP, Narrow and Wide SOIC packages
- TIA/EIA-232 compatible extended temperature range options:
  - DS14C232T -40°C to +85°C
  - DS14C232 -55°C to +125°C

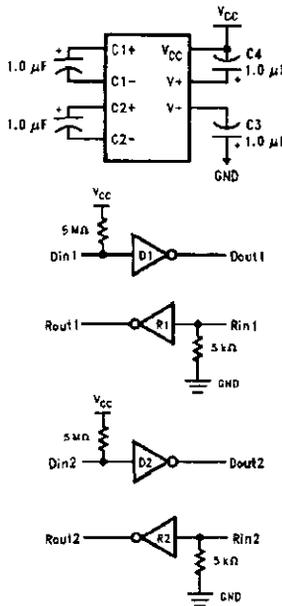
## Connection Diagrams



TL/F/10744-1

Order Number DS14C232CN, DS14C232TN,  
DS14C232CM, DS14C232TM,  
DS14C232CWM or DS14C232TWM  
See NS Package Number N16A, N16A or M16B

## Functional Diagram



TL/F/10744-2

DS14C232 Low Power + 5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

**COMMERCIAL**

**Absolute Maximum Ratings** (Note 1)

Specifications for the 883 version of this product are listed separately on the following pages.

Supply Voltage, $V_{CC}$	-0.3V to 6V
$V^+$ Pin	$(V_{CC} - 0.3)V$ to +14V
$V^-$ Pin	+0.3V to -14V
Driver Input Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Driver Output Voltage	$(V^+ + 0.3V)$ to $(V^- - 0.3V)$
Receiver Input Voltage	+25V
Receiver Output Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Junction Temperature	+150°C
Maximum Package Power Dissipation @ 25°C (Note 6)	
N Package	1698 mW
M Package	1156 mW
WM Package	1376 mW

Short Circuit Duration, $D_{OUT}$	Continuous
Storage Temp. Range	-85°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 4 sec.)	+260°C
ESD Rating (HBM, 1.5 k $\Omega$ , 100 pF)	> 2.5 kV

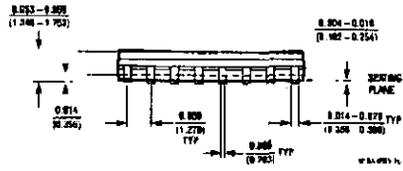
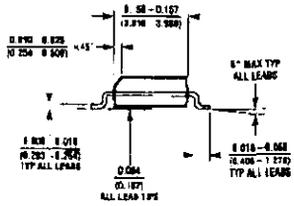
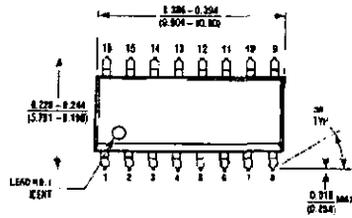
**Recommended Operating Conditions**

	Min	Max	Units
Supply Voltage, $V_{CC}$	4.5	5.5	V
Operating Free Air Temp. ( $T_A$ )			
DS14C232C	0	+70	°C
DS14C232T	-40	+85	°C

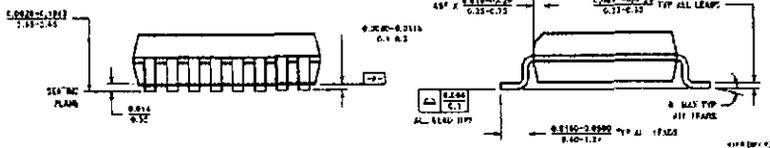
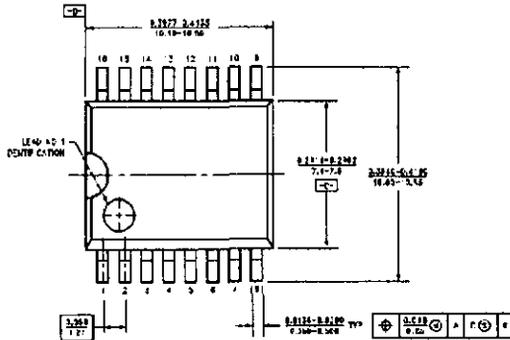
**Electrical Characteristics** Over recommended operating conditions, unless otherwise specified (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
<b>DC TO DC CONVERTER CHARACTERISTICS</b>							
$V^+$	Positive Power Supply	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ , $C_1 - C_4 = 1.0\ \mu\text{F}$ , $D_{IN} = 0.8V$		9.0		V	
$V^-$	Negative Power Supply	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ , $C_1 - C_4 = 1.0\ \mu\text{F}$ , $D_{IN} = 2.0V$		-8.5		V	
$I_{CC}$	Supply ( $V_{CC}$ ) Current	No Load		1.0	3.0	mA	
<b>DRIVER CHARACTERISTICS</b>							
$V_{IH}$	High Level Input Voltage		2		$V_{CC}$	V	
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage		GND		0.8	V	
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} \geq 2.0V$	-10		+10	$\mu\text{A}$	
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} \leq 0.8V$	-10		+10	$\mu\text{A}$	
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$R_L = 3\text{ k}\Omega$	5.0	8.0		V	
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$R_L = 3\text{ k}\Omega$		-7.0	-5.0	V	
$I_{OS+}$	Output High Short Circuit Current	$V_O = 0V$ , $V_{IN} = 0.8V$	(Note 3)	-30	-15	-5.0	mA
$I_{OS-}$	Output Low Short Circuit Current	$V_O = 0V$ , $V_{IN} = 2V$		5.0	11	30	mA
$R_O$	Output Resistance	$-2V \leq V_O \leq +2V$ , $V_{CC} = 0V = \text{GND}$	300			$\Omega$	
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS</b>							
$V_{TH}$	Input High Threshold Voltage	$V_{CC} = 5.0V$		1.9	2.4	V	
		$V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$		1.9	2.6	V	
$V_{TL}$	Input Low Threshold Voltage		0.8	1.5		V	
$V_{HY}$	Hysteresis	$T_A = 0^\circ\text{C to } +85^\circ\text{C}$	0.2	0.4	1.0	V	
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 0^\circ\text{C}$	0.1	0.4	1.0	V	
$R_{IN}$	Input Resistance	$T_A = 0^\circ\text{C to } +85^\circ\text{C}$	$-15V \leq V_{IN} \leq +15V$	3.0	4.7	7.0	k $\Omega$
		$T_A = -40^\circ\text{C to } 0^\circ\text{C}$ (Note 8)		3.0	4.7	10	k $\Omega$
$I_{IN}$	Input Current	$V_{IN} = +15V$	$0^\circ\text{C to } +85^\circ\text{C}$	+2.14	+3.75	+5.0	mA
		$V_{IN} = +3V$		+0.43	+0.64	+1.0	mA
		$V_{IN} = -3V$		-1.0	-0.64	-0.43	mA
		$V_{IN} = -15V$		-5.0	-3.75	-2.14	mA
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{IN} = -3V$ , $I_O = -3.2\text{ mA}$	3.5	4.5		V	
		$V_{IN} = -3V$ , $I_O = -20\ \mu\text{A}$	4.0	4.9		V	
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{IN} = +3V$ , $I_O = +3.2\text{ mA}$		0.15	0.4	V	

**Physical Dimensions** inches (millimeters) (Continued)



Order Number DS14C232CM or DS14C232TM  
NS Package Number M16



Order Number DS14C232CWM or DS14C232TWM  
NS Package Number M16B

**MIL-STD 883C**

**Absolute Maximum Ratings** (Note 1)

The 883 specifications are required to reflect the Rel Electrical Test Specifications (RETS) established by National Semiconductor for this product. For a copy of the RETS please contact your local National Semiconductor sales office or distributor.

Supply Voltage, $V_{CC}$	-0.3V to 6V
V+ Pin	$(V_{CC} - 0.3)V$ to +14V
V- Pin	+0.3V to -14V
Driver Input Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Driver Output Voltage	$(V+ + 0.3V)$ to $(V- - 0.3V)$
Receiver Input Voltage	$\pm 25V$
Receiver Output Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Maximum Package Power Dissipation @ 25°C (Note 8)	
J Package	1520 mW
E Package	2000 mW

Short Circuit Duration, $D_{OUT}$	Continuous
Storage Temp. Range	-65°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 4 sec.)	+280°C
ESD Rating (HMB, 1.5 k $\Omega$ , 100 pF)	$\geq 2.5$ kV

**Recommended Operating Conditions**

	Min	Max	Units
Supply Voltage, $V_{CC}$	4.5	5.5	V
Operating Free Air Temp. ( $T_A$ )	-55	+125	°C
DS14C232			

**Electrical Characteristics** Over recommended operating conditions, unless otherwise specified (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
<b>DEVICE CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>					
$I_{CC}$	Supply ( $V_{CC}$ ) Current	No Load		8.0	mA
<b>DRIVER CHARACTERISTICS</b>					
$V_{IH}$	High Level Input Voltage		2		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage			0.8	V
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} \geq 2.0V$		100	$\mu$ A
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} = 0V$		100	$\mu$ A
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$R_L = 3$ k $\Omega$	5.0		V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$R_L = 3$ k $\Omega$		-5.0	V
$I_{OS+}$	Output High Short Circuit Current	$V_O = 0V$	(Note 3)	-25	mA
$I_{OS-}$	Output Low Short Circuit Current	$V_O = 0V$		25	mA
$R_O$	Output Resistance	$-2V \leq V_O \leq +2V, T_A = 25^\circ C, V_{CC} = 0V = GND$	300		$\Omega$
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>					
$V_{TH}$	Input High Threshold Voltage			3.0	V
$V_{TL}$	Input Low Threshold Voltage		0.2		V
$V_{HY}$	Hysteresis	$T_A = 25^\circ C, +125^\circ C$	0.1	1.0	V
		$T_A = -55^\circ C$	0.05	1.0	V
$R_{IN}$	Input Resistance	$V_{IN} = \pm 3V$ and $\pm 15V, T_A = 25^\circ C$	3.0	7.0	k $\Omega$
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$I_O = -3.2$ mA	3.5		V
		$I_O = -20$ $\mu$ A	4.0		V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$I_O = +3.2$ mA		0.4	V

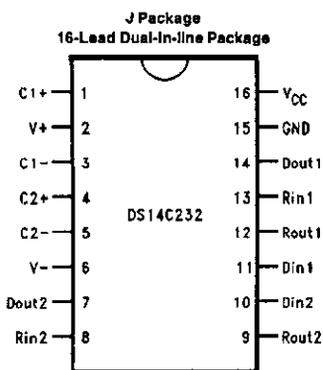
**MIL-STD-883C**

**Switching Characteristics** Over recommended operating conditions, unless otherwise specified.

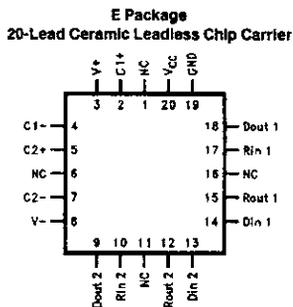
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
<b>DRIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 μF)</b>					
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	$R_L = 3\text{ k}\Omega, C_L = 50\text{ pF}$		4.0	$\mu\text{s}$
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low			4.0	$\mu\text{s}$
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $			1.0	$\mu\text{s}$
SR1	Output Slew Rate	$R_L = 3\text{ k}\Omega\text{ to }7\text{ k}\Omega, C_L = 2500\text{ pF}$ (Note 7)	1.5	30	V/ $\mu\text{s}$
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 μF)</b>					
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	Input Pulse Width > 10 $\mu\text{s}$		8.0	$\mu\text{s}$
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low	$C_L = 50\text{ pF}$		8.0	$\mu\text{s}$
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $	(Figures 3 and 4)		2.0	$\mu\text{s}$

Note 8: Ratings apply to ambient temperature at +25°C. Above this temperature derate: J Package 12.2 mW/°C and E Package 13.3 mW/°C.

**Connection Diagrams (Continued)**



TL/F/10744-1



TL/F/10744-10

For Complete Military 883 Specifications  
See RETS Data Sheet.  
Order Number DS14C232J/883 or DS14C232E/883  
See NS Package Number E20A or J18A

Parameter Measurement Information

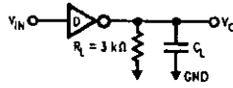


FIGURE 1. Driver Load Circuit

TL/F/10744-3

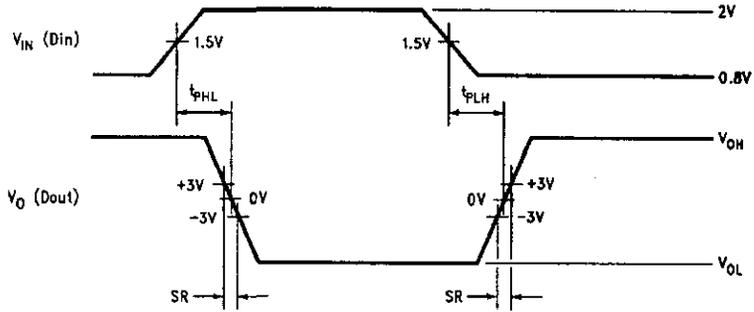


FIGURE 2. Driver Switching Waveform

TL/F/10744-4

**Parameter Measurement Information** (Continued)

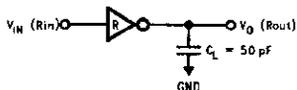


FIGURE 3. Receiver Load Circuit

TL/F/10744-5

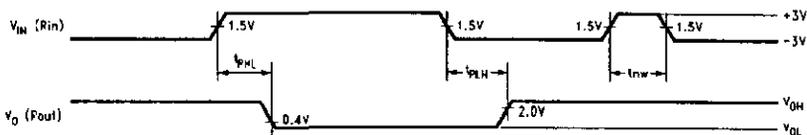


FIGURE 4. Receiver Propagation Delays and Noise Rejection (Note 4)

TL/F/10744-6

**Pin Descriptions**

**V<sub>CC</sub>** (Pin 16)

Power supply pin for the device, +5V (±10%).

**V<sub>+</sub>** (Pin 2)

Positive supply for TIA/EIA-232-E drivers. Recommended external capacitor: C4-1.0 μF (6.3V). Capacitor value should be larger than 1 μF. This supply is not intended to be loaded externally.

**V<sub>-</sub>** (Pin 6)

Negative supply for TIA/EIA-232-E drivers. Recommended external capacitor: C3-1.0 μF (16V). Capacitor value should be larger than 1 μF. This supply is not intended to be loaded externally.

**C1+, C1-** (Pins 1, 3)

External capacitor connection pins. Recommended capacitor: 1.0 μF (6.3V). Capacitor value should be larger than 1 μF.

**C2+, C2-** (Pins 4, 5)

External capacitor connection pins. Recommended capacitor: 1.0 μF (16V). Capacitor value should be greater than 1 μF.

**D<sub>IN1</sub>, D<sub>IN2</sub>** (Pins 11, 10)

Driver input pins are TTL/CMOS compatible. Inputs of unused drivers may be left open, an internal active pull-up resistor (500 kΩ minimum, typically 5 MΩ) pulls input HIGH. Output will be LOW for open inputs.

**D<sub>OUT1</sub>, D<sub>OUT2</sub>** (Pins 14, 7)

Driver output pins conform to TIA/EIA-232-E levels.

**R<sub>IN1</sub>, R<sub>IN2</sub>** (Pins 13, 8)

Receiver input pins accept TIA/EIA-232-E input voltages (±25V). Receivers feature a noise filter and guaranteed hysteresis of 100 mV. Unused receiver input pins may be left open. Internal input resistor 4.7 kΩ pulls input low, providing a failsafe high output.

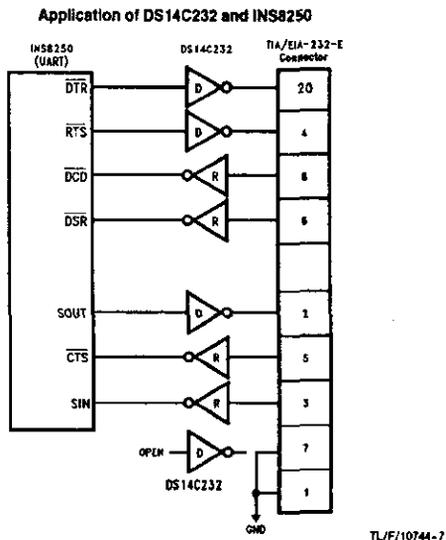
**R<sub>OUT1</sub>, R<sub>OUT2</sub>** (Pins 12, 9)

Receiver output pins are TTL/CMOS compatible. Receiver output HIGH voltage is specified for both CMOS and TTL load conditions.

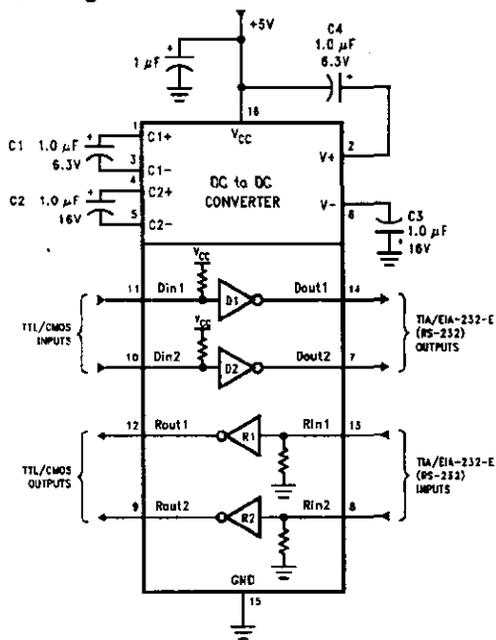
**GND** (Pin 15)

Ground Pin.

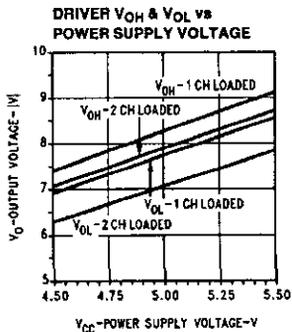
Typical Application Information



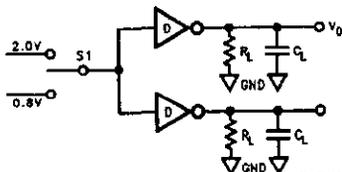
Typical Connection Diagram



Typical Performance Characteristics

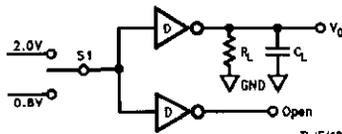


TL/F/10744-11



TL/F/10744-12

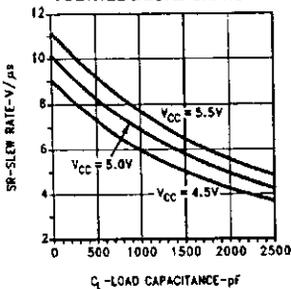
$V_{CC} = 5.0V$ ,  $R_L = 3\text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 15\text{ pF}$  (includes jig and probe capacitance),  $C_p = 1\text{ pF}$



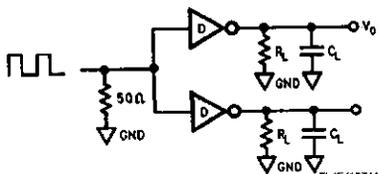
TL/F/10744-13

S1	$V_O$
2.0V	$V_{OL}$
0.8V	$V_{OH}$

**DRIVER SLEW RATE vs POWER SUPPLY VOLTAGE & LOAD CAPACITANCE**



TL/F/10744-14



TL/F/10744-15

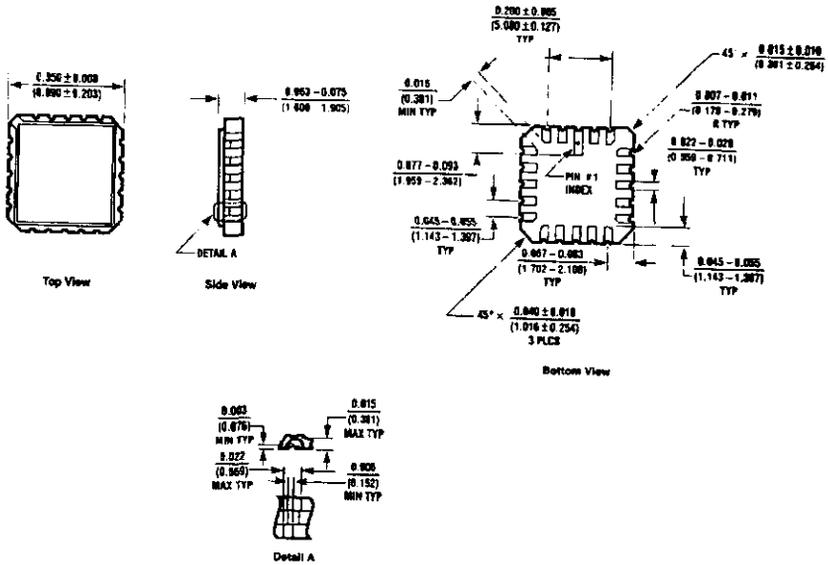
$T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ,  $C_p = 1\text{ pF}$ ,  $f = 30\text{ KHz}$



TL/F/10744-16

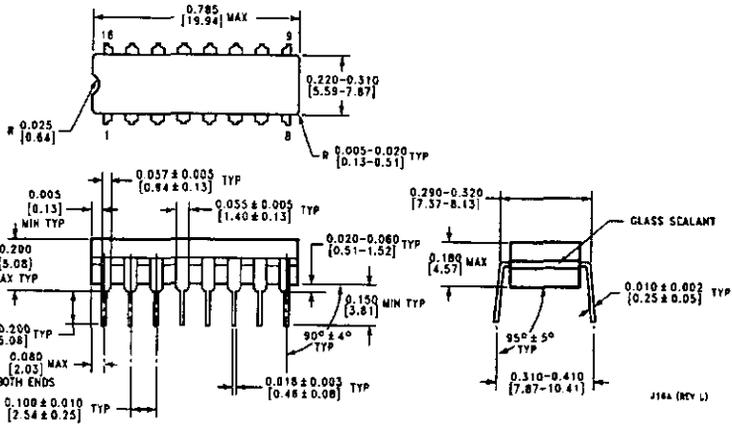
SR =  $6V/t_{11}$  or  $6V/t_{12}$ , whichever is greater.

**Physical Dimensions** inches (millimeters)



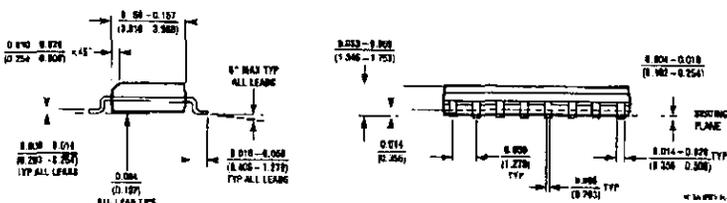
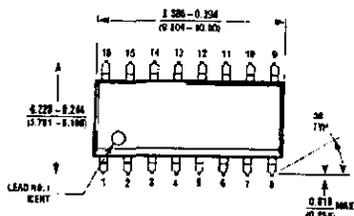
Order Number DS14C232E/883  
NS Package Number E20A

DS14C232E

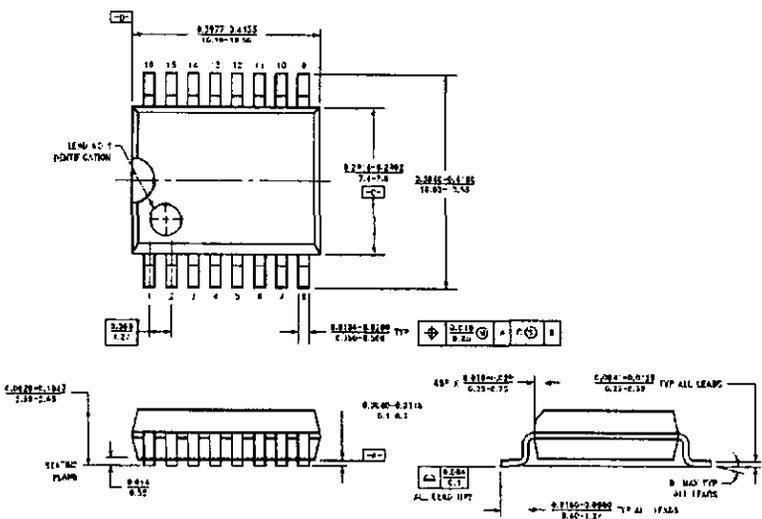


Order Number DS14C232J/883  
NS Package Number J16A

**Physical Dimensions** inches (millimeters) (Continued)



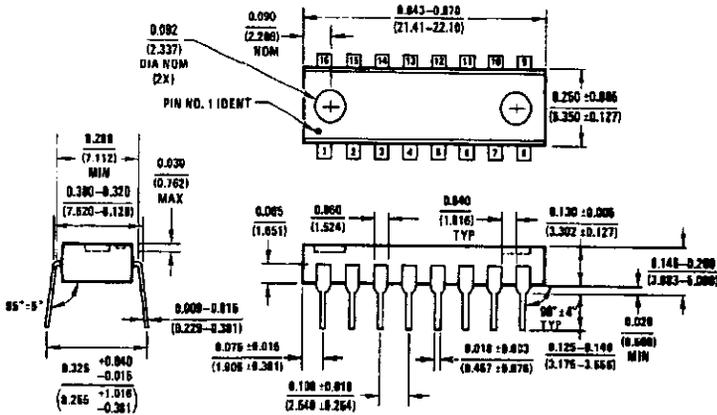
Order Number DS14C232CM or DS14C232TM  
NS Package Number M16



Order Number DS14C232CWM or DS14C232TWM  
NS Package Number M16B

DS14C232 Low Power + 5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Order Number DS14C232CN or DS14C232TN  
NS Package Number N16A

NS16A16VE

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**N** National Semiconductor Corporation  
1111 West Berdin Road  
Arlington, TX 76017  
Tel: 1(800) 272-9959  
Fax: 1(800) 737-7018  
<http://www.national.com>

National Semiconductor Europe  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
E-mail: [europe.support@nec.com](mailto:europe.support@nec.com)  
Deutsch: Tel: +49 (0) 180-530 85 85  
English: Tel: +49 (0) 180-532 78 32  
Français: Tel: +49 (0) 180-532 83 56  
Italiano: Tel: +49 (0) 180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.  
13th Floor, Straits Block,  
Ocean Centre, 5 Canton Rd.  
Tsimshatsui, Kowloon  
Hong Kong  
Tel: (852) 2737-1800  
Fax: (852) 2736-9980

National Semiconductor Japan Ltd.  
Tel: 81-043-298-2308  
Fax: 81-043-298-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, or on other patent licenses are applied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

# Apéndice H

## Programa bomba en lenguaje C

Nota: este programa únicamente incluye algunas de las rutinas del programa y no su totalidad, debido a la amplia extensión del mismo.

```
//PROGRAMA BOMBA

#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <dos.h>
#include <bios.h>
#include "serialc.h"
#include <fcntl.h>

#include <string.h>
#include <io.h>
#include <sys\stat.h>
#include <math.h>
#include <dir.h>
#pragma intrinsic (inp, outp /*habilitar, desabilitar*/)
```

```

/*-----definición de variables-----*/

#define ESPERA          7500L           // .2s
#define ESPERAK        /*30000000L*/   150000L
#define NUM_BOMBAS     48
#define NUM_PRODUCTOS  3
#pragma pack(1)
static COM com_ch;
unsigned char estado_bomba[(NUM_BOMBAS*20)+20];
unsigned char resp_kefal[15];
unsigned int no_responde[2*NUM_BOMBAS+1];
unsigned int tiempo_cancela_venta=30;
unsigned int apuntador_fin_cola=0;
unsigned int apuntador_ini_cola=0;
unsigned int ultimo_recibido[15];
unsigned int ultimo_transmitido[15];
unsigned int cola_kefal_salida[3*NUM_BOMBAS*20];
unsigned int inicializando=2;

long int no_levanta[NUM_BOMBAS+2];

unsigned char recepcion[1000];
unsigned char recepcion2[1000];
unsigned char recepcion3[1000];
unsigned char recepcion4[1000];
unsigned int apuntador_recepcion=0;
unsigned int apuntador_recepcion2=0;
unsigned int apuntador_recepcion3=0;
unsigned int apuntador_recepcion4=0;
unsigned int tempo=0;
unsigned int tempo2=0;
unsigned int comando=0;
unsigned int interno=0;
unsigned int bomba=0;
unsigned int num_bombas=0;
unsigned int sig_bomba=0;
unsigned int kefal=0;
unsigned char flujo_lento[NUM_BOMBAS+1];
unsigned int recios[(NUM_PRODUCTOS*NUM_BOMBAS)+(3*NUM_PRODUCTOS)];
//char archivo[25];
//char archivo_inicia[25]= "inibomba.ini" ;
int inibomba;

struct time ti;

/*-----Parámetros de los puertos serie-----*/

int port_addr[6] = {0, COM1, COM2, COM3, COM4, 0};
int port_int[6] = {0, IRQ4, IRQ3, IRQ1, IRQ6, 0};

```

```

/*-----Prototipos-----*/

static void interrupt far comint(void); /* int rutina*/
static void interrupt far comint2(void); /* int rutina */
static void interrupt far comint3(void); /* int rutina */
static void interrupt far comint4(void); /* int rutina */

/*-----Prototipos para subfunciones de interrupción-----*/

static void irs232(int base);           //cambio de línea
static void itxrdy(int base);           //tx intr 1
static void irxrdy(int base);           //rs intr 2
static void iserr(int base);            //paro en error 3

static void irs2322(int base);          //cambio de línea
static void itxrdy2(int base);          //tx intr 1
static void irxrdy2(int base);          //rs intr 2
static void iserr2(int base);           //break or error 3
static void irs2323(int base);          //ctl line change
static void itxrdy3(int base);          //tx intr 1
static void irxrdy3(int base);          //rs intr 2
static void iserr3(int base);           //paro en error 3
static void irs2324(int base);          //cambio de línea
static void itxrdy4(int base);          //tx intr 1
static void irxrdy4(int base);          //rs intr 2
static void iserr4(int base);           //paro en error 3

char ser_mode(int sel, long baud,char char_len,
               char num_stops,char parity);
char ser_mode2(int sel, long baud,char char_len,
               char num_stops,char parity);
char ser_mode3(int sel, long baud,char char_len,
               char num_stops,char parity);
char ser_mode4(int sel, long baud,char char_len,
               char num_stops,char parity);
//int ser_stat(COM_STAT* st);

//-----Prototipos de archivos-----

//void nombre_archivo(void);
int manda(unsigned char bomba,unsigned char comando);
int avisa_bomba_mal(void);
int recibe_resp(unsigned char comando);
int inicia_estado(void);
int saca_chksum(int);
unsigned int lee_uart(unsigned int bytes_rx);
unsigned int lee_uart2(unsigned int bytes_rx);
int busca_num_bomba(void);
int ini_modelo_bomba(void);
int lee_kefal(void);
unsigned char regresa_estado(unsigned char estado);
int actualiza_arch_ini(void);

```

```

int manda_kefal(unsigned int bytes_k);
int manda_resp_kefal(void);
int elige_preg(void);
int manguera_sin_levantar(int);
int mete_cola(unsigned int bomba, unsigned int accion);
int saca_de_cola(void);
int compara_ultima_tx(void);
int encapsula_tx(void);
int encapsula_vacio(void);
int encap_error(void);
int actualiza_ultimo_rx_tx(void);
int cola_vacia(void);
int corre_ap_fin_cola(void);

// Para iniciar estados //
outp(0xe5, (inportb(0xe5)|0x80));

inicia_estado();

for(;;)
{
    if((bioskey(1))                // PREGUNTA SI SE TECLEO
        {                          // ALGO
            tmp = (char)(bioskey(0));
            if(tmp !=0)             // SI SE TECLEO
            {
                putchar(tmp);
                if(tmp == '\x1b')break //SI ES 'ESC' SALE
            }
        }
    else{
        {
            if(!inicializando){
                if( bomba >= num_bombas){bomba=0;if(kefal)lee_kefal();}
                {
                    if(no_responde[2*bomba+1]){
                        no_responde[2*bomba+1]--;
                        if((no_responde[2*bomba+1])==0)
                            no_responde[2*bomba]=0;
                        sig_bomba=1;
                    }
                }
                else{
                    elige_preg();
                    manda(bomba,comando);
                    recibe_resp(comando);
                }
            }
            if (sig_bomba) {bomba++;sig_bomba=0;}
            else;
        }
    }
}

```

```

        }
        else {if(kefal)lee_kefal();}
    }
}
int_nva=inp(LINESTAT);
if(int_ant!=int_nva) int_ant=int_nva;

int_nva=inp(COM2+5);
if(int_ant!=int_nva) int_ant=int_nva;

int_nva=inp(0x2fa);
if(int_ant!=int_nva) int_ant=int_nva;

int_nva=inp(0x2f9);
if(int_ant!=int_nva) int_ant=int_nva;

}

clr_int(PORT);
clr_int2(2);

exit (com_ch.fifo);
return(0);
}
case 0:{switch( (int)estado_bomba[18*bomba+16] ){
    case 0:{estado_bomba[18*bomba+2]=101;
        }break;
    case 1:{estado_bomba[18*bomba+2]=110; }break; //Cambio
                                                //de precio

    case 2:{estado_bomba[18*bomba+2]=120; }break //Venta

    case 3:{estado_bomba[18*bomba+2]=130; }break; //Paro de
                                                //emergencia

    case 4:{estado_bomba[18*bomba+2]=140; }break; //Solicitud
                                                //de estado

    case 5:{estado_bomba[18*bomba+2]=150; }break; //Cancelar
                                                //venta

    case 6:{estado_bomba[18*bomba+2]=160; }break; //inicializar
                                                // bombas

        }
        comando=162;
        sig_bomba=1;
        break;}
    case 101:{estado_bomba[18*bomba+2]=0;
        comando=161;
        sig_bomba=1;

if(estado_bomba[18*bomba+9]==47)estado_bomba[18*bomba+2]=160;
        }break;

```

```

case 102:break;
case 110:{if(estado_bomba[18*bomba+9]==32)           // cambio de
                                                // precio
        {estado_bomba[18*bomba+2]=111;
          comando=166;}
        else{
          if(estado_bomba[18*bomba+9]==47){
            estado_bomba[18*bomba+2]=162;
            comando=166;
            sig_bomba=1;
          }
          else
          {
            estado_bomba[18*bomba+2]=110;
            comando=162;
            sig_bomba=1;
          }
        }
        }break;
        case
111:{if((estado_bomba[18*bomba+9]==32)|| (estado_bomba[18*bomba+9]=
=47))
        {estado_bomba[18*bomba+2]=0;
          comando=162;
          mete_cola(bomba,111);

if(estado_bomba[18*bomba+16]==1)estado_bomba[18*bomba+16]=0;
        else;
        }
        else{estado_bomba[18*bomba+2]=100;
          comando=162;}
        sig_bomba=1;
        }break;
        case 120:{if(estado_bomba[18*bomba+9]==160)           //Venta
        {
          estado_bomba[18*bomba+2]=122;
          comando=162;
          manguera_sin_levantar(0);
        }
        else{
          if(estado_bomba[18*bomba+9]==47){
            estado_bomba[18*bomba+2]=160;
            comando=166;
            sig_bomba=1;
          }
          else
          {
            estado_bomba[18*bomba+2]=120;
            comando=162;
            manguera_sin_levantar(1);
            sig_bomba=1;
          }
        }

```

```
    }
    }
    }break;
case
121: {if (estado_bomba[18*bomba+9]==estado_bomba[18*bomba+1])//no
//entra en secuencia
    {estado_bomba[18*bomba+2]=123;
    comando=163;}
    else {estado_bomba[18*bomba+2]=120;
    comando=162;
    sig_bomba=1;
    }
    }break;
case 122: {if (estado_bomba[18*bomba+9]==160)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=123;
    (gotoxy(2*bomba+2,3);putch('X'));}
    comando=166;}
    else {estado_bomba[18*bomba+2]=120;
    comando=162;
    sig_bomba=1;
    }
    }break;
case 123: {if (estado_bomba[18*bomba+9]==160)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=128;
    comando=165;}
    else {estado_bomba[18*bomba+2]=120;
    comando=162;
    sig_bomba=1;
    }
    }break;
case 128: {switch ((int)(estado_bomba[18*bomba+9])) {
    case 144: {
        {estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        (gotoxy(2*bomba+2,4);putch('X'));}
        comando=162;
        sig_bomba=1;}
        }break;
    case 160: {
        {estado_bomba[18*bomba+2]=128;
        comando=162;
        sig_bomba=1;}
        }break;
    case 208: {
        estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        comando=161;
        sig_bomba=1;
        }
        break;
    case 240: {estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        comando=161;
        sig_bomba=1;
        }break;
```

```

case 212:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=161;
sig_bomba=1;
}break;
case 149:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=169;
sig_bomba=1;
}break;
case 47:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=161;
sig_bomba=1;
}break;
case 152:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=161;
sig_bomba=1;
}break;
case 32 :{estado_bomba[18*bomba+2]=123;
comando=161;
sig_bomba=1;
}break;
default :{
gotoxy(2*bomba+2,20);putch('s');}

gotoxy(2*bomba+2,21);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+9]/10
0)));
putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+9]%100)/10)));
putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+9]%100)%10))));
gotoxy(2*bomba+2,22);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+2]/10
0)));
putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+2]%100)/10)));
putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+2]%100)%10))));
estado_bomba[18*bomba+2]=123;
comando=162;
sig_bomba=1;
interno=0;}
}break;
}
}sig_bomba=1;break;
case 124:{switch ((int)(estado_bomba[18*bomba+9])){
case 144:{
{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
gotoxy(2*bomba+2,4);putch('X');}
comando=162;
sig_bomba=1;}
}break;
case 160:{
{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=162;
sig_bomba=1;}
}break;
case 208:{
estado_bomba[18*bomba+2]=125;

```

```

        comando=161;
        sig_bomba=1;
    }
    break;
case 240: {estado_bomba[18*bomba+2]=125;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }break;
case 212: {estado_bomba[18*bomba+2]=125;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }break;
case 149: {estado_bomba[18*bomba+2]=124;
    comando=169;
    sig_bomba=1;
    }break;
case 47: {estado_bomba[18*bomba+2]=125;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }break;
case 152: {estado_bomba[18*bomba+2]=125;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }break;
case 32 : {estado_bomba[18*bomba+2]=125;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }break;
default : {
    gotoxy(2*bomba+2,20);putch('s');}

gotoxy(2*bomba+2,21);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+9]/10
0)));

putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+9]%100)/10)));

putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+9]%100)%10))));

gotoxy(2*bomba+2,22);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+2]/10
0)));

putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+2]%100)/10)));

putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+2]%100)%10))));
    {estado_bomba[18*bomba+2]=124;
    comando=162;
    sig_bomba=1;
    }break;
}
}sig_bomba=1;break;
case 125: {switch ((int)(estado_bomba[18*bomba+9])){
    case 144: {

```

```
        estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        comando=162;}
        break;
case 208:{
    (gotoxy(2*bomba+2,5);putch('X'));
    estado_bomba[18*bomba+2]=124;
    comando=162;}
    break;
case 240:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
(gotoxy(2*bomba+2,6);putch('X'));
comando=162;
}break;
case 212:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
(gotoxy(2*bomba+2,7);putch('X'));
comando=162;
}break;
case 149:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
(gotoxy(2*bomba+2,8);putch('X'));
comando=169;
}break;
case 152:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=162;
}break;
case 47:{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
comando=162;
}break;
case 32 :{estado_bomba[18*bomba+2]=127;
(gotoxy(2*bomba+2,2);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,3);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,4);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,5);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,6);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,7);putch(' ');
gotoxy(2*bomba+2,8);putch(' ');
}
comando=161;
}break;
default :(
    gotoxy(2*bomba+2,20);putch('s'););

gotoxy(2*bomba+2,21);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+9]/10
0)));

putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+9]%100)/10)));

putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+9]%100)%10))));

gotoxy(2*bomba+2,22);putch((char)('0'+(estado_bomba[18*bomba+2]/10
0)));

putch((char)('0'+((estado_bomba[18*bomba+2]%100)/10)));
```

```
putch((char)('0'+(((estado_bomba[18*bomba+2]%100)%10))));
        estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        comando=162;
        }break;
    }
    sig_bomba=1;
    }break;
case 126: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==32)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=127;
    comando=162;}
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=24;
    comando=162;}
    sig_bomba=1;
    }break;
case 127: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==32)
    {
        estado_bomba[18*bomba+2]=0;
        comando=162;
        mete_cola(bomba,127);
gotoxy(2*bomba+2,16);
putch((char)('0'+ ((estado_bomba[18*bomba+14] & 0xf0)>>4))) ;
putch((char)('0'+ (estado_bomba[18*bomba+14]&0x0f) ));
putch((char)('0'+ ((estado_bomba[18*bomba+13] & 0xf0)>>4))) ;
putch((char)('0'+ (estado_bomba[18*bomba+13]&0x0f) ));
        if(estado_bomba[18*bomba+16]==2)estado_bomba[18*bomba+16]=0;
        else;
        }
        else{estado_bomba[18*bomba+2]=124;
        comando=162;}
        sig_bomba=1;
        }break;
case 130: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==240) //paro emergencia
    {estado_bomba[18*bomba+2]=131;
    comando=163;}
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=131;
    comando=163;}
    }break;
case 131: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==152)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=132;
    comando=161;
    }
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=100;
    comando=161;
    sig_bomba=1;
    }
    }break;
case 132: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==152)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=100;
    comando=162;
    sig_bomba=1;
    mete_cola(bomba,132);
```

```

if (estado_bomba[18*bomba+16]==3) estado_bomba[18*bomba+16]=0;
    else;
    }
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=100;
        comando=162;}
        sig_bomba=1;
        mete_cola(bomba, 132);

if (estado_bomba[18*bomba+16]==3) estado_bomba[18*bomba+16]=0;
    else;
    }break;
    case 150: {if (estado_bomba[18*bomba+9]==32) //CANCELAR VENTA
        {estado_bomba[18*bomba+2]=100;
        comando=162;
        mete_cola(bomba, 150);

if (estado_bomba[18*bomba+16]==2) estado_bomba[18*bomba+16]=0;
    else;
    }
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=100;
        comando=162;
        }
        sig_bomba=1;
        }break;
        case 160: {if (estado_bomba[18*bomba+9]==47) //inicializa bomba
            {
            no_responde[2*bomba]=0;
            no_responde[2*bomba+1]=0;
            estado_bomba[18*bomba+2]=163;
            comando=160;
            }
            else{
            {
            comando=162;
            sig_bomba=1;
            if (estado_bomba[18*bomba+9]==32)
            {
            mete_cola(bomba, 165);
            estado_bomba[18*bomba+2]=100;
            }
            else
            {
            gotoxy(2*bomba+2, 20);putch('i');
            gotoxy(2*bomba+2, 21);putch((char) ('0'+(estado_bomba[18*bomba+9]/10
            0)));
            putch((char) ('0'+((estado_bomba[18*bomba+9]%100)/10)));
            putch((char) ('0'+(((estado_bomba[18*bomba+9]%100)%10))));
            gotoxy(2*bomba+2, 22);putch((char) ('0'+(estado_bomba[18*bomba+2]/10
            0)));
            putch((char) ('0'+((estado_bomba[18*bomba+2]%100)/10)));
            putch((char) ('0'+(((estado_bomba[18*bomba+2]%100)%10))));

```

```
    }
//    mete_cola(bomba,160); // para ver si entra, fecha
    estado_bomba[18*bomba+2]=160; //que mande un 1
}

if(estado_bomba[18*bomba+16]==6) estado_bomba[18*bomba+16]=0;
    else;
}
}
}break;
case 161: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==150)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=162;
    comando=163;
    }
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=160;
    comando=162;}
}break;
case 162: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==176)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=163;
    comando=163;}
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=160;
    comando=160;
    }
}break;
case 163: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==153)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=165;
    comando=166;}
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=160;
    comando=160;
    sig_bomba=1;
    }
}break;
case 164: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==62)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=165;
    comando=163;}
    else{estado_bomba[18*bomba+2]=160;
    comando=160;
    sig_bomba=1;
    }
}break;
case 165: {if(estado_bomba[18*bomba+9]==153)
    {estado_bomba[18*bomba+2]=0;
    comando=162;
    {mete_cola(bomba,165);
    }
}

if(estado_bomba[18*bomba+16]==6) estado_bomba[18*bomba+16]=0;
    else;
}
else
{estado_bomba[18*bomba+2]=160;
comando=160;
```

```

    }
    sig_bomba=1;
    }break;
}
return(0);
}

```

```

int manguera_sin_levantar(int pasa){
if(pasa==0){
    no_levanta[bomba]=0;
}
else
    { //los 500 es el numero de veces que espera para reactivar bomba
    if((no_levanta[bomba]++) >= (long
int)(tiempo_cancela_venta*(10) ) ){ //para poner a tiempo
        no_levanta[bomba]=0;
if(estado_bomba[18*bomba+16]==2)estado_bomba[18*bomba+16]=0;
        else;
        }break;
        case 120:(estado_bomba[18*bomba+2]=0;
        mete_cola(bomba,150);

if(estado_bomba[18*bomba+16]==2)estado_bomba[18*bomba+16]=0;
        else;
        }break;
        }
        comando=162;
    }
    else{}
    }
return(0);
}

```

```

int manda(unsigned char bomba,unsigned char comando){
unsigned char manda[50];
unsigned char mandademas[50];
int contador=0;
int bytes_tx;
mandademas[0]=239;
mandademas[1]=16;
mandademas[2]=160;
mandademas[3]=95;
manda[0]=(unsigned char)(239+estado_bomba[18*bomba+0]);
manda[1]=(unsigned char)(0xff^manda[0]);
manda[2]=comando;
manda[3]=(unsigned char)(255-comando);
switch (comando) {

```

```

case 160: bytes_tx=4;break;
case 161:{
    if(interno==1){
        bytes_tx=4;
        manda[0]=(unsigned char)(0xbf+estado_bomba[18*bomba+0]);
        manda[1]=(unsigned char)(0xff^manda[0]);
    }
    else{
        bytes_tx=4;
    }
    }break;
case 162: {
    if(interno==1){
        bytes_tx=4;
        manda[0]=(unsigned char)(0xbf+estado_bomba[18*bomba+0]);
        manda[1]=(unsigned char)(0xff^manda[0]);
    }
    else{
        bytes_tx=4;
    }
    }break;
case 163: {
    if(interno==1){
        bytes_tx=36;
        manda[0]=(unsigned char)(0xbf+estado_bomba[18*bomba+0]);
        manda[1]=(unsigned char)(0xff^manda[0]);
        manda[8]=manda[4]=(unsignedchar)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba]&0xf00)>>8);
        manda[9]=manda[5]=(unsigned char)(0xff^manda[4]);
        manda[10]=manda[6]=(unsignedchar)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba]&0xff));
        manda[11]=manda[7]=(unsigned char)(0xff^manda[6]);
        manda[32]=manda[28]=manda[24]=manda[20]=manda[16]=manda[12]=(unsigned char)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba+1]&0xff00)>>8);
        manda[33]=manda[29]=manda[25]=manda[21]=manda[17]=manda[13]=(unsigned char)(0xff^manda[12]);
        manda[34]=manda[30]=manda[26]=manda[22]=manda[18]=manda[14]=(unsigned char)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba+1]&0xff));
        manda[35]=manda[31]=manda[27]=manda[23]=manda[19]=manda[15]=(unsignedchar)(0xff^manda[14]);
    }
    else{bytes_tx=4;}
    }break;
case 164: break;
case 165: {
    bytes_tx=22;
    manda[4]=(unsigned char)flujo_lento[bomba];
    manda[5]=(unsigned char)(0xff^manda[4]);
    manda[8]=(unsignedchar)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba+estado_bomba[18*bomba+1]-1]&0xff00)>>8);
    manda[9]=(unsigned char)(0xff^manda[8]);

```

```

manda[6]=(unsigned char)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba
+estado_bomba[18*bomba+1]-1]&0xff));
manda[7]=(unsigned char)(0xff^manda[6]);
manda[10]=estado_bomba[18*bomba+6];
manda[11]=(unsigned char)(0xff^manda[10]);
manda[12]=estado_bomba[18*bomba+7];
manda[13]=(unsigned char)(0xff^manda[12]);
manda[14]=estado_bomba[18*bomba+8];
manda[15]=(unsigned char)(0xff^manda[14]);
manda[16]=estado_bomba[18*bomba+3];
manda[17]=(unsigned char)(0xff^manda[16]);
manda[18]=estado_bomba[18*bomba+4];
manda[19]=(unsigned char)(0xff^manda[18]);
manda[20]=estado_bomba[18*bomba+5];
manda[21]=(unsigned char)(0xff^manda[20]);
    }
    break;
    case 166: {bytes_tx=20;
manda[4]=(precios[NUM_PRODUCTOS*bomba]&0xff);
manda[5]=(unsigned char)(0xff^manda[4]);
manda[6]=(unsigned char)((precios[NUM_PRODUCTOS*bomba]&0xff00)>>8);
manda[7]=(unsigned char)(0xff^manda[6]);
manda[8]=255;
manda[9]=0;
manda[10]=255;
manda[11]=0;
manda[12]=255;
manda[13]=0;
manda[14]=255;
manda[15]=0;
manda[16]=255;
manda[17]=0;
manda[18]=255;
manda[19]=0;
    }
    break;
    case 167: break;
    case 168: break;
    case 169: {
        bytes_tx=4;
    }break;
}
contador=0;
switch(((int)estado_bomba[18*bomba+17])){//según el grupo es la
// salida
case 1: {
    while(contador<4){
        if(inp(COM3+5) & 0x20){
            outp(COM3, mandademas[contador++]);
        }
    }
    contador=0;
}

```

```
while(contador<4){
  if(inp(COM4+5) & 0x20){
    outp(COM4, mandademas[contador++]);
  }
}
contador=0;
while(contador<bytes_tx){
  if(inp(COM1+5) & 0x20){
    outp(COM1, manda[contador++]);
  }
}
disable();
if(apuntador_recepcion >= 900)
{tempo=apuntador_recepcion=0;}
else tempo=apuntador_recepcion;
enable();
}break;
case 2:{
  while(contador<4){
    if(inp(COM1+5) & 0x20){
      outp(COM1, mandademas[contador++]);
    }
  }
  contador=0;
  while(contador<4){
    if(inp(COM4+5) & 0x20){
      outp(COM4, mandademas[contador++]);
    }
  }
  contador=0;
  while(contador<bytes_tx){
    if(inp(COM3+5) & 0x20){
      outp(COM3, manda[contador++]);
    }
  }
  disable();
  if(apuntador_recepcion3 >= 900)
{tempo=apuntador_recepcion3=0;}
else tempo=apuntador_recepcion3;
enable();
}break;
case 3:{
  while(contador<4){
    if(inp(COM1+5) & 0x20){
      outp(COM1, mandademas[contador++]);
    }
  }
  contador=0;
  while(contador<4){
    if(inp(COM3+5) & 0x20){
      outp(COM3, mandademas[contador++]);
    }
  }
}
```

```
    }  
  }  
  contador=0;  
  while(contador<bytes_tx){  
    if(inp(COM4+5) & 0x20){  
      outp(COM4, manda[contador++]);  
    }  
  }  
  disable();  
  if(apuntador_recepcion4 >= 900)  
{tempo=apuntador_recepcion4=0;}  
  else tempo=apuntador_recepcion4;  
  enable();  
  }break;  
}  
return(0);
```