



## **UNIVERSIDAD DON BOSCO**

*REHABILITACION DE UNIDAD CONTROLADORA DE TEMPERATURA DEL  
HORNO ELECTRICO DEL TALLER DE MECANICA DEL TECNOLOGICO DE  
LA UNIVERSIDAD DON BOSCO, TIPO 11-RP-153D12-18FA, SERIE 22416*



**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PREPARADO PARA LA FACULTAD  
DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**TÉCNICO EN INGENIERIA ELECTRICA**

**POR**

**JUAN CARLOS RODRÍGUEZ MOLINA**

**MARZO -2000**

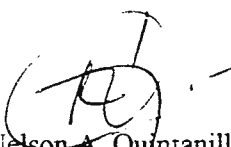
**SOYAPANGO-EL SALVADOR-CENTROAMERICA**

# **UNIVERSIDAD DON BOSCO**

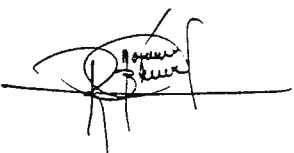
## **FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**

### **JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**REHABILITACION DE UNIDAD CONTROLADORA DE TEMPERATURA DEL HORNO  
ELECTRICO DEL TALLER DE MECANICA DEL TECNOLOGICO DE LA  
UNIVERSIDAD DON BOSCO, TIPO 11-RP-153D12-18FA, SERIE 22416**



Ing. Nelson A. Quintanilla  
Jurado Calificador



Ing. Ricardo González Nájera  
Jurado Calificador



Tc. Gerber Omar Pineda  
Asesor del proyecto

# **UNIVERSIDAD DON BOSCO**

**RECTOR**  
**ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA**

**SECRETARIO GENERAL**  
**PBRO. PEDRO JOSE GARCÍA CASTRO, S.D.B.**

**DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**  
**ING. RICARDO ANTONIO SILIÉZAR SALINAS**

**ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
**Tec. GERBER OMAR PINEDA**

**JURADO EXAMINADOR**  
**ING. NELSON A. QUINTANILLA JUAREZ**  
**ING. RICARDO GONZÁLEZ NAJERA**

## INDICE

### CONTENIDO

### PAGS.

#### CAPITULO PRIMERO

##### GENERALIDADES

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.1 ANTECEDENTES                 | 1 |
| 1.2 DATOS TÉCNICOS               | 3 |
| 1.3 OBJETIVOS                    |   |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL           | 4 |
| 1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO        | 4 |
| 1.4 JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO | 5 |
| 1.5 ALCANCES                     | 5 |
| 1.6 LIMITACIONES                 | 6 |

#### CAPITULO SEGUNDO

##### MARCO TEORICO

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 2.1 CONCEPTO Y TIPOS DE HORNOS           | 7  |
| 2.1.1 HORNOS EN LA INDUSTRIA METALURGICA | 7  |
| 2.1.2 HORNOS EN LA INDUSTRIA CERÁMICA    | 8  |
| 2.2 TRANSDUCTORES                        | 12 |
| 2.3 TUBOS DE PROTECCIÓN                  | 16 |
| 2.4 ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO    | 18 |

#### CAPITULO TERCERO

##### DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 3.1 INTRODUCCIÓN DE DATOS                         | 20 |
| 3.2 PRESENTACIÓN DE TEMPERATURA                   | 23 |
| 3.3 TOMA DE TEMPERATURA SENSADA                   | 23 |
| 3.4 COMPARADOR DE TEMPERATURA PREFIJADA Y SENSADA | 24 |
| 3.5 CONTROLADOR DEL SISTEMA DE POTENCIA           | 24 |

#### CAPITULO CUARTO

##### DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN                                 | 26 |
| 4.2 ACONDICIONADOR DE LA TERMOCUPLA                        | 26 |
| 4.3 INTRODUCCIÓN Y CONVERSIÓN DE TEMPERATURA<br>PREFIJADA  | 30 |
| 4.3 CONVERSIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA TEMPERATURA<br>SENSADA | 32 |
| 4.5 PROGRAMACIÓN DE MEMORIAS                               | 32 |
| 4.5.1 MEMORIAS                                             | 34 |
| 4.5.1.1 MEMORIA 1                                          | 34 |
| 4.5.1.2 MEMORIA 2                                          | 35 |
| 4.5.1.3 MEMORIA 3                                          | 35 |
| 4.5.1.4 MEMORIA 4                                          | 36 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.5.1.5 MEMORIA 5                                              | 36 |
| 4.6 CONTROLADOR DE RESISTENCIAS                                | 37 |
| BIBLIOGRAFÍA                                                   | 38 |
| ANEXO I                                                        |    |
| MANUAL DE OPERACIÓN Y DE MANTENIMIENTO                         | 39 |
| ANEXO II                                                       |    |
| TABLA DE COMBINACION DE CODIGOS<br>HEXÁDECIMALES Y TEMPERATURA | 48 |
| ANEXO III                                                      |    |
| TABLAS DE INFORMACIÓN INTERNA DE LAS MEMORIAS                  | 50 |
| ANEXO IV                                                       |    |
| INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS                           | 53 |

# INTRODUCCIÓN

Dentro del mercado de tratamientos metalúrgicos, exige equipos que permitan realizar tratamientos térmicos a piezas de diferentes tamaños; este factor representa una necesidad que se puede solventar sin incurrir en costos de adquisición de un horno nuevo de gran tamaño, ya que dentro de las instalaciones del taller de Mecánica del CITT, se encuentra un horno de tratamientos térmicos, que por el uso y el transcurso del tiempo ha obtenido algunas fallas en su funcionamiento y averías en su sistema de operación, logrando ser rehabilitado y transformando en cierto grado su sistema de operación, sin alterar la capacidad útil de trabajo que posee, ni la calidad de trabajos que se desarrollan en él.

En el siguiente documento se presenta una solución para lograr el funcionamiento requerido por el horno. Dentro de la solución planteada se tratarán algunos tópicos: eléctricos (verificación eléctrica-mecánica de las resistencias, conexión de dispositivos necesarios para su operación); y electrónicos (el cuál tendrá un mayor enfoque en este documento). Dentro de la parte electrónica se hará la construcción de una unidad que controle la temperatura, sense la temperatura de la atmósfera interna del horno durante su funcionamiento, controle la conmutación de las resistencias a la red para el calentamiento del horno; esto se logrará tomando en cuenta algunos dispositivos electrónicos y circuitos con principios comúnmente utilizados, todo esto para obtener un sistema de operación más sencillo y práctico de operar, como el de su interpretación de su funcionamiento ya que en la mayoría del sistema electrónico a establecer será digital. Que permite crear un sistema fácil de operar.

# **CAPITULO PRIMERO**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El horno que se encuentra en el taller de mecánica, es un horno calentado por seis resistencias eléctricas conectadas en serie con un promedio de ohmio de 0,7 por cada una de ellas, con un voltaje de 230 voltios, su capacidad interna útil es de (42.3cm x 89.5cm x 42.3cm) con un volumen de 160,141.45 cm<sup>3</sup> siendo 25 veces mayor su capacidad que los otros hornos que se encuentran en el mismo taller de mecánica; el calentamiento se hace mediante las resistencias, fijando la temperatura nominal deseada, por medio de controladores electrónicos y un precalentamiento mediante combustión, al alcanzar dicha temperatura éste contaba con un apagado y encendido automático que se activaba para lograr mantener la temperatura en una forma constante.

Poseía además un sistema de ventilador que servía como parte del horno, siendo su función homogeneizar el aire que se encontraba dentro de la recámara de tratamiento, como también un sistema gas-aire, el cuál era una llama piloto que se encendía al abrir el horno cuando este estaba activo, evitando que el aire caliente se escapará de la recámara interna; su sistema de apertura y cierre de la puerta era automático, por medio de un sistema neumático. Las temperaturas nominales de los hornos que se utilizan para diversos tratamientos térmicos son: *para revenido 260° a 420° C, para recocido 800° a 1100° C, para cementado 790° a 910° C.*

El horno eléctrico industrial se encuentra parcialmente inhabilitado. A continuación se describen algunas de estas partes:

- Los transductores que poseía el horno ya no se encuentran en existencia en el mercado, dichos elementos son los "pirómetros"; por su escasez y elevado costo de adquisición, se ha tomado en cuenta reemplazarlos por termocuplas tipo K, ya que

éstas presentan una forma más fácil de operación con mayor rendimiento y a un bajo costo.

- La unidad controladora de temperatura, funcionaba por medio de transistores y relés electrónicos que actualmente están en fuera de uso por parte de sus fabricantes, dicha unidad no se encuentra completa, muchas de sus partes fueron deteriorándose con el transcurso del tiempo.
- El sistema de control del gas tanto su encendido, su ajuste y apagado se desconoce por completo; las partes que aun posee, no se encuentran completas y su funcionamiento no es preciso describir, como por ejemplo algunas tuberías no se han logrado definir su función estas existen por algunas partes y no por completo. Dentro del documento no se tocará este punto, ya que la parte electrónica presenta un mayor enfoque.
- El ventilador que en algún tiempo le sirvió al horno para homogeneizar el aire en el interior. Tiene desgaste de los rodamientos de bolas (Baleros) que posee el eje principal de éste.
- La apertura y cierre de la puerta era realizado por medios neumáticos, de la cual sólo quedan el cilindro principal y las tuberías que de éste salían. Su reparación consistirá en montarla nuevamente, por medios mecánicos, logrando así la función de sellar la recámara del horno.
- Por la parte mecánica las partes útiles son: la cámara de tratamiento térmico, el material refractario (se encuentra en su vida útil) y su estructura externa (carcaza)

## 1.2 DATOS TÉCNICOS

El horno en estudio, posee las siguientes especificaciones:

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| <b>LINDBERG HEAVY DUTY</b>    | <b>SERIE 22416</b>      |
| <b>DIVISION OF SOLA</b>       | <b>BASIC INDUSTRIES</b> |
| <b>CHICAGO, ILL</b>           |                         |
| <b>TYPE 11-RP-153D12-18FA</b> |                         |
| <b>SERIE 22416</b>            | <b>1850 Máx. T F</b>    |
| <b>KWI 18</b>                 | <b>230 VOLTS</b>        |
| <b>PHASE 1</b>                | <b>60 CYCLES</b>        |

Nota: Datos obtenidos de la placa de especificaciones del horno eléctrico industrial.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar de un sistema de control de temperatura, montaje e instalación de elementos y partes reconstruidas. Además obtener el funcionamiento del horno eléctrico industrial a rehabilitar, (calentamiento directo por medio de las resistencias con las que cuenta el equipo) para la obtención óptima del trabajo que éste desarrolle.

### **1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO**

- Construir un prototipo de controlador electrónico de temperatura, el cuál se podrá aplicar a cualquier horno que cumpla con los parámetros de diseño del controlador.
- Establecer los parámetros de operación del horno. (Tipo de transductores, rangos e intervalos de operación.)
- Lograr el funcionamiento del horno para que pueda ser utilizado en tratamientos térmicos.

## **1.4 JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO**

Dentro del mercado de tratamientos metalúrgicos, exige un equipamiento dispuesto a solventar las necesidades de realizar tratamientos térmicos a piezas de diferentes tamaños; este factor representa una necesidad que se puede solventar sin incurrir en costos de adquisición de un horno nuevo de gran tamaño, ya que dentro de las instalaciones del taller de Mecánica del CITT, se encuentra un horno de tratamientos térmicos (Marca: Linderberg Heavy Duty, Serie: 22416, Tipo: 11RP153D1218FA) que por el uso y el transcurso del tiempo ha obtenido algunas fallas en su funcionamiento y averías en su sistema de operación.

- Se lograría obtener su funcionamiento haciendo ciertas modificaciones en su forma de operación, en la área de mayor relevancia como la de control de temperatura. Esta etapa representa el problema mayor a solventar; ya que sin una unidad controladora de temperatura es difícil fijar la temperatura deseable de trabajo y no se tendría control sobre la conexión y desconexión de las resistencias a la red eléctrica.
- Es por eso que se propone la implementación de un sistema que controle la temperatura interna de operación del horno, además prefijar la temperatura deseada y se encargue de conmutar la conexión de las resistencias a la red eléctrica. Dando como resultado una mayor precisión de la temperatura durante el proceso.

## **1.5 ALCANCES**

1. Diseño y construcción de la unidad controladora de temperatura (se presentará en un modulo, el cuál permitirá gobernar la temperatura del horno. Siendo la tensión de operación de la unidad de 120voltios AC, frecuencia 60 Hertz.
2. El horno puede alcanzar la temperatura máxima de 1150°C.
3. En su mayoría el sistema será digital, permitiendo así establecer intervalos de operación de 5° grados de temperatura (precisión de control de temperatura 5°C)
4. Fácil interpretación y mantenimiento en la parte electrónica.

5. No incurriendo en mayores gastos de rehabilitación del funcionamiento del horno, se obtendrá una calidad aceptable del producto trabajado con dicha máquina.
6. El sistema controlador de temperatura podrá ser implementado en cualquier horno.

## **1.6 LIMITACIONES**

1. La temperatura mínima controlable no podrá disminuir a menos de 125°C, debido a que el horno necesita de un intervalo de precalentamiento, además no hay tratamientos metalúrgicos a tan baja temperatura.
2. No se podrán usar otros dispositivos, diferentes con los que el controlador cuente para su funcionamiento. (Termocupla tipo K)
3. Se fijara la temperatura por medio de pulsadores (de conteo ascendente y descendente) contando en intervalo de 5 grados Centígrados.

## **CAPITULO SEGUNDO**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 CONCEPTO Y TIPOS DE HORNOS**

**Un horno**, es un aparato cerrado o recinto donde se produce calor por la combustión de un material, por la resistencia de un conductor, o por otras fuentes de calor, utilizado para someter a transformaciones físicas o químicas a los objetos que se introducen en ellos.

Hay muchos tipos de horno, que se pueden clasificar según su aplicación y la fuente de energía que utilizan. Una primera clasificación se podría hacer para separar los hornos: en domésticos e industriales. Los hornos domésticos se pueden clasificar a su vez en tres categorías: hornos de gas, eléctricos y microondas, estos últimos funcionan con energía eléctrica. Los hornos de gas tienen quemadores que calientan por radiación; según cómo circulan los gases de la combustión se llaman de caldeo directo o indirecto. En los hornos eléctricos no se produce combustión y la corriente eléctrica atraviesa unas resistencias o conductos tubulares que se calientan al rojo vivo. El horno microondas utiliza ondas electromagnéticas de alta frecuencia que penetran en los alimentos y los cuecen por fricción molecular.

##### **Hornos industriales**

Hay muchas industrias que utilizan hornos de diferentes tipos para realizar transformaciones en sus materias primas. Entre estas industrias destacan la panificadora, la petroquímica, la metalúrgica, la industria cerámica y la del vidrio.

##### **2.1.1 Hornos en la industria metalúrgica**

El alto horno emplea coque como fuente de calor y se utiliza para fundir los minerales de hierro y para elaborar ferro aleaciones. Para la fusión de minerales de hierro

de baja calidad se utilizan hornos bajos. Los hornos de arco eléctrico se utilizan para elaborar aceros de alta calidad. Otro tipo de hornos son los que se utilizan para el tratamiento térmico de los metales, como el recocido o el temple, que precisan un control cuidadoso de la temperatura. Entre ellos destacan el horno de baño salino, que consta de un crisol que contiene una sal fundida, y el horno de campana, que aísla el metal del exterior para efectuar un recocido sin contacto con el aire.

### **2.1.2 Hornos en la industria cerámica**

En la industria cerámica se utilizan para cocer ladrillos, azulejos, tejas, porcelana y otros productos, y en la elaboración de cemento. Los hornos utilizados en esta industria son de dos tipos: hornos intermitentes, donde el fuego se apaga cuando no está cargado y se enciende cuando se introduce una hornada, y hornos continuos, en los que la carga y descarga se realiza con el horno encendido. En la actualidad se utilizan ambos tipos, aunque los diferentes modelos de horno continuo son más adecuados para la producción a gran escala. Los hornos continuos más importantes son el horno túnel, en el que los productos se mueven por una larga cámara de combustión sobre una cinta transportadora, y el horno rotatorio, en el que los productos atraviesan, por la fuerza de la gravedad, una larga cámara de combustión inclinada.

**Horno eléctrico**, empleado en la industria para fundir metales o cocer cerámica. También se conoce como horno electrotérmico.

El tipo más sencillo de horno eléctrico es el horno de resistencia, en el que se genera calor haciendo pasar una corriente eléctrica por un elemento resistivo que rodea el horno o aprovechando la resistencia eléctrica del propio material que se quiere calentar. En los hornos que se calientan desde el exterior, el elemento calefactor puede adoptar la forma de una bobina de alambre enrollada alrededor de un tubo de material refractario o puede consistir en un tubo de metal u otro material resistivo, como el carborundo. Los hornos de resistencia son especialmente útiles en aplicaciones en las que se necesita un horno pequeño cuya temperatura pueda controlarse de forma precisa. Estos hornos pequeños se utilizan mucho en los laboratorios y también se emplean en el tratamiento térmico de las

herramientas (siendo sus objetivos el control preciso de las temperaturas nominales del horno) Para cocer cerámica o fundir latón se emplean hornos más grandes. La mayor temperatura a la que se emplean hornos de resistencia —por ejemplo, en la fabricación de grafito— es de unos 4.100 °C.

El horno de arco voltaico es el tipo de horno eléctrico más utilizado para la producción de aceros de aleación de alta calidad, y su capacidad va desde 200 Kg hasta 180 toneladas. En estos hornos, el calor se genera a partir de un arco eléctrico formado entre el metal que se quiere calentar y uno o más electrodos suspendidos por encima de él. Una modalidad típica de horno de arco tiene tres electrodos alimentados por una fuente trifásica, que producen tres arcos de calentamiento. Los electrodos son de grafito o carbono. Un tipo de horno eléctrico más moderno es el de inducción, formado por un crisol en el que se calienta una carga metálica mediante corrientes rotacionales inducidas magnéticamente. Alrededor del crisol hay una bobina por la que se hace pasar una corriente alterna de alta frecuencia. El campo magnético generado por la bobina induce corrientes rotacionales en el metal contenido en el crisol. Los hornos de inducción tienen una serie de ventajas, la principal de las cuales es la velocidad con la que puede fundirse el metal. Cuando la frecuencia de la corriente es relativamente baja, las corrientes de remolino inducidas ejercen una acción de agitación sobre el metal fundido. Como las frecuencias más altas son más eficaces para calentar, algunos hornos de inducción disponen de dos bobinas, una para corriente de alta frecuencia y otra para corriente de baja frecuencia. Los primeros hornos de inducción empleaban frecuencias de entre 60Hz y 60KHz (ciclos por segundo), pero algunos hornos actuales están diseñados para emplear frecuencias de 1 millón de hercios o más.<sup>1</sup>

Para producir aluminio, magnesio y sodio se utiliza un tipo especial de horno, denominado horno electrolítico. En este horno se funde una sal del metal en cuestión mediante el calor generado por el paso de una intensa corriente eléctrica y, al mismo tiempo se electroliza, de forma que el metal puro se deposita en uno de los electrodos.

El diseño de los hornos industriales modernos ha evolucionado desde un recipiente rectangular a cilíndrico, construido de piezas refractarias unidas con piezas de acero

estructural. El aire de combustión penetraba a través de aberturas de la pared mediante aspiraciones ejercidas en el horno, y el combustible se introducía por las mismas aberturas sin control de las razones combustible-aire, a no ser por el juicio del operador del horno. Los gases de escape se liberaban por una chimenea adyacente para aportar la aspiración requerida en el horno.

Para reducir la infiltración de aire o la fuga de gases de la combustión, se han agregado revestimientos de plancha de acero. La economía de combustible<sup>2</sup> se ha mejorado mediante diseños de quemadores que permiten algún control de las razones combustible-aire, y se han agregado controles automáticos de temperatura y presión del horno. Suelen requerirse recipientes del horno completamente cerrados para operación con atmósfera controlada.

El aumento creciente de los costos de la energía calorífica ha motivado que las estructuras de las paredes se mejoren para reducir las pérdidas o las demandas de calor para ciclos de calentamiento. La elección de los diseños y materiales para horno deben encaminarse a obtener un costo global mínimo de construcción, mantenimiento y combustible o energía para un tiempo de servicio proyectado. Las pérdidas de calor en hornos ya existentes pueden reducirse agregando aislamiento externo o reconstruyendo sus paredes con materiales de menor conductividad térmica. Para reducir las pérdidas por operación intermitente, la estructura de las paredes puede recubriese con un material de bajo almacenamiento de calor y baja conductividad, a fin de reducir sustancialmente las temperaturas medias de la pared para operación uniforme y las velocidades de enfriamiento después de interrumpir la alimentación.

Durante el diseño, debe considerarse la dilatación térmica de las estructuras del horno. Tradicionalmente, las paredes se han construido con formas refractarias recalentadas con juntas de acabado con mortero. Excepto en hornos pequeños, se requerirán juntas de expansión para tomar en cuenta la dilatación térmica. En los arcos armados con resortes, los efectos adversos de la dilatación lateral pueden evitarse permitiendo un desplazamiento vertical, mientras que la dilatación longitudinal se controla por medio de ranuras laterales

---

<sup>1</sup> Llamados también hornos de resistencia de alta frecuencia, son utilizados en los lugares que resulta fácil obtener frecuencias de corriente eléctricas altas.

distribuidas a lo largo del horno. Cuando las ranuras de dilatación del piso de un horno puedan ser ocupadas por residuos de metal, escoria u otros desperdicios, dichas ranuras pueden rellenarse con fibra de cerámica, que conserva su elasticidad aun después de calentamiento repetido.

La dilatación diferencial de superficies con distintas temperaturas puede causar un efecto de combamiendo hacia dentro. Con fines de estabilidad de paredes autosostendidas, el grosor no debe ser menor de una fracción crítica de la altura.

Debido a estos factores y otros de tipo económico, las formas precalentadas están siendo sustituidas por refractarios colados o comprimidos a fin de recubrir muchos tipos de hornos grandes para altas temperaturas. Las paredes pueden ser retenidas mediante formas refractarias espaciadas y ancladas a la envoltura del horno, lo cual permite el uso de un grosor más pequeño que, por ejemplo una contracción de ladrillo. Los techos de los hornos pueden suspenderse mediante losa colgadora a un espacio menor, lo cual permite anchuras ilimitadas.

En refractarios colados o comprimidos a los que se aplica calor in situ, se producirán la formación de discontinuidades durante el encogimiento inicial, las cuales permitirán la dilatación en calentamientos posteriores; de este modo, resultan innecesarias las juntas de expansión.

Como una alternativa a la construcción con materiales colados o comprimidos, es posible aplicar revestimientos refractarios aislantes por medio de chorros de aire comprimido y retenerlos mediante anclas metálicas espaciadas, una contracción cada vez más popular para chimeneas y tragantes.

También debe considerarse la dilatación térmica de cubiertas y piezas (de acero) de sujeción de hornos. Cuando la cubierta del horno se construye en secciones, con juntas de expansión superpuestas, las secciones individuales pueden anclarse al piso o a los cimientos del edificio.

---

<sup>2</sup> Los combustibles utilizados para el calentamiento de maquinaria por medio de quemadores, están: el

En caso de las cubiertas herméticas al gas, como se requiere para el calentamiento en atmósferas controladas, la estructura de acero puede anclarse en un punto y dejarse libre para dilatarse en cualquier lugar. Por ejemplo, en una línea galvanizada continua el horno de atmósfera controlada y la zona de enfriamiento pueden anclarse a los cimientos cercanos al vaso de colado, y dejarse libres de dilatarse hacia el extremo de la carga.

Clasificación por fuente de calor:

Los hornos se clasifican por fuente de calor como sigue:

1. Calentamiento directo con gases o aceites combustible.
2. Combustión del material que se procesa,
3. Mediante incineración con o sin combustible complementario.
4. Calentamiento interno por resistencia eléctrica o inducción en conductores, o calentamiento dieléctrico en no conductores.
5. Radiación por resistores eléctricos o tubos radiantes, en atmósferas controladas o al vacío.

## **2.2 TRANSDUCTORES**

### ***Termopares o Termocuplas***

En los diferentes casos que se presentan en la industria, la elección del termopar más conveniente depende de diversas circunstancias, como son la temperatura que se ha de medir, la atmósfera del ambiente en que ha de estar colocado el termopar, etc. Cuando es posible se procura evitar el empleo de pares de platino porque su precio es muy elevado, y en cambio se tiende a emplear metales y aleaciones de bajo precio que además de ser baratos, tienen la ventaja de que desarrollan mayores f.e.m. (voltaje a la salida de la termocupla) que los metales preciosos, lo que permite emplear aparatos de medida de

menor precisión y de menor precio. Las aleaciones o metales baratos tienen en cambio el inconveniente de no poderse emplear como el platino, para temperaturas muy elevadas.

En la tabla 1 se señalan los pares más utilizados, sus composiciones y las temperaturas de empleo recomendadas en cada caso. Las propiedades más importantes de los diferentes tipos de Termopares se señalan a continuación:

| Tipos de termopar         | Composición       |                             | Temperaturas de utilización |            | f.e.ms. desarrollables       |                                     |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------------------------|-------------------------------------|
|                           | Elemento positivo | Elemento negativo           | Normales °C                 | Máximas °C | Valores medios en $\mu$ v/°C | Milivoltios a la máxima temperatura |
| Cobre-Constantan          | Cu 100%           | Cu 60% Ni 40%               | - 200°/350°                 | 600°       | 51                           | 30                                  |
| Hierro-Constantan         | Fe 100%           | Cu 60% Ni 40%               | - 200°/700°                 | 1,000°     | 58                           | 58.16                               |
| Chromel-Constantan        | Cr 10% Ni 90%     | Cu 60% Ni 40% Ni 94%, Al 2% | 200°/1,200°                 | 1,000°     | 76                           | 76                                  |
| Chormel-Alumel            | Cr 10% Ni 90%     | Mn 3% Si 1%                 | 200°/1,200°                 | 1,350°     | 40                           | 54.13                               |
| Platino-rodio 13% Platino | Pt 87% Rh 13%     | Pt 100%                     | 0°/1,450°                   | 1,700°     | 11.6                         | 20.03                               |
| Platino-rodio 10% Platino | Pt 90% Rh 10%     | Pt 100%                     | 0°/1,450°                   | 1,700°     | 10.3                         | 17.84                               |

Tabla N°1. Composiciones y características de los termopares de uso más frecuentes.

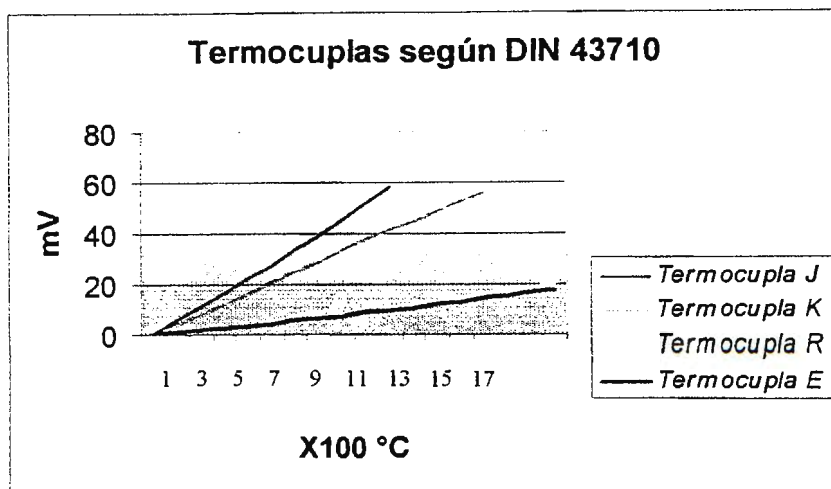


Grafico N°1. Valores de la f.e.m. desarrolladas en los termopares a diversas temperaturas.

**Cobre-Constantan:** El cobre-constantan es un termopar, de precio relativamente bajo, que se suele emplear para la medición de bajas temperaturas, generalmente inferiores a 350°, porque a temperaturas elevadas se modifican sus propiedades y características por la acción oxidante de las atmósferas de los hornos. Del cobre y el constantan, el cobre es el primero que se oxida. El constantan es una aleación de 60% de cobre y 40% de níquel. Estos termopares se emplean con frecuencia para mediciones de temperaturas inferiores a 0°. La fuerza electromotriz que desarrollan estos Termopares es bastante elevada y su valor medio es de 51 micro voltios por °C aproximadamente. El cobre comienza a oxidarse a los 400°.

**Hierro-Constantan.** Es otro par de precio relativamente barato que puede usarse para temperaturas algo más elevadas que los de cobre-constantan. Normalmente se usan hasta temperaturas de 700°. En atmósferas poco oxidantes se emplean para temperaturas algo más elevadas.

En estos Termopares el primer elemento que se oxida es el hierro. Es un termopar de fuerza electromotriz elevada, algo superior a los de cobre-constantan. Desarrollan una f. e. m. medida aproximada de 58 micro voltios por °C.

**Chromel-Constantan.** La propiedad más importante de este termopar es su elevada fuerza electromotriz, 76 micro voltios por °C los de Chromel-Alumel y 11 micro voltios por °C los de platino.

Tiene el inconveniente de estar limitada su utilización a temperaturas relativamente bajas, inferiores generalmente a  $700^{\circ}$ , porque a esa temperatura empieza ya a oxidarse el constantan.

Chromel-Alumel: Este es uno de los pares más utilizados en las fábricas siderúrgicas (quizás se empleen en el 90% de los hornos industriales). Pueden utilizarse hasta temperaturas de  $1.200^{\circ}$ , no siendo necesaria en su empleo ninguna precaución especial cuando se utilizan en hornos con atmósferas ligeramente oxidantes (que es el caso de una gran mayoría de los hornos de tratamientos térmicos). Por tener las dos aleaciones chromel y alumel mejor resistencia a la oxidación que el cobre, hierro y constantan, ese tipo de par se puede emplear para temperaturas más elevadas que aquellos. El chromel es una aleación de 90% de níquel y 10% de cromo. El alumel es una aleación de 94% de níquel, 2% de aluminio, 3% de manganeso y 1% de silicio. No es recomendable emplear estos Termopares en atmósferas reductoras, y en los casos en que sea necesario debe emplearse una buena protección.

Estos pares desarrollan menor fuerza electromotriz que los de constantan, pero bastante mayor que los de platino. Como por otra parte tienen muy buena resistencia a la oxidación, se puede decir que son de propiedades intermedias entre unos y otros. Desarrollan aproximadamente 40 micro voltios por  $^{\circ}\text{C}$ .

La curva característica que relaciona temperaturas con fuerzas electromotrices es muy ventajosa, ya que es casi una línea recta. Esto tiene diversas ventajas. Por una parte las escalas son casi uniformes. Por otra parte esto es muy interesante en la corrección de la unión fría, ya que por ser esa línea una recta, para conocer exactamente la temperatura de un horno basta, como explicaremos más adelante, sumar a la lectura la temperatura de la unión fría, sin el uso de coeficientes especiales.

Platino platino-rodio: Se usan normalmente para temperaturas hasta de  $1.450^{\circ}$ , pero en algunos casos se llegan a utilizar para temperaturas hasta de  $1.700^{\circ}$ . Uno de los alambres es de platino y el otro de una aleación de platino y rodio. El par de Le Chatelier era de 90% de platino y 10% de rodio, y en cambio el par que normalmente se emplea en la actualidad es de 87% de platino y 13% de rodio.

El platino y el platino-rodio tienen mejor resistencia a la oxidación que los otros pares que acabamos de estudiar y por eso se pueden utilizar para temperaturas mucho más elevadas.

Su comportamiento, lo mismo que ocurre con los pares chromel alumel, es muy malo en atmósferas reductoras, ya que se producen contaminaciones que modifican las características de los Termopares y llegan a producir su destrucción.

Los pares de platino son de menor f.e.m. desarrollan 10.3 a 11.6 micro voltios por °C aproximadamente.

## **2.3 TUBOS DE PROTECCIÓN**

Los pares termoeléctricos casi nunca se colocan desnudos en los hornos o lugares cuya temperatura se quiere medir, ya que conviene protegerlos con cubiertas o cañas de protección contra golpes o choques que podrían llegar a romperlos y evitar además en la medida que sea posible la acción perjudicial de los gases, vapores y otros cuerpos que pueden contaminar y llegan a destruir los alambres del termopar. Conviene advertir que al recubrir los termopares pierden sensibilidad. Los pares desnudos tienen mucha menor inercia en las marcaciones y acusan mucho más rápidamente los cambios de temperatura que los pares protegidos exteriormente.

Los termopares de chromel alumel y platino platino-rodio se comportan bien en atmósferas ligeramente oxidantes y se alteran en cambio en atmósferas reductoras.

En cambio los pares de cobre constantan y hierro constantan a altas temperaturas se conservan mejor en atmósferas neutras o reductoras que en atmósferas muy oxidantes.

En la práctica es frecuente recubrir los pares con dos clases de tubos: uno exterior y otro interior. Los tubos exteriores sirven para resistir los golpes y para evitar que se doblen los hilos por efecto de la temperatura. Suelen construirse para temperaturas hasta 600° con acero corriente; para temperaturas hasta de 800° y 1.000° con aceros inoxidables, refractarios, inconel, etc. los tubos interiores sirven para evitar la acción perjudicial de los gases que normalmente atraviesan las envueltas metálicas, y en cambio atraviesan con más dificultad ciertos materiales cerámicos. Cuando en el calentamiento no se sobrepasan los 1.000° se suelen fabricar las protecciones interiores sílico-aluminosas, de sílice o de cuarzo

fundido, y para temperaturas más elevadas hasta de 1.500° se emplea la porcelana, silimanita o mulita. Además hay ciertos materiales, carborúndum, corindón, circonio, que se emplean para usos especiales.

## FUNDAS PROTECTORAS METALICAS

| <b>METAL</b>                         | <b>Máxima temperatura de utilización</b> | <b>Medio ambiente en que se puede utilizar</b>                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Acero ordinario                      | 400°C                                    | Gases y humos no corrosivos. Baños metálicos Zn, Pb, y Sn. Sensible al azufre |
| Hierro puro o acero muy dulce        | 700°C                                    | Baños de sales y metales fundidos como Zn, Pb, Sn. Sensible al azufre         |
| Hacer 18-8                           | 700°C                                    | Industria químicas. Baño de cianuros                                          |
| Acero refractario<br>Cr =25% Ni =20% | 1,100°C                                  | Empleo muy general salvo medio sulfuroso(poca porosidad)                      |
| Acero de 25% Cr                      | 1,100°C                                  | Medio sulfuroso                                                               |
| Inconel<br>Ni=75% Cr =15% Ti= 2.5%   | 1,200°C                                  | Baño de sales                                                                 |

Tabla N°2. Fundas protectoras metálicas para los termopares.

## FUNDAS PROTECTORAS REFRACTARIAS

| <b>Refractario</b>                                                                           | <b>Máxima temperatura de utilización</b> | <b>Medio ambiente en que se puede utilizar</b>                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Silicio Aluminoso                                                                            | 1,500°C                                  | Uso corriente                                                            |
| Sílice                                                                                       | 1,500°C                                  | Para proteger solo de ataques químicos                                   |
| Grafito                                                                                      | 1,700°C                                  | Acero fundido                                                            |
| Corindon<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 99.6 %<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.2% | 1,700°C                                  | Impermeable a los gases hasta 1,700°Resiste bien cambios de temperatura. |

Tabla N° 3. Clases y utilización de las fundas protectoras de los pirómetros.

## 2.4 ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Con estudio detenido y con la identificación de las partes en buen estado del horno se toma la idea de la magnitud del trabajo que tomará la rehabilitación. Para lo cual sé dividido en tres partes a desarrollar:

A) La parte mecánica que fue parcialmente recuperada en conjunto con el departamento de Mecánica del CITT; que consistió en limpieza general del horno (retirar partes innecesarias), las cuales son: revisión de estado físico de las partes que aún funcionan, remoción o rehabilitación del ventilador interno y el sistema de apertura y cierre de la puerta.

Al horno se le efectuó la limpieza general e identificación de los estados de sus partes, removiendo las partes que no serían tomas en cuenta para la rehabilitación del horno, tales como, el cilindro neumático, algunas tuberías y partes de control que quedaba; la Re-ubicación de la puerta del horno ya que se encontraba fuera de su lugar y para la remoción o rehabilitación del ventilador, se deben considerar el espacio útil para realizar el tratamiento, ya que por su capacidad necesita un agente que homogenice, la atmósfera interna; El trabajo que se debe realizar en esta parte consiste en cambiar los rodamientos del eje que sostiene las paletas y que hacen contacto con la carcasa del horno, encontrándose desgastados y quemados, como también agregar el motor eléctrico que hace girar dicho eje, la dificultad mayor de este, son el cambio de los rodamientos ya que, están unidos al horno físicamente con las paredes refractarias del techo, para lo cual incluye remover todas la partes frágiles para realizar maniobras que requieren una mayor fuerza.

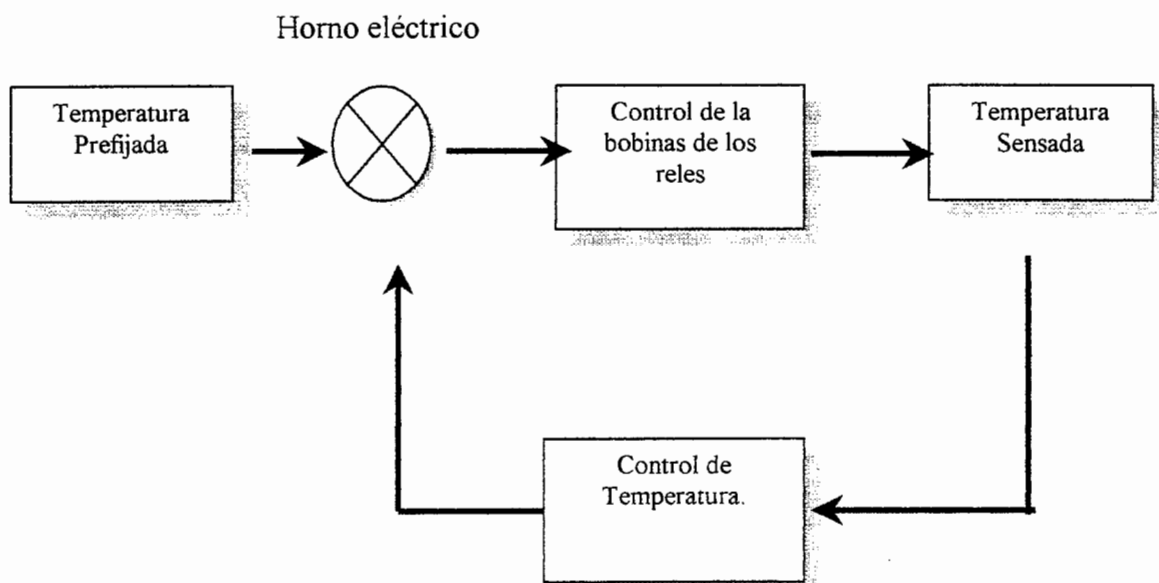
B) La parte eléctrica que fue recuperada en conjunto con el departamento de Electricidad del CITT; que consistió en reactivar las resistencias eléctricas y elaboración de las maniobras de conexión y desconexión de estas. Para todo esto se verifico el estado actual de cada una de las resistencias, ubicación y conexión, la comprobación de su estado en condiciones de trabajo (seis resistencias conectadas en serie con un valor de  $0,7 \Omega$  c/u.), se logro determinar la corriente máxima a plena carga que opera dicha máquina, así

elegir el contactor de fuerza que se utilizó, para la conexión y desconexión de estas en una forma óptima; Se montó un pequeño tablero que controla actualmente el horno, ya que debido a las necesidades del taller de mecánica este horno se encuentra operando de forma aceptable mostrando la capacidad de operación y utilización que se logra obtener.

C) La parte electrónica, que consistió en realizar y construir un controlador sencillo, fácil interpretación, económico y que estuviera al nivel de la competitividad de uno del mercado con su precisión, es así, como se creó dicho controlador.

Partiendo del siguiente flujograma se tiene la idea de la operación del controlador de temperatura, implementado:

*DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DEL HORNO*



## **CAPITULO TERCERO**

### **DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN DE DATOS**

La etapa que introduce los datos de la temperatura deseada se ha logrado realizar de una forma sencilla y precisa, por medio de unos pulsadores de conteo ascendente y descendente interconectado a un CI 74LS193, este nos permite lograr la cualidad de un conteo hexád decimal de forma ascendente y descendente creando así direcciones de 8 bits, las cuales se utilizan para habilitar tres memorias EPROM.

La primera y la segunda memoria denominada E1 y E2, permiten hacer la conversión del sistema hexád decimal a bcd, logrando así la visualización directa de datos en los display; manejando una las cifras más significativa y las otras las cifras menos significativas. La E3 hace un reajuste al sistema hexád decimal de entrada, colocando a la salida un equivalente de dato en sistema hexád decimal. Este dato vuelve al convertido más preciso ya que se logra manejar todos niveles de voltajes posibles que la termocupla genere, ya que la información que proporciona esta memoria es convertida con el CI DAC0808 de digital-analógica teniendo un rango de operación de 0v a 36.8v, este dato de salida es comparado de forma directa con la señal producida por el circuito acondicionador de la termocupla.

Las tres memorias poseen información grabada con intervalos de 5° de temperatura. Siendo la mínima de 125° C en las direcciones 00001000 y la máxima de 1150° C en la dirección de 01011111. A partir de esta dirección las memorias ya no operan ( no cambian sus estados) ya que han sido programadas para no aumentar o disminuir de su rango de operación<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Página 29. Programación de memorias

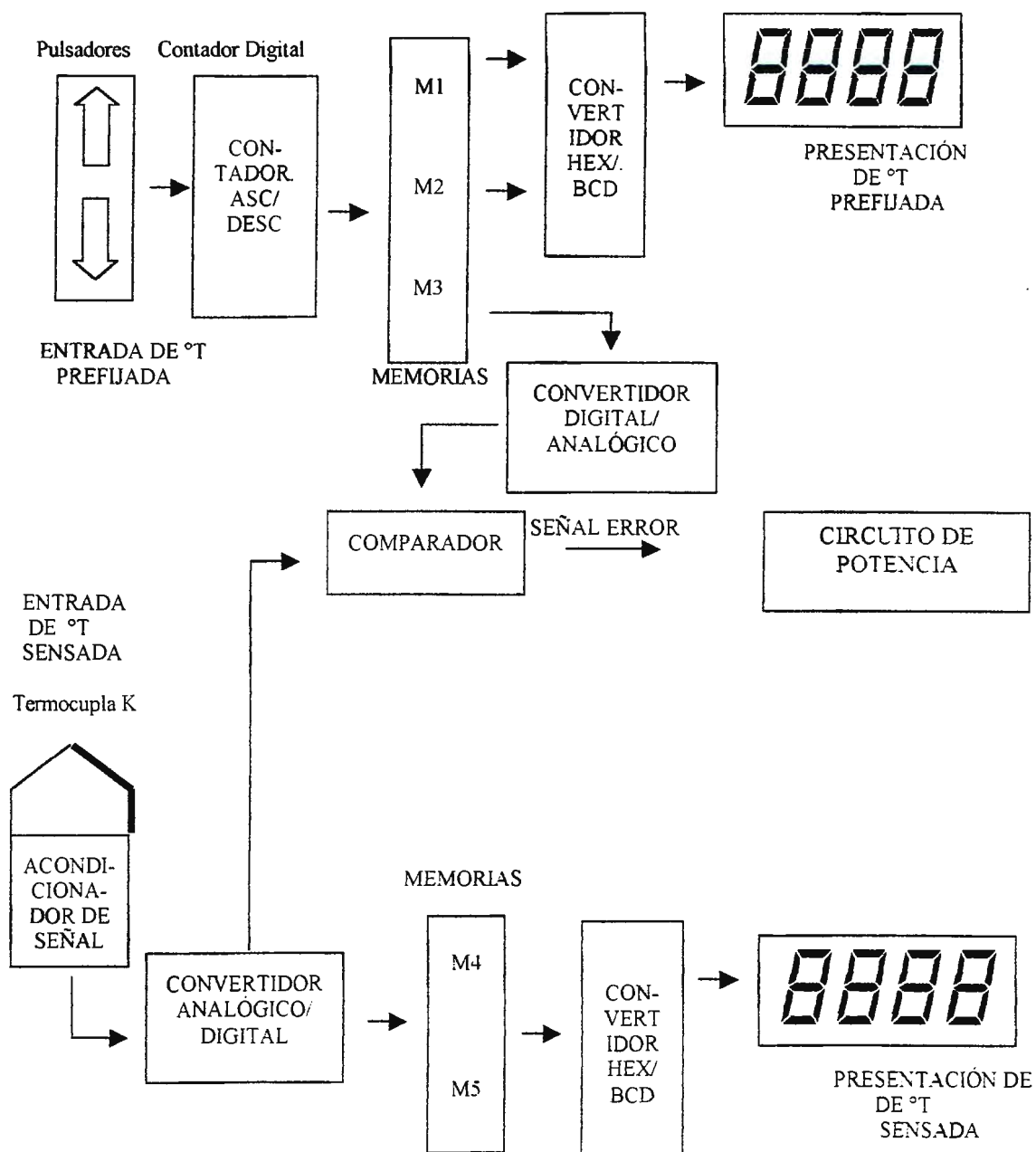
La temperatura mínima se estimó a partir de los criterios siguientes:

- El horno para su protección necesita una temperatura de precalentamiento, la común en este tipo de horno de tratamientos térmicos varía de 125° C a 250° C, a partir de esta temperatura se realizan los tratamientos.

La temperatura máxima se estimó a partir de los siguientes criterios:

- Al someter los metales a temperatura mayores pierden partes de sus estructuras que los componen, ocasionando un desgaste de la pieza.
- Ya que el horno se utilizara para dar procesos térmicos a las piezas y no para fundición de estas.
- Los tratamientos más comunes a realizar en el horno son: revenido (260°C a 420°C), recocido (800°C a 1100°C), cementado (790°C a 910°C).

# DIAGRAMA EN ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA



### 3.2 PRESENTACIÓN DE TEMPERATURA

La presentación de temperatura se hace por medio de dispositivos de 7 segmentos (Display), los cuales reciben la información de los IC decodificadores BCD que son los 74LS47. De estos (display como 74ls47) se utilizan 8 presentadores, ya que cuatro muestran la temperatura prefijada y los restantes a la temperatura sensada.

La lectura de la temperatura es de forma directa desde 0125 hasta 1150. La lectura de la temperatura prefijada se mantiene constante y no cambia si no se presionan los pulsadores, mientras que la lectura de la temperatura sensada se encuentra en constante movimiento, ya que nos da el aumento o disminución de temperatura que esta sufriendo el horno; este cambio debe obedecer al rango de operación establecido dentro de la etapa de prefijar la temperatura.

### 3.3 TOMA DE TEMPERATURA SENSADA

Para este proceso se utiliza un transductor, común y confiable como lo es la termocupla tipo K con coraza metálica, que está compuesto por dos tipos de metales sensibles a los cambios de temperatura, la diferencia entre ellos genera una f.e.m. que es aprovechada por el acondicionador de señales para termopares. Siendo un gran problema la el bajo nivel de la f.e.m. que proporciona el termopar, se debe ser manipulada con cuidado. (Micro voltios a milivoltios).

A la temperatura ambiente la f.e.m. termoeléctrica es del orden mV; por ello hay que tomar muchas precauciones para impedir que las perturbaciones alteren la medición. Ya que se ha decidido que un campo de temperaturas 28 (temperatura ambiente) hasta 1150°C corresponde a un margen de tensión de 0 hasta 36,8 V, la constante de proporcionalidad que se obtiene de la relación entre la tensión y la temperatura, es aproximadamente de 32 mv/°C.

La señal que produce este circuito es tratada de dos formas:

La primera genera un rango de voltaje de 0.9v (27° C) a 36.8v (1150° C) y esta señal es comparada en el circuito comparador de temperatura.

La segunda es sometida a un amplificador de voltaje no inversor (ganancia de  $0.136 = 5/36.9$ ) para producir un rango de operación de 0v a 5v (rango de operación del convertidor), luego entra en el convertidor de señal ADC0808 y así obtener a la salida una combinación de bits (8bit) en forma hexád decimal, para luego mandar estos resultados a dos memorias E4 y E5 las cuales se encargan de colocar un dato equivalente en BCD del recibido de forma Hexád decimal, así lograr presentar la temperatura sensada a través de los 74LS47, como ya se menciona antes. La primer memoria controla las cifras más significativas y la segunda controla las cifras menos significativas.

### **3.4 COMPARADOR DE TEMPERATURA PREFIJADA Y SENSADA**

Este es un circuito compuesto por un comparador de voltaje ya que el circuito de introducción de datos (temperatura prefijada) y el circuito de toma de temperatura sensada, proporcionan un voltaje. El primero es un voltaje constante, es decir que no cambia a través del tiempo (el nivel de tensión puede variar por medio de los pulsadores); mientras que el otro circuito genera un voltaje variable en el tiempo (aumentando o disminuyendo).

El comparador tiene la función específica de utilizar las siguientes relaciones:

- i) Si el voltaje de referencia ( $^{\circ}T$  prefijada) es mayor que el voltaje de comparación ( $^{\circ}T$  sensada) este deberá dar una señal para la activación de los relés.
- ii) Si el voltaje de referencia es igual o menor que el voltaje de comparación este deberá dar una señal tal que desconecte los relés.
- iii) Cuando los voltajes se han justamente igual el horno se desconecta automáticamente, conectándose nuevamente hasta cuando exista una diferencia de temperatura entre los circuitos.

### **3.5 CONTROLADOR DEL SISTEMA DE POTENCIA**

Esta etapa consiste en que el comparador de voltajes, que trabaja con los voltajes obtenidos del condicionador de señales del termopar y del convertidor analógico, haciendo la comparación de estos, genera un estado activo o pasivo, según se han en el instante

comparado, de esta forma dejando que un transistor 2N2222 entre en estado de saturación para dar paso a que una señal de corriente la cual cierre un relé (el transistor se utiliza como interruptor) de 24 voltios con una corriente de 27 mA, esté siendo el encargado de mantener en contacto con la red de energía eléctrica al contactor principal, que por medio de sus contactos conmuta a las resistencias con la red eléctrica (240V monofásicos); este sistema nos simplifica el costo de diseño, ya que se opta por elementos de rápida adquisición como son el relé (electrónicos y de potencia), es práctico a la hora de realizar un mantenimiento al equipo, ya que solo basta con chequear el estado de las bobinas de los relés y sus contactos.

## CAPITULO CUARTO

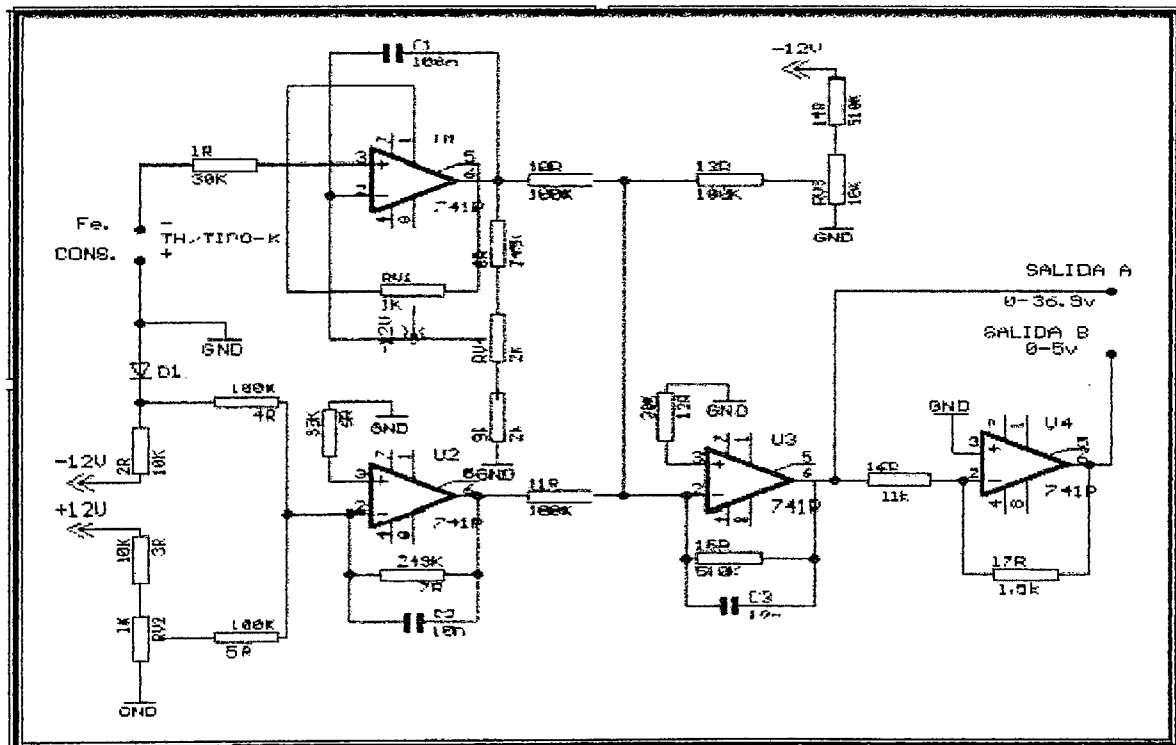
### DIAGRAMAS ELECTRONICOS

#### 4.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Los dispositivos electrónicos funcionan con corriente directa, siendo necesaria la rectificación de la corriente alterna que es tomada de la red de 120 voltios. Es necesaria la reducción del voltaje de línea a través de un transformado monofásico (120V/24V), el cual disminuye el voltaje hasta 24 voltios con una línea de referencia o TAP central. Éste es rectificado por medio de un puente de diodos para así obtener un voltaje DC pulsante lo cual es rectificado por filtros para obtener un voltaje DC lineal. Los voltajes obtenidos de la fuente de alimentación son: +5V, +12V, -12V , +10V y +24V (todos DC).

Los voltajes +12V y -12V, alimentan a los operaciones que son utilizados en el circuito de acondicionador de la termocupla. Los voltajes +5V y 10V alimentan a la logia digital del sistema. El voltaje +24V alimenta la bobina del relé electrónico.

#### 4.2 ACONDICIONADOR DE LA TERMOCUPLA.



## ACONDICIONADOR DE LA TERMOCUPLA.

La termocupla tipo K con coraza metálica, posee dos parte: la unión frío y la unión caliente, la diferencia genera una f.e.m. que es aprovechada por el acondicionador de señales para termopares. Siendo un gran problema la el bajo nivel de la f.e.m. que proporciona el termopar, se debe ser muy cuidado en trabajar con estos parámetros. (Micro voltios a milivoltios).

A la temperatura ambiente la f.e.m. termoeléctrica es del orden mV; por ello hay que tomar muchas precauciones para impedir que las perturbaciones falseen la medición. Ya que se ha decidido que un campo de temperatura 28°C (temperatura ambiente) hasta 1150°C corresponde a un margen de tensión de 0 hasta 36,8 V, la constante de proporcionalidad que se obtiene de la relación entre la tensión y la temperatura, es aproximadamente de 32 mv/°C.

La tensión suministrada por el termopar, que es en función de la temperatura, se envía a la entrada de un amplificador no inversor constituido por el conjunto de U1, R1, R8, R9, RV4 y C1.

La ganancia de esta etapa puede variarse por medio de RV4 desde el valor máximo:  $G_{\max} = 1 + (R8 + RV4) \cdot R9$ ; hasta el valor mínimo:  $G_{\min} = 1 + R8 / (RV4 + R9)$

La compensación de la unión fría se realiza con el diodo de silicio D1 y el conjunto formado por R4, R2, R5, R3, R7, C2, RV2 e U2. El potenciómetro RV2 sirve para enviar una señal fija cuyo valor permita anular la señal presente en el cátodo del diodo a cierta temperatura (por ejemplo la temperatura ambiente)

Ya que el diodo esta muy cerca de la unión fría, una variación de la temperatura de esta ultima provocara, una variación de la salida del diodo; en cambio, la temperatura del potenciómetro RV2 quedara fija. De este modo, podrá realizarse la compensación de las variaciones de temperatura de la unión fría.

El amplificador-sumador constituido por U3, R15, R11, R10 Y C3 tiene la funciona de sumar las tensiones de salida de U1 y U2 (U1 nos proporciona una señal de tensión positiva. U2 nos proporciona una señal de tensión negativa. Para obtener la señal real de la

termocupla, necesitamos obtener la diferencia de tensión de sus terminales, es por ello que se utiliza U3 en la configuración de sumador ( $U1 + (-U2) = U3$ )

A la entrada de IC3 llega también una tensión continua generada por el grupo R14, R13y RV3, la cual desplaza el nivel de la tensión de salida del amplificador operacional para adaptarse a la unión fría cuya temperatura no es 0°C.

De esta forma obtenemos un circuito que crea una curva con un porcentaje bastante mayor de linealidad (acondicionando el valor real de la termocupla que es una curva exponencial hacia una línea recta), así logramos confiar que los intervalos de temperatura no variaran con mayor diferencia.

Al final del circuito, se obtienen dos voltajes de referencias; el primero es de un rango de voltajes de 0 a 36.9 v (Salida A), el segundo es un intervalo de 0 a 5v (Salida B).

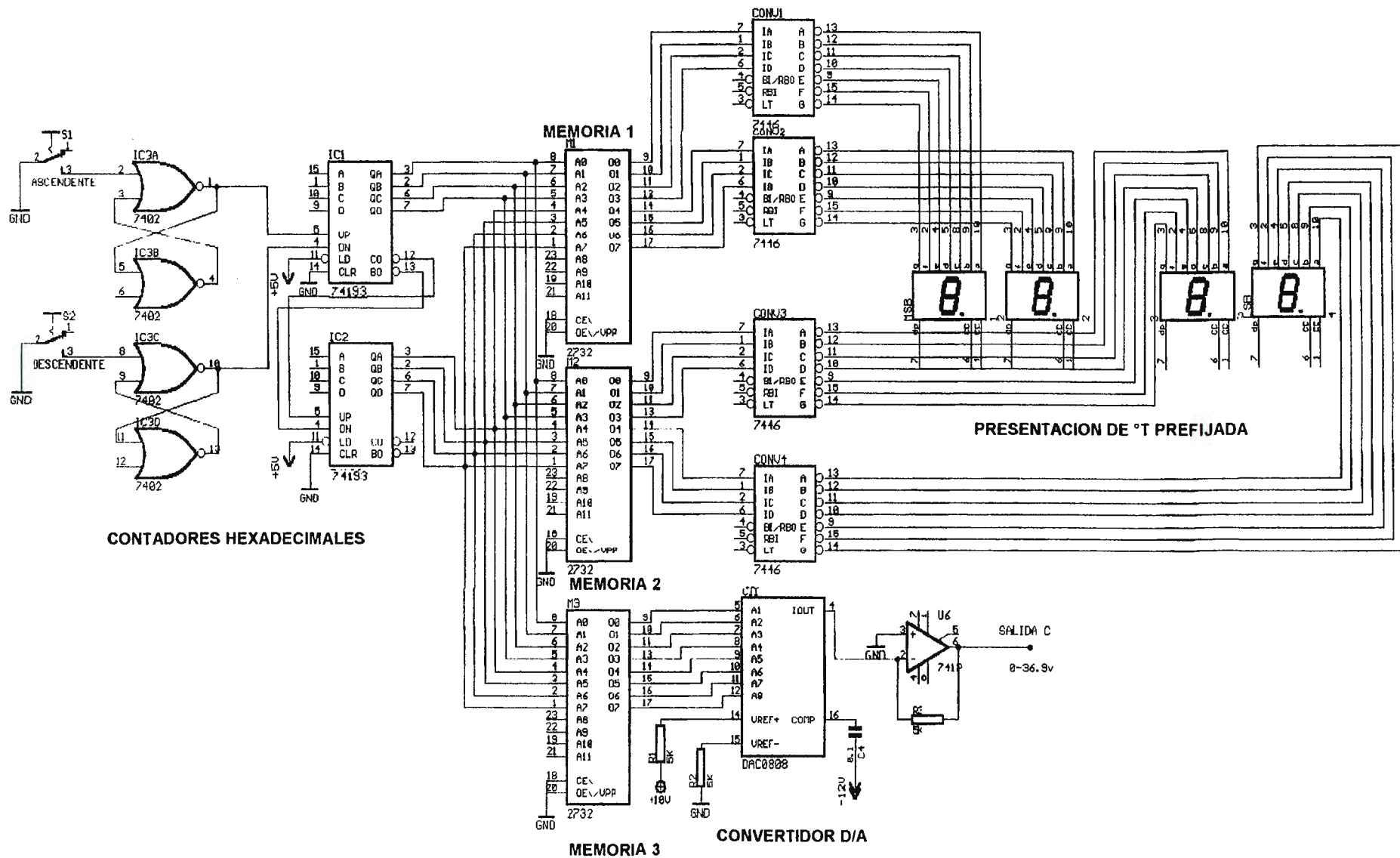


DIAGRAMA 2. INTRODUCCION Y COVERSION DE °T PREFIJADA

### 4.3 INTRODUCCIÓN Y CONVERSIÓN DE °T PREFIJADA

La introducción de la temperatura que se desea que el horno opere, se hace mediante dos pulsadores NO, uno de ellos permite incrementar la temperatura y el otro permite disminuirla; estos dos pulsadores van conectados a un arreglo de compuertas para evitar el rebote producido por los pulsadores, así logrando controlar el pulso único que se hace al sistema. Los pulsadores se ligan a los contadores hexádécimal de forma ascendente y descendente. Los 74LS193, nos permiten controlar el conteo del sistema hexádécimal a la entrada de cada uno, para obtener a la salida una dirección de 4bit por cada contador. Los contadores se encuentran en cascada, así, solamente se controla el primero y el segundo se acciona mediante las funciones de acarreo y préstamo que realiza el primero hacia el segundo.

Al obtener un sistema de 8 bit, se crean las direcciones que son utilizadas por las memorias. El primer contador (IC1) crea los dígitos LSB y el segundo (IC2) crea los dígitos MSB; estos van conectados a las memorias M1, M2, M3. La memoria M1 y M2 reciben las direcciones ascendente o descendente de los contadores, teniendo como la función de convertir un sistema digital a otro sistema digital (Hexádécimal a BCD), para luego ser decodificado por los integrados 74LS47 (decodificadores BCD a 7 segmentos) y ser visualizado por los display.

Como la lectura máxima posee 4 dígitos cada memoria (M1 y M2) controla dos display, el dígito MSB es controlado por la memoria M1 y el LSB por la memoria M2. La memoria M3 al igual que las otras memorias reciben las mismas direcciones de entrada, esta memoria en sus pines de salida coloca un par de dígitos hexádécimales, el cual lo recibe un convertidor digital – analógico DAC0808 se encargada de efectuar la conversión en un tiempo 27microsegundos obteniendo una corriente a la salida de este, y un arreglo de un operacional a la salida del convertidor produce una señal analógica de 0v a 36.9v (Salida C).

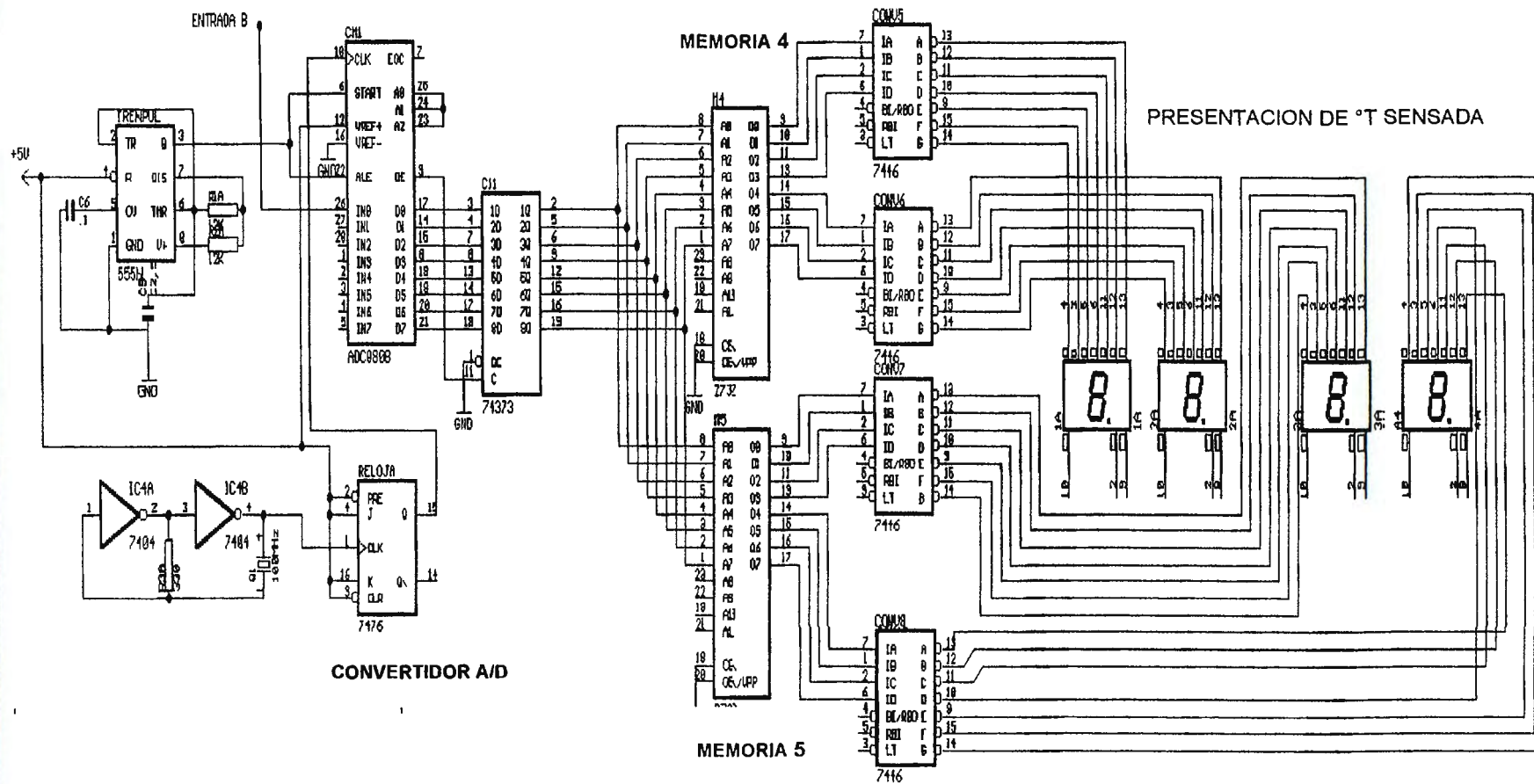


DIAGRAMA 3. CONVERTIDOR Y PRESENTACION DE °T SENSADA.

#### **4.4 CONVERSIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA °T SENSADA**

El circuito acondicionador de la termocupla proporciona la señal en la salida B (0V a 5V). Este se conecta a la entrada B de convertidor analógico – digital ADC0808, este teniendo un arreglo para efectuar la conversión en un tiempo de 100 microsegundo, con una frecuencia de trabajo de 500KHz; producido por un cristal y la combinación de compuertas inversoras y el integrado 74LS76; y una frecuencia baja, que es producida por un 555, para la habilitación del estado de conversión del ADC0808 en forma activa y continua; Permitiendo así convertir en cada instante de variación de voltaje en la entrada.

A la salida de éste, se encuentra un 74LS373, que es un arreglo de flip-flop para poder capturar el dato obtenido después de la conversión; el integrado posee un schmitt-trigger para el cambio de dato (el cual cambia cuando existe una transición de estado) que es producido por el convertido en su pin 9. La salida de este se conecta en paralelo a las entradas de las memorias M4 y M5.

Las memorias reciben el valor en hexád decimal, produciendo una dirección para que estas coloquen en sus salidas el equivalente del valor de la temperatura en sistema BCD. La M4 es la que coloca los dígitos MSB y la memoria M5 es la que coloca los dígitos LSB. Y así después de las memorias se encuentran los decodificadores BCD a 7 segmentos (74LS47) y estos pasan la información a los display. De esta forma se logra observar y leer la temperatura interna actual del horno.

#### **4.5 PROGRAMACIÓN DE MEMORIAS**

Las memorias utilizadas en el desarrollo del controlador de temperatura, poseen 32K de capacidad de almacenamiento de información (EPROM2732) con una respuesta a su acceso en un tiempo de 200ns.

La diferente información que se les han introducido parte de una información básica al comparar voltajes analógicos y digitales. Su función específica es de ahorrar una etapa de diseño en los convertidores de sistemas hexád decimal a BCD.

Partiendo del hecho que el circuito acondicionador de la termocupla genera un voltaje lineal de 0.032v por cada 1°C de temperatura de incremento logramos crear una tabla, donde apreciamos la temperatura que queremos tener y la respuesta en voltios que corresponde a esa determinada temperatura, por ejemplo:

| °C  | Voltios | °C  | Voltios | °C   | Voltios |
|-----|---------|-----|---------|------|---------|
| 1   | 0.032   | 250 | 8       | 910  | 29.12   |
| 50  | 1.6     | 499 | 15.968  | 1100 | 35.2    |
| 100 | 3.2     | 770 | 24.64   | 1150 | 36.8    |

Teniendo estos resultados (aleatoriamente se escogieron los valores), podremos compararlos con los valores que nos produce el convertidor DAC0808, ya que el convertidor tiene un rango de operación en la salida de 0v a 10v y como el máximo voltaje del circuito acondicionador es de 36.8v, logramos establecer una relación de amplificación de 3.68v para los voltajes de resultado del convertido. Sabiendo esto, hacemos las combinaciones posibles en hexádecimal

Podemos ver los voltajes que nos daría el convertidor para luego ser amplificada por el factor; establecemos que:

| <i>Señal<br/>Hexádecimal</i> | <i>Voltios</i> | <i>Ganancia<br/>3.68</i> | <i>Señal<br/>Hexádecimal</i> | <i>Voltios</i> | <i>Ganancia<br/>3.68</i> |
|------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------|
| 0A                           | 0.0176         | 0.064768 V               | 6A                           | 4.0            | 14.72 V                  |
| 8F                           | 1.221          | 4.49328 V                | 90                           | 5.63           | 20.7184 V                |
| CB                           | 2.394          | 8.80992 V                | FF                           | 10.0           | 36.8 V                   |

Como se puede observar los valores aleatorios que se han tomado, no van en orden jerárquico sino que su valor aumenta dependiendo de la combinación de los dígitos hexádecimal.

Conociendo como operan y los resultados del acondicionador de la termocupla y el ADC0808 establecemos una tabla que nos permite relacionar el sistema hexád decimal y la temperatura que le corresponde:

| HEXA | °C  | HEXA | °C  | HEXA | °C   |
|------|-----|------|-----|------|------|
| 00   | 0   | EC   | 519 | B7   | 1000 |
| C0   | 217 | 90   | 648 | FA   | 1110 |
| 26   | 316 | 3D   | 913 | FF   | 1150 |

*Ampliación de Tabla en anexo.*

Ya establecido los parámetros de operación de los dispositivos que controlan °T contra voltios, podemos empezar ha explicar la información de cada memoria,

#### 4.5.1 MEMORIAS (1,2,3,4,5)

Estas memorias tienen información, tal que cuando los contadores 74193 producen una combinación de dígitos hexád decimales, se logra forma las direcciones donde se han guardado los diferentes grados de temperatura, en las direcciones establecidas; para el caso de la memoria 3 sus resultados son dígitos hexád decimales y las del resto sus resultados son dígitos en BCD.

##### 4.5.1.1 Memoria 1.

Da como resultados los dígitos en BCD más significativo del valor de la temperatura prefijada. Por ejemplo:

| Direcc. | Resul. | Direcc. | Resul. | Direcc. | Resul. |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 00      | 00     | 24      | 03     | 90      | 08     |
| 0F      | 01     | 38      | 04     | C4      | 11     |
| 1F      | 02     | 3F      | 04     | D1      | 11     |

Ver tabla completa en anexo.

#### 4.5.1.2 Memoria 2.

Da como resultados los dígitos en BCD menos significativo del valor de la temperatura prefijada. Por ejemplo:

| <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 00             | 00            | 24             | 00            | 90             | 45            |
| 0F             | 95            | 38             | 00            | C4             | 00            |
| 1F             | 70            | 3F             | 40            | D1             | 95            |

Ver tabla completa en anexo.

Estas dos (M1 y M2) memorias, presentan el valor de la temperatura prefijada, como se muestran los valores en la tabla:

|                       | M1 | M2 |
|-----------------------|----|----|
| <b>Lectura actual</b> | 00 | 00 |
|                       | 01 | 70 |
|                       | 11 | 50 |

#### 4.5.1.3 Memoria 3.

Da como resultados los dígitos en hexád decimal de la temperatura prefijada, teniendo en cuenta la relación de la temperatura y las combinaciones hexád decimales. Por ejemplo:

| <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 00             | 00            | 24             | 2C            | 90             | D7            |
| 0F             | 43            | 38             | A9            | C4             | F6            |
| 1F             | 47            | 3F             | 68            | D1             | 00            |

Ver tabla completa en anexo.

#### 4.5.1.4 Memoria 4.

Da como resultados los dígitos en BCD más significativo del valor de la temperatura sensada por la termocupla. Por ejemplo:

| <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 00             | 00            | 24             | 03            | 90             | 08            |
| 0F             | 01            | 38             | 04            | C4             | 11            |
| 1F             | 02            | 3F             | 04            | D1             | 11            |

Ver tabla completa en anexo.

#### 4.5.1.5 Memoria 5.

Da como resultados los dígitos en BCD menos significativo del valor de la temperatura sensada por la termocupla. Por ejemplo:

| <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> | <i>Direcc.</i> | <i>Resul.</i> |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 00             | 00            | 24             | 00            | 90             | 45            |
| 0F             | 95            | 38             | 00            | C4             | 00            |
| 1F             | 70            | 3F             | 40            | D1             | 95            |

Ver tabla completa en anexo.

Estas dos (M4 y M5) memorias, presentan el valor de la temperatura sensada, como se muestran los valores en la tabla:

|                       |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|
|                       | <b>M4</b> | <b>M5</b> |
|                       | <b>00</b> | <b>00</b> |
| <b>Lectura actual</b> | <b>01</b> | <b>70</b> |
|                       | <b>11</b> | <b>50</b> |

## 4.6 CONTROLADOR DE RESISTENCIAS

Este es un comparador de magnitudes de voltaje, que son obtenidos de las salidas A y C. Si el voltaje de la salida A es menor que la de C, el circuito debe hacer circular una mínima corriente que excita a un transistor 2N2222, este cierra la alimentación de la bobina del primer relé (electrónico y de baja potencia), para que éste cierre la alimentación de la bobina de un contactor de fuerza (3TF40 la corriente que maneja en sus contactos es de 100 Amperios, y la corriente que circula cuando las resistencias se conectan a la red es aproximadamente 60 Amperios) y finalmente los contactos de este cierran el circuito de las resistencias y la red (240 AC).

El circuito permanecerá abierto si los voltajes son iguales o caso extremo el voltaje en C sea mayor que en A. Así el horno podrá estar conmutando automáticamente las resistencias a la red (cerrándose si la diferencia de la temperatura es menor la sensada menos que la prefijada, abriéndose en el caso contrario, podrá efectuar indefinidamente esta operación, hasta concluir con su trabajo).

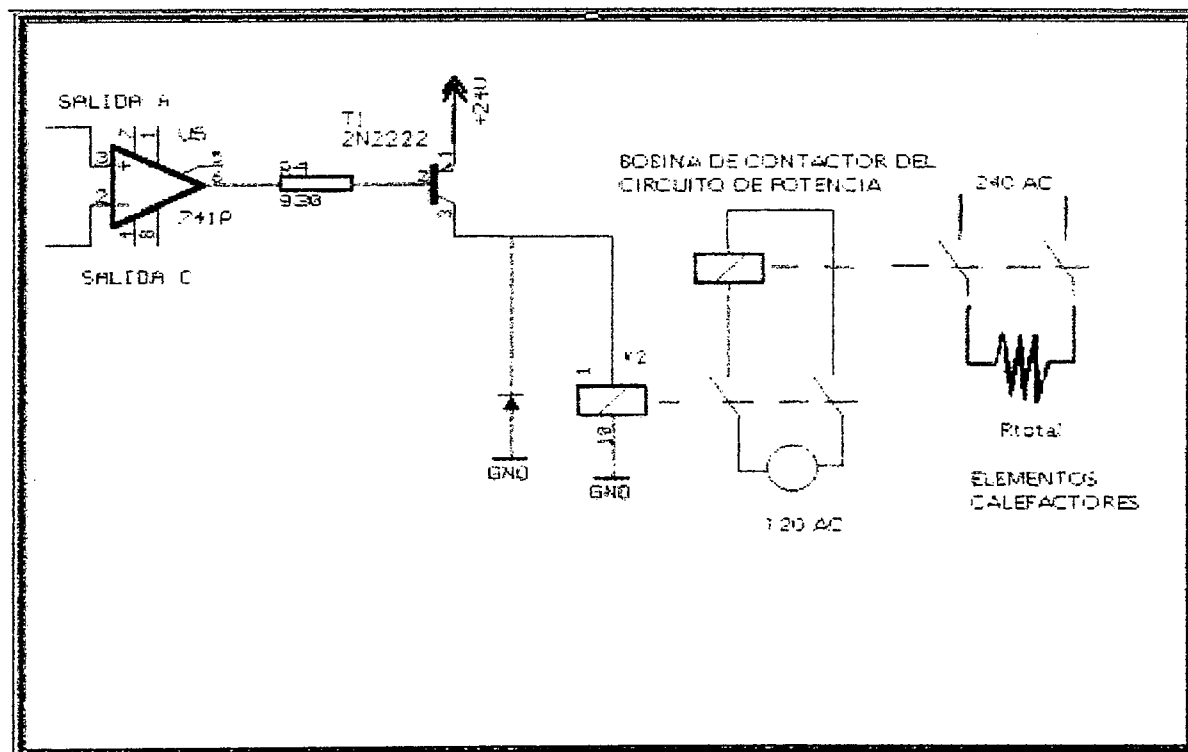


DIAGRAMA 4. CONTROLADOR DE RESISTENCIAS

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ❑ John Wiley & Sons. Inc., **Enciclopedia de la Mecánica de Ingeniería y Técnica**, Vol. VIII, Editora Océano, Barcelona, 1990.
- ❑ Siemens, Aparatos y Sistemas, **Catálogo 1997**
- ❑ '98 **“Técnicas de protección y maniobra de baja Tensión”**, Siemens, Berlín, 1997.
- ❑ Antonio Pizziolo, **Electrónica Industriale Servomeccanismi**, Torino ISEAT, Portugal, 1989.
- ❑ Molerá Sola Pérez, **Tratamientos térmicos de los Metales**, Maracombo, Barcelona 1991.
- ❑ Lucas M. Faulkenberry, **Introducción a los Amplificadores Operacionales**, Limusa, México, 1990.
- ❑ National Semiconductor, **Manual de Semiconductores National Corp.**, Hong Kong, 1995.
- ❑ Philips, **ECG, semiconductores master replace end guide**, Illinois 1980
- ❑ Texas Instruments, **The TTL Data Book for Design Engineers**, Dallas Texas, 1974.
- ❑ Soisson Harold, **Instrumentacion Industrial**, Limusa, México, 1996.
- ❑ Cooper William David, **Electronic Instrumentation and Measurement Techniques**, Prentice Hall, New Jersey, 1978.

## ANEXO I

### MANUAL DE OPERACIÓN Y DE MANTENIMIENTO

#### ***Datos técnicos del equipo:***

Horno de tratamientos térmicos metalúrgico industriales

Marca: LINBERG HEAVY DUTY, DIVISION OF SOLA CHICAGO, ILL.

Serie: 22416

Tipo: 11-RP-153D12-18FA

Temperatura Máx. : 1850°F /1150°C

Potencia eléctrica: 18KW

Fase: 1

Voltaje : 230 V

Frecuencia: 60 Hz

Capacidad útil: (42.3 x 89.5 x 42.3) 160,141.45 cm<sup>3</sup>

Resistencias: 6 serie (aprox. 0,7Ω c/u).

Voltaje de sistema electrónico: 120 V

#### ***Encendido:***

1. Verifique que todo el equipo se encuentre en perfectas condiciones de operar: voltajes correspondientes (120 voltios de alimentación del controlador, 240 voltios monofásicos de alimentación de las resistencias), conexiones ajustadas, libre de cualquier objeto que obstruya el paso hacia la puerta y maniobras con esta.
2. Compruebe que el tamaño de la pieza a someter a dicho tratamiento no sea mayor que el espacio disponible en la recámara del horno.

3. Conociendo la temperatura (grados centígrados ° C) del tratamiento térmico ha realizar fije la temperatura de trabajo (utilizando los pulsadores de conteo ascendente o descendente) la cual aparecerá en la pantalla de “ T prefijada”,

NOTA: No podrá fijar temperatura menor a 125 ° C ni mayores a 1150 ° C, ya que el horno es para realizar tratamientos térmicos y no para fundición de piezas. La temperatura menor de 125 ° C le sirven al horno para un precalentamiento.

El intervalo de incremento o decremento de la temperatura es de cada 5° C.

4. Proceda a colocar la pieza en la recámara del horno y asegúrese de cerrar bien la puerta (para evitar pérdidas de calor y obtener una mayor eficiencia en el proceso).

NOTA: Antes de someter la pieza a un tratamiento tome en cuenta todas las indicaciones y normas que existen para realizar dicho tratamiento.

5. Observe que la pantalla de temperatura sensada este marcando las variaciones de temperatura que esta sufriendo el horno internamente. Si esto no sucede, se recomienda que suspenda el proceso y revise el circuito acondicionador de señal del termopar, valiéndose de apartado de Calibración de este, el cual se encuentra mas adelante del manual de mantenimiento.

### ***Apagado:***

1° Apague el controlador de temperatura. Asegúrese deber realizado bien este punto, antes de abrir la puerta (para evitar poner a trabajar nuevamente al sistema, ya que este funciona por diferencia de temperatura, una variación de esta podría hacer que se encienda automáticamente el horno).

2° Con el cuidado adecuado abra la puerta (para evitar que usted sufra de una quemada debido al calor interno) y retire la pieza tratada (continúe el tratamiento de enfriamiento y limpieza de esta, con métodos adecuados de acuerdo al tratamiento realizado).

3° Deje que el horno se enfríe paulatinamente, mediante la transferencia de calor con el medio que lo rodea.

NOTA : No utilice agentes que ocasionen cambios de temperatura bruscos (chorro de aire frío, agua, gases refrigerantes, etc.), ya que podría ocasionar una ruptura en sus partes internas.

### ***Limpieza rápida:***

Se recomienda que después de utilizar el horno, este se le aplique una limpieza en las partes interna de la recámara donde se realizan los diversos tipos de tratamiento, ya que en muchas ocasiones después de utilizarlo, se encuentran pedazos de carbón, u otro material utilizado en tratamiento; esto podría ocasionar que las resistencias no rindan con eficiencia, o ocasionen un falso error en la lectura de la temperatura. retire estos residuos con cuidado desprendiéndolos del las paredes del horno si es que han que dado adherido a él, sin dañar dicho material.

### ***Limpieza profunda:***

1. Verifique que todo se encuentra apagado y a temperatura ambiente, para proceder a la limpieza profunda del horno.
2. Una vez que todo esta en condiciones de trabajar, revise detenidamente la recamara interna del horno y trate de localizar material refractario dañado, costra adherido a las paredes y a las resistencias (no trate con objetos que puedan ocasionar una perforación en las paredes o una fractura en las resistencias).

3. Verifique el estado actual de las resistencias (midiendo continuidad y su valor Ohmico que es aproximadamente de  $0.7 \Omega$  c/u).
4. Verifique el estado de la puerta (bisagras en condiciones de trabajo, pasador ajustado, que realice su función de abrir-cerrar) y que quede herméticamente sellada
5. Continúe revisando las termocuplas (utilice el método de Determinación de Estado de la Termocupla, y una limpieza de sus partes de contactos con el circuito, como lo son los tornillos que unen los conductores los de la termocupla y los del circuito), el sistema electrónico (utilice el método de Calibración del Acondicionador de señal del Termopar, el cual, es el que podría ocasionar falla debido a su des-calibración) observe y ajusté los tornillos de unión con los cables (para una mayor verificación de la parte electrónica busque en este documento el diagrama del circuito).
6. Verificación del contactor que realiza la maniobra de conexión y desconexión de las resistencias este operando bien. Limpie los contactos para evitar falsos durante la conmutación de las resistencias, mida la tensión de la bobina (esta deberá ser de aproximadamente de 120 V) y el ajuste de los cables que unen a estos elementos. Siempre es recomendable extender la limpieza alrededor del área donde se encuentra ubicado dicha unidad.

Para un mayor control de este tipo de mantenimiento, dentro de este manual se encuentran unas hojas del control de los pasos que ha seguido par realizarlo. serán de un gran apoyo para futuros mantenimiento determinación de fallas.

## **CALIBRACIÓN DEL ACONDICIONADOR DE SEÑALES DEL TERMOPAR**

*Instrumentos necesarios:*

- Multímetro digital de precisión u Osciloscopio
- Fuente auxiliar 0v a 10v
- Termómetro de mercurio (rango de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $2000^{\circ}\text{C}$ )

### *Modo operativo:*

En esta etapa de mantenimiento se calibrará la ganancia ( $G = 100$ ) que posee el circuito acondicionador de señales del termopar, manteniendo a la salida del circuito la linealidad de la termocupla; para ello siga los siguientes pasos:

1. Saque la tapa de protección del controlador de temperatura del horno retirando los tornillos de ajuste de esta.
2. Localice la etapa del acondicionador de señales para la termocupla, el cual a simple vista observará en la tableta de impreso la frase Acondicionador de Señal del Termopar.
3. La temperatura del termopar deberá ser la temperatura ambiente, para poder realizar esta parte del mantenimiento.
4. Regule el potenciómetro RV1 hasta que llegue a medir 0 V en la salida del operacional C1 (punto de prueba 1).
5. Regule el potenciómetro RV2 hasta que se mida 0 V en la salida de C2 (punto de prueba 2).
6. Desconectar el termopar y aplicar entre las terminales de entrada del circuito una tensión de 369 mV (proveniente por ejemplo de la fuente de alimentación auxiliar a través de un divisor de voltaje).
7. Regular el potenciómetro RV1 para obtener en la salida de C3 (punto de prueba 3) una tensión de 36.9V.
8. Quite la tensión de entrada y conectar nuevamente el termopar.
9. Regular el potenciómetro RV3 (punto de prueba 4) hasta que el valor de la tensión de salida de C3 corresponda al de la temperatura ambiente (A temperatura ambiente interna es de  $28^{\circ}\text{C}$  habrá que medir 280mV)

## **DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TEMOCUPLA**

La mayor parte de los transductores es del tipo lineal, la linealidad porcentual es uno de los datos más importantes que hay determinar. El procedimiento de determinación de linealidad que es el mismo para todos los transductores, consiste en trazar la curva característica entrada-salida de los transductores. Se realizan una serie de mediciones con el

objeto de determinar los valores de salida (voltios) correspondiente a los distintos valores de la magnitud física de entrada (Temperatura); Para eso hace falta construir un gráfico de coordenadas sobre el que se trasladaran los puntos correspondientes a los datos medidos; luego se trazara la recta que más se aproxime a dichos puntos. Partiendo del gráfico obtenido se logra establecer la linealidad del termopar; para ello siga los siguientes pasos:

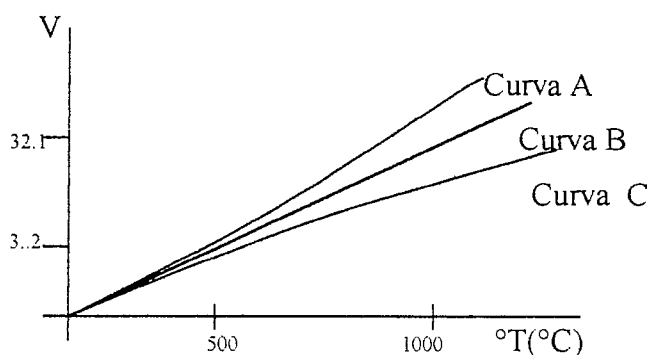
1. La termocupla que se utiliza es una tipo K, la constante de proporcionalidad que se obtiene de la relación entre la tensión y la temperatura, es aproximadamente de 32 mv/°C. El margen de temperatura sensada es de 0°C a 1150°C.
2. Partiendo del valor correspondiente a la temperatura inicial (125°C), aumentar la temperatura del horno por saltos de 20°C, luego medir la tensión de la salida del acondicionador de señal cuando la temperatura este estabilizada (las oscilaciones de los instrumentos de medición disminuirán, mostrando una señal estable para ese punto de temperatura, para establecer los posibles valores a obtener en los medidores puede comparar con la tabla siguiente, la cual posee el error del fabricante de la termocupla  $\pm 0.1\%$  del valor sensado contra el valor real medido).

Tabla de la Curva B

| Temperatura | Valor de voltaje esperado |
|-------------|---------------------------|
| 100 °C      | 3.2 V                     |
| 200 °C      | 6.4 V                     |
| 300 °C      | 9.6 V                     |
| 400 °C      | 12.8 V                    |
| 500 °C      | 16.0 V                    |
| 800 °C      | 25.7 V                    |
| 900 °C      | 28.9 V                    |
| 1000 °C     | 32.1 V                    |

3. Compare la temperatura con el dispositivo de calibración externo (termómetro de mercurio con un rango de operación de 0 °C a 2000 °C, elemento de mayor precisión en la lectura de temperatura) contra el valor mostrado en los presentadores de Temperatura Sensada (Antes de afirmar este punto, el circuito Acondicionador de la Termocupla debe encontrarse calibrado).

4. Construir una tabla tensión-temperatura (Eje x = Temperatura, Eje y = Voltaje) con los resultados obtenidos en los pasos 2 y 3, trasladar los valores sobre un gráfico para obtener la curva característica, la cual deberá ser lineal.
5. Observe el gráfico que se le presenta, y ubique la curva obtenida en el, para lograr determinar el estado de la termocupla.



Observe que la Curva B es lineal, si su gráfico es igual o aproximadamente igual a este, el termopar que se está midiendo se encuentra en condiciones de trabajo; pero si el gráfico obtenido se aproxima a las Curvas A y C, el termopar en prueba ha sufrido un desgaste en su unión, lo cual crea posibles errores en la toma de temperatura. Para evitar estos errores reemplace este termopar, por otro que se encuentre en condiciones de trabajo.

Para un mayor control de cómo efectuar un mantenimiento a tiempo se debe llevar una planificación calendarizada y una ficha con datos obtenidos por cada vez que se realiza el mantenimiento. Se presenta un modelo:

**REPORTE DE MEDICIONES OBTENIDAS SIN ENERGIA.** (Verificación Eléctrica).

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA DE INICIO: \_\_\_\_\_ FINALIZACION: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION ANTERIOR: \_\_\_\_\_

TIPO DE MANTENIMIENTO A REALIZAR: \_\_\_\_\_

DURACIÓN: \_\_\_\_\_ Horno: \_\_\_\_\_

Tipo de conexión: Monofásica 120V \_\_\_\_ Monofásica 240V \_\_\_\_ Trifásica 240V \_\_\_\_

Número de Resistencias: \_\_\_\_\_

Conexión : Serie \_\_\_\_ Paralelo \_\_\_\_ Otras (detallar) \_\_\_\_

Observaciones:

Valores Ohmicos: R1 \_\_\_\_ R2 \_\_\_\_ R3 \_\_\_\_ R4 \_\_\_\_ R5 \_\_\_\_ R6 \_\_\_\_

Rtotal \_\_\_\_\_

Aislamiento entre Resistencias y Carcaza

M1 \_\_\_\_ M2 \_\_\_\_ M3 \_\_\_\_

M4 \_\_\_\_ M5 \_\_\_\_ M6 \_\_\_\_

Rtotal \_\_\_\_\_

Observaciones:

Realizado por: \_\_\_\_\_ Autorizado por: \_\_\_\_\_

*Nombre y firma*

*Nombre y firma*

# MANTENIMIENTO DEL HORNO ELECTRICO TIPO: 11-RP-153D12-18FA

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA DE INICIO: \_\_\_\_\_ FINALIZACION: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION ANTERIOR: \_\_\_\_\_

TIPO DE MANTENIMIENTO A REALIZAR: \_\_\_\_\_

DURACIÓN: \_\_\_\_\_

| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                         | OBSERVACIONES | RECOMENDACIONES |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| Estado de material refractario: verificación de Estado físico, daños, grietas, desprendimientos, etc.                                                                                                             |               |                 |
| Estado de las Resistencias: mediciones adecuadas, libre de carbón, adecuada conexión, y alimentaciones aceptables.                                                                                                |               |                 |
| Limpieza interior: remoción de material sobrante del ultimo tratamiento, de trozos de carbón, espacio interior disponible para próximo tratamiento.                                                               |               |                 |
| Estado del sello aislante de calor de la puerta (verifique que no exista fuga de calor)                                                                                                                           |               |                 |
| Revisión de la puerta (grasa, pasador, que abra y cierre libremente, etc.)                                                                                                                                        |               |                 |
| Ajuste de tornillos y pernos                                                                                                                                                                                      |               |                 |
| Revisión de Termocuplas: calibraciones, diagnostico de estado de termocupla según tabla obtenida (en proceso de Determinación de Estado del Termopar), adecuadas conexiones.                                      |               |                 |
| Revisión de sistema electrónico: verificaciones de conexiones adecuadas, limpieza superficial. Nota: Si el controlador falla, repórtelo al técnico en instrumentación.                                            |               |                 |
| Revisión de sistema eléctrico: conexiones adecuadas, limpieza de sus partes (contacto del contactor de potencia), cables en buen estado, alimentaciones adecuadas, verificación de sistema de enclavamiento, etc. |               |                 |
| Calibración del termopar.                                                                                                                                                                                         |               |                 |
| Limpieza exterior del horno y su alrededor. Libre de obstáculos.                                                                                                                                                  |               |                 |

Se han tomado en cuenta las sugerencias realizadas en la ultima inspección:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Realizado por: \_\_\_\_\_ Autorizado por: \_\_\_\_\_  
*Nombre y firma* *Nombre y firma*

## ANEXO II

**TABLA DE COMBINACION DE CODIGOS HEXADECIMALES Y  
TEMPERATURA (°C)**

| CODIGO<br>HEXA | °T<br>DESEADA |
|----------------|---------------|
| 0              | 0             |
| 08             | 1             |
| 04             | 10            |
| 0C             | 15            |
| 02             | 20            |
| 0A             | 24            |
| 06             | 29            |
| 0E             | 33            |
| 01             | 37            |
| 09             | 42            |
| 05             | 46            |
| 0D             | 51            |
| 03             | 55            |
| 0B             | 60            |
| 07             | 64            |
| 0F             | 67            |
| 80             | 74            |
| 88             | 79            |
| 84             | 82            |
| 8C             | 85            |
| 82             | 91            |
| 8A             | 97            |
| 86             | 101           |
| 8E             | 104           |
| 81             | 111           |
| 89             | 114           |
| 85             | 117           |
| 8D             | 121           |
| 83             | 127           |
| 8B             | 132           |
| 87             | 136           |
| 8F             | 140           |
| 40             | 144           |
| 48             | 150           |
| 44             | 154           |
| 4C             | 159           |
| 42             | 163           |
| 4ª             | 168           |
| 46             | 173           |
| 4E             | 176           |
| 41             | 181           |
| 49             | 183           |

| CODIGO<br>HEXA | °T<br>DESEADA |
|----------------|---------------|
| C0             | 217           |
| C8             | 219           |
| C4             | 226           |
| CC             | 231           |
| C2             | 236           |
| CA             | 240           |
| DA             | 242           |
| C6             | 244           |
| CE             | 247           |
| C1             | 250           |
| C5             | 262           |
| CD             | 266           |
| C3             | 271           |
| CB             | 275           |
| C9             | 269           |
| C7             | 280           |
| CF             | 284           |
| 20             | 290           |
| 28             | 294           |
| 24             | 298           |
| 2C             | 301           |
| 22             | 307           |
| 2A             | 311           |
| 26             | 316           |
| 2E             | 321           |
| 21             | 325           |
| 29             | 330           |
| 25             | 335           |
| 2D             | 339           |
| 23             | 343           |
| 2B             | 348           |
| 27             | 352           |
| 2F             | 357           |
| A0             | 362           |
| A8             | 366           |
| A4             | 371           |
| AC             | 375           |
| A2             | 380           |
| AA             | 384           |
| A6             | 389           |
| AE             | 393           |
| A1             | 398           |

| CODIGO<br>HEXA | °T<br>DESEADA |
|----------------|---------------|
| AF             | 430           |
| 60             | 434           |
| 68             | 439           |
| 64             | 443           |
| 6C             | 447           |
| 62             | 452           |
| 6A             | 456           |
| 66             | 460           |
| 6E             | 465           |
| 61             | 470           |
| 69             | 474           |
| 65             | 479           |
| 6D             | 482           |
| 63             | 487           |
| 6B             | 491           |
| 67             | 496           |
| 6F             | 500           |
| E0             | 504           |
| E8             | 510           |
| E4             | 516           |
| EC             | 519           |
| E2             | 525           |
| EA             | 528           |
| E6             | 532           |
| EE             | 536           |
| DD             | 539           |
| E1             | 544           |
| E9             | 547           |
| E5             | 550           |
| ED             | 557           |
| E3             | 561           |
| EB             | 564           |
| E7             | 567           |
| EF             | 570           |
| 10             | 575           |
| 18             | 580           |
| 14             | 584           |
| 1C             | 589           |
| 12             | 594           |
| 1A             | 598           |
| 16             | 602           |
| 1E             | 606           |

|    |     |
|----|-----|
| 4D | 185 |
| 45 | 195 |
| 43 | 197 |
| 4B | 200 |
| 47 | 203 |
| 4F | 210 |
| 1B | 634 |
| 17 | 638 |
| 1F | 643 |
| 90 | 648 |
| 9A | 654 |
| 98 | 657 |
| 94 | 662 |
| 9C | 666 |
| 92 | 670 |
| 9D | 675 |
| 96 | 680 |
| 9E | 683 |
| 99 | 688 |
| 95 | 699 |
| 93 | 708 |
| 9B | 711 |
| 9F | 714 |
| 97 | 717 |
| 50 | 720 |
| 58 | 724 |
| 54 | 728 |
| 5C | 733 |
| 52 | 737 |
| 5A | 742 |
| 56 | 746 |
| 5E | 750 |
| 51 | 754 |
| 59 | 760 |
| 55 | 765 |
| 5D | 768 |
| 53 | 773 |
| 5B | 777 |
| 57 | 782 |
| 5F | 786 |
| D0 | 791 |
| D8 | 796 |
| DC | 802 |
| D4 | 806 |
| D2 | 815 |
| D6 | 818 |
| DE | 828 |
| D1 | 832 |
| D9 | 837 |
| D5 | 841 |
| DB | 850 |

|    |      |
|----|------|
| A9 | 402  |
| A5 | 407  |
| AD | 411  |
| A3 | 415  |
| AB | 420  |
| A7 | 424  |
| 30 | 860  |
| DF | 866  |
| 38 | 870  |
| 34 | 875  |
| 3C | 879  |
| 32 | 881  |
| 3A | 886  |
| 36 | 890  |
| 3E | 895  |
| 31 | 900  |
| 39 | 904  |
| 35 | 909  |
| 3D | 913  |
| 33 | 918  |
| 3B | 921  |
| 37 | 925  |
| 3F | 930  |
| B0 | 936  |
| B8 | 940  |
| B4 | 945  |
| BC | 957  |
| B2 | 960  |
| B6 | 965  |
| BA | 970  |
| BE | 975  |
| B1 | 980  |
| B9 | 985  |
| B5 | 990  |
| B3 | 994  |
| BD | 998  |
| B7 | 1000 |
| BB | 1002 |
| 70 | 1007 |
| 78 | 1012 |
| BF | 1015 |
| 74 | 1017 |
| 7C | 1021 |
| 72 | 1025 |
| 7A | 1030 |
| 76 | 1034 |
| 7E | 1039 |
| 71 | 1045 |
| 79 | 1048 |
| 75 | 1053 |
| 73 | 1062 |

|    |      |
|----|------|
| 11 | 611  |
| 19 | 515  |
| 91 | 617  |
| 15 | 620  |
| 1D | 624  |
| 13 | 629  |
| 77 | 1071 |
| 7F | 1075 |
| F0 | 1080 |
| F8 | 1087 |
| FC | 1094 |
| F4 | 1099 |
| F2 | 1101 |
| FD | 1104 |
| F6 | 1107 |
| FA | 1110 |
| F1 | 1115 |
| F9 | 1121 |
| F5 | 1130 |
| FB | 1138 |
| F3 | 1142 |
| F7 | 1145 |
| FE | 1147 |
| FF | 1150 |
|    |      |

## ANEXO III

### TABLAS INFORMACIÓN INTERNA DE LAS MEMORIAS

TABLA DE INFORMACIÓN INTERNA DE MEMORIA 1

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 |
| 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 |
| 02 | 02 | 02 | 02 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 |
| 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 |
| 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 05 | 05 | 05 | 05 |
| 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 |
| 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 |
| 06 | 06 | 06 | 06 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 |
| 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 09 | 09 | 09 | 09 |
| 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| BB | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

TABLA DE INFORMACIÓN INTERNA DE MEMORIA 2.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 |
| 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 |
| 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 80 | 85 | 90 | 95 | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| BB | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

TABLA DE INFORMACIÓN INTERNA DE MEMORIA 3

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 83 | 8B | 87 | 8F | 40 | 44 | 4C | 42 | 4A | 46 | 4E | 41 | 49 | 45 | 43 |
| 4B | 47 | 4F | C0 | C8 | C4 | CC | C2 | CA | C6 | C1 | C5 | C5 | CD | C3 | CB |
| C7 | CF | 20 | 28 | 2C | 22 | 2A | 26 | 2E | 21 | 29 | 25 | 2D | 2B | 27 | 2F |
| A0 | A8 | A4 | AC | A6 | A6 | AE | A9 | A9 | AD | A3 | AB | A7 | AF | 60 | 68 |
| 6C | 62 | 6A | 66 | 6E | 61 | 65 | 6D | 63 | 6B | 67 | 6F | E0 | E8 | E4 | EC |
| E2 | EA | EE | DD | E9 | E5 | ED | E3 | EB | EF | 10 | 18 | 1C | 12 | 1A | 16 |
| 1E | 11 | 19 | 15 | 1D | 13 | 17 | 1F | 90 | 90 | 9A | 94 | 9C | 92 | 9D | 9E |
| 99 | 99 | 95 | 95 | 93 | 9B | 9F | 50 | 54 | 52 | 52 | 5A | 56 | 5E | 51 | 59 |
| 55 | 53 | 5B | 57 | 5F | D0 | D8 | DC | DC | D2 | D2 | DE | D1 | D9 | D5 | D3 |
| D7 | D7 | 30 | DF | 34 | 3C | 32 | 3A | 36 | 3E | 31 | 35 | 3D | 33 | 3B | 37 |
| 3F | B0 | B8 | B4 | BC | BC | B2 | BA | BE | BE | B1 | B5 | BD | B7 | BB | 70 |
| 78 | 74 | 7C | 72 | 7A | 7E | 71 | 79 | 75 | 7D | 73 | 7B | 77 | 7F | F0 | FC |
| FC | FC | F2 | F6 | FA | F1 | F1 | F9 | F5 | FB | FB | F7 | FF | FF | FF | FF |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

TABLA DE INFORMACIÓN INTERNA DE MEMORIA 4

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 |
| 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 |
| 01 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 |
| 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 |
| 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 04 |
| 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 |
| 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 |
| 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 |
| 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 |
| 06 | 06 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 |
| 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 |
| 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

## TABLA DE INFORMACIÓN INTERNA DE MEMORIA 5

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 05 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 45 | 45 |
| 45 | 45 | 45 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 80 | 90 | 00 | 10 | 15 | 15 | 15 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 90 |
| 00 | 10 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 30 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 |
| 75 | 85 | 95 | 95 | 95 | 95 | 00 | 00 | 05 | 10 | 15 | 15 | 15 | 20 | 25 | 35 |
| 45 | 45 | 50 | 50 | 55 | 55 | 60 | 60 | 65 | 75 | 85 | 90 | 90 | 95 | 95 | 00 |
| 05 | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 |
| 85 | 85 | 85 | 90 | 90 | 95 | 95 | 00 | 00 | 05 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 50 |
| 60 | 60 | 65 | 65 | 75 | 75 | 85 | 85 | 95 | 95 | 00 | 00 | 00 | 10 | 10 | 20 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 70 | 75 | 80 |
| 85 | 90 | 00 | 05 | 10 | 10 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 | 70 |
| 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 95 | 00 | 00 | 00 | 00 | 05 | 05 | 10 | 20 | 25 | 30 |
| 30 | 35 | 35 | 35 | 35 | 40 | 45 | 50 | 50 | 55 | 60 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 00 | 05 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 55 | 60 | 60 | 65 |
| 70 | 75 | 80 | 85 | 85 | 90 | 95 | 95 | 00 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 00 | 05 | 15 | 25 | 35 | 50 |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

## ANEXO IV

### INFORMACION TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS

Relación entre los valores de temperatura y de la f.e.m. para varios tipos de termopares en los que la unión fría se encuentra a 0°.

| Temperatura<br>a °C | Cu- Cost<br>MV | Fe-Cost<br>MV | NiCr-Ni<br>MV | PtRh-Pt<br>MV |
|---------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| -200                | -5.7           | -8.15         |               |               |
| 180                 |                | 7.56          |               |               |
| 160                 |                | 6.93          |               |               |
| 140                 |                | 6.26          |               |               |
| 120                 |                | 5.53          |               |               |
| 100                 | 3.4            | 4.75          |               |               |
| 80                  |                | 3.89          |               |               |
| 60                  |                | 2.98          |               |               |
| 40                  |                | 2.03          |               |               |
| 20                  |                | 1.02          |               |               |
| 10                  |                | 0.51          |               |               |
| 0                   | 0              | 0             | 0             | 0             |
| 10                  |                | 0.52          | 0.4           | 0.056         |
| 20                  |                | 1.05          | 0.8           | 0.113         |
| 30                  |                | 1.58          | 1.2           | 0.173         |
| 40                  |                | 2.11          | 1.61          | 0.235         |
| 50                  |                | 2.65          | 2.02          | 0.299         |
| 60                  |                | 3.19          | 2.43          | 0.364         |
| 70                  |                | 3.73          | 2.85          | 0.431         |
| 80                  |                | 4.27          | 3.26          | 0.5           |
| 90                  |                | 4.82          | 3.68          | 0.571         |
| 100                 | 4.25           | 5.37          | 4.1           | 0.643         |
| 120                 |                | 6.47          | 4.92          | 0.792         |
| 140                 |                | 7.59          | 5.73          | 0.946         |
| 160                 |                | 8.71          | 6.53          | 1.106         |
| 180                 |                | 9.83          | 7.33          | 1.269         |
| 200                 | 9.2            | 10.95         | 8.13          | 1.436         |
| 220                 |                | 12.07         | 8.94          | 1.607         |
| 240                 |                | 13.19         | 9.75          | 1.78          |
| 260                 |                | 14.31         | 10.57         | 1.956         |

|      |       |       |       |        |
|------|-------|-------|-------|--------|
| 280  |       | 15.44 | 11.39 | 2.135  |
| 300  | 14.9  | 16.56 | 12.21 | 2.316  |
| 350  |       | 19.36 | 14.29 | 2.778  |
| 400  | 21    | 22.16 | 16.4  | 3.251  |
| 450  |       | 25    | 18.51 | 3.732  |
| 500  | 27.41 | 27.85 | 20.65 | 4.221  |
| 550  |       | 30.75 | 22.78 | 4.718  |
| 600  | 34.31 | 33.67 | 24.61 | 5.224  |
| 650  |       | 33.64 | 27.03 | 5.728  |
| 700  |       | 39.72 | 29.14 | 6.26   |
| 750  |       | 42.92 | 31.23 | 6.79   |
| 800  |       | 46.22 | 33.3  | 7.329  |
| 850  |       |       | 35.34 | 7.876  |
| 900  |       |       | 37.36 | 8.432  |
| 950  |       |       | 39.35 | 8.997  |
| 1000 |       |       | 41.31 | 9.57   |
| 1050 |       |       | 43.25 | 10.152 |
| 1100 |       |       | 45.16 | 10.741 |
| 1150 |       |       | 47.04 | 11.336 |
| 1200 |       |       | 48.89 | 11.935 |
| 1250 |       |       | 50.69 | 12.536 |
| 1300 |       |       | 52.46 | 13.138 |
| 1350 |       |       |       | 13.738 |
| 1400 |       |       |       | 14.337 |
| 1450 |       |       |       | 14.935 |
| 1500 |       |       |       | 15.53  |
| 1550 |       |       |       | 16.124 |
| 1600 |       |       |       | 16.716 |

Relación entre valores de temperatura y de la f.e.m. para varios tipos de termopares

## ADC0808/ADC0809 8-Bit $\mu$ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer

### General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8 single-ended analog signals.

The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE<sup>®</sup> outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 16-channel multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0816 data sheet. (See AN-247 for more information.)

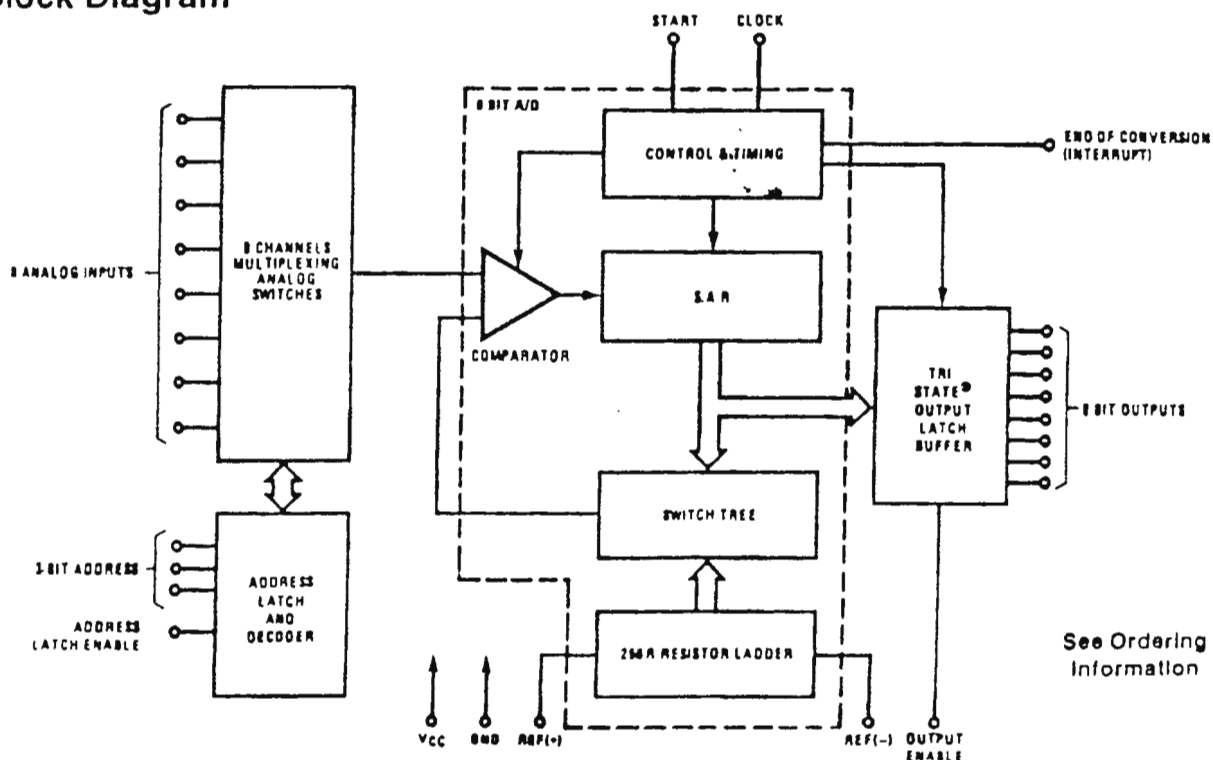
### Features

- Easy interface to all microprocessors
- Operates ratiometrically or with 5 V<sub>DC</sub> or analog span adjusted voltage reference
- No zero or full-scale adjust required
- 8-channel multiplexer with address logic
- 0V to 5V input range with single 5V power supply
- Outputs meet TTL voltage level specifications
- Standard hermetic or molded 28-pin DIP package
- 28-pin molded chip carrier package
- ADC0808 equivalent to MM74C949
- ADC0809 equivalent to MM74C949-1

### Key Specifications

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| ■ Resolution             | 8 Bits                        |
| ■ Total Unadjusted Error | $\pm 1/2$ LSB and $\pm 1$ LSB |
| ■ Single Supply          | 5 V <sub>DC</sub>             |
| ■ Low Power              | 15 mW                         |
| ■ Conversion Time        | 100 $\mu$ s                   |

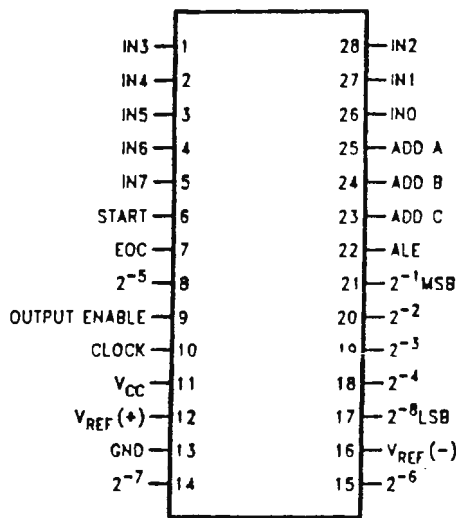
### Block Diagram



See Ordering Information

# Connection Diagrams

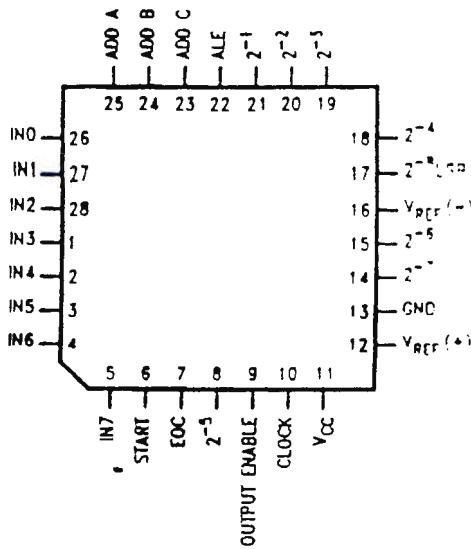
Dual-In-Line Package



TL/H/5672-11

Order Number ADC0808CCN, ADC0809CCN,  
ADC0808CCJ or ADC0808CJ  
See NS Package J28A or N28A

Molded Chip Carrier Package



TL/H/5672-12

Order Number ADC0808CCV or ADC0809CCV  
See NS Package V28A

## Timing Diagram

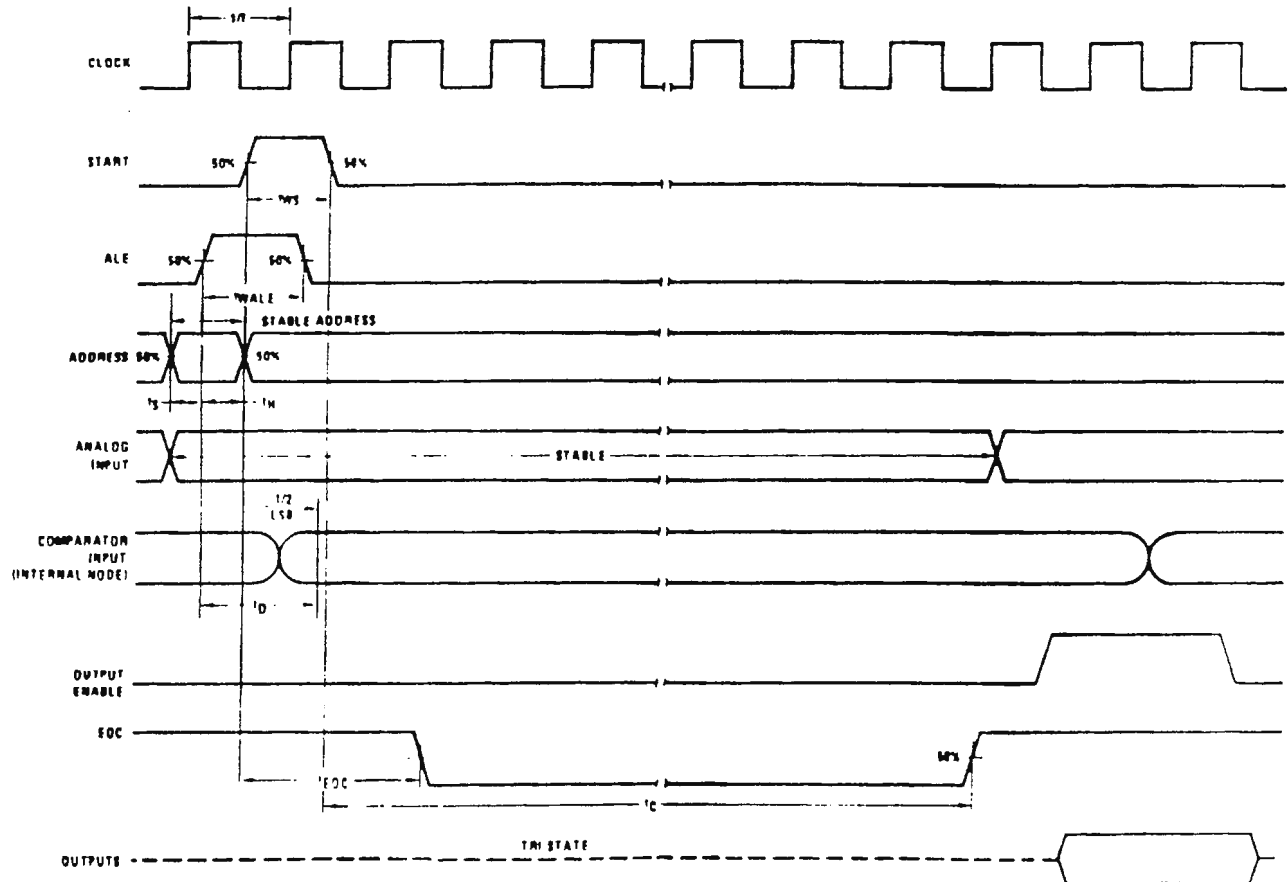


FIGURE 5

TL/H/5672-14

**Absolute Maximum Ratings** (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

|                                                 |                               |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|
| Supply Voltage ( $V_{CC}$ ) (Note 3)            | 6.5V                          |
| Voltage at Any Pin                              | - 0.3V to ( $V_{CC} + 0.3V$ ) |
| Except Control Inputs                           |                               |
| Voltage at Control Inputs                       | - 0.3V to + 15V               |
| (START, OE, CLOCK, ALE, ADD A, ADD B, ADD C)    |                               |
| Storage Temperature Range                       | - 65°C to + 150°C             |
| Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 875 mW                        |
| Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)              |                               |
| Dual-In-Line Package (plastic)                  | 260°C                         |
| Dual-In-Line Package (ceramic)                  | 300°C                         |
| Molded Chip Carrier Package                     |                               |
| Vapor Phase (60 seconds)                        | 215°C                         |
| Infrared (15 seconds)                           | 220°C                         |
| ESD Susceptibility (Note 11)                    | 400V                          |

**Operating Conditions** (Notes 1 & 2)

|                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| Temperature Range (Note 1) | $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$       |
| ADC0808CJ                  | - 55°C to $T_A$ + 125°C      |
| ADC0808CCJ, ADC0808CCN,    |                              |
| ADC0809CCN                 | - 40°C to $T_A$ + 85°C       |
| ADC0808CCV, ADC0809CCV     | - 40°C to $T_A$ + 85°C       |
| Range of $V_{CC}$ (Note 1) | 4.5 $V_{CC}$ to 5.0 $V_{CC}$ |

**Electrical Characteristics**

**Converter Specifications:**  $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{DC} = V_{REF+}$ ,  $V_{REF(-)} = GND$ ,  $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$  and  $f_{CLK} = 640$  kHz unless otherwise stated.

| Symbol                              | Parameter                  | Conditions                | Min              | Typ        | Max                | Units         |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|------------|--------------------|---------------|
|                                     | ADC0808                    |                           |                  |            |                    |               |
|                                     | Total Unadjusted Error     | 25°C                      |                  |            | $\pm 1\frac{1}{2}$ | LSB           |
|                                     | (Note 5)                   | $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$    |                  |            | $\pm 3\frac{1}{4}$ | LSB           |
|                                     | ADC0809                    |                           |                  |            |                    |               |
|                                     | Total Unadjusted Error     | 0°C to 70°C               |                  |            | $\pm 1$            | LSB           |
|                                     | (Note 5)                   | $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$    |                  |            | $\pm 1\frac{1}{4}$ | LSB           |
|                                     | Input Resistance           | From Ref(+) to Ref(-)     | 1.0              | 2.5        |                    | k $\Omega$    |
|                                     | Analog Input Voltage Range | (Note 4) $V(+)$ or $V(-)$ | GND - 0.10       |            | $V_{CC} + 0.10$    | $V_{DC}$      |
| $V_{REF(+)}$                        | Voltage, Top of Ladder     | Measured at Ref(+)        |                  | $V_{CC}$   | $V_{CC} + 0.1$     | V             |
| $\frac{V_{REF(+)} + V_{REF(-)}}{2}$ | Voltage, Center of Ladder  |                           | $V_{CC}/2 - 0.1$ | $V_{CC}/2$ | $V_{CC}/2 + 0.1$   | V             |
| $V_{REF(-)}$                        | Voltage, Bottom of Ladder  | Measured at Ref(-)        | - 0.1            | 0          |                    | V             |
| $I_{IN}$                            | Comparator Input Current   | $f_c = 640$ kHz, (Note 6) | - 2              | $\pm 0.5$  | 2                  | $\mu\text{A}$ |

**Electrical Characteristics**

**Digital Levels and DC Specifications:** ADC0808CJ,  $4.5V < V_{CC} \leq 5.5V$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  unless otherwise noted. ADC0808CCJ, ADC0808CCN, ADC0808CCV, ADC0809CCN and ADC0809CCV,  $4.75V < V_{CC} \leq 5.25V$ ,  $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.

| Symbol                    | Parameter                   | Conditions                                                                            | Min            | Typ  | Max        | Units               |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|------------|---------------------|
| <b>ANALOG MULTIPLEXER</b> |                             |                                                                                       |                |      |            |                     |
| $I_{OFF(+)}$              | OFF Channel Leakage Current | $V_{CC} = 5V$ , $V_{IN} = 5V$ ,<br>$T_A = 25^\circ\text{C}$<br>$T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |                | 10   | 200<br>1.0 | nA<br>$\mu\text{A}$ |
| $I_{OFF(-)}$              | OFF Channel Leakage Current | $V_{CC} = 5V$ , $V_{IN} = 0$ ,<br>$T_A = 25^\circ\text{C}$<br>$T_{MIN}$ to $T_{MAX}$  | - 200<br>- 1.0 | - 10 |            | nA<br>$\mu\text{A}$ |

**Electrical Characteristics** (Continued)

**Digital Levels and DC Specifications:** ADC0808CJ,  $4.5V \leq V_{CC} \leq 5.5V$ ,  $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$  unless otherwise noted  
 ADC0808CCJ, ADC0808CCN, ADC0808CCV, ADC0809CCN and ADC0809CCV,  $4.75V \leq V_{CC} \leq 5.25V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$  unless otherwise noted

| Symbol                | Parameter                                         | Conditions                  | Min            | Typ | Max | Units   |
|-----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----|-----|---------|
| <b>CONTROL INPUTS</b> |                                                   |                             |                |     |     |         |
| $V_{IN(1)}$           | Logical "1" Input Voltage                         |                             | $V_{CC} - 1.5$ |     |     | V       |
| $V_{IN(0)}$           | Logical "0" Input Voltage                         |                             |                |     | 1.5 | V       |
| $I_{IN(1)}$           | Logical "1" Input Current<br>(The Control Inputs) | $V_{IN} = 15V$              |                |     | 1.0 | $\mu A$ |
| $I_{IN(0)}$           | Logical "0" Input Current<br>(The Control Inputs) | $V_{IN} = 0$                | -1.0           |     |     | $\mu A$ |
| $I_{CC}$              | Supply Current                                    | $f_{CLK} = 640 \text{ kHz}$ |                | 0.3 | 3.0 | mA      |

**DATA OUTPUTS AND EOC (INTERRUPT)**

|                |                                |                         |                |  |      |                    |
|----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|--|------|--------------------|
| $V_{OUT(1)}$   | Logical "1" Output Voltage     | $I_O = -360 \mu A$      | $V_{CC} - 0.4$ |  |      | V                  |
| $V_{OUT(0)}$   | Logical "0" Output Voltage     | $I_O = 1.6 \text{ mA}$  |                |  | 0.45 | V                  |
| $V_{OUT(EOC)}$ | Logical "0" Output Voltage EOC | $I_O = 1.2 \text{ mA}$  |                |  | 0.45 | V                  |
| $I_{OUT}$      | TRI-STATE Output Current       | $V_O = 5V$<br>$V_O = 0$ | -3             |  | 3    | $\mu A$<br>$\mu A$ |

**Electrical Characteristics**

**Timing Specifications**  $V_{CC} = V_{REF(+)} = 5V$ ,  $V_{REF(-)} = GND$ ,  $t_r = t_f = 20 \text{ ns}$  and  $T_A = 25^{\circ}C$  unless otherwise noted.

| Symbol           | Parameter                         | Conditions                                     | Min | Typ | Max           | Units            |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|---------------|------------------|
| $t_{WS}$         | Minimum Start Pulse Width         | (Figure 5)                                     |     | 100 | 200           | ns               |
| $t_{WALE}$       | Minimum ALE Pulse Width           | (Figure 5)                                     |     | 100 | 200           | ns               |
| $t_s$            | Minimum Address Set-Up Time       | (Figure 5)                                     |     | 25  | 50            | ns               |
| $t_H$            | Minimum Address Hold Time         | (Figure 5)                                     |     | 25  | 50            | ns               |
| $t_D$            | Analog MUX Delay Time<br>From ALE | $R_S = 0\Omega$ (Figure 5)                     |     | 1   | 2.5           | $\mu S$          |
| $t_{H1}, t_{H0}$ | OE Control to Q Logic State       | $C_L = 50 \text{ pF}$ , $R_L = 10k$ (Figure 8) |     | 125 | 250           | ns               |
| $t_{H1}, t_{H0}$ | OE Control to Hi-Z                | $C_L = 10 \text{ pF}$ , $R_L = 10k$ (Figure 8) |     | 125 | 250           | ns               |
| $t_c$            | Conversion Time                   | $f_c = 640 \text{ kHz}$ , (Figure 5) (Note 7)  | 90  | 100 | 116           | $\mu S$          |
| $f_c$            | Clock Frequency                   |                                                | 10  | 640 | 1280          | kHz              |
| $t_{EOC}$        | EOC Delay Time                    | (Figure 5)                                     | 0   |     | $8 + 2 \mu S$ | Clock<br>Periods |
| $C_{IN}$         | Input Capacitance                 | At Control Inputs                              |     | 10  | 15            | pF               |
| $C_{OUT}$        | TRI-STATE Output<br>Capacitance   | At TRI-STATE Outputs, (Note 12)                |     | 10  | 15            | pF               |

**Note 1:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

**Note 2:** All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified.

**Note 3:** A zener diode exists, internally, from  $V_{CC}$  to GND and has a typical breakdown voltage of 7  $V_{CC}$ .

**Note 4:** Two on-chip diodes are tied to each analog input which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the  $V_{CC}$  supply. The spec allows 100 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog  $V_{IN}$  does not exceed the supply voltage by more than 100 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0V<sub>DC</sub> to 5V<sub>DC</sub> input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.900  $V_{CC}$  over temperature variations, initial tolerance and loading.

**Note 5:** Total unadjusted error includes offset, full-scale, linearity, and multiplexer errors. See Figure 3. None of these A/Ds requires a zero or full scale adjust. However, if an all zero code is desired for an analog input other than 0.0V, or if a narrow full-scale span exists (for example 0.5V to 4.5V full scale) the reference voltages can be adjusted to achieve this. See Figure 13.

**Note 6:** Comparator input current is a bias current into or out of the chopper stabilized comparator. The bias current varies directly with clock frequency and has little temperature dependence (Figure 6). See paragraph 4.0.

**Note 7:** The outputs of the data register are updated one clock cycle before the rising edge of EOC.

**Note 8:** Human body model, 100 pF discharged through a 1.8 k $\Omega$  resistor.

## Functional Description

**Multiplexer.** The device contains an 8-channel single-ended analog signal multiplexer. A particular input channel is selected by using the address decoder. Table I shows the input states for the address lines to select any channel. The address is latched into the decoder on the low-to-high transition of the address latch enable signal.

TABLE I

| SELECTED<br>ANALOG CHANNEL | ADDRESS LINE |   |   |
|----------------------------|--------------|---|---|
|                            | C            | B | A |
| IN0                        | L            | L | L |
| IN1                        | L            | L | H |
| IN2                        | L            | H | L |
| IN3                        | L            | H | H |
| IN4                        | H            | L | L |
| IN5                        | H            | L | H |
| IN6                        | H            | H | L |
| IN7                        | H            | H | H |

### CONVERTER CHARACTERISTICS

#### The Converter

The heart of this single chip data acquisition system is its 8-bit analog-to-digital converter. The converter is designed

to give fast, accurate, and repeatable conversions over a wide range of temperatures. The converter is partitioned into 3 major sections: the 256R ladder network, the successive approximation register, and the comparator. The converter's digital outputs are positive true.

The 256R ladder network (Figure 1) was chosen over the conventional R/2R ladder because of its inherent monotonicity, which guarantees no missing digital codes. Monotonicity is particularly important in closed loop feedback control systems. A non-monotonic relationship can cause oscillations that will be catastrophic for the system. Additionally, the 256R network does not cause load variations on the reference voltage.

The bottom resistor and the top resistor of the ladder network in Figure 1 are not the same value as the remainder of the network. The difference in these resistors causes the output characteristic to be symmetrical with the zero and full-scale points of the transfer curve. The first output transition occurs when the analog signal has reached  $1\frac{1}{2}$  LSB and succeeding output transitions occur every 1 LSB later up to full-scale.

The successive approximation register (SAR) performs 8 iterations to approximate the input voltage. For any SAR type converter, n-iterations are required for an n-bit converter. Figure 2 shows a typical example of a 3-bit converter. In the ADC0808, ADC0809, the approximation technique is extended to 8 bits using the 256R network.

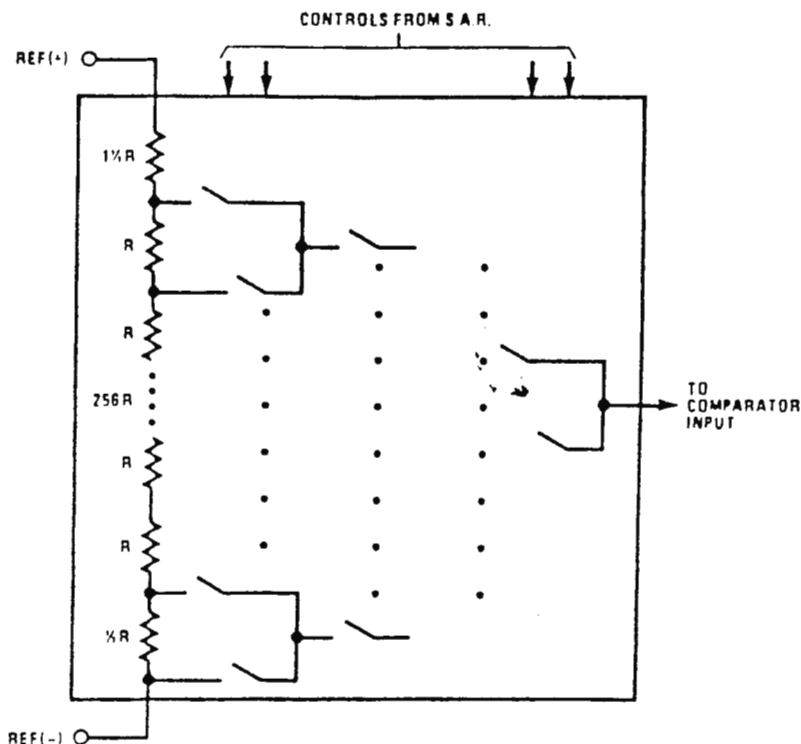


FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree

TL000672-2

## Functional Description (Continued)

The A/D converter's successive approximation register (SAR) is reset on the positive edge of the start conversion (SC) pulse. The conversion is begun on the falling edge of the start conversion pulse. A conversion in process will be interrupted by receipt of a new start conversion pulse. Continuous conversion may be accomplished by tying the end-of-conversion (EOC) output to the SC input. If used in this mode, an external start conversion pulse should be applied after power up. End-of-conversion will go low between 0 and 8 clock pulses after the rising edge of start conversion.

The most important section of the A/D converter is the comparator. It is this section which is responsible for the ultimate accuracy of the entire converter. It is also the

comparator drift which has the greatest influence on the repeatability of the device. A chopper-stabilized comparator provides the most effective method of satisfying all the converter requirements.

The chopper-stabilized comparator converts the DC input signal into an AC signal. This signal is then fed through a high gain AC amplifier and has the DC level restored. This technique limits the drift component of the amplifier since the drift is a DC component which is not passed by the AC amplifier. This makes the entire A/D converter extremely insensitive to temperature, long term drift and input offset errors.

Figure 4 shows a typical error curve for the ADC0808 as measured using the procedures outlined in AN-179.

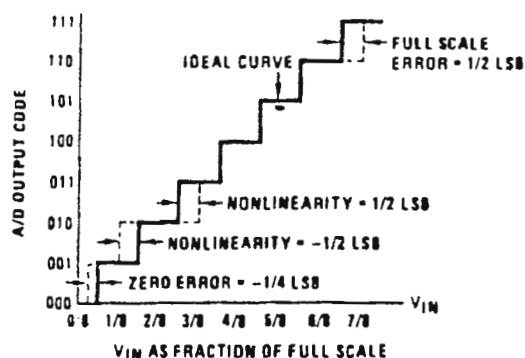


FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve

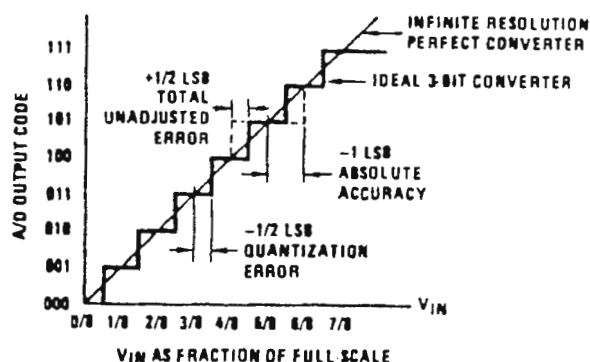


FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve

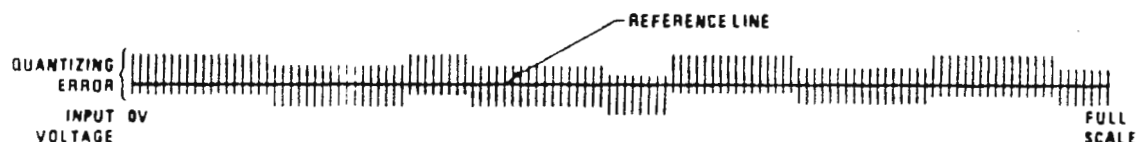


FIGURE 4. Typical Error Curve

# Typical Performance Characteristics

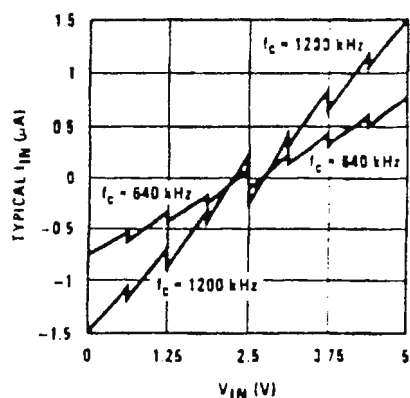


FIGURE 6. Comparator  $I_{IN}$  vs  $V_{IN}$   
( $V_{CC} = V_{REF} = 5V$ )

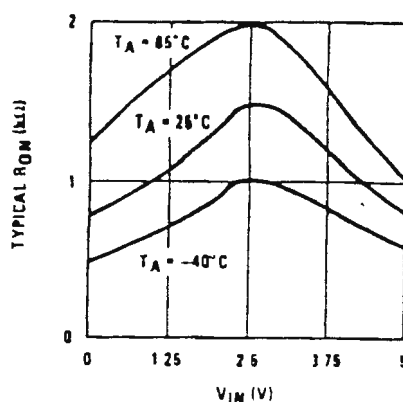
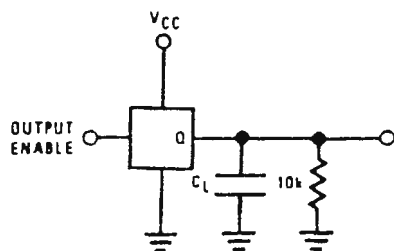


FIGURE 7. Multiplexer  $R_{ON}$  vs  $V_{IN}$   
( $V_{CC} = V_{REF} = 5V$ )

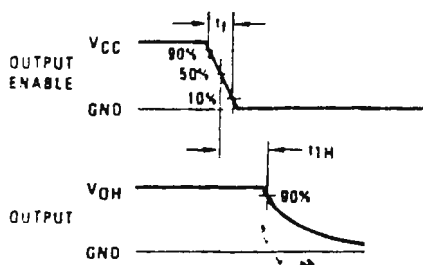
TL/H/5672-5

## TRI-STATE Test Circuits and Timing Diagrams

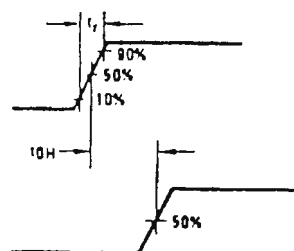
$t_{1H}, t_{H1}$



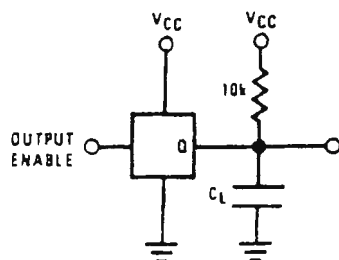
$t_{1H}, C_L = 10 \text{ pF}$



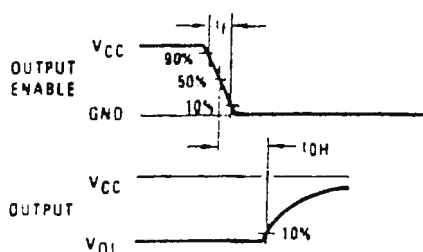
$t_{H1}, C_L = 50 \text{ pF}$



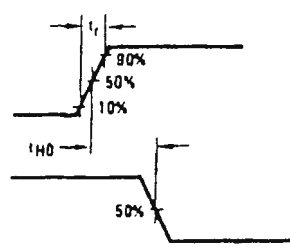
$t_{0H}, t_{H0}$



$t_{0H}, C_L = 10 \text{ pF}$



$t_{H0}, C_L = 50 \text{ pF}$



TL/H/5672-8

FIGURE 8

# SN5446A, '47A, '48, SN54LS47, 'LS48, 'LS49, SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48, 'LS49 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

MARCH 1974 REVISED MARCH 1988

## '46A, '47A, 'LS47 feature

- Open-Collector Outputs Drive Indicators Directly
- Lamp-Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression

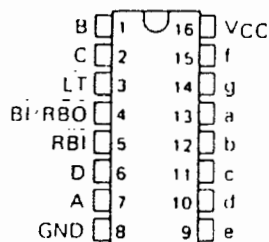
## '48, 'LS48 feature

- Internal Pull-Ups Eliminate Need for External Resistors
- Lamp-Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression

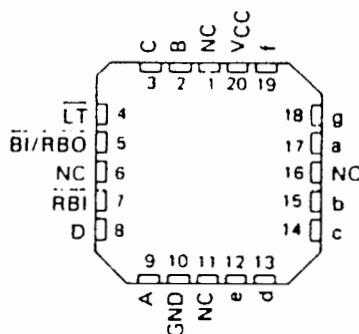
## 'LS49 feature

- Open-Collector Outputs
- Blanking Input

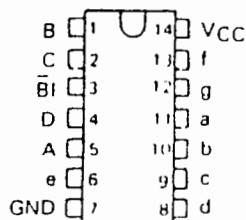
SN5446A, SN5447A, SN54LS47, SN5448,  
SN54LS48 . . . J PACKAGE  
SN7446A, SN7447A,  
SN7448 . . . N PACKAGE  
SN74LS47, SN74LS48 . . . D OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



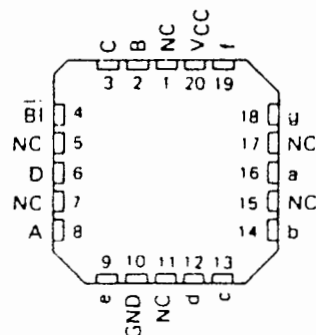
SN54LS47, SN54LS48 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



SN54LS49 . . . J OR W PACKAGE  
SN74LS49 . . . D OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



SN54LS49 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



NC = No Connection

## DAC0808/DAC0807/DAC0806 8-Bit D/A Converters

### General Description

The DAC0808 series is an 8-bit monolithic digital-to-analog converter (DAC) featuring a full scale output current settling time of 150 ns while dissipating only 33 mW with  $\pm 5V$  supplies. No reference current ( $I_{REF}$ ) trimming is required for most applications since the full scale output current is typically  $\pm 1$  LSB of  $255 I_{REF}/256$ . Relative accuracies of better than  $\pm 0.19\%$  assure 8-bit monotonicity and linearity while zero level output current of less than  $4 \mu A$  provides 8-bit zero accuracy for  $I_{REF} \geq 2$  mA. The power supply currents of the DAC0808 series are independent of bit codes, and exhibits essentially constant device characteristics over the entire supply voltage range.

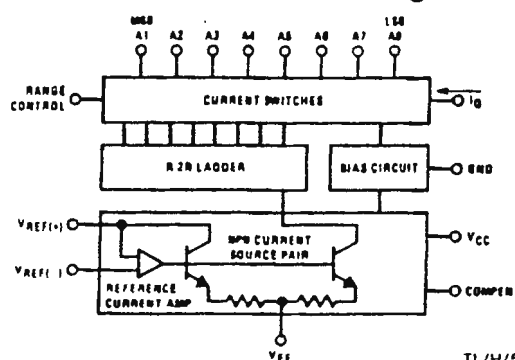
The DAC0808 will interface directly with popular TTL, DTL or CMOS logic levels, and is a direct replacement for the

MC1508/MC1408. For higher speed applications, see DAC0800 data sheet.

### Features

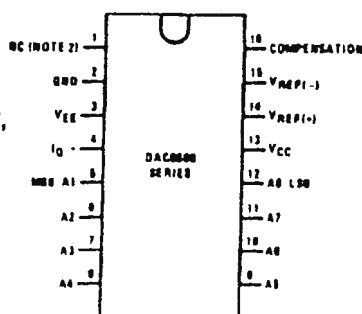
- Relative accuracy:  $\pm 0.19\%$  error maximum (DAC0808)
- Full scale current match:  $\pm 1$  LSB typ
- 7 and 6-bit accuracy available (DAC0807, DAC0806)
- Fast settling time: 150 ns typ
- Noninverting digital inputs are TTL and CMOS compatible
- High speed multiplying input slew rate:  $8 \text{ mA}/\mu s$
- Power supply voltage range:  $\pm 4.5V$  to  $\pm 18V$
- Low power consumption: 33 mW @  $\pm 5V$

### Block and Connection Diagrams



Order Number  
DAC0808, DAC0807,  
or DAC0806  
See NS Package  
Number J16A,  
M16A or N16A

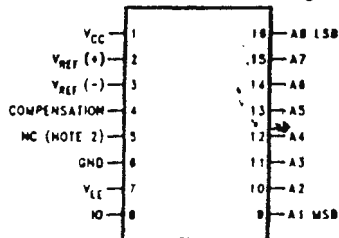
#### Dual-In-Line Package



TL/H/5687-2

TL/H/5687-1

#### Small-Outline Package



TL/H/5687-13

Top View

### Ordering Information

| ACCURACY | OPERATING TEMPERATURE RANGE             | ORDER NUMBERS     |          |                   |          |                   |
|----------|-----------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|
|          |                                         | J PACKAGE (J16A)* |          | N PACKAGE (N16A)* |          | SO PACKAGE (M16A) |
| 7-bit    | $0^{\circ}C \leq T_A \leq +75^{\circ}C$ | DAC0807LCJ        | MC1408L7 | DAC0808LCN        | MC1408P8 | DAC0808LCM        |
| 6-bit    | $0^{\circ}C \leq T_A \leq +75^{\circ}C$ | DAC0806LCJ        | MC1408L6 | DAC0807LCN        | MC1408P7 | DAC0807LCM        |
|          |                                         |                   |          | DAC0806LCN        | MC1408P6 | DAC0806LCM        |

\*Note. Devices may be ordered by using either order number.

TL/H/5687-4

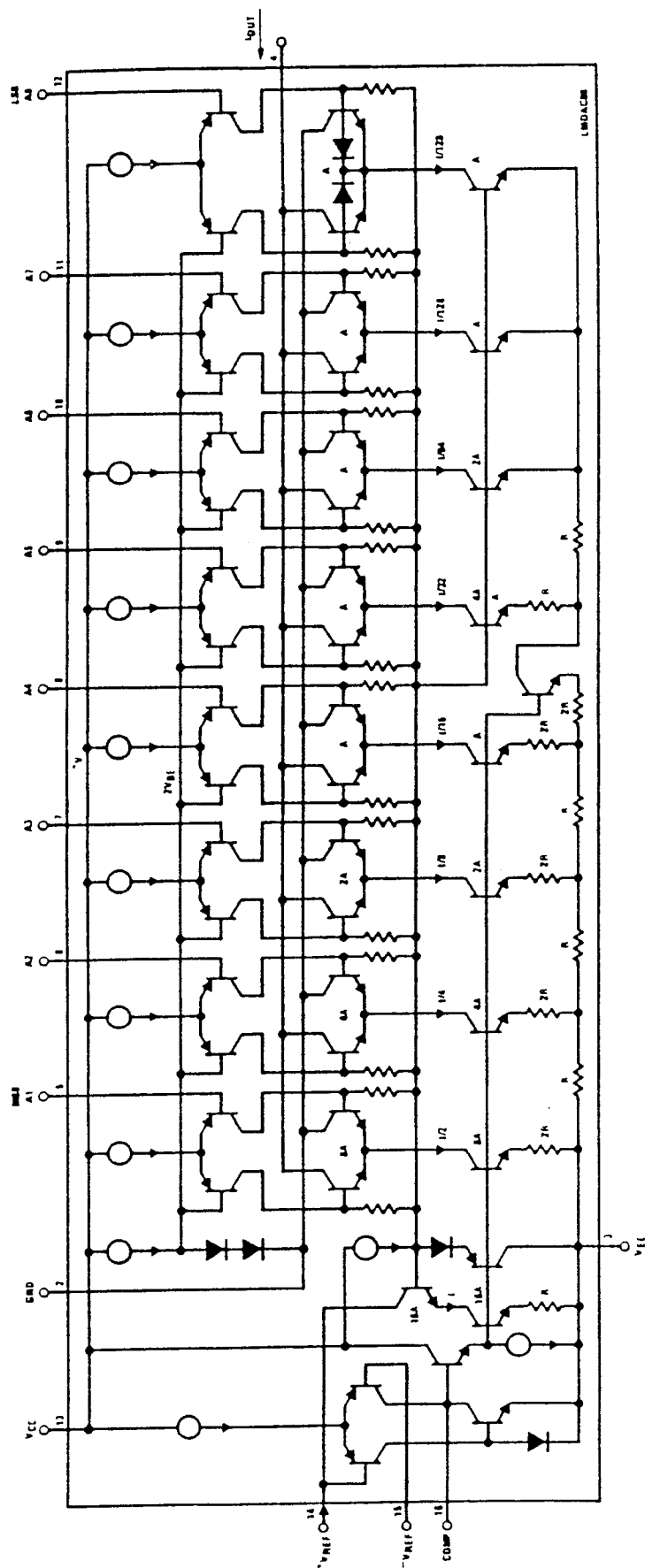


FIGURE 2. Equivalent Circuit of the DAC0808 Series (Note 7)

## Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Power Supply Voltage

$V_{CC}$   $\pm 18 V_{DC}$   
 $V_{EE}$   $-18 V_{DC}$

Digital Input Voltage,  $V_5 - V_{12}$   $-10 V_{DC}$  to  $\pm 18 V_{DC}$

Applied Output Voltage,  $V_O$   $-11 V_{DC}$  to  $\pm 18 V_{DC}$

Reference Current,  $I_{14}$  5 mA

Reference Amplifier Inputs,  $V_{14}$ ,  $V_{15}$   $V_{CC}$ ,  $V_{EE}$

Power Dissipation (Note 3) 1000 mW

ESD Susceptibility (Note 4) TBD

Storage Temperature Range  $-65^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$

Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)

Dual-In-Line Package (Plastic)  $260^\circ\text{C}$

Dual-In-Line Package (Ceramic)  $300^\circ\text{C}$

Surface Mount Package

Vapor Phase (60 seconds)  $215^\circ\text{C}$

Infrared (15 seconds)  $220^\circ\text{C}$

## Operating Ratings

Temperature Range  
 DAC0808LC Series

$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$   
 $0 \leq T_A \leq 75^\circ\text{C}$

## Electrical Characteristics

( $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{EE} = -15 V_{DC}$ ,  $V_{REF}/R_{14} = 2 \text{ mA}$ , DAC0808:  $T_A = -55^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ , DAC0808C, DAC0807C, DAC0806C:  $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+75^\circ\text{C}$ , and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

| Symbol                      | Parameter                                                                                                                                                                                                      | Conditions                                                                 | Min    | Typ         | Max                                    | Units                 |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|----------------------------------------|-----------------------|
| $E_r$                       | Relative Accuracy (Error Relative to Full Scale $I_O$ )<br>DAC0808LC (LM1408-8)<br>DAC0807LC (LM1408-7), (Note 5)<br>DAC0806LC (LM1408-6), (Note 5)<br>Settling Time to Within $1/2$ LSB (Includes $t_{PLH}$ ) | (Figure 4)<br><br><br>$T_A = 25^\circ\text{C}$ (Note 6),<br>(Figure 5)     |        | 150         | $\pm 0.19$<br>$\pm 0.39$<br>$\pm 0.78$ | %<br>%<br>%<br>ns     |
| $t_{PLH}$ , $t_{PHL}$       | Propagation Delay Time                                                                                                                                                                                         | $T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Figure 5)                                      |        | 30          | 100                                    | ns                    |
| $TC_{I_O}$                  | Output Full Scale Current Drift                                                                                                                                                                                |                                                                            |        | $\pm 20$    |                                        | ppm/ $^\circ\text{C}$ |
| MSB<br>$V_{IH}$<br>$V_{IL}$ | Digital Input Logic Levels<br>High Level, Logic "1"<br>Low Level, Logic "0"                                                                                                                                    | (Figure 3)                                                                 | 2      |             | 0.8                                    | $V_{DC}$<br>$V_{DC}$  |
| MSB                         | Digital Input Current<br>High Level<br>Low Level                                                                                                                                                               | (Figure 3)<br>$V_{IH} = 5V$<br>$V_{IL} = 0.8V$                             |        | 0<br>-0.003 | 0.040<br>-0.8                          | mA<br>mA              |
| $I_{15}$                    | Reference Input Bias Current                                                                                                                                                                                   | (Figure 3)                                                                 |        | -1          | -3                                     | $\mu\text{A}$         |
|                             | Output Current Range                                                                                                                                                                                           | (Figure 3)<br>$V_{EE} = -5V$<br>$V_{EE} = -15V$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 0<br>0 | 2.0<br>2.0  | 2.1<br>4.2                             | mA<br>mA              |
| $I_O$                       | Output Current                                                                                                                                                                                                 | $V_{REF} = 2.000V$ ,<br>$R_{14} = 1000\Omega$ ,<br>(Figure 3)              | 1.9    | 1.99        | 2.1                                    | mA                    |
|                             | Output Current, All Bits Low                                                                                                                                                                                   | (Figure 3)                                                                 |        | 0           | 4                                      | $\mu\text{A}$         |
|                             | Output Voltage Compliance (Note 2)<br>$V_{EE} = -5V$ , $I_{REF} = 1 \text{ mA}$<br>$V_{EE}$ Below $-10V$                                                                                                       | $E_r < 0.19\%$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$                                  |        |             | -0.55, +0.4<br>-5.0, +0.4              | V<br>V                |

## Electrical Characteristics (Continued)

( $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{EE} = -15V_{DC}$ ,  $V_{REF}/R_{14} = 2mA$ , DAC0808:  $T_A = -55^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , DAC0808C, DAC0807C, DAC0806C,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+75^{\circ}C$ , and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

| Symbol               | Parameter                               | Conditions                                                          | Min         | Typ         | Max          | Units                |
|----------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------------|
| $SRI_{REF}$          | Reference Current Slew Rate             | (Figure 6)                                                          | 4           | 8           |              | $mA/\mu s$           |
|                      | Output Current Power Supply Sensitivity | $-5V \leq V_{EE} \leq -16.5V$                                       |             | 0.05        | 2.7          | $\mu A/V$            |
| $I_{CC}$<br>$I_{EE}$ | Power Supply Current (All Bits Low)     | (Figure 3)                                                          |             | 2.3<br>-4.3 | 22<br>-13    | $\mu A$<br>$mA$      |
| $V_{CC}$<br>$V_{EE}$ | Power Supply Voltage Range              | $T_A = 25^{\circ}C$ , (Figure 3)                                    | 4.5<br>-4.5 | 5.0<br>-15  | 5.5<br>-16.5 | $V_{DC}$<br>$V_{DC}$ |
|                      | Power Dissipation<br>All Bits Low       | $V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -5V$<br>$V_{CC} = 5V$ , $V_{EE} = -15V$   |             | 33<br>106   | 170<br>305   | $mW$<br>$mW$         |
|                      | All Bits High                           | $V_{CC} = 15V$ , $V_{EE} = -5V$<br>$V_{CC} = 15V$ , $V_{EE} = -15V$ |             | 90<br>160   |              | $mW$<br>$mW$         |

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: Range control is not required.

Note 3: The maximum power dissipation must be derated at elevated temperatures and is dictated by  $T_{JMAX}$ ,  $\theta_{JA}$ , and the ambient temperature,  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any temperature is  $P_D = (T_{JMAX} - T_A)/\theta_{JA}$  or the number given in the Absolute Maximum Ratings, whichever is lower. For this device,  $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$ , and the typical junction-to-ambient thermal resistance of the dual-in-line J package when the board mounted is  $100^{\circ}C/W$ . For the dual in-line N package, this number increases to  $175^{\circ}C/W$  and for the small outline M package this number is  $100^{\circ}C/W$ .

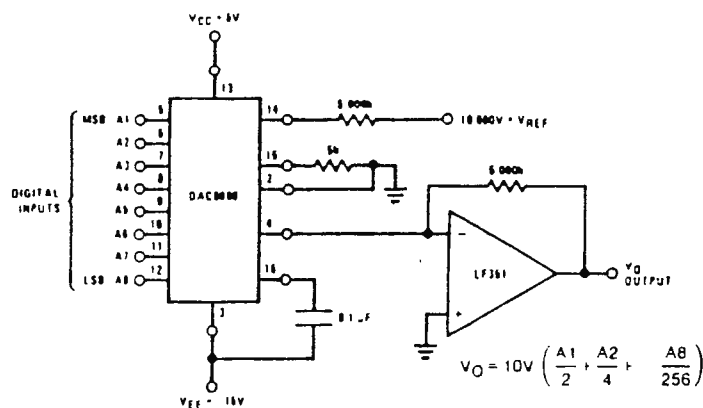
Note 4: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k $\Omega$  resistor.

Note 5: All current switches are tested to guarantee at least 50% of rated current.

Note 6: All bits switched.

Note 7: Pin out numbers for the DAC080X represent the dual-in-line package. The small outline package pinout differs from the dual-in-line package.

## Typical Application



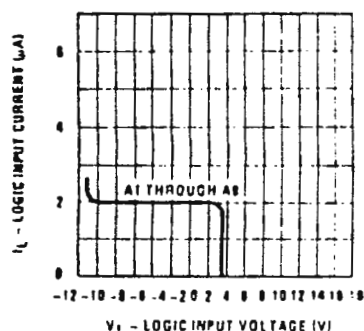
TL/H/5687-3

FIGURE 1. +10V Output Digital to Analog Converter (Note 7)

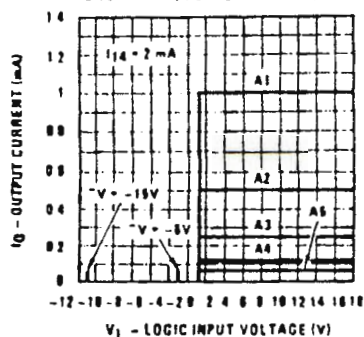
# Typical Performance Characteristics

$V_{CC} = 5V$ ,  $V_{EE} = -15V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ , unless otherwise noted

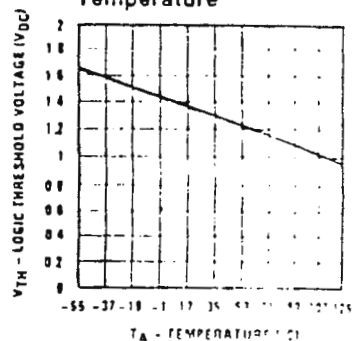
## Logic Input Current vs Input Voltage



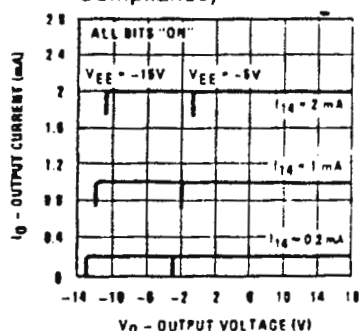
## Bit Transfer Characteristics



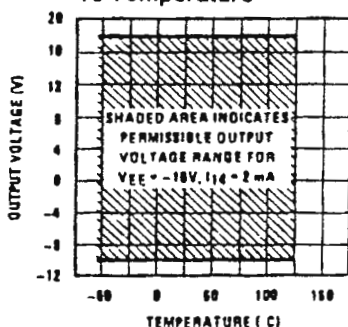
## Logic Threshold Voltage vs Temperature



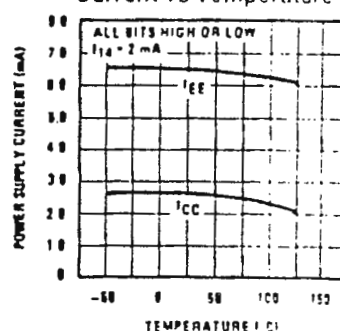
## Output Current vs Output Voltage (Output Voltage Compliance)



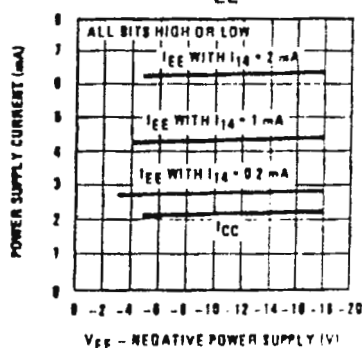
## Output Voltage Compliance vs Temperature



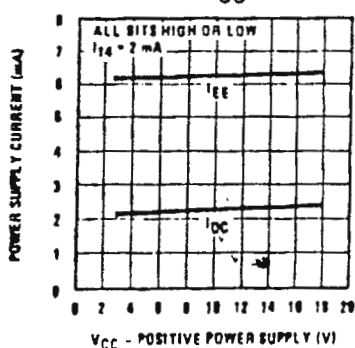
## Typical Power Supply Current vs Temperature



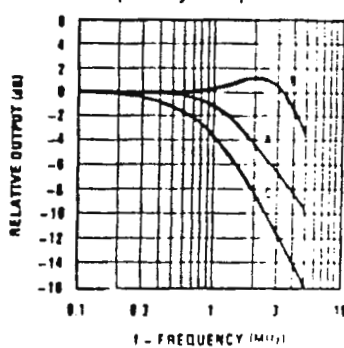
## Typical Power Supply Current vs V\_EE



## Typical Power Supply Current vs V\_CC



## Reference Input Frequency Response



71-14 5507-5

Unless otherwise specified,  $R_{14} = R_{15} = 1\text{ k}\Omega$ ,  $C = 15\text{ pF}$ , pin 16 to  $V_{EE}$ ;  $R_L = 50\Omega$ , pin 4 to ground

**Curve A:** Large Signal Bandwidth Method of Figure 7,  $V_{In} = 2\text{ Vp-p}$  offset 1 V above ground

**Curve B:** Small Signal Bandwidth Method of Figure 7,  $R_L = 250\Omega$ ,  $V_{In} = 50\text{ mVp-p}$  offset 200 mV above ground.

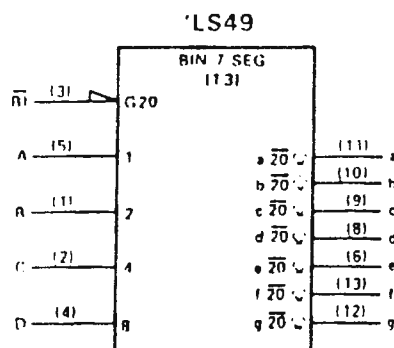
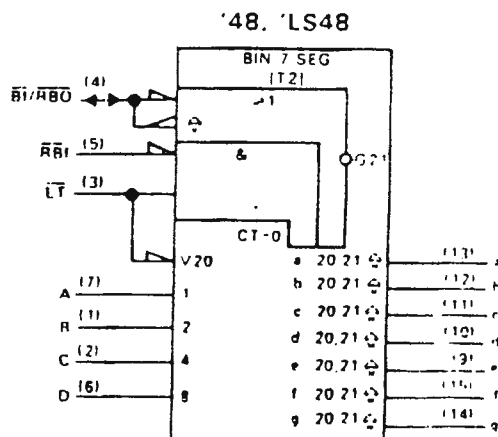
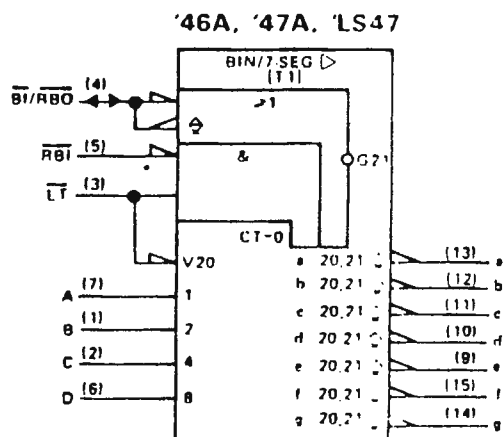
**Curve C:** Large and Small Signal Bandwidth Method of Figure 7, no op amp,  $R_L = 50\Omega$ ,  $R_S = 50\Omega$ ,  $V_{In} = 2V$ ,  $V_S = 100\text{ mVp-p}$  centered at 0V

# SN5446A, '47A, '48, SN54LS47, 'LS48, 'LS49, SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48, 'LS49 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

- All Circuit Types Feature Lamp Intensity Modulation Capability

| TYPE     | DRIVER OUTPUTS |                         |                 |                                     | TYPICAL<br>POWER<br>DISSIPATION | PACKAGES |
|----------|----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------|
|          | VE<br>FL       | OUTPUT<br>CONFIGURATION | SINK<br>CURRENT | V <sub>CC</sub><br>V <sub>AGE</sub> |                                 |          |
| SN5446A  | low            | open collector          | 40 mA           | 15 V                                | 320 mW                          | J, N     |
| SN5447A  | low            | open collector          | 40 mA           | 15 V                                | 320 mW                          | J, W     |
| SN5448   | high           | 2 k $\Omega$ pull up    | 6.4 mA          | 5.5 V                               | 265 mW                          | J, W     |
| SN54LS47 | low            | open collector          | 12 mA           | 15 V                                | 35 mW                           | J, N     |
| SN54LS48 | high           | 2 k $\Omega$ pull up    | 2 mA            | 5.5 V                               | 125 mW                          | J, N     |
| SN54LS49 | high           | open collector          | 4 mA            | 5.5 V                               | 40 mW                           | J, N     |
| SN7446A  | low            | open collector          | 40 mA           | 30 V                                | 320 mW                          | J, N     |
| SN7447A  | low            | open collector          | 40 mA           | 15 V                                | 320 mW                          | J, N     |
| SN7448   | high           | 2 k $\Omega$ pull up    | 6.4 mA          | 5.5 V                               | 265 mW                          | J, N     |
| SN74LS47 | low            | open collector          | 24 mA           | 15 V                                | 35 mW                           | J, N     |
| SN74LS48 | high           | 2 k $\Omega$ pull up    | 6 mA            | 5.5 V                               | 125 mW                          | J, N     |
| SN74LS49 | high           | open collector          | 8 mA            | 5.5 V                               | 40 mW                           | J, N     |

logic symbols†



†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

# SN5446A, '47A, '48, SN54LS47, 'LS48, 'LS49, SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48, 'LS49 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

## description

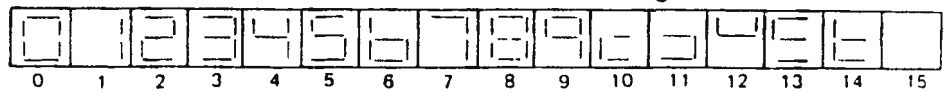
The '46A, '47A, and 'LS47 feature active-low outputs designed for driving common-anode LEDs or incandescent indicators directly. The '48, 'LS48, and 'LS49 feature active-high outputs for driving lamp buffers or common cathode LEDs. All of the circuits except 'LS49 have full ripple blanking input/output controls and a lamp test input. The 'LS49 circuit incorporates a direct blanking input. Segment identification and resultant displays are shown below. Display patterns for BCD input counts above 9 are unique symbols to authenticate input conditions.

The '46A, '47A, '48, 'LS47, and 'LS48 circuits incorporate automatic leading and/or trailing edge zero-blanking control ( $\overline{\text{RBI}}$  and  $\overline{\text{RBO}}$ ). Lamp test ( $\text{LT}$ ) of these types may be performed at any time when the  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  node is at a high level. All types (including the '49 and 'LS49) contain an overriding blanking input ( $\overline{\text{BI}}$ ), which can be used to control the lamp intensity by pulsing or to inhibit the outputs. Inputs and outputs are entirely compatible for use with TTL logic outputs.

The SN54246/SN74246 and '247 and the SN54LS247/SN74LS247 and 'LS248 compose the  and the  with tails and were designed to offer the designer a choice between two indicator fonts.



SEGMENT  
IDENTIFICATION



NUMERICAL DESIGNATIONS AND RESULTANT DISPLAYS

'46A, '47A, 'LS47 FUNCTION TABLE (T1)

| DECIMAL<br>OR<br>FUNCTION | INPUTS                 |                         |   |   |   |   | $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}^\dagger$ | OUTPUTS |     |     |     |     |     |     | NOTE |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|---|---|---|------------------------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|                           | $\overline{\text{LT}}$ | $\overline{\text{RBI}}$ | D | C | B | A |                                                      | a       | b   | c   | d   | e   | f   | g   |      |
| 0                         | H                      | H                       | L | L | L | L | H                                                    | ON      | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | 1    |
| 1                         | H                      | X                       | L | L | L | H | H                                                    | OFF     | ON  | ON  | OFF | OFF | OFF | OFF |      |
| 2                         | H                      | X                       | L | L | H | L | H                                                    | ON      | ON  | OFF | ON  | ON  | OFF | ON  |      |
| 3                         | H                      | X                       | L | L | H | H | H                                                    | ON      | ON  | ON  | ON  | OFF | OFF | ON  |      |
| 4                         | H                      | X                       | L | H | L | L | H                                                    | OFF     | ON  | ON  | OFF | OFF | ON  | ON  |      |
| 5                         | H                      | X                       | L | H | L | H | H                                                    | ON      | OFF | ON  | ON  | OFF | ON  | ON  |      |
| 6                         | H                      | X                       | L | H | H | L | H                                                    | OFF     | OFF | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  |      |
| 7                         | H                      | X                       | L | H | H | H | H                                                    | ON      | ON  | ON  | OFF | OFF | OFF | OFF |      |
| 8                         | H                      | X                       | H | L | L | L | H                                                    | ON      | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  |      |
| 9                         | H                      | X                       | H | L | L | H | H                                                    | ON      | ON  | ON  | OFF | OFF | ON  | ON  |      |
| 10                        | H                      | X                       | H | L | H | L | H                                                    | OFF     | OFF | OFF | ON  | ON  | OFF | ON  |      |
| 11                        | H                      | X                       | H | L | H | H | H                                                    | OFF     | OFF | ON  | ON  | OFF | OFF | ON  |      |
| 12                        | H                      | X                       | H | H | L | L | H                                                    | OFF     | ON  | OFF | OFF | OFF | ON  | ON  |      |
| 13                        | H                      | X                       | H | H | L | H | H                                                    | ON      | OFF | OFF | ON  | OFF | ON  | ON  |      |
| 14                        | H                      | X                       | H | H | H | L | H                                                    | OFF     | OFF | OFF | ON  | ON  | ON  | ON  |      |
| 15                        | H                      | X                       | H | H | H | H | H                                                    | OFF     | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |      |
| $\overline{\text{BI}}$    | X                      | X                       | X | X | X | X | L                                                    | OFF     | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | 2    |
| $\overline{\text{RBI}}$   | H                      | L                       | L | L | L | L | L                                                    | OFF     | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | 3    |
| $\text{LT}$               | L                      | X                       | X | X | X | X | H                                                    | ON      | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | 4    |

H = high level, L = low level, X = irrelevant

- NOTE: 1 The blanking input ( $\overline{\text{BI}}$ ) must be held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple blanking input ( $\overline{\text{RBI}}$ ) must be held high if blanking of a decimal zero is not desired.
- 2 When a low logic level is applied directly to the blanking input ( $\overline{\text{BI}}$ ), all segment outputs are off regardless of the level of any other input.
- 3 When ripple blanking input ( $\overline{\text{RBI}}$ ) and Inputs A, B, C, and D are at a low level with the lamp test input high, all segment outputs go off and the ripple blanking output ( $\overline{\text{RBO}}$ ) goes to a low level (response condition).
- 4 When the blanking input/ripple blanking output ( $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$ ) is open or held high and a low is applied to the lamp test input, all segment outputs are on.

$^\dagger \overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  is wire AND logic serving as blanking input ( $\overline{\text{BI}}$ ) and/or ripple blanking output ( $\overline{\text{RBO}}$ ).

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75285

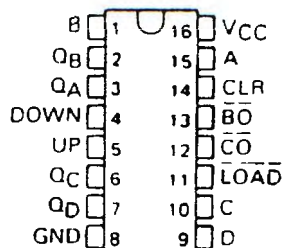
# SN54192, SN54193, SN54LS192 SN54LS193, SN74192, SN74193, SN74LS192, SN74LS193 SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)

DECEMBER 1972 REVISED MARCH 1978

- Cascading Circuitry Provided Internally
- Synchronous Operation
- Individual Preset to Each Flip-Flop
- Fully Independent Clear Input

SN54192, SN54193, SN54LS192,  
SN54LS193 . . . J OR W PACKAGE  
SN74192, SN74193 . . . N PACKAGE  
SN74LS192, SN74LS193 . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



| TYPES        | TYPICAL MAXIMUM<br>COUNT FREQUENCY | TYPICAL<br>POWER DISSIPATION |
|--------------|------------------------------------|------------------------------|
| 192, 193     | 32 MHz                             | 325 mW                       |
| LS192, LS193 | 32 MHz                             | 95 mW                        |

## description

These monolithic circuits are synchronous reversible (up/down) counters having a complexity of 55 equivalent gates. The '192 and 'LS192 circuits are BCD counters and the '193 and 'LS193 are 4-bit binary counters. Synchronous operation is provided by having all flip-flops clocked simultaneously so that the outputs change coincidentally with each other when so instructed by the steering logic. This mode of operation eliminates the output counting spikes which are normally associated with asynchronous (ripple-clock) counters.

The outputs of the four master slave flip flops are triggered by a low to high level transition of either count (clock) input. The direction of counting is determined by which count input is pulsed while the other count input is high.

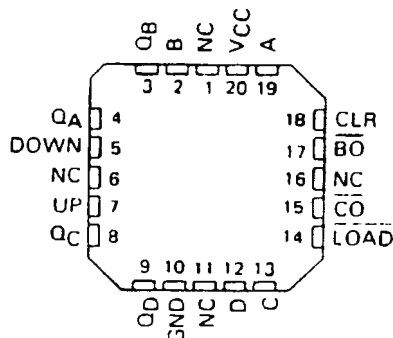
All four counters are fully programmable, that is, each output may be preset to either level by entering the desired data at the data inputs while the load input is low. The output will change to agree with the data inputs independently of the count pulses. This feature allows the counters to be used as modulo N dividers by simply modifying the count length with the preset inputs.

A clear input has been provided which forces all outputs to the low level when a high level is applied. The clear function is independent of the count and load inputs. The clear, count, and load inputs are buffered to lower the drive requirements. This reduces the number of clock drivers, etc., required for long words.

These counters were designed to be cascaded without the need for external circuitry. Both borrow and carry outputs are available to cascade both the up and down counting functions. The borrow output produces a pulse equal in width to the count down input when the counter underflows. Similarly, the carry output produces a pulse equal in width to the count up input when an overflow condition exists. The counters can then be easily cascaded by feeding the borrow and carry outputs to the count down and count-up inputs respectively of the succeeding counter.

SN54LS192, SN54LS193 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC - No internal connection

absolute maximum ratings over or operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

|                                       | SN54192, SN54193 | SN54LS192  | SN74192    | SN74LS192  | UNIT |
|---------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------|
| Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) | 5.5              | 7          | 7          | 7          | V    |
| Input voltage                         | 5.5              | 7          | 5.5        | 7          | V    |
| Operating free air temperature range  | -55 to 125       | 0 to 70    | 0 to 70    | 0 to 70    | °C   |
| Storage temperature range             | -65 to 150       | -65 to 150 | -65 to 150 | -65 to 150 | °C   |

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

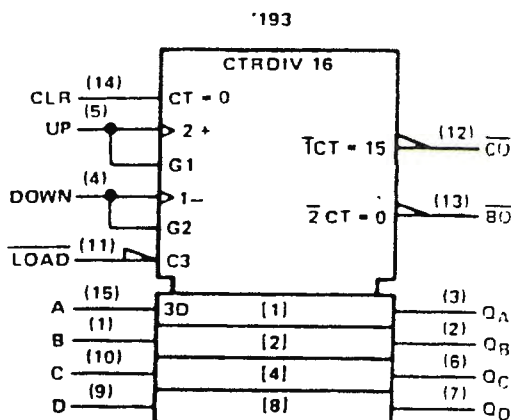
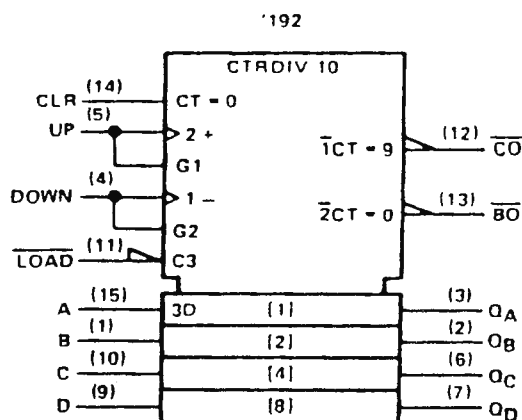
**TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 855012 • DALLAS, TEXAS 75285

SN54192, SN54193, SN54LS192, SN54LS193  
 SN74192, SN74193, SN74LS192, SN74LS193

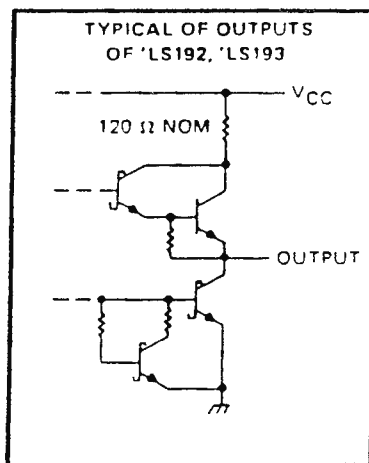
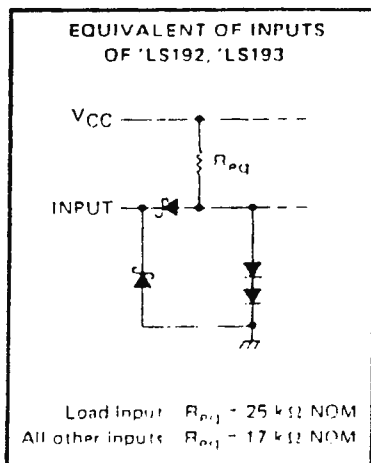
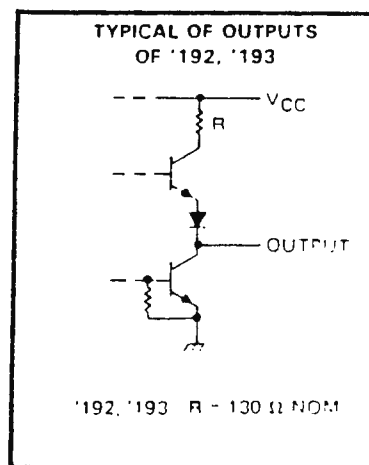
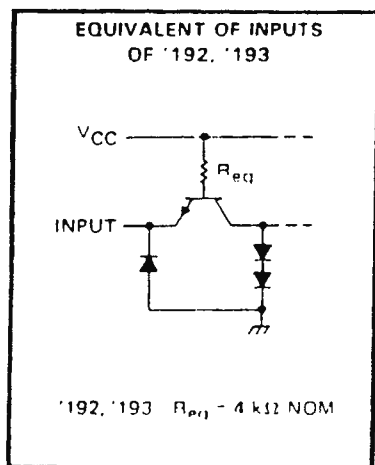
# SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)

logic symbols†



†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.  
 Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

schematics of inputs and outputs

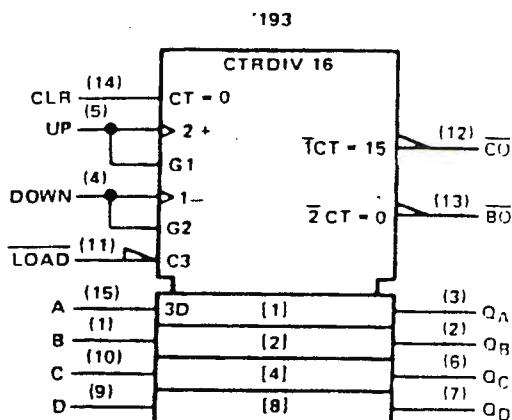
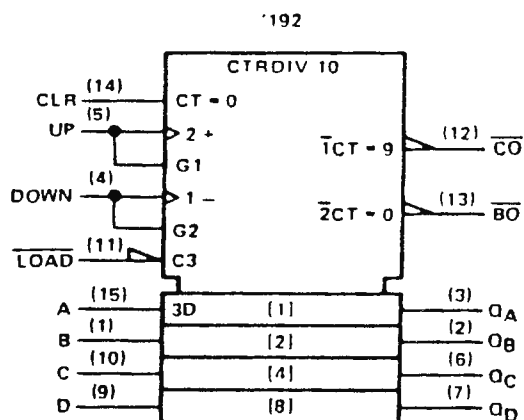


TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

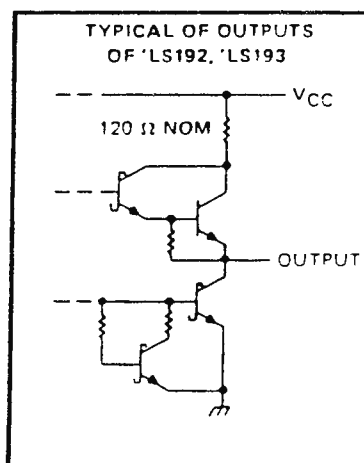
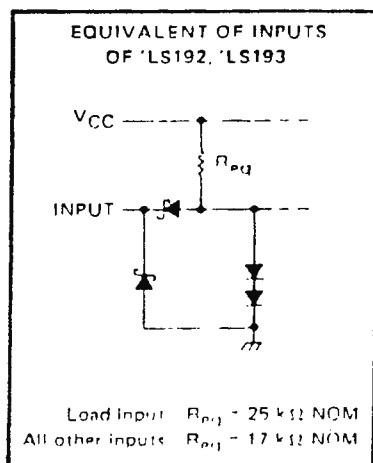
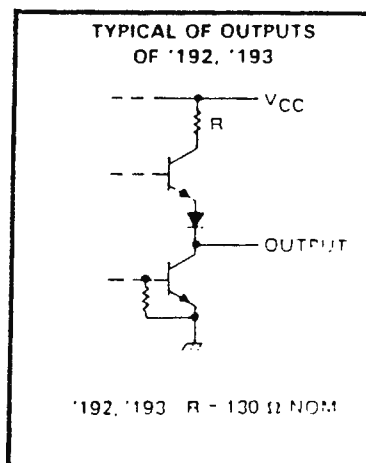
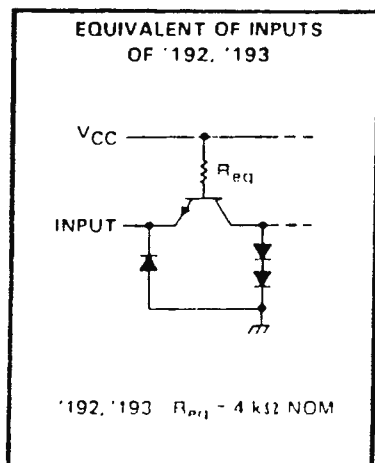
**SN54192, SN54193, SN54LS192, SN54LS193**  
**SN74192, SN74193, SN74LS192, SN74LS193**  
**SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)**

logic symbols†



† These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.  
 Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

schematics of inputs and outputs



# SN54192, SN54193, SN74192, SN74193

## SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)

recommended operating conditions

|           |                                 |                   | SN54192<br>SN54193 |     |     | SN74192<br>SN74193 |     |      | UNIT |
|-----------|---------------------------------|-------------------|--------------------|-----|-----|--------------------|-----|------|------|
|           |                                 |                   | MIN                | NOM | MAX | MIN                | NOM | MAX  |      |
| $V_{CC}$  | Supply voltage                  |                   | 4.5                | 5   | 5.5 | 4.75               | 5   | 5.25 | V    |
| $I_{OH}$  | High-level output current       |                   | 0.4                |     |     | -0.4               |     |      | mA   |
| $I_{OL}$  | Low-level output current        |                   | 16                 |     |     | 16                 |     |      | mA   |
| $f_{CLK}$ | Clock frequency                 |                   | 0                  |     | 25  | 0                  |     | 25   | MHz  |
| $t_p$     | Width of any input pulse        |                   | 20                 |     |     | 20                 |     |      | ns   |
| $t_{su}$  | Data setup time, (see Figure 1) |                   | 20                 |     |     | 20                 |     |      | ns   |
| $t_h$     | Hold time                       | Data, high or low | 0                  |     |     | 0                  |     |      | ns   |
|           |                                 | LOAD              | 3                  |     |     | 3                  |     |      |      |
| $T_A$     | Operating free-air temperature  |                   | 55                 |     | 125 | 0                  |     | 70   | °C   |

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER |                                        | TEST CONDITIONS†                                                                              |  | SN54192<br>SN54193 |      |      | SN74192<br>SN74193 |      |      | UNIT |
|-----------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------|------|------|--------------------|------|------|------|
|           |                                        |                                                                                               |  | MIN                | TYP‡ | MAX  | MIN                | TYP‡ | MAX  |      |
| $V_{IH}$  | High-level input voltage               |                                                                                               |  | 2                  |      |      | 2                  |      |      | V    |
| $V_{IL}$  | Low-level input voltage                |                                                                                               |  |                    |      | 0.8  |                    |      | 0.8  | V    |
| $V_{IK}$  | Input clamp voltage                    | $V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -12 \text{ mA}$                                                   |  |                    |      | -1.5 |                    |      | -1.5 | V    |
| $V_{OH}$  | High-level output voltage              | $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = 0.8 \text{ V}, I_{OH} = -0.4 \text{ mA}$ |  | 2.4                | 3.4  |      | 2.4                | 3.4  |      | V    |
| $V_{OL}$  | Low-level output voltage               | $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = 0.8 \text{ V}, I_{OL} = 16 \text{ mA}$   |  |                    | 0.2  | 0.4  |                    | 0.2  | 0.4  | V    |
| $I_I$     | Input current at maximum input voltage | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 5.5 \text{ V}$                                                    |  |                    |      | 1    |                    |      | 1    | mA   |
| $I_{IH}$  | High-level input current               | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 2.4 \text{ V}$                                                    |  |                    |      | 40   |                    |      | 40   | µA   |
| $I_{IL}$  | Low-level input current                | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 0.4 \text{ V}$                                                    |  |                    |      | -1.6 |                    |      | -1.6 | mA   |
| $I_{OS}$  | Short circuit output current§          | $V_{CC} = \text{MAX}$                                                                         |  | -20                |      | -65  | -18                |      | 65   | mA   |
| $I_{CC}$  | Supply current                         | $V_{CC} = \text{MAX}, \text{ See Note 2}$                                                     |  |                    | 65   | 89   |                    | 65   | 102  | mA   |

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.

‡All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ \text{C}$ .

§Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 2:  $I_{CC}$  is measured with all outputs open, clear and load inputs grounded, and all other inputs at 4.5 V.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ \text{C}$

| PARAMETER¹ | FROM INPUT | TO OUTPUT       | TEST CONDITIONS                                                 | MIN | TYP | MAX | UNIT |
|------------|------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| $f_{max}$  |            |                 |                                                                 | 25  | 32  |     | MHz  |
| $t_{PLH}$  | UP         | $\overline{CO}$ | $C_L = 15 \text{ pF}, R_L = 400 \Omega,$<br>See Figures 1 and 2 |     | 17  | 26  | ns   |
| $t_{PHL}$  |            | $\overline{BO}$ |                                                                 |     | 16  | 24  |      |
| $t_{PLH}$  | DOWN       | $\overline{BO}$ |                                                                 |     | 16  | 24  | ns   |
| $t_{PHL}$  |            | $\overline{CO}$ |                                                                 |     | 16  | 24  |      |
| $t_{PLH}$  | UP OR DOWN | Q               |                                                                 |     | 25  | 38  | ns   |
| $t_{PHL}$  |            | Q               |                                                                 |     | 31  | 47  |      |
| $t_{PLH}$  | LOAD       | Q               |                                                                 |     | 27  | 40  | ns   |
| $t_{PHL}$  |            | Q               |                                                                 |     | 29  | 40  |      |
| $t_{PHL}$  | CLR        | Q               |                                                                 |     | 22  | 35  | ns   |

¹ $f_{max}$  = maximum clock frequency

² $t_{PLH}$  = propagation delay time, low to high-level output

³ $t_{PHL}$  = propagation delay time, high to low-level output

  
**TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN54LS192, SN54LS193, SN74LS192, SN74LS193

## SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)

### recommended operating conditions

|                    |                                      | SN54LS192<br>SN54LS193 |     |      | SN74LS192<br>SN74LS193 |     |      | UNIT |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|------|------------------------|-----|------|------|
|                    |                                      | MIN                    | NOM | MAX  | MIN                    | NOM | MAX  |      |
| V <sub>CC</sub>    | Supply voltage                       | 4.5                    | 5   | 5.5  | 4.75                   | 5   | 5.25 | V    |
| I <sub>OH</sub>    | High-level output current            |                        |     | -400 |                        |     | -400 | mA   |
| I <sub>OL</sub>    | Low-level output current             |                        |     | 4    |                        |     | 4    | mA   |
| f <sub>clock</sub> | Clock frequency                      | 0                      |     | 25   | 0                      |     | 25   | kHz  |
| t <sub>w</sub>     | Width of any input pulse             | 20                     |     |      | 20                     |     |      | ns   |
| t <sub>su</sub>    | Clear inactive-state setup time      | 15                     |     |      | 15                     |     |      | ns   |
|                    | Load inactive-state setup time       | 15                     |     |      | 15                     |     |      | ns   |
|                    | Data setup time (see Figure 1)       | 20                     |     |      | 20                     |     |      | ns   |
| t <sub>h</sub>     | Data hold time                       | 5                      |     |      | 5                      |     |      | ns   |
| T <sub>A</sub>     | Operating free-air temperature range | -55                    |     | 125  | 0                      |     | 70   | °C   |

### electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER       | TEST CONDITIONS†                       | SN54LS192<br>SN54LS193                                                                                         |      |     | SN74LS192<br>SN74LS193 |      |       | UNIT |
|-----------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------------------------|------|-------|------|
|                 |                                        | MIN                                                                                                            | TYP‡ | MAX | MIN                    | TYP‡ | MAX   |      |
| V <sub>IH</sub> | High-level input voltage               |                                                                                                                |      | 2   |                        |      | 2     | V    |
| V <sub>IL</sub> | Low-level input voltage                |                                                                                                                |      | 0.7 |                        |      | 0.8   | V    |
| V <sub>IK</sub> | Input clamp voltage                    | V <sub>CC</sub> - MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA                                                                 |      |     | -1.5                   |      |       | V    |
| V <sub>OH</sub> | High-level output voltage              | V <sub>CC</sub> - MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = V <sub>IL</sub> max, I <sub>OH</sub> = -400 µA |      |     | 2.5 3.4                |      |       | V    |
| V <sub>OL</sub> | Low-level output voltage               | V <sub>CC</sub> - MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 4 mA                                           |      |     | 0.25 0.4               |      |       | V    |
|                 |                                        | V <sub>IL</sub> = V <sub>IL</sub> max, I <sub>OL</sub> = 8 mA                                                  |      |     | 0.35 0.5               |      |       | V    |
| I <sub>I</sub>  | Input current at maximum input voltage | V <sub>CC</sub> - MAX, V <sub>I</sub> = 7 V                                                                    |      |     | 0.1                    |      | 0.1   | mA   |
| I <sub>IH</sub> | High-level input current               | V <sub>CC</sub> - MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V                                                                  |      |     | 20                     |      | 20    | µA   |
| I <sub>IL</sub> | Low-level input current                | V <sub>CC</sub> - MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V                                                                  |      |     | -0.4                   |      | -0.4  | µA   |
| I <sub>OS</sub> | Short-circuit output current§          | V <sub>CC</sub> - MAX                                                                                          |      |     | -20 -100               |      |       | mA   |
| I <sub>CC</sub> | Supply current                         | V <sub>CC</sub> - MAX, See Note 2                                                                              |      |     | 19 34                  |      | 19 34 | µA   |

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

NOTE 2: I<sub>CC</sub> is measured with all outputs open, clear and load inputs grounded, and all other inputs at 4.5 V.

### switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C

| PARAMETER | FROM INPUT        | TO OUTPUT       | TEST CONDITIONS                                                           | MIN | TYP | MAX | UNIT |
|-----------|-------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| $t_{max}$ |                   |                 | $C_L = 15 \text{ pF}$<br>$R_L = 2 \text{ k}\Omega$<br>See Figures 1 and 2 | 25  | 32  |     | ns   |
| $t_{PLH}$ | UP                | $\overline{C0}$ |                                                                           |     | 17  | 26  |      |
| $t_{PHL}$ |                   |                 |                                                                           |     | 18  | 24  |      |
| $t_{PLH}$ | DOWN              | $\overline{B0}$ |                                                                           |     | 16  | 24  |      |
| $t_{PHL}$ |                   |                 |                                                                           |     | 15  | 24  |      |
| $t_{PLH}$ | UP OR DOWN        | Q               |                                                                           |     | 27  | 38  |      |
| $t_{PHL}$ |                   |                 |                                                                           |     | 30  | 47  |      |
| $t_{PLH}$ | $\overline{LOAD}$ | Q               |                                                                           |     | 24  | 40  |      |
| $t_{PHL}$ |                   |                 |                                                                           |     | 25  | 40  |      |
| $t_{PHL}$ | CLR               | Q               |                                                                           |     | 23  | 35  |      |

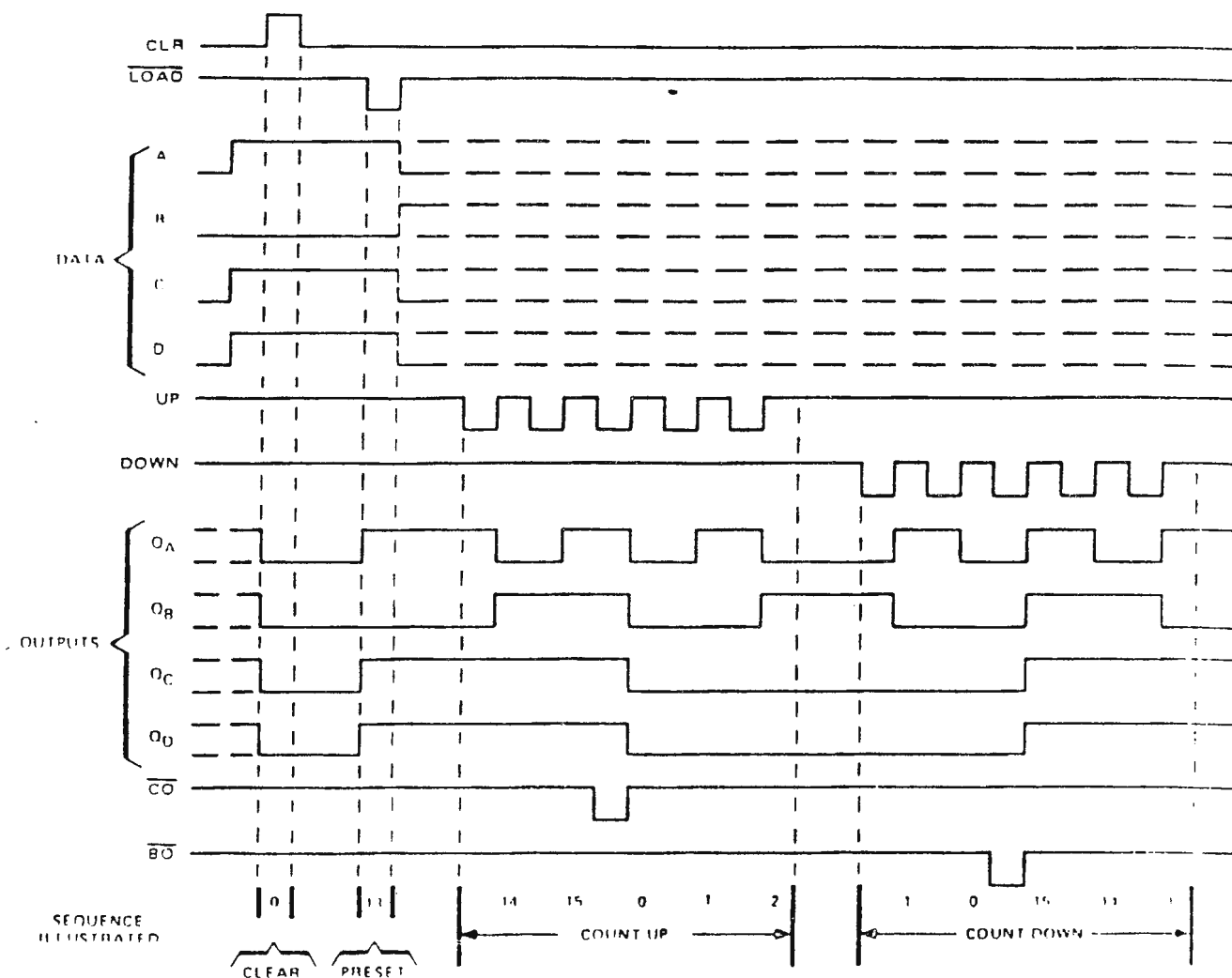
**SN54193, SN54LS193, SN74193, SN74LS193**  
**SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTERS (DUAL CLOCK WITH CLEAR)**

**'193, 'LS193 BINARY COUNTERS**

**typical clear, load, and count sequences**

Illustrated below is the following sequence:

1. Clear outputs to zero.
2. Load (preset) to binary thirteen.
3. Count up to fourteen, fifteen, carry, zero, one, and two.
4. Count down to one, zero, borrow, fifteen, fourteen, and thirteen.



NOTES: A. Clear overrides load, data, and count inputs.

B. When counting up, count down input must be high; when counting down, count up input must be high.

**TEXAS**  
**INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374, SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374 OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

OCTOBER 1975 - REVISED MARCH 1988

- Choice of 8 Latches or 8 D-Type Flip-Flops In a Single Package
- 3-State Bus-Driving Outputs
- Full Parallel-Access for Loading
- Buffered Control Inputs
- Clock/Enable Input Has Hysteresis to Improve Noise Rejection ('S373 and 'S374)
- P-N-P Inputs Reduce D-C Loading on Data Lines ('S373 and 'S374)

'LS373, 'S373  
FUNCTION TABLE

| OUTPUT<br>ENABLE | ENABLE<br>LATCH | D | OUTPUT         |
|------------------|-----------------|---|----------------|
| L                | H               | H | H              |
| L                | H               | L | L              |
| L                | L               | X | Q <sub>0</sub> |
| H                | X               | X | Z              |

'LS374, 'S374  
FUNCTION TABLE

| OUTPUT<br>ENABLE | CLOCK | D | OUTPUT         |
|------------------|-------|---|----------------|
| L                | ↑     | H | H              |
| L                | ↑     | L | L              |
| L                | L     | X | Q <sub>0</sub> |
| H                | X     | X | Z              |

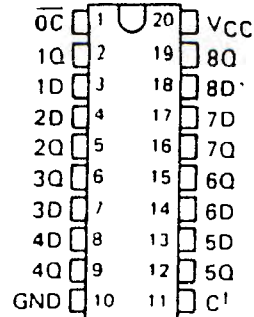
## description

These 8-bit registers feature three-state outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance third state and increased high-logic-level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers.

The eight latches of the 'LS373 and 'S373 are transparent D type latches meaning that while the enable (C) is high the Q outputs will follow the data (D) inputs. When the enable is taken low the output will be latched at the level of the data that was set up.

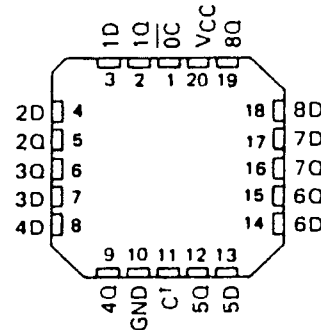
SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,  
SN54S374 . . . J OR W PACKAGE  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373,  
SN74S374 . . . DW OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,  
SN54S374 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



<sup>1</sup>C for 'LS373 and 'S373; CLK for 'LS374 and 'S374

# **SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374, SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374** **OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

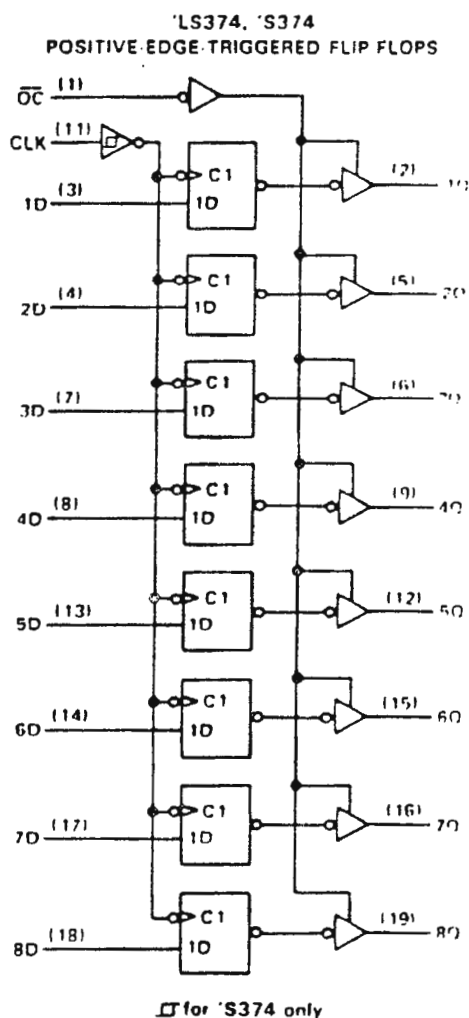
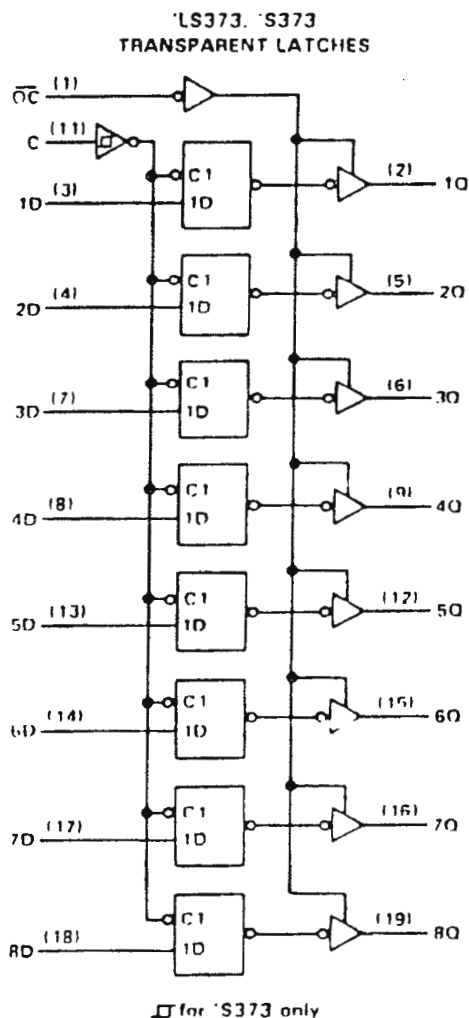
## **description (continued)**

The eight flip flops of the LS374 and S374 are edge triggered D-type flip flops. On the positive transition of the clock, the Q outputs will be set to the logic states that were setup at the D inputs.

Schmitt-trigger buffered inputs at the enable/clock lines of the S373 and S374 devices, simplify system design as an undc noise rejection is improved by typically 400 mV due to the input hysteresis. A buffered output control input can be used to place the eight outputs in either a normal logic state (high or low logic levels) or a high-impedance state. In the high-impedance state the outputs neither load nor drive the bus lines significantly.

The output control does not affect the internal operation of the latches or flip flops. That is, the old data can be retained or new data can be entered even while the outputs are off.

## **logic diagrams (positive logic)**



Pin numbers shown are for DW, J, N, and W packages

# SN54S373, SN54S374, SN74S373, SN74S374

## OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND

## EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

Electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER                    |                       | TEST CONDITIONS <sup>†</sup>                                                                   |  |                  | MIN | TYP <sup>‡</sup> | MAX  | UNIT |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|-----|------------------|------|------|
| V <sub>IH</sub>              |                       |                                                                                                |  |                  | 2   |                  |      | V    |
| V <sub>IL</sub>              |                       |                                                                                                |  |                  |     |                  | 0.8  | V    |
| V <sub>IK</sub>              |                       | V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA                                                 |  |                  |     |                  | -1.2 | V    |
| V <sub>OH</sub>              | SN54S <sup>§</sup>    | V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = MAX   |  |                  | 2.4 | 3.4              |      | V    |
|                              | SN74S <sup>§</sup>    |                                                                                                |  |                  | 2.4 | 3.1              |      |      |
| V <sub>OL</sub>              |                       | V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OL</sub> = 20 mA |  |                  |     |                  | 0.5  | V    |
| I <sub>OZH</sub>             |                       | V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>O</sub> = 2.4 V                           |  |                  |     |                  | 50   | μA   |
| I <sub>OZL</sub>             |                       | V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>O</sub> = 0.5 V                           |  |                  |     |                  | -50  | μA   |
| I <sub>I</sub>               |                       | V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V                                                  |  |                  |     |                  | 1    | mA   |
| I <sub>IH</sub>              |                       | V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V                                                  |  |                  |     |                  | 50   | μA   |
| I <sub>IL</sub>              |                       | V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5 V                                                  |  |                  |     |                  | -250 | μA   |
| I <sub>OS</sub> <sup>§</sup> |                       | V <sub>CC</sub> = MAX                                                                          |  |                  | -40 |                  | -100 | mA   |
| I <sub>CC</sub>              | V <sub>CC</sub> = MAX | S373                                                                                           |  | outputs high     |     |                  | 160  | mA   |
|                              |                       |                                                                                                |  | outputs low      |     |                  | 160  |      |
|                              |                       |                                                                                                |  | outputs disabled |     |                  | 190  |      |
|                              |                       | S374                                                                                           |  | outputs high     |     |                  | 110  |      |
|                              |                       |                                                                                                |  | outputs low      |     |                  | 140  |      |
|                              |                       |                                                                                                |  | outputs disabled |     |                  | 160  |      |
|                              |                       | CLK and OC at 4 V, D inputs at 0 V                                                             |  |                  |     |                  | 180  |      |
|                              |                       |                                                                                                |  |                  |     |                  |      |      |

For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short-circuit should not exceed one second.

Switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

| PARAMETER | FROM<br>(INPUT)    | TO<br>(OUTPUT) | TEST CONDITIONS                                                   | S373 |     |     | S374 |     |     | UNIT |  |
|-----------|--------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|--|
|           |                    |                |                                                                   | MIN  | TYP | MAX | MIN  | TYP | MAX |      |  |
| $f_{max}$ |                    |                | $C_L = 15 \text{ pF}$ , $R_L = 280 \Omega$ ,<br>See Notes 2 and 4 |      |     |     | 75   | 100 |     | MHz  |  |
| $t_{PLH}$ | Data               | Any Q          |                                                                   | 7    | 12  |     |      |     |     | ns   |  |
| $t_{PHL}$ |                    |                |                                                                   | 7    | 12  |     |      |     |     | ns   |  |
| $t_{PIH}$ | Clock or<br>enable | Any Q          |                                                                   | 7    | 14  |     | 8    | 15  |     | ns   |  |
| $t_{PHI}$ |                    |                |                                                                   | 12   | 18  |     | 11   | 17  |     | ns   |  |
| $t_{PZH}$ | Output             | Any Q          |                                                                   | 8    | 15  |     | 8    | 15  |     | ns   |  |
| $t_{PZL}$ | Control            |                |                                                                   | 11   | 18  |     | 11   | 18  |     | ns   |  |
| $t_{PHZ}$ | Output             | Any Q          | $C_L = 5 \text{ pF}$ , $R_L = 280 \Omega$ ,<br>See Note 3         | 6    | 9   |     | 5    | 9   |     | ns   |  |
| $t_{PLZ}$ | Control            |                |                                                                   | 8    | 12  |     | 7    | 12  |     | ns   |  |

NOTES: 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.

4. Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

$f_{max}$  = maximum clock frequency

$t_{PLH}$  = propagation delay time, low to high level output

$t_{PHL}$  = propagation delay time, high to low level output

$t_{PIH}$  = output enable time to high level

$t_{PHI}$  = output enable time to low level

$t_{PZH}$  = output disable time from high level

$t_{PZL}$  = output disable time from low level

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 855012 • DALLAS, TEXAS 75285

# SN54LS373, SN54LS374, SN74LS373, SN74LS374

## OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND

## EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

|                                               |                |
|-----------------------------------------------|----------------|
| Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)         | 7 V            |
| Input voltage                                 | 7 V            |
| Off-state output voltage                      | 5.5 V          |
| Operating free-air temperature range: SN54LS* | -55°C to 125°C |
| SN74LS*                                       | 0°C to 70°C    |
| Storage temperature range                     | -65°C to 150°C |

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

|                 |                                |          | SN54LS* |     |     | SN74LS* |     |       | UNIT |
|-----------------|--------------------------------|----------|---------|-----|-----|---------|-----|-------|------|
|                 |                                |          | MIN     | NOM | MAX | MIN     | NOM | MAX   |      |
| V <sub>CC</sub> | Supply voltage                 |          | 4.5     | 5   | 5.5 | 4.75    | 5   | 5.25  | V    |
| V <sub>OH</sub> | High-level output voltage      |          |         |     | 5.5 |         |     | 5.5   | V    |
| I <sub>OH</sub> | High-level output current      |          |         |     | - 1 |         |     | - 2.6 | mA   |
| I <sub>OL</sub> | Low-level output current       |          |         |     | 12  |         |     | 24    | mA   |
| t <sub>w</sub>  | Pulse duration                 | CLK high | 15      |     |     | 15      |     |       | ns   |
|                 |                                | CLK low  | 15      |     |     | 15      |     |       |      |
| t <sub>su</sub> | Data setup time                | 'LS373   | 5 †     |     |     | 5 †     |     |       | ns   |
|                 |                                | 'LS374   | 20 †    |     |     | 20 †    |     |       |      |
| t <sub>h</sub>  | Data hold time                 | 'LS373   | 20 †    |     |     | 20 †    |     |       | ns   |
|                 |                                | 'LS374 † | 5 †     |     |     | 0 †     |     |       |      |
| T <sub>A</sub>  | Operating free-air temperature |          | - 55    |     |     | 125     |     |       | °C   |

† The  $t_h$  specification applies only for data frequency below 10 MHz. Designs above 10 MHz should use a minimum of 5 ns. (Commercial only)

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| PARAMETER |                                                      | TEST CONDITIONS†                                                                     |  |  | SN54LS*                  |      |      | SN74LS* |      |      | UNIT |
|-----------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------|------|------|---------|------|------|------|
|           |                                                      |                                                                                      |  |  | MIN                      | TYP‡ | MAX  | MIN     | TYP‡ | MAX  |      |
| $V_{IH}$  | High-level input voltage                             |                                                                                      |  |  | 2                        |      |      | 2       |      |      | V    |
| $V_{IL}$  | Low-level input voltage                              |                                                                                      |  |  |                          |      | 0.7  |         |      | 0.9  | V    |
| $V_{IK}$  | Input clamp voltage                                  | $V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -18 \text{ mA}$                                          |  |  |                          |      | -1.5 |         |      | -1.5 | V    |
| $V_{OH}$  | High-level output voltage                            | $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{ILmax}, I_{OH} = \text{MAX}$ |  |  | 2.4                      | 3.4  |      | 2.4     | 3.1  |      | V    |
| $V_{OL}$  | Low-level output voltage                             | $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{ILmax}$                      |  |  | $I_{OL} = 12 \text{ mA}$ |      |      | 0.25    |      |      | 0.1  |
|           |                                                      |                                                                                      |  |  | $I_{OL} = 24 \text{ mA}$ |      |      | 0.35    |      |      | 0.2  |
| $I_{OZH}$ | Off-state output current, high-level voltage applied | $V_{CC} = \text{MAX}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_O = 2.7 \text{ V}$                     |  |  |                          |      | 20   |         |      | 20   | µA   |
| $I_{OZL}$ | Off-state output current, low-level voltage applied  | $V_{CC} = \text{MAX}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_O = 0.4 \text{ V}$                     |  |  |                          |      | -20  |         |      | -20  | µA   |
| $I_I$     | Input current at maximum input voltage               | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 7 \text{ V}$                                             |  |  |                          |      | 0.1  |         |      | 0.1  | mA   |
| $I_{IH}$  | High-level input current                             | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 2.7 \text{ V}$                                           |  |  |                          |      | 20   |         |      | 20   | µA   |
| $I_{IL}$  | Low-level input current                              | $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 0.4 \text{ V}$                                           |  |  |                          |      | -0.4 |         |      | -0.4 | mA   |
| $I_{OS}$  | Short-circuit output current‡                        | $V_{CC} = \text{MAX}$                                                                |  |  | -30                      |      | -130 | -30     |      | -130 | mA   |
| $I_{CC}$  | Supply current                                       | $V_{CC} = \text{MAX},$<br>Output control at 4.5 V                                    |  |  | 'LS373                   |      |      | 24      |      |      | 40   |
|           |                                                      |                                                                                      |  |  | 'LS374                   |      |      | 27      |      |      | 40   |

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

**SN54LS373, SN54LS374, SN74LS373, SN74LS374**  
**OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND**  
**EDGE-TRIGGERED D-TYPE FLIP-FOPS**

switching characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

| PARAMETER | FROM<br>(INPUT) | TO<br>(OUTPUT) | TEST CONDITIONS                                                 | LS373 |     |     | LS374 |     |     | UNIT |  |
|-----------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|------|--|
|           |                 |                |                                                                 | MIN   | TYP | MAX | MIN   | TYP | MAX |      |  |
| $f_{max}$ |                 |                | $C_L = 45\text{ pF}$ , $R_L = 667\ \Omega$<br>See Notes 2 and 3 |       |     |     | 35    | 50  |     | MHz  |  |
| $t_{PLH}$ | Data            | Any Q          |                                                                 |       | 12  | 18  |       |     |     | ns   |  |
| $t_{PHL}$ |                 |                |                                                                 |       | 12  | 18  |       |     |     |      |  |
| $t_{PLH}$ | Clock or enable | Any Q          |                                                                 |       | 20  | 30  |       | 15  | 28  | ns   |  |
| $t_{PHL}$ |                 |                |                                                                 |       | 18  | 30  |       | 19  | 28  |      |  |
| $t_{PZH}$ | Output          | Any Q          |                                                                 |       | 15  | 28  |       | 20  | 26  | ns   |  |
| $t_{PLZ}$ | Control         |                |                                                                 |       | 25  | 36  |       | 21  | 28  |      |  |
| $t_{PHZ}$ | Output          | Any Q          | $C_L = 5\text{ pF}$ , $R_L = 667\ \Omega$<br>See Note 3         |       | 15  | 25  |       | 15  | 28  | ns   |  |
| $t_{PLZ}$ | Control         |                |                                                                 |       | 12  | 20  |       | 12  | 20  |      |  |

NOTES 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.  
3. Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

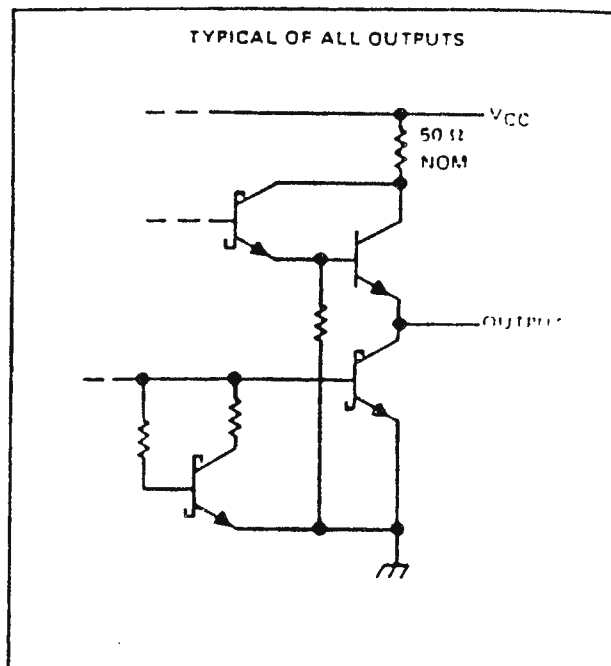
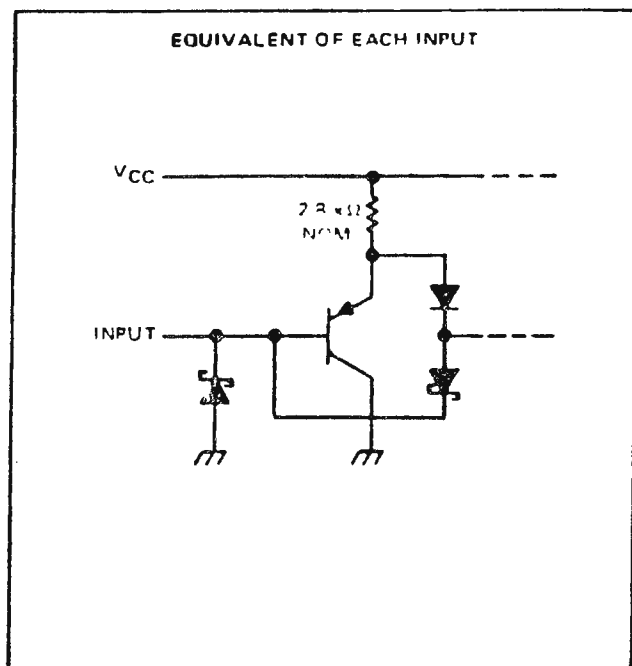
$f_{max}$  = maximum clock frequency  
 $t_{PLH}$  = propagation delay time, low-to-high level output  
 $t_{PHL}$  = propagation delay time, high-to-low-level output  
 $t_{PZH}$  = output enable time to high level  
 $t_{PZL}$  = output enable time to low level  
 $t_{PHZ}$  = output disable time from high level  
 $t_{PLZ}$  = output disable time from low level

# SN54S373, SN54S374, SN74S373, SN74S374

## OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND

## EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

schematic of inputs and outputs



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

|                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)        | 5.5        |
| Input voltage                                | 5.5        |
| Off-state output voltage                     | 5.5        |
| Operating free-air temperature range: SN54S' | 55 to 125  |
| SN74S'                                       | 0 to 70    |
| Storage temperature range                    | -55 to 150 |

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

|                                       |       | SN54S' |     |     | SN74S' |     |      |
|---------------------------------------|-------|--------|-----|-----|--------|-----|------|
|                                       |       | MIN    | NOM | MAX | MIN    | NOM | MAX  |
| Supply voltage, $V_{CC}$              |       | 4.5    | 5   | 5.5 | 4.75   | 5   | 5.25 |
| High level output voltage, $V_{OH}$   |       |        |     | 5.5 |        |     | 5.5  |
| High level output current, $I_{OH}$   |       |        |     | -2  |        |     | 0.4  |
| Width of clock/enable pulse, $t_w$    | High  | 6      |     |     | 6      |     |      |
|                                       | Low   | 7.3    |     |     | 7.3    |     |      |
| Data setup time, $t_{su}$             | 'S373 | 0↓     |     |     | 0↓     |     |      |
|                                       | 'S374 | 5↑     |     |     | 5↑     |     |      |
| Data hold time, $t_h$                 | 'S373 | 10↓    |     |     | 10↓    |     |      |
|                                       | 'S374 | 2↑     |     |     | 2↑     |     |      |
| Operating free-air temperature, $T_A$ |       | -55    |     | 125 | 0      |     | 70   |

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 455012 • DALLAS, TEXAS 75205