

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

**“CONTROL DE MOTORES A TRAVES DE  
UN PROGRAMA CLIENTE SERVIDOR”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

PRESENTA:

**OMAR PELAEZ GARCIA**

ASESOR: **ING. MARCELO BASTIDA TAPIA**

CUAUTITLAN IZCALLI; ESTADO DE MEXICO 2005

**m.340559**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Control de motores a través de un programa cliente servidor.

que presenta el pasante: Omar Peláez García  
con número de cuenta: 9232599-1 para obtener el título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 6 de Octubre de 2004

PRESIDENTE	<u>Ing. Nicolás Calva Tapia</u>	
VOCAL	<u>Ing. Ana María Terreros de la Rosa</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Marcelo Bastida Tapia</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Albino Arteaga Escamilla</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Rodolfo López González</u>	

Dedico todo lo que este trabajo implica:

A mi MADRE, porque me ha enseñado que a pesar de los obstáculos, las metas se pueden alcanzar.

A mi HERMANO, quién me inspira y me da la fuerza de lograr que cada día sea un éxito más en mi vida.

A EVELYN, por su amor, paciencia y apoyo en todos mis proyectos. Por ayudarme a que cada uno de mis sueños se haga realidad.

A ERIK, MARIO y ALBERTO por ser como mis hermanos.

A la UNAM por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de ser mejor.

## ÍNDICE

## ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
<b>PREFACIO</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>II</b>
<b>CAPÍTULO 1 LA RED.</b>	<b>1</b>
<b>1.1 El modelo de interconexión de sistemas abiertos. (OSI, Open System Interconnection)</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet. ( TCP/IP, Transmission Control Protocol / Internet Protocol).</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Interconexión de redes.</b>	<b>6</b>
<i>1.3.1 Redes de área local (LAN, Local Area Network).</i>	<b>8</b>
<i>1.3.2 Redes virtuales de área local (VLAN, Virtual Local Area Network).</i>	<b>9</b>
<i>1.3.3 Funcionamiento de la red propuesta.</i>	<b>10</b>
<b>1.4 Ventajas del uso de una red de datos combinada a la tarjeta de control.</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2 EL CONTROL REMOTO.</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Acceso a la tarjeta de control de manera remota.</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Funcionamiento y características del programa de control remoto.</b>	<b>15</b>
<i>2.2.1 El equipo cliente.</i>	<b>15</b>
<i>2.2.2 La pantalla.</i>	<b>16</b>
<i>2.2.3 Funcionamiento de las actualizaciones.</i>	<b>17</b>
<i>2.2.4 Entrada de datos.</i>	<b>18</b>
<i>2.2.5 El servidor.</i>	<b>18</b>
<i>2.2.6 Puertos del programa de control remoto.</i>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 3 HARDWARE.</b>	<b>20</b>
<b>3.1 El motor de corriente continua.</b>	<b>21</b>
<i>3.1.1 Rotor.</i>	<b>21</b>

3.1.2 Estator.	23
3.2 El puerto de impresora de la computadora.	25
3.3 Sistemas de mando.	28
3.4 Control de velocidad.	29
3.5 Descripción del tipo de control de velocidad en este trabajo.	29
3.6 Conexión de los motores.	30
3.7 Funcionamiento de la tarjeta de control.	32
<b>CAPÍTULO 4 PROGRAMA DE CONTROL.</b>	<b>36</b>
4.1 Desarrollo del software de control.	37
4.2 Funcionamiento del software de control.	38
4.3 Función de cada una de las pestañas.	39
4.3.1 Motor 1, Motor 2 y Motor 3.	40
4.3.2 Paro.	43
4.3.3 Ejecución.	43
4.3.4 Lecturas.	44
4.3.5 Botones principales.	46
4.4 Mensajes de error.	47
<b>CAPÍTULO 5 PRUEBAS Y EVALUACIÓN.</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>APÉNDICE A PROGRAMAS USADOS.</b>	<b>59</b>
<b>APÉNDICE B LISTA DE MATERIALES, DIAGRAMAS Y NEGATIVOS DE LOS CIRCUITOS.</b>	<b>87</b>
<b>APÉNDICE C ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES.</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS.

TEMA	PÁGINA
<b>Imágenes.</b>	
Cable de par trenzado blindado (STP, Shielded Twisted Pair).	7
Cable de par trenzado sin blindaje (UTP, Unshielded Twisted Pair).	7
Esquema de conexión de red.	10
Actualizaciones de pantalla.	17
Motor de Corriente Continua.	21
Rotor de un motor de corriente continua.	22
Partes principales del estator de un motor de corriente continua.	24
Señales del conector del Bus de Datos (DB , Data Bus) 25.	26
Sistema de lazo abierto.	28
Sistema de lazo cerrado.	28
Diagrama a bloques del funcionamiento de la tarjeta de control.	35
Solicitud de contraseña.	39
Comportamiento del motor (1, 2 o 3 según sea el caso).	40
Selección del giro.	41
Selección de velocidad.	41
Teclado para asignar el tiempo de ejecución.	42
Envío de datos.	42
Paro en la ejecución de los motores.	43
Ejecución y comportamiento de los motores.	44
Lecturas en los puertos y gráfica del comportamiento del cambio de velocidad en los motores.	45
Botones principales.	46
Error de contraseña.	47



Mensaje de error por falta de datos.	47
Falta el tiempo de paro del motor.	48
Tiempo de parada general.	48

## ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

TEMA	PÁGINA
<b>Tablas</b>	
Capas del modelo OSI.	3
Descripción de capas TCP/IP.	5
Descripción de las líneas del puerto paralelo.	27
Señales en el puerto local de impresión (LPT, Local Printer Terminal) 1.	32
Señales en el puerto LPT2.	51
Valores de salida del LPT 1 convertidor a Voltaje.	52
Combinación de bits en el LPT 2.	53
Lecturas de entrada al puerto LPT1.	54
Lecturas de entrada de las velocidades de los motores.	54
Valores de salida en el LPT 1.	55
Voltajes que alimentan a los motores	55

## **PREFACIO**

## PREFACIO

Este trabajo de tesis esta dirigido a las personas interesadas en el control de dispositivos electrónicos desde la computadora y que quieran realizarlo de manera remota, utilizando un medio de comunicación, como lo es una red de computadoras.

La idea de este trabajo de tesis surge de la necesidad de administrar y controlar dispositivos electrónicos que manejan procesos, por medio de motores en este caso, existiendo la posibilidad de hacerlo con otros dispositivos como relevadores, activando y deteniendo a diferentes tipos de sistemas, con la posibilidad de monitorear el funcionamiento de estos dispositivos de manera remota, haciendo mas productivas a las empresas por las ventajas y beneficios que esto ofrece.

Para tener un entendimiento claro de este trabajo de tesis es recomendable tener conocimientos técnicos en temas como los siguientes:

- Funcionamiento de dispositivos electrónicos.
- Interpretación de diagramas electrónicos.
- Redes de computadoras.
- Programación con Visual Basic.

Los materiales utilizados son de bajo costo y comerciales, lo que lo hace mas atractivo para las pequeñas empresas.

## **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

La interacción entre computadoras y dispositivos de control brindan beneficios tecnológicos, tales como, superar la barrera de la distancia mediante la comunicación de equipos situados en lugares apartados que intercambiando datos entre si controlan interfaces que actúan sobre procesos que son llevados a cabo en lugares distantes.

Este trabajo de tesis presenta el desarrollo de un sistema en el que se combinan redes de datos con dispositivos de control electrónico por medio de un control remoto, teniendo como fin común el control de tres motores de corriente directa de magneto permanente.

Al establecer una comunicación entre computadoras a través de redes de datos se hace uso de un programa cliente/servidor para controlar remotamente a un equipo que tiene conectada una interfaz de control.

Se muestran los algoritmos de control necesarios, para que la interfaz de control tenga las características de velocidad constante, cambio de giro y paro de motores, haciendo uso de dos puertos paralelos de una computadora.

Finalmente, se ven aplicados los diseños de los circuitos de control en la implementación de una interfaz, que mediante el uso de dispositivos electrónicos ayudados por un software, tienen la función de llevar a cabo la traducción de señales de voltaje para controlar tres motores.

# **CAPÍTULO 1**

## **LA RED**

# CAPÍTULO 1

## LA RED

### 1.1 El modelo de interconexión de sistemas abiertos.

Al hablar de redes de datos, se debe hacer referencia al modelo de interconexión de sistemas abiertos, ya que, este modelo nos permite comprender cómo se establece la comunicación de datos a través de computadoras.

El modelo OSI presenta las siguientes características:

- Permite la comunicación entre sistemas desarrollados en diferentes plataformas.
- Está diseñado en siete capas, lo cual hace posible la realización de cambios en ellas sin llegar a afectar a las otras capas.
- Las siete capas del modelo OSI manejan diferentes protocolos, entendiéndose por estos como “el conjunto de reglas que permiten dar sincronía y formato para la sincronización de datos”<sup>1</sup>, los cuales desarrollan diferentes funciones.

---

<sup>1</sup>Niche networks, LLC, TCP/IP Introduction and advanced.

La tabla 1.1 muestra las siete capas del modelo OSI y describe el propósito de cada una de ellas:

Tabla 1.1 Capas del modelo OSI.

<b>Capa 7</b>	<i>Capa de Aplicación</i>	Determina que datos y aplicaciones van a interactuar con la red, es la encargada de iniciar y terminar una transmisión de datos.
<b>Capa 6</b>	<i>Capa de Presentación</i>	Asegura que los datos tengan el formato correcto para llegar al sistema destino. Asimismo, se encarga de comprimir y descomprimir los datos y, si es necesario, del encriptamiento de estos.
<b>Capa 5</b>	<i>Capa de Sesión</i>	Provee la sincronización de los datos entre el sistema origen y el sistema destino. Mantiene las sesiones abiertas el tiempo necesario para que lleguen los datos.
<b>Capa 4</b>	<i>Capa de Transporte</i>	Administra la entrega de paquetes de un punto a otro. Es la encargada de la inspección y control de errores en el flujo de datos entre los sistemas.
<b>Capa 3</b>	<i>Capa de Red</i>	Selecciona el camino más corto desde el origen hasta el destino. Asegura, también, que los datos lleguen al destino correcto.
<b>Capa 2</b>	<i>Capa de Enlace de Datos</i>	Mejora el control de flujo entre sistemas de datos y es la responsable de que los datos se hayan entregado con éxito. Esta capa puede dividir los datos en pequeñas piezas para poderlas transmitir.
<b>Capa 1</b>	<i>Capa Física</i>	Es la encargada de las características mecánicas y eléctricas entre los dispositivos que envían y el medio de transporte. Se responsabiliza de transferir físicamente los datos de un equipo a otro.

Es importante señalar que el modelo OSI no es una arquitectura, ya que, no establece reglas específicas del comportamiento de cada una de sus capas.



## **1.2 Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet.**

Una vez establecidas las características de modelo OSI, se hace referencia a TCP/IP, ya que, será el protocolo de comunicación utilizado para establecer los enlaces entre el equipo cliente y el equipo servidor.

"Las redes TCP/IP son sistemas compartidos de comunicación, lo cual quiere decir que es posible que se establezcan múltiples sesiones de comunicaciones distintas al mismo tiempo. La información transferida en cada sesión se divide y se coloca en paquetes individuales. Estos paquetes son enviados a una computadora destino y transmitidos sobre la red." <sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Cox Philip & Sheldon Tom, Windows 2000 manual de seguridad.

La tabla 1.2 describe las funciones principales de las capas de TCP/IP y una comparación con el modelo OSI <sup>2</sup>:

Tabla 1.2 Descripción de capas TCP/IP.

OSI	TCP/IP
<b>Capa de aplicación.</b>	<b>Capa de aplicación</b>
<b>Capa de presentación.</b>	Es la capa en la que el usuario interactúa con el sistema operativo accediendo a la capa de aplicación. Algunos ejemplos de programas de aplicación son: FTP, TFTP, SMTP, SNMP, NFS, Telnet.
<b>Capa de sesión.</b>	
<b>Capa de transportación.</b>	<b>Capa de transportación</b> Controla todos los aspectos del enrutamiento y la entrega de información, incluyendo la inicialización de la sesión, control de errores y revisión de la secuencia (protocolos TCP y UDP).
<b>Capa de red.</b>	<b>Capa de Internet</b> Responsable de la emisión y transmisión de información, así como, de la fragmentación y reensamblaje de paquetes (protocolo IP, IPX).
<b>Capa de enlace de datos</b>	<b>Capa de acceso a la red</b>
<b>Capa física</b>	Especifica los procedimientos para la transmisión a través de la red, incluyendo el acceso a los medios físicos (muchos protocolos que incluyen a Ethernet y FDDI).

### 1.3 Interconexión de redes.

"Una red permite que una computadora se comunice con otras y comparta sus recursos, incluyendo programas, unidades de disco e impresoras, además de permitir que los usuarios interactúen y compartan información."<sup>3</sup>

Existen diferentes formas de conectar equipos en red, algunas de ellas son las siguientes: mediante el puerto paralelo, cable coaxial y par trenzado.

Otros métodos como la fibra óptica o las conexiones inalámbricas, son costosos y su estudio es de una extensión mayor al de una tesis.

Una conexión de red por puerto paralelo para el objetivo no es útil, ya que, solo muestra el recurso compartido y no permite hacer el control remoto, además se hace uso del puerto paralelo para controlar la interfaz de control para los motores.

El cable coaxial hoy en día es poco utilizado, debido a que si un equipo o nodo en la red falla, la red completa se ve afectada.

El par trenzado presenta elementos favorables para las redes LAN actuales, por lo que es el método elegido para este trabajo de tesis. Por ello, se describen algunas características a continuación.

El cable de par trenzado es de dos tipos fundamentalmente:

- *"Par trenzado blindado:* Es un medio de cableado de dos pares recubierto por una pantalla aislante para disminuir las interferencias electromagnéticas de las señales.

---

<sup>3</sup> Stoltz Kevin, Todo acerca de las redes de computadoras.

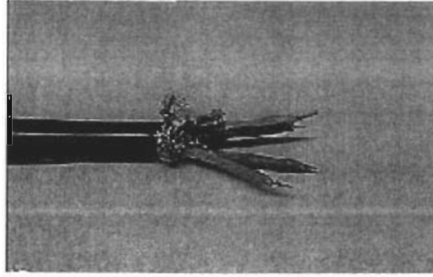


Figura 1.1 Cable de Par trenzado blindado

- *Par trenzado sin blindaje* : Es un medio de cableado de cuatro pares no recubierto con una pantalla. UTP es lo que se usa en la mayoría de las redes.”<sup>4</sup>

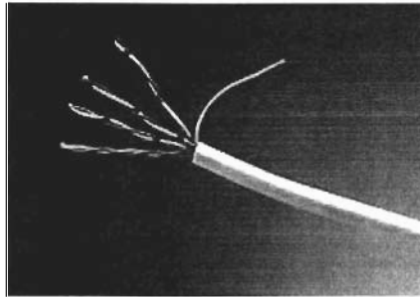


Figura 1.2 Cable de par trenzado sin blindaje

Cuanto más apretados estén los filamentos del cable de cobre, menos probable es que existan interferencias o pérdidas de señal. STP solo tiene dos pares trenzados, pero su apantallamiento lo compensa. UTP no tiene apantallamiento, pero posee otro par extra de cables.

---

<sup>4</sup> Shaughnessy Tom & Vette Toby, Manual de Cisco.

### *1.3.1 Redes de área local.*

Las redes de datos se dividen en LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network) y MAN (Metropolitan Area Network). Para fines prácticos de esta tesis, sólo se abarcarán las redes LAN.

Las redes LAN nacen del beneficio de interconectar computadoras con la finalidad de compartir información.

“Una LAN es un sistema de comunicaciones de alta velocidad que conecta microcomputadoras o PC’s que se encuentran cercanas, por lo regular dentro del mismo edificio. Una LAN consta de hardware y software, las LAN disponibles actualmente son confiables e incluyen características poderosas.”<sup>3</sup>

Antiguamente, una LAN era una red troncal que recorría todo el edificio y donde se conectaban directamente todos los equipos y dispositivos. Ahora, ese mismo edificio puede tener docenas de concentradores (se entiende como concentrador al punto donde se interconectan los equipos para comunicarse), donde los concentradores se conectan a su vez a una red troncal.

“Algunos expertos usan el término LAN, para describir vagamente una red compuesta de múltiples LAN.

Actualmente el término LAN a menudo se refiere a una colección de segmentos LAN dentro de un edificio o campus.”<sup>4</sup>

### 1.3.2 Redes virtuales de área local.

Las VLAN, aunque no son un concepto nuevo, han sido poco explotadas debido a que se necesitan equipos con características especiales, pero favorables en el desarrollo y diseño de las redes actuales.

“Una VLAN es un dominio de broadcast creado por un conjunto de switches.”<sup>5</sup>

“Dominio de broadcast es un conjunto de dispositivos que reciben tramas de difusión que son originados desde cualquiera de los dispositivos del conjunto. Estos dominios son limitados por routers ya que estos no reenvían broadcast”<sup>6</sup>

Por ejemplo, si un diseñador de redes así lo requiere, puede utilizar tres switches y tener tres dominios de broadcast ( uno para cada switch).

Otra forma es un solo switch conectado a un router y en ese switch crear diferentes dominios de broadcast. Al hacerlo de esta forma la red tiene un mejor rendimiento que se ve reflejado en la velocidad de transferencia de datos debido a que esa red es segmentada lógicamente por medio de VLAN.

Algunas ventajas de las VLAN son las siguientes:

- Mejoran la transferencia de datos.
- Ofrecen una mayor seguridad informática.
- Se tiene una mejor administración de equipos y usuarios.
- Permiten detectar fallas rápidamente.
- Trabajan con topologías escalables.
- El beneficio más grande de una VLAN, es que un usuario puede pertenecer a una segmento lógico de red sin importar el lugar físico en donde se encuentre.

---

<sup>5</sup> Odom, Wendell. Cisco CCNA.

<sup>6</sup> Academia de Networking de Cisco Systems, Guía del segundo año.

Este concepto es aplicable a este trabajo de tesis debido a que las empresas hoy en día manejan este tipo de redes, en donde la seguridad, monitoreo y puesta a punto de sus procesos, pueden ser llevados a cabo remotamente. Y si esto es combinado con dispositivos e interfaces de diferentes tipos, la puesta en marcha, el monitoreo, algunas estadísticas, etc. pueden ser obtenidas casi de inmediato.

En la Figura 1.3 se muestra un esquema de red que representa una de las formas en que puede ser combinada la red de datos de una empresa con la tarjeta de control.

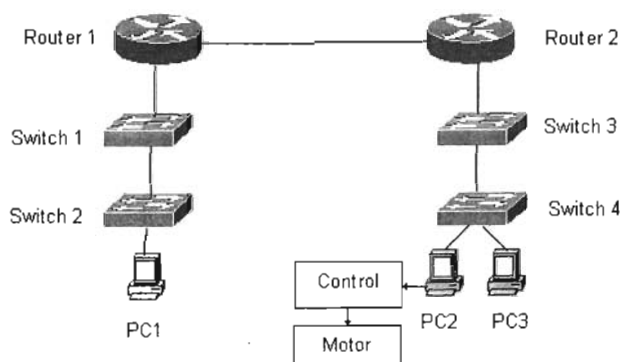


Figura 1.3 Esquema de conexión de red.

### 1.3.3 Funcionamiento de la red propuesta

La PC1 se encuentra en la misma VLAN que la PC2 y tiene instalado el software de cliente para hacer el control remoto, la PC1 debe establecer una comunicación con la PC2, la que tendría conectada la interfaz de control, siendo entonces la PC2 el equipo servidor.

La PC3 está conectada al mismo switch que la PC2, pero éste se encuentra en una VLAN diferente. Por lo que no debe haber comunicación entre estas dos PC's, ya que, se encuentran en diferentes VLAN.

En la red propuesta, el equipo considerado como cliente podrá conectarse al equipo servidor como si estuviera en el mismo edificio.

Este esquema de red es básico, pero contiene características muy similares a las que se encuentran hoy en día en las empresas.

#### **1.4 Ventajas del uso de una red de datos combinada a la tarjeta de control.**

Las ventajas de usar una red de datos combinada a una tarjeta de control, son diversas. Las más sobresalientes son:

- Acceso al control de la tarjeta para iniciar, terminar o realizar cambios en algún proceso.
- Monitoreo de algún proceso a distancia.
- Permite llevar registros del comportamiento del proceso en general.
- Una de las características más importantes es que no existe la necesidad de estar físicamente en el lugar donde se encuentra la tarjeta de control para activarla, pararla, hacer cambios en el funcionamiento del proceso, etc.

Cabe mencionar que al agregar otros dispositivos se obtienen mayores ventajas. Un ejemplo de esto puede ser, el agregar una cámara que nos permita obtener una imagen en tiempo real de lo que esta pasando.



## **CAPÍTULO 2**

### **EL CONTROL REMOTO**

## CAPÍTULO 2 EL CONTROL REMOTO

### 2.1 Acceso a la tarjeta de control de manera remota.

El proceso para acceder al equipo que tiene la tarjeta de control puede ser llevado a cabo de diferentes formas, siendo las de mayor importancia las que se mencionan a continuación:

a) Mediante un servidor de Internet con una base de datos en SQL, (Structured Query Language) se introducirán los datos necesarios de control y esta base de datos se comunicará con un programa en Visual Basic, el cual activa o detiene el proceso en cuestión.

Las desventajas principales que presenta este sistema se describen como sigue:

- El costo es elevado, ya que se necesita un equipo con buenas características en cuanto a sus recursos de hardware. Si esto no se cumple, puede tornarse lenta la base de datos, pues el programa de la base de datos requiere espacio considerable en disco y características especiales en cuanto a memoria RAM (Random Access Memory) y procesador.
- Se debe tener una dirección IP (Internet Protocol) fija.
- Si se desea, el pago de un nombre de dominio.
- La desventaja más grande que se observó es en la seguridad, ya que cualquier persona, que por "casualidad" ingrese en la página podrá tener acceso total sobre la tarjeta de control, al ser esta base de datos la encargada de mandar directamente las instrucciones a la tarjeta que controla los motores.

b) Otra manera de acceder al equipo que tiene la tarjeta de control es a través de un control remoto.

Para hacer un control remoto se necesita que al menos dos equipos estén conectados en red.

Existen diferentes programas para ejecutar un control remoto que son comerciales, de bajo costo y que utilizan pocos recursos de hardware, tanto para su instalación, como para su uso; algunos ejemplos de estos programas son: PCAnywhere, PCtoPC y VNC

Un aspecto fundamental que se debe mencionar es que el acceso remoto no significa control remoto.

“El acceso remoto está relacionado con el hecho de proporcionar una conexión de red entre sistemas distintos, es decir, la función de las capas 2 y 3 (capa de vínculo de información y de red) en el modelo de redes OSI. El control remoto trata con el control real de algún aspecto del sistema al que se conecta, normalmente en la capa 7 (capa de aplicación) del modelo de redes OSI.”<sup>2</sup>

Cuando se utiliza una aplicación de control remoto, un equipo funciona como cliente y el otro como servidor.

El equipo cliente, es el que va a tomar el control de las aplicaciones y de los dispositivos conectados al equipo remoto también llamado servidor, siendo así, el servidor el equipo que va a ser controlado.

“El término servidor deriva del termino anglosajón file server o server, ya que su misión es la de servir a las distintas terminales la información que necesitan.”<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Bishop Peter, Conceptos de informática.

## **2.2 Funcionamiento y características del programa de control remoto.**

Para fines prácticos de esta tesis, se utilizará un programa llamado VNC (Virtual Network Computing) para hacer el control remoto. Este programa fue elegido, debido a que presenta características favorables a esta tesis como son las siguientes:

- Es un programa de código abierto.
- Corre en todas las plataformas Windows y en algunas versiones de Unix y Macintosh.
- El puerto de acceso al servidor puede ser cambiado.
- Mediante una tarea programada se puede iniciar automáticamente el modo servidor.
- Ocupa poco espacio en disco y los requerimientos de hardware son mínimos.
- Genera poco tráfico sobre la red.
- El protocolo VNC permite hacer control remoto mediante una interfaz gráfica.

Cabe hacer hincapié en que el programa que ejecuta el control remoto se utilizará como una herramienta, y no como un diseño de programación propio.

### *2.2.1 El equipo cliente.*

El software de instalación en el cliente de VNC ha sido diseñado para que se ejecute con pocos requerimientos en un equipo, de esta manera, el cliente puede correr un rango muy amplio de hardware y software en el equipo servidor.

El cliente de VNC requiere una entrega confiable para transportarse, usualmente es TCP/IP. Existen clientes de VNC para casi todas las plataformas. Algunas de estas son Unix, Windows, Macintosh, Java y hoy en día algunas PDA pueden correr el software.

### *2.2.2 La pantalla.*

La pantalla se basa en el concepto de “remote framebuffer” o RFB, la cual consiste en poner un rectángulo con píxeles que forman la pantalla del cliente en posición de x, y. Este rectángulo es escaneado de izquierda a derecha y la resolución en pantalla recomendada es de 800 X 600 píxeles.

El cliente y el servidor deben soportar esta característica. Las codificaciones de este protocolo son negociadas cuando se intenta establecer una conexión, ya que, tienen que ser llevadas de acuerdo a las habilidades del servidor, el cliente, y la conexión entre los dos.

La codificación de la copia del rectángulo, es simple y eficiente y puede ser usada cuando el cliente todavía tiene los mismos píxeles de datos en cualquier punto en el buffer. El servidor simplemente envía una coordenada x, y, dando la posición desde la cual el cliente puede copiar el rectángulo de píxel de datos. Esto significa que las operaciones como arrastrar o deslizar ventanas, las cuales envuelven cambios sustanciales en la pantalla, requieren solo unos pocos bytes. Muchos clientes soportan este tipo de codificación, ya que, es sencilla su implementación y ahorra ancho de banda.

Una estación de trabajo tiene un gran número de áreas de colores sólidos y de texto. Algunas de las codificaciones de VNC toman ventaja de esta característica, describiendo rectángulos de colores, que consisten en su mayoría, de subrectángulos de diferentes colores.

VNC utiliza codificaciones jpeg para imágenes o mpeg-2 para transmisión de imágenes con mayor calidad. Una codificación que usa cache de los píxeles de datos es mejor para texto, donde un carácter es dibujado con la misma fuente varias veces.

Una secuencia de rectángulos crea un buffer y lo va actualizando. Una actualización representa un cambio de estado del buffer, que de alguna manera es similar a los cuadros de video, pero esta es una pequeña área del buffer que se verá afectada por una actualización. Cada rectángulo puede ser codificado usando un esquema diferente. El servidor puede entonces escoger la mejor codificación de una pantalla en particular para transmitirla.

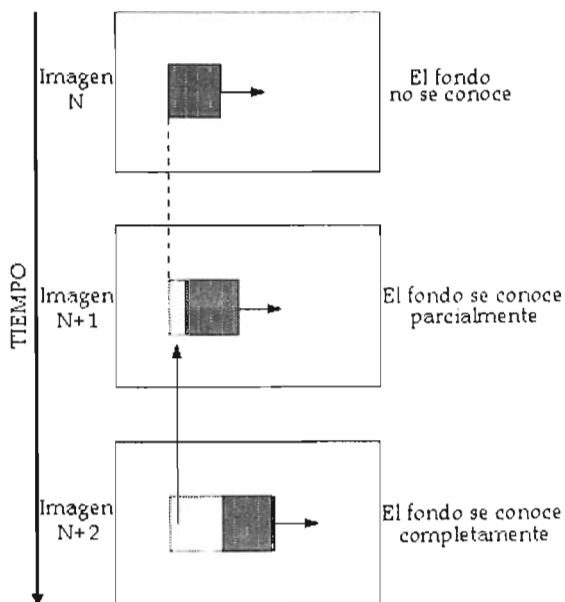


Figura 2.1 Actualizaciones de pantalla

### 2.2.3 Funcionamiento de las actualizaciones.

Una actualización es solo enviada por el servidor a una solicitud explícita del cliente, esto le da al protocolo calidad en la adaptación de la imagen, si el cliente y la red son lentos entonces se vuelven lentas las actualizaciones.

Cada actualización incorpora los cambios a la pantalla desde la última petición del cliente. Con un cliente y/o una red lenta, algunas peticiones en el buffer son

ignoradas, esto da como resultado mejor ancho de banda en la red y menos cambios en la pantalla del cliente, esto mejora la velocidad de respuesta.

#### *2.2.4 Entrada de datos.*

El protocolo de entrada está basado en un estándar de estación de trabajo que tiene un teclado y varios botones. Los eventos de entrada son enviados al servidor por el cliente cuando el usuario presiona un botón o una tecla incluso si el dispositivo del ratón es movido. Estos eventos de entrada pueden ser sintetizados desde otros dispositivos de entrada/ salida.

Cuando la conexión entre un cliente y un servidor es establecida, el servidor empieza por pedir una contraseña.

Si la contraseña es correcta, el servidor y el cliente intercambian mensajes para negociar el tamaño del escritorio, el formato de los píxeles y los esquemas de codificación que van a ser usados. El cliente hace una solicitud de actualización para la pantalla completa y la sesión se inicia.

#### *2.2.5 El servidor.*

El funcionamiento del servidor es más complejo que el del cliente. El protocolo de VNC está diseñado para hacer al cliente lo más sencillo posible, el servidor es el que se encarga de hacer la mayor parte de las tareas.

Por ejemplo, el servidor debe proveer los píxeles de datos en el formato que el cliente los solicite.

Existe software que corre como servidor para plataformas Unix, Windows y Macintosh.

Dadas las características de Unix que permite tener varios escritorios en una sola sesión, Unix puede correr varios procesos de VNC para diferentes usuarios, donde cada uno de los usuarios representa un escritorio diferente.

Los servidores son espejos de lo que esta pasando en el cliente, lo cual significa que en una plataforma de tipo Windows el servidor no es multiusuario, debido a que solo existe un escritorio para un usuario activo.

#### *2.2.6 Puertos del programa de control remoto.*

El puerto más importante es el 59XX, donde XX es el número de proceso establecido en una conexión. Para la mayoría de los servidores el puerto es el 5900, por que usan 0 por default.

En adición, todos los servidores de VNC normalmente tienen un pequeño y restringido servidor web, lo cual permite conectarse a un navegador y usar una vista en Java. El navegador corre la aplicación en el puerto 59XX.

Este puerto es usado para hacer descargas y usar applets, una vez que el applet está corriendo, usa el puerto 59XX para VNC como si fuera otro cliente.

Los servidores pueden ser cambiados para que escuchen en otro puerto, si por alguna razón no es conveniente usar el puerto designado.



## **CAPÍTULO 3**

## **HARDWARE**

## CAPÍTULO 3

### HARDWARE

#### 3.1 El motor de corriente continua.

Para accionar un motor de corriente continua con magneto permanente solo es necesario aplicar una tensión de alimentación entre sus bornes. Para cambiar el sentido de giro basta con invertir la tensión de alimentación y el motor comenzará a girar en el sentido opuesto.

La figura 3.1 muestra el exterior de un motor de corriente continua de imán permanente.



Figura 3.1 Motor de corriente continua de magneto permanente.

A diferencia de los motores paso a paso y los servomecanismos, los motores de corriente continua no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a una velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.

El motor de corriente continua está compuesto de 2 piezas fundamentales: *rotor* y *estator*.

##### 3.1.1 Rotor

El rotor constituye la parte móvil del motor, es el encargado de proporcionar el torque necesario para mover a la carga.

Está formado por:

- *Eje:* Formado por una barra de acero fresada. Imparte la rotación al núcleo, devanado y al colector.
- *Devanado:* Consta de bobinas aisladas entre sí y entre el núcleo de la armadura. Estas bobinas están alojadas en las ranuras, y se encuentran conectadas eléctricamente con el colector, el cual debido a su movimiento rotatorio, proporciona un camino de conducción conmutado.
- *Colector:* Denominado también conmutador, está constituido de láminas de material conductor (delgas), separadas entre sí y del centro del eje por un material aislante, para evitar cortocircuito con dichos elementos. El colector se encuentra sobre uno de los extremos del eje del rotor, de modo que gira con éste y está en contacto con las escobillas. La función del colector es recoger la tensión producida por el devanado inducido, transmitiéndola al circuito por medio de las escobillas (llamadas también cepillos).

En la figura 3.2 se puede observar el rotor de un motor de corriente directa.



Figura 3.2 Rotor de un motor de corriente continua de magneto permanente.

### 3.1.2 Estator

Constituye la parte fija de la máquina. Su función es suministrar el flujo magnético que será usado por la bobina del rotor para realizar su movimiento giratorio.

Está formado por:

- *Armazón:* Denominado también yugo. Tiene dos funciones primordiales:
  - Servir como soporte.
  - Proporciona una trayectoria de retorno al flujo magnético del rotor y del imán permanente, para completar el circuito magnético.
- *Imán Permanente:* Compuesto de material ferromagnético altamente remanente, se encuentra fijado al armazón o carcasa del estator. Su función es proporcionar un campo magnético uniforme al devanado del rotor o armadura, de modo que interactúe con el campo formado por la bobina, y se origine el movimiento del rotor como resultado de la interacción de estos campos.
- *Escobillas:* Las escobillas están fabricadas de carbón grafitado, y poseen una dureza menor que la del colector, para evitar que éste se desgaste rápidamente. Se encuentran albergadas por los portaescobillas. Ambos, escobillas y portaescobillas, se encuentran en una de las tapas del estator.

La función de las escobillas es transmitir la tensión y corriente de la fuente de alimentación hacia el colector y, por consiguiente, al bobinado del rotor.

La función del portaescobillas es mantener a las escobillas en su posición de contacto firme con los segmentos del colector.

En la figura 3.3 se presenta el estator de un motor de corriente continua y sus partes principales.

Bobina Imán Escobilla Delgas Imán

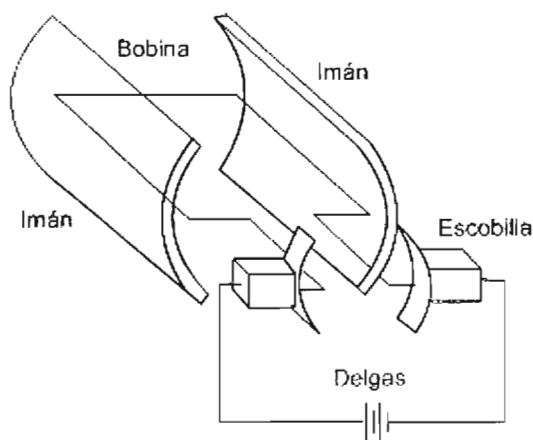


Figura 3.3 Partes principales del estator de un motor de corriente continua.

### 3.2 El puerto de impresora de la computadora.

También se le llama puerto paralelo, ya que, los bits de datos D0 a D7 salen por los ocho hilos de un cable multipar al mismo tiempo.

“Además de los ocho hilos de datos, este puerto dispone otras líneas, de las cuales algunas, afortunadamente, son de entrada y por consiguiente, pueden ser leídas por un programa.<sup>8</sup>”

Gracias a su fácil manejo y a una programación sencilla se puede controlar a través de entradas y salidas digitales a motores, relevadores, LED's, etc.

El puerto paralelo esta compuesto básicamente por un bus de datos de 8 bits (pin 2 al 9) y por diferentes señales de control, las cuales pueden ser de entrada o salida.

Hoy en día, las computadoras comerciales cuentan con por lo menos un puerto paralelo, si se requiere, se puede comprar una tarjeta externa para adicionar un segundo puerto. Estos puertos a su vez son llamados LPT1 y LPT2 respectivamente.

En la mayoría de las computadoras la dirección del puerto LPT1 en hexadecimal es H378 y para el LPT2 es H278. Se puede configurar el puerto desde el BIOS de la computadora, existiendo diferentes configuraciones de éste. Las principales son:

- *“Configuración del Puerto Paralelo Estándar (SPP, Standard Parallel Port):*  
Este tipo de puerto fue de los primeros y tiene la característica que su bus de datos está configurado en la dirección H378 y es solamente de salida, aunque algunos también funcionan como de entrada.

---

<sup>8</sup> Oguic Patrice, Control Electrónico con el PC.

- *Configuración Puerto Paralelo Mejorado (EPP, Enhanced Parallel Port):* Tiene la característica de ser bidireccional y puede leer o escribir 8 bits a la vez.
- *Configuración del Puerto de Capacidades Extendidas (ECP, Enhanced Capability Port):* Es la mejor de las configuraciones, ya que, permite lecturas bidireccionales a velocidades muy rápidas.<sup>9</sup>

Descripción del puerto paralelo:

El puerto paralelo de una computadora tiene un conector de salida del tipo DB25 hembra el cual se muestra en la figura 3.4 mostrando su configuración:

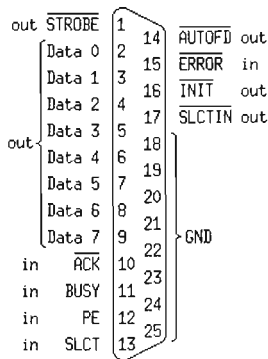


Figura 3.4 Configuración de pines del puerto paralelo.

<sup>9</sup> Ramos Guillermo, Adquisición de datos a través del puerto paralelo bidireccional, Publicaciones Cekit,S.A.

La tabla 3.1 “facilita el nombre y la función de todas las líneas de este puerto, direcciones incluidas:”<sup>9</sup>

Tabla 3.1 Descripción de las líneas del puerto paralelo.

D0- D7	Bus de datos hacia periférico
<u>STROBE</u>	Impulso precedente del pc
BUSY	Señal que indica al pc que el periférico esta ocupado
<u>ACK</u>	Señal que indica al pc esperando enviar octeto
<u>SELECTIN</u>	Selección por el pc del periférico
RESET	Inicialización por el pc del periférico
PAPER END	Indicación al pc de la imposibilidad de imprimir
<u>AUTOFEED</u>	Señal de salto de línea hacia la impresora
SELECT IN	Señal hacia el pc de impresora de impresora activa
<u>ERROR</u>	Señal hacia el pc indicando anomalía en el funcionamiento

Si deseamos escribir un dato en el bus de salida de datos (pin 2 a 9) únicamente debemos escribir el byte correspondiente en la dirección H378. Los distintos pins (bits) de salida correspondientes al bus de datos no pueden ser escritos en forma independiente, por lo que siempre que se desee modificar uno se deberán escribir los ocho bits nuevamente.

Para leer el estado de los pins de entrada (10, 12, 13 y 15) se debe realizar una lectura a la dirección H379 (889 en decimal).



### 3.3 Sistemas de mando.

Para el desarrollo de un buen control sobre los motores, hay que hacer referencia a los sistemas de mando. Existen principalmente dos sistemas de mando, el de lazo abierto y el de lazo cerrado.

“El sistema de mando más sencillo y económico es el de lazo abierto, representado de forma elemental en la figura 6.”<sup>10</sup>

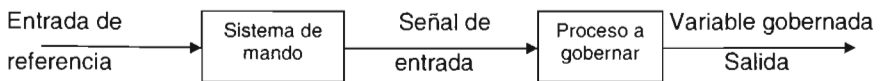


Figura 3.5 Sistema de lazo abierto.

Un ejemplo de este sistema de mando es un motor que esté controlado por un temporizador y algunos dispositivos electrónicos, los cuales en un determinado tiempo lo encenderán y después de un periodo de tiempo preestablecido se apagará el motor en cuestión.

“El otro tipo de sistema de mando es el de lazo cerrado. En éste, se manejan diferentes variables, las cuales ejercen un control más preciso sobre el proceso o equipo a controlar.”<sup>10</sup>

Este tipo de sistema está representado en la figura 7.

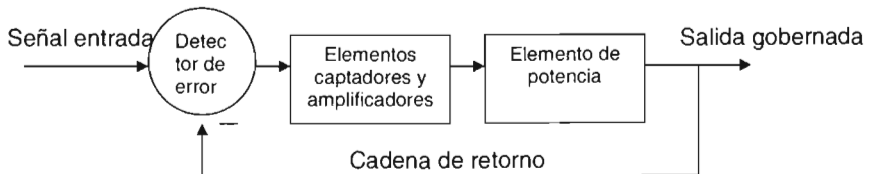


Figura 3.6 Sistema de lazo cerrado.

<sup>10</sup> Kúo Benjamín, Sistemas automáticos de control.

### 3.4 Control de velocidad.

Hay cuatro tipos generales de control de velocidad que dependen de los requisitos de las máquinas y el proceso en el que se van a emplear, estos controles de velocidad son:

- *Control de velocidad constante:* Muchas máquinas requieren una reducida aceleración durante el arranque y luego una velocidad constante en el funcionamiento, se debe tener en cuenta que el arranque a tensión reducida da también invariablemente un par de arranque muy reducido, es usado en ventiladores de aire y extractores.
- *Control de velocidad regulable:* Este control se emplea cuando el motor debe funcionar a distintas velocidades a voluntad del operador. Este tipo de control requiere que se pueda variar la velocidad bajo carga, algunos usos dados son: en vehículos y perforadoras utilizadas en la construcción.
- *Control de varias velocidades:* Este control difiere del de velocidad regulable en que usualmente no se requiere cambiar la velocidad bajo carga, este control es utilizado en taladros y revolvedoras.
- *Control de velocidad predeterminada:* Con este tipo de control la máquina es acelerada pasando los escalones necesarios de velocidad hasta alcanzar una velocidad de funcionamiento preajustada, es usado en la elaboración de medicamentos.

### 3.5 Descripción del tipo de control de velocidad en este trabajo.

Para esta tesis se utilizará un control de velocidad constante con ayuda de un lazo cerrado, formado por software y hardware, a fin de obtener una velocidad constante en los motores, debido a que la velocidad en los motores varía con la resistencia que ejerce la carga en el eje del motor.

Adicionalmente al control de velocidad constante, se incluye cambio de velocidad, que puede ser modificada por el usuario, independientemente si el control esta encendido o apagado.

Este control posee una característica de memoria de posición, ya que, si uno de los motores está activo se puede parar y después reiniciar su ejecución hasta completar su tiempo de actividad.

### **3.6 Conexión de los motores.**

Dependiendo de las necesidades y del tipo de proceso, existen diferentes formas de conectar los motores, algunas de las que se consideran se mencionan a continuación:

Se pueden conectar todos los motores en paralelo, lo cual implica que todos van a girar en la misma dirección al mismo tiempo, con velocidades iguales, el tiempo de paro que se programe será el mismo para todos.

Este control es utilizado por bandas en las que se transportan materiales o productos donde se requiere parar la banda transportadora para hacer lectura de código de barras, colocar piezas en cajas, limpieza de botellas de refrescos, entre otros.

Otro método es que el control es independiente en cada motor, lo cual sería de la siguiente forma:

Los motores girarán a una velocidad, sentido de giro y un tiempo de reposo distintos, todos ejecutándose al mismo tiempo.

Una variante de este control es que uno de lo motores gire a una velocidad, en un sentido y se detenga, para dar lugar a que el siguiente motor gire a una velocidad,

sentido de giro y se detenga, con tiempos de ejecución distintos cada uno, este tipo de control es llamado secuencial.

El control secuencial se utiliza en laminadoras en las que se requiere mover placas de acero de un lado a otro, en procesos automatizados con robots para armado de vehículos, computadoras, teléfonos celulares, entre otros.

Se decidió realizar el control de motores para esta tesis en forma secuencial debido a que es utilizado en diversos procesos, pero realizando modificaciones en el programa de control se puede hacer que los motores giren simultáneamente a velocidades y direcciones distintas.

### 3.7 Funcionamiento de la tarjeta de control.

Las señales de control se obtienen de los dos puertos paralelos conectados a la tarjeta, siendo estos, el punto de partida para la explicación del funcionamiento de la misma.

La tabla 3.2 muestra la asignación de las señales de control asignadas al LPT 1

Tabla 3.2 Señales en el puerto LPT1.

D0	No asignado
D1	No asignado
D2	No asignado
D3	Giro a la derecha
D4	Giro a la izquierda
D5	Activa motor 1
D6	Activa motor 2
D7	Activa motor 3

La tabla 3.3 muestra la asignación de las señales de control asignadas al LPT 2

Tabla 3.3 Señales en el puerto LPT2.

D0	Activa el bit 0 del DAC
D1	Activa el bit 1 del DAC
D2	Activa el bit 2 del DAC
D3	Activa el bit 3 del DAC
D4	Activa el bit 4 del DAC
D5	Activa el bit 5 del DAC
D6	Activa el bit 6 del DAC
D7	Activa el bit 7 del DAC
I 0	Entrada de datos enviados por el ADC
I 1	Entrada de datos enviados por el ADC
I 2	Entrada de datos enviados por el ADC
I 3	Entrada de datos enviados por el ADC

Dadas las señales enviadas desde el puerto paralelo los motores girarán a la derecha o a la izquierda, los bits encargados de hacer esto serán los bits 3 y 4 del LPT1, estos bits trabajan como selectores en un MC14051-1 que es un multiplexor / demultiplexor analógico,

Este dispositivo se caracteriza por recibir señales de corriente continua positivas y negativas, lo que se aprovecha para cambiar el sentido de giro de los motores, tomando una señal positiva para un giro a la derecha y una señal negativa para un giro a la izquierda.

Los bits 5, 6 y 7 del LPT1 se usan como selectores en otro MC14051- 2, que esta vez será utilizado como demultiplexor, lo que permite seleccionar el motor que será activado, dejando pasar la señal positiva o negativa de la etapa anterior.

La señal obtenida se amplifica por un circuito LM741 configurado como inversor, acoplando a su salida otro inversor para devolver el valor (positivo o negativo) original de la señal.

La señal de salida del LM741 se dirige hacia diodos del tipo 1N4004, colocados uno en directa y otro en inversa, mediante esto se pretende que si la señal es negativa pase por el diodo que está en inversa y si la señal es positiva que pase por el diodo que está en directa.

La etapa de potencia se realiza a través de transistores NPN y PNP proporcionando la corriente necesaria a los motores.

El Puerto LPT 2 se conecta desde D0 a D7 con un convertidor digital analógico para indicar los niveles de voltaje iniciales.

La señal de salida del convertidor digital analógico se amplifica por un circuito LM741 en configuración inversora. Esta señal es la que entra en el circuito

MC14051- 1, proporcionando el nivel de referencia negativo de la velocidad inicial del motor al que se haga referencia.

A la salida de este amplificador se conecta otro inversor analógico con ganancia unitaria para obtener el mismo nivel de voltaje pero con signo opuesto, este entregará la señal positiva que entra en el MC14051-1.

Se agregó un circuito MC14051-3 conectado como demultiplexor, siendo activado por los mismos bits del MC14051-2, con la finalidad de que, si no hay algún motor activo, el convertidor de frecuencia/voltaje no reciba señal, evitando con esto que el convertidor analógico digital reciba señales innecesarias.

Mediante lo explicado anteriormente y con ayuda del programa de control, se tiene un control de los motores en cuanto a su velocidad, sentido de giro, tiempo de ejecución y tiempo de parada.

Sin embargo, al aplicar carga al eje del motor, se observa que disminuye su velocidad y lo que se pretende es que mantenga la velocidad constante, ya sea con carga o sin carga. Por lo anterior se hace necesario aplicar dispositivos que sensen la velocidad del eje del motor ajustando los niveles de voltaje automáticamente, y manteniendo de esta manera, la velocidad constante.

Para lograr lo anterior, es necesario aplicar un control de lazo cerrado, que está formado por un encoder, un sensor, un convertidor de frecuencia/voltaje, un convertidor analógico digital y el software necesario para hacer las correcciones.

El funcionamiento se describe a continuación:

El encoder se introduce en el eje del motor. Para esta tarjeta se utilizó un encoder con 36 perforaciones, lo que produce interrupciones en el sensor cada  $10^\circ$ .

El sensor es de tipo ranura, en éste se introduce el encoder que, al girar el eje del motor, produce interrupciones sobre el opto acoplador, el que entrega un tren de pulsos con una frecuencia que depende de la velocidad del motor.

Estos pulsos se traducen en un voltaje por medio del convertidor de frecuencia voltaje.

La señal de voltaje se lleva a un convertidor analógico digital, este convertidor traduce la señal de voltaje en un valor binario, que se recibe por el puerto LPT2.

Finalmente el valor que se recibe en el LPT2 es recogido por el programa de control, que se encargará de ejecutar lecturas periódicas y la corrección de la velocidad, si así se requiere.

En la figura 3.7 muestra un resumen del funcionamiento de la tarjeta de control.

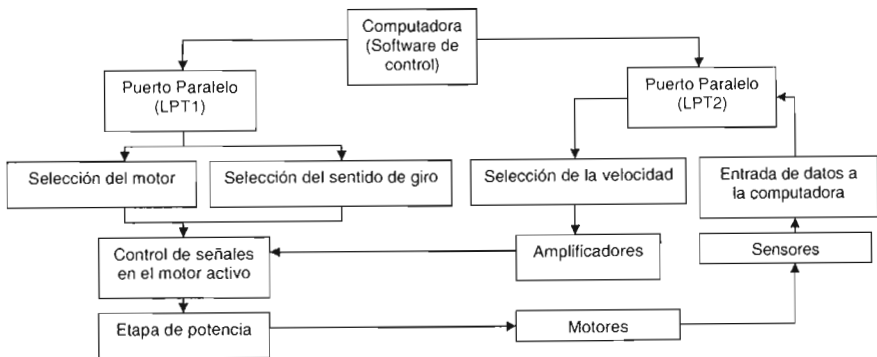


Figura 3.7 Diagrama a bloques del funcionamiento de la tarjeta de control.



# **CAPÍTULO 4**

## **PROGRAMA DE CONTROL**

## CAPÍTULO 4 PROGRAMA DE CONTROL

### 4.1 Desarrollo del software de control.

Las computadoras proporcionan diversos medios para comunicarse con distintos tipos de hardware, por lo que se hace necesario un programa de control proporcionado por el fabricante del hardware. Ejemplos de esto son impresoras, cámaras, tarjetas de video, etc.

Para la tarjeta de control que se implementó, se desarrolló el software necesario para que funcione de forma adecuada a las necesidades planteadas.

Los algoritmos de control se realizaron en Visual Basic, el cual tiene las siguientes características:

- Utiliza una forma de programación orientada a objetos, ligados mediante mensajes, para la solución de problemas.
- Los objetos de Visual Basic están encapsulados; es decir, contienen su propio código y sus propios datos.
- Los mecanismos básicos que maneja Visual Basic son:
  - Objetos. “Un objeto es una encapsulación genérica de datos y de los procedimientos para encapsularlos”  
“Los objetos de Visual Basic tienen propiedades, métodos y eventos.
  - Las propiedades son los datos que describen un objeto.
  - Los eventos son hechos que pueden ocurrir sobre un objeto (Un clic sobre un botón es un evento que produce un mensaje).
  - Un método agrupa el código que se ejecuta en respuesta a un evento.”<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Ceballos Francisco Javier, Curso de programación Visual Basic 6.0.

- Mensajes. Los mensajes se ejecutan en un programa orientado a objetos cuando los objetos están recibiendo, interpretando y respondiendo a mensajes de otros objetos, un mensaje se asocia a un procedimiento y cuando un objeto recibe un mensaje la respuesta a ese mensaje es ejecutar el procedimiento asociado.
  - Métodos. Los métodos son implementados en una clase de objetos y determinan como tiene que actuar el objeto cuando recibe un mensaje.
  - Clases. Es un tipo de objetos definido por el usuario y equivale a la generalización de un tipo específico de objetos.
- Este programa permite el envío de datos a través del puerto paralelo, con la ayuda de una librería llamada Inpout32.dll que debe insertarse en la carpeta de Windows.
  - Una característica final es que ofrece al usuario una interfaz intuitiva y fácil de manejar.

#### **4.2 Funcionamiento del software de control.**

Es necesario agregar un módulo llamado inpout.bas en el programa de control, ya que este es el encargado de llamar a la librería inpout32.dll, para permitir el acceso a la lectura y escritura de los puertos LPT1 y LPT2.

El software de control es compilado y se genera un archivo llamado control.exe para evitar que se hagan cambios en el código fuente.

Al hacer doble clic sobre este archivo se abre la Pantalla 1 en donde se pide una contraseña. La contraseña debe ser introducida por medio del teclado numérico de la derecha y posteriormente se deberá presionar el botón *Aceptar*.

Si la contraseña es correcta permite el acceso a las pantallas que indican como se deberán comportar los motores cuando estén en ejecución.

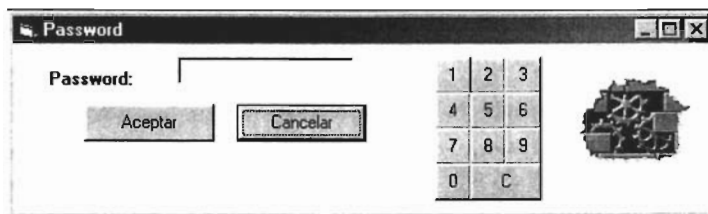


Figura 4.1 Solicitud de contraseña.

### 4.3 Función de cada una de las pestañas.

El programa de ejecución de los motores consta de seis pestañas que son:

- Motor 1
- Motor 2
- Motor 3
- Paro
- Ejecución
- Lecturas

### 4.3.1 Motor 1, Motor 2 y Motor 3.

La figura 4.2 muestra la pantalla en la que se determina el comportamiento de los motores 1, 2 o 3. Esta pantalla contiene diferentes botones que realizan las siguientes funciones:

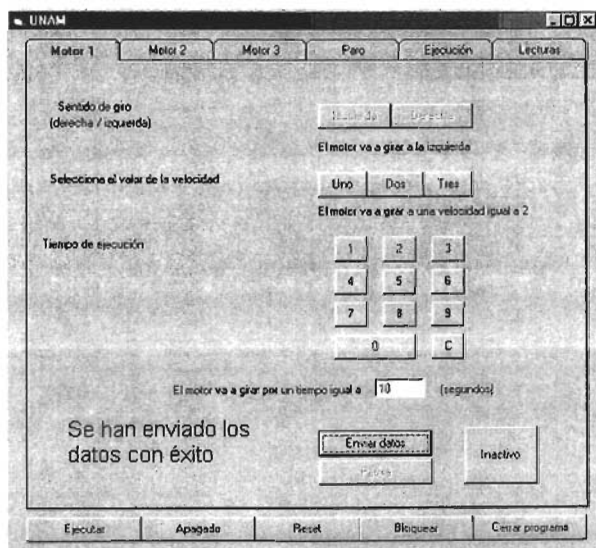


Figura 4.2 Comportamiento del motor (1, 2 o 3 según sea el caso).

### Sentido de giro (derecha / izquierda)

Presenta dos botones los cuales determinan si el motor va a girar a la derecha o a la izquierda. Dependiendo del sentido de giro seleccionado aparecerá una etiqueta indicando el mismo.

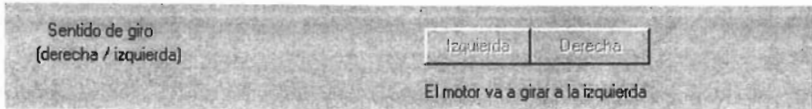


Figura 4.3 Selección del giro.

### Selecciona el valor de la velocidad

Asigna la velocidad a la que girarán los motores, es posible cambiar la velocidad de los motores cuando se encuentra el proceso activo. Este control consta de tres botones, en donde la velocidad mínima es uno y la máxima es tres.

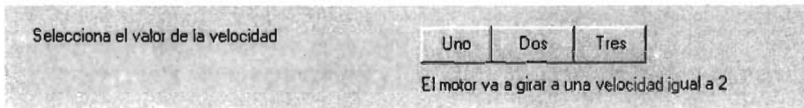


Figura 4.4 Selección de velocidad.

### Tiempo de ejecución

Permite seleccionar el tiempo durante el cual se desea que este activo el motor, el cual puede ser de x segundos.

Contiene un teclado de diez números de 0 a 9 y un botón C para borrar la selección realizada e introducir una nueva.

Debajo del teclado numérico aparece una caja de texto que indica el tiempo en que estará en ejecución este motor.

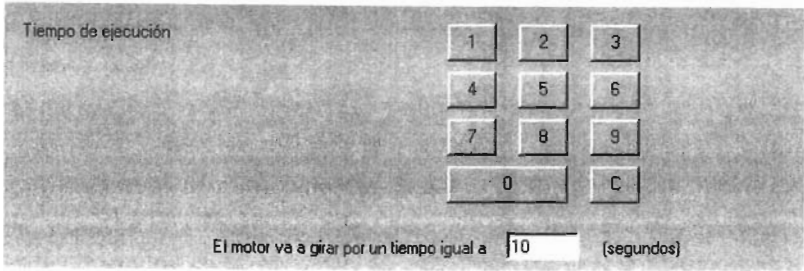


Figura 4.5 Teclado para asignar el tiempo de ejecución.

### Enviar datos

Sirve para hacer una revisión de esta pantalla y que los campos estén llenados completamente. Si se llenaron los campos correctamente aparecerá un mensaje con letras amarillas, localizado en la parte inferior izquierda de esta pantalla, indicando que los datos se han enviado con éxito.



Figura 4.6 Envío de datos.

### Pausa

Este botón aparecerá activo cuando el motor esté en ejecución y nos permitirá detener el motor haciendo un clic. Para que continúe se debe dar otro clic.

### Inactivo

Si se desea que este motor no se ejecute, no es necesario introducir los datos anteriores. Presionando el botón de Inactivo el programa no ejecuta ninguna acción sobre el motor seleccionado.

### 4.3.2 Paro

La figura 4.7 muestra la pestaña de paro la que contiene un teclado numérico de 10 botones, de 0 a 9, y un botón C para borrar la selección realizada. Esta pestaña tiene como fin realizar un paro en la ejecución de los motores durante un tiempo determinado que puede ser de x a y segundos. Si no se desea que los motores ejecuten este paro se debe introducir un valor de 0.

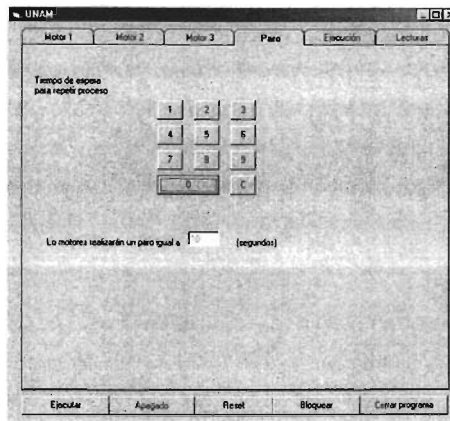


Figura 4.7 Paro en la ejecución de los motores.

### 4.3.3 Ejecución.

Muestra un resumen del comportamiento que tendrán los motores cuando están activos y, en caso de que se encuentren en ejecución, aparece una caja de texto con el tiempo transcurrido.

En la parte inferior aparecen unas etiquetas con una caja de texto que indican el valor en el puerto H278 y H378 las cuales cambian dependiendo del motor activo, sentido de giro y velocidad. Esta pestaña se muestra en la figura 4.8:



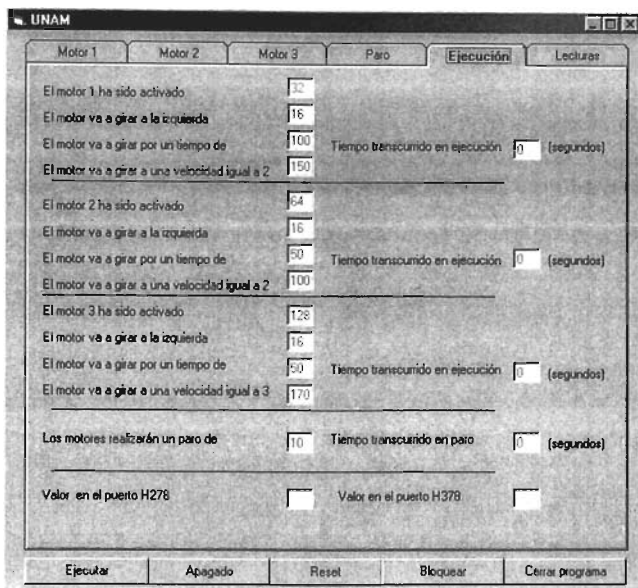


Figura 4.8 Ejecución y comportamiento de los motores.

#### 4.3.4 Lecturas

En la figura 4.9 se presentan 4 etiquetas y 4 cajas de texto las cuales indican lo siguiente:

Dependiendo de la velocidad seleccionada, el convertidor analógico digital debe tener un valor que es el que parece en “*Valor esperado en el puerto*”, que es el leído en la siguiente caja de texto, si no es correcto, se necesitará un factor de corrección el cual aumentará o disminuirá su valor hasta alcanzar el valor esperado.

Este ajuste es realizado en el convertidor digital analógico hasta que la entrada en el puerto sea la correcta, lo cual indicará que el motor ha alcanzado la velocidad deseada.

A lado derecho de la etiqueta "Estado de los motores" aparece qué motor está activo o si los motores están apagados.

Finalmente, aparece una pantalla con una gráfica indicando de manera visual las lecturas del convertidor Analógico Digital.

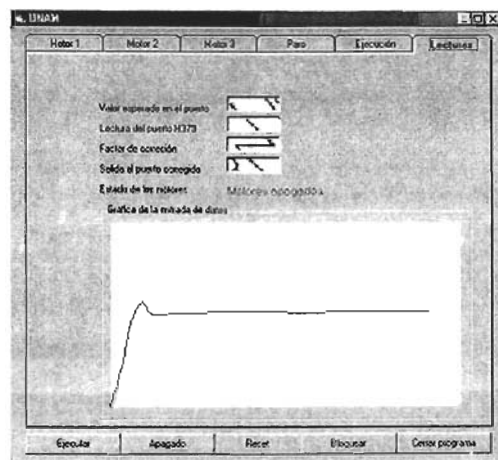


Figura 4.9 Lecturas en los puertos y grafica del comportamiento del cambio de velocidad en los motores.

#### 4.3.5 Botones principales.

En la parte inferior de los controles principales aparecen cinco botones que se muestran en la figura 4.10 y tienen las siguientes funciones:

- *Ejecutar*: Si los datos fueron introducidos correctamente, se empezará a ejecutar nuestro proceso.
- *Apagado*: Detiene el proceso cuando se está ejecutando.
- *Reset*: Detiene el proceso y borra todos los valores previos introducidos en el programa de control
- *Bloquear*: Tiene la función de ocultar las pantallas, pero continua ejecutando el proceso programado
- *Cerrar programa*: Permite cerrar el programa limpiando los valores actuales en los puertos.

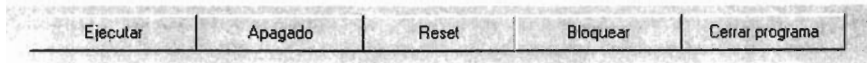


Figura 4.10 Botones principales.

#### 4.4 Mensajes de error.

- *Contraseña no válida:* Cuando la contraseña no es correcta aparecerá un mensaje de error (figura 4.11) solicitando que se vuelva a ingresar la contraseña. Si aparece este mensaje de error se debe presionar el botón de Aceptar e introducir la contraseña correctamente.

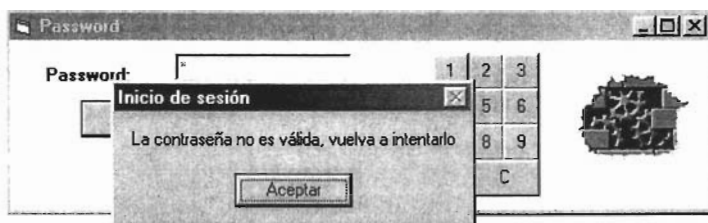


Figura 4.11 Error de contraseña.

- *Selección de giro o velocidad:* Al presionar el botón enviar datos y no se ha seleccionado el sentido de giro o la velocidad inicial aparecerá un mensaje como el siguiente:

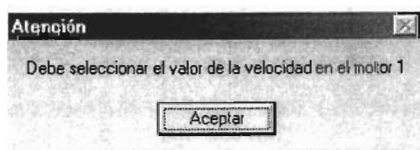


Figura 4.12 Mensaje de error por falta de datos.

Para corregir este mensaje de error presione el botón de Aceptar e introduzca los valores faltantes.

- *Tiempo de paro en los motores 1, 2 o 3:* En caso de no haber introducido el tiempo de parada en el motor 1, 2 o 3 se despliega el mensaje de la figura 4.12, para corregir, presione el botón de Aceptar e introduzca el tiempo de paro de los motores.

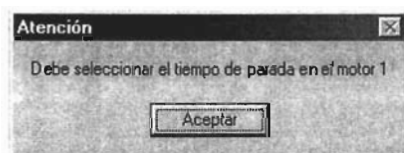


Figura 4.13 Falta el tiempo de paro del motor.

- *Tiempo de parada general:* Si se ha omitido ingresar algún valor en la pestaña "Paro", se pedirá que regrese a esta pestaña e ingrese algún valor.

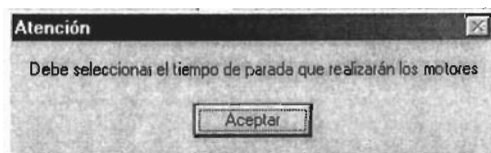


Figura 4.14 Tiempo de parada general.

**CAPÍTULO 5**  
**PRUEBAS Y EVALUACIÓN**

## CAPÍTULO 5

### PRUEBAS Y EVALUACIÓN

Esta sección explica algunas pruebas aplicadas a los dispositivos que, en su conjunto, forman la tarjeta y el software de control.

Se tomaron lecturas de voltaje en todos los dispositivos para saber si obtenían el valor de voltaje requerido

Se diseñó un programa (Programa 1) para comprobar que el convertidor digital analógico funcionaba correctamente, el programa descrito hace incrementos de 1 en 1 hasta 255 y salen por el puerto LPT1. (El programa se encuentra en el Apéndice A)

Se tomaron lecturas del convertidor Digital Analógico para encontrar el voltaje de referencia de la velocidad. Los valores obtenidos se presentan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Valores de salida del LPT 1 convertidos a Voltaje.

Entrada en el DAC	Voltaje	Entrada en el DAC	Voltaje	Entrada en el DAC	Voltaje
1	0,0200	44	0,7380	87	1,4520
2	0,0350	45	0,7560	88	1,4700
3	0,0530	46	0,7690	89	1,4870
4	0,0720	47	0,7850	90	1,5010
5	0,0890	48	0,8030	91	1,5180
6	0,1020	49	0,8190	92	1,5370
7	0,1190	50	0,8340	93	1,5540
8	0,1370	51	0,8510	94	1,5680
9	0,1550	52	0,8710	95	1,5850
10	0,1690	53	0,8880	96	1,6020
11	0,1840	54	0,9020	97	1,6190
12	0,2040	55	0,9180	98	1,6330
13	0,2220	56	0,9360	99	1,6490
14	0,2350	57	0,9530	100	1,6680
15	0,2520	58	0,9670	101	1,6850
16	0,2700	59	0,9850	102	1,6990
17	0,2870	60	1,0000	103	1,7170
18	0,3020	61	1,0220	104	1,7350
19	0,3190	62	1,0360	105	1,7530
20	0,3370	63	1,0530	106	1,7660
21	0,3540	64	1,0680	107	1,7830
22	0,3680	65	1,0850	108	1,8030
23	0,3850	66	1,0990	109	1,8200
24	0,4030	67	1,1160	110	1,8330
25	0,4200	68	1,1350	111	1,8510
26	0,4360	69	1,1520	112	1,8680
27	0,4540	70	1,1660	113	1,8850
28	0,4730	71	1,1830	114	1,8990
29	0,4980	72	1,2010	115	1,9160
30	0,5020	73	1,2190	116	1,9360
31	0,5210	74	1,2370	117	1,9520
32	0,5370	75	1,2550	118	1,9670
33	0,5485	76	1,2700	119	1,9840
34	0,5690	77	1,2880	120	2,0000
35	0,5840	78	1,3010	121	2,0200
36	0,6050	79	1,3170	122	2,0300
37	0,6220	80	1,3360	123	2,0500
38	0,6360	81	1,3540	124	2,0700
39	0,6530	82	1,3660	125	2,0800
40	0,6710	83	1,3830	126	2,1000
41	0,6880	84	1,4020	127	2,1100
42	0,7020	85	1,4190	128	2,1400
43	0,7190	86	1,4340	129	2,1493



Entrada en el DAC	Voltaje	Entrada en el DAC	Voltaje	Entrada en el DAC	Voltaje
130	2,1658	173	2,8755	216	3,5853
131	2,1823	174	2,8921	217	3,6018
132	2,1988	175	2,9086	218	3,6183
133	2,2153	176	2,9251	219	3,6348
134	2,2318	177	2,9416	220	3,6513
135	2,2483	178	2,9581	221	3,6678
136	2,2648	179	2,9746	222	3,6843
137	2,2814	180	2,9911	223	3,7008
138	2,2979	181	3,0076	224	3,7173
139	2,3144	182	3,0241	225	3,7338
140	2,3309	183	3,0406	226	3,7503
141	2,3474	184	3,0571	227	3,7668
142	2,3639	185	3,0736	228	3,7834
143	2,3804	186	3,0901	229	3,7999
144	2,3969	187	3,1066	230	3,8164
145	2,4134	188	3,1231	231	3,8329
146	2,4299	189	3,1396	232	3,8494
147	2,4464	190	3,1561	233	3,8659
148	2,4629	191	3,1726	234	3,8824
149	2,4794	192	3,1892	235	3,8989
150	2,4959	193	3,2057	236	3,9154
151	2,5124	194	3,2222	237	3,9319
152	2,5289	195	3,2387	238	3,9484
153	2,5454	196	3,2552	239	3,9649
154	2,5619	197	3,2717	240	3,9814
155	2,5785	198	3,2882	241	3,9979
156	2,5950	199	3,3047	242	4,0144
157	2,6115	200	3,3212	243	4,0309
158	2,6280	201	3,3377	244	4,0474
159	2,6445	202	3,3542	245	4,0639
160	2,6610	203	3,3707	246	4,0805
161	2,6775	204	3,3872	247	4,0970
162	2,6940	205	3,4037	248	4,1135
163	2,7105	206	3,4202	249	4,1300
164	2,7270	207	3,4367	250	4,1465
165	2,7435	208	3,4532	251	4,1630
166	2,7600	209	3,4697	252	4,1795
167	2,7765	210	3,4863	253	4,1960
168	2,7930	211	3,5028	254	4,2125
169	2,8095	212	3,5193	255	4,2290
170	2,8260	213	3,5358		
171	2,8425	214	3,5523		
172	2,8590	215	3,5688		

Para comprobar que los motores son activados correctamente se modificó el Programa .1 del apéndice A, de la siguiente forma:

El bit 4 representa un giro a la derecha.

El bit 5 representa un giro a la izquierda.

El bit 6 activa el motor 1.

El bit 7 activa el motor 2.

El bit 8 activa el motor 3.

Las combinaciones de bits presentadas en la tabla 5.2 son hechas en el LPT2 para probar el correcto funcionamiento de los tres motores:

Tabla 5.2 Combinación de bits en el LPT 2.

<b>Combinación de bits</b>	<b>Motor seleccionado</b>	<b>Sentido de giro</b>
40	Motor 1	Derecha
48	Motor 1	Izquierda
72	Motor 2	Derecha
80	Motor 2	Izquierda
136	Motor 3	Derecha
144	Motor 3	Izquierda

Por medio del puerto LPT1 y con ayuda del convertidor digital analógico se sacaron datos desde 0 hasta 255 en donde se obtuvieron las siguientes lecturas del convertidor analógico digital, estas lecturas fueron recibidas por el mismo puerto y se muestran en la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Lecturas de entrada al puerto LPT1.

ENTRADA EN EL ADC	EQUIVALNTE DECIMAL
7	0
71	1
39	2
103	3
23	4
87	5
55	6
119	7
15	8
79	9
47	10
111	11
31	12
95	13
63	14
127	15

Las tres velocidades de los motores fueron establecidas introduciendo un valor de voltaje inicial del que se tomaron lecturas de entrada, las lecturas de entrada seleccionadas para referir las velocidades son:

Tabla 5.4 Lecturas de entrada de las velocidades de los motores.

Lecturas de entrada	Velocidad
6	Velocidad 1
8	Velocidad 2
11	Velocidad 3

Para obtener las lecturas de entrada anteriores se introdujeron los siguientes valores de salida en el LPT1:

Tabla 5.5 Valores de salida en el LPT 1.

Lecturas de entrada	Salida Motor 1		Salida Motor 2		Salida Motor 3	
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
6	100	120	70	90	90	120
8	150	140	100	100	120	140
11	200	180	160	135	180	180

En la tabla 5.6 se presentan los voltajes de salida que alimentan a los motores, estos voltajes varían dependiendo de la velocidad y del sentido de giro, debido a que los encoders no están exactamente en la misma posición:

Tabla 5.6 Voltajes que alimentan a los motores.

	Voltaje Motor1		Voltaje Motor 2		Voltaje Motor 2	
	Giro derecha	Giro Izquierda	Giro derecha	Giro izquierda	Giro derecha	Giro izquierda
Velocidad 1	3.6	-4.5	2.2	-3.1	3.1	-4.5
Velocidad 2	6.0	-5.5	3.5	-3.6	4.5	-5.5
Velocidad 3	8.2	-7.3	6.3	-5	7.7	-7.3

Se realizó un programa que permite graficar la entrada de datos del ADC.(se puede consultar en el Apéndice A ya que el Programa 3 contiene este código).

Por medio de un potenciómetro de 500k se realizó un ajuste para obtener el menor ruido posible en el acoplo del convertidor de frecuencia voltaje con el convertidor analógico digital.

El encoder se colocó en diferentes posiciones del sensor ranurado, para obtener la posición más adecuada y se generen correctamente los pulsos.

Las poleas se ajustaron para que ejercieran una tensión considerable en el motor y simulen una carga.

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

El sistema diseñado está formado por los siguientes elementos: la red, el control remoto, la tarjeta de control y los motores.

Las conexiones a una red como Internet están soportadas por dispositivos como switches y routers, con una buena conjunción de las redes actuales y dispositivos de control se podrán obtener beneficios, tales como:

- Mejoras en la calidad de los procesos debido a un monitoreo constante de estos.
- Ahorro en tiempo dado que se pueden iniciar o terminar procesos sin la necesidad de estar físicamente en el lugar donde se llevará a cabo los procesos.
- Ahorro económico por no tener que realizar traslados.
- Se pueden realizar estadísticas y observar cuando los controles, procesos o usuarios estén fallando.

Las redes de hoy en día plantean ser convergentes incluyendo servicios de voz video y datos en una sola red, llegando a lugares distantes de manera muy rápida, si estas redes pueden alcanzar grandes distancias, pueden ser combinadas a tarjetas de control para mejorar procesos automatizados.

El uso de una computadora ofrece ventajas sobre microcontroladores y controladores lógicos programables como son:

- El sistema diseñado puede ser insertado en cualquier computadora que permita configurar dos puertos paralelos.
- Es de bajo costo su implementación.
- A través de la computadora se puede acceder a la tarjeta de control desde un lugar distante, lo que permite un ahorro de tiempo y costo.

Por otro lado, existen diferentes formas de controlar motores de corriente continua y la que se plantea en este trabajo de tesis es una forma de hacerlo, aportando un

diseño distinto a los conocidos, controlando a tres motores a partir de señales digitales provenientes de los puertos paralelos de una computadora, manipulando estas señales por medio de amplificadores, multiplexores/demultiplexores analógicos y una interfaz de potencia, donde los dispositivos electrónicos empleados son comerciales y de bajo costo.

Para este trabajo de tesis se decidió controlar tres motores, pero el control implementado se puede ejercer sobre relevadores para controlar dispositivos diferentes.

La mejor forma de hacer control varía dependiendo de las necesidades, calidad necesaria en el proceso e inversión económica en los equipos de control.

El sistema diseñado puede ser útil en donde se requiera un control de motores con velocidad constante aplicado en laminadoras, procesos automatizados con robots, bombas donde se requiera un flujo constante, hiladoras, etc.

El sistema propuesto fue diseñado, construido y probado cumpliendo con los objetivos planteados.

**APÉNDICE A**  
**PROGRAMAS USADOS**



## APÉNDICE A

### PROGRAMAS USADOS

Esta sección contiene los programas que sirvieron para hacer las pruebas en los circuitos, control de acceso al programa principal, y el programa final para controlar la tarjeta.

El programa uno sirve para probar los convertidores digital analógico y analógico digital, funciona mediante un contador aumentando en un bit la salida del puerto LPT2, y el valor recibido por el DAC es introducido al ADC y se prepara el puerto LPT2 para leer las combinaciones.

El programa dos permite o niega el acceso al programa de control principal.

El programa tres es el encargado de controlar los motores, mantener la velocidad constante y graficar la señal recibida en el puerto.

## ***Programa 1 para probar los convertidores digital analógico y analógico digital***

```
Option Explicit
Dim a As Integer
Dim b As Integer
Dim puerto1 As Integer
Dim puerto2 As Integer
Dim valueread As Integer
Dim m As Integer

Private Sub Command3_Click()

Out &H378, 0
Out &H278, 0
a = 0
b = 0
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""

End Sub

Private Sub Form_Load()

puerto1 = &H378
puerto2 = &H278

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Timer1.Enabled = True
Timer2.Enabled = True
Timer3.Enabled = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

End
Out &H378, 0
Out &H278, 0

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

b = 144
Text2.Text = b
Out &H278, b

End Sub

Private Sub Timer2_Timer()

a = a+1
Text1.Text = a
Out &H378, a
```

End Sub

```
Private Sub Timer3_Timer()
```

```
valueread = Inp(&H379)
```

```
Text3.Text = m
```

```
m = valueread - 23552
```

End Sub

## ***Programa 2 que permite o niega el acceso al programa de control principal.***

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
Text1.Text = ""
```

End Sub

```
Private Sub digito5_Click(Index As Integer)
```

```
Dim numero As String
```

```
numero = Text1.Text
```

```
Text1.Text = numero & digito5(Index).Caption
```

End Sub

```
Private Sub form_load()
```

```
    Pelicula.Movie = App.Path & "\Pelicula2.swf"
```

```
    Pelicula.Playing = True
```

End Sub

```
Private Sub command1_Click()
```

```
    If Text1.Text = "1" Then
```

```
        UNAM.Show
```

```
        Contraseña.Hide
```

```
        Text1.Text = ""
```

```
    Else
```

```
        MsgBox "La contraseña no es válida, vuelva a intentarlo", , "Inicio de sesión"
```

```
    End If
```

End Sub

```
Private Sub Command2_Click()
```

End

End Sub

**Programa 3 encargado de controlar los motores, mantener la velocidad constante y graficar la señal recibida en el puerto.**

Option Explicit

```
Dim puerto As Integer
Dim msg As String
Dim a As Integer
Dim b As Integer
Dim c As Integer
Dim d As Integer
Dim e As Integer
Dim f As Integer
Dim g As Integer
Dim h As Integer
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim k As Integer
Dim valueread As Integer
Dim m As Long
Dim n As Integer
Dim o As Integer
Dim p As Integer
Dim q As Integer
Dim r As Integer
Dim s As Integer
Dim u As Integer
Dim t As Integer
Dim v As Integer
Dim w As Integer
Dim x As Integer
Dim y As Integer
Dim z As Integer
Dim xx As Integer
Dim yy As Integer
Dim zz As Integer
Dim datoanterior As Integer
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
Dim ii As Integer
Dim jj As Integer
Dim dato(100000) As Integer
```

```
Private Sub Cerrar_Click()
```

```
End
```

```
Out &H278, 0
```

```
Out &H378, 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command9_Click()
```

```
Text7.Text = "0"
```

```
Text2.Text = "0"
```

```
Text3.Text = "0"
```

```
Text13.Text = "0"
```

```
Text9.Text = "0"
```

```
Label16.Caption = ""
```

```
Label29.Caption = ""
```

```
Label46.Caption = ""
```

```
Label42.Caption = ""
```

```
Label50.Caption = ""
m1.Enabled = False
uno1.Enabled = False
dos1.Enabled = False
tres1.Enabled = False
izquierda1.Enabled = False
derecha1.Enabled = False
digito(0).Enabled = False
digito(1).Enabled = False
digito(2).Enabled = False
digito(3).Enabled = False
digito(4).Enabled = False
digito(5).Enabled = False
digito(6).Enabled = False
digito(7).Enabled = False
digito(8).Enabled = False
digito(9).Enabled = False
```

End Sub

```
Private Sub Command10_Click()
```

```
Text10.Text = "0"
Text16.Text = "0"
Text12.Text = "0"
Text14.Text = "0"
Text15.Text = "0"
Label30.Caption = ""
Label31.Caption = ""
Label43.Caption = ""
Label47.Caption = ""
Label51.Caption = ""
m2.Enabled = False
uno2.Enabled = False
dos2.Enabled = False
tres2.Enabled = False
izquierda2.Enabled = False
derecha2.Enabled = False
digito2(0).Enabled = False
digito2(1).Enabled = False
digito2(2).Enabled = False
digito2(3).Enabled = False
digito2(4).Enabled = False
digito2(5).Enabled = False
digito2(6).Enabled = False
digito2(7).Enabled = False
digito2(8).Enabled = False
digito2(9).Enabled = False
```

End Sub

```
Private Sub Command11_Click()
```

```
Text21.Text = "0"
Text19.Text = "0"
Text20.Text = "0"
Text1.Text = "0"
Text11.Text = "0"
Label36.Caption = ""
Label37.Caption = ""
Label44.Caption = ""
Label48.Caption = ""
```

```

Label52.Caption = ""
m3.Enabled = False
uno3.Enabled = False
Dos3.Enabled = False
tres3.Enabled = False
izquierda3.Enabled = False
derecha3.Enabled = False
digito3(0).Enabled = False
digito3(1).Enabled = False
digito3(2).Enabled = False
digito3(3).Enabled = False
digito3(4).Enabled = False
digito3(5).Enabled = False
digito3(6).Enabled = False
digito3(7).Enabled = False
digito3(8).Enabled = False
digito3(9).Enabled = False

End Sub

Private Sub Command5_Click()
UNAM.Hide
Contraseña.Show

End Sub

Private Sub form_load()

Label7.Caption = "Motores apagados"
puerto = &H278
digito(9).Enabled = False
digito2(9).Enabled = False
digito3(9).Enabled = False
digito4(9).Enabled = False
Text5.Text = "0"
Text6.Text = "0"
Text17.Text = "0"
Text22.Text = "0"
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Out &H278, 0
Out &H378, 0
Picture1.Scale (-8, 250)-(200, -15)

End Sub

Private Sub digito_Click(Index As Integer)

Dim numero As String
numero = Text7.Text
Text7.Text = numero & digito(Index).Caption
digito(9).Enabled = True
xx = Val(Text7.Text)
Text32.Text = xx / 10

End Sub

Private Sub command1_Click()

Text32.Text = ""
Text7.Text = ""

```

```

Text9.Text = ""
dígito(9).Enabled = False
Label50.Caption = ""
Label9.Caption = ""

End Sub

Private Sub m1_Click()

f = Val(Text9.Text)
Text9.Text = 32
Text13.Text = Text7.Text

If Text7.Text = "" Then
Text9.Text = ""
End If

If Text7.Text = "" Then
dígito(9).Enabled = False
Else
dígito(9).Enabled = True
End If

If Text2.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad ", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label50.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text3.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro ", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label50.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text13.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada ", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label50.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Else
Label9.Caption = "El motor 1 ha sido activado"
Label50.Caption = "Se han enviado los datos con éxito"
derecha1.Enabled = False
izquierda1.Enabled = False

End If

```

```

End Sub

Private Sub derecha1_Click()

b = 8
Text3.Text = 8
Label42.Caption = "El motor va a girar a la derecha"
Label29.Caption = Label42.Caption
End Sub
Private Sub izquierda1_Click()
c = 16
Text3.Text = 16
Label42.Caption = "El motor va a girar a la izquierda"
Label29.Caption = Label42.Caption

End Sub

Private Sub digito2_Click(Index As Integer)

Dim numero As String
numero = Text16.Text
Text16.Text = numero & digito(Index).Caption
digito2(9).Enabled = True
yy = Val(Text16.Text)
Text33.Text = yy / 10

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Text33.Text = ""
Text16.Text = ""
Text10.Text = ""
digito2(9).Enabled = False
Label51.Caption = ""
Label15.Caption = ""

End Sub

Private Sub m2_Click()

g = Val(Text10.Text)
Text10.Text = 64
Text12.Text = Text16.Text

If Text16.Text = "" Then
Text10.Text = ""
End If

If Text16.Text = "" Then
digito2(9).Enabled = False
Else
digito2(9).Enabled = True
End If

If Text14.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad en el motor 2", "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label51.Caption = ""
Label7.Caption = "Motores apagados"

```



```

    SStab1.Enabled = True
    Timer1.Enabled = False
    Timer2.Enabled = False
    Timer3.Enabled = False
    Timer4.Enabled = False
Elseif Text15.Text = "" Then
    MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro en el motor 2" , , "Atención"
    Encendido.Enabled = True
    Label7.Caption = "Motores apagados"
    Label51.Caption = ""
    SStab1.Enabled = True
    Timer1.Enabled = False
    Timer2.Enabled = False
    Timer3.Enabled = False
    Timer4.Enabled = False
Elseif Text12.Text = "" Then
    MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada en el motor 2" , , "Atención"
    Encendido.Enabled = True
    Label51.Caption = ""
    Label7.Caption = "Motores apagados"
    SStab1.Enabled = True
    Timer1.Enabled = False
    Timer2.Enabled = False
    Timer3.Enabled = False
    Timer4.Enabled = False

Else
    Label15.Caption = "El motor 2 ha sido activado"
    Label51.Caption = "Se han enviado los datos con éxito"
    derecha2.Enabled = False
    izquierda2.Enabled = False
End If

End Sub

Private Sub derecha2_Click()

b = Val(Text15.Text)
Text15.Text = 8
Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha"
Label31.Caption = Label43.Caption
End Sub
Private Sub izquierda2_Click()
c = 16
Text15.Text = 16
Label43.Caption = "El motor va a girar a la izquierda"
Label31.Caption = Label43.Caption

End Sub

Private Sub Command3_Click()

Text34.Text = ""
Text21.Text = ""
Text11.Text = ""
digito3(9).Enabled = False
Label52.Caption = ""
Label21.Caption = ""

End Sub

Private Sub digito3_Click(Index As Integer)

```

```

Dim numero As String
numero = Text21.Text
Text21.Text = numero & digito(Index).Caption
digito3(9).Enabled = True
zz = Val(Text21.Text)
Text34.Text = zz / 10

End Sub

Private Sub m3_Click()

h = Val(Text11.Text)
Text11.Text = 128
Text1.Text = Text21.Text

If Text21.Text = "" Then
Text11.Text = ""
End If

If Text21.Text = "" Then
digito3(9).Enabled = False
Else
digito3(9).Enabled = True
End If

If Text19.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label52.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
ElseIf Text20.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label52.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
ElseIf Text1.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
Label52.Caption = ""
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Else
Label21.Caption = "El motor 3 ha sido activado"
Label52.Caption = "Se han enviado los datos con éxito"
derecha3.Enabled = False
izquierda3.Enabled = False

```

```

End If

End Sub

Private Sub derecha3_Click()

b = Val(Text20.Text)
Text20.Text = 8
Label44.Caption = "El motor va a girar a la derecha"
Label37.Caption = Label44.Caption
End Sub
Private Sub izquierda3_Click()
c = 16
Text20.Text = 16
Label44.Caption = "El motor va a girar a la izquierda"
Label37.Caption = Label44.Caption

End Sub

Private Sub Encendido_Click()

If Timer1.Enabled = True Then
a = Text2.Text
Elseif Timer3.Enabled = True Then
a = Text14.Text
Elseif Timer4.Enabled Then
a = Text19.Text
End If

If Text2.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad en el motor 1", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text3.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro en el motor 1", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text7.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada en el motor 1", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text9.Text = "" Then
MsgBox "No ha seleccionado el botón Enviar datos en el motor 1", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True

```

```

Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Elseif Text14.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad en el motor 2", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text15.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro en el motor 2", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text16.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada en el motor 2", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text10.Text = "" Then
MsgBox "No ha seleccionado el botón Enviar datos en el motor 2", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Elseif Text19.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el valor de la velocidad en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text20.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el sentido de giro en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text21.Text = "" Then

```

```

MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Elseif Text11.Text = "" Then
MsgBox "No ha seleccionado el botón Enviar datos en el motor 3", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Elseif Text18.Text = "" Then
MsgBox "Debe seleccionar el tiempo de parada que realizarán los motores", , "Atención"
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

Else
Encendido.Enabled = False
derecha1.Enabled = False
izquierda1.Enabled = False
derecha2.Enabled = False
izquierda2.Enabled = False
derecha3.Enabled = False
izquierda3.Enabled = False
Label7.Caption = ""
Timer1.Enabled = True
Timer5.Enabled = True
Timer6.Enabled = True
Timer7.Enabled = True
End If

End Sub

Private Sub Apagado_Click()

Out &H278, 0
Out &H378, 0
Encendido.Enabled = True
Label7.Caption = "Motores apagados"
SSTab1.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False
Timer6.Enabled = False
Timer7.Enabled = False

Text4.Text = ""

```

```
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text17.Text = ""
Text22.Text = ""
```

```
z = 0
d = 0
e = 0
j = 0
k = 0
n = 0
o = 0
p = 0
```

```
derecha1.Enabled = True
izquierda1.Enabled = True
derecha2.Enabled = True
izquierda2.Enabled = True
derecha3.Enabled = True
izquierda3.Enabled = True
```

```
m1.Enabled = True
uno1.Enabled = True
dos1.Enabled = True
tres1.Enabled = True
izquierda1.Enabled = True
derecha1.Enabled = True
digito(0).Enabled = True
digito(1).Enabled = True
digito(2).Enabled = True
digito(3).Enabled = True
digito(4).Enabled = True
digito(5).Enabled = True
digito(6).Enabled = True
digito(7).Enabled = True
digito(8).Enabled = True
digito(9).Enabled = False
```

```
m2.Enabled = True
uno2.Enabled = True
dos2.Enabled = True
tres2.Enabled = True
digito2(0).Enabled = True
digito2(1).Enabled = True
digito2(2).Enabled = True
digito2(3).Enabled = True
digito2(4).Enabled = True
digito2(5).Enabled = True
digito2(6).Enabled = True
digito2(7).Enabled = True
digito2(8).Enabled = True
digito2(9).Enabled = False
```

```
m3.Enabled = True
uno3.Enabled = True
Dos3.Enabled = True
tres3.Enabled = True
digito3(0).Enabled = True
digito3(1).Enabled = True
digito3(2).Enabled = True
digito3(3).Enabled = True
```

```
digito3(4).Enabled = True
digito3(5).Enabled = True
digito3(6).Enabled = True
digito3(7).Enabled = True
digito3(8).Enabled = True
digito3(9).Enabled = False
```

```
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command6.Caption = "Pausa"
Command7.Caption = "Pausa"
Command8.Caption = "Pausa"
```

```
If Text7.Text = "0" Then
Text7.Text = ""
Elseif Text16.Text = "0" Then
Text16.Text = ""
Elseif Text21.Text = "0" Then
Text21.Text = ""
End If
```

```
If Label7.Caption = "Motores apagados" Then
Label7.ForeColor = &HFF&
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Reset_Click()
```

```
Out &H278, 0
Out &H378, 0
```

```
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False
```

```
SSTab1.Enabled = True
```

```
Label46.Caption = ""
```

```
Text1.Text = ""
Text12.Text = ""
Text13.Text = ""
Text18.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text7.Text = ""
Text8.Text = ""
Text9.Text = ""
Text10.Text = ""
Text11.Text = ""
```

```
Label47.Caption = ""
```

```
Text14.Text = ""
Text15.Text = ""
Text16.Text = ""
Text17.Text = ""
Label48.Caption = ""
Text19.Text = ""
Text20.Text = ""
Text21.Text = ""
Text22.Text = ""

Label7.Caption = "Motores apagados"
Label42.Caption = ""
Label43.Caption = ""
Label44.Caption = ""
Label16.Caption = ""
Label29.Caption = ""
Label30.Caption = ""
Label31.Caption = ""
Label36.Caption = ""
Label37.Caption = ""
Label50.Caption = ""
Label51.Caption = ""
Label52.Caption = ""
```

```
m1.Enabled = True
uno1.Enabled = True
dos1.Enabled = True
tres1.Enabled = True
digito(0).Enabled = True
digito(1).Enabled = True
digito(2).Enabled = True
digito(3).Enabled = True
digito(4).Enabled = True
digito(5).Enabled = True
digito(6).Enabled = True
digito(7).Enabled = True
digito(8).Enabled = True
digito(9).Enabled = False
```

```
m2.Enabled = True
uno2.Enabled = True
dos2.Enabled = True
tres2.Enabled = True
digito2(0).Enabled = True
digito2(1).Enabled = True
digito2(2).Enabled = True
digito2(3).Enabled = True
digito2(4).Enabled = True
digito2(5).Enabled = True
digito2(6).Enabled = True
digito2(7).Enabled = True
digito2(8).Enabled = True
digito2(9).Enabled = False
```

```
m3.Enabled = True
uno3.Enabled = True
Dos3.Enabled = True
tres3.Enabled = True
digito3(0).Enabled = True
digito3(1).Enabled = True
digito3(2).Enabled = True
digito3(3).Enabled = True
```



```

digito3(4).Enabled = True
digito3(5).Enabled = True
digito3(6).Enabled = True
digito3(7).Enabled = True
digito3(8).Enabled = True
digito3(9).Enabled = False

derecha1.Enabled = True
izquierda1.Enabled = True
derecha2.Enabled = True
izquierda2.Enabled = True
derecha3.Enabled = True
izquierda3.Enabled = True
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command6.Caption = "Pausa"
Command7.Caption = "Pausa"
Command8.Caption = "Pausa"
n = 0
o = 0
p = 0

If Label7.Caption = "Motores apagados" Then
Label7.ForeColor = &HFF&
End If

End Sub

Private Sub digito4_Click(Index As Integer)

Dim numero As String
numero = Text8.Text
Text8.Text = numero & digito(Index).Caption
digito4(9).Enabled = True
Text18.Text = Text8.Text
End Sub

Private Sub Command4_Click()

Text8.Text = ""
digito4(9).Enabled = False

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

If Text7.Text = "0" Then
Timer1.Enabled = False
Text5.Text = "0"
d = 0
End If

If Timer1.Enabled = False Then
Timer3.Enabled = True
End If

If Text5.Text = Text7.Text Then
Timer1.Enabled = False

d = 0
Text5.Text = d

```

```

End If

If Timer1.Enabled Then
d = d + 1
Text5.Text = d
Label7.Caption = "Motor 1 encendido"
Text4.Text = Val(Text3.Text) + Val(Text9.Text)
Out &H278, Text4.Text
End If

'Escribe en el puerto h378 la velocidad seleccionada

```

```

If Timer1.Enabled = True Then
Text26.Text = Text29.Text
End If

```

```

If q = r Then
s = 0
Out &H378, a
Elseif q > r Then
s = q - r
a = a + 1
Text28.Text = a
Out &H378, a
Elseif q < r Then
t = r - q
s = t * (-1)
a = a - 1
Text28.Text = a
Out &H378, a
End If

```

```

If Label7.Caption = "Motor 1 encendido" Then
Label7.ForeColor = &HFF00&
End If

```

```

If Text5.Text = Text7.Text Then
Timer3.Enabled = True
End If

```

```

If Timer1.Enabled = True Then
Command6.Enabled = True
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = False
End If

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Timer3_Timer()

```

```

If Text16.Text = "0" Then
Timer3.Enabled = False
Text17.Text = "0"
j = 0
End If

```

```

If Text12.Text = "0" Then
Timer3.Enabled = False
j = 0
End If

```

```

If Text17.Text = Text16.Text Then

```

```

Timer4.Enabled = True
End If

If Timer1.Enabled = False Then
Timer3.Enabled = True
End If

If Text17.Text = Text16.Text Then
Timer3.Enabled = False
j = 0
Text17.Text = j
End If

If Timer3.Enabled Then
j = j + 1
Text17.Text = j
Label7.Caption = "Motor 2 encendido"
Text4.Text = Val(Text15.Text) + Val(Text10.Text)
Out &H278, Text4.Text
End If

'Escribe en el puerto h378 la velocidad seleccionada

If Timer3.Enabled = True Then
Text26.Text = Text30.Text
End If

If v = r Then
s = 0
Out &H378, y
Elseif v > r Then
s = v - r
y = y + 1
Text28.Text = y
Out &H378, y
Elseif v < r Then
t = r - v
s = t * (-1)
y = y - 1
Text28.Text = y
Out &H378, y
End If

If Label7.Caption = "Motor 2 encendido" Then
Label7.ForeColor = &HFF00&
End If

If Timer3.Enabled = True Then
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = True
Command8.Enabled = False
End If

End Sub

Private Sub Timer4_Timer()

If Text21.Text = "0" Then
Timer4.Enabled = False

```

```
Text22.Text = "0"  
k = 0  
End If
```

```
If Timer3.Enabled = True Then  
Timer4.Enabled = False  
End If
```

```
If Text1.Text = "0" Then  
Timer4.Enabled = False  
End If
```

```
If Text21.Text = Text22.Text Then  
Timer4.Enabled = False  
k = 0  
End If
```

```
If Text21.Text = Text22.Text Then  
Timer2.Enabled = True  
End If
```

```
If Text21.Text = Text22.Text Then  
Text22.Text = k  
End If
```

```
If Timer4.Enabled Then  
k = k + 1  
Text22.Text = k  
Label7.Caption = "Motor 3 encendido"  
Text4.Text = Val(Text11.Text) + Val(Text20.Text)  
Out &H278, Text4.Text  
End If
```

'Escribe en el puerto h378 la velocidad seleccionada

```
If Timer4.Enabled = True Then  
Text26.Text = Text31.Text  
End If
```

```
If w = r Then  
s = 0  
Out &H378, z  
ElseIf w > r Then  
s = w - r  
z = z + 1  
Text28.Text = z  
Out &H378, z  
ElseIf w < r Then  
t = r - w  
s = t * (-1)  
z = z - 1  
Text28.Text = z  
Out &H378, z  
End If
```

```
If Label7.Caption = "Motor 3 encendido" Then  
Label7.ForeColor = &HFF00&  
End If
```

```

If Timer4.Enabled = True Then
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = True
End If

End Sub

Private Sub Timer2_Timer()

If Timer2.Enabled = True Then
e = e + 1
Text6.Text = e
Label7.Caption = "Motores apagados"
Out &H278, 0
Out &H378, 0
Text4.Text = "0"
End If

If Text18.Text = "0" Then
Timer2.Enabled = False
End If

If Label7.Caption = "Motores apagados" Then
Label7.ForeColor = &HFF&
End If

If Timer2.Enabled = False Then
Timer1.Enabled = True
d = 0
End If

If Text6.Text = Text8.Text Then
Timer2.Enabled = False
e = 0
End If

If Text6.Text = Text8.Text Then
Timer1.Enabled = True
End If

If Text6.Text = Text8.Text Then
Text6.Text = e
End If

If Timer2.Enabled = True Then
Command6.Enabled = False
Command7.Enabled = False
Command8.Enabled = False
End If

End Sub

Private Sub Command6_Click()

n = n + 1
If n = 1 Then
Command6.Caption = "Continuar"
Elseif n = 2 Then
Command6.Caption = "Pausa"
End If
If n = 2 Then

```

```

n = 0
End If

If Command6.Caption = "Pausa" Then
Timer1.Enabled = True
Else
Timer1.Enabled = False
Command6.Caption = "Continuar"
Out &H278, 0
End If
Label7.Caption = "Proceso en Pausa"
Label7.ForeColor = &HFFFF&

End Sub

Private Sub Command7_Click()

o = o + 1
If o = 1 Then
Command7.Caption = "Continuar"
Elseif o = 2 Then
Command7.Caption = "Pausa"
End If
If o = 2 Then
o = 0
End If

If Command7.Caption = "Pausa" Then
Timer3.Enabled = True
Else
Timer3.Enabled = False
Command7.Caption = "Continuar"
Out &H278, 0
End If
Label7.Caption = "Proceso en Pausa"
Label7.ForeColor = &HFFFF&

End Sub

Private Sub Command8_Click()

p = p + 1
If p = 1 Then
Command8.Caption = "Continuar"
Elseif p = 2 Then
Command8.Caption = "Pausa"
End If
If p = 2 Then
p = 0
End If

If Command8.Caption = "Pausa" Then
Timer4.Enabled = True
Else
Timer4.Enabled = False
Command8.Caption = "Continuar"
Out &H278, 0
End If
Label7.Caption = "Proceso en Pausa"
Label7.ForeColor = &HFFFF&
End Sub

```

```

'Instrucciones puerto &h379
Private Sub Timer5_Timer()

Text127.Text = s
r = Val(Text25.Text)

valueread = Inp(&H379)
Text23.Text = m
m = valueread - 23552

If Text23.Text = "7" Then
Text25.Text = "0"
ElseIf Text23.Text = "71" Then
Text25.Text = "1"
ElseIf Text23.Text = "39" Then
Text25.Text = "2"
ElseIf Text23.Text = "103" Then
Text25.Text = "3"
ElseIf Text23.Text = "23" Then
Text25.Text = "4"
ElseIf Text23.Text = "87" Then
Text25.Text = "5"
ElseIf Text23.Text = "55" Then
Text25.Text = "6"
ElseIf Text23.Text = "119" Then
Text25.Text = "7"
ElseIf Text23.Text = "15" Then
Text25.Text = "8"
ElseIf Text23.Text = "79" Then
Text25.Text = "9"
ElseIf Text23.Text = "47" Then
Text25.Text = "10"
ElseIf Text23.Text = "111" Then
Text25.Text = "11"
ElseIf Text23.Text = "31" Then
Text25.Text = "12"
ElseIf Text23.Text = "95" Then
Text25.Text = "13"
ElseIf Text23.Text = "63" Then
Text25.Text = "14"
ElseIf Text23.Text = "127" Then
Text25.Text = "15"
End If

End Sub

Private Sub uno1_Click()

Label46.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 1"
Label16.Caption = Label46.Caption

If Label42.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
a = 100
Text2.Text = a
q = 6
Text29.Text = q
ElseIf Label42.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
a = 120
Text2.Text = a
q = 6
Text29.Text = q
End If

```

```

End Sub
Private Sub dos1_Click()
Label46.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 2"
Label16.Caption = Label46.Caption

If Label42.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
a = 150
Text2.Text = a

q = 8
Text29.Text = q

ElseIf Label42.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
a = 140
Text2.Text = a
q = 8
Text29.Text = q
End If

End Sub
Private Sub tres1_Click()
Label46.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 3"
Label16.Caption = Label46.Caption

If Label42.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
a = 200
Text2.Text = a
q = 11
Text29.Text = q

ElseIf Label42.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
a = 180
Text2.Text = a
q = 11
Text29.Text = q

End If

End Sub
Private Sub uno2_Click()
Label47.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 1"
Label30.Caption = Label47.Caption

If Label43.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
y = 80
Text14.Text = y

v = 6
Text30.Text = v

ElseIf Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
y = 70
Text14.Text = y

v = 6
Text30.Text = v
End If

End Sub

```



```

Private Sub dos2_Click()

Label47.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 2"
Label30.Caption = Label47.Caption

If Label43.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
y = 100
Text14.Text = y

v = 8
Text30.Text = v

Elseif Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
y = 100
Text14.Text = y

v = 8
Text30.Text = v
End If

End Sub

Private Sub tres2_Click()

Label47.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 3"
Label30.Caption = Label47.Caption
If Label43.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
y = 120
Text14.Text = y

v = 11
Text30.Text = v

Elseif Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
y = 140
Text14.Text = y

v = 11
Text30.Text = v
End If

End Sub

Private Sub uno3_Click()

Label48.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 1"
Label36.Caption = Label48.Caption

If Label44.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
z = 110
Text19.Text = z

w = 6
Text31.Text = w
Elseif Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
z = 90
Text19.Text = z

w = 6
Text31.Text = w
End If

```

```

End Sub

Private Sub dos3_Click()

Label48.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 2"
Label36.Caption = Label48.Caption

If Label44.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
z = 135
Text19.Text = z

w = 8
Text31.Text = w
ElseIf Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
z = 110
Text19.Text = z

w = 8
Text31.Text = w
End If

End Sub

Private Sub tres3_Click()

Label48.Caption = "El motor va a girar a una velocidad igual a 3"
Label36.Caption = Label48.Caption
If Label44.Caption = "El motor va a girar a la izquierda" Then
z = 170
Text19.Text = z

w = 11
Text31.Text = w
ElseIf Label43.Caption = "El motor va a girar a la derecha" Then
z = 180
Text19.Text = z

w = 11
Text31.Text = w
End If

End Sub

'Grafica de la señal del convertidor Analogico Digital

Private Sub Timer6_Timer()

dato(ii) = Val(Text25.Text) * 15
Picture1.Line (ii - 1, datoanterior)-(ii, dato(ii)), &HFF
datoanterior = dato(ii)

ii = ii + 1

End Sub

Private Sub Timer7_Timer()

Picture1.Cls
Picture1.Line (-1, -2)-(200, -2)
Picture1.Line (0, -2)-(0, 256)

For jj = 0 To 200 Step 200

```

```
Picture1.Line (jj - 4, -4)-(jj - 3, -4), &HC0C0C0
Picture1.Print jj
Next jj

For jj = 1 To 255 Step 200
Picture1.Line (-8, jj)-(-8, jj + 5), &HC0C0C0
Picture1.Print jj

Next jj

ii = 0
End Sub
```

## **APÉNDICE B**

### **LISTA DE MATERIALES, DIAGRAMAS Y NEGATIVOS DE LOS CIRCUITOS**

## **APÉNDICE B**

### **LISTA DE MATERIALES, DIAGRAMAS Y NEGATIVOS DE LOS CIRCUITOS**

En este apéndice se encuentra la lista de materiales empleados, el circuito completo de los componentes que forman la tarjeta de control, el diagrama del circuito seccionado para llevarlo al negativo del circuito impreso y los negativos del circuito impreso de cada una de las tarjetas.

## LISTA DE MATERIALES

- 1 ADC0804
- 1 MC1408
- 1 LM2907
- 9 LM741
- 3 MC14051
- 3 Sensores ranurados H22A1
- 3 Transistores Tip31B
- 3 Transistores Tip32B
- 9 Disipadores de calor
- 6 Diodos 1N4004
- 9 Resistencias 1K
- 4 Resistencias 2.2K
- 1 Resistencia 2.7K
- 1 Resistencia 4.7K
- 8 Resistencias 10K
- 3 Resistencias 15K
- 2 Resistencias 100K
- 3 Potenciómetros 1K
- 1 Potenciómetro 50K
- 1 Potenciómetro 500K
- 2 Capacitores 10 n
- 2 Capacitores 1 n
- 1 Capacitor 220 p
- 1 Capacitor 1u
- 10 Bases torneadas de 8 pines
- 4 Bases torneadas de 16 pines
- 1 Base torneadas de 20 pines
- 2 Conectores DB25 hembras
- 4 Conectores DB25 machos
- 8 Conectores de 2 pines
- 7 Conectores de 3 pines

1 Cable multipar de 9 hilos  
1 Cable multipar de 14 hilos  
6 Motores de CD de 12 V  
3 Engranajes ranurados  
3 Bandas  
3 Poleas  
3 Placas de circuito impreso  
1 Plumón indeleble  
Tinta serigráfica vinílica  
1 Maya serigráfica con marco  
Cloruro férrico  
Soldadura  
Alambre N° 22  
1 Multímetro  
1 Osciloscopio  
1 Fuente bipolar  
3 Cables banana-banana  
2 Computadoras  
2 tarjetas de red  
Cable UTP nivel 5  
4 Conectores RJ45  
1 Switch de 8 puertos

## CIRCUITO COMPLETO DE LA TARJETA DE CONTROL

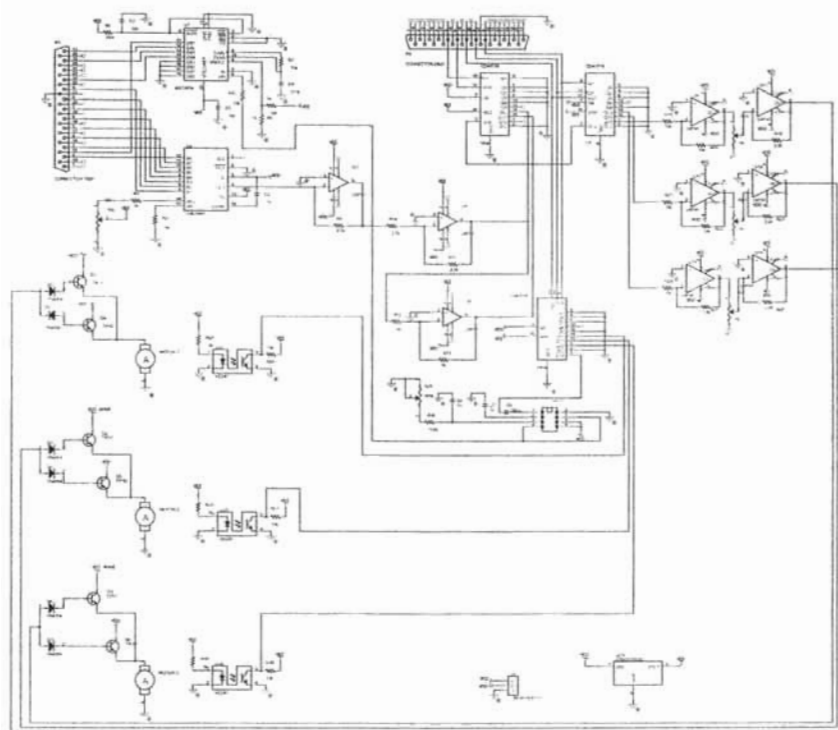


Diagrama completo que muestra la interconexión de los circuitos y dispositivos que forman la tarjeta de control



# CIRCUITO 1

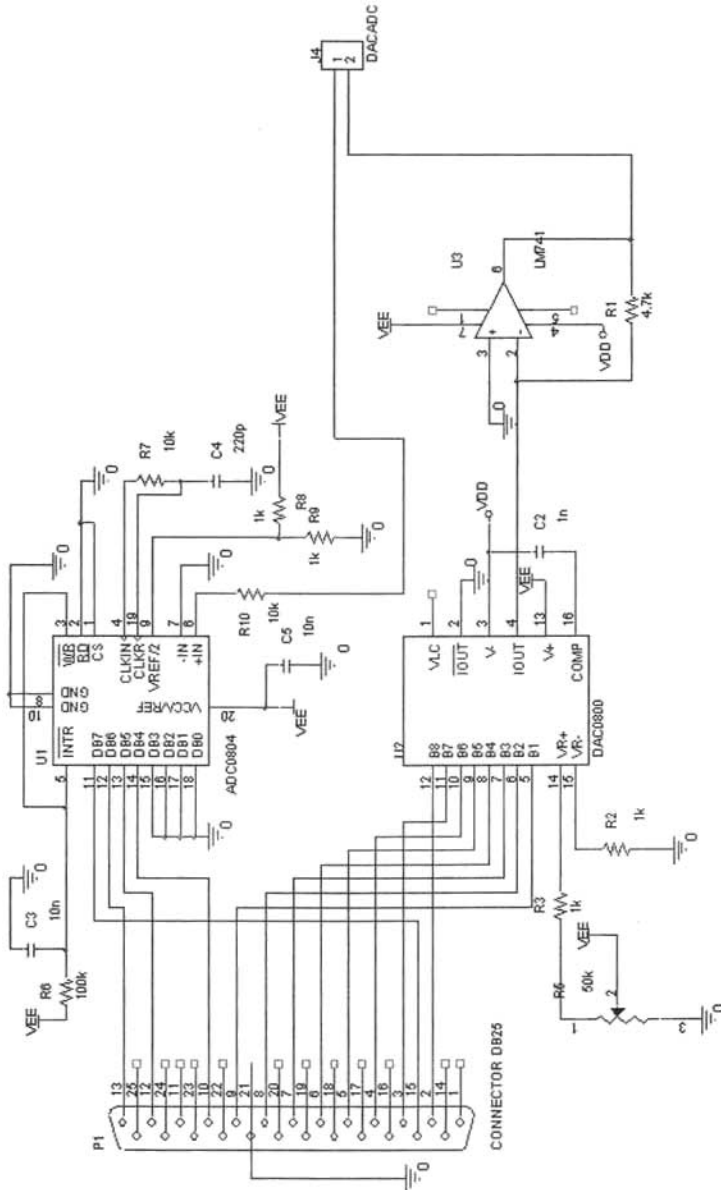


Diagrama que muestra los circuitos y conectores en la tarjeta 1.

## CIRCUITO 2

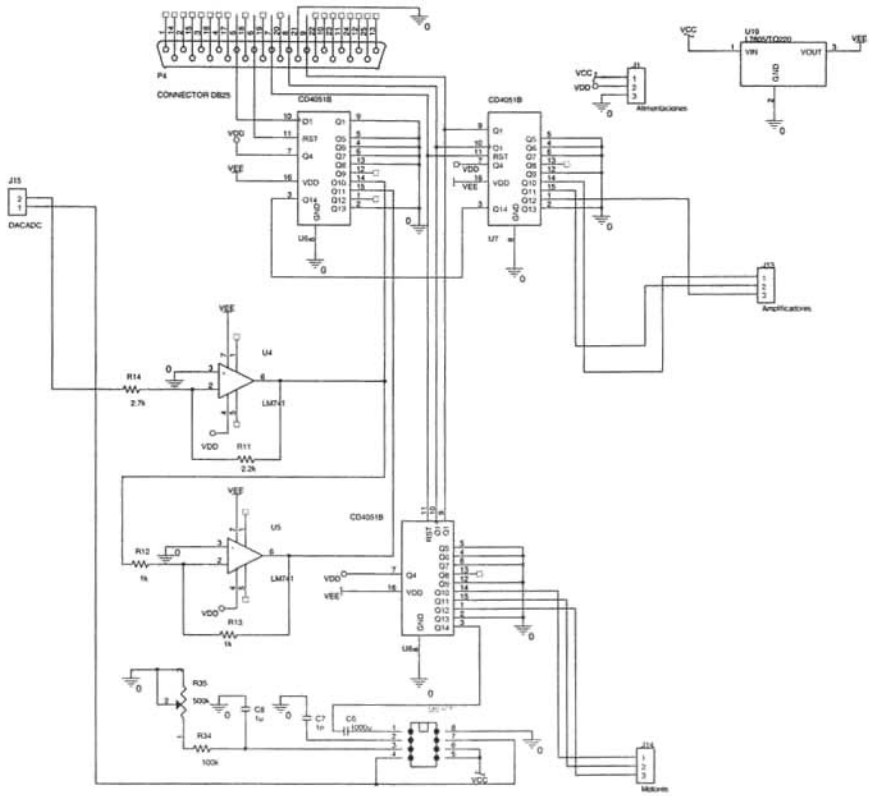


Diagrama que muestra los circuitos y conectores en la tarjeta 2.

### CIRCUITO 3

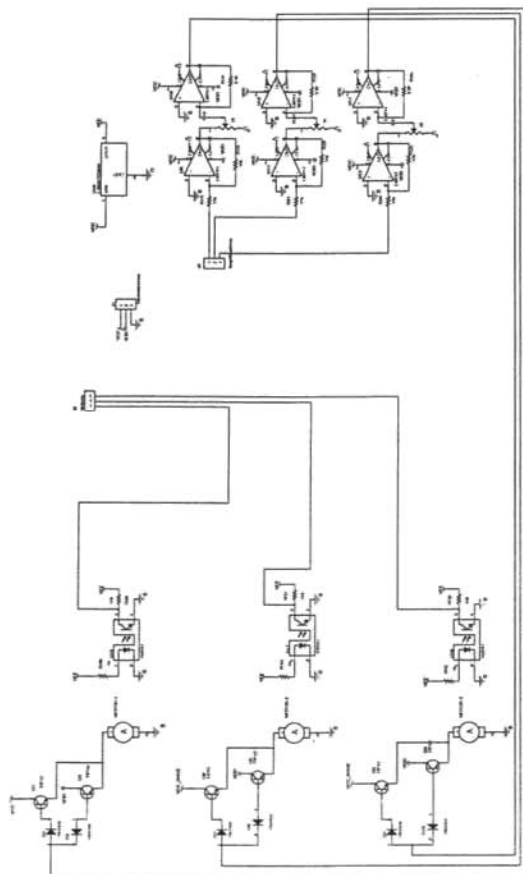
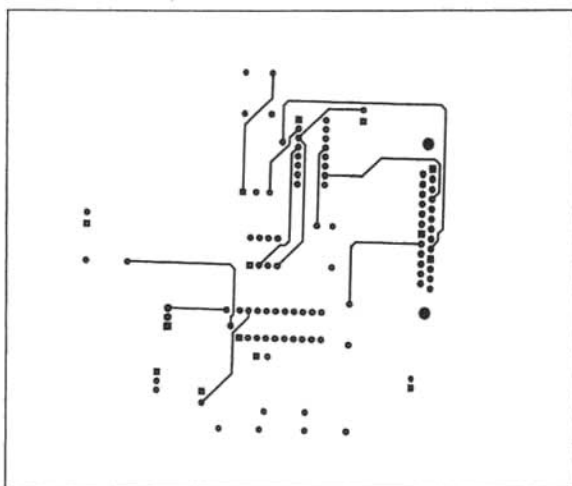
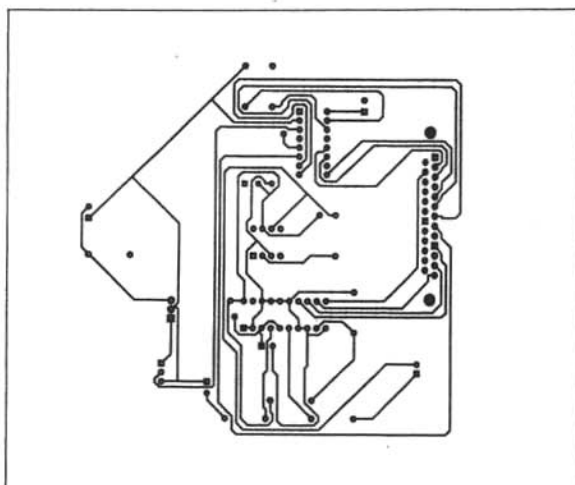


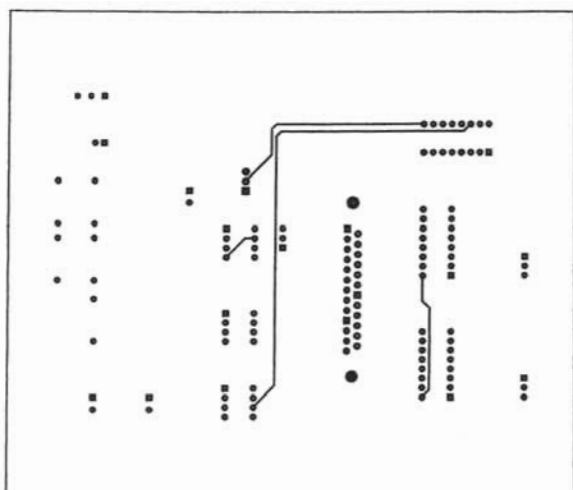
Diagrama que muestra los circuitos y conectores en la tarjeta 3



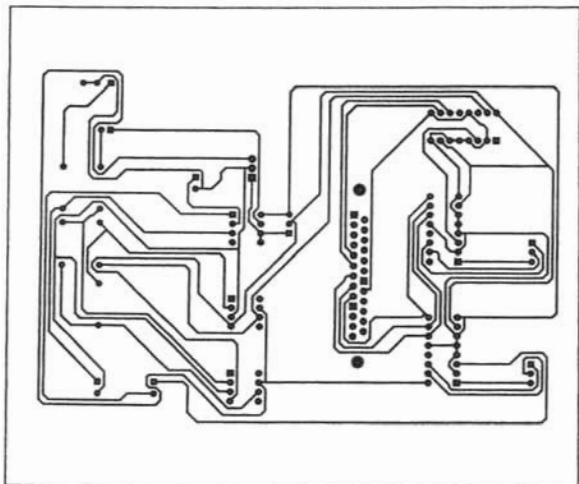
TARJETA 1  
VISTA SUPERIOR



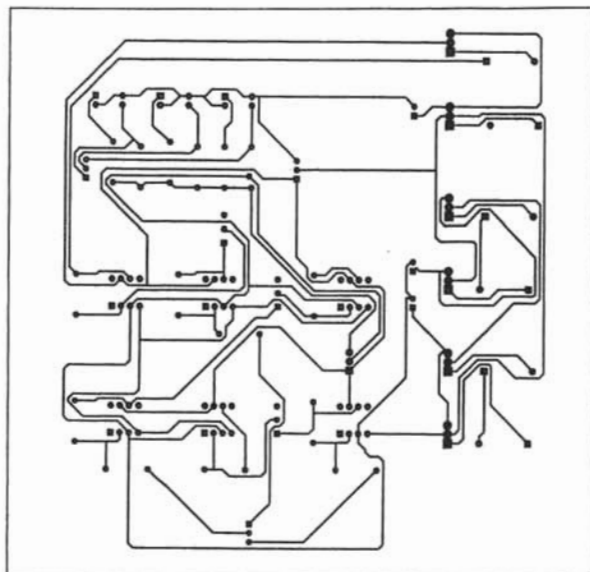
TARJETA 1  
VISTA INFERIOR



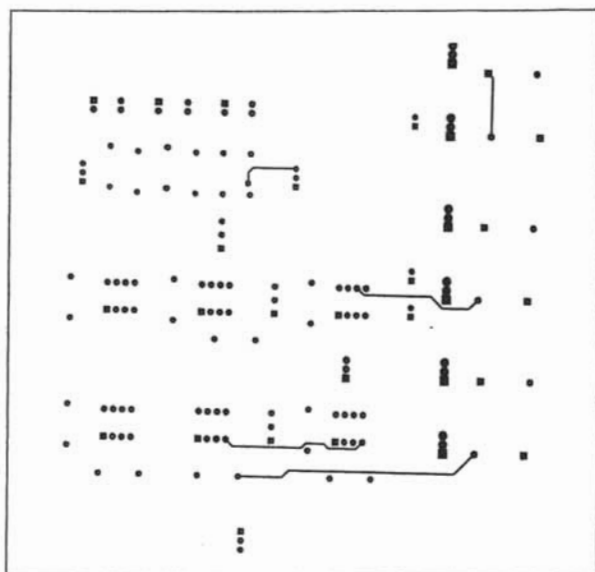
TARJETA 2  
VISTA SUPERIOR



TARJETA 2  
VISTA INFERIOR



TARJETA 3  
VISTA SUPERIOR



TARJETA 3  
VISTA INFERIOR

**APÉNDICE C**  
**ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES**

## **APÉNDICE C**

### **ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES**

En este apéndice se encuentran las hojas de especificaciones técnicas de los circuitos empleados.



**TIP31, TIP31A, TIP31B, TIP31C, TIP32, TIP32A, TIP32B, TIP32C, (PNP)**



**Complementary Silicon Plastic Power Transistors**

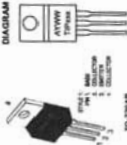
Designed for use in general purpose amplifier and switching applications.

- Collector-Emitter Saturation Voltage:
  - $V_{CE(sat)} = 1.2 \text{ Vdc (Max)}$  @  $I_C = 3.0 \text{ Adc}$
- Collector-Emitter Saturation Voltage:
  - $V_{CE(sat)} = 60 \text{ Vdc (Min)}$  - TIP31, TIP32
  - $V_{CE(sat)} = 60 \text{ Vdc (Max)}$  - TIP31A, TIP32A
  - $V_{CE(sat)} = 80 \text{ Vdc (Max)}$  - TIP31B, TIP32B
  - $V_{CE(sat)} = 100 \text{ Vdc (Max)}$  - TIP31C, TIP32C
- High Current Gain - Base-Emitter Product
  - $\beta \cdot I_T = 3.0 \text{ MR (Min)}$  @  $I_C = 200 \text{ mAdc}$
- Compact TO-229 AB Package

ON Semiconductor®  
http://www.onsemi.com

**3 AMPERE  
POWER TRANSISTORS  
COMPLEMENTARY  
SILICON  
40-80-100 VOLTS  
40 WATTS**

**MARKING  
DIAGRAM**



**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	Value	Units
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE}$	40, 60, 80, 100	Vdc
Collector Base Voltage	$V_{CB}$	40, 60, 80, 100	Vdc
Emitter Base Voltage	$V_{EB}$	5.0	Vdc
Collector Current	$I_C$	2.0, 3.0, 4.0	Adc
Base Current	$I_B$	1.0, 1.5	Adc
Storage Temperature	$T_S$	-55 to 150	$^{\circ}\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature	$T_J, T_{stg}$	-55 to 150	$^{\circ}\text{C}$

$T_C = 1.0 \text{ Vdc}, I_C = 2.0 \text{ Adc}, P_{TOT} = 10 \text{ Wdc}, V_{CE} = 40 \text{ Vdc}, I_{B(sat)} = 100 \text{ mA}$

**ORDERING INFORMATION**

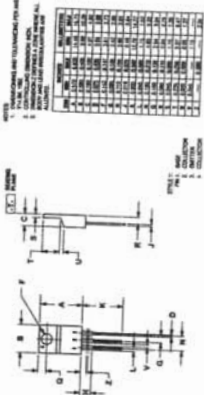
Part numbers and quantities are listed in the table below. For more information on ordering, please refer to the packaging information located on page 6 of this data sheet.

**TIP31, TIP31A, TIP31B, TIP31C, (PNP), TIP32, TIP32A, TIP32B, TIP32C, (PNP)**

**ORDERING INFORMATION**

Device	Package	Shipping
TIP31	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP31A	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP31B	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP31C	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP32	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP32A	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP32B	TO-229AB	50 Units/Reel
TIP32C	TO-229AB	50 Units/Reel

**PACKAGE DIMENSIONS**  
TO-229AB  
CASE 231A-09  
ISSUE 1A



ON Semiconductor and are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes in circuit design and specifications without notice at any time. This document is the property of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). This document contains confidential information and is intended only for the individual named. If you are not the named individual you should not disseminate, distribute or copy this document. SCILLC is not responsible for any errors or for any consequences arising from the use of the information contained herein. SCILLC reserves the right to change this document at any time without notice, and is not responsible for any errors or for any consequences arising from the use of the information contained herein. © 2001 Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). All rights reserved. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. Minority candidates encouraged to apply.

**PUBLICATION ORDERING INFORMATION**

Literature Distribution Center for ON Semiconductor  
6300 West Chicago Avenue  
Chicago, IL 60629  
Phone: (708) 261-2000  
Fax: (708) 261-2001  
E-Mail: orderlit@onsemi.com  
Web: www.onsemi.com

For additional information, please contact your local sales representative.

TIP31AD

## Complementary Silicon Plastic Power Transistors

...designed for use in general purpose amplifier and switching applications.

- Collector-Emitter Saturation Voltage —  $V_{CE(sat)}$  = 1.5 Vdc (Max) @ Ic = 0.9 Adc
- Collector-Emitter Sustaining Voltage —  $V_{CE(sus)}$  = 60 Vdc (Max) — TIP41A, TIP42A
- Collector-Base Saturation Voltage —  $V_{CB(sat)}$  = 1.0 Vdc (Max) — TIP41C, TIP42C
- High Current Gain — Bandwidth Product  $f_T$  = 3.0 MHz (Min) @ Ic = 500 mAdc
- Compact TO-228 AB Package

### MAXIMUM RATINGS

Rating	TIP41A	TIP41B	TIP42A	TIP42C	Units
Collector-Emitter Voltage	VCEO	60	60	100	Vdc
Collector-Base Voltage	VCEB	60	60	100	Vdc
Emitter-Base Voltage	VEB	5.0	5.0	5.0	Vdc
Collector Current — Continuous	IC	5	5	5	Adc
Base Current — Peak	IB	1.0	1.0	1.0	Adc
Base Power Dissipation	PD	65	65	65	mWdc
Total Power Dissipation	PTD	7.5	7.5	7.5	mWdc
Operating and Storage Junction Temperature Range	Tj, Tj(Stg)	-40 to +150	-40 to +150	-40 to +150	°C

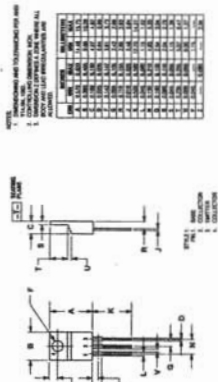
### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Units
Thermal Resistance, Junction to Package	RθJA	62.5	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	RθJC	1.50	°C/W

(1) Ic = 2.5 A, L = 20 mH, VBE = 0.7 Vdc, VCC = 10 V, RθJC = 100 °C

### PACKAGE DIMENSIONS

TO-228AB  
CASE 227A-09  
ISSUE AA



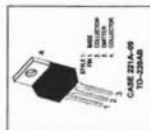
NOTES:  
1. DIMENSIONS AND TOLERANCES ARE IN MILLIMETERS.  
2. DIMENSIONS IN PARENTHESES ARE FOR REFERENCE ONLY.  
3. DIMENSIONS IN PARENTHESES ARE FOR REFERENCE ONLY.

Symbol	Min	Max	Min	Max
A	1.14	1.18	1.14	1.18
B	0.76	0.80	0.76	0.80
C	0.25	0.28	0.25	0.28
D	1.14	1.18	1.14	1.18
E	0.76	0.80	0.76	0.80
F	0.25	0.28	0.25	0.28
G	0.25	0.28	0.25	0.28
H	0.25	0.28	0.25	0.28
I	0.25	0.28	0.25	0.28
J	0.25	0.28	0.25	0.28
K	0.25	0.28	0.25	0.28
L	0.25	0.28	0.25	0.28
M	0.25	0.28	0.25	0.28
N	0.25	0.28	0.25	0.28
O	0.25	0.28	0.25	0.28
P	0.25	0.28	0.25	0.28
Q	0.25	0.28	0.25	0.28
R	0.25	0.28	0.25	0.28
S	0.25	0.28	0.25	0.28
T	0.25	0.28	0.25	0.28
U	0.25	0.28	0.25	0.28
V	0.25	0.28	0.25	0.28
W	0.25	0.28	0.25	0.28
X	0.25	0.28	0.25	0.28
Y	0.25	0.28	0.25	0.28
Z	0.25	0.28	0.25	0.28

FIG. 1  
Lead  
Dimension  
in  
Millimeters  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

ON Semiconductor  
TIP41A  
TIP41B\*  
TIP41C\*  
TIP42A  
TIP42B\*  
TIP42C\*

8 AMPERE  
SILICON  
COMPLEMENTARY  
POWER TRANSISTORS  
50-PIN PLASTIC TO-228AB  
55 MWatts



Productivity on ON Semiconductor recommended circuit for better use and best overall value.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2002  
April, 2002 — Rev. 4

Publication Order Number  
TIP41AD

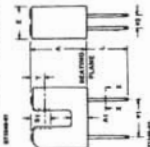
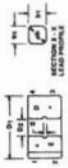
http://onsemi.com

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR

SLOTTED OPTICAL SWITCH

H22A172C

TEMPERATURE	MIN	MAX	TYP
Operating Temperature	-55	+125	
Storage Temperature	-55	+175	
Lead Temperature (Solder)	230	300	
Lead Temperature (Flux)	340	370	
Lead Temperature (Wave)	260	300	



- NOTES:
1. LEAD DIMENSIONS ARE DERIVED FROM BALL GRID ARRAY (BGA) PACKAGING.
  2. DIMENSIONS ARE SHOWN IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
  3. THE DIMENSION AREA IS DEFINED BY THE 'D' DIMENSION AND BY DIMENSIONS 'X' AND 'Y' (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED).

**PREPACKAGED OPTIMIZED**



**PREPACKAGED**

- Characterizing
- Low cost
- 100% reliability
- High yield

The FAIRCHILD Optical Switches is a plastic or ceramic light emitting device mounted on a silicon photodiode in a package housing. The packaging system is designed to provide long life, high reliability, and excellent performance. The package is designed to provide high reliability. The package is designed to provide high reliability. The package is designed to provide high reliability.

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR

SLOTTED OPTICAL SWITCH

TEMPERATURE	MIN	MAX	TYP
Operating Temperature	-55	+125	
Storage Temperature	-55	+175	
Lead Temperature (Solder)	230	300	
Lead Temperature (Flux)	340	370	
Lead Temperature (Wave)	260	300	

PARAMETER	SYMBOL	UNIT	MIN	MAX	TYP
Forward Voltage	$V_F$	V	1.7	2.0	1.8
Reverse Breakdown Voltage	$V_R$	V	5.0	6.0	5.5
Forward Current	$I_F$	mA	1.0	2.0	1.5
Reverse Current	$I_R$	$\mu A$	1.0	5.0	2.0
Emitter-Cathode Breakdown	$V_{EC}$	V	5.0	6.0	5.5
Collector-Emitter Breakdown	$V_{CE}$	V	5.0	6.0	5.5
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE}$	V	5.0	6.0	5.5
Collector Current	$I_C$	mA	1.0	2.0	1.5
Diode Switching Current	$I_{SW}$	mA			
Storage Time	$t_{stg}$	ns			
Turn-On Time	$t_{on}$	ns			
Turn-Off Time	$t_{off}$	ns			

- NOTES:
1. LEAD DIMENSIONS ARE DERIVED FROM BALL GRID ARRAY (BGA) PACKAGING.
  2. DIMENSIONS ARE SHOWN IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
  3. THE DIMENSION AREA IS DEFINED BY THE 'D' DIMENSION AND BY DIMENSIONS 'X' AND 'Y' (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED).

## LM2907/LM2917 Frequency to Voltage Converter

May 2003



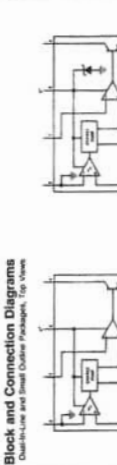
### LM2907/LM2917

#### General Description

The LM2907/LM2917 series are monolithic frequency doubling converters with a high gain op amp/comparator design. The LM2907/LM2917 series are monolithic frequency doubling converters with a high gain op amp/comparator design. The LM2907/LM2917 series are monolithic frequency doubling converters with a high gain op amp/comparator design. The LM2907/LM2917 series are monolithic frequency doubling converters with a high gain op amp/comparator design.

- Only one RC network provides frequency doubling
- Zener regulator on chip allows accurate and stable frequency to voltage or current conversion (LM2917)
- 30 mA sink or source to operate logic, indicators, relays or actuators in a circuit
- Ground referenced transducer input impedance directly to ground
- 30 mA sink or source to operate logic, indicators, relays or actuators in a circuit
- Frequency doubling for low speed
- Technometer that built-in hydrometer with other differential mode hydrometer
- 40.2% linearity typical
- Ground referenced transducer is fully protected from damage due to surge power  $V_{OC}$  and false ground

- Applications
  - Speedometers
  - Blower-pump speed meters
  - Water pump speed meter
  - Speed governors
  - Choke control
  - Choke control
  - Hydro control
  - Touch or sound indicators



**Advantages**

- Output settings to ground for zero frequency input
- Easy to use:  $V_{OUT} = I_s \times V_{ZENER} \times (1 + G)$

**Block and Connection Diagrams**

Double-Ended and Single-Ended Packages (Top View)

Order Number: LM2907M or LM2917M  
See MS Package Number M58A or M58C

© 2003 National Semiconductor Corporation D907874

## LM2907/LM2917

**Absolute Maximum Ratings** (Note 1)  
If Military/Aerospace specified endurance is required, please contact the National Semiconductor Sales Office. Distributions for availability and specifications.

Supply Voltage (Clear Outputs) 20V  
Supply Voltage (Other Outputs) 20V  
Collector Voltage 20V  
Differential Input Voltage 20V  
Technometer 20V  
Op Amp/Comparator 20V  
Input Voltage Range 0.0V to +20V  
LM2907/LM2917-B 0.0V to +20V  
Op Amp/Comparator 0.0V to +20V

Power Dissipation (Note 1)  
LM2907/LM2917-B 1300 mW  
LM2907-14, LM2917-14 1600 mW  
See (Note 1)  
Storage Temperature Range -45°C to +85°C  
-45°C to +150°C  
200°C  
Small Outline Package  
Vapor Phase (10 seconds)  
Small Outline Package  
Reflow (10 seconds)  
215°C  
See referenced (10 seconds)  
200°C  
See referenced (10 seconds)  
200°C  
on Product Reliability for other methods of reliability without mount devices.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
<b>TACHOMETER</b>						
V <sub>IN</sub>	Input Threshold	V <sub>IN</sub> = 250 mV/ps at 1 kHz (Note 2)	±10	±25	±40	mV
		V <sub>IN</sub> = 250 mV/ps at 1 kHz (Note 2)	±20	±30	±40	mV
Other Voltage						
V <sub>IN</sub>	Input Bias Current	LM2907/LM2917	3.5	19	nV	
		LM2907-8/LM2917-8	5	15	nV	
V <sub>IN</sub>	Input Bias Current	V <sub>IN</sub> = ±450 mV/ps	0.1	1	µA	
		V <sub>IN</sub> = ±125 mV/ps (Note 3)	0.3	3	µA	
I <sub>IN</sub>	Input Current	V <sub>IN</sub> = 0V (Note 3)	0.1	1	µA	
		V <sub>IN</sub> = ±125 mV/ps (Note 3)	0.3	3	µA	
I <sub>IN</sub>	Output Current	V <sub>IN</sub> = 0V (Note 4)	140	160	240	µA
		V <sub>IN</sub> = 0V (Note 4)	0.5	1.0	1.1	µA
K	Gain Constant	V <sub>IN</sub> = 0V	0.5	1.0	1.1	%
		V <sub>IN</sub> = 100V, 10 MHz (Note 5)	-1.2	0.3	+1.0	%

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
<b>CHAMP COMPENSATOR</b>						
V <sub>IN</sub>	Input Threshold	V <sub>IN</sub> = 8.0V	3	15	mV	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	0	50	500	nA
V <sub>IN</sub>	Common-Mode Voltage	V <sub>IN</sub> = 8.0V	0	50	500	nA
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	0	50	500	nA
V <sub>IN</sub>	Output Current	V <sub>IN</sub> = 1.0	200	200	200	mV
		V <sub>IN</sub> = 1.0	45	50	50	mV
V <sub>IN</sub>	Output Source Current	V <sub>IN</sub> = 1.0	45	50	50	mV
		V <sub>IN</sub> = 1.0	45	50	50	mV
V <sub>IN</sub>	Saturation Voltage	V <sub>IN</sub> = 8.0V	0.1	0.3	V	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	0.1	0.3	V	
I <sub>IN</sub>	Input Current	V <sub>IN</sub> = 8.0V	1.0	1.5	V	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	1.0	1.5	V	

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V <sub>IN</sub>	Reference Voltage	V <sub>IN</sub> = 8.0V	7.58	V		
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	10.5	15	15	
V <sub>IN</sub>	Stable Resistance	V <sub>IN</sub> = 8.0V	10.5	15	15	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	10.5	15	15	
V <sub>IN</sub>	Temperature Stability	V <sub>IN</sub> = 8.0V	±1	±1	mV/°C	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	±1	±1	mV/°C	
V <sub>IN</sub>	TOTAL SUPPLY CURRENT	V <sub>IN</sub> = 8.0V	3.8	6	mA	
		V <sub>IN</sub> = 8.0V	3.8	6	mA	

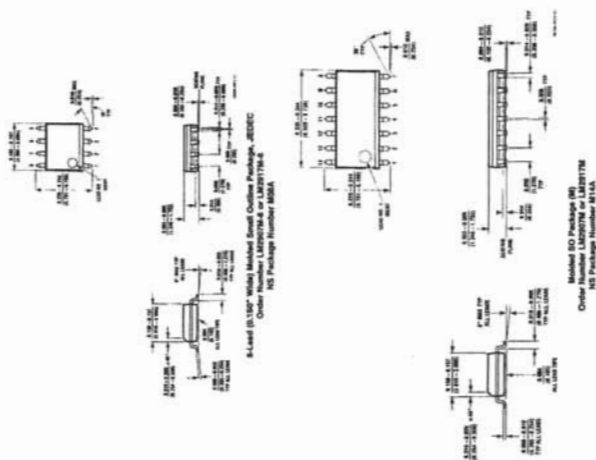
Note 1: The maximum junction temperature allowed is 175°C. The operating temperature range is -40°C to +125°C. The maximum storage temperature is -55°C to +150°C. The maximum lead temperature is 300°C. The maximum soldering temperature is 260°C. The maximum reflow temperature is 260°C. The maximum reflow time is 10 seconds. The maximum reflow temperature is 260°C. The maximum reflow time is 10 seconds. The maximum reflow temperature is 260°C. The maximum reflow time is 10 seconds.

Note 2: V<sub>IN</sub> is the input voltage. V<sub>OUT</sub> is the output voltage. V<sub>ZENER</sub> is the Zener voltage. V<sub>OC</sub> is the open-circuit voltage. V<sub>IN</sub> is the input voltage. V<sub>OUT</sub> is the output voltage. V<sub>ZENER</sub> is the Zener voltage. V<sub>OC</sub> is the open-circuit voltage.

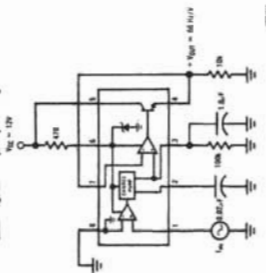
Note 3: The input current is measured with the input voltage set to 0V. The input current is measured with the input voltage set to 0V. The input current is measured with the input voltage set to 0V. The input current is measured with the input voltage set to 0V.

Note 4: The output current is measured with the input voltage set to 0V. The output current is measured with the input voltage set to 0V. The output current is measured with the input voltage set to 0V. The output current is measured with the input voltage set to 0V.

Note 5: The gain constant is measured with the input voltage set to 100V. The gain constant is measured with the input voltage set to 100V. The gain constant is measured with the input voltage set to 100V. The gain constant is measured with the input voltage set to 100V.

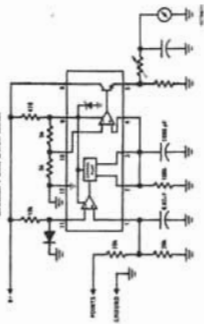
Physical Dimensions  
inches (millimeters)Typical Applications  
(Continued)

## Zero Regulated Frequency to Voltage Converter



www.ti.com

## Strobe Pulse Driver



# 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

1N4001 and 1N4007 are Patented Devices

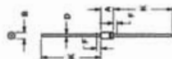
## Axial Lead Rectifiers Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on approximate size, axial lead mounted rectifiers for general-purpose low-power applications.

- Mechanical Characteristics**
- Case: Epoxy Mould
  - Weight: 0.4 gram (approximate)
  - Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Finish: Solderable
  - Leads are Finish: Solderable
  - Soldering Temperature: 235°C Max. for 10" from case
  - Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
  - Available in Tape and Reel, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
  - Available in Fan-Fold Packaging, 2000 per box, by adding a "FP" suffix to the part number
  - Lead Material: 100% Tin-Plated Copper
  - Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

## PACKAGE DIMENSIONS

### AXIAL LEAD CASE 94-03 ISSUE M



NOTES:  
1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
2. DIMENSIONS IN PARENTHESES ARE  
FOR REFERENCE ONLY

Part No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1N4001	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4002	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4003	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4004	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4005	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4006	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
1N4007	10.0	5.0	4.0	4.0	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0



ON Semiconductor™

<http://onsemi.com>

## LEAD MOUNTED RECTIFIERS 50-1000 VOLTS DIFFUSED JUNCTION



CASE 94-43  
DIFFUSED JUNCTION  
PLASTIC

### MARKING DIAGRAM



A  
N  
4001  
1N4001 - Device Number  
1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7  
10V

## MAXIMUM RATINGS

Rating	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Working Peak Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
DC Blocking Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Peak Reverse Voltage (Surge) Pulse Width Limited by SOA	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Reverse Voltage (Surge) Pulse Width Limited by SOA	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Reverse Voltage (Surge) Pulse Width Limited by SOA	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Average Rectified Forward Current (Single Pulse, Infinite Duty Cycle)	1.0							Amps
Average Rectified Forward Current (Single Pulse, Infinite Duty Cycle)	1.0							Amps
Non-Repetitive Peak Surge Current (Surge Applied at rated heat)	30 (for 1 cycle)							Amps
Operating and Storage Junction Temperature	-55 to +175							°C

## ORDERING INFORMATION

See marking diagram for ordering information on page 2 of this data sheet.

Published dimensions and mechanical drawings for this part are listed on page 2.

© ON Semiconductor Corporation, 2001  
March 2001 • 9442.7

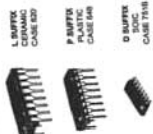
Publication Order Number  
1N4007

<http://onsemi.com>

3

**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

**MC14051B**  
**MC14052B**  
**MC14053B**



**L BUFFER**  
CASE 182  
Part Number: MC14051B

**P BUFFER**  
CASE 164  
Part Number: MC14052B

**B BUFFER**  
CASE 178  
Part Number: MC14053B

**ORDERING INFORMATION**

Part Numbers:  
MC140501CP  
MC140502CP  
MC140503CP  
MC140501C  
MC140502C  
MC140503C  
MC140501B  
MC140502B  
MC140503B  
MC140501A  
MC140502A  
MC140503A

**Analog Multiplexers/Demultiplexers**

The MC14051B, MC14052B, and MC14053B analog multiplexers are precision, low-leakage devices. The MC14051B effectively implements a 2-to-1 multiplexer with 2:1 logic level conversion and a 2-to-1 input/output state switch, the MC14052B is a 4-to-1, and the MC14053B is a 8-to-1 multiplexer. All three devices offer the capability of sending signals up to its complete supply voltage range can be achieved.

- Type: Single Precision on Control Inputs
- Switch Function is Based on 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Supply Voltage: 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Logic Levels: High Level Voltage (V<sub>OH</sub>) = 3.0 to 18 V
- Logic Level: Low Level Voltage (V<sub>OL</sub>) = 0 to 3.0 Vdc
- Logic Level: Input Voltage (V<sub>I</sub>) = 0 to 3.0 Vdc
- Logic Level: Output Voltage (V<sub>O</sub>) = 0 to 3.0 Vdc
- Unlimited Transition Rate (12.5 LO MHz Typical)
- Temperature Range: -55°C to +125°C
- For 4PDT Switch, Use MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed
- For Lower Logic, Use the MC14051, MC14052, or MC14053 High-Speed

**MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	DC Supply Voltage (Referenced to V <sub>EE</sub> )	-0.5 to +18.0	V
V <sub>EE</sub>	V <sub>DD</sub> + V <sub>EE</sub> (Reference to V <sub>EE</sub> for Voltage (V <sub>OC</sub> or V <sub>SW</sub> ))	-	V
V <sub>IN</sub> , V <sub>OUT</sub>	V <sub>DD</sub> (Referenced to V <sub>EE</sub> for Control Inputs and V <sub>EE</sub> for Switch I/O)	-0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
I <sub>IN</sub>	Input Current (I <sub>IN</sub> ) or I <sub>OUT</sub>	±10	µA
I <sub>DD</sub>	Supply Current (I <sub>DD</sub> )	±20	µA
I <sub>DD</sub>	Power Dissipation, per Package (P <sub>DM</sub> )	650	mW
T <sub>STG</sub>	Storage Temperature Range (T <sub>STG</sub> )	-55 to +150	°C
T <sub>OP</sub>	Operating Temperature Range (T <sub>OP</sub> )	-55 to +125	°C

Maximum Input/Output Currents are Limited by the Device Power Dissipation Capability in Free-Air. For Extended Temperature Range Operation, See the MC14051, MC14052, and MC14053 High-Speed Data Sheets.

Temperature Derating: 2.0°C/W and 1.0°C/W for V<sub>DD</sub>, V<sub>EE</sub>, I<sub>DD</sub>, I<sub>IN</sub>, and I<sub>OUT</sub> at V<sub>DD</sub> = 12 V, V<sub>EE</sub> = 0 V, I<sub>DD</sub> = 1.0 mA, I<sub>IN</sub> = 10 µA, I<sub>OUT</sub> = 10 µA.

For Lower Logic, Use the MC14051, MC14052, or MC14053 High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

For 4PDT Switch, Use the MC14051B, MC14052C, or MC14053C High-Speed Data Sheet.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Characteristic	Symbol	-85°C		25°C		125°C		
		Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max
Power Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	— V <sub>DD</sub> + 3.0 to V <sub>DD</sub> + 18 Vdc						—
Control Supply Voltage	V <sub>OC</sub>	— V <sub>OC</sub> + 3.0 to V <sub>OC</sub> + 18 Vdc						—
Control Current Per Package	I <sub>DD</sub>	0.0	0.008	0.0	—	0.008	1.00	
Line-to-Line Leakage Current	I <sub>IN</sub>	10	0.019	10	—	0.019	300	
Line-to-Line Leakage Current (High Level)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Low Level)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>IN</sub>	15	0.03	15	—	0.03	600	
Line-to-Line Leakage Current (Control)	I <sub>OUT</sub>							

ELECTRICAL CHARACTERISTICS  $V_{DD} = 5.0$  V,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .  $V_{DD}$  unless otherwise indicated.

Table with columns: Characteristic, Symbol, Test Conditions, Typ, Max, Unit. Rows include Propagation Delay Time, Setup and Hold Times, and various output current and delay specifications.

OUTLINE DIMENSIONS

D SUPPLY PLASTIC BOC PACKAGE CASE 751B-05 ISSUE J

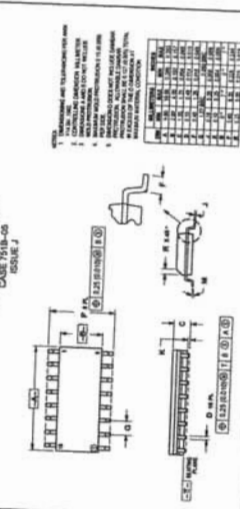


Table of dimensions for the package outline, including pins 1 through 7 and various package features.

- 1. DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS AND INCHES IN PARENTHESES.
- 2. DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS AND INCHES IN PARENTHESES.
- 3. DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS AND INCHES IN PARENTHESES.
- 4. DIMENSIONS ARE GIVEN IN MILLIMETERS AND INCHES IN PARENTHESES.

Notwithstanding to whomsoever the copyright in this document shall vest, Motorola shall retain all rights in and to the information contained herein, and shall have the right to use the information contained herein for its own purposes.

Motorola and the Stylized M Logo are trademarks of Motorola Inc. in the USA and other countries. Motorola Inc. is a registered trademark of Motorola Inc. in the USA and other countries.

MOTOROLA



MC14428B

MOTOROLA CROSS LOGIC DATA

MC14428B MC14428B MC14428B



8-bit multiplying D/A converter

MC1408-8

**DESCRIPTION**  
The MC1408-8 is an 8-bit multiplying digital-to-analog converter which provides high speed conversion with low cost. It is completely programmable and provides 256 digital-to-analog output words and an analog reference voltage.

**FEATURES**

- Fast settling time (70 ns typ)
- Relative accuracy ±0.1% (over error)
- Non-inverting digital inputs are TTL and CMOS compatible
- High-speed multiplying (see 4.2 mAmps input note)
- Output voltage swing -0.5 V to +0.5 V
- Standart supply voltages -0.5 V and -0.5 V to +0.5 V

**APPLICATIONS**

- Floating A-to-D converters
- 2-12 digit panel meters and DVMs
- Waveform synthesis
- Peak detector
- Programmable gain and attenuators
- CMT channel generation
- Audio digitizing and dithering
- Programmable power supplies
- Analog-digital multiplication
- Analog signal dividers
- Digital additors and subtractors
- Speech compression and expansion
- Slipping rotor drive systems
- Servo motor and gain drives

**ORDERING INFORMATION**

DESCRIPTION	ORDERING CODE	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE CODE	TEMP. RANGE
MC1408-8	MC1408-8D	0 °C to +70 °C	DIP-16	0 to +70 °C
MC1408-8 (Small Outline)	MC1408-8S	0 °C to +70 °C	SO-16	0 to +70 °C

8-bit multiplying D/A converter

MC1408-8

**BLOCK DIAGRAM**

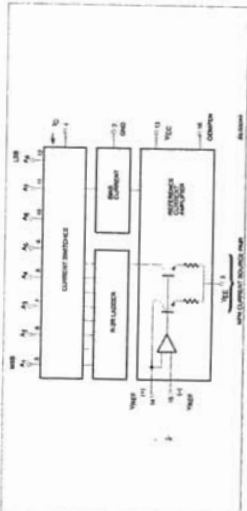


Figure 2. Block Diagram

**CIRCUIT DESCRIPTION**

The MC1408-8 contains an 8-bit reference current amplifier, an 8-bit multiplier, and 8 high speed current switches. For many applications, the multiplier and reference current amplifier need not be added. The 8-bit multiplier divides the reference amplifier current into 256 equal parts, which are then summed to produce the output current. The switch current density is high speed, and a temperature coefficient of 0.1% per °C. The multiplier is a 2.5-bit multiplying current amplifier consisting of an active load stage with unity gain.

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

SYMBOL	PARAMETER	RATINGS	UNIT
V <sub>CC</sub>	Positive power supply voltage	-0.5	V
V <sub>EE</sub>	Negative power supply voltage	0 to 0.5	V
V <sub>IN</sub> , V <sub>OUT</sub>	Digital input voltage	0 to V <sub>CC</sub>	V
V <sub>IN</sub> , V <sub>OUT</sub>	Analog output voltage	-0.2 to +1.8	V
I <sub>IN</sub> , I <sub>OUT</sub>	Reference current	8.0	mA
I <sub>IN</sub> , I <sub>OUT</sub>	Reference amplifier input	V <sub>IN</sub> to V <sub>CC</sub>	mA
I <sub>IN</sub> , I <sub>OUT</sub>	Reference amplifier output	V <sub>IN</sub> to V <sub>CC</sub>	mA
P <sub>D</sub>	Power dissipation, T <sub>amb</sub> = 25 °C (100 mil <sup>2</sup> )	1000	mW
P <sub>D</sub>	Power dissipation, T <sub>amb</sub> = 25 °C (100 mil <sup>2</sup> )	1000	mW
T <sub>STG</sub>	Storage temperature range	0 to 75	°C
T <sub>OP</sub>	Operating temperature range	-0.5 to +100	°C
T <sub>MAX</sub>	Lead soldering temperature (10 sec)	+230	°C

1. Derate above 25 °C at the following rate:  
10 mW/°C for DIP package  
15 mW/°C for SO package at 0.5 mm pitch



Parameter	Min	Typ	Max	Units		
<b>Absolute Maximum Ratings</b> (Notes 1, 2)						
Input (15-wire)			30V			
Storage Temperature Range			-40°C to +100°C			
Package Dissipation at $T_c = 25^\circ\text{C}$			875 mW			
ESD Susceptibility (Note 10)			600V			
<b>Operating Ratings</b> (Notes 1, 2)						
Temperature Range			$T_{min}$ to $T_{max}$			
ADC0801/ADC0802/ADC0803			-40°C to +85°C			
ADC0804/ADC0805			-40°C to +125°C			
Supply Voltage ( $V_{DD}$ ) (Note 3)			0.5V to 5.5V			
Logic Control Inputs			-0.3V to +18V			
All Other Input and Outputs			-0.3V to $V_{DD} + 0.3V$			
Lead Times (Soldering, 10 seconds)			300°C			
Reflow (Soldering, 10 seconds)			260°C			
Wave Soldering (Soldering, 10 seconds)			300°C			
On-Chip Fuse (Programming)			30V			
Surface Mount Package			245°C			
Vapor Phase (100 seconds)			245°C			
<b>Electrical Characteristics</b> (Notes 1, 2)						
The following specifications apply for $V_{DD} = 5V$ , $T_{min}$ to $T_{max}$ , $V_{IN} = 0V$ , and $V_{OUT} = 0V$ unless otherwise specified.						
ADC0801: Total Unadjusted Error (Note 8)	WR Full-Scale A/D Error (Section 2.5.2)		±1LSB	LSB		
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	WR Full-Scale A/D Error (Section 2.5.2)		±1.5LSB	LSB		
ADC0803: Total Unadjusted Error (Note 8)	WR Full-Scale A/D Error (Section 2.5.2)		±1.5LSB	LSB		
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	WR Full-Scale A/D Error (Section 2.5.2)		±1LSB	LSB		
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	WR Full-Scale A/D Error (Section 2.5.2)		±1LSB	LSB		
$V_{DD}$ Input Resistance (Pin 9)	$V_{DD}$ to GND Connection	2.5	±0.9	Ω		
Input Capacitance (Pin 9)	ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805	1.1		pF		
Input Leakage Current (Pin 9)	ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805	±1		μA		
DC Conversion-Make Error	Make-Before-Break	±0.25LSB		LSB		
Power Supply Immunity	$V_{DD} \pm 5V_{DD}$ , ±0.1% Over Ambient $V_{DD}(1)$ and $V_{DD}(2)$ Voltage Change (Note 4)	±0.1%		LSB		
<b>AC Electrical Characteristics</b>						
The following specifications apply for $V_{DD} = 5V$ , $T_{min}$ to $T_{max}$ , and $T_{min}$ to $T_{max}$ unless otherwise specified.						
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
$T_c$	Conversion Time	$V_{IN} = 0V$ to $V_{DD}$ (Note 6)	100	114	128	μs
$T_c$	Conversion Time	(Notes 5, 6)	66	73	80	μs
$f_{CLK}$	Clock Frequency	$V_{DD} < 5V$ , (Note 5)	100	640	1400	kHz
$f_{CLK}$	Clock Duty Cycle		45%			%
CH	Conversion Rate at Free-Running	8192 runs to WR with $V_{DD} = 5V$ , $V_{IN} = 0V$ to $V_{DD}$ (Note 7)	48770		51908	conversions
$t_{CONV}$	Width of WR Input (Start Value Width)	$V_{DD} = 5V$ , $V_{IN} = 0V$ to $V_{DD}$ (Note 7)	100			ns
$t_{SET}$	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF		130	200	ns
$t_{RHS}$	Time from Rising Edge of RD to $H_{-2}$ State	$C_L = 100$ pF, $R_{TH} = 10k\Omega$		125	200	ns
$t_{LH}$	Time from Falling Edge of WR or RD to $H_{-2}$ State	(See THIS STATE Test Circuit)		300	400	ns
$C_{IN}$	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF

November 1998

**National Semiconductor**

**ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805**

**8-Bit  $\mu\text{P}$  Compatible A/D Converters**

www.national.com

**General Description**

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804, and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters with 2.5V to 5.5V analog input voltage tolerance. These converters are designed to allow operation with the MC2800 and MC8000A. They are available in 16-pin DIP, 16-pin SOIC, and 16-pin TSOP packages. The ADC0801, ADC0802, and ADC0803 are available in 16-pin DIP, 16-pin SOIC, and 16-pin TSOP packages. The ADC0804 and ADC0805 are available in 16-pin DIP, 16-pin SOIC, and 16-pin TSOP packages. The ADC0801, ADC0802, and ADC0803 are available in 16-pin DIP, 16-pin SOIC, and 16-pin TSOP packages. The ADC0804 and ADC0805 are available in 16-pin DIP, 16-pin SOIC, and 16-pin TSOP packages.

**Key Specifications**

- 8-bit resolution
- 1LSB, 1.5LSB, and 2LSB
- Conversion time: 100 to 128  $\mu\text{s}$
- Conversion time: 66 to 80  $\mu\text{s}$
- Conversion time: 100 to 1400 kHz
- Conversion time: 45% duty cycle
- Conversion rate: 48770 to 51908 conversions
- Access time: 130 to 200 ns
- Time from rising edge of RD to  $H_{-2}$  state: 125 to 200 ns
- Time from falling edge of WR or RD to  $H_{-2}$  state: 300 to 400 ns
- Input capacitance of logic control inputs: 5 to 7.5 pF

**Features**

- Compatible with 8000  $\mu\text{P}$  derivatives—no retooling
- Logic compatible—access time < 150 ns
- Available in all microprocessors, or optional "hard alpha"

**Connection Diagram**

8-Bit  $\mu\text{P}$  Compatible A/D Converter (80) Packages

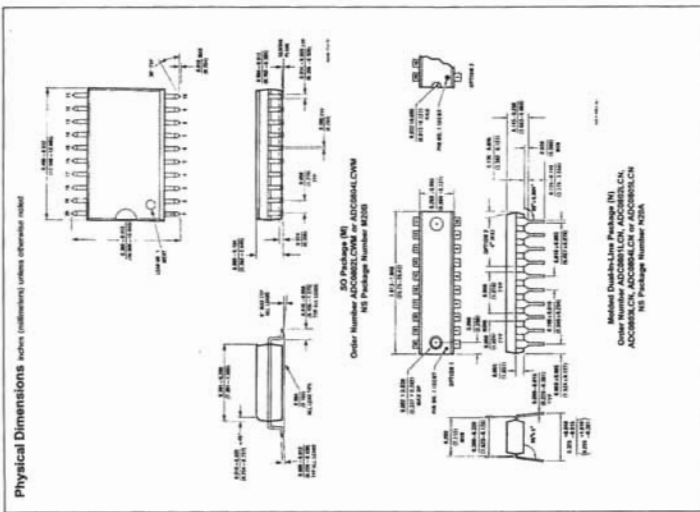
See Ordering Information

**Ordering Information**

TEMP RANGE	8°C TO 25°C	0°C TO 75°C	-40°C TO 85°C
8-Bit Bi-Directional	ADC0801L	ADC0801H	ADC0801HL
8-Bit Bi-Directional	ADC0802L	ADC0802H	ADC0802HL
8-Bit Bi-Directional	ADC0803L	ADC0803H	ADC0803HL
8-Bit Unidirectional	ADC0804L	ADC0804H	ADC0804HL
8-Bit Unidirectional	ADC0805L	ADC0805H	ADC0805HL

PACKAGE OUTLINE: PDIP—16-PIN DIP

© 1998 National Semiconductor Corporation. D0800801



**AC Electrical Characteristics** (Continued)

The following specifications apply for  $V_{CC}=3 V_{CC}$  and  $V_{REF}=V_{CC}$ , unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
	Tri-STATE Output			5	7.5	$\mu A$
	CONTROL INPUTS (Input CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger and is in Bi-directional operation)					
$V_{OH}(1)$	Logic '1' Input Voltage (Elastic Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=3.25 V_{CC}$	2.0			$V_{CC}$
$V_{OH}(2)$	Logic '1' Input Voltage (Elastic Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=4.75 V_{CC}$			0.8	$V_{CC}$
$I_{IH}(1)$	Logic '1' Input Current (All Inputs)	$V_{OH}=5 V_{CC}$			0.005	mA
$I_{IH}(2)$	Logic '0' Input Current (All Inputs)	$V_{OH}=5 V_{CC}$	-1		-0.005	mA
	CLOCK IN (Pin 6)					
$V_{I+}$	CLK IN (Pin 6) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	$V_{CC}$
$V_{I-}$	CLK IN (Pin 6) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.6	2.1	$V_{CC}$
$V_{IL}$	CLK IN (Pin 6) High-Level Voltage		0.8	1.3	2.0	$V_{CC}$
$V_{OL}(0)$	Logic '0' CLK IN Output Voltage	$I_{OL}=500 \mu A$			0.4	$V_{CC}$
$V_{OL}(1)$	Logic '1' CLK IN Output Voltage	$I_{OL}=500 \mu A$			2.4	$V_{CC}$
	DATA OUTPUTS (Pins 8-11)					
$V_{OH}(0)$	Data Output (Data Output)	$I_{OH}=1.6 \text{ mA}, V_{OL}=4.75 V_{CC}$			0.4	$V_{CC}$
$V_{OH}(1)$	Logic '1' Output Voltage	$I_{OH}=1.6 \text{ mA}, V_{OL}=4.75 V_{CC}$			0.4	$V_{CC}$
$V_{OH}(2)$	Logic '1' Output Voltage	$I_{OH}=500 \mu A, V_{OL}=4.75 V_{CC}$	2.4			$V_{CC}$
$V_{OL}$	Logic '0' Output Voltage (All Data Outputs)	$I_{OL}=10 \text{ mA}, V_{OH}=4.75 V_{CC}$			4.5	$V_{CC}$
$V_{OL}(1)$	Logic '0' Output Voltage	$I_{OL}=5 \text{ mA}, V_{OH}=5 V_{CC}$			5	$V_{CC}$
$V_{OL}(2)$	Logic '0' Output Voltage	$V_{OH}$ Stand by Drive, $T_{VDD}$ at $25^\circ C$	4.5		6	mA
$V_{OL}(3)$	Logic '0' Output Voltage	$V_{OH}$ Stand by Drive, $T_{VDD}$ at $25^\circ C$	8.0		10	mA
	POWER SUPPLY					
$I_{CC}$	Supply Current (Load Current)	$V_{CC}=5.0 V_{CC}, T_{VDD}$ at $25^\circ C$ and OS = 50V		1.1	1.8	mA
$I_{CC}(1)$	Supply Current (Load Current)	ADC0801/02/03/04/05		1.9	2.5	mA
$I_{CC}(2)$	Supply Current (Load Current)	ADC0801/02/03/04/05				

Notes:  
 Note 1: Absolute maximum ratings exceed those reported on our designs in the most recent DC and AC electrical characteristics of this family when operating at  $V_{CC}=5.0 V_{CC}$ .  
 Note 2: All outputs are tri-stated with respect to  $V_{CC}$ , unless otherwise specified. The tristate A-Dout pin should always be pulled to the 0 level.  
 Note 3: In order to ensure correct operation, logic '1' output levels must be maintained above the minimum output level of  $V_{OH}(1)$ .  
 Note 4: For timing information on this device, please refer to the timing diagram for this device. The output delay time is defined as the time from the logic '1' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the maximum value. The output delay time is defined as the time from the logic '0' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the minimum value. The output delay time is defined as the time from the logic '1' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the maximum value. The output delay time is defined as the time from the logic '0' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the minimum value.  
 Note 5:  $V_{OL}(1)$  and  $V_{OL}(2)$  are the minimum output voltage levels for logic '0' at  $V_{CC}=5.0 V_{CC}$  and  $V_{OL}(3)$  is the minimum output voltage level for logic '0' at  $V_{CC}=5.0 V_{CC}$  and OS = 50V.  
 Note 6: OS is an oscillation parameter and is a 50% duty cycle square wave. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled.  
 Note 7: The output delay time is defined as the time from the logic '1' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the maximum value. The output delay time is defined as the time from the logic '0' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the minimum value.  
 Note 8: OS is an oscillation parameter and is a 50% duty cycle square wave. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled.  
 Note 9: The output delay time is defined as the time from the logic '1' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the maximum value. The output delay time is defined as the time from the logic '0' output voltage to the time when the output voltage reaches 50% of the minimum value.  
 Note 10: OS is an oscillation parameter and is a 50% duty cycle square wave. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled. The input signal must be applied to the input pins for at least 10 ns before the output is sampled.

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805

www.ti.com

www.ti.com

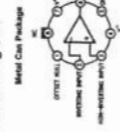
LM741

Operational Amplifier

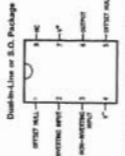
General Description

The LM741 is identical to the LM741C, LM741A, except that the LM741 has an improved performance over a 0°C to +125°C temperature range, instead of -25°C to +125°C. The LM741 is an all-purpose operational amplifier with a wide range of applications. It is designed to meet the needs of a wide range of applications. The amplifiers offer many features which make them applicable to a wide range of applications. They are designed to be used in a wide range of applications. They are designed to be used in a wide range of applications.

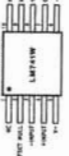
Connection Diagrams



See 1. LM741 is available in J, M, and N packages. Other Number: LM741C, LM741A, LM741E, LM741H, LM741J, LM741K, LM741L, LM741M, LM741N, LM741P, LM741Q, LM741R, LM741S, LM741T, LM741U, LM741V, LM741W, LM741X, LM741Y, LM741Z. See 813 Package Number 105C.

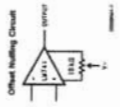


Order Number: LM741A, LM741B, LM741C, LM741D, LM741E, LM741F, LM741G, LM741H, LM741I, LM741J, LM741K, LM741L, LM741M, LM741N, LM741O, LM741P, LM741Q, LM741R, LM741S, LM741T, LM741U, LM741V, LM741W, LM741X, LM741Y, LM741Z. See 813 Package Number 105C or 105E.



Order Number: LM741A, LM741B, LM741C, LM741D, LM741E, LM741F, LM741G, LM741H, LM741I, LM741J, LM741K, LM741L, LM741M, LM741N, LM741O, LM741P, LM741Q, LM741R, LM741S, LM741T, LM741U, LM741V, LM741W, LM741X, LM741Y, LM741Z. See 813 Package Number W15A.

Typical Application



LM741 Operational Amplifier

**Absolute Maximum Ratings** (Note 2)  
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distribution for availability and specifications.

Parameter	LM741A	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 3)	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V
Output Short-Circuit Current	±100 mA	±100 mA	±100 mA
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	-55°C to +125°C	0°C to +125°C
Storage Temperature Range	-55°C to +150°C	-55°C to +150°C	-55°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	150°C	100°C
H-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C
M-Package (60 seconds)	315°C	315°C	315°C
Infrared (10 seconds)	215°C	215°C	215°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of making surface mount devices.			
ESD Immunity (Note 6)	400V	400V	400V

**Electrical Characteristics** (Note 3)  
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of making surface mount devices.

Parameter	LM741A			LM741			LM741C			Units
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V <sub>I</sub> ± 25°C			V <sub>I</sub> ± 25°C			V <sub>I</sub> ± 25°C			mV
	V <sub>I</sub> ± 100°C			V <sub>I</sub> ± 100°C			V <sub>I</sub> ± 100°C			mV
	V <sub>I</sub> ± 50°C			V <sub>I</sub> ± 50°C			V <sub>I</sub> ± 50°C			mV
Average Input Offset Voltage (Note 4)	V <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			V <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			V <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			mV
	V <sub>IO</sub> ± 100°C			V <sub>IO</sub> ± 100°C			V <sub>IO</sub> ± 100°C			mV
Input Offset Current	I <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			I <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			I <sub>IO</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			nA
	I <sub>IO</sub> ± 100°C			I <sub>IO</sub> ± 100°C			I <sub>IO</sub> ± 100°C			nA
Input Bias Current	I <sub>B</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			I <sub>B</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			I <sub>B</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			nA
	I <sub>B</sub> ± 100°C			I <sub>B</sub> ± 100°C			I <sub>B</sub> ± 100°C			nA
Input Resistance	R <sub>i</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			R <sub>i</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			R <sub>i</sub> ± 25°C, V <sub>I</sub> , V <sub>OS</sub>			MΩ
	R <sub>i</sub> ± 100°C			R <sub>i</sub> ± 100°C			R <sub>i</sub> ± 100°C			MΩ
Input Voltage Range	V <sub>IC</sub> ± 25°C, V <sub>IO</sub>			V <sub>IC</sub> ± 25°C, V <sub>IO</sub>			V <sub>IC</sub> ± 25°C, V <sub>IO</sub>			V
	V <sub>IC</sub> ± 100°C			V <sub>IC</sub> ± 100°C			V <sub>IC</sub> ± 100°C			V

## LM78XX Series Voltage Regulators

May 2000

**National Semiconductor**

### LM78XX Series Voltage Regulators

#### General Description

The LM78XX series of three-terminal regulators is available in a wide range of applications. One of these is local on-card regulation using the on-chip reference and error amplifier. The output available allows these regulators to be used in logic systems, communications equipment, and other applications. The LM78XX series devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages. The LM78XX series is available in aluminum TO-3 packages which will allow over 1 A load current if adequate heat sinking is provided. The LM78XX series is also available in plastic TO-220 packages which will allow over 1 A load current if adequate heat sinking is provided. The thermal shutdown circuit limits the output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit thermal power dissipation. The LM78XX series is available in the LM78XXC and LM78XXE versions. The LM78XXC version is available in the LM78XXC and LM78XXE versions. The LM78XXE version is available in the LM78XXE and LM78XXE versions. The LM78XXE version is available in the LM78XXE and LM78XXE versions.

#### Features

- Output current in excess of 1 A
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Thermal shutdown circuit
- Available in aluminum TO-3 package

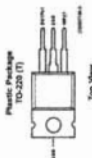
#### Voltage Range

- LM7805C 5V
- LM7805E 5V
- LM7809C 9V
- LM7809E 9V

#### Connection Diagrams



Metal Can Package TO-3 (R) Aluminum  
Order Number LM7805C/LM7809C  
See NSI Package Number KCC24



Plastic Package TO-220 (T)  
Order Number LM7805C/LM7809C  
See NSI Package Number T138

## LM78XX

**Absolute Maximum Ratings (Note 3)**  
If Microelectronic specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office Distributors for availability and specifications.

Input Voltage (LM78XXC and LM78XXE)  
Maximum Junction Temperature (T<sub>J</sub>)  
Storage Temperature Range  
Operating Temperature Range (T<sub>OP</sub>)  
TO-220 Package T  
TO-220 Package E

150°C  
100°C  
-55°C to +100°C  
-45°C to +100°C  
300°C  
200°C

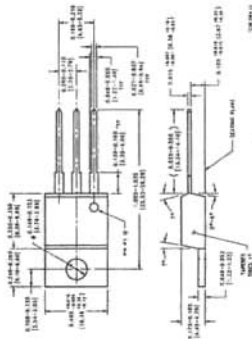
**Electrical Characteristics LM7805C (Note 2)**

Symbol	Parameter	Conditions	5V			9V			15V			25V			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V <sub>o</sub>	Output Voltage	$I_L = 20\text{ mA}$ , $I_L \leq 1\text{ A}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	4.8	5.0	5.2	11.3	12	12.5	14.4	15	15.5	17.4	18	18.5	V
ΔV <sub>o</sub>	Line Regulation	$I_L = 20\text{ mA}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	3	50	4	120	4	120	4	150	4	150	4	150	mV
ΔV <sub>o</sub>	Load Regulation	$V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$ $I_L = 20\text{ mA}$ to $1\text{ A}$	80	25	25	120	25	120	120	25	120	120	25	mV	
I <sub>o</sub>	Output Current	$V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	mA	
ΔI <sub>o</sub>	Output Current Change	$V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	mA	
V <sub>o</sub>	Output Noise Voltage	$f = 10\text{ Hz}$ to $1\text{ kHz}$ $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	μV	
R <sub>o</sub>	Output Resistance	$I_L = 20\text{ mA}$ , $V_{in} \leq 1.25V_o + 1.5\text{ V}$	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	Ω	

www.national.com

113

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



TO-18 Package (Q)  
Order Number LM7802C, LM7805C or LM7812C  
NS Package Number T38B

**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 AND GENERAL MANAGER. For more information, contact the nearest sales office listed below.

- 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 (c) whose failure or malfunction can reasonably be expected to cause the failure of the life support device or system, or (d) affect its safety or effectiveness.
- A critical component is any component of a life support device or system whose failure or malfunction can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or (d) affect its safety or effectiveness.

For more information, contact your nearest sales office.

<b>Advertisement Information</b>	<b>Product Information</b>	<b>Technical Publications</b>
Circle 10 on Reader Service Card	Circle 10 on Reader Service Card	Circle 10 on Reader Service Card
For more information, contact your nearest sales office.	For more information, contact your nearest sales office.	For more information, contact your nearest sales office.
For more information, contact your nearest sales office.	For more information, contact your nearest sales office.	For more information, contact your nearest sales office.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Niche networks, LLC  
TCP/IP Introduction and advanced  
Editorial Elemntk  
Nueva York 2000
  
- [2] Cox Philip & Sheldon Tom  
Windows 2000 manual de seguridad  
Editorial McGraw - Hill  
México 2002
  
- [3] Bishop Peter  
Conceptos de informática  
Editores Anaya  
USA 1994
  
- [4] Stoltz, Kevin  
Todo acerca de las redes de computadoras  
Editorial Prentice Hall  
Nueva Yersey 1993
  
- [5] Shaughnessy Tom & Velte Toby  
Manual de Cisco  
Editorial McGraw-Hill  
España 2000
  
- [6] Oguic Patrice  
Control Electrónico con el PC  
Editorial Alfaomega  
España 1996

- [7] Ceballos Francisco Javier  
Curso de programación Visual Basic 6.0  
Editorial Alfaomega  
Madrid 2000
- [8] Kúo Benjamín  
Sistemas automáticos de control  
Editorial CECSA  
España 1973
- [9] O´malley Jhon  
Análisis de circuitos básicos  
Editorial McGraw-Hill  
México 1982
- [10] Boylestad Robert & Nashelsky Louis  
Electrónica Teoría de circuitos  
Editorial Prentice Hall  
México 1983
- [11] Mandado Enrique  
Sistemas electrónicos digitales  
Editorial Publicaciones Marcombo  
México 1987
- [12] Coughlin Roberf F. & Driscoll Frederik F.,  
Circuitos integrados lineales y amplificadores operacionales  
Editorial Prentice Hall  
México 1987

- [13] Kosow IrvingL.  
Máquinas eléctricas y transformadores  
Editorial Reverté S.A.  
España 1980
- [14] Academia de Networking de Cisco Systems.  
Guía del segundo año.  
Editorial Pearson Educación, S.A.  
Madrid 2003.

### **FUENTES HEMEROGRÁFICAS**

- [1] Ramos Guillermo  
Adquisición de datos a través del puerto paralelo bidireccional  
Publicaciones Cekit,S.A.  
Buenos Aires 1998

### **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS**

- [1] <http://www.elguruprogramador.com.ar/zonas/ver.asp?id=63>  
[2] <http://programacion.com/tutorial/vbcliserv/>  
[3] <http://todorobot.com.ar>  
[4] <http://www.cisco.com>  
[5] <http://www.analogdevices.com>  
[6] <http://www.national.com>  
[7] <http://www.motorola.com>  
[8] <http://www.onsemi.com/home>  
[9] <http://www.boson.com>