



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL  
PROGRAMABLE PARA AUTOMATIZAR UN  
LAVADOR DESINFECTOR DE COMODOS DE  
VAPOR DIRECTO”

## I N F O R M E

POR LA MODALIDAD DE :  
DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA  
P R E S E N T A :  
JORGE MORALES PINELO

ASESOR: ING. JOSÉ MANUEL RAMÍREZ MORA

MÉXICO

2005

m. 345500



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Jorge y Rosario  
con todo cariño y respeto, por su amor, sacrificio y  
paciencia, por todo gracias.

A mi hermana Claudia Thania  
por enseñarme que el sueño de la vida se hace realidad  
cuando uno se decide a despertar, gracias por todo.

A mi sobrina Karen  
por darme tanta felicidad con su  
sonrisa, su forma de cantar y su alegría.

A mi primo y hermano Luis A.  
que compartió conmigo estos años de esfuerzo  
y por los buenos momentos.

A mis amigos y amigas  
por su buena compañía y comprensión en todo momento

Mi agradecimiento muy especial al  
M. en C. César Zapata Echanove  
por compartirme sus conocimientos y por su invaluable apoyo  
en mi desarrollo académico y profesional.

Mis agradecimientos especiales a:  
Ing. Pablo Mateos Martínez  
Ing. J. Jesús Pinelo Carmona  
por todo el apoyo en mi desarrollo laboral.

A mis sinodales  
por brindarme su tiempo y compartirme sus conocimientos.

A mi querida UNAM  
por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista

# INDICE

INTRODUCCIÓN .....	ix
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
I.1 Infecciones intrahospitalarias .....	2
I.1.1 Residuos bacteriológicos infectocontagiosos .....	3
I.1.2 Procesos de descontaminación.....	4
I.2 Lavador desinfectador de cómodos de vapor directo.....	7
I.2.1 Descripción del equipo .....	8
I.2.2 Funcionamiento del equipo.....	9
I.2.3 Deficiencias en el proceso de desinfección.....	11
CAPITULO II	
DISEÑO TEORICO .....	12
II.1 Objetivos .....	13
II.2 Características del sistema de control.....	13
II.2.1 Requisitos de diseño.....	15
II.2.2 Descripción a bloques.....	17
II.2.3 Algoritmo de funcionamiento.....	17
II.2.4 Verificación y filtro en el teclado.....	17
II.2.5 Preamplificación de la señal de temperatura del termopar .....	18
II.2.6 Procesamiento de la señal de temperatura en el microcontrolador .....	20
II.2.7 Método para despliegue de tiempo y temperatura.....	21
II.2.8 Intervalos de operación en las válvulas solenoide .....	22
II.3 Diseño y descripción de los circuitos utilizados.....	23

II.3.1	Fuente de alimentación de +12 V .....	24
II.3.2	Fuente de alimentación de +5 V .....	24
II.3.3	Teclado .....	25
II.3.4	Acondicionamiento de la señal del termopar .....	25
II.3.5	Circuito para despliegue de tiempo y temperatura.....	26
II.3.6	Circuito de potencia para válvulas solenoide.....	27

### CAPITULO III

DISEÑO DE HARDWARE.....	29
III.1 Dibujos mecánicos .....	30
III.1.1 Chasis del control.....	31
III.1.2 Tarjeta de circuito impreso de la fuente de alimentación .....	32
III.1.3 Tarjeta de circuito impreso principal .....	33
III.1.4 Distribución de tarjetas en chasis.....	34
III.1.5 Barrenos en chasis .....	35
III.1.6 Membrana de teclado .....	36
III.1.7 Termopozo para sensor.....	37
III.2 Selección y descripción de las válvulas de vapor y de agua .....	37

### CAPITULO IV

DISEÑO DE SOFTWARE.....	40
IV.1 Descripción del programa .....	41
IV.2 Inicialización.....	42
IV.2.1 Definición de procesador, registros y base numérica.....	42
IV.2.2 Definición de bits de configuración y supresión de mensajes de banco.....	42
IV.2.3 Declaración de constantes .....	43
IV.2.4 Declaración de variables .....	44

IV.2.5	Origen de programa.....	45
IV.2.6	Declaración de registros en memoria de datos EEPROM.....	45
IV.2.7	Configuración de registros de funciones especiales.....	46
IV.3	Rutina principal .....	47
IV.3.1	Lectura de datos EEPROM .....	48
IV.3.2	Condiciones iniciales.....	50
IV.3.3	Verificación de ciclo activo.....	51
IV.3.4	Lectura de teclado.....	52
IV.3.5	Procedimiento "CANCELAR".....	53
IV.3.6	Procedimientos "AGUA" Y "VAPOR" .....	54
IV.3.7	Procedimientos "AGUA + AJUSTAR" y "VAPOR + AJUSTAR" .....	57
IV.3.8	Procedimiento "INICIO DE PROCESO".....	61
IV.3.9	Actualización de datos en el despliegue.....	63
IV.3.10	Procesamiento de la señal de temperatura .....	65
IV.3.11	Despliegue de temperatura en °C .....	66
IV.3.12	Procedimiento "FIN DE PROCESO".....	68
IV.4	Subrutinas de procedimientos generales .....	70
IV.4.1	Tabla para decodificación decimal a 7 segmentos .....	71
IV.4.2	Decodificación y transmisión de información al despliegue.....	73
IV.4.3	Estado de tecla.....	75
IV.4.4	Información de tecla .....	76
IV.4.5	Retardo 20 ms .....	77
IV.4.6	Retardo 100 ms .....	78
IV.4.7	Servicio de interrupción.....	79
IV.4.8	Lectura de memoria EEPROM .....	80
IV.4.9	Escritura de memoria EEPROM .....	81

CAPITULO V	
RESULTADOS Y COMENTARIOS .....	83
CAPITULO VI	
CONCLUSIÓN .....	91
APÉNDICES .....	94
A Diagrama esquemático de control.....	95
B Registros de funciones especiales del PIC16F628.....	96
C Hojas de datos del circuito integrado AD594/5 .....	97
D Hojas de datos del circuito integrado MC14094B .....	105
E Tipos y características de termopares .....	115
F Cuadro nacional de atribución de frecuencias.....	116
GLOSARIO .....	119
BIBLIOGRAFÍA .....	127

## INTRODUCCIÓN

Día a día, las empresas buscan nuevos enfoques para dar soluciones a diversos problemas, la tecnología vence nuevos retos, la economía se globaliza; sin embargo, hay algo que no cambia y esto es el factor humano, en donde todo lo que se inventa, produce y aplica, es para satisfacer las necesidades del ser humano, destacándose la salud como un factor importante.

En este punto, precisamente, está la filosofía de la compañía *PROYEM SA. DE CV.*, que ha puesto sus miras basadas en la tecnología para resolver problemas en los campos de ahorro de energía, seguridad y principalmente de la **salud**, a través del desarrollo, fabricación, instalación y soporte técnico de productos eléctricos y electrónicos de bajo costo y alta calidad.

Es esta empresa quien me autoriza hacer uso del presente proyecto, desarrollado por mi en sus instalaciones en el área de ingeniería y para el cual fueron proporcionados los materiales necesarios para su construcción así como la información necesaria para el desarrollo del proyecto, además de contar con recursos propios de un laboratorio electrónico.

En la actualidad el aporte de la tecnología es fundamental en todas las áreas, pero imprescindible en lo que respecta a la medicina. Es notable la interrelación entre medicina y tecnología, ya que los equipos médicos son parte de los avances tecnológicos que se han venido efectuando a través del tiempo.

En el transcurso de la historia, la práctica médica ha buscado el camino de la curación de las enfermedades individuales, y es durante los dos últimos siglos cuando los progresos científicos han permitido avanzar notablemente en el conocimiento de las causas biológicas de las enfermedades, en especial gracias al descubrimiento de la existencia de gérmenes patógenos y sus mecanismos de contagio, lo que ha sido punto de partida para que sea posible poner en marcha programas de prevención.

El desarrollo tecnológico ha propiciado un cambio asombroso en la medicina; su avance ha permitido conocer infinidad de procesos que explican el porqué de muchas enfermedades, de eventos que ocurren en el organismo humano y de las consecuencias de relacionarse con su entorno.

Esto ha generado una forma más simple del razonamiento en la ejecución del acto médico, surgiendo dos tendencias distintas de pensamiento: Una en la que se investiga, reflexiona y estudia permanentemente acerca de los procesos y otra en la que se aplica la tecnología sin la labor indagatoria por parte del médico.

Es ahora con el desarrollo de éste proyecto que por sus características deberá proporcionar ayuda y eficiencia en las labores de limpieza y desinfección, proporcionando con esto una mejora en la calidad de los servicios hospitalarios.

**CAPITULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## I.1 Infecciones intrahospitalarias<sup>1</sup>

La salud pública es la parte de la medicina encargada de promover y proteger el bienestar físico y psíquico de los integrantes de una comunidad, valiéndose de una serie de normas y procedimientos sanitarios destinados a controlar múltiples factores de riesgo.

Las infecciones intrahospitalarias o nosocomiales siguen siendo un importante problema de salud pública. El hospital tiene su razón de ser en la prestación de asistencia sanitaria de calidad a la población que acude en busca de soluciones a sus problemas de salud. Dentro de esta prestación de cuidados de calidad está el evitar nuevos problemas infecciosos derivados de su permanencia en el centro sanitario, es decir, evitar el desarrollo de infecciones nosocomiales.

Los conocimientos actuales de la cadena epidemiológica de las infecciones, y principalmente de sus mecanismos de transmisión, nos indican la necesidad de implantar en todo el ámbito asistencial (intra y extrahospitalario) prácticas de asepsia, así como el proveerse de equipo necesario para cumplir esta tarea, lo cual es imprescindible para la prevención y la lucha contra la infección.

Para comprender la relevancia de algunos factores en relación con la aparición de la infección nosocomial es preciso comprender cómo se desarrolla y cuáles son sus determinantes.

La infección hospitalaria constituye un tema de extraordinaria actualidad por su frecuencia, gravedad y repercusión económica, y viene condicionada por tres determinantes principales: el huésped, el agente patógeno y el propio ambiente hospitalario. Si el huésped resulta muy susceptible, el germen es muy virulento, o las condiciones de saneamiento ambiental son deficitarias, la infección nosocomial ocupará un lugar preferente en el hospital.

La combinación de los factores relacionados con el huésped (cada día existen más pacientes ancianos, crónicos, inmunodeprimidos, etc) y la aparición de gérmenes emergentes (tales como las formas resistentes de tuberculosis, estafilococos resistentes a la metilicina, enterococos resistentes a la vancomicina, etc.) han llevado a un mayor interés por los temas relacionados con el medio ambiente hospitalario y su control.

Si bien la mayor parte de los procesos infecciosos hospitalarios son de origen endógeno, su frecuencia es mayor cuando existe una serie de circunstancias favorecedoras por parte del huésped, o se potencia la transmisión exógena de microorganismos mediante la presencia de factores ambientales.

La limpieza y desinfección son las herramientas para controlar los factores relacionados con el medio ambiente hospitalario, por lo que resulta necesario repasar cómo se interrelaciona el medio ambiente con la presencia de la infección nosocomial.

El **medio ambiente hospitalario** se clasifica en animado e inanimado. Su relación con la infección nosocomial se establece tanto a nivel del origen de la infección como a nivel de las vías de transmisión.

---

<sup>1</sup> Resumen tomado de. <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol23/suple2/suple8a.html> . (24-OCT-03)

**El medio ambiente animado** lo constituyen los pacientes hospitalizados, el personal que trabaja en el hospital y los visitantes del centro. El factor ambiental animado puede ser fuente de infección o un mecanismo de transmisión importante de gérmenes.

Se trata con frecuencia de procesos cruzados, ya que los enfermos infecciosos constituyen un riesgo para el resto de los pacientes, personal sanitario e incluso para los visitantes, y en sentido inverso el personal sanitario y las visitas pueden constituir fuente de infección de microorganismos patógenos para los pacientes ingresados. Como parte básica de la cadena epidemiológica, las manos se consideran el mecanismo más importante de transmisión de la infección desde un enfermo o desde el personal sanitario a otro paciente del hospital.

**El medio ambiente inanimado**, presente en todo el hospital, guarda una íntima relación con las infecciones nosocomiales, y puede contribuir a casos esporádicos o a brotes de enfermedad en instituciones al proporcionar focos de contagio y transmisión de gérmenes por vehículo común, por el aire y por vectores. Ejemplos de transmisión por contacto de las infecciones en el medio hospitalario son la enfermedad transmitida a un huésped susceptible por un endoscopio contaminado con *Salmonella*, o una neumonía transmitida por el equipo de terapia respiratoria contaminado por *Pseudomonas aeruginosa*. El aire, como parte del medio ambiente inanimado, sirve como vehículo a través del cual los microorganismos infecciosos procedentes de otros focos son transmitidos por el polvo o en pequeñas gotículas.

Es importante tener en cuenta algunos aspectos epidemiológicos generales de la transmisión ambiental de las infecciones nosocomiales. En primer lugar, la mayoría de las especies de microorganismos presentes en el aire o en las superficies inanimadas raramente producen casos de enfermedad. En segundo lugar, independientemente del grado de contaminación, los objetos que nunca entran en contacto con un individuo raramente están implicados en la transmisión de las enfermedades. En tercer lugar, si un objeto contaminado por microorganismos patógenos es colocado en el interior del cuerpo, o si los microorganismos suspendidos en el aire caen directamente o son introducidos mediante un objeto en una herida, el torrente circulatorio, la vejiga o los pulmones, entonces hay gran posibilidad de que se produzca una infección. De este modo, la contaminación ambiental sirve muy frecuentemente de foco para la transmisión de infecciones nosocomiales cuando el equipo, los fármacos o los instrumentos contaminados introducen microorganismos patógenos al interior del paciente.

### **I.1.1 Residuos bacteriológicos infectocontagiosos**

La vida en este planeta comenzó hace tal vez cuatro mil millones de años con microorganismos, y probablemente éstos serán los últimos sobrevivientes. Actualmente, la mayoría de los seres vivos son microorganismos y también son los más diversos. Desconocemos la mayor parte de ellos.

Los microorganismos habitan hasta en ambientes extremos de temperatura, de pH y de presión donde otros seres vivos no pueden vivir, como los *hipertermófilos* que crecen a 110°C o los *psicrófilos* con temperaturas óptimas de cerca de 150°C. Otros, como el *Deinococcus radiodurans*, son altamente resistentes a las radiaciones. Muchos microorganismos son habitantes naturales de otros seres vivos, y en general se localizan dentro de sus cavidades, sobre epitelios o en el lumen de órganos. Hay un millón de *Escherichia coli* por gramo de colon en nuestros intestinos y se estima que en el ser humano

existen muchas y variadas células de microorganismos; incluso nuestras mitocondrias algún día fueron bacterias que entraron a otras células.

Históricamente, la designación de microbios se basó en el tamaño. Los más pequeños de todos los microbios son los virus. Mientras que las bacterias se pueden ver al microscopio óptico, los virus sólo se ven al microscopio electrónico y, si bien hay filtros que detienen a casi todas las bacterias, los virus pasan a través de ellos.

Ciertamente, los patógenos han dado muy mala reputación a los microbios. Algunos microorganismos patógenos han matado más seres humanos que todas las guerras, y la mortalidad infantil elevada se ha debido en gran medida a las enfermedades infecciosas.

## I.1.2 Procesos de descontaminación<sup>2</sup>

Los inicios del concepto de asepsia se remontan al año 1860, en el que Joseph Lister (1827-1912), entonces profesor de cirugía en la Universidad de Glasgow, descubrió la importancia de la asepsia en la práctica quirúrgica e introdujo en su servicio la idea de combatir la infección mediante la antisepsia, empleando sustancias bactericidas, sobre todo el fenol, para la limpieza del instrumental quirúrgico, heridas, gasas y desinfección del aire de los quirófanos mediante pulverización de antisépticos. Estas técnicas mejoraron sustancialmente el pronóstico de las intervenciones quirúrgicas, posibilitando a su vez el desarrollo de la cirugía.

Bajo el concepto de *asepsia* se entiende una serie de procedimientos o actuaciones dirigidas a impedir la llegada de microorganismos patógenos a un medio aséptico, es decir, se trata de *prevenir* la contaminación.

La *antisepsia* es el conjunto de acciones emprendidas con el objetivo de *eliminar* los microorganismos patógenos presentes en un medio. Se puede utilizar el término como descontaminación, en el sentido de que se trata de eliminar los numerosos microorganismos que se encuentran en un determinado lugar, pero el concepto de antisepsia es diferente al de esterilización. Si se quiere convertir un medio séptico en aséptico, no es necesaria una esterilización, término que exige la eliminación de *todas* las formas de vida, sino que bastará con una eliminación de los microorganismos patógenos. Cuando se utiliza el término *esterilización* nos referimos a la eliminación de todas las formas de vida, incluidas las *esporas* (las formas más resistentes de vida) mediante procedimientos físicos o químicos. La antisepsia, por lo tanto, no es tan exigente, y generalmente se realiza mediante agentes físicos (filtración, luz ultravioleta, vapor, etc.) o agentes químicos.

Dentro de los agentes químicos se diferencia entre los *antisépticos*, que son los germicidas de baja toxicidad y que por lo tanto se pueden emplear sobre la piel y otros tipos de tejidos, y los *desinfectantes*, entendidos como germicidas de mayor toxicidad y que se emplean sobre los objetos, ambiente y superficies inanimadas.

---

<sup>2</sup> Resumen tomado de. <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol23/suple2/suple8a.html> . (24-OCT-03)

Puede pensarse que las medidas de asepsia y antisepsia podrían ser eficaces separadamente en la lucha contra la infección nosocomial, pero es imprescindible tener en cuenta que es absolutamente necesario utilizarlas de forma complementaria si se quiere alcanzar el éxito.

Los términos de antisepsia y desinfección hacen referencia al mismo procedimiento de eliminación virtual de todos los microorganismos patógenos reconocibles, utilizándose el término *antisepsia* cuando el procedimiento se aplica sobre piel y mucosas, mientras que *desinfección* se utiliza cuando nos referimos a los materiales clínicos, suelos y otras superficies.

Aunque todos los materiales que entran en contacto con el usuario son vehículos potenciales de infección, no todos precisan someterse al mismo proceso de descontaminación.

Una cuidadosa *limpieza* (eliminación física, por arrastre, de la materia orgánica en los objetos) del material es requisito imprescindible y el más importante, ya que los restos de materia orgánica protegen a los microorganismos frente a la desinfección y/o esterilización.

La desinfección consiste en la eliminación de gérmenes destinada a impedir la transmisión de ciertos microorganismos mediante la alteración de su estructura o su metabolismo, independientemente de su estado fisiológico. Para realizarla se utilizan desinfectantes que son sustancias químicas o procedimientos físicos como el someter a altas temperaturas que, aplicadas sobre los objetos inanimados, destruyen los microorganismos en general, patógenos y no patógenos.

Existen tres niveles de desinfección (Tabla 1.1.):

- De bajo nivel: Se destruye la mayoría de las formas vegetativas bacterianas, algunos virus y hongos, no el *Mycobacterium tuberculosis*, ni esporas bacterianas.
- De nivel intermedio: Se inactivan todas las formas bacterianas vegetativas, incluido el *Mycobacterium tuberculosis*, la mayoría de los virus y hongos, pero no se asegura la destrucción de esporas bacterianas.
- De alto nivel: Se destruyen todos los microorganismos, excepto algunas esporas bacterianas.

Nivel de acción	Bacterias			Hongos <sup>1</sup>	Virus	
	Esporas	Micobacterias	Células vegetativas		Pequeños o no lipídicos	Medianos o lipídicos
Alta	± <sup>2</sup>	+	+	+	+	+
Intermedia	- <sup>3</sup>	+	+	+	± <sup>4</sup>	+
Baja	--	--	±	±	±	+

Tabla 1.1. Niveles de acción de los desinfectantes y actividad experimental

1. Incluye esporas asexuales, pero no necesariamente esporas de *Chlamidia* o esporas sexuales.

2. Sólo con tiempos de exposición extendidos, los desinfectantes tienen actividad esporicida en los laboratorios.
3. Algunos desinfectantes de acción intermedia pueden tener alguna actividad esporicida, otros no la han demostrado.
4. Algunos desinfectantes intermedios pueden tener actividad antivirica limitada.

La unidad de esterilización contribuye al proceso general de asepsia y antisepsia del material del hospital, proceso integrado por las funciones de limpieza, desinfección y esterilización.

La misión de la Central de Esterilización y Equipo (CEYE) de un hospital es proporcionar a todos los servicios y unidades el material o equipamiento en las condiciones idóneas de esterilidad y desinfección en tiempo y costo adecuados, así como su correcta protección, para la realización de los diferentes procedimientos diagnósticos y terapéuticos, consiguiendo tanto la satisfacción de las personas que trabajan en la central como de los usuarios del servicio.

Los objetivos son:

- Aplicar el procedimiento de esterilización y desinfección adecuado a cada tipo de material.
- Aplicarlo con seguridad, disminuyendo los riesgos inherentes a los procedimientos de esterilización y desinfección, además de escoger los más seguros para todos.

**Clasificación de los materiales:** Antes de ser sometido a un proceso de esterilización o desinfección, el material ha de ser clasificado según dos parámetros: el grado de descontaminación requerido, y el sistema de esterilización indicado. En primer lugar, se clasifican los materiales, en función del nivel de descontaminación que requieren, como crítico, semicrítico o no crítico (Tabla 1.2.) según la zona corporal con la que el material vaya a entrar en contacto, posibilidad que varía desde la piel íntegra hasta el torrente sanguíneo. Esto es lo que determina el grado de descontaminación necesario (desinfección de nivel bajo, intermedio, alto o esterilización). Se esterilizan los materiales críticos. La segunda clasificación viene determinada por el método de esterilización que los distintos materiales son capaces de soportar. En unos casos, algunos materiales se deterioran con el vapor a altas temperaturas (ej). caucho, goma, motores, etc.), en otros, son los sistemas de esterilización los que no soportan ciertos materiales (Ej). el peróxido de hidrógeno no funciona en presencia de celulosa).

Tipo de material	Procedimiento	Ejemplo
<b>Material crítico:</b>  Aquél que entra en contacto con tejidos estériles o con el sistema vascular.	Esterilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Instrumental quirúrgico, implantes.</li> <li>✓ Aparatos de endoscopia rígidos que penetran en cavidades estériles.</li> <li>✓ Catéteres, sondas, drenajes, agujas.</li> </ul>
<b>Material semicrítico:</b>  Aquellos que están en contacto con membranas, mucosas o piel no intacta.	Desinfección de alto nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aparatos de endoscopia rígidos que penetran en cavidades no estériles.</li> <li>✓ Endoscopios flexibles.</li> <li>✓ Máquinas de diálisis.</li> <li>✓ Equipos de terapia respiratoria .</li> <li>✓ Termómetros rectales.</li> </ul>
<b>Material no crítico:</b>  Aquél que entra en contacto con piel intacta, no con membranas mucosas.	Desinfección de bajo nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Termómetros de axila</li> <li>✓ Orinales planos</li> <li>✓ Cómodos</li> <li>✓ Desfibriladores</li> <li>✓ Fonendoscopios</li> </ul>

Tabla 1.2. Niveles mínimos de esterilización o desinfección para cada material

Puede afirmarse que la limpieza y la desinfección constituyen, junto con la esterilización, los elementos primarios y más eficaces para romper la cadena epidemiológica de la infección. Es por esta razón que planteamos el desarrollo de un sistema de control que, basado en la necesidad de contar con un equipo que asegure la desinfección en material de tipo no crítico, como son los orinales y cómodos, pretende introducirse en los servicios de los hospitales como una actualización tecnológica para sus equipos manuales, dando como resultado una mejora en la calidad del servicio y una mejor lucha contra la cadena epidemiológica de las infecciones.

## 1.2 Lavador desinfectador de cómodos de vapor directo

El equipo está diseñado para alojar cualquier tipo de cómodos y urinales resistentes al calor (Figura 1.1), sin ningún ajuste previo, para optimizar el manejo de los mismos, y evitar recurrir al lavado manual.

La carcasa y la trampa están fabricadas en fundición de aluminio, pintado con esmalte blanco, porcelanizado y horneado de alta resistencia; la puerta, válvulas y aletas de sujeción se fabrican en fundición de bronce y cromadas. Para abrir y cerrar la puerta se tiene un mecanismo de amortiguador hidráulico de bronce accionado por un pedal.

La tubería de vapor y de agua está fabricada en latón cromado.

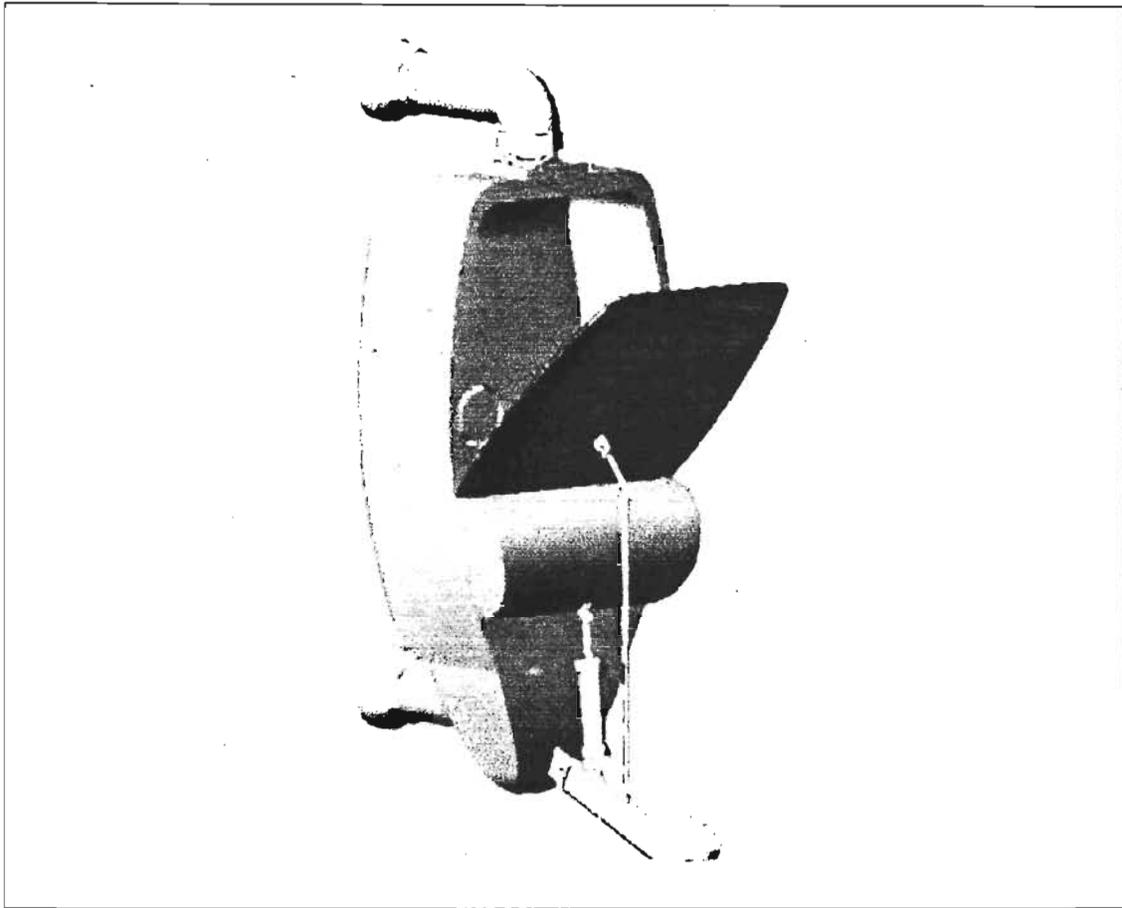


Figura 1.1. Lavador desinfectador de cómodos de vapor directo

### **I.2.1 Descripción del equipo**

Aquí se describen las partes del equipo lavador desinfectador de vapor directo (Figura 1.2) de una manera completa y general con el fin de entender el funcionamiento mecánico e hidráulico en este proceso.

1. Ventilación o chimenea
2. Carcasa de lavacómodos
3. Puerta de lavacómodos
  - a) Soporte urinal
  - b) Soporte de cómodo
4. Aspersor
5. Tirante de puerta
6. Pedal
7. Amortiguador
8. Soporte de pedal
9. Trampa "céspol"
10. Trampa de desagüe

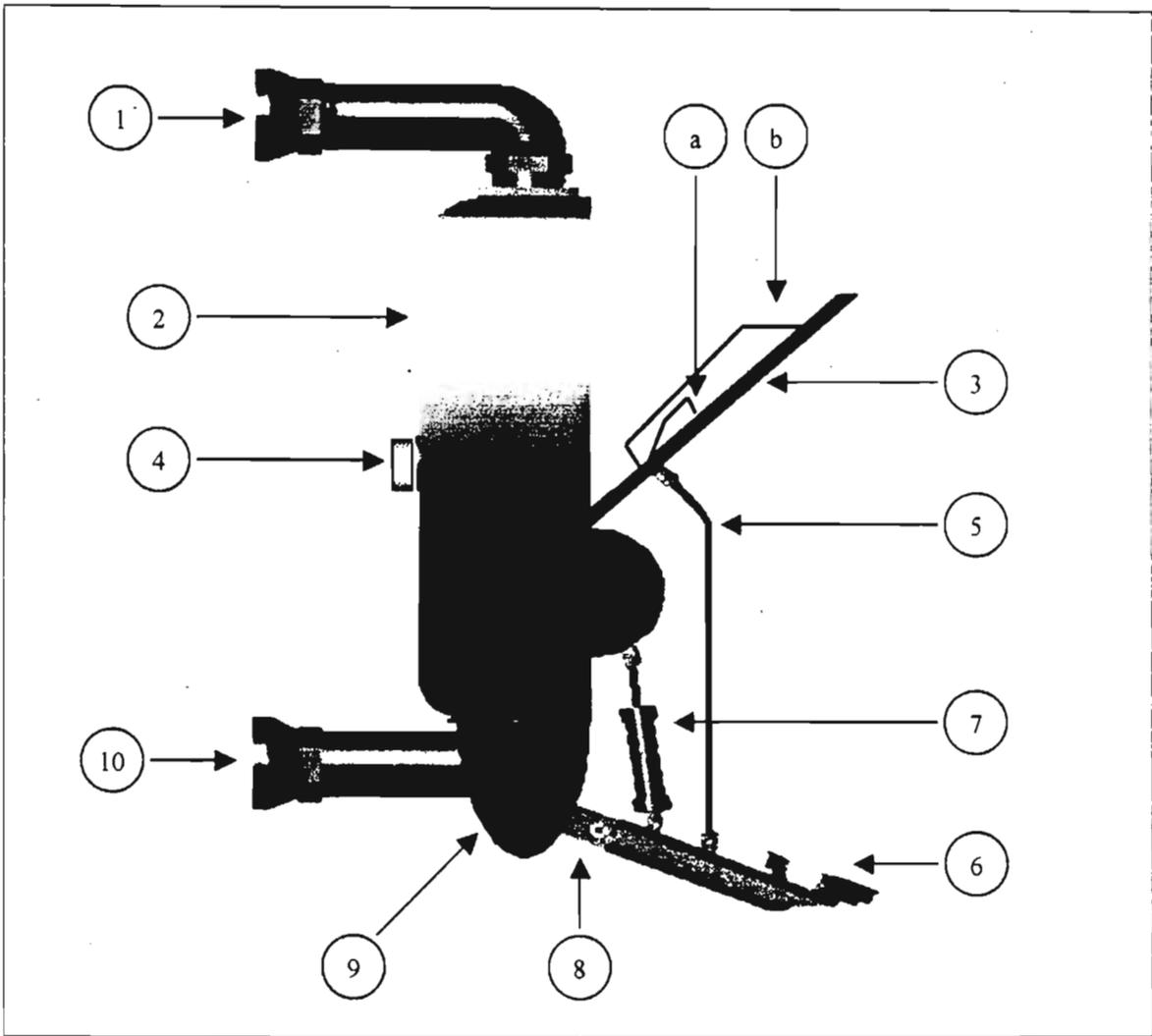


Figura 1.2. Descripción de partes

## I.2.2 Funcionamiento del equipo

### A) Mecánico (operación manual).

1. Se presiona el pedal vulcanizado para abrir la puerta.
2. Se coloca el cómodo o el urinal en el soporte correspondiente en la parte interna de la puerta.
3. Se suelta el pedal lentamente y se retira el pie para que la puerta cierre correctamente.
4. Se jala la palanca que permite el paso del agua a presión para que lave el cómodo por dentro y por fuera.
5. Posteriormente se jala la palanca que abre la línea del vapor para que desinfecte el cómodo ya lavado.
6. Finaliza la operación volviendo a accionar el pedal vulcanizado y abriendo la puerta para retirar el material.

## B) Hidráulico

Para un buen funcionamiento hidráulico es necesario tener en la salida una presión de:

- ✓ Agua 20 a 30 psi
- ✓ Vapor 14.2 a 49.7 psi

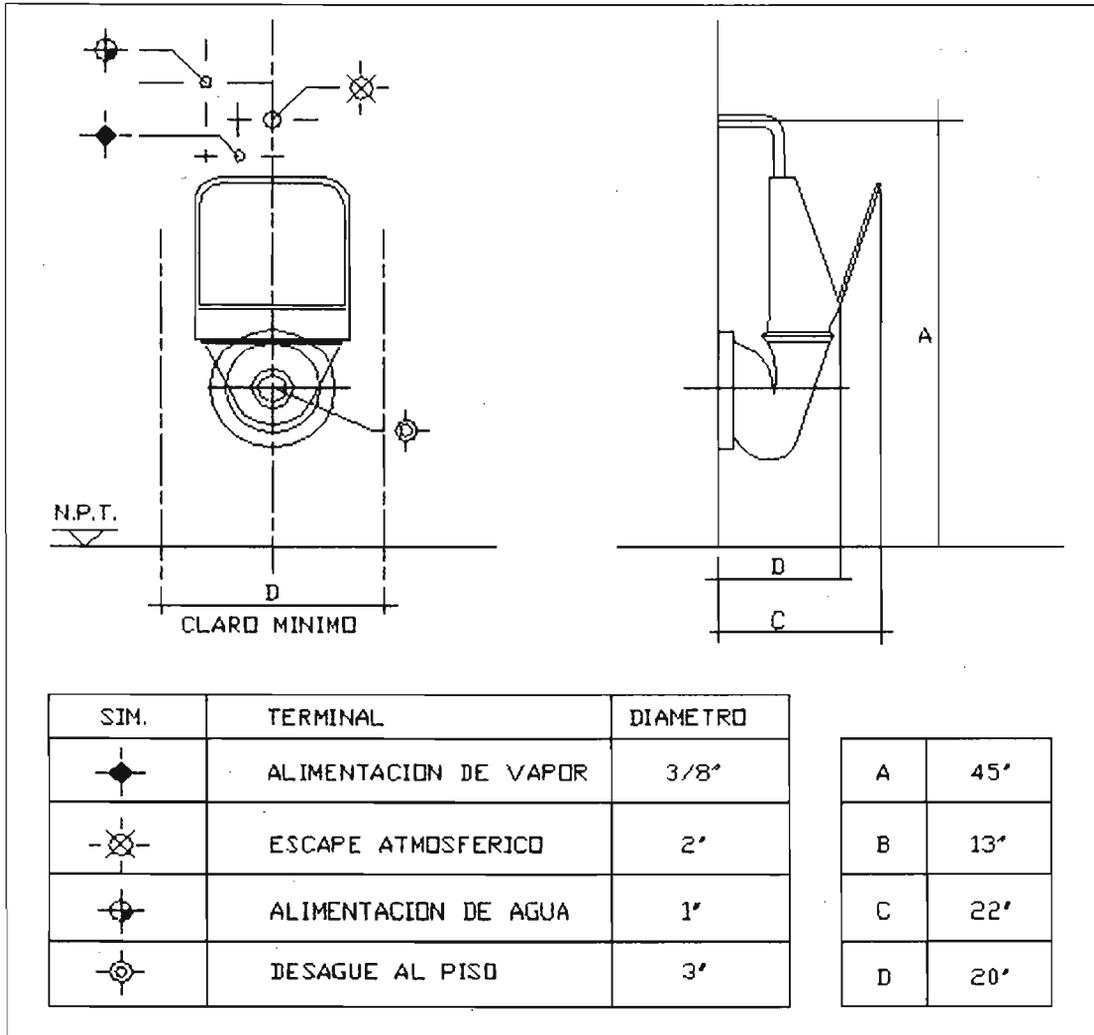


Figura 1.3. Medidas para instalación hidráulica

El funcionamiento hidráulico se inicia al activar la palanca que acciona el paso del agua a través de la tubería. El agua pasa por el aspersor, el cual se encarga de rociarla a alta presión para poder limpiar de forma efectiva el material introducido aquí. El tiempo de lavado es en promedio de 30 segundos, en los que el agua, después de lavar, se filtra por la carcasa hasta la trampa céspol y posteriormente se descarga al drenaje por la trampa de desagüe.

### 1.2.3 Deficiencias en el proceso de desinfección

Una vez descritas las características del equipo, y analizando la forma en que se opera, se puede deducir que la manera en que el proceso es controlado constituye una mala aplicación de los criterios de limpieza y desinfección que se requieren para satisfacer las necesidades de asepsia que se necesita aplicar en este material de tipo no crítico. Esto lo podemos apreciar en la figura 1.4.

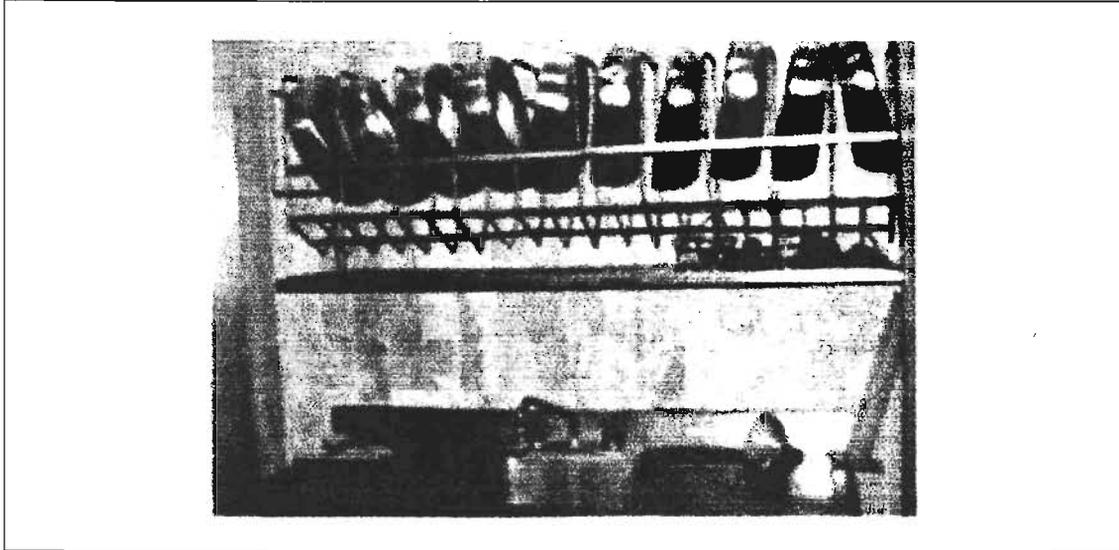


Figura 1.4. Cómodos únicamente lavados

Los tiempos de aplicación de agua y vapor están regidos por la idea que el usuario tenga dispuestos o contemplados para llevar a cabo esta tarea.

Esto se refleja de dos resultados finales en el ciclo de limpieza. Uno de ellos da como resultado una mala limpieza del material, y puesto que la limpieza es un paso anterior y necesario para la desinfección, ésta seguramente no se llevará a cabo de una manera eficaz. Y el otro extremo es un uso excesivo de agua, lo cual ocasiona un desperdicio del líquido provocando pérdidas económicas al hospital.

Analizando el ciclo de la desinfección y suponiendo que el ciclo de limpieza fue correcto, puede adelantarse que el usuario no tiene una idea clara de la temperatura del material y siendo así no podrá aplicar 60 segundos como mínimo de vapor, una vez que el material esté a 80°C, para que el ciclo de la desinfección sea correcto.

Para lograr que el ciclo de vapor sea correcto se necesitan elementos de control como sensores que definan el estado de la temperatura, para que el control tome las acciones necesarias para llevar eficazmente el proceso de limpieza y desinfección.

Ciclo de limpieza	Ciclo de desinfección	Resultado final
Deficiente	Deficiente	Deficiente
Deficiente	Adecuado	Deficiente
Adecuado	Deficiente	Deficiente
Adecuado	Adecuado	Adecuado

Tabla 1.3. Combinación de resultados para el proceso

**CAPITULO II**  
**DISEÑO TEORICO**

## II.1 Objetivos

Objetivo general:

Diseñar y construir un equipo electrónico digital programable, capaz de controlar automáticamente el proceso de lavado y desinfección de cómodos y orinales usados como contenedores transitorios de deposiciones humanas, en diferentes áreas de centros hospitalarios, con el propósito principal de liberarlos de microorganismos patógenos residuales.

Objetivos particulares:

- Desinfectar eficazmente, asegurando la prevención de enfermedades infectocontagiosas producidas por residuos bacteriológicos patógenos, contenidos en las heces y en la orina, a todos los usuarios de este material.
- Por su funcionamiento automático, auxiliar al personal en labores antisépticas, haciendo de éstas una labor efectiva.
- Contribuir al uso racional del agua y la energía eléctrica, para brindar mayores beneficios económicos.

## II.2 Características del sistema de control

Las características que se tomarán en cuenta para el diseño del control están determinadas por dos factores básicos.

Uno de estos, quizá el más importante, es el factor oficial, es decir, el reglamento oficial de adquisición de equipo médico expedido por la Secretaría de Salud que se publica en el Diario Oficial de la Federación y que dice en una de sus publicaciones:

### DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN<sup>3</sup>

"MODIFICACION a la Séptima y Novena Actualizaciones del Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que diga: Estados Unidos Mexicanos.- Consejo de Salubridad

General.- Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico de Insumos del Sector Salud. MODIFICACION A LA SEPTIMA Y NOVENA ACTUALIZACIONES DEL CUADRO BASICO Y CATALOGO DE INSTRUMENTAL Y EQUIPO MEDICO.

La Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico de Insumos del Sector Salud, con fundamento en los artículos 5 fracción X, 13 fracción I y 14 del Reglamento Interior del Consejo de Salubridad General; tercero fracción IV, cuarto, quinto y sexto del Acuerdo por el que se establece que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que presten servicios de salud aplicarán, para el primer nivel de atención médica, el cuadro básico y, en el segundo y tercer nivel, el catálogo de insumos; 4

---

<sup>3</sup> Tomado de [http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero/dof\\_19-02-2002.pdf](http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero/dof_19-02-2002.pdf) (19-febrero-2002). SECRETARIA DE SALUD. Primera sección. Pág. 12 y 21.

fracción II y 21 del Reglamento de la Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico de Insumos del Sector Salud y, 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, y

#### CONSIDERANDO

Que el Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico cuenta actualmente con nueve actualizaciones y su finalidad consiste en tener al día los equipos médicos indispensables para que las instituciones de salud pública atiendan los problemas de salud de la población mexicana. Que con la finalidad de actualizar el instrumental y equipo médico de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que presten servicios de salud, la presente modificación incorpora el instrumental y equipo médico que representa mayor especificidad y seguridad, y modifica aquellos que el avance en el conocimiento y desarrollo tecnológico han sido superados. Que en atención a las anteriores consideraciones, la Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico de Insumos del Sector Salud, expide la siguiente Modificación a la Séptima y Novena Actualizaciones del Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico.

#### NOMBRE GENERICO:

LAVADOR DESINFECTOR DE COMODOS DE VAPOR DIRECTO

#### CLAVE:

531.572.0515

ESPECIALIDAD(ES): Médicas y Quirúrgicas.

SERVICIO(S): Hospitalización. Urgencias y Recuperación.

DEFINICION: Equipo tipo gabinete fijo para el lavado y desinfección de cómodos y orinales.

Martes 19 de febrero de 2002 DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 26

DESCRIPCION: Lavador desinfectador de vapor directo. Con descarga al drenaje. Con carcasa y trampa, en fundición de aluminio, esmaltado al horno de alta resistencia. Entrada de agua para lavar en forma automática. Entrada de vapor para desinfectar en forma automática. Panel eléctrico de selección de ciclos de operación predeterminados.

REFACCIONES: Según marca y modelo.

CONSUMIBLES: Detergente en polvo o jabón líquido.

#### INSTALACION. OPERACION. MANTENIMIENTO.

Corriente eléctrica 120V/60 Hz.

Hidrosanitaria.

Entrada de vapor.

\* Por personal especializado y de acuerdo al manual de operación.

Preventivo.

Correctivo por personal calificado."

Requisitos necesarios para lograr la desinfección:

Declarados en las normas de salud en países como Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido.

Descripción: El panel deberá contar con selección de ciclos predeterminados para agua y vapor, y el ciclo de vapor será de 60 segundos como mínimo, una vez que alcance una temperatura de 80°C, para poder asegurar la desinfección.

El otro factor es definido al examinar el tipo de usuario, la aplicación y la forma en que puede ser más fácil al usuario operar este equipo.

En conclusión, este equipo será desarrollado tomando en cuenta los requisitos necesarios para lograr la desinfección y tomando en cuenta que el factor usuario tiene conocimientos limitados sobre el manejo de sistemas de control, lo cual implica el desarrollo de un sistema de fácil operación. La descripción de los requerimientos está planteada en el siguiente punto.

## 11.2.1 Requisitos de diseño

### PANEL FRONTAL

1.- Contará con un despliegue de dos dígitos de 2.5 cm de largo, 2 cm de ancho, de siete segmentos de color verde. El rango de temperatura que podrá mostrar será de 5 a 80°C, con un incremento de 5 grados en cada cambio. Dadas las condiciones de precisión requeridas en este control su resolución será de 5.0°C. El rango de tiempo que podrá mostrar para el ciclo de agua será de 10 a 99 segundos y para el ciclo de vapor será de 60 a 99 segundos, ambos programables por el usuario.

2.- El despliegue se mostrará de la siguiente manera:

"Estado Inactivo" ("standby"): aparecerán dos guiones centrales, por ejemplo: "- -".

"Estado Activo": aparecerá el tiempo total programado en agua, decrecentándose cada segundo hasta llegar a cero.

Una vez finalizado el ciclo de agua será desplegada la temperatura intercalando cada segundo el valor de ésta, por ejemplo "55", con las unidades, por ejemplo " °C". Cuando la temperatura alcance los 80°C aparecerá el tiempo total programado en vapor, decrecentándose cada segundo hasta llegar a cero.

Una vez finalizado el ciclo de vapor aparecerá un total de "05" segundos que se irán decrecentando hasta llegar a cero, mientras se mantiene habilitada la salida de agua, esto tiene la finalidad de enfriar el material.

3.- El teclado de programación será de membrana y las teclas restantes serán de tipo botón. Tendrá retroalimentación audible a la pulsación de cada tecla

Uso de las teclas:

**AGUA** Esta tecla deberá mostrar en el despliegue el tiempo programado en agua

**VAPOR** Esta tecla deberá mostrar en el despliegue el tiempo programado en vapor

**AGUA + AJUSTAR** Esta combinación de teclas deberá incrementar y mostrar en el despliegue el tiempo programado en agua. El incremento será de uno en uno a cada

pulsación de la tecla AJUSTAR, o al mantenerse pulsadas ambas teclas durante 1.5 segundos se irá incrementando de forma continua. Al llegar al límite superior ("99") el siguiente incremento lo llevará de vuelta al límite inferior.

**VAPOR + AJUSTAR** Esta combinación de teclas deberá incrementar y mostrar en el despliegue el tiempo programado en vapor. El incremento será de uno en uno a cada pulsación de la tecla AJUSTAR, o al mantenerse pulsadas ambas teclas durante 1.5 segundos se irá incrementando de forma continua. Al llegar al límite superior ("99") el siguiente incremento lo llevará de nuevo al límite inferior.

**INICIAR** Esta tecla dará inicio al proceso de lavado y desinfección. Al pulsarla se deberá activar una válvula solenoide que permita el paso del agua durante el tiempo programado, además de encender un LED para indicar que el ciclo de agua está activo. Posteriormente deberá habilitar una válvula solenoide que permita el paso del vapor durante el tiempo programado a una temperatura mayor a 80 °C, además de habilitar un LED para indicar que el ciclo de vapor está activo.

**CANCELAR** Esta tecla detiene el proceso de manera instantánea, deshabilitando cualquiera de las válvulas que estuvieran habilitadas.

Nota: Por condiciones de seguridad, una vez que se inicie un ciclo, la única tecla que podrá utilizarse será la tecla "CANCELAR"

4.- Los tiempos de ciclo programados, tanto de vapor como de agua, deberán almacenarse en memoria no volátil (EEPROM), para que cada vez que se inicialice el equipo tome los últimos valores que fueron programados, aun en caso de que hubiera ocurrido una falla de energía.

5.- Tres LEDs indicadores externos y uno interno.

- |    |   |           |
|----|---|-----------|
| a) | Color verde para indicar la presencia de la línea de alimentación | (Externo) |
| b) | Color azul para indicar la actividad del ciclo de agua            | (Externo) |
| c) | Color ámbar para indicar la actividad del ciclo de vapor          | (Externo) |
| d) | Color rojo para indicar falla del sensor de temperatura           | (Interno) |

6.- Deberá tener un interruptor de encendido y apagado (ON-OFF)

## PANEL INFERIOR

7.- Este panel estará provisto de: entrada del cable de línea, entrada del sensor, salida de control para válvula de agua (relevador Finder 55.32.8.125.0040, 10 A) y salida de control para válvula de vapor (relevador Finder 55.32.8.125.0040, 10 A).

## CONSTRUCCIÓN

8.- Entradas

- |    |   |
|----|---|
| a) | Sensor de temperatura analógico (Termopar tipo "J") |
| b) | Teclas de control                                   |

9.- Salidas

- |    |                              |
|----|------------------------------|
| a) | Despliegue de dos dígitos    |
| b) | Indicadoras de ciclo activo  |
| c) | Indicador de línea           |
| d) | Indicador de falla de sensor |

- e) Electroválvula de agua
- f) Electroválvula de vapor

## II.2.2 Descripción a bloques

La Figura 2.1. muestra un diagrama de bloques que nos permite ver de manera modular las entradas y salidas, así como los acondicionamientos de la señal que se requieren para que la señal pueda ser procesada por el microcontrolador (PIC16F628).

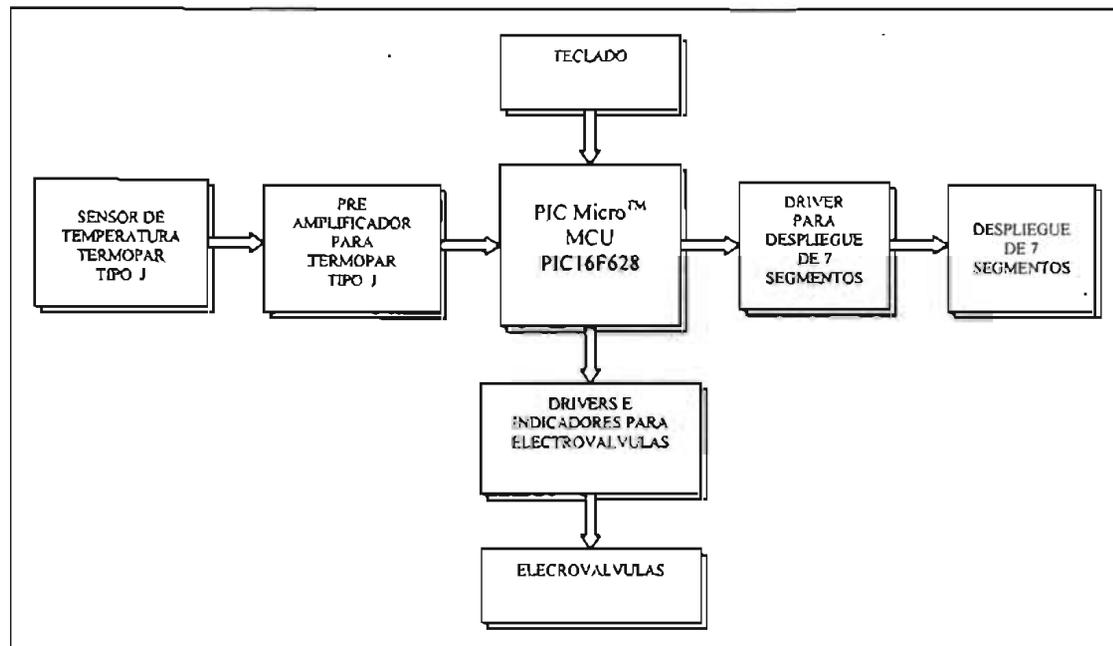


Figura 2.1. Diagrama a bloques del sistema de control

## II.2.3 Algoritmo de funcionamiento

El algoritmo de funcionamiento es el procedimiento mediante el cual se resuelve de manera ordenada el funcionamiento individual de cada bloque para que en conjunto den origen al funcionamiento general del sistema de forma satisfactoria. Es importante definir en él cada aspecto y cada detalle del funcionamiento para poder diseñar el software y el hardware de tal forma que cumpla el objetivo final y opere de manera adecuada.

Por esta razón trataremos de forma individual la solución de funcionamiento de cada uno de los bloques usados en el diagrama anterior.

## II.2.4 Verificación y filtro en el teclado

La verificación en el teclado está enfocada a establecer una forma segura de identificar el momento en el que una tecla fue presionada por el usuario o si es una señal de tipo ruidosa producida por interferencia electromagnética inducida o conducida en el sistema. La lógica que debe seguir cada una de las teclas de entrada deberá ser de tipo digital, es decir, que cuando no se encuentre presionada, dé como señal de entrada hacia el microcontrolador un solo nivel lógico que en este caso deberá ser un estado lógico alto o "1". En caso contrario, cuando la tecla se encuentre oprimida la señal lógica que deberá leer el microcontrolador es un nivel lógico bajo o "0". Sin embargo, desde el punto de vista eléctrico, cuando se produce



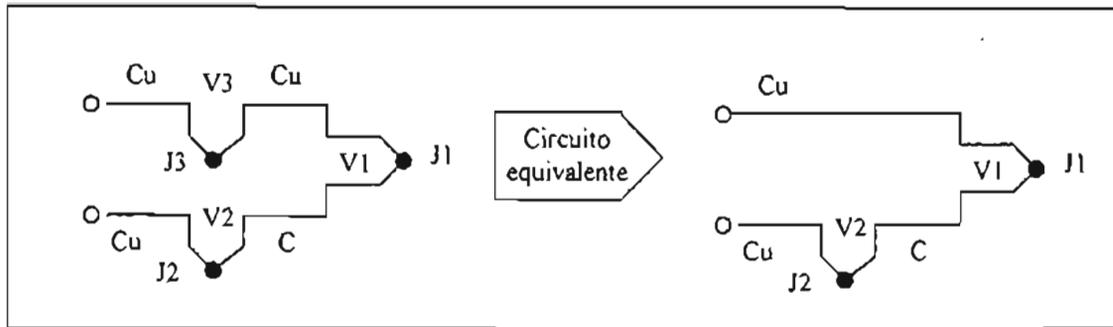


Figura 2.3. Circuito de termopar

Puesto que la unión J3 es del mismo material no hay efecto termoeléctrico, pero la unión J2 sí está presente en oposición a J1. Por lo tanto, el resultado de la temperatura será proporcional a la diferencia entre J1 y J2. Esto quiere decir que no podemos saber la temperatura de J1 sin antes saber la de J2.

Una forma de solucionar esto es usar a J2 como "unión de referencia", introduciéndola en hielo y forzando a que la temperatura sea de 0°C con un voltaje fijo. Si J1 es usada como la unión que mide la temperatura, también habrá generado un voltaje de la misma magnitud a 0 °C, por lo tanto si se restan los voltajes de ambas uniones el resultado será 0 volts. Si la unión que mide (J1) es mayor a 0 °C, el resultado de la resta  $V1-V2$  es un voltaje positivo que es casi totalmente lineal y directamente proporcional al cambio de temperatura. La resta se hace por la polaridad que se genera al unir materiales de dos tipos. El punto de congelación es usado por el NIST (National Institute of Standards and Technology) como referencia fundamental para tablas de termopares. Así, podemos encontrar ahora, en la tabla correspondiente al termopar (Apéndice E), la temperatura correspondiente a la medición de voltaje en la unión J1.

Es importante mencionar que cualquier unión de un material diferente y simétrica en las terminales debe formar un bloque isotérmico, lo cual implica una cancelación de efecto termoeléctrico en el circuito.

Dado que en la unión de referencia (J2) se fuerza un voltaje a través de la inducción térmica, esta inducción térmica puede ser sustituida en hardware por un divisor de voltaje para fijar esta referencia. De tal manera que, en vez de mantener fija la referencia por medio de la inducción térmica, ahora se hace por medio de un voltaje, tal como lo hacen internamente algunos circuitos integrados especiales para este tipo de aplicaciones.

En general, la capacidad de respuesta de un termopar estándar es pequeña, de aproximadamente unos 10 microvolts por grado centigrado de cambio en la temperatura. Esta señal es muy pequeña para que pueda ser procesada adecuadamente y es por esta razón que se requiere una preamplificación antes de ser procesada por el microcontrolador.

Una forma de amplificar esta señal, es usar un circuito integrado que amplifique esta señal hasta algunos milivolts de tal manera que pueda ser más fácil manejarla por otro dispositivo que convierta esta señal analógica en información digital. Sin embargo, este método requiere también de comparar la diferencia de potencial de la unión que medirá la temperatura con la unión de referencia. Usar la configuración básica de los amplificadores operacionales implica una mayor complejidad en el circuito, porque para lograr este funcionamiento es necesario integrar al circuito una cantidad considerable de amplificadores.

Otra forma de amplificar esta señal, donde implícitamente se utilizan amplificadores operacionales, es usando un circuito integrado especial preamplificador de señal para termopar tipo J, el cual integra en el mismo encapsulado todas las funciones necesarias, tales como unión de referencia, entrada de termopar, control de ganancia y en algunos casos alarma por falla de termopar. Es así como puede manejarse la amplificación de la señal de una manera más directa y sencilla para que posteriormente pueda ser manejada por el microcontrolador.

Ejemplo de estos circuitos integrados especiales son los fabricados por la compañía Analog Devices, como el AD594 para termopar tipo J y el AD595 para termopar tipo K.

## II.2.6 Procesamiento de la señal de temperatura en el microcontrolador

Para dar inicio a la planeación del método para procesar esta señal es necesario definir cual microcontrolador debe utilizarse para desarrollar esta aplicación. Es importante hacer notar que la complejidad del proyecto es de rango medio y en la sección donde se enfrenta el mayor grado de complejidad es en el diseño del software.

Para esta aplicación se analizaron las opciones mostradas en la Tabla 2.1. para elegir un microcontrolador de la compañía Microchip™ para aplicaciones de rango medio.

PIC	MEMORIA			PERIFÉRICOS			C. ESPECIALES		
	Memoria FLASH	Memoria RAM	Memoria EEPROM	INT.	COMP. ANALOG.	Terminales E/S	T <sup>*</sup>	WDT	OSC. INTERNO
12F629	1024x12	64x8	128x8	✓	✓	6	2	✓	✓
16F84	1024x14	68x8	64x8	✓		13	1	✓	
16F627	1024x14	224x8	128x8	✓	✓	16	3	✓	✓
16F628	2048x14	224x8	128x8	✓	✓	16	3	✓	✓

\*Numero de temporizadores

Tabla 2.1. Características de diferentes PICs

Al comparar las características de estos microcontroladores puede observarse que el PIC16F628 es la mejor opción para desarrollar este proyecto dado que ofrece más características y periféricos, aún sin contar que su costo es muy bajo comparándolo con otros de sus características.

Un método para procesar la señal preamplificada del termopar, es a través de una conversión de la señal, de analógica a digital, que nos permita procesarla dentro del microcontrolador. El PIC16F628 no integra dentro de sus periféricos un convertidor analógico-digital; sin embargo, cuenta con dos comparadores analógicos y un módulo de referencia interna de cuatro bits, lo cual quiere decir que a través de la programación podemos generar una rutina que cambie la referencia en un rango de dieciséis niveles ( $2^4$ ).

Esto, desde el punto de vista práctico, nos permite introducir la señal de temperatura al comparador analógico e ir cambiando los niveles de referencia para leer el estado de la salida y determinar cual es la magnitud de la temperatura que corresponde a ese nivel. Gráficamente esto se representa en la Figura 2.4.

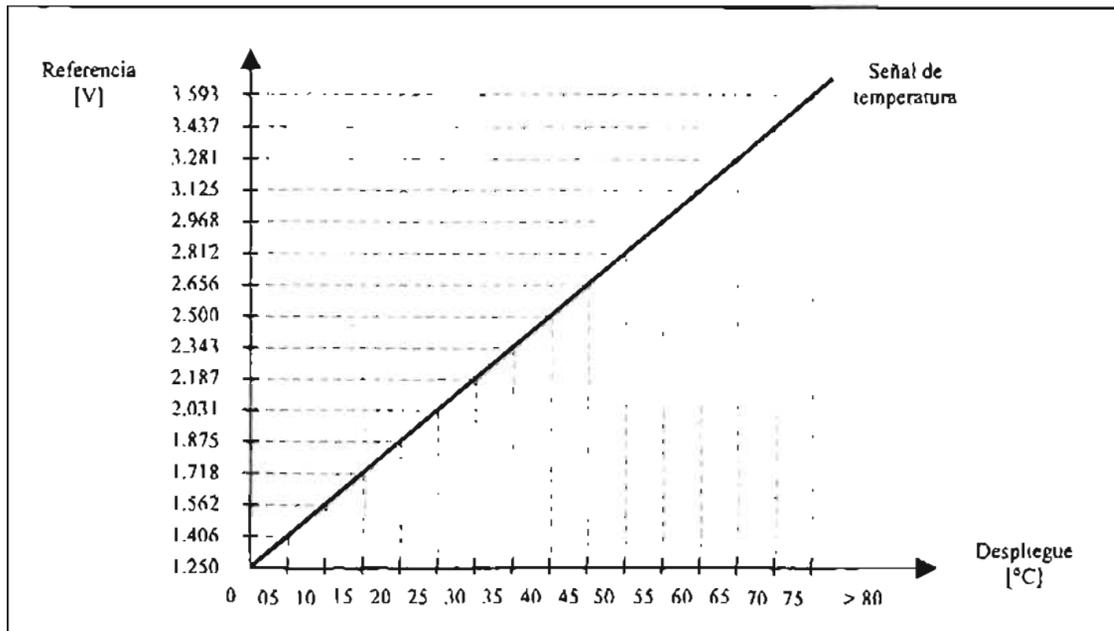


Figura 2.4. Resolución de temperatura con respecto al nivel de referencia

Nota: los valores de referencia se calcularon con la siguiente fórmula para rango alto:

$$V_{REF} = \frac{V_{DD}}{4} + \frac{V_R <3:0>}{32} \times V_{DD} \quad [\text{Volts}]$$

Donde:  $V_R <3:0>$  es el "nibble" más bajo del registro VRCON o control de voltaje de referencia, y  $V_{DD}$  es el voltaje de operación del microcontrolador PIC16F628.

### 11.2.7 Método para despliegue de tiempo y temperatura

Antes de analizar el método en software que será usado para transmitir la información desde el microcontrolador, es indispensable definir de qué forma se tendrá que diseñar el hardware de interconexión con el despliegue. Si enfocamos nuestra visión hacia el número de entradas y salidas que tenemos disponibles en el microcontrolador nos daremos cuenta que a pesar de la gran versatilidad de éste para el manejo directo de LEDs, contamos con pocas salidas disponibles. Si se implementa el manejo directo de la información al despliegue de dos dígitos, esto implica que se usen 14 líneas de salida de las 16 disponibles. Por lo tanto, las dos restantes son insuficientes para el manejo del hardware restante. Aún si implementamos un método multiplexado, las líneas restantes serían insuficientes porque se utilizarían 9 de las 16 líneas disponibles.

Implementaremos un método de transmisión serie SPI (Serial Peripheral Interface) de la información hacia registros de desplazamiento de 8 bits con entrada serie SPI y salida paralela, ocupando con este método tan sólo tres salidas del microcontrolador y reduciendo considerablemente el uso de terminales de uno de los puertos del microcontrolador. El funcionamiento a bloques de este método se muestra en la Figura 2.5.

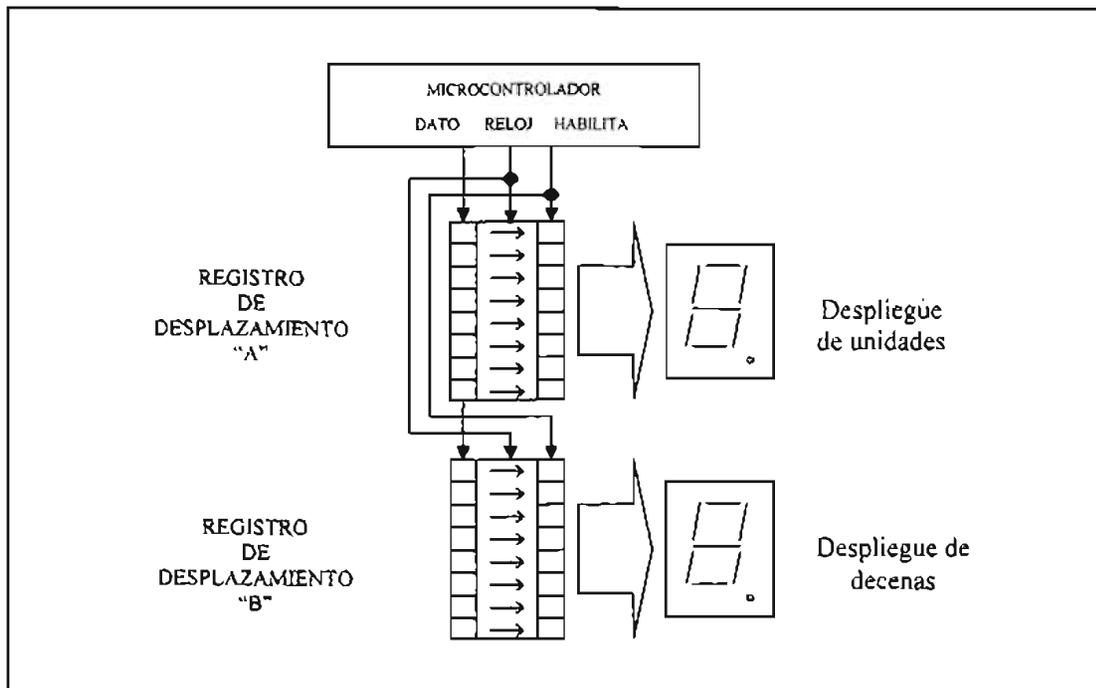


Figura 2.5. Diagrama a bloques del despliegue

### II.2.8 Intervalos de operación en las válvulas solenoide

Los intervalos de operación están regidos por la programación que el usuario haya hecho en el equipo. Estos intervalos para el ciclo de limpieza pueden ir desde 20 hasta 99 segundos, y en el ciclo de desinfección desde 60 hasta 99 segundos, más el tiempo que tarde en alcanzar 80°C de temperatura, lo cual arroja como máximo un tiempo de 159 segundos.

En estos intervalos de operación hay desgaste en el solenoide de las válvulas que habilitan el paso del agua y el paso del vapor. Sin embargo, es importante mencionar un factor que, eléctricamente bien manejado, permite el uso más protegido del equipo.

Este factor es llamado "transitorio eléctrico", que es un exceso temporal del voltaje y/o de la corriente en un circuito eléctrico que se ha disturbado (perturbado). La duración de los acontecimientos de transitorios va típicamente de algunos milésimos de segundo (milisegundos) a los mil millonésimos de segundo (nanosegundos); los transitorios se encuentran en todos los tipos de sistema eléctrico, de datos, de circuitos de comunicaciones, y de señales de instrumentación.

El acto simple de apagar una luz, un motor, la máquina copiadora o cualquier otro dispositivo eléctrico puede perturbar el circuito eléctrico y crear transitorios. En general, cuanto más grande es la corriente de carga mayor es el disturbio cuando la carga se enciende o se apaga. Se sabe también que la conmutación de las altas cargas de amperaje tales como soldadoras eléctricas y motores eléctricos crean transitorios. Varios estudios han demostrado que una mayoría de los transitorios (aproximadamente 80%) es generada en el interior de la instalación.

Las cargas sensibles empleadas en hospitales, centros de cómputo y controles industriales son más susceptibles a estos disturbios. De ahí la necesidad de controlar esto en un nivel lo suficientemente bajo para que no afecten a los equipos.

Así que la operación de las válvulas tendrá como mínimo una separación de 100 ms. Esto se puede ver gráficamente en la Figura 2.6.

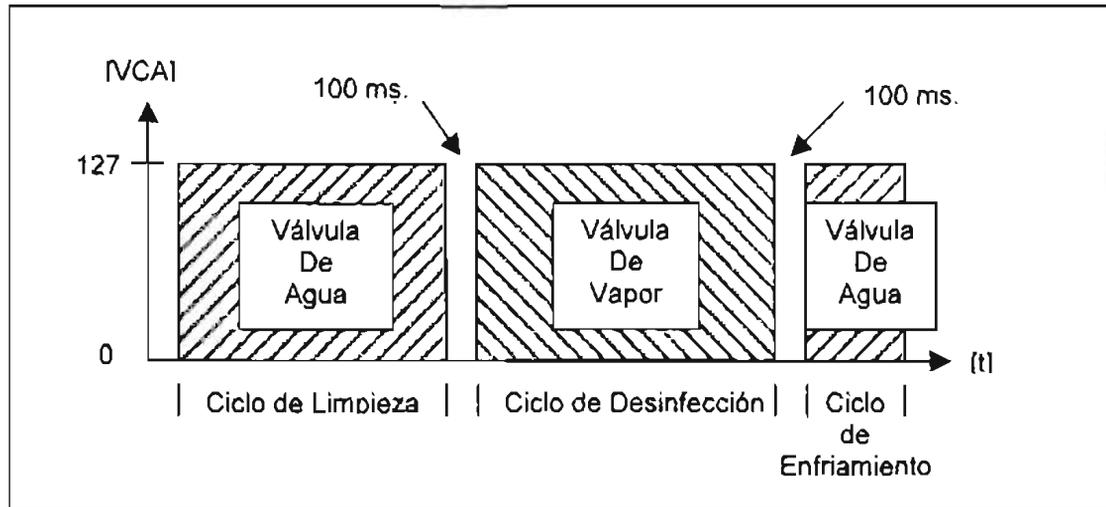


Figura 2.6. Tiempos de operación de las válvulas

### II.3 Diseño y descripción de los circuitos utilizados

Sin duda alguna, para comprender esta sección es necesario tener conocimientos sobre el análisis de los circuitos; sin embargo, cada uno de éstos se encuentra acompañado de una breve explicación del funcionamiento.

En esta sección se define cada uno de los circuitos con base en el funcionamiento teórico planteado anteriormente, en bloques representados por diagramas esquemáticos.

Estos circuitos están definidos y agrupados de acuerdo a su funcionamiento, es decir, representan grupos de la misma función.

### II.3.1 Fuente de alimentación de +12 V

En este diagrama esquemático (Figura 2.7) se muestra una entrada de corriente alterna de 15 V<sub>CA</sub>, que es suministrado por un transformador de 127/15 V<sub>CA</sub>, 1 A. Este voltaje es rectificado por un puente de diodos y filtrado por el capacitor de 4700 μF. Una vez que el voltaje está rectificado y filtrado se utiliza un regulador de voltaje integrado ajustable (LM317T) para obtener un voltaje de salida más preciso. La regulación de los 12 volts se ajusta mediante la resistencia variable R3. El capacitor C2 se encarga de filtrar ruidos de alta frecuencia.

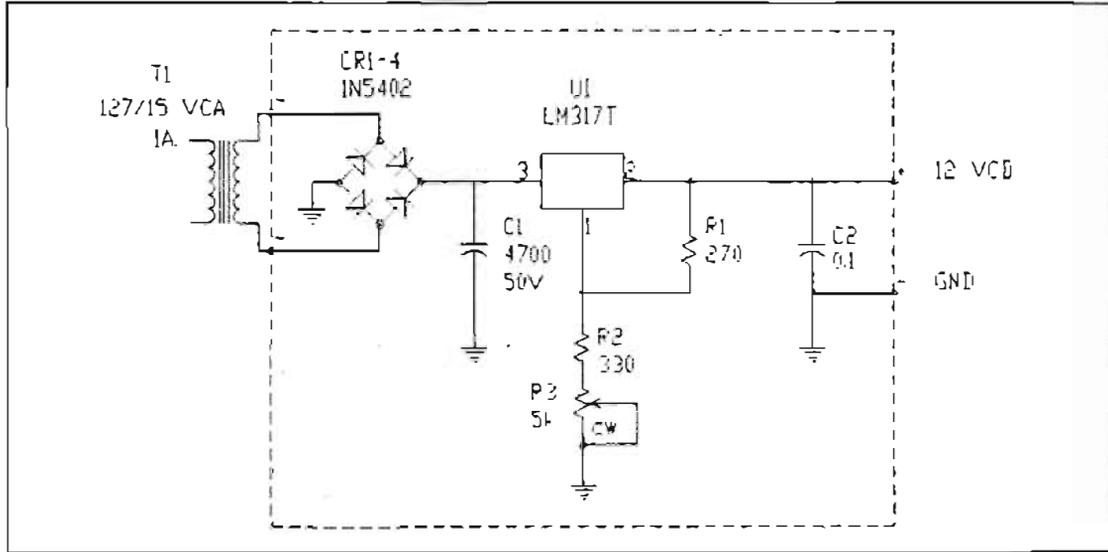


Figura 2.7. Diagrama esquemático de la fuente de 12 volts

### II.3.2 Fuente de alimentación de + 5 V

En este diagrama esquemático (Figura 2.8) se muestra una entrada donde es acoplada la salida de la fuente de 12 V<sub>CC</sub>. Éste voltaje es utilizado por el regulador de voltaje integrado (LM7805), para regular en su salida 5 V<sub>CC</sub>. Los filtros de salida C1 y C3 se encargan de controlar la reactancia de la carga conectada a esta fuente.

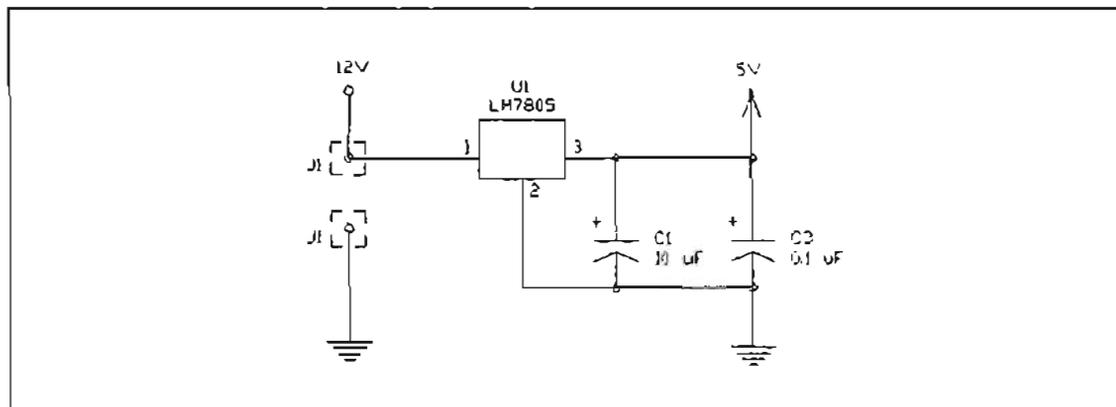


Figura 2.8. Diagrama esquemático de la fuente de 5 volts

### II.3.3 Teclado

La Figura 2.9 muestra el circuito que se encarga de poner en cada una de las entradas del microcontrolador el nivel lógico correspondiente al estado de la tecla (SW).

Es decir, cuando la tecla no está pulsada se inyecta a la entrada del microcontrolador una corriente limitada por la resistencia de 10 k que proviene de la fuente de 5 V, con lo que se tiene un nivel lógico alto o "1".

Por el contrario, si la tecla está pulsada la corriente cambia de sentido y se descarga a tierra, provocando un nivel lógico bajo o "0" en la entrada del microcontrolador.

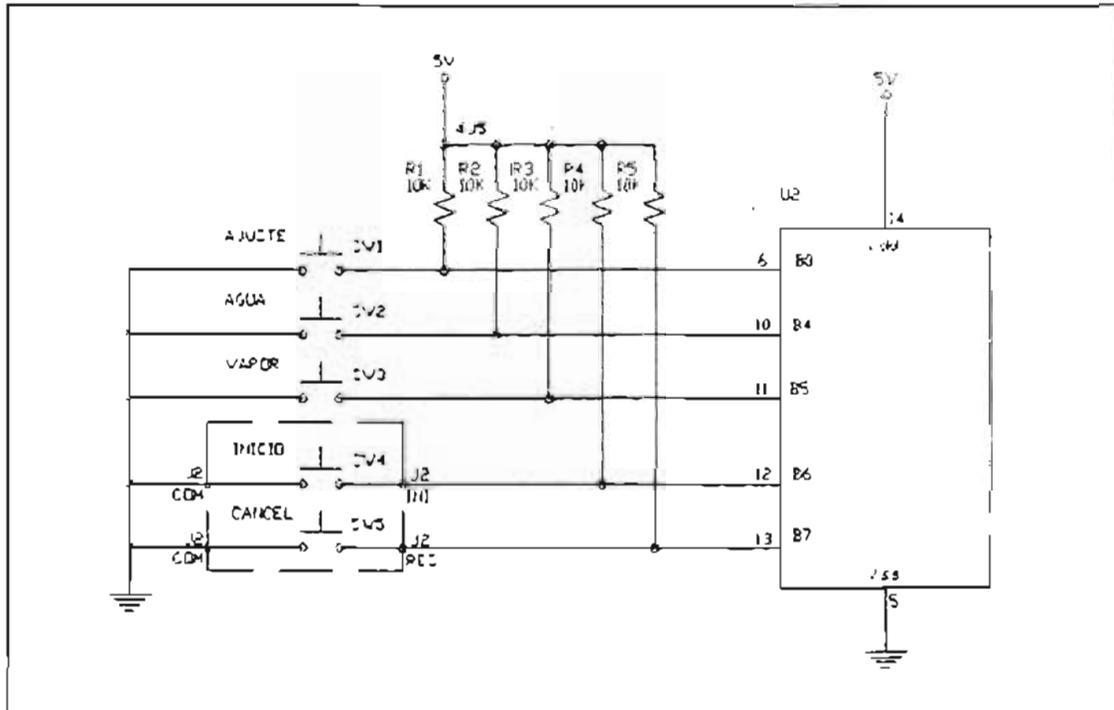


Figura 2.9. Diagrama esquemático del teclado

### II.3.4 Acondicionamiento de la señal del termopar

El acondicionamiento de señal (Figura 2.10.) se lleva a cabo en el circuito AD594A (U5). Inicialmente, este circuito integrado recibe la señal de voltaje del termopar tipo J en sus terminales 1 y 14. Si esto no ocurriera así, encenderá el indicador LED conectado a la terminal 12 del circuito integrado y la salida será de 0 volts.

Internamente, el circuito que amplifica la señal del termopar es un amplificador operacional que viene preparado para obtener una ganancia de  $10 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ , controlado por una resistencia interna de retroalimentación de  $47 \text{ k}$ . Esta resistencia también está conectada a las terminales 5 y 8 del circuito integrado, por lo que en este caso se inhabilita con un puente (JP5) y la ganancia se controla con una resistencia externa de  $124 \text{ k}$  conectada entre las terminales 8 y 9 para obtener una amplificación de  $31.2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ .

El capacitor C6 filtra los ruidos de alta frecuencia que pudieran ocasionar mal funcionamiento del circuito integrado.

La salida del circuito U5 se introduce a través de un puente (JP2) a la terminal 18 del microcontrolador (U2), que está configurada como la entrada inversora del comparador C1. El nivel de voltaje de la entrada no inversora está controlado por el módulo de referencia interna.

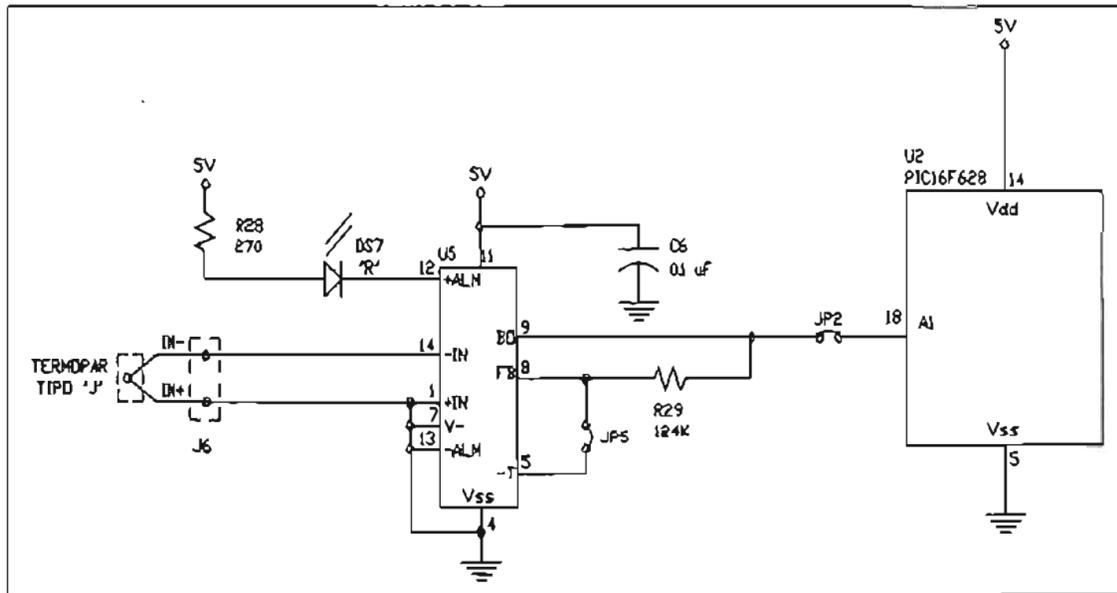


Figura 2.10. Diagrama esquemático de la señal de temperatura

### II.3.5 Circuito para despliegue de tiempo y temperatura

En este circuito (Figura 2.11) se utilizan tres terminales del microcontrolador U2 para controlar el flujo de información que será desplegado. De la terminal 8 salen 16 datos en forma serial.

Cada uno de ellos se recorre en la transición de un estado alto a un bajo en la terminal 3 de registro de desplazamiento MC14094 (U3 y U4) la cual es generada por la terminal de salida 7 del microcontrolador.

Una vez que los 16 datos están formados dentro de los registros de desplazamiento, son cargados a su puerto de salida (Q1-Q8) en la transición de un estado alto a un bajo en la terminal 1 de los registros de desplazamiento y que es generada por la terminal de salida 9 del microcontrolador.

Los despliegues DS3 y DS4 de 7 segmentos son de ánodo común, lo que implica que un estado lógico bajo en una línea del puerto de salida de los registros de desplazamiento habilita el encendido del segmento correspondiente.

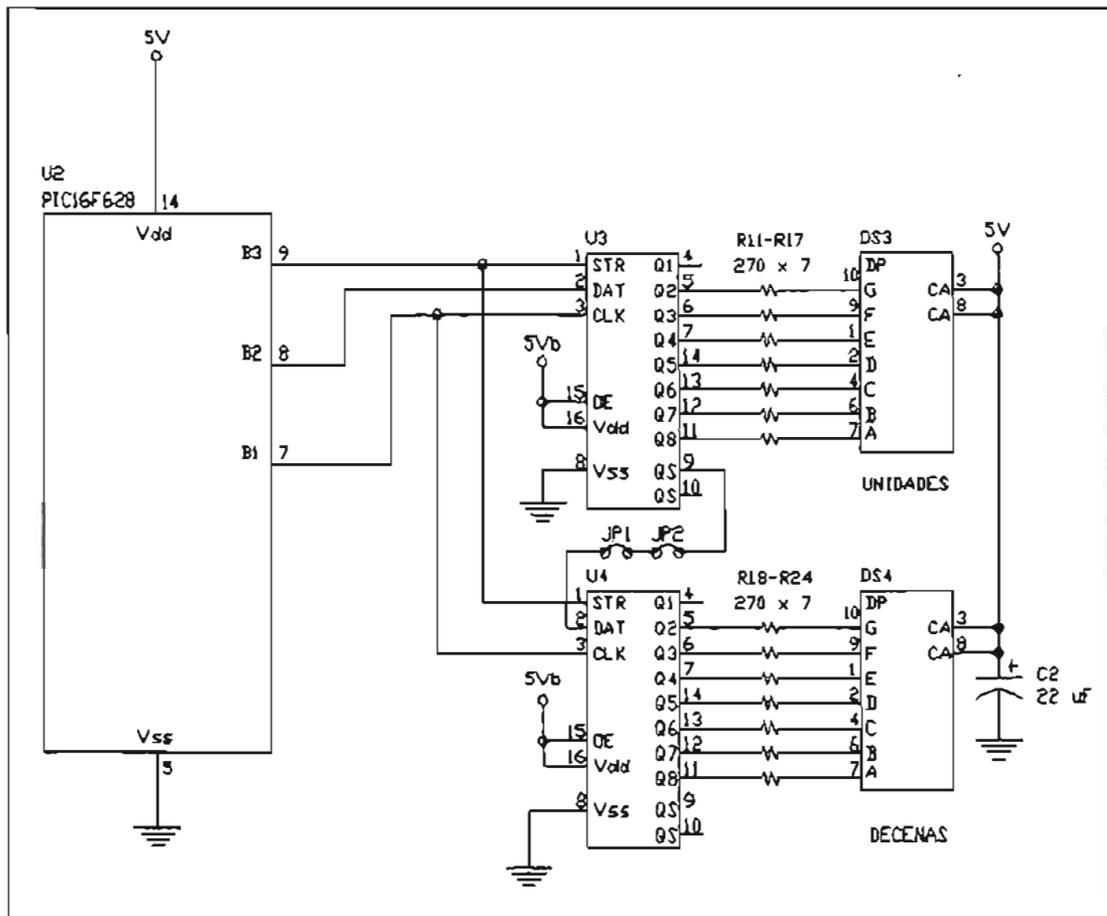


Figura 2.11. Diagrama esquemático de despliegue

### II.3.6 Circuito de potencia para válvulas solenoide

Este circuito (Figura 2.12) utiliza la terminal de salida 15 para llevar a saturación o a corte al transistor Q1 (NPN). Cuando el transistor entra en saturación habilita la tierra a la bobina del relevador K1 que energiza la válvula solenoide para permitir el paso de agua. Se puede apreciar que en paralelo a esta bobina está conectado un indicador LED (DS1) que muestra el estado de la salida en el panel de control. También está conectado en inversa y en paralelo un diodo de alta velocidad de conmutación para proteger al transistor y al indicador contra la descarga provocada por la inductancia de la bobina del relevador, una vez que el transistor pasa de un estado de saturación a corte.

El mismo funcionamiento aplica para el circuito conectado a la terminal de salida 16 que se encarga de controlar la válvula solenoide que habilita el paso del vapor, así como el indicador en el panel de control.

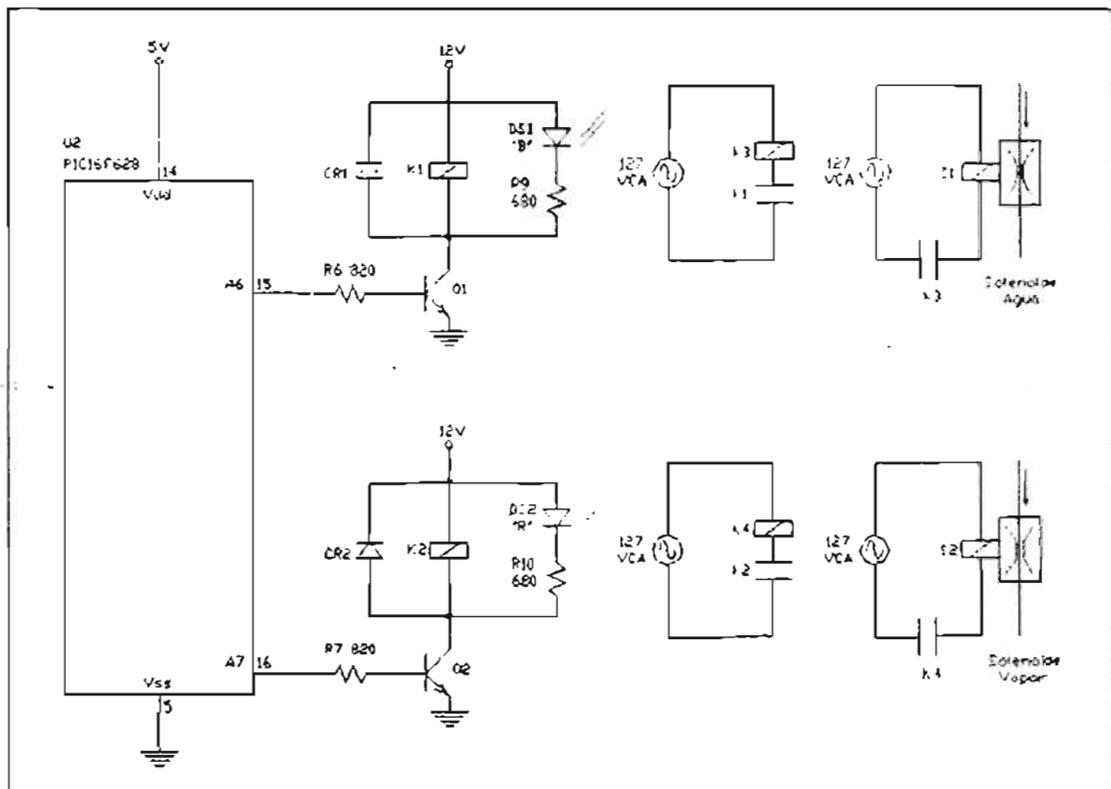


Figura 2.12. Diagrama esquemático de control de válvulas

**CAPITULO III**  
**DISEÑO DE HARDWARE**

### III.1 Dibujos mecánicos

Este capítulo muestra el diseño final del hardware, es decir, no muestra las etapas de diseño y las imágenes, sólo se muestran los objetos sin medidas ni escala. Todas las especificaciones están en la descripción adjunta a la imagen.

Las tarjetas de circuito impreso se diseñaron tomando en cuenta el ancho y la separación de las pistas según la corriente que manejan y el voltaje entre pistas. Sin embargo, para simplificar la fabricación, la separación y anchura en la mayoría de los casos es mayor al mínimo requerido.

La tabla 3.1 muestra información del ancho mínimo en milésimas de pulgada, de acuerdo a los amperes que circulen en la pista de cobre.

La tabla 3.2 muestra información de la separación mínima entre pistas, en milésimas de pulgada, según el voltaje que exista entre ambas pistas de cobre.

Corriente (Amperes)	Anchura de pista (Milésimas de Pulgada)
0.1	1
0.5	8
1	16
2	40
5	140
10	340
20	850

Tabla 3.1. Relación Corriente vs Ancho en pistas

Voltaje (Volts)	Espacio entre pistas (Milésimas de Pulgada)
5	1
100	20
500	100

Tabla 3.2. Relación Voltaje vs Separación en pistas

### III.1.1 Chasis del control

El gabinete que se utiliza es de la marca HIMEL TELEMECANIQUE<sup>MR</sup>. Es metálico de construcción monoblock con laterales formados de una sola pieza perfilada y doblada. La parte posterior está unida a los laterales a través de un perfil especial formando una zona estanca protegida. Pintado exterior e interiormente con resina de poliéster-epoxy color gris claro y texturizado. Cuenta con toma de tierra, puerta con pernos soldados, y sistema de cierre de puerta con llave universal. La tapa inferior y la puerta cuentan con empaques aislantes. En el interior se ubica una placa para fijación de elementos.

Estas características lo hacen un excelente chasis para esta aplicación en la cual intervienen factores de corrosión como el agua y el vapor.

Las medidas del gabinete (Figura 3.1) son: Alto: 250 mm. Ancho: 200 mm. Profundidad: 150 mm.

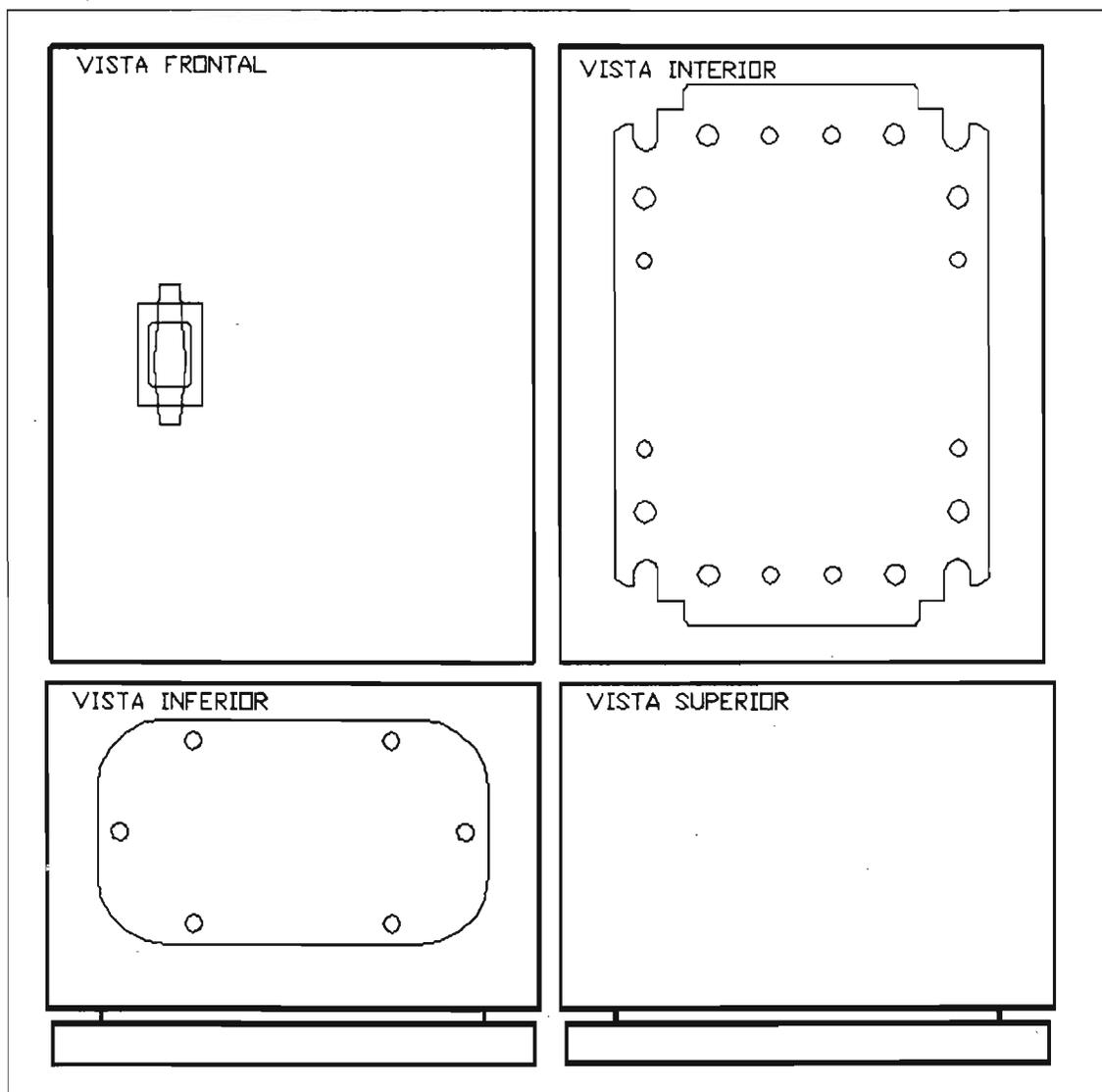


Figura 3.1. Chasis de control

### III.1.2 Tarjeta de circuito impreso de la fuente de alimentación

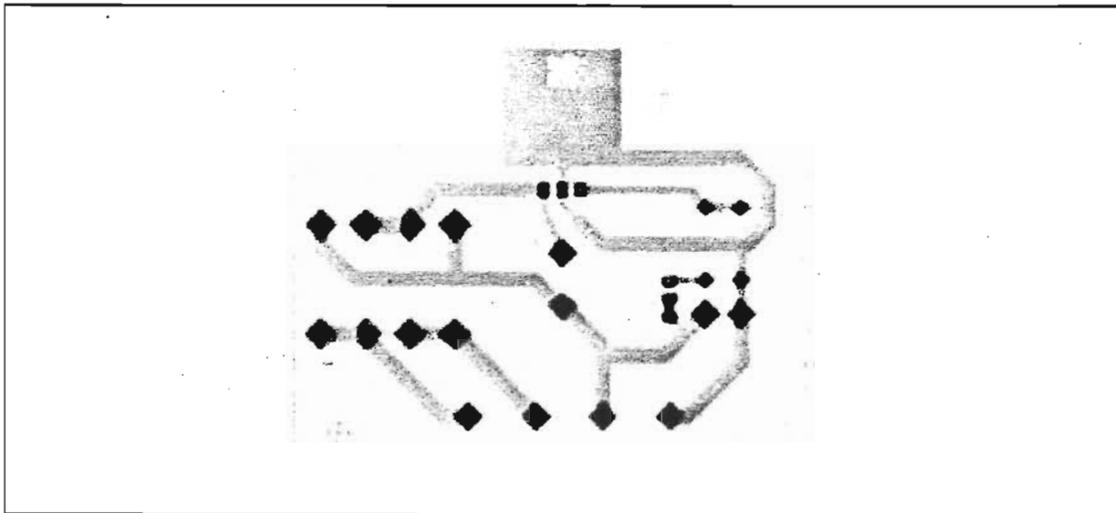


Figura 3.2. Vista en plano Fuente.pcb

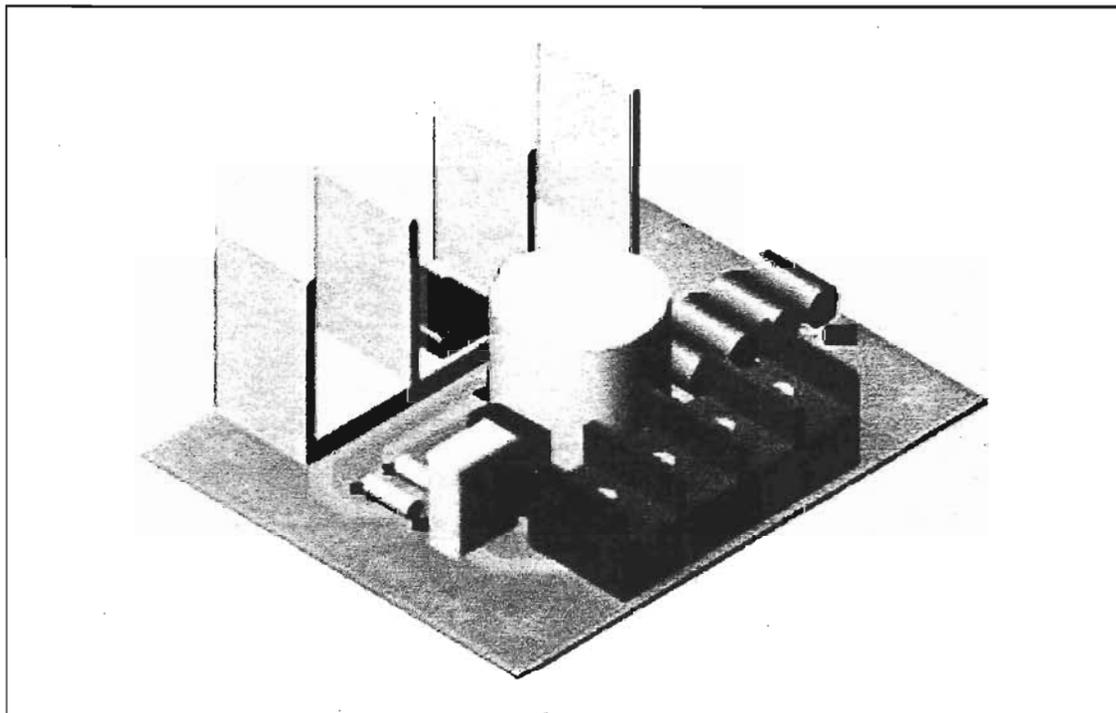


Figura 3.3. Vista volumétrica Fuente.pcb

### III.1.3 Tarjeta de circuito impreso principal

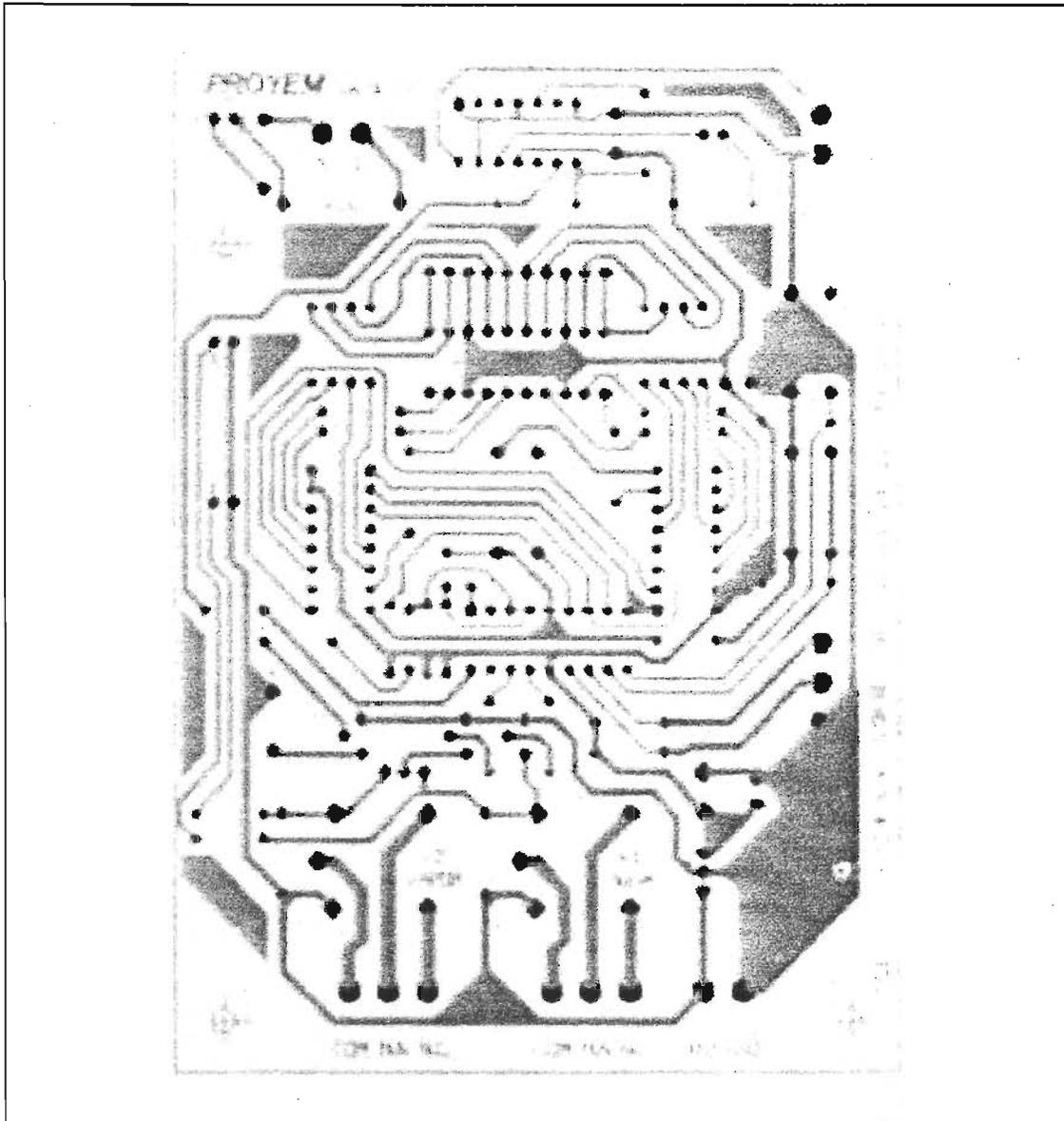


Figura 3.4. Vista en plano Principal.pcb

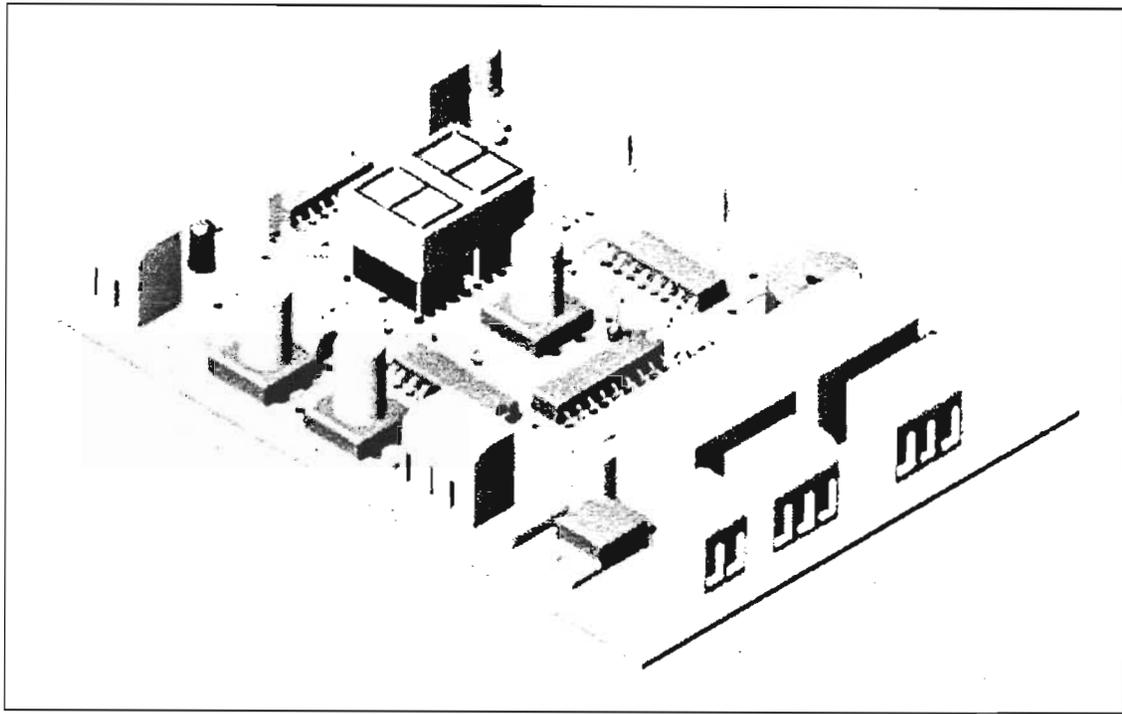


Figura 3.5. Vista volumétrica Principal.pcb

### III.1.4 Distribución de tarjetas en chasis

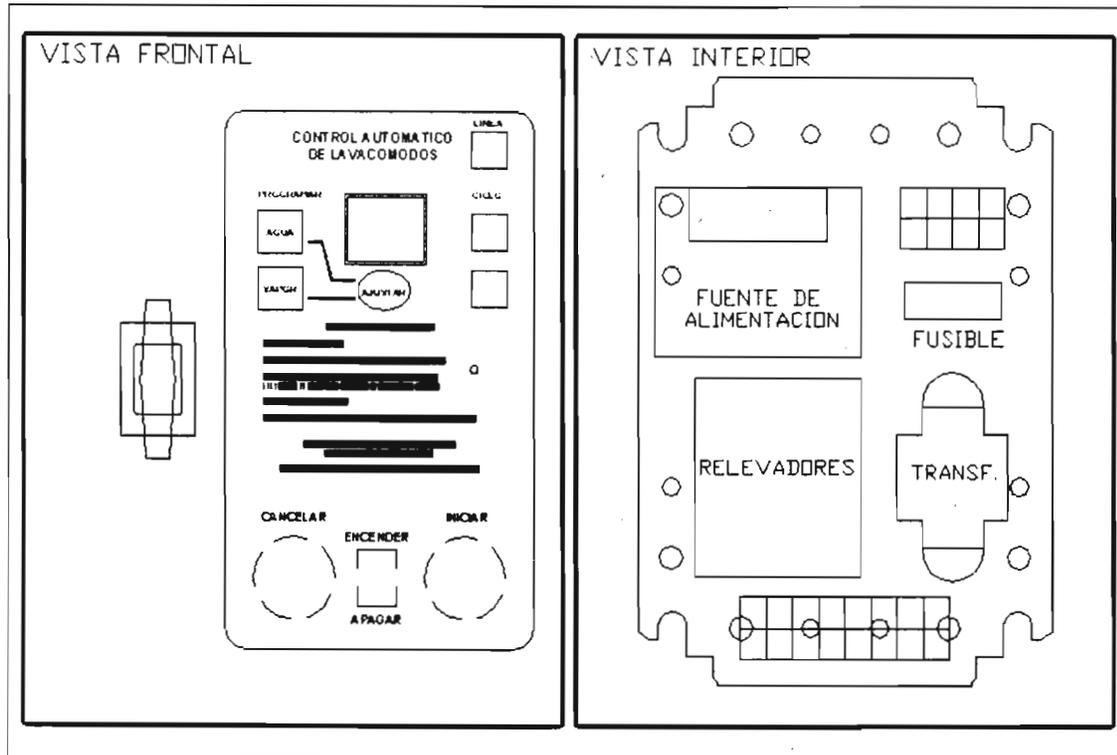


Figura 3.6. Vistas de distribución en chasis

### III.1.5 Barrenos en chasis

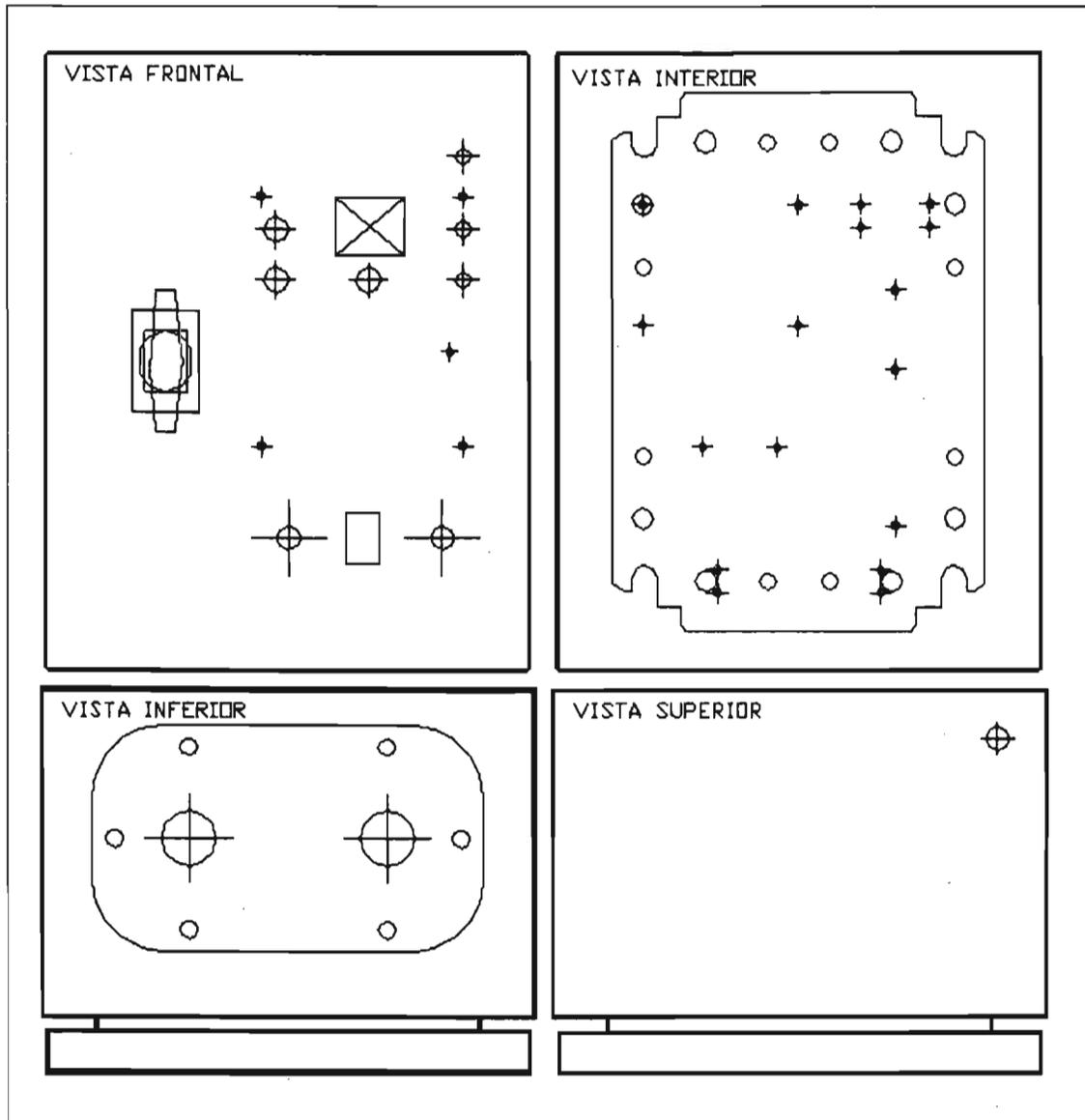


Figura 3.7. Vistas de barrenos en chasis

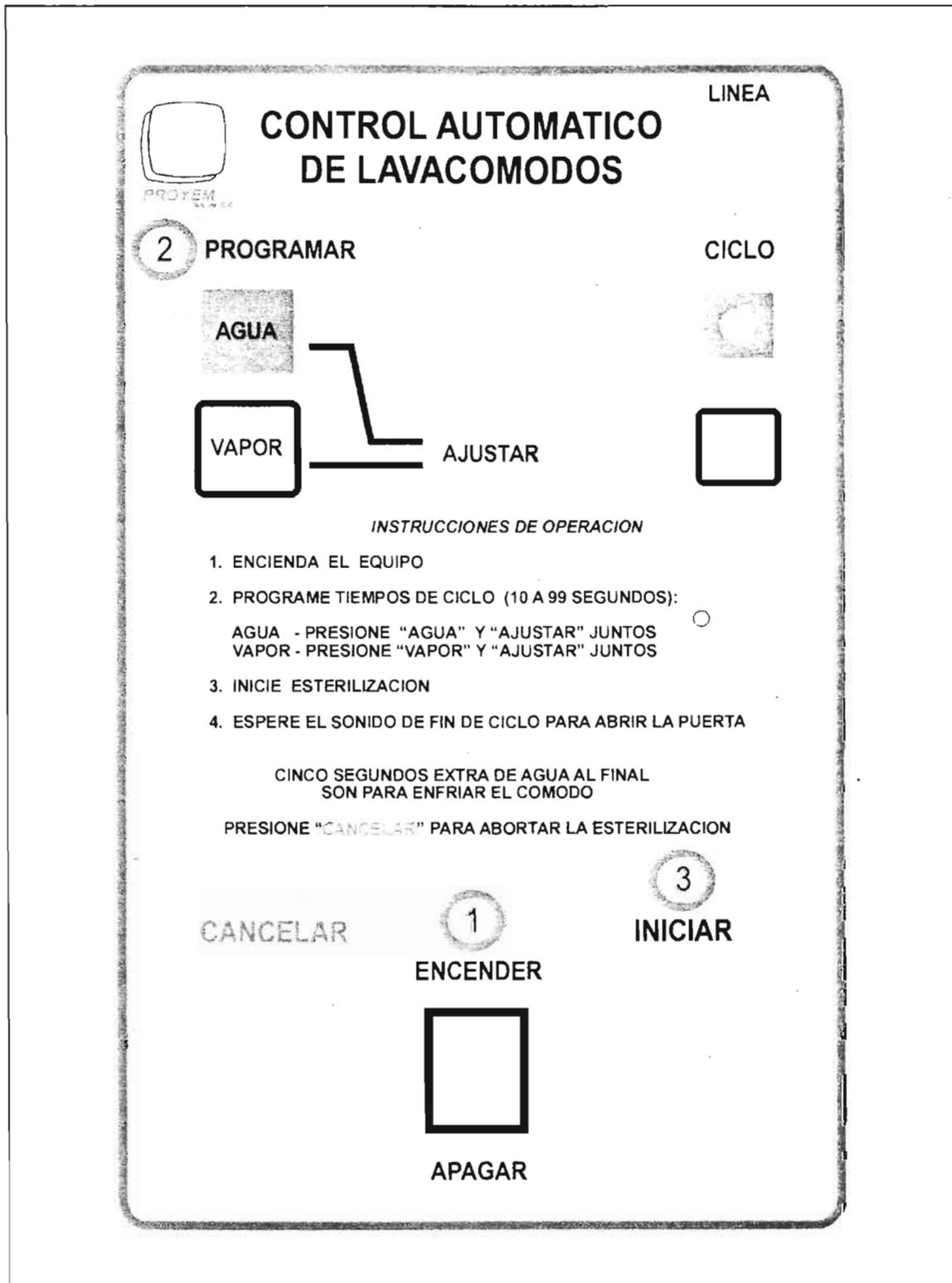


Figura 3.8. Vista en plano de la membrana

### III.1.7 Termopozo para sensor

El termopozo protege la unión de los materiales del termopar, evitando que estas queden expuestas a la corrosión o a la oxidación. Las medidas del termopozo diseñado se muestran en la figura 3.9 y sus características son:

- 1.- Cables (con codificación Americana)
- 2.- Cordón con forro de malla de acero
- 3.- Termopozo de acero inoxidable
- 4.- Termopar tipo "J"

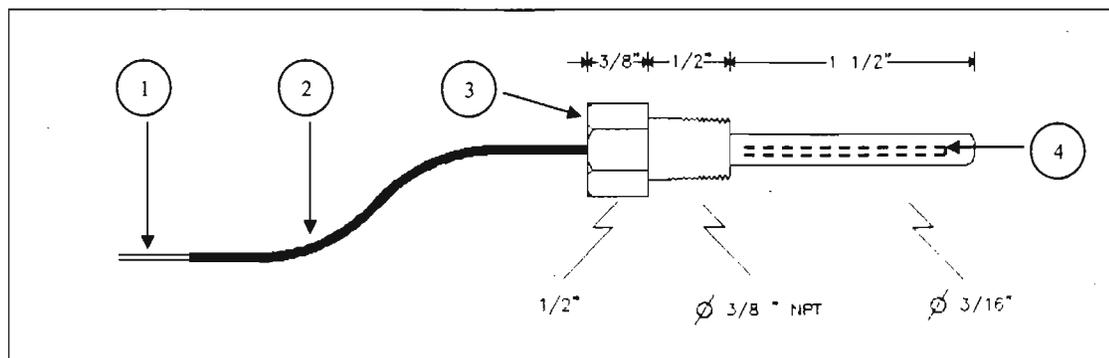


Figura 3.9. Diseño de termopozo

### III.2 Selección y descripción de las válvulas de vapor y de agua

Parámetros como presión y temperatura del fluido fueron tomados en cuenta a la hora de elegir el tipo de válvula que debe usarse en la aplicación. Además de tomar en cuenta la medida de la tubería en la que se integraron estas válvulas.

Apoiados en el "Catalogo General / 1" de datos y especificaciones de productos, Válvulas a Solenoide y Controles de Nivel de la compañía JEFFERSON se hizo la elección de la válvula **Serie 1342** para controlar el flujo de agua y la válvula **Serie 1390** para controlar el flujo de vapor.

- ✓ Características principales de la **Serie 1342**.
  - Normalmente cerrada
  - Acción servo operada a pistón
  - Cuerpo de latón forjado
  - Conexión roscada NPT
  - Servo pistón de acero inoxidable
  - Sellos y asientos de Acrilo Nitrilo para fluidos neutros hasta 80 grados centígrados
  - Bobina capsulada a prueba de agua y corrosión de 13 W.
  - Presión máxima de fluido: 15 Bares
  - Diámetro de conexión: 1, 1/2"

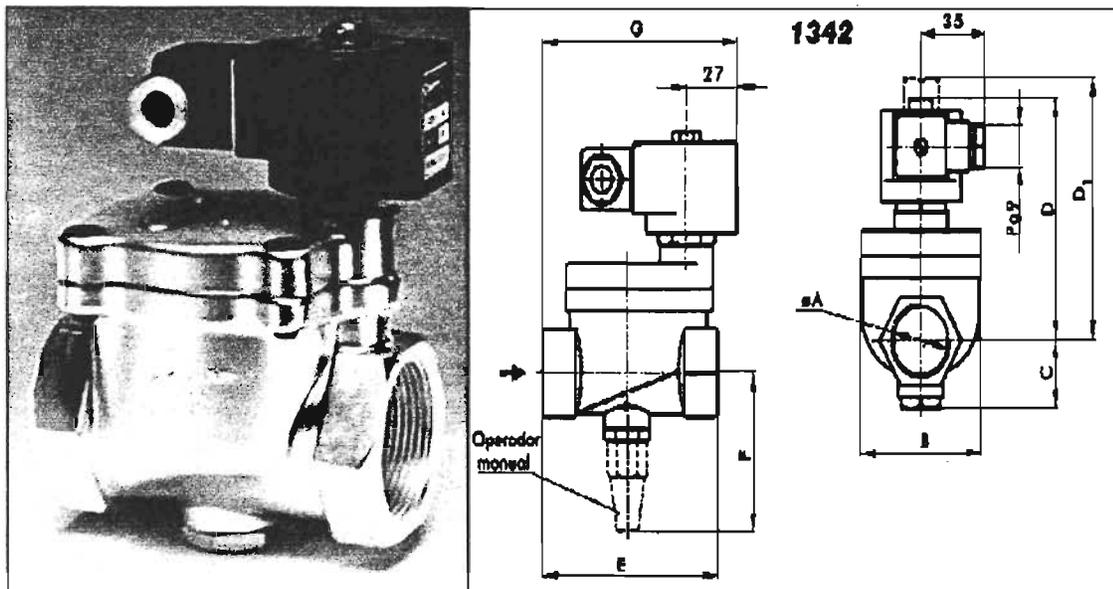


Figura 3.10. Vista y medidas de válvula serie 1342

✓ Características principales de la **Serie 1390**.

- Normalmente cerrada
- Acción servo operada a pistón
- Cuerpo de latón
- Conexión roscada NPT
- Servo pistón de acero inoxidable
- Sellos y asientos de teflón hasta 180 grados centígrados
- Bobina capsulada a prueba de agua y corrosión de 13 W.
- Presión máxima de fluido: 15 bares
- Diámetro de conexión: 3/4"

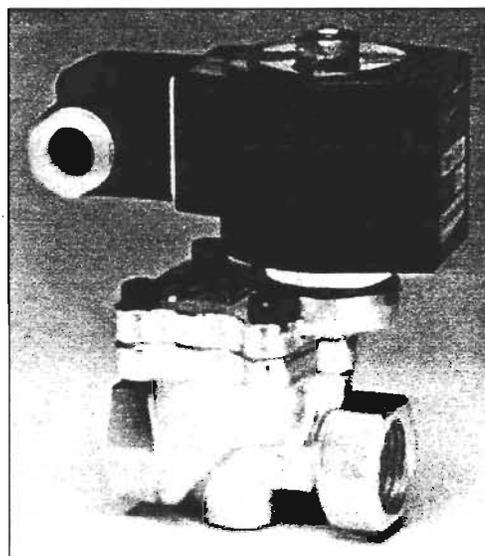


Figura 3.11. Vista de válvula serie 1390

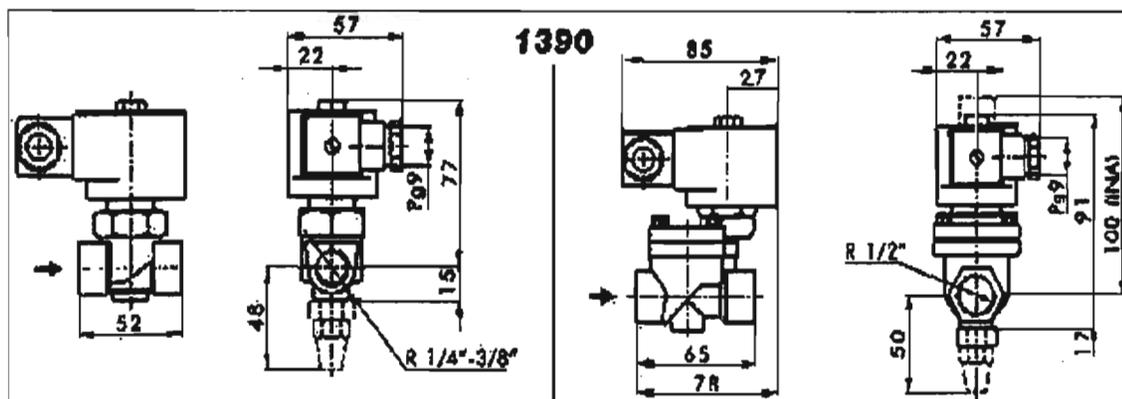


Figura 3.12. Medidas de válvula serie 1390

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO DE SOFTWARE**

## IV.1 Descripción del programa

### DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

```
*****
;* ARCHIVO: Informe.asm          V 2.00          14 MAR 04          *
;* PROYECTO: Programa para controlar los contactos de dos relevadores, uno *
;* habilita la válvula de agua: (PORTA <6>) y otro la de vapor: (PORTA <7>). *
;* a través de una temporización, de 10 hasta 99 segundos para válvula de agua y *
;* 60 hasta 99 segundos para válvula de vapor, seleccionados con teclas *
;* de ajuste agua :PORTB <4>, vapor: PORTB <5>, común: PORTB <0>. *
;* La temporización de cada ciclo (válvula) es desplegada en 2 Despliegues de siete *
;* segmentos STR: PORTB <3> DATA: PORTB <2> CLK: PORTB <1>. *
;* *
;* La tecla para iniciar la temporización (PORTB <6>) y la tecla para cancelar la *
;* temporización (PORTB <7>). Un tono audible anuncia el fin de ambas temporizaciones *
;* (PORTA <4>). Cada relevador tiene conectado un LED en paralelo para indicar la actividad *
;* de cada ciclo y verificar la salida activa. *
;* *
;* Para medir el tiempo (1 s) se cuentan interrupciones por sobreflujo del TMR0. *
;* Se le asigna el prescalador programado a 1:256, para que se incremente cada *
;* 256 us. Se da un valor inicial de 61 (TEORICO) 55 (REAL) al TMR0 para que *
;* rebose cada 256 - 61 = 195 cuentas = 49.92 ms. El contador de ticks (sobreflujos) *
;* está formado por el registro Tick. Se precarga con 20 d (20 x 50 ms = 1 s) y *
;* se decrementa cada tick hasta llegar a cero. *
;* *
;* Una vez iniciado el ciclo de vapor, un termopar tipo "J" sensa la temperatura y la introduce al micro *
;* como señal eléctrica en el pin RA, y a través del cambio de la referencia en el registro VREF y checando *
;* la salida del comparador analógico C2OUT desplegamos temperaturas desde 5°C hasta 80°C, en *
;* múltiplos de 5. *
;* *
;* Una vez alcanzados los 80°C inicia con la temporización programada en vapor con un mínimo de 60 *
;* Seg. *
;* *
;* El bit PORTA <4> es a colector abierto como salida. MCLR está habilitado con un circuito RC externo *
;* ****Los segundos finales de agua para enfriar el cómodo se habilitan en la rutina fin|**** *
;*****
```

## IV.2 Inicialización

La sección que comprende la inicialización comprende del inciso IV.2.1 al IV.2.6 y es aquí donde se configuran el procesador, los registros de funciones específicas (SFR) para uso interno y para uso externo en el caso de los periféricos, la dirección de inicio del programa y la dirección del vector de interrupción.

También se definen los valores de las constantes y los nombres de las variables que son registros de datos en la memoria RAM o en la EEPROM.

### IV.2.1 Definición de procesador, registros y base numérica

DEFINICIÓN DE PROCESADOR BASE NUMÉRICA Y REGISTROS SFR		
list	p=16f628, r=hex	; Definición de procesador y base numérica (radix)
#include	<p16f628.inc>	; Definición de registros de propósito específico

### IV.2.2 Definición de bits de configuración y supresión de mensajes de banco

SUPRESIÓN DE MENSAJES DE ERROR Y CONFIGURACIÓN DE BITS	
; Directiva supresora de mensajes de banco ERRORLEVEL -302	
; Configuración de bits	
__CONFIG_CP_ALL & _PWRTE_ON & _WDT_ON & _BODEN_OFF & _DATA_CP_OFF	
&	_LVP_OFF & _MCLRE_ON & _INTRC_OSC_NOCLKOUT

### IV.2.3 Declaración de constantes

DECLARACIÓN DE CONSTANTES			
*****			
Mis constantes			
*****			
ATime	EQU	0x3C	; 60 segundos limite para abortar el proceso
UTAMin	EQU	0x00	; Unidades de limite inferior programable para agua (en segundos)
DTAMin	EQU	0x01	; Decenas de limite inferior programable para agua (en segundos)
UTVMin	EQU	0x00	; Unidades de limite inferior programable para vapor (en segundos.)
DTVMin	EQU	0x06	; Decenas de limite inferior programable para vapor (en segundos.)
Time	EQU	0x14	; Para contar 20 ticks
TmrIni	EQU	0x37	; Valor inicial 55 a TMR0 (ticks cada 50 ms)
TeLibre	EQU	0	; Bandera de tecla liberada
TeInfo	EQU	1	; Bandera que indica que el teclado mantiene la misma información
TeHold	EQU	2	; Bandera para dar inicio al ajuste rápido en el prog. de agua o vapor
TimAct	EQU	3	; Bandera de ciclo Activo
TimEnd	EQU	4	; Bandera de ciclo total transcurrido
TimMid	EQU	5	; Bandera de ciclo de agua transcurrido
TimPar	EQU	6	; Bandera de ciclo de vapor transcurrido
TimSeg	EQU	7	; Bandera de 1 seg. transcurrido
RUT	EQU	0	; Bandera de registro de unidades de temperatura
Tempe	EQU	1	; bandera de temperatura > a 80 °C
Ochenta	EQU	2	; Bandera de referencia 2
RAM_0	EQU	H'0020'	; Dirección de inicio de GPRs

#### IV.2.4 Declaración de variables

DECLARACIÓN DE VARIABLES	
CBLOCK	RAM_0
Aborto	; Contador de segundos antes de abortar
CUS	; "Información del Conteo de Unidades de Segundos"
CDS	; "Información del Conteo de Decenas de Segundos"
UPA	; "Información de Unidades de seg. Programadas en Agua"
DPA	; "Información de Decenas de seg. Programadas en Agua"
UPV	; "Información de Unidades de seg. Programadas en Vapor"
DPV	; "Información de Decenas de seg. Programadas en Vapor"
UTC	; "Información de Unidades de temperatura en Vapor"
DTC	; "Información de Decenas de temperatura en Vapor"
Aux	; Registro Auxiliar (contador, comparador, etc)
Nteclas	; Keyboard buffer (lógica negativa)
Pteclas	; Keyboard buffer (lógica positiva)
Temp	; Keyboard buffer temporal
Flags	; Byte para 8 banderas
Flags1	; Byte para 8 banderas
Tx1	; Byte decodificado con el dígito decenas de segundos
Tx2	; Byte decodificado con el dígito unidades de segundos
Conta1	; Contador de loop externo (20 ms)
Conta2	; Contador de loop interno (20 ms)
Conta3	; Contador de ciclos sonoros
Tick	; Contador de ticks
Fast	; Contador de incremento rápido
Status_temp	; Almacén temporal p/status previo a la interrupción
W_temp	; Almacén temporal p/W previo a la interrupción
Dato	; Almacén temporal para escribir la DATA EEPROM
Comp	; Registro comparador para hallar la referencia de voltaje
ENDC	

#### IV.2.5 Origen de programa

ORIGEN DE PROGRAMA		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
	ORG 0	;Localidad del vector reinicio
	goto main	;Ejecuta programa principal
	ORG 4	;Localidad del vector interrupción
	goto rsint	;Ejecuta rutina de servicio de interrupción

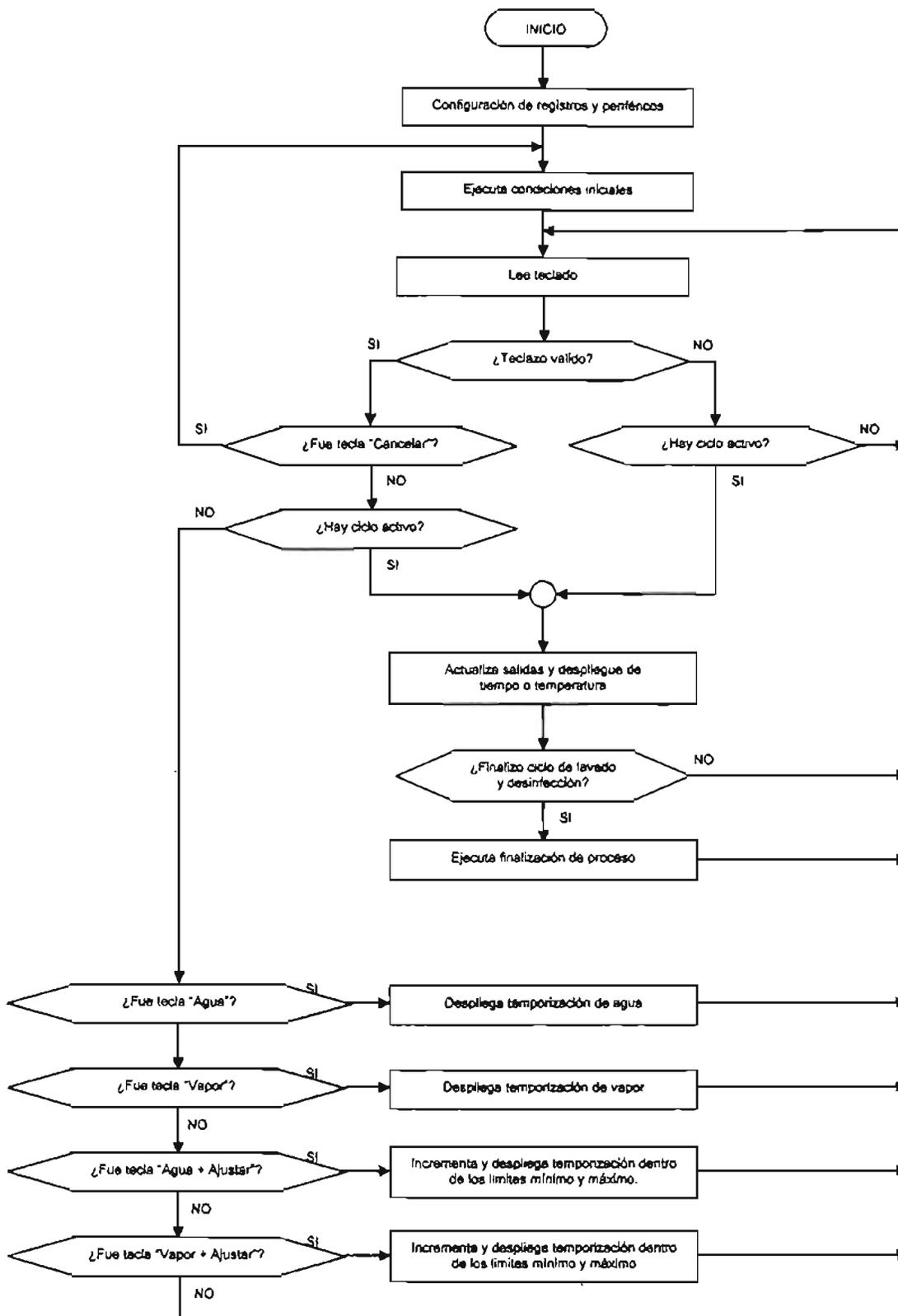
#### IV.2.6 Declaración de registros en memoria de datos EEPROM

DECLARACIÓN DE REGISTROS EN MEMORIA DE DATOS EEPROM		
Etiqueta	Directiva	Comentario
main:		
UniAgu	DE 0x01	;Nombre de la dir. 1 en la data EEPROM
DecAgu	DE 0x02	;Nombre de la dir. 2 en la data EEPROM
UniVap	DE 0x03	;Nombre de la dir. 3 en la data EEPROM
DecVap	DE 0x04	;Nombre de la dir. 4 en la data EEPROM

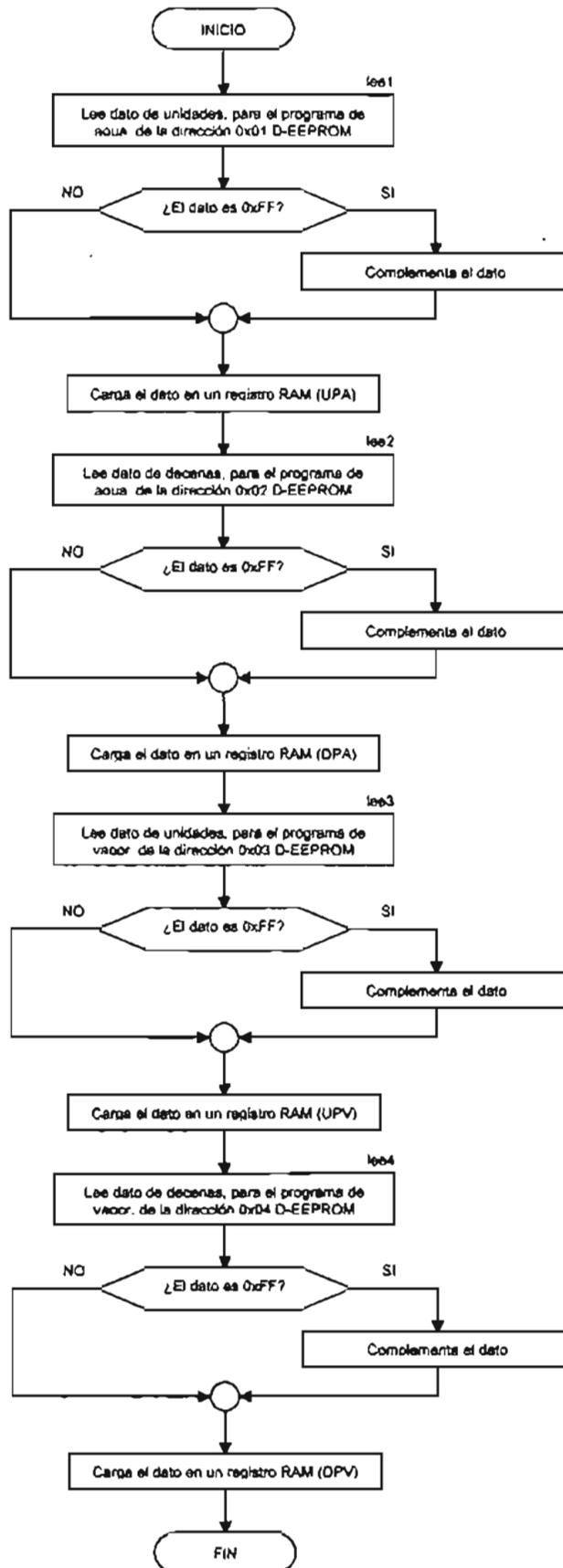
#### IV.2.7 Configuración de registros de funciones especiales

CONFIGURACIÓN DE LOS REGISTROS DE FUNCIONES ESPECIALES		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
	clrf PORTA	;Inicializa PORTA
	clrf STATUS	; Limpia el registro STATUS
	movlw 0x20	;
	movwf STATUS	;Selecciona banco 1
	movlw 0x2f	;
	movwf TRISA	;I/O's 0010 1111
	movlw 0xE1	;Habilita voltaje de referencia
	movwf VRCON	; con salida por el pin RA2
	clrf PORTB	;Inicializa PORTB
	movlw 0xF1	;
	movwf TRISB	;Como salidas 1111 0001
	bcf TXSTA, TXEN	;Deshabilita USART
	movlw 0x87	;
	movwf OPTION_REG	;Configura hardware del TMR0
	movlw 0x00	;
	movwf PIE1	;Deshabilita otras fuentes de interrupción
	goto \$+1	;para sensar temperatura
	movlw 0x08	;
	movwf PCON	;Configura la velocidad del oscilador INTOSC
	bcf STATUS,RP1	;
	bcf STATUS,RP0	;Selecciona banco 0
	movlw 0x04	;
	movwf T1CON	;Deshabilita
	movlw 0x00	;
	movwf T2CON	;TMR1 & TMR2
	goto inicio	;

### IV.3 Rutina principal



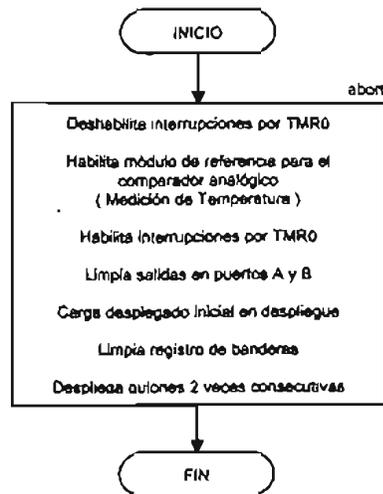
### IV.3.1 Lectura de datos EEPROM



## LECTURA DE DATOS EEPROM

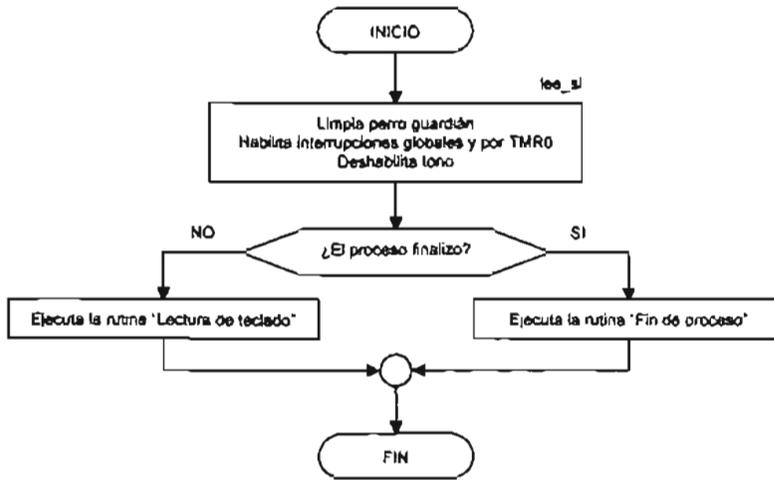
Etiqueta	Instrucción	Comentario
inicio:	nop	;Inicio de lectura de la data EEPROM
lee1:	movlw UniAgu call lee_me movwf UPA comf UPA,f btfss STATUS,Z goto lee2 comf UPA,f	;Carga dirección de data EEPROM ;Lee el dato de la dirección y lo carga ;en el registro UPA ;Complementa para saber si ;¿ Dato = FF ? ;Si, deja el dato complementado ;No, deja el dato original
lee2:	movlw DecAgu call lee_me movwf DPA comf DPA,f btfss STATUS,Z goto lee3 comf DPA,f	;Carga dirección de data EEPROM ;Lee el dato de la dirección y lo carga ;en el registro DPA ;Complementa para saber si ;¿ Dato = FF ? ;Si, deja el dato complementado ;No, deja el dato original
lee3:	movlw UniVap call lee_me movwf UPV comf UPV,f btfss STATUS,Z goto lee4 comf UPV,f	;Carga dirección de data EEPROM ;Lee el dato de la dirección y lo carga ;en el registro UPV ;Complementa para saber si ;¿ Dato = FF ? ;Si, deja el dato complementado ;No, deja el dato original
lee4:	movlw DecVap call lee_me movwf DPV comf DPV,f btfss STATUS,Z goto abort comf DPV,f	;Carga dirección de data EEPROM ;Lee el dato de la dirección y lo carga ;en el registro DPV ;Complementa para saber si ;¿ Dato = FF ? ;Si, deja el dato complementado ;No, deja el dato original

### IV.3.2 Condiciones iniciales



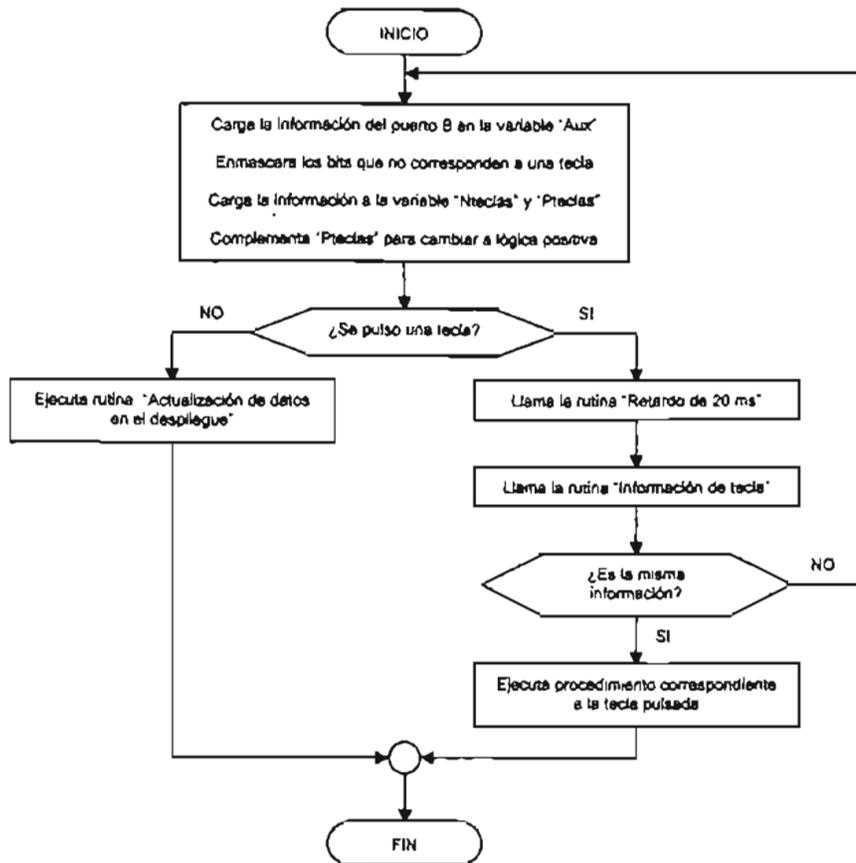
CONDICIONES INICIALES		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
abort:	bcf INTCON, T0IE	;Deshabilita int. por desbordamiento
	bsf STATUS, RP0	;Selecciona banco 1
	movlw 0xE1	;Habilita voltaje de referencia
	movwf VRCON	;con salida por el pin RA2
	bcf STATUS, RP0	;Selecciona banco 0
	bsf INTCON, T0IE	;Habilita int. por desbordamiento
	clrf PORTA	;Limpia salidas
	movlw 0x0A	;Carga desplegado
	movwf CUS	;inicial en los
	movlw 0x0A	;Despliegues de
	movwf CDS	;siete segmentos
	clrf Flags	;Limpia
	clrf Flags1	;banderas
falso:	call Tdeco	;Despliega – en DESPLIEGUE
	call deboun	;Retarda 20 ms
	call Tdeco	;Despliega – en DESPLIEGUE

### IV.3.3 Verificación de ciclo activo



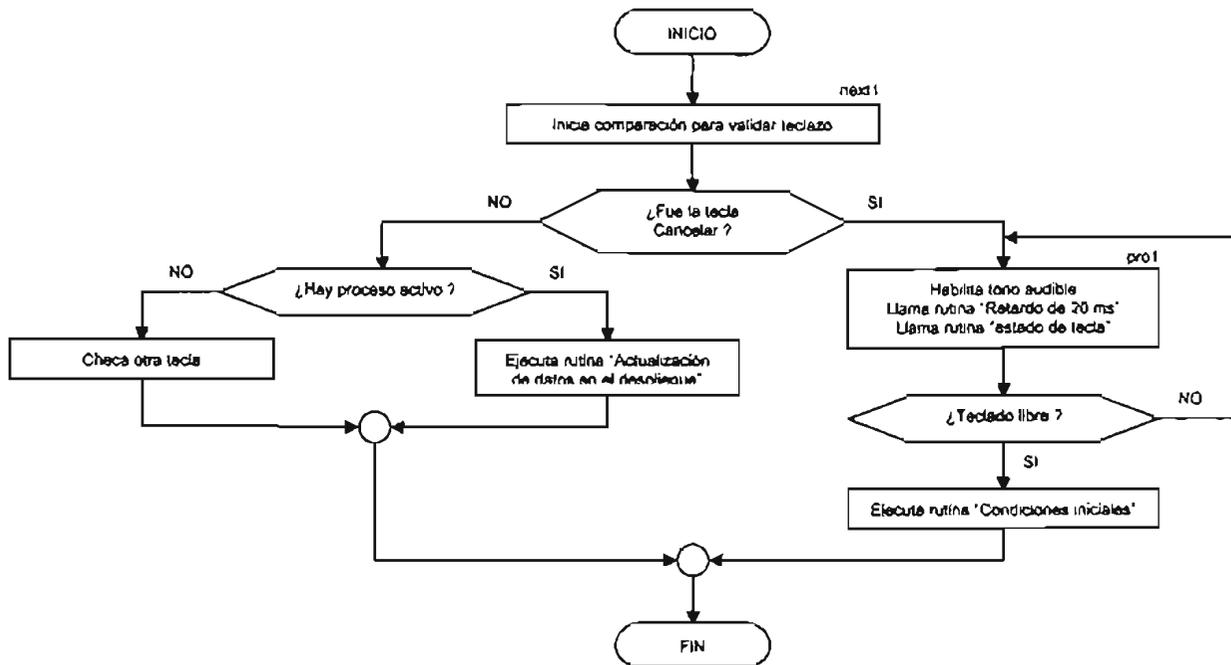
VERIFICACIÓN DE CICLO ACTIVO		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
Lee_si:	<pre> crwdt movlw 0xA0 movwf INTCON bcf PORTA, 4 btfss Flags, TimEnd goto fin           </pre>	<pre> ; ;Limpia perro guardián ;Habilita interrupciones ;globales y por desbordamiento ;Deshabilita buzzer ;¿El tiempo total transcurrió? ;Sí, ejecuta las condiciones finales ;No, continua           </pre>

### IV.3.4 Lectura de teclado



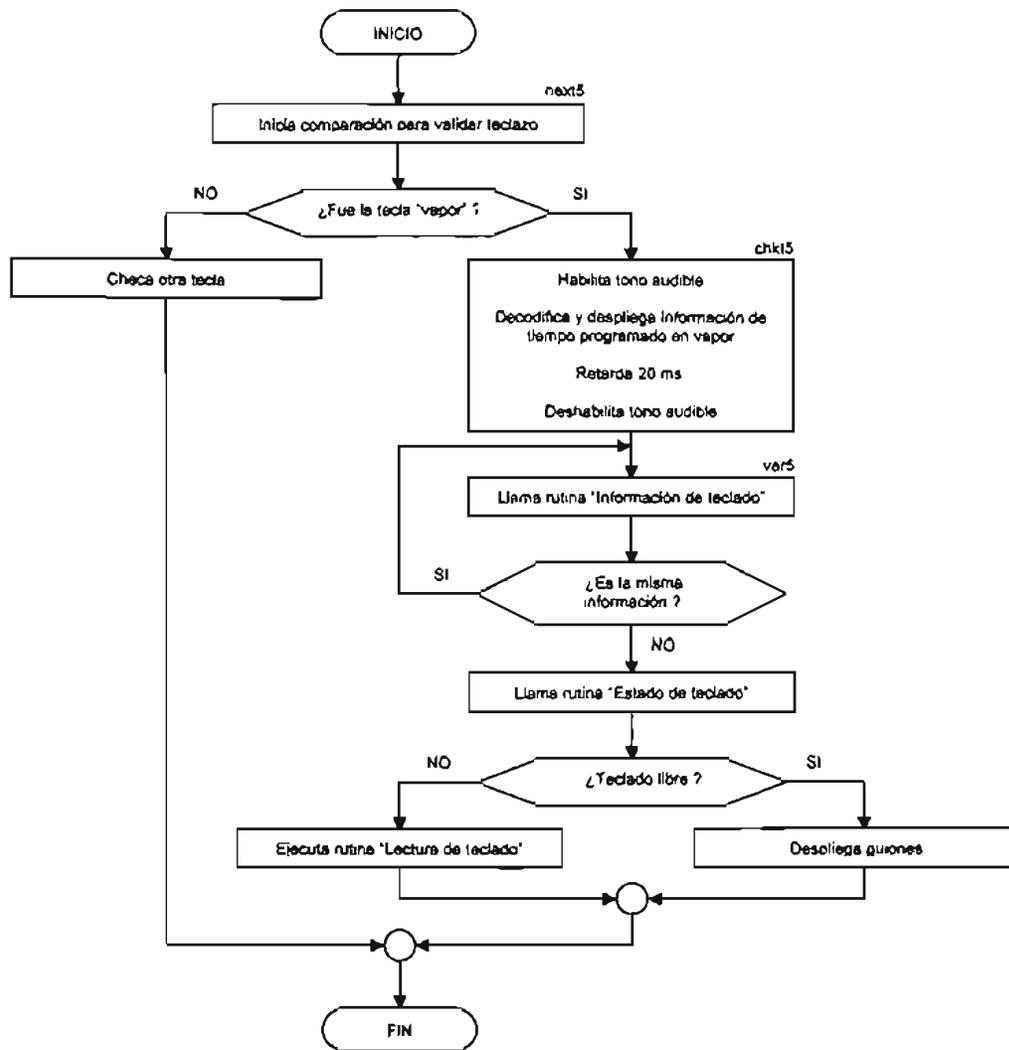
LECTURA DE TECLADO		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
	movf PORTB, w	;Lee teclado y almacena info.
	movwf Aux	;en la variable Aux
	movlw 0x0E	;Enmascara los bits no usados
	iorwf Aux, w	;del puerto B
	movwf Nteclas	;Carga la info. a la variable Nteclas
	movwf Pteclas	;y a la variable Pteclas
	comf Pteclas, f	;Invierte para pasar a lógica positiva
	btfs STATUS, Z	;¿Se pulso una tecla?
	goto value	;No checa cronometro de 1 seg.
	call deboun	;Si, retarda 20 ms.
	call verifica	;Verifica si se mantiene la misma info.
	btfs Flags, TeInfo	;¿Es la misma info.?
	goto Lee_si	;No, lee teclado nuevamente
	nop	;Si, continua

### IV.3.5 Procedimiento "cancelar"



PROCEDIMIENTO CANCELAR		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
next1:	movlw 0x80	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btfs STATUS, Z1	;¿Teclas = 1000 0000 ?
	goto pro1	;Sí, ejecuta proceso 1
	btfs Flags, TimAct	;No, ¿Hay ciclo activo?
	goto value	;Sí, checka temporización
	goto next2	;No, checka otra tecla
pro1:		;
	bsf PORTA, 4	;Habilita buzzer
	call deboun	;Retarda 20 ms
	call lee_no	;Verifica el estado de la tecla
	btfs Flags, TeLibre	;¿Teclado libre?
	goto pro1	;No, verifica nuevamente
	goto abort	;Sí, cancela proceso

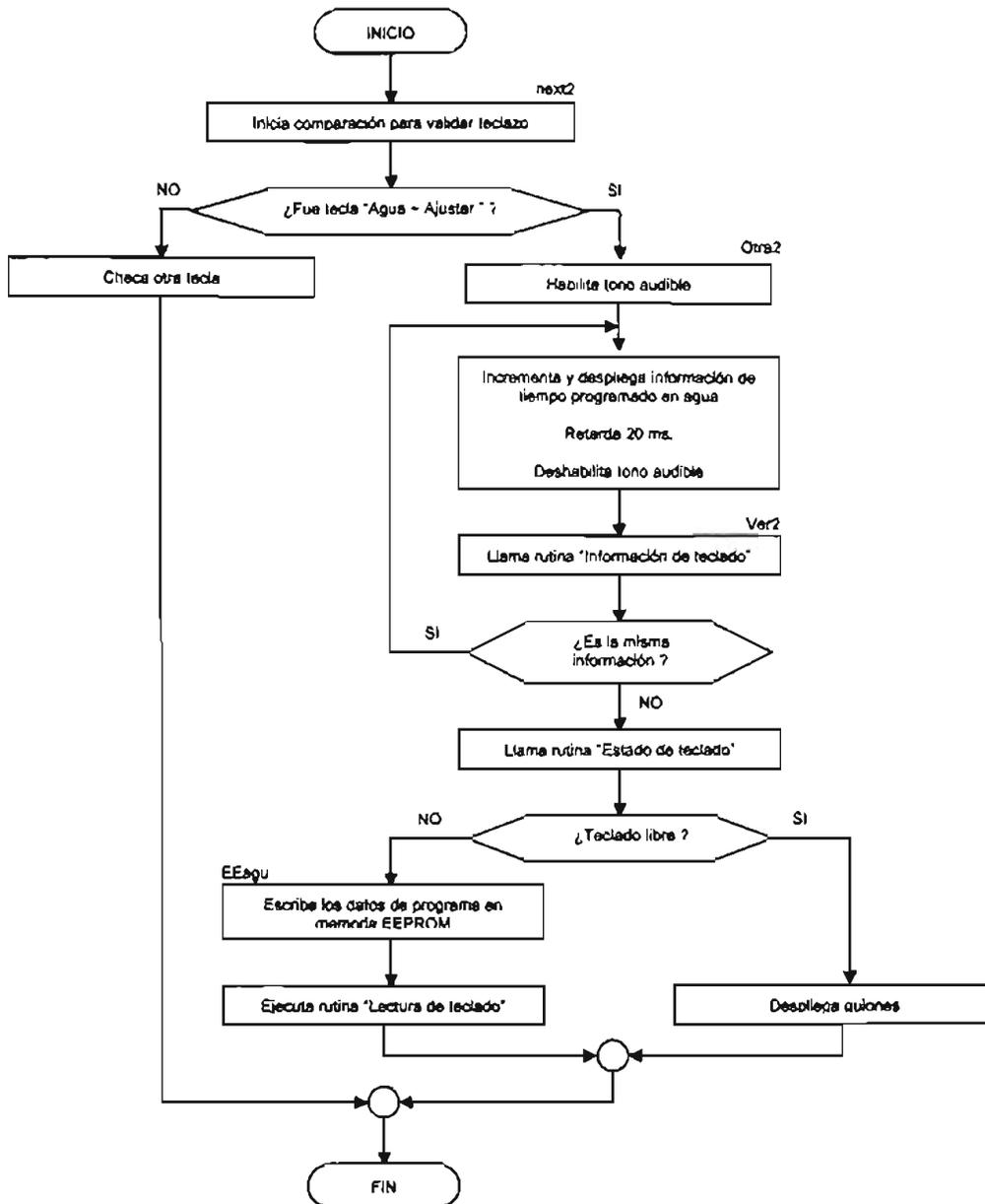


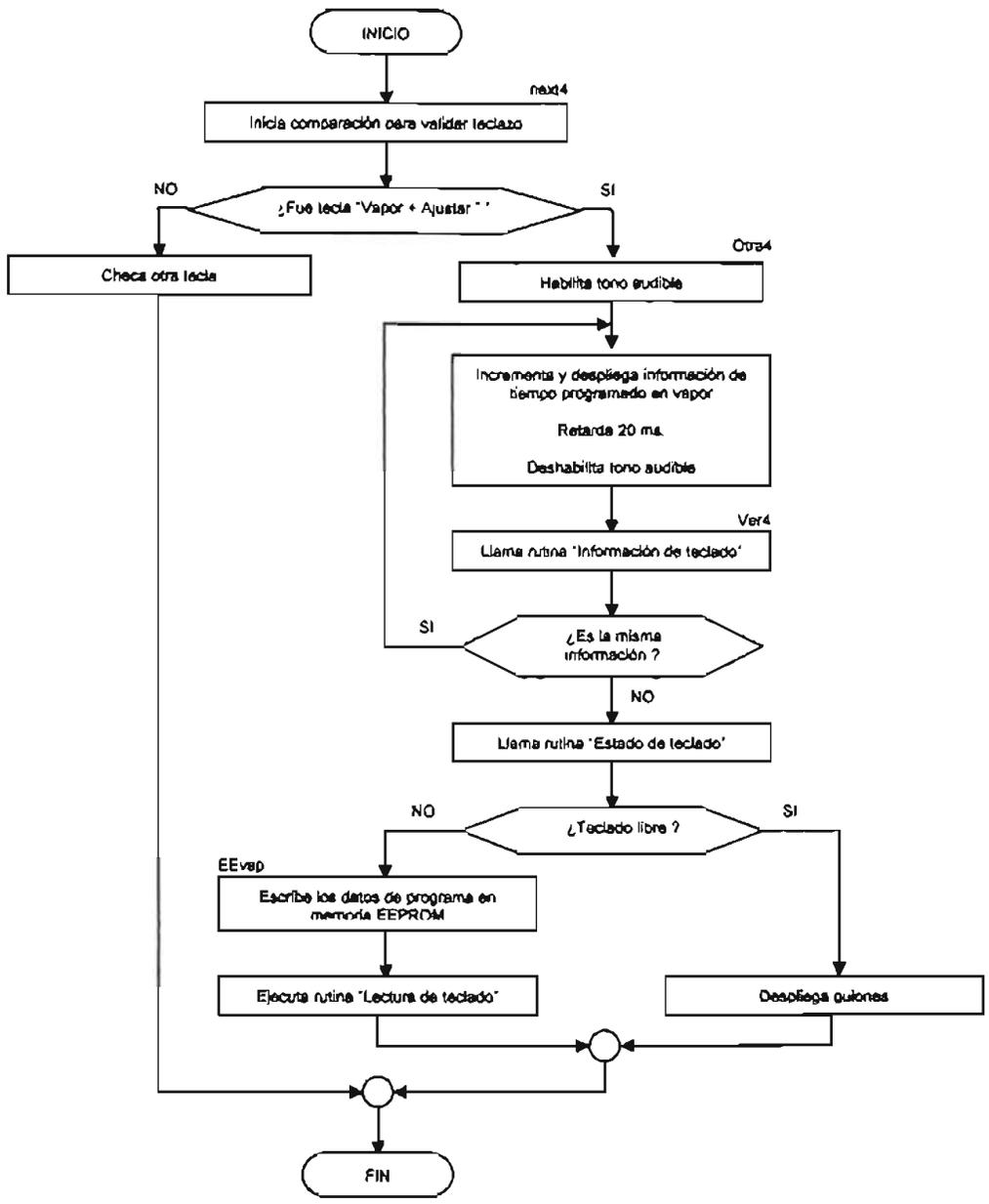


PROCEDIMIENTO AGUA Y VAPOR

Etiqueta	Instrucción	Comentario
		;AGUA
next3:	movlw 0x10	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btsc STATUS, Z1	;¿Teclas = 0001 0000 ?
	goto next4	;No, sigue checando
	bsf PORTA, 4	;Sí, Habilita buzzer
	call PAde	;Decodifica programa de agua
chk3:		;
	movlw 0xEF	; Recarga Nteclas para continuar
	movwf Nteclas	;lectura cuando el flujo proviene
	call deboun	;del proceso cuatro
	bcf PORTA, 4	;Deshabilita buzzer
ver3:		;
	call verifica	;Verifica si se mantiene la información
	btsc Flags, TeInfo	;¿Es la misma info.?
	goto ver3	;Sí, verifica nuevamente
	call lee_no	;No, Verifica si se libero teclado
	btss Flags, TeLibre	;¿Teclado libre?
	goto lee_si	;No, lee teclado
	goto falso	;Sí, decodifica T y lee teclado
		;VAPOR
next5:	movlw 0x20	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btsc STATUS, Z1	;¿Teclas = 0010 0000 ?
	goto next6	;No, sigue checando
	bsf PORTA, 4	;Sí, Habilita buzzer
	call PVde	;Decodifica programa de vapor
chk5:		;
	movlw 0xDF	; Recarga Nteclas para continuar
	movwf Nteclas	;lectura cuando el flujo proviene
	call deboun	;del proceso cinco
	bcf PORTA, 4	;Deshabilita buzzer
ver5:		;
	call verifica	;Verifica si se mantiene la información
	btsc Flags, TeInfo	;¿Es la misma info.?
	goto ver5	;Sí, verifica nuevamente
	call lee_no	;No, Verifica si se libero teclado
	btss Flags, TeLibre	;¿Teclado libre?
	goto lee_si	;No, lee teclado
	goto falso	;Sí, decodifica T y lee teclado

### IV.3.7 Procedimientos "agua + ajustar" y "vapor + ajustar"



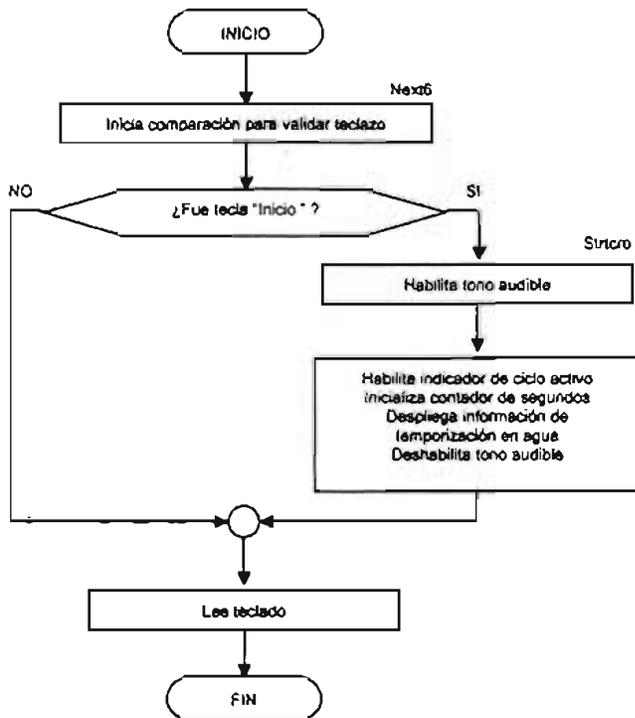


PROCEDIMIENTO "AGUA + AJUSTAR"

Etiqueta	Instrucción	Comentario
		;AGUA
next2:	movlw 0x11	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btfs STATUS, Z1	;¿Teclas = 0001 0001 ?
	goto next3	;No, sigue checando
	bsf PORTA, 4	;Sí, Habilita buzzer
	bcf Flags, TeHold	;Limpia bandera de incremento rápido
	movlw 0x32	; y carga d'50' (= 2 segundos)
	movwf Fast	; al contador de ajuste rápido
otra2:		;
	call deboun	;Retarda 20 ms
	bcf PORTA, 4	;Deshabilita buzzer
	call deboun	;Retarda 20 ms
	incf UPA, f	;Incrementa las unidades
	movlw 0x0A	;programadas en agua
	xorwf UPA, w	;¿ UPA = 10 ?
	btfs STATUS, Z	;No, despliega información
	goto actualA	;del programa de agua
	movlw UTAMin	;Sí, carga 0 segundos
	movwf UPA	;como limite inferior
	incf DPA, f	;Incrementa las decenas
	movlw 0x0A	;programadas en agua
	xorwf DPA, w	;¿ DPA = 10 ?
	btfs STATUS, Z	;No, despliega información
	goto actualA	;del programa de agua
	movlw DTAMin	;Sí, carga 0 segundos
	movwf DPA	;como limite inferior
actualA:		
ver2:	call Pade	;Despliega info. y verifica si
	call verifica	;se mantiene info. En el teclado
	btfs Flags, TeInfo	;¿Es la misma info.?
	goto Eeagu	;No, escribe los datos en DATA EEPROM
	btfs Flags, TeHold	;Sí, ¿Está puesta la bandera de ajuste rápido?
	goto otra2	;Sí, continua incrementando
	call deboun	;No, retarda 20 ms
	decf Fast, f	;Dec. Contador de retardo p / ajuste rápido
	btfs STATUS, Z	;¿Terminó el conteo?
	goto ver2	;No, verifica nuevamente la lectura
	bsf Flags, TeHold	;Sí, habilita bandera de ajuste rápido
	goto otra2	;y verifica nuevamente
EEagu:		
	movf UPA, f	;
	movwf Dato	;Escribe unidades de
	movlw UniAgu	;agua en EEPROM
	call Esc_me	;
	movf DPA, w	;
	movwf Dato	;Escribe decenas de
	movlw DecAgu	;agua en EEPROM
	call Esc_me	;
	goto chk3	;Verifica el estado de la tecla p. de agua

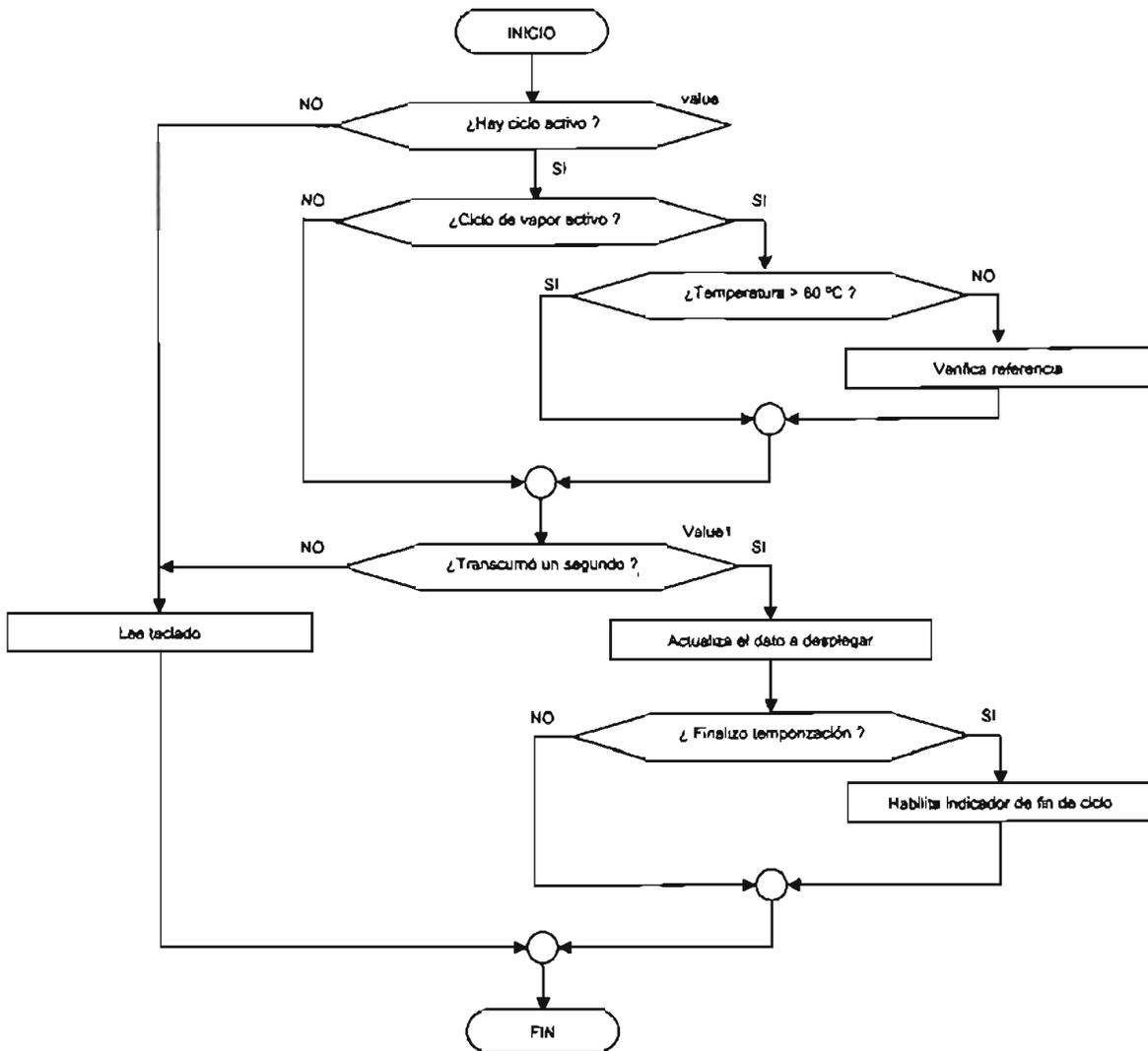
PROCEDIMIENTO "VAPOR + AJUSTAR"		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
		:AGUA
next4:	movlw 0x21	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btsc STATUS, Z1	;¿Teclas = 0010 0001 ?
	goto next5	;No, sigue checando
	bsf PORTA, 4	;Sí, Habilita buzzer
	bcf Flags, TeHold	;Limpia bandera de incremento rápido
	movlw 0x32	; y carga d'50' (= 2 segundos)
	movwf Fast	; al contador de ajuste rápido
otra4:		;
	call deboun	;Retarda 20 ms
	bcf PORTA, 4	;Deshabilita buzzer
	call deboun	;Retarda 20 ms
	incf UPV, f	;Incrementa las unidades
	movlw 0x0A	;programadas en agua
	xorwf UPV, w	;¿ UPV = 10 ?
	btss STATUS, Z	;No, despliega información
	goto actualV	;del programa de vapor
	movlw UTVMin	;Sí, carga 0 segundos
	movwf UPV	;como limite inferior
	incf DPV, f	;Incrementa las decenas
	movlw 0x0A	;programadas en vapor
	xorwf DPV, w	;¿ DPV = 10 ?
	btss STATUS, Z	;No, despliega información
	goto actualV	;del programa de vapor
	movlw DTVMin	;Sí, carga 0 segundos
	movwf DPV	;como limite inferior
actualV:		
ver4:	call PVde	;Despliega info. y verifica si
	call verifica	;se mantiene info. En el teclado
	btsc Flags, TeInfo	;¿Es la misma info.?
	goto EEvap	;No, escribe los datos en DATA EEPROM
	btsc Flags, TeHold	;Sí, ¿Está puesta la bandera de ajuste rápido?
	goto otra4	;Sí, continúa incrementando
	call deboun	;No, retarda 20 ms
	decf Fast, f	;Dec. Contador de retardo p / ajuste rápido
	btss STATUS, Z	;¿Terminó el conteo?
	goto ver4	;No, verifica nuevamente la lectura
	bsf Flags, TeHold	;Sí, habilita bandera de ajuste rápido
	goto otra4	;y verifica nuevamente
EEvap:		
	movf UPV, f	-----
	movwf Dato	;Escribe unidades de
	movlw UniVap	;vapor en EEPROM
	call Esc_me	-----
	movf DPV, w	-----
	movwf Dato	;Escribe decenas de
	movlw DecVap	;vapor en EEPROM
	call Esc_me	-----
	goto chk5	;Verifica el estado de la tecla p. de vapor

### IV.3.8 Procedimiento "Inicio de proceso"



PROCEDIMIENTO "INICIO DE PROCESO"		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
next6:	movlw 0x40	;Inicia comparación
	subwf Pteclas, w	;Compara restando
	btfsc STATUS, Z1	;¿Teclas = 0100 0000 ?
	goto falso	;No, decodifica T y lee teclado
	bsf PORTA, 4	;Sí, habilita buzzer
strtcro:		;Inicia conteo
	movlw ATime	;Inicializa el contador de segundos
	movwf Aborto	;antes de abortar el proceso
	movlw Time	;Inicializa el contador de 20 ticks
	movwf Tick	;
	movlw TmrIni	;Inicializa timer
	movwf TMR0	;para contar 50 ms (un tick)
	bcf Flags, TimSeg	;Limpia bandera de segundo finalizado
	bsf PORTA, 6	;Habilita salida relevador agua
	movf UPA, w	;Carga la info. De unidades y decenas ;programadas en
	movwf CUS	agua
	movf DPA, w	;al contador descendente de unidades
	movwf CDS	; y decenas de segundos
	call Tdeco	;Despliega la información de tiempo
	call deboun	;retarda 20 ms

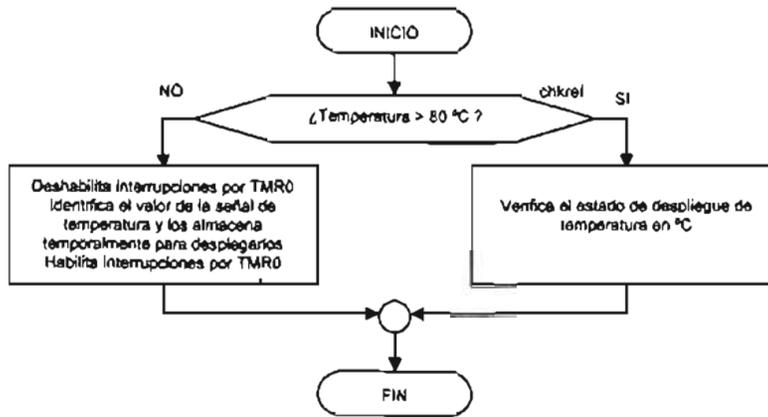
### IV.3.9 Actualización de datos en el despliegue



ACTUALIZACIÓN DE DATOS EN DESPLIEGUE

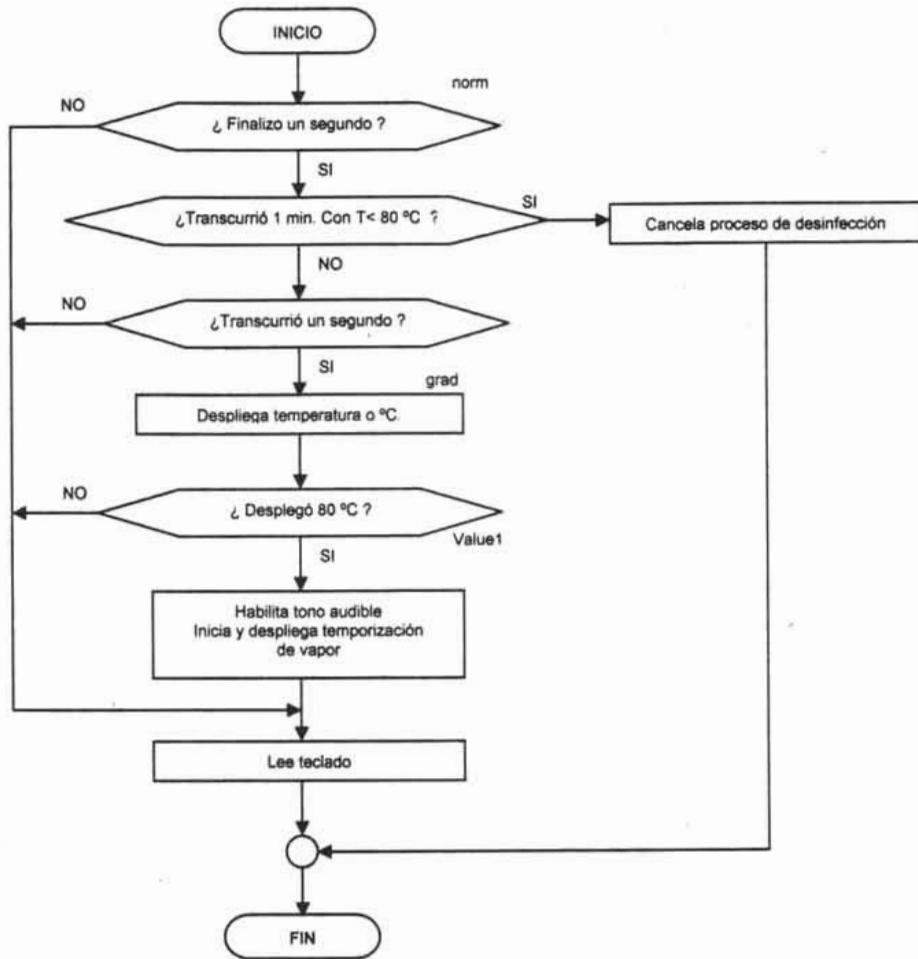
Etiqueta	Instrucción	Comentario
value:	btfs    Flags, TimAct	;¿Hay ciclo activo?
	goto    lee_si	;No, lee teclado
	btfs    PORTA, 7	;¿Inicio ciclo de vapor ?
	goto    value_1	;No, continúa con la actualización
	btfs    Flags1, Tempe	;Sí, ¿T > 80°C ?
	goto    chkref	;No, verifica la referencia
Value_1:	btfs    Flags, TimSeg	;Finalizó 1 segundo ?
	goto    lee_si	;No, lee teclado
	bcf     flags, TimSeg	;Sí, limpia bandera de segundos
	movf    CUS, f	;Checa CUS
	btfs    STATUS, Z	;¿ CUS = 0 ?
	goto    deCUS	;No, decrementa CUS
	movlw   0x09	;Sí, carga un 9 en CUS
	movwf   CUS	;y continua actualizando
	movf    CDS, f	;Checa CDS
	btfs    STATUS, Z	;¿ CDS = 0 ?
	goto    deCDS	;No, decrementa CDS
	clrf    CUS	;Sí, el tiempo ha terminado
	clrf    CDS	;limpiamos los registros del
	bsf     Flags, TimEnd	;conteo de unidades y decenas
	call    Tdeco	;Despliega la información de tiempo
	goto    fin	;Ejecuta rutina de finalización
deCUS:	decf    CUS, f	;Actualiza CUS
	call    Tdeco	;y decodifica la nueva información
	goto    lee_si	;lee teclado
deCDS:	decf    CDS, f	;Actualiza CDS
	call    Tdeco	;y decodifica la nueva información
	goto    lee_si	;lee teclado

### IV.3.10 Procesamiento de la señal de temperatura



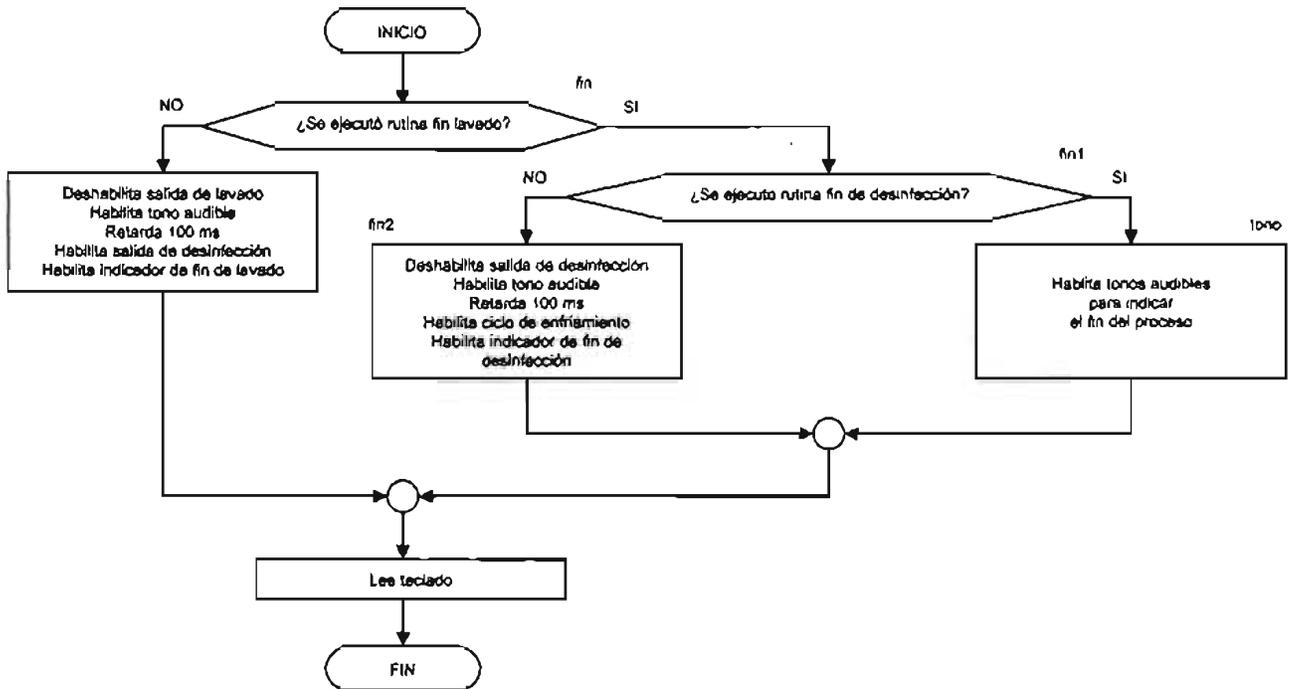
PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL DE TEMPERATURA		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
chkref:	btfsc Flags1, Ochenta goto norm bcf INTCON, T0IE bsf STATUS, RP0 movf VRCON, w bcf STATUS, RP0 movwf Comp movlw 0xF0 iorwf Comp, f	;¿Inicio el despliegue de 80°C? ;Si, verifica el estado del despliegue ;Deshabilita int. X desb. del TMR0 ;Selecciona banco 1 ;Carga VRCON a w ;Selecciona banco 0 ;Carga w al registro comparador ;enmascara los bits ;no usados del registro
ref1:	movlw 0xF1 subwf Comp, w btfss STATUS, Z goto ref2 btfss CMCON, C2OUT goto cinco movlw 0x00 movwf UTC movlw 0x01 movwf DTC bsf STATUS, RP0 movlw 0xE2 movwf VRCON bcf STATUS, RP0 goto ref2	;Resta para ;verificar la referencia ;¿Esta puesta la bandera de ref. 1? ;No, checa la siguiente referencia ;Si, ¿ T > 5.0°C ? ;No, continua con la misma referencia ;Si, carga 0 en las unidades ;del registro de temperatura ;y 1 en las decenas ;en el registro de Temperatura ;Selecciona banco 1 ;Selecciona referencia 2 ; ; ;
cinco:	movlw 0x05 movwf UTC movlw 0x00 movwf DTC	;Si, carga 5 en las unidades ;del registro de temperatura ;y 0 en las decenas ;del registro de temperatura
.	.	.
.	.	.
.	.	.
ref16:	bsf INTCON, T0IE	;Habilit. int. X desbordamiento del TMR0

### IV.3.11 Despliegue de temperatura en °C



DESPLIEGUE DE TEMPERATURA EN °C			
Etiqueta	Instrucción	Comentario	
norm:	btfs	Flags, TimSeg	;¿finalizó un segundo?
	goto	lee_si	;No, lee teclado
	decfsz	Aborto	;Sí, ¿Aborta el proceso?
	goto	sigue	;No, continuamos
	goto	abort	;Sí, abortamos
sigue:	bcf	Flags, TimSeg	;Limpia bandera de segundos
	btfs	Flags1, Ochenta	;¿ T > 80 °C ?
	goto	Temp.	;Sí, despliega valor y después unidades
	btfs	Flags1, RUT	
	goto	grad	
temp.:	bcf	Flags1, RUT	
	call	Tcde	
	btfs	Flags1, Ochenta	
	goto	lee_si	
segA:	clrwdt		
	btfs	Flags, TimSeg	
	goto	segA	
	bcf	Flags, TimSeg	
grad:	bsf	Flags1, RUT	
	movlw	0x0C	
	movwf	UTC	
	movlw	0x0B	
	movwf	DTC	
	call	Tcde	
	btfs	Flags1, Ochenta	
	goto	lee_si	
segB:	clrwdt		
	bcf	Flags, TimSeg	
	goto	segB	
	bcf	Flags1, Tempe	
	bcf	Flags1, Ochenta	
	bcf	Flags, TimSeg	
	movf	UPV, w	
	movwf	CUS	
	movf	DPV, w	
	movwf	CDS	
	bsf	PORTA, 4	
	call	retl	
	bcf	PORTA, 4	
	call	retl	
	bsf	PORTA, 4	
	call	retl	
	bcf	PORTA, 4	
	call	Tdeco	
	goto	lee_si	

### IV.3.12 Procedimiento "fin de ciclos"



PROCEDIMIENTO "FIN DE CICLOS"			
Etiqueta	Instrucción	Comentario	
fin:	btfss	Flags, TimMid	;Finalizo ciclo de agua?
	goto	fin1	;Si, ejecuta fin de ciclo de agua
	bcf	Flags, TimEnd	;Limpia bandera de fin de ciclo
	bcf	PORTA, 6	;Deshabilita salida de agua
vapor:	movf	DPV, w	;Verifica el dato de
	iorwf	UPV, w	;segundos en vapor
	btfss	STATUS, Z	;¿Programa de vapor = 0?
	goto	fin2	;Si, ejecuta fin 2
	bsf	Flags, TimMid	; No, habilita bandera de vapor
	bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible

fin1:	call	retl	;Retarda 100 ms
	bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible
	bsf	PORTA, 7	;Habilita salida de vapor
	bsf	Flags, TimMid	;Indica fin de ciclo de agua
	goto	lee_si	;Lee teclado
	bitsc	Flags, TimPar	;¿El ciclo de vapor termino?
	goto	fin2	;Sí, ejecuta fin de ciclos
	bcf	Flags, TimEnd	;Limpia bandera fin de ciclo
	movlw	0x05	;Carga 5 segundos como
	movwf	CUS	;tiempo para ciclo de enfriamiento
	clrf	CDS	
	call	Tdeco	;Decodifica la información
	bcf	PORTA, 7	;Deshabilita salida de vapor
bcf	Flags1, Tempe	;Quita indicador de T>80°C	
bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible	
call	retl	;Retarda 100 ms	
bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible	
call	retl	;Retarda 100 ms	
bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible	
call	retl	;Retarda 100 ms	
bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible	
bsf	PORTA, 6	;Habilita salida de agua	
bsf	Flags, TimPar	;Indica fin de ciclo de vapor	
goto	lee_si	;Lee teclado	
fin2:	movlw	0xC0	;Habilita interrupciones
	movwf	INTCON	;globales y periféricas
	bcf	PORTA, 6	;Deshabilita salida de agua
	movlw	0x06	;Habilita contador de
movwf	Conta3	;seis ciclos sonoros	
tono:	bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	bsf	PORTA, 4	;Habilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	bcf	PORTA, 4	;Deshabilita indicador audible
	call	retl	;Retarda 100 ms
	call	retl	;Retarda 100 ms
	call	retl	;Retarda 100 ms
	decsz	Conta3	;¿Terminaron los 6 ciclo sonoros?
	goto	Tono	;No, continua con otro ciclo
	goto	abort	;Sí, reinicia condiciones iniciales

#### **IV.4 Subrutinas de procedimientos generales**

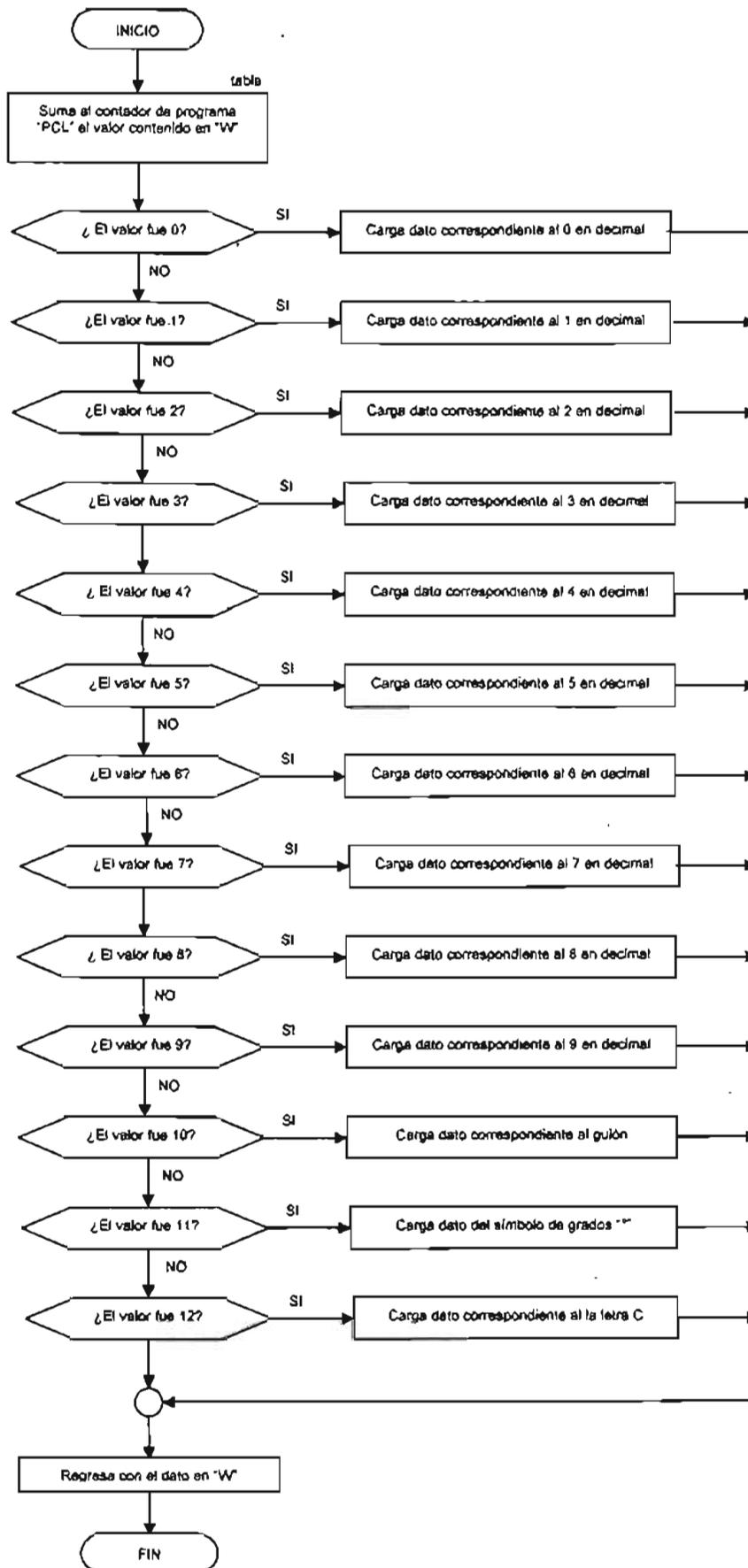
Las subrutinas son bloques de código que comúnmente se ejecutan varias veces durante el programa; es por eso que se utilizan cada vez que se requiere durante el programa principal. Estas subrutinas se mandan a llamar con la instrucción "CALL" y la etiqueta (dirección) correspondiente a la subrutina, ésta termina con la instrucción "RETURN" la cual retorna a la siguiente instrucción después de la llamada.

En el microcontrolador, la instrucción CALL pone en un nivel de la pila (memoria) la dirección del contador de programa (PUSH), es decir, guarda el valor de la dirección donde se presentó la llamada a subrutina y se carga al contador de programa con la nueva dirección para que salte hasta ella y se ejecute la instrucción que ahí se encuentra. La instrucción RETURN extrae el valor de la dirección de la pila (POP) y le suma 1 y la carga al contador de programa, es así como el contador regresa a la instrucción siguiente después de la llamada para ejecutar la instrucción de esa localidad de memoria de programa.

El procedimiento para el manejo de las tablas es similar, pero la instrucción RETURN es sustituida por la instrucción RETLW, que hace lo mismo que la instrucción RETURN y carga un dato al registro w para ser procesado después de la llamada.

Esta sección está conformada por subrutinas y tablas utilizadas por el programa principal.

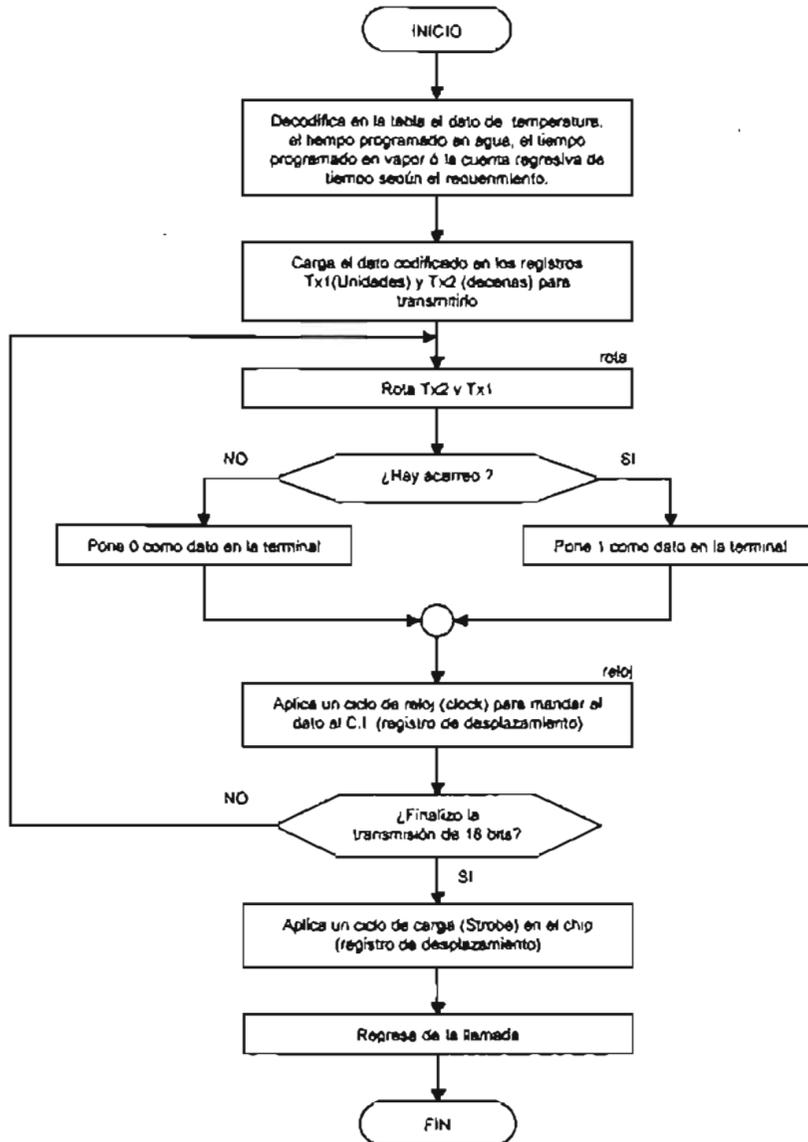
#### IV.4.1 Tabla para decodificación decimal a 7 segmentos



DECODIFICACION DECIMAL A 7 SEGMENTOS

Etiqueta	Instrucción	Comentario
tabla:	addwf PCL, f	;Program Counter Load.
	retlw 0x03	; 0 en decimal
	retlw 0x9F	; 1 en decimal
	retlw 0x25	; 2 en decimal
	retlw 0x0D	; 3 en decimal
	retlw 0x99	; 4 en decimal
	retlw 0x49	; 5 en decimal
	retlw 0x41	; 6 en decimal
	retlw 0x1F	; 7 en decimal
	retlw 0x01	; 8 en decimal
	retlw 0x19	; 9 en decimal
	retlw 0xFC	; - Guión
	retlw 0x39	; ° símbolo de grados
	retlw 0x63	; C de centígrados

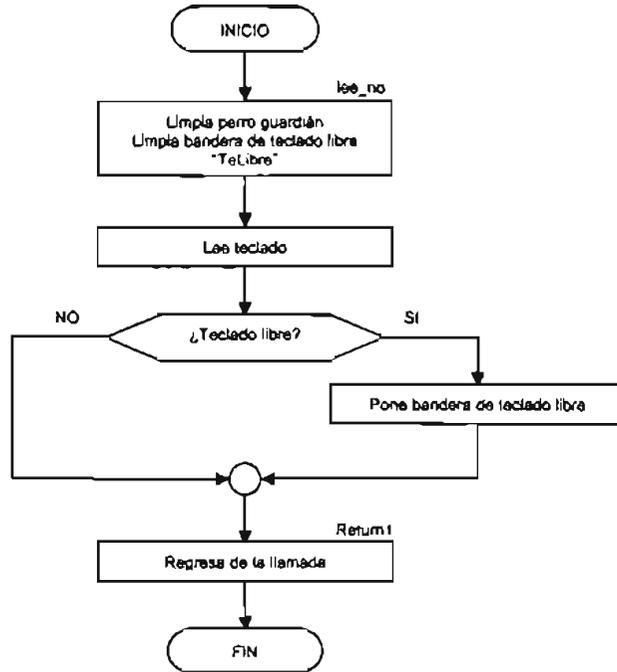
#### IV.4.2 Decodificación y transmisión de información al despliegue



DECODIFICACION Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN AL DESPLIEGUE

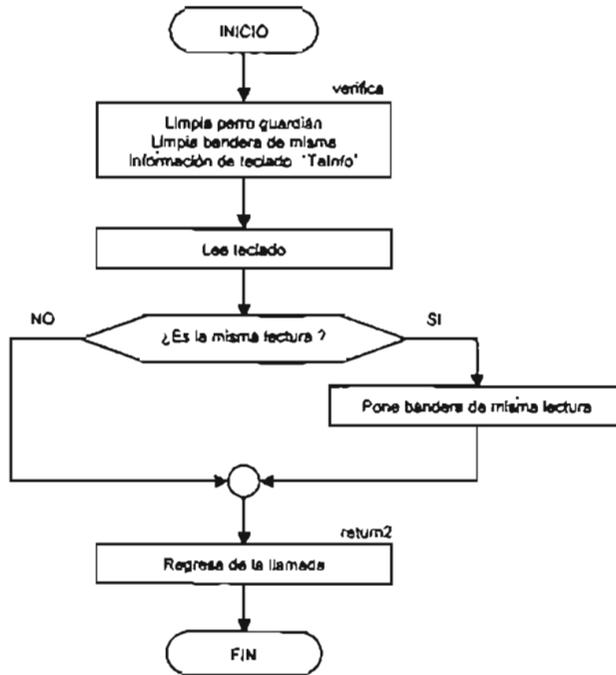
Etiqueta	Instrucción	Comentario
TCDe:	movf UTC, w	;Decodifica unidades de temperatura
	call tabla	; y prepara para transmitir las
	movwf Tx2	; en el despliegue
	movf DTC, w	; Decodifica decenas de temperatura
	call tabla	; y prepara para transmitir las
	movwf Tx1	; en el despliegue
	goto limit	;Inicia transmisión
PAde:	movf UPA, w	;Decodifica unidades de segundos
	call tabla	; programadas en agua y prepara
	movwf Tx2	; para transmitir las al despliegue
	movf DPA, w	; Decodifica decenas de segundos
	call tabla	; programadas en agua y prepara
	movwf Tx1	; para transmitir las en el despliegue
	goto limit	;Inicia transmisión
PVde:	movf UPV, w	;Decodifica unidades de segundos
	call tabla	; programadas en vapor y prepara
	movwf Tx2	; para transmitir las al despliegue
	movf DPV, w	; Decodifica decenas de segundos
	call tabla	; programadas en vapor y prepara
	movwf Tx1	; para transmitir las en el despliegue
	goto limit	;Inicia transmisión
Tdeco:	movf CUS, w	;Decodifica unidades de minutos
	call tabla	; y prepara la transmisión
	movwf Tx2	; para ser desplegada
	movf CDS, w	;Decodifica decenas de minutos
	call tabla	; y prepara la transmisión
	movwf Tx1	; para ser desplegada
limit:	movlw 0x10	;Limita a 16 datos la transmisión
	movwf Aux	; con la variable auxiliar
rota	rlf Tx2, f	;Rota el Byte mas significativo
	rlf Tx1, f	;Rota el Byte menos significativo
	brfsc STATUS, C	¿Hay acarreo?
	goto dato	;Sí, carga 1 en el dato
	bcf PORTB, 2	;No, Carga 0 en el dato
	goto reloj	;Desplaza el dato serialmente
	dato:	bsf PORTB, 2
reloj:	bsf PORTB, 1	;Inicia ciclo de reloj
	bcf PORTB, 2	;Finaliza ciclo de reloj
	decfsz Aux, f	¿Finalizo la transmisión?
	goto rota	;No, aplica la siguiente rotación
	bsf PORTB, 3	;Sí, Inicia ciclo de carga
	bcf PORTB, 3	;Finaliza ciclo de carga
	bcf PORTB, 2	;Carga un 0 como dato
	retlw 0	;Regresa de la llamada

#### IV.4.3 Estado de tecla



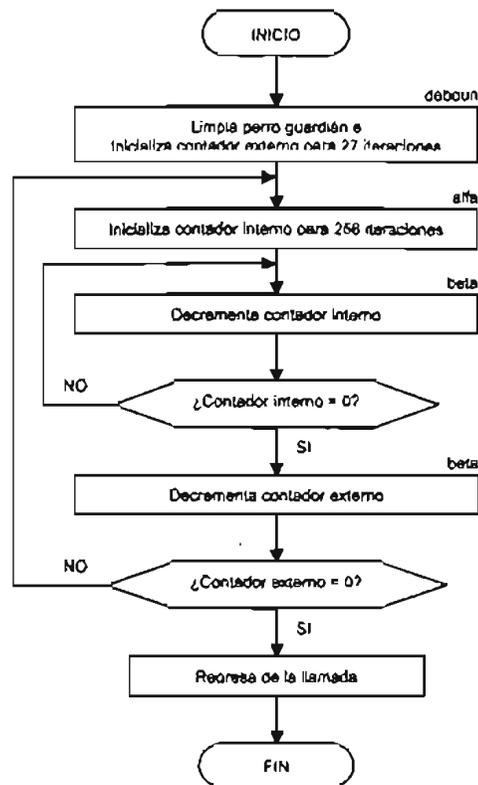
ESTADO DE TECLA		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
lee_no:	Clrwdt bcf     Flags, TeLibre movf    PORTB, w movwf   Aux btfss   STATUS, Z goto   return1 bsf     Flags, TeLibre  retlw   0	;Limpia perro guardián ;Limpia indicación de tecla libre ;Lee teclado y almacena info. ;en la variable auxiliar ;¿Tecla libre? ;No, regresa sin indicación ;Pone indicación y  ;regresa de la llamada
return1:		

#### IV.4.4 Información de tecla



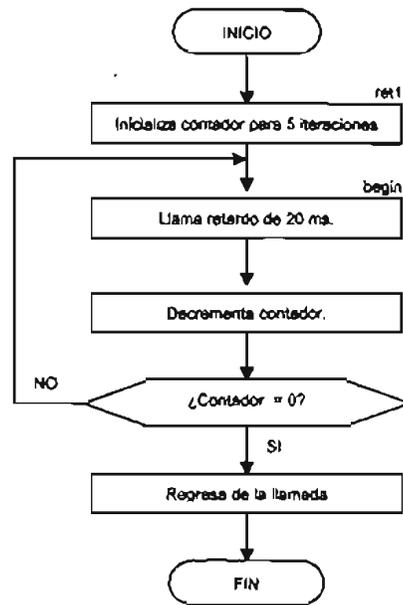
INFORMACIÓN DE TECLA		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
verifica:	Clrwdt bcf       Flags, TeInfo movf     PORTB, w movwf    Aux brfss    STATUS, Z goto     return2 bsf      Flags, TeInfo	;Limpia perro guardián ;Limpia indicación para verificar teclado ;Lee teclado ;Carga info. en la variable auxiliar ;¿Es la misma lectura? ;No, regresa sin indicación. ;Pone indicación y
return2:	retlw    0	;regresa de la llamada

#### IV.4.5 Retardo 20 ms



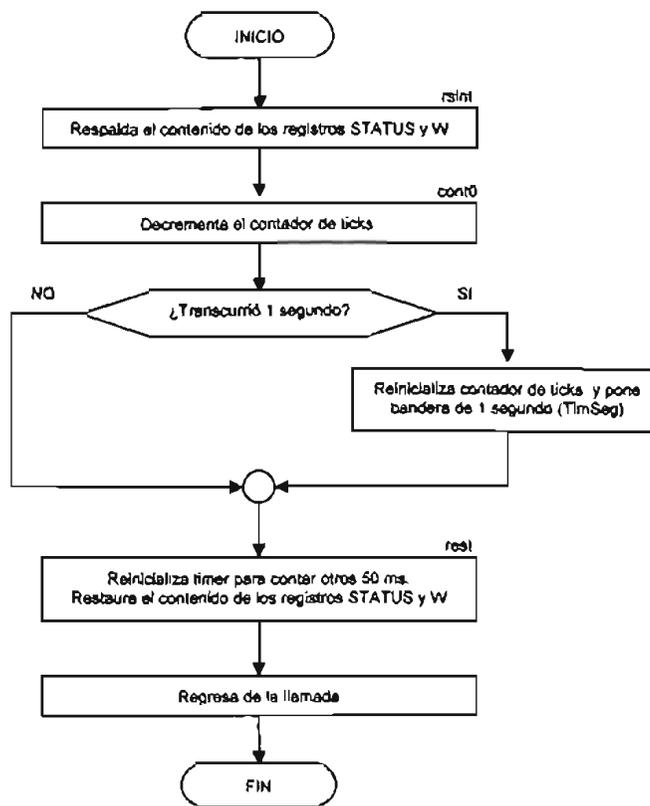
RETARDO DE 20 ms		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
deboun:	movlw 0x1B movwf Conta1	;Inicializa contador externo ;para 27 iteraciones
alfa:	clrf Conta2	;Limpia contador interno
beta:	decfsz Conta2, f goto beta clrwdt decfsz Conta1, f goto alfa retlw 0	;¿Conta 2 = 0? ;No, sigue decrementando ;Sí, Limpia perro guardián ;¿Conta 1 = 0? ;No, sigue decrementando ;Sí, regresa de la llamada

#### IV.4.6 Retardo 100 ms



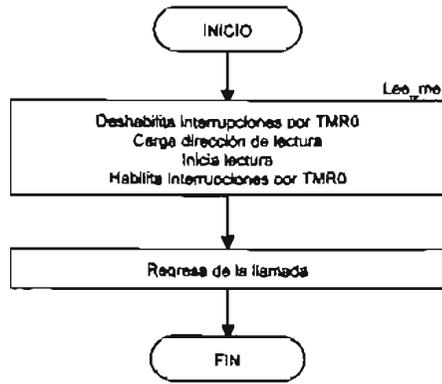
RETARDO DE 100 MILLISEGUNDOS		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
ret1:	movlw 0x05	;Habilita 100 ms
	movwf Aux	;sonoros
begin1:	call deboun	;Retarda 20 ms
	decf Aux, f	
	btfsz STATUS, Z	;¿Terminaron 500 ms?
	goto begin1	;No, continúa decrementando
	retlw 0	;Sí, regresa de la llamada

#### IV.4.7 Servicio de interrupción



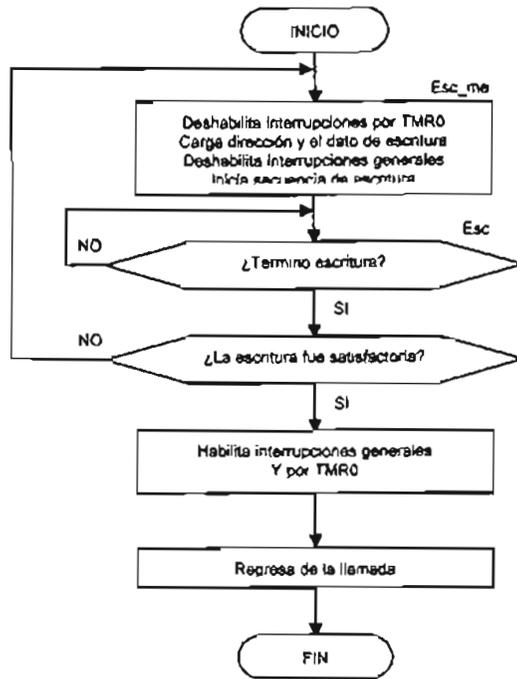
SERVICIO DE INTERRUPCION		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
rsint:	movwf W_temp movf STATUS, W movwf Status_temp	;Respalda el contenido de "W" ; y "STATUS" en registros ;temporales
cont0:	decf Tick, f btfss STATUS, Z goto rest movlw Time movwf Tick bsf Flags, TimSeg	;Decrementa el contador de ticks ; ¿Transcurrió 1 seg.? ;No, Restaura el contenido de "W" y "Status" ;Sí, reinicializa ;contador de ticks ;Habilita bandera de 1 segundo
rest:	movlw TmrIni movwf TMR0 movf Status_temp, w movwf STATUS swapf w_temp, f swapf w_temp, w retfie	;Carga valor inicial al TMR0 ; para controlar su rebose ;Restaura el contenido original ;del registro "STATUS" ;Restaura el contenido original ;del registro "W" ;Regresa de la llamada.

#### IV.4.8 Lectura de memoria EEPROM



LECTURA DE MEMORIA EEPROM		
Etiqueta	Instrucción	Comentario
lee_me:	bcf INTCON, T0IE	;deshabilita interrupciones por TMR0
	bsf STATUS, RP0	;Selecciona banco 1
	movwf EEADR	;Carga dirección de lectura
	bsf EECON1, RD	;Inicia lectura
	movf EEDATA, w	;Carga el dato al registro "w"
	bcf STATUS, RP0	;Selecciona banco 0
	bsf INTCON, T0IE	;Habilita interrupciones por TMR0
	return	;regresa de la rutina

#### IV.4.9 Escritura de memoria EEPROM



ESCRITURA DE MEMORIA EEPROM

Etiqueta	Instrucción	Comentario
Esc_me:	bcf INTCON, TOIE	;Deshabilita interrupciones por TMRO
	bsf STATUS, RP0	;Selecciona banco 1
	movwf EEADR	;Carga dirección de escritura
	bcf STATUS, RP0	;Selecciona banco 0
	movf Dato, w	;Prepara la info. para escribir
	bsf STATUS, RP0	;Selecciona banco 1
	movwf EEDATA	;Carga el dato a escribir
	bsf EECON1, WREN	;Habilita ciclo de escritura
	bcf INTCON, GIE	;Deshabilita interrupciones
	bsf EECON1, WR	;Inicia la escritura
		;¿Termino el ciclo de escritura?
	btfs EECON1, WR	;No, verifica nuevamente
	goto Esc	;Sí, deshabilita escrituras
	bcf EECON1, WREN	;Carga el dato a w
Esc:	movf EEDATA, w	;Habilita lectura
	bsf EECON1, RD	;Compara datos
	subwf EEDATA, w	;¿Se escribió correctamente?
	btfs STATUS, Z	;No, inicia nuevo ciclo de escritura
	goto Esc_me	;Selecciona banco 0
	bcf STATUS, RP0	;Habilita interrupciones por TMRO
	bsf INTCON, TOIE	;regresa de la rutina
	return	

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y COMENTARIOS**

## 1.- FABRICACIÓN

### ✓ ESPECIFICACIONES

PESO [Kg.]	TENSIÓN [V]	CORRIENTE [A]	POTENCIA [W]	TEMPERATURA [°C]
5	127	50	62.5	25

### ✓ PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

El equipo se sometió a trabajo continuo durante un periodo de 8 horas sin presentar ningún problema en alguno de sus componentes. Además se sometió a variaciones de tensión de entrada, operando adecuadamente desde los 100 VCA hasta los 140 VCA.

Con respecto al procedimiento de operación, se depuró el programa en circuito para optimizar el código.

La verificación de la función del teclado presentó óptimos resultados al compararlo con el funcionamiento teórico.

Al desconectar de la alimentación el equipo y conectarlo nuevamente, conservó el programa de los ciclos de lavado y desinfección, comprobando así que los datos de programa se almacenaron adecuadamente en la memoria de datos EEPROM.

Se verificó el rango de resolución con un termómetro digital marca *PROYEM* modelo 710A3. y se comprobó su precisión.

En las válvulas a solenoide se comprobó su operación y se aplicaron pruebas de funcionamiento en campo.

Los comentarios que anexamos a la fabricación son los siguientes:

- a) El circuito impreso deberá estañarse para evitar la corrosión.
- b) El material de la tarjeta deberá ser fibra de vidrio para obtener mayor resistencia, tanto a la humedad como térmica.
- c) Las tarjetas electrónicas deberán cubrirse con barniz para evitar cortocircuitos.
- d) La fuente deberá calibrarse para una tensión de salida de 12 VCD.

✓ ESTUDIO ECONOMICO

Se llevo a cabo una encuesta entre los establecimientos que se dedican a la venta de componentes al menudeo; el costo promedio unitario de los componentes que se usaron para el control es el que a continuación se enlista.

**TARJETA PRINCIPAL PARA CONTROL AUTOMATICO DE LAVACOMODOS**

Descripción	Cant.	Unidad	C/U	Importe
Capacitor electrolítico de 10 $\mu$ f, 25V	1	pieza	\$ 2.00	\$ 2.00
Capacitor electrolítico de 22 $\mu$ f, 25V	1	pieza	\$ 0.50	\$ 0.50
Capacitor cerámico de 0.1 $\mu$ f	2	piezas	\$ 0.30	\$ 0.60
Capacitor de tantalio de 1 $\mu$ f, 25V	1	pieza	\$ 3.00	\$ 3.00
Diodo 1N4148	2	piezas	\$ 1.00	\$ 2.00
Diodo 1N4004	1	pieza	\$ 0.20	\$ 0.20
LED azul brillante de 5 mm	1	pieza	\$ 10.00	\$ 10.00
LED amarillo brillante de 5 mm	1	pieza	\$ 0.80	\$ 0.80
LED verde brillante de 5 mm	1	pieza	\$ 0.80	\$ 0.80
Buzzer de 12v bgd10	1	pieza	\$ 8.70	\$ 8.70
Display verde DUG-14A	2	piezas	\$ 8.00	\$ 16.00
Terminal con tornillo verde de 2 posiciones	2	piezas	\$ 4.00	\$ 8.00
Terminal con tornillo verde de 3 posiciones	3	piezas	\$ 4.50	\$ 13.50
Relevador JS1-12V	2	piezas	\$ 6.00	\$ 12.00
Header de 4 posiciones	1	pieza	\$ 1.00	\$ 1.00
Transistor 2N4401	3	piezas	\$ 1.20	\$ 3.60
Resistencia de 10k, 1/4W	6	piezas	\$ 0.20	\$ 1.20
Resistencia de 820, 1/4W	3	piezas	\$ 0.20	\$ 0.60
Resistencia de 680, 1/4W	2	piezas	\$ 0.20	\$ 0.40
Resistencia de 270, 1/4W	14	piezas	\$ 0.20	\$ 2.80
Resistencia de 12k, 1W	1	pieza	\$ 1.50	\$ 1.50
Microswitch de 4 patas de 14 mm de vástago	3	piezas	\$ 4.50	\$ 13.50
Regulador de voltaje 7805	1	pieza	\$ 2.50	\$ 2.50
Microcontrolador PIC16F628	1	pieza	\$ 30.00	\$ 30.00
Circuito integrado 4094	2	piezas	\$ 3.50	\$ 7.00
Base para circuito integrado de 10 posiciones	2	piezas	\$ 0.80	\$ 1.60
Base para circuito integrado de 18 posiciones	1	piezas	\$ 1.00	\$ 1.00
Base para circuito integrado de 16 posiciones	2	piezas	\$ 1.00	\$ 2.00
PCB "lavapro"	1	pieza	\$ 10.00	\$ 10.00

**SUBTOTAL \$ 156.80**

**ACCESORIOS PARA CONTROL AUTOMATICO PARA LAVACOMODOS**

Tecla de videojuego verde	1	pieza	\$ 17.00	\$ 17.00
Tecla de videojuego roja	1	pieza	\$ 17.00	\$ 17.00
Switch de balancín miniatura DPST	1	pieza	\$ 8.70	\$ 8.70
Transformador de 120V/15V, 1A	1	pieza	\$ 35.00	\$ 35.00
Base para relevador Finder 55.32.94.72	2	piezas	\$ 56.00	\$ 112.00

Relevador Finder 55.32.8.125	2	piezas	\$ 84.00	\$ 168.00
Portafusible para PCB	1	pieza	\$ 2.50	\$ 2.50
Fusible de 3A, respuesta lenta, tipo americano	1	pieza	\$ 2.00	\$ 2.00
Tablilla Kulka de 2 posiciones	1	pieza	\$ 3.50	\$ 3.50
Tablilla Kulka de 6 posiciones	1	pieza	\$ 10.00	\$ 10.00
Fuente de 12Vdc	1	pieza	\$ 68.00	\$ 68.00
Panel de Lexán	1	pieza	\$ 80.00	\$ 80.00
Gabinete metálico Himmel 2520150	1	pieza	\$ 305.00	\$ 305.00
Cable blanco AWG#16	2	metros	\$ 1.00	\$ 2.00
Cable negro AWG#16	2	metros	\$ 1.00	\$ 2.00
Cable azul AWG#16	1	metros	\$ 1.00	\$ 1.00
Cable amarillo AWG#16	1	metros	\$ 1.00	\$ 1.00
Cable verde AWG#22	1	metros	\$ 0.50	\$ 0.50
Zapata espada azul	14	piezas	\$ 1.00	\$ 14.00
Zapata faston hembra azul	8	piezas	\$ 1.50	\$ 12.00
Tornillo 4-40 x 1"	4	piezas	\$ 0.30	\$ 1.20
Tuerca hexagonal 4-40	12	piezas	\$ 0.25	\$ 3.00
Tornillo 1/8" x 1/2"	7	piezas	\$ 0.50	\$ 3.50
Tuerca hexagonal de 1/8"	9	piezas	\$ 0.30	\$ 2.70
Espaciador de plástico de 1/2" para PCB	4	piezas	\$ 2.00	\$ 8.00
Espaciador de plástico de 1/4" x 1/2"	4	piezas	\$ 1.00	\$ 4.00
Tornillo de 1/8" x 1 1/2"	4	piezas	\$ 0.70	\$ 2.80

**SUBTOTAL \$ 886.40**

#### ACCESORIOS PARA INSTALACION DE CONTROL DE LAVACOMODOS

Canaleta blanca TMK 1720	2	tramos	\$ 25.00	\$ 50.00
Tornillo p/ lámina "pja" #10 x 1 1/2"	4	piezas	\$ 1.00	\$ 4.00
Rondana plana de 1/4" galvanizada	4	piezas	\$ 0.50	\$ 2.00
Taquete café de 1/4"	7	piezas	\$ 2.00	\$ 14.00
Tornillo p/ lámina "pja" #10 x 1"	4	piezas	\$ 1.00	\$ 4.00
Cable uso rudo 3 x 16"	8	metros	\$ 4.00	\$ 32.00
Zapata espada azul	2	piezas	\$ 1.00	\$ 2.00
Cable AWG#16 azul	3	metros	\$ 1.00	\$ 3.00
Cable AWG#16 naranja	3	metros	\$ 1.00	\$ 3.00
Tubo metálico flexible de 1/2"	3	metros	\$ 10.00	\$ 30.00
Conector para tubo flexible de 1/2"	4	piezas	\$ 5.00	\$ 20.00

**TOTAL DE MATERIAL  
DIRECTO \$ 164.00**

**TOTAL DE MATERIAL DIRECTO \$ 1,207.20**

Faltando por considerar únicamente el costo de las válvulas, así como el costo de mano de obra en la fabricación, ya que estos costos cambian continuamente debido a la inflación.

## 2.- INSTALACIÓN

La figura 5.1. muestra una fotografía del séptico. En este cubículo se almacenan y desinfectan los cómodos y orinales en cada una de las áreas donde se requiere del instrumental. Cabe mencionar que la deficiencia de higiene en las diferentes áreas es muy marcada; esto da una idea de la falta de capacitación y de un procedimiento bien definido para cumplir esta tarea.

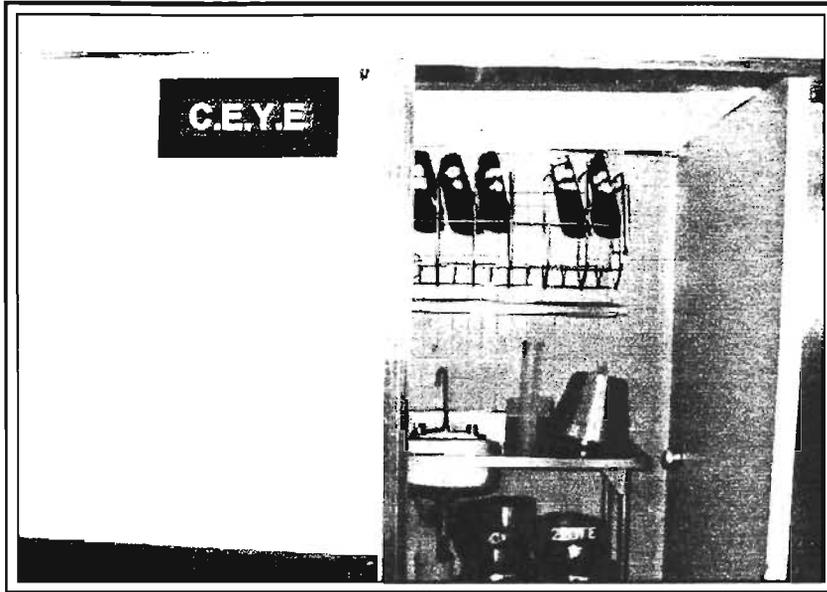


Figura 5.1. Cubículo almacén del instrumental

En la figura 5.2. se pueden observar las válvulas manuales o fluxómetros para la línea de agua y vapor que serán sustituidas por válvulas solenoide.

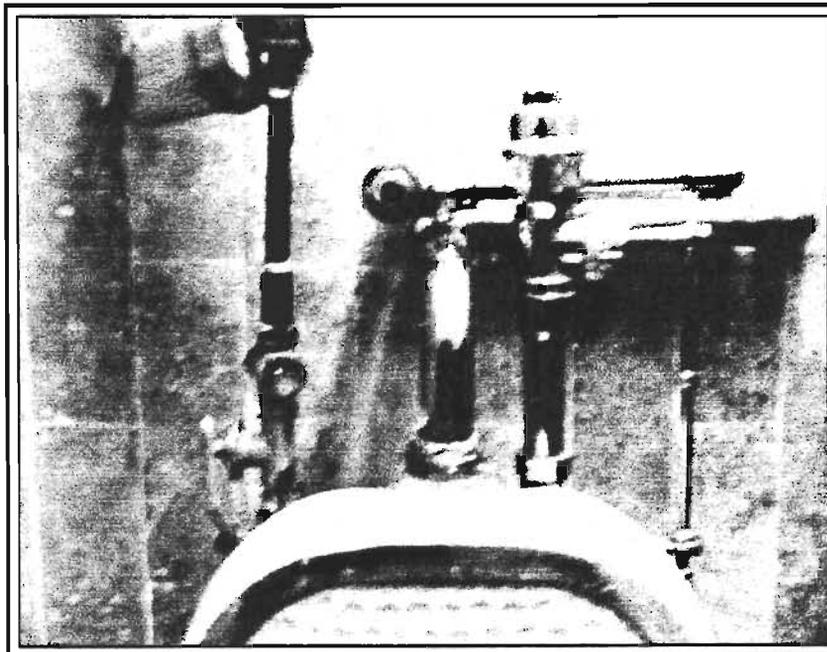


Figura 5.2. Válvulas manuales de vapor y agua

Un lavador desinfectador de vapor directo para cómodos se muestra en la figura 5.3, el cual muestra excelentes condiciones dentro de las condiciones promedio observadas en varios hospitales.

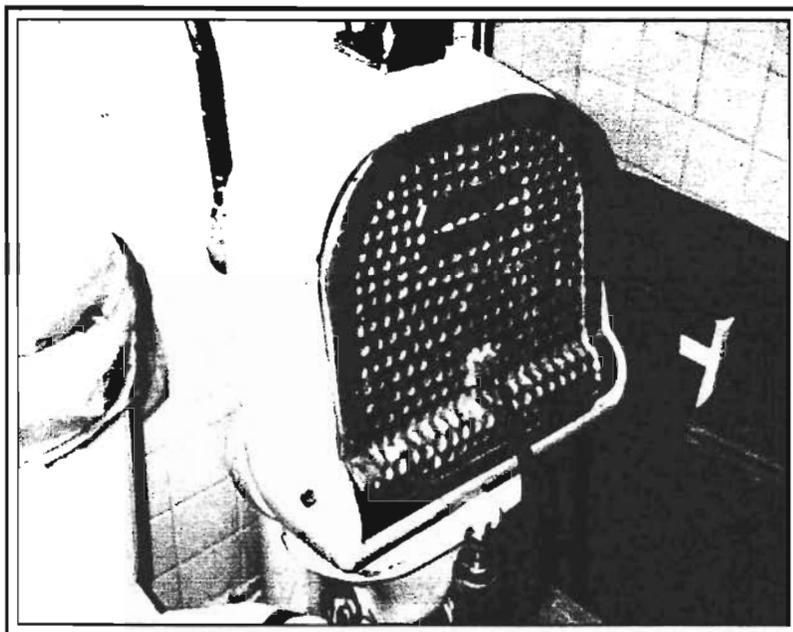


Figura 5.3. Lavador desinfectador de vapor directo para cómodos

La figura 5.4 muestra una vista interna de un lavador desinfectador, con un cómodo dentro, en condiciones insalubres por no contar con un programa de mantenimiento preventivo. Es importante señalar que estos equipos requieren un mantenimiento correctivo en el que se cambian piezas rotas y oxidadas por materiales de acero inoxidable más resistentes a la corrosión.

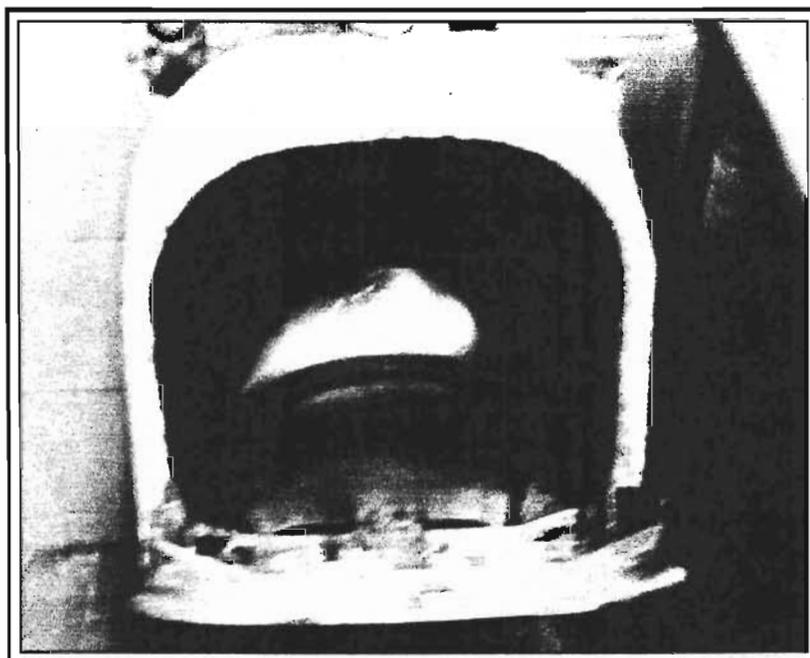


Figura 5.4. Vista interior del lavador desinfectador

### 3.- OPERACIÓN

La operación en campo fue la prueba final de control, el cual funcionó perfectamente. El único problema que se reportó fue la operación de una válvula solenoide en la línea de agua que no obturaba por exceso de presión, lo cual se solucionó regulando la presión con la válvula de paso.

La figura 5.5 muestra un ejemplo de un control instalado en un hospital en el que se muestra la tubería descubierta para identificar las válvulas y el control en la parte superior. Aquí se instalaron las válvulas horizontalmente. Es importante mencionar que estas válvulas funcionan en cualquier posición ya que no se afecta su funcionamiento por la fuerza de gravedad. En la figura 5.6 se muestra otro ejemplo de instalación con las válvulas en posición vertical.

Actualmente se han instalado aproximadamente treinta controles en diferentes hospitales del Distrito Federal y Estado de México en los que no ha habido reporte de mal funcionamiento y los usuarios han quedado ampliamente satisfechos.

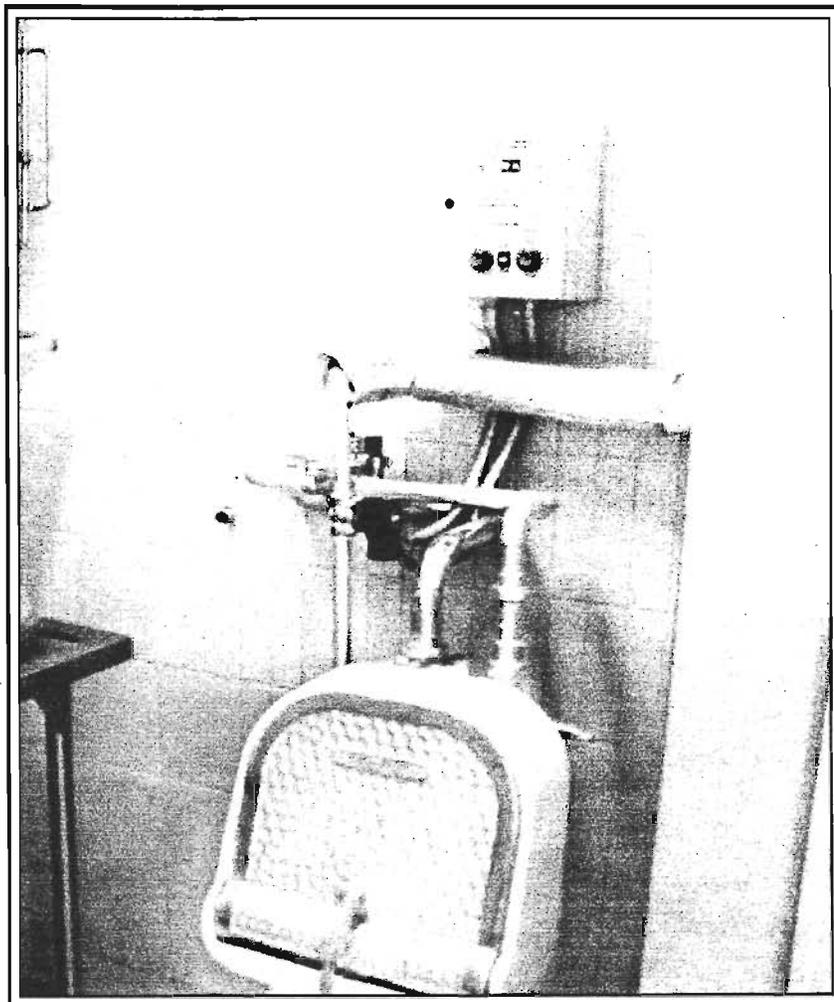


Figura 5.5. Lavador desinfectador automatizado con válvulas horizontales

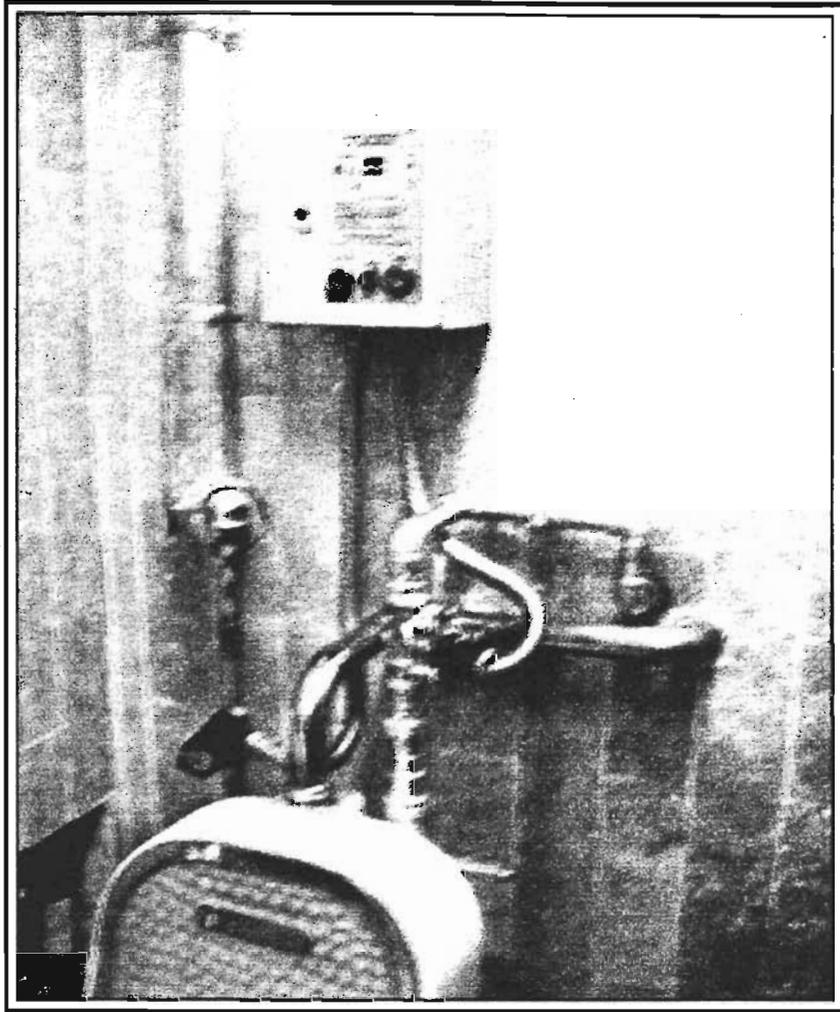


Figura 5.6. Lavador desinfectador automatizado con válvulas verticales

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIÓN**

La acción de la salud pública debe partir de una toma de conciencia y de la valoración de las necesidades sanitarias de la población, así como de los recursos de los que dispone cada comunidad, y debe alcanzar a todo aquello que tiene que ver con el bienestar de sus integrantes, el medio ambiente y su contaminación, el entorno humano y la patología social, la alimentación, la reproducción, el trabajo y el ocio, las enfermedades transmisibles, las infecciones y los accidentes.

La salud y el desarrollo tienen una relación directa. Tanto el desarrollo insuficiente, que conduce a la pobreza, como el desarrollo inadecuado, que redundaba en el consumo excesivo, combinados con el crecimiento de la población, pueden desembocar en graves problemas de salud relacionados con el medio ambiente, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

La salud depende en último término de la capacidad de controlar la interacción entre el medio físico, el biológico, el económico y social. No es posible lograr un desarrollo equilibrado sin una población saludable. Todos conocemos las precarias condiciones socio-ambientales a las que está sometida gran parte de nuestra población, sobre todo en las zonas de extrema pobreza. Los medios más eficaces para reducir los riesgos a los que están expuestas las unidades familiares dentro de su entorno socio-ambiental inmediato son, sin duda, el aumento de los ingresos para la modernización de instalaciones y equipo, y la mejora del nivel de educación de sus miembros.

En nuestro caso, se deben abordar las necesidades de atención básicas, así como los medios tecnológicos para cumplir esta tarea, lo cual exige la vinculación de las mejoras de carácter sanitario, ambiental y socio-económico.

Los últimos 50 años se han caracterizado por un avance vertiginoso de la ciencia. Actualmente, todas estas tecnologías avanzan a un paso tan rápido que para los que se dedican a utilizarlas les cuesta mantenerse al corriente de su aparición y de su utilidad, al carecer de la experiencia directa con ellas.

La aplicación de la tecnología para el área médica requiere asimismo la integración de actividades como la investigación, el análisis, la síntesis y la difusión de los resultados de la aplicación.

Para nadie es ajeno el que la aplicación de los conocimientos derivados de los avances de la ciencia ha cambiado la forma de vida en las sociedades. En particular, en la medicina ha representado una serie de avances tecnológicos y desarrollos constantes que han resultado en la transformación de los patrones de la práctica médica.

Una consecuencia clara de esta dinámica, es que la medicina integra cada vez más tecnologías preventivas, diagnósticas y terapéuticas sofisticadas, con el consecuente aumento de los costos de atención. En este contexto surge, para los grupos encargados de la adquisición de equipo médico, la preocupación por definir y evaluar la situación del uso racional de la tecnología para la salud.

Es aquí precisamente donde podemos situar el enfoque en el diseño de este control, que automatiza el lavador desinfectador de cómodos de vapor directo, el cual cumplió con los objetivos principales, que fueron diseñar un equipo eficiente, de bajo costo y alta calidad, el cual apoyara en las labores de limpieza y desinfección, además de minimizar el costo por el uso de energía eléctrica y del agua, apoyando de una manera integral en el desempeño de los sectores dedicados a mejorar la salud. Es importante señalar que el ahorro de agua es mínimo, ya que los usuarios de este equipo aplicaban ciclos extremadamente cortos sin importar que el instrumental no se desinfectara adecuadamente. Sin embargo aunque el ahorro de agua es despreciable, lo justifica la desinfección y los graves problemas que su falta ocasiona.

En cuanto al proceso de diseño de este control se puede concluir que no se presentó algún problema que implicara una solución difícil. Fue necesario tomar en cuenta diferentes variables como la corrosión, la temperatura y la humedad que se generan durante el proceso. Estas variables son las que indicaron el tipo de elementos y las características con las que debía contar el equipo para evitar algún problema durante su operación. La robustez y demás características de los componentes usados garantizan su funcionamiento aún bajo condiciones de uso rudo y trabajo continuo.

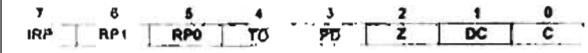
Podemos decir que es un equipo de control para trabajo pesado; sin embargo, el creciente avance de la tecnología sugiere algunas actualizaciones posteriores, mejoras sustancialmente moderadas por el tipo de aplicación y el tipo de usuario, ya que el objetivo se cumple perfectamente y lo único que faltaría por anexar a este control podrían ser sensores y dispositivos de seguridad para evitar que el usuario pudiera salir lastimado por un descuido al momento de iniciar el proceso, ocasionándole en el caso más grave quemaduras por la salida de vapor. También se ha planeado a futuro diseñar y construir, además del control, el lavador desinfector de vapor directo en su totalidad, dándole más versatilidad y mayor funcionalidad.

## APÉNDICES

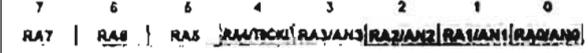


**STATUS (03h, 83h)**

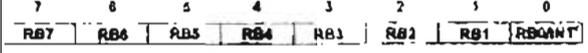
IRP	7	Should be maintained clear
RP1	6	Should be maintained clear
RP0	5	Register Bank select. RP0 = 0 after reset. 0 = Bank 0, 1 = Bank 1
TO	4	Time-Out. 1 after power-up, CLRWD1 or SLEEP instruction, 0 = a WDT time-out occurred.
PD	3	Power Down. 1 after power-up or CLRWD1 instruction, 0 by execution of SLEEP instruction.
Z	2	Zero. 1 = The result of an arithmetic or logic operation is zero. 0 = The result is not zero.
DC	1	Digit Carry. 1 = A carry-out from the 4th low order bit of the result occurred. 0 = No carry-out.
C	0	Carry. 1 = A carry-out from msb of the result occurred. 0 = No carry-out.



**PORT A (05h)**



**PORT B (06h)**



**INTCON (0Bh, 8Bh)**

GIE	7	Global Interrupt Enable 1 = Enables all un-masked interrupts, 0 = Disables all interrupts
PEIE	6	Peripheral Interrupt Enable. 1 = Enables all peripheral interrupts 0 = Disables all peripheral interrupt.
TOIE	5	TMR0 Overflow Interrupt Enable 1 = Enables interrupt, 0 = Disables interrupt.
INTE	4	RB0/INT Interrupt Enable 1 = Enables interrupt, 0 = Disables interrupt.
RBIE	3	RB Port Change Interrupt Enable 1 = Enables interrupt, 0 = Disables interrupt.
TOIF	2	TMR0 Overflow Interrupt Flag 1 = TMR0 has overflowed (must be cleared in software) 0 = TMR0 did not overflow
INTF	1	RB0/INT Interrupt Flag 1 = RB0/INT interrupt occurred, 0 = RB0/INT interrupt did not occur
RBFIF	0	RB Port Change Interrupt Flag 1 = At least one of the RB7:RB4 pins changed state 0 = None of the pins changed state



**16F628**

00	INDF	INDF	80
01	TMR0	OPTION	81
02	PCL	PCL	82
03	STATUS	STATUS	83
04	FSR	FSR	84
05	PORTA	TRISA	85
06	PORTB	TRISB	86
07			87
08			88
09			89
0A	PCLATH	PCLATH	8A
0B	INTCON	INTCON	8B
0C	PIR1	PIE1	8C
0D			8D
0E	TMR1L	PCON	8E
0F	TMR1H		8F
10	T1CON		90
11	TMR2		91
12	T2CON	PR2	92
13			93
14			94
15	CCPR1L		95
16	CCPR1H		96
17	CCCP1CON		97
18	RCSTA	TXSTA	98
19	TXREG	SPBRG	99
1A	RCREG	EEDATA	9A
1B		EEADR	9B
1C		EECON1	9C
1D		EECON2	9D
1E			9E
1F	CMCON	VRCON	9F
20	General Purpose Registers 98 Bytes	General Purpose Registers 80 Bytes	AD
		Accesses 70-7F	F0
7F			FF

**CONFIGURATION REGISTER (7007h)**

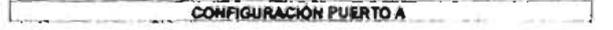
CP	Bh 13:10	Code Protection bits
	Bh 6	Unimplemented
CPD	Bh 8	Data Code Protection 1 = Disabled, 0 = Enabled
LVP	Bh 7	Low Voltage Programming 1 = Enabled, 0 = Disabled
BODEN	Bh 6	Brown Out Detect 1 = Enabled, 0 = Disabled

**OPTION\_REG (81h)**

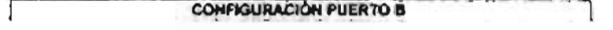
RBPU	7	PORTB Pull-up Enable 1 = Disabled, 0 = Enabled (by individual port latch values)
INTEDG	6	Interrupt Edge select (RB0/INT pin) 1 = Rising edge, 0 = Falling edge
T0CS	5	TMR0 Clock Source select 1 = Transition on RA4:TRCRL pin, 0 = Internal clock (CLKOUT)
T0SE	4	TMR0 Source Edge select 1 = Increment on falling edge, 0 = Increment on rising edge
PSA	3	Prescaler Assignment 1 = Assigned to WDT, 0 = Assigned to TMR0
PS2 - PS1 - PS0		Prescaler Rate select



**TRIS A (85h)**



**TRIS B (86h)**



**EECON1 (9Ch)**

WRERR	3	EEPROM Write Error Flag 1 = Write operation prematurely terminated (any MCLR or WDT reset) 0 = Write operation completed
WREN	2	EEPROM Write Enable 1 = Allows write cycles 0 = Inhibits write to the data EEPROM
WR	1	Write Control 1 = Initiates a write cycle (set in software, cleared by hardware) 0 = Write cycle to the data EEPROM is complete
RD	0	Read Control 1 = Initiates an EEPROM read (set in software, cleared by hardware) 0 = Does not initiate an EEPROM read



**MCLR**

MCLR	Bh 6	Code Protection bits 1 = Enabled, 0 = Disabled
PWRTE	Bh 3	Power-up Timer Enable 1 = Disabled, 0 = Enabled
WDT	Bh 2	WatchDog Timer Enable 1 = Enabled, 0 = Disabled
FOSC1 FOSC0	Bh 4:1-0	Oscillator selection 111 = ER CLKOUT, 110 = ER NON-CLKOUT, 101 = INTRC CLKOUT, 100 = INTRC NON CLKOUT 011 = EC, 010 = HS, 001 = XT, 000 = LP



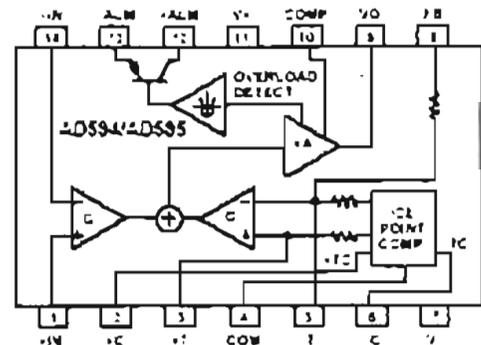
# Monolithic Thermocouple Amplifiers with Cold Junction Compensation

## AD594/AD595

### FEATURES

Pretrimmed for Type J (AD594) or  
Type K (AD595) Thermocouples  
Can Be Used with Type T Thermocouple Inputs  
Low Impedance Voltage Output: 10 mV/°C  
Built-In Ice Point Compensation  
Wide Power Supply Range: +5 V to ±15 V  
Low Power: <1 mW typical  
Thermocouple Failure Alarm  
Laser Wafer Trimmed to 1°C Calibration Accuracy  
Setpoint Mode Operation  
Self-Contained Celsius Thermometer Operation  
High Impedance Differential Input  
Side-Braced DIP or Low Cost Cerdip

### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



### PRODUCT DESCRIPTION

The AD594/AD595 is a complete instrumentation amplifier and thermocouple cold junction compensator on a monolithic chip. It combines an ice point reference with a precalibrated amplifier to produce a high level (10 mV/°C) output directly from a thermocouple signal. Pin-strapping options allow it to be used as a linear amplifier compensator or as a switched output setpoint controller using either fixed or remote setpoint control. It can be used to amplify its compensation voltage directly, thereby converting it to a stand-alone Celsius transducer with a low impedance voltage output.

The AD594/AD595 includes a thermocouple failure alarm that indicates if one or both thermocouple leads become open. The alarm output has a flexible format which includes TTL drive capability.

The AD594/AD595 can be powered from a single ended supply (including +5 V) and by including a negative supply, temperatures below 0°C can be measured. To minimize self-heating, an unloaded AD594/AD595 will typically operate with a total supply current 160 µA, but is also capable of delivering in excess of ±5 mA to a load.

The AD594 is precalibrated by laser wafer trimming to match the characteristic of type J (iron-constantan) thermocouples and the AD595 is laser trimmed for type K (chromel-alumel) inputs. The temperature transducer voltages and gain control resistors

are available at the package pins so that the circuit can be recalibrated for the thermocouple types by the addition of two or three resistors. These terminals also allow more precise calibration for both thermocouple and thermometer applications.

The AD594/AD595 is available in two performance grades. The C and the A versions have calibration accuracies of ±1°C and ±3°C, respectively. Both are designed to be used from 0°C to +50°C, and are available in 14-pin, hermetically sealed, side-braced ceramic DIPs as well as low cost cerdip packages.

### PRODUCT HIGHLIGHTS

1. The AD594/AD595 provides cold junction compensation, amplification, and an output buffer in a single IC package.
2. Compensation, zero, and scale factor are all precalibrated by laser wafer trimming (LWT) of each IC chip.
3. Flexible pinout provides for operation as a setpoint controller or a stand alone temperature transducer calibrated in degrees Celsius.
4. Operation at remote application sites is facilitated by low quiescent current and a wide supply voltage range +5 V to dual supplies spanning 30 V.
5. Differential input rejects common-mode noise voltage on the thermocouple leads.

# AD594/AD595

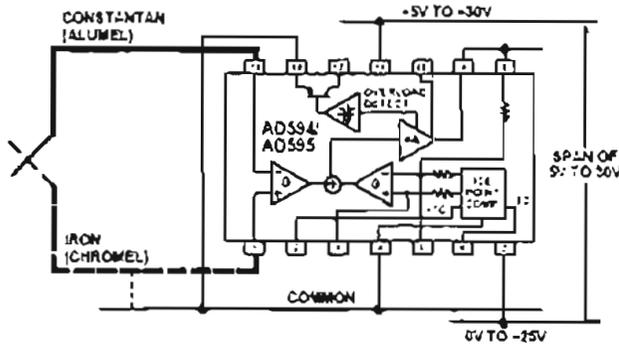


Figure 2. Dual Supply Operation

With a negative supply the output can indicate negative temperatures and drive grounded loads or loads returned to positive voltages. Increasing the positive supply from 5 V to 15 V extends the output voltage range well beyond the 750°C temperature limit recommended for type J thermocouples (AD594) and the 1250°C for type K thermocouples (AD595).

Common-mode voltages on the thermocouple inputs must remain within the common-mode range of the AD594/AD595, with a return path provided for the bias currents. If the thermocouple is not remotely grounded, then the dotted line connections in Figures 1 and 2 are recommended. A resistor may be needed in this connection to assure that common-mode voltages induced in the thermocouple loop are not converted to normal mode.

## THERMOCOUPLE CONNECTIONS

The isothermal terminating connections of a pair of thermocouple wires forms an effective reference junction. This junction must be kept at the same temperature as the AD594/AD595 for the internal cold junction compensation to be effective.

A method that provides for thermal equilibrium is the printed circuit board connection layout illustrated in Figure 3.

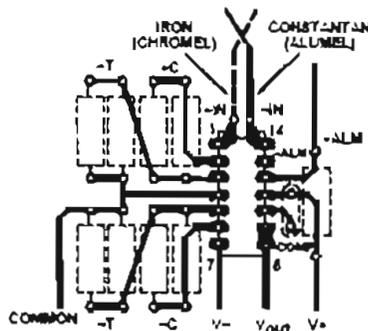


Figure 3. PCB Connections

Here the AD594/AD595 package temperature and circuit board are thermally contacted in the copper printed circuit board tracks under Pins 1 and 14. The reference junction is now composed of a copper-constantan (or copper-alumel) connection and copper-iron (or copper-chromel) connection, both of which are at the same temperature as the AD594/AD595.

The printed circuit board layout shown also provides for placement of optional alarm load resistors, recalibration resistors and a compensation capacitor to limit bandwidth.

To ensure secure bonding the thermocouple wire should be cleaned to remove oxidation prior to soldering. Noncorrosive rosin flux is effective with iron, constantan, chromel and alumel and the following solders: 95% tin-5% antimony, 95% tin-5% silver or 90% tin-10% lead.

## FUNCTIONAL DESCRIPTION

The AD594 behaves like two differential amplifiers. The outputs are summed and used to control a high gain amplifier, as shown in Figure 4.

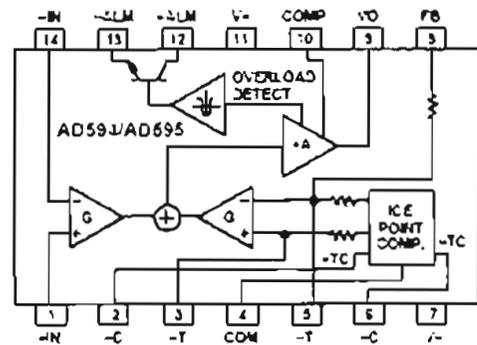


Figure 4. AD594/AD595 Block Diagram

In normal operation the main amplifier output, at Pin 9, is connected to the feedback network, at Pin 8. Thermocouple signals applied to the floating input stage, at Pins 1 and 14, are amplified by gain G of the differential amplifier and are then further amplified by gain A in the main amplifier. The output of the main amplifier is fed back to a second differential stage in an inverting connection. The feedback signal is amplified by this stage and is also applied to the main amplifier input through a summing circuit. Because of the inversion, the amplifier causes the feedback to be driven to reduce this difference signal to a small value. The two differential amplifiers are made to match and have identical gains, G. As a result, the feedback signal that must be applied to the right-hand differential amplifier will precisely match the thermocouple input signal when the difference signal has been reduced to zero. The feedback network is trimmed so that the effective gain to the output, at Pins 8 and 9, results in a voltage of 10 mV/°C of thermocouple excitation.

In addition to the feedback signal, a cold junction compensation voltage is applied to the right-hand differential amplifier. The compensation is a differential voltage proportional to the Celsius temperature of the AD594/AD595. This signal disturbs the differential input so that the amplifier output must adjust to restore the input to equal the applied thermocouple voltage.

The compensation is applied through the gain scaling resistors so that its effect on the main output is also 10 mV/°C. As a result, the compensation voltage adds to the effect of the thermocouple voltage a signal directly proportional to the difference between 0°C and the AD594/AD595 temperature. If the thermocouple reference junction is maintained at the AD594/AD595 temperature, the output of the AD594/AD595 will correspond to the reading that would have been obtained from amplification of a signal from a thermocouple referenced to an ice bath.

# AD594/AD595—SPECIFICATIONS (@ +25°C and $V_S = 5$ V, Type J (AD594), Type K (AD595) Thermocouple, unless otherwise noted)

Model	AD594A			AD594C			AD595A			AD595C			Units
	Min	Typ	Max										
<b>ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS</b>													
$V_S$ to $V_I$	16			16			16			16			Volts
Common Mode Input Voltage	$-V_S$ to $V_S$			Volts									
Differential Input Voltage	$V_S$			$V_S$			$V_S$			$V_S$			Volts
Alarm Voltages													
ALM	$-V_S$ to $V_S + 36$			$-V_S$ to $V_S + 36$			$-V_S$ to $V_S + 16$			$-V_S$ to $V_S + 36$			Volts
ALM	$V_S$			$V_S$			$V_S$			$V_S$			Volts
Operating Temperature Range	55			55			55			55			°C
Output Short Circuit to Ground	Indefinite			Indefinite			Indefinite			Indefinite			
<b>TEMPERATURE MEASUREMENT</b>													
Specified Temperature Range	0°C to +50°C												
Calibration Error at +25°C <sup>1</sup>	±3			±1			±3			±1			%
Stability vs. Temperature <sup>2</sup>	±0.05			±0.025			±0.05			±0.025			%/°C
Gain Error	±1%			±0.75%			±1%			±0.75%			%
Thermal Transfer Error <sup>3</sup>	10			10			10			10			mV/°C
<b>AMPLIFIER CHARACTERISTICS</b>													
Open Loop Gain <sup>4</sup>	193.4			193.4			247.3			247.3			
Input Offset Voltage	Temperature in °C × 51.70 μV/°C			Temperature in °C × 51.70 μV/°C			Temperature in °C × 40.44 μV/°C			Temperature in °C × 40.44 μV/°C			μV
Input Bias Current	0.1			0.1			0.1			0.1			μA
Differential Input Range	10			10			10			10			mV
Common Mode Range	$-V_S$ to $V_S + 1$			Volts									
Common Mode Sensitivity - RTI	10			10			10			10			mV/V
Power Supply Sensitivity - RTI	10			10			10			10			mV/V
Output Voltage Range													
Load Supply	$-V_S$ to $V_S + 2$			Volts									
Standby Supply	0			0			0			0			Volts
Usable Output Current <sup>5</sup>	±5			±5			±5			±5			mA
Full Bandwidth	15			15			15			15			kHz
<b>ALARM CHARACTERISTICS</b>													
Voltage at 2 mA	0.1			0.1			0.1			0.1			Volts
Leakage Current	±1			±1			±1			±1			μA (max)
Operating Voltage at ALM													
Short Circuit Current	20			20			20			20			mA
<b>POWER REQUIREMENTS</b>													
Specified Performance	$-V_S$ to $V_S + 9$			Volts									
Typical <sup>6</sup>	$-V_S$ to $V_S + 9$			Volts									
Quiescent Current (No Load)													
$V_S$	100			100			100			100			μA
$V_I$	100			100			100			100			μA
<b>PACKAGE OPTION</b>													
10-Pin (D-14)	AD594AD			AD594CD			AD595AC			AD595CC			
8-Pin (D-14)	AD594AD			AD594CD			AD595AC			AD595CC			

**NOTES**

1. Measured for maximum error at +25°C using a thermocouple sensitivity of 51.70 μV/°C. Since a type J thermocouple deviates from this straight line approximation, the AD594 will normally read 3.1 mV below the measuring junction at 50°C. The AD595 will similarly read 2.5 mV at 100°C.
2. Defined as the slope of the line connecting the AD594/AD595 errors measured at 0°C and 50°C, ambient temperature.
3. This is shown in Fig. 9.
4. Current Sink Capability in single supply configuration is limited to current drain to ground through a 50 kΩ resistor at output voltages below 2.5 V.  $V_S$  must not exceed 10 V.
5. Specifications shown in boldface are tested on all production units. Results from these tests are used to calculate output range, gain, linearity, and accuracy specifications. Specifications shown in regular face are tested on all production units. Specifications subject to change without notice.

**INTERPRETING AD594/AD595 OUTPUT VOLTAGES**

To achieve a temperature proportional output of 10 mV/°C and accurately compensate for the reference junction over the rated operating range of the circuit, the AD594/AD595 is gain trimmed to match the transfer characteristic of J and K type thermocouples at 25°C. For a type J output in this temperature range the TC is 51.70 μV/°C, while for a type K it is 40.44 μV/°C. The resulting gain for the AD594 is 193.4 (10 mV/°C divided by 51.70 μV/°C) and for the AD595 is 247.3 (10 mV/°C divided by 40.44 μV/°C). In addition, an absolute accuracy trim induces an input offset to the output amplifier characteristic of 16 μV for the AD594 and 11 μV for the AD595. This offset arises because the AD594/AD595 is trimmed for a 250 mV output while applying a 25°C thermocouple input.

Because a thermocouple output voltage is nonlinear with respect to temperature, and the AD594/AD595 linearly amplifies the

compensated signal, the following transfer functions should be used to determine the actual output voltages:

$$AD594 \text{ output} = (\text{Type J Voltage} + 16 \mu\text{V}) \times 193.4$$

$$AD595 \text{ output} = (\text{Type K Voltage} + 11 \mu\text{V}) \times 247.3 \text{ or conversely}$$

$$\text{Type J voltage} = (AD594 \text{ output} / 193.4) - 16 \mu\text{V}$$

$$\text{Type K voltage} = (AD595 \text{ output} / 247.3) - 11 \mu\text{V}$$

Table 1 lists the ideal AD594/AD595 output voltages as a function of Celsius temperature for type J and K ANSI standard thermocouples, with the package and reference junction at 25°C. As is normally the case, these outputs are subject to calibration, gain and temperature sensitivity errors. Output values for intermediate temperatures can be interpolated, or calculated using the output equations and ANSI thermocouple voltage tables referred to zero degrees Celsius. Due to a slight variation in alloy content between ANSI type J and DIN FE-CUNI

Table I. Output Voltage vs. Thermocouple Temperature (Ambient +25°C,  $V_S = -5V, +15V$ )

Thermocouple Temperature C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
200	-7.890	-1523	-5.891	-1454
180	-7.402	-1428	-5.550	-1370
160	-6.821	-1316	-5.141	-1289
140	-6.159	-1188	-4.669	-1152
120	-5.426	-1046	-4.138	-1021
100	-4.632	-893	-3.553	-876
80	-3.785	-729	-2.920	-719
60	-2.892	-556	-2.243	-552
40	-1.960	-376	-1.527	-375
20	-995	-189	-777	-189
-10	-501	-94	-392	-94
0	0	31	0	27
10	507	101	397	101
20	1.019	200	798	200
25	1.277	250	1.090	250
30	1.536	300	1.293	300
40	2.058	401	1.611	401
50	2.585	503	2.022	503
60	3.115	606	2.436	605
80	4.186	813	3.266	810
100	5.268	1022	4.095	1015
120	6.359	1233	4.919	1219
140	7.457	1445	5.733	1420
160	8.560	1659	6.539	1620
180	9.667	1873	7.338	1817
200	10.777	2087	8.137	2015
220	11.887	2302	8.938	2213
240	12.998	2517	9.745	2413
260	14.108	2732	10.560	2614
280	15.217	2946	11.381	2817
300	16.325	3160	12.207	3022
320	17.432	3374	13.039	3227
340	18.537	3588	13.874	3434
360	19.640	3801	14.712	3641
380	20.743	4015	15.552	3849
400	21.846	4228	16.395	4057
420	22.949	4441	17.241	4266
440	24.051	4655	18.088	4476
460	25.161	4869	18.938	4686
480	26.272	5084	19.788	4896

Thermocouple Temperature C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
500	27.388	5300	20.640	5107
520	28.511	5517	21.493	5318
540	29.642	5736	22.346	5529
560	30.782	5956	23.198	5740
580	31.933	6179	24.050	5950
600	33.096	6404	24.902	6161
620	34.273	6632	25.754	6371
640	35.464	6862	26.606	6581
660	36.671	7095	27.457	6790
680	37.893	7332	28.288	6998
700	39.130	7571	29.128	7206
720	40.382	7813	29.965	7413
740	41.647	8058	30.799	7619
750	42.283	8181	31.214	7722
760			31.629	7825
780			32.455	8029
800			33.277	8232
820			34.095	8434
840			34.909	8636
860			35.718	8836
880			36.524	9035
900			37.325	9233
920			38.122	9430
940			38.915	9626
960			39.703	9821
980			40.488	10015
1000			41.269	10209
1020			42.045	10400
1040			42.817	10591
1060			43.585	10781
1080			44.350	10970
1100			45.108	11158
1120			45.863	11345
1140			46.612	11530
1160			47.356	11714
1180			48.095	11897
1200			48.828	12078
1220			49.555	12258
1240			50.276	12436
1250			50.633	12524

thermocouples Table I should not be used in conjunction with European standard thermocouples. Instead the transfer function given previously and a DIN thermocouple table should be used. ANSI type K and DIN NiCr-Ni thermocouples are composed

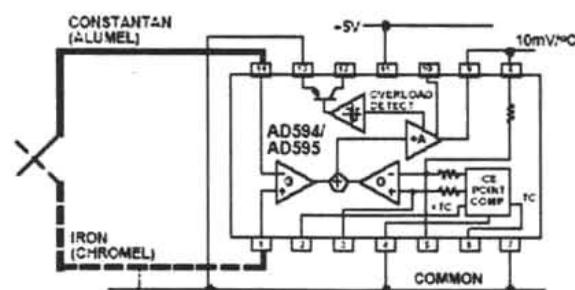


Figure 1. Basic Connection, Single Supply Operation

of identical alloys and exhibit similar behavior. The upper temperature limits in Table I are those recommended for type J and type K thermocouples by the majority of vendors.

#### SINGLE AND DUAL SUPPLY CONNECTIONS

The AD594/AD595 is a completely self-contained thermocouple conditioner. Using a single +5 V supply the interconnections shown in Figure 1 will provide a direct output from a type J thermocouple (AD594) or type K thermocouple (AD595) measuring from 0°C to +300°C.

Any convenient supply voltage from +5 V to +30 V may be used, with self-heating errors being minimized at lower supply levels. In the single supply configuration the +5 V supply connects to Pin 11 with the V- connection at Pin 7 strapped to power and signal common at Pin 4. The thermocouple wire inputs connect to Pins 1 and 14 either directly from the measuring point or through intervening connections of similar thermocouple wire type. When the alarm output at Pin 13 is not used it should be connected to common or -V. The precalibrated feedback network at Pin 8 is tied to the output at Pin 9 to provide a 10 mV/°C nominal temperature transfer characteristic.

By using a wider ranging dual supply, as shown in Figure 2, the AD594/AD595 can be interfaced to thermocouples measuring both negative and extended positive temperatures.

The AD594/AD595 also includes an input open circuit detector that switches on an alarm transistor. This transistor is actually a current-limited output buffer, but can be used up to the limit as a switch transistor for either pull-up or pull-down operation of external alarms.

The ice point compensation network has voltages available with positive and negative temperature coefficients. These voltages may be used with external resistors to modify the ice point compensation and recalibrate the AD594/AD595 as described in the next column.

The feedback resistor is separately pinned out so that its value can be padded with a series resistor, or replaced with an external resistor between Pins 5 and 9. External availability of the feedback resistor allows gain to be adjusted, and also permits the AD594/AD595 to operate in a switching mode for setpoint operation.

#### CAUTIONS:

The temperature compensation terminals (+C and -C) at Pins 2 and 6 are provided to supply small calibration currents only. The AD594/AD595 may be permanently damaged if they are grounded or connected to a low impedance.

The AD594/AD595 is internally frequency compensated for feedback ratios (corresponding to normal signal gain) of 75 or more. If a lower gain is desired, additional frequency compensation should be added in the form of a 300 pF capacitor from Pin 10 to the output at Pin 9. As shown in Figure 5 an additional 0.01  $\mu$ F capacitor between Pins 10 and 11 is recommended.

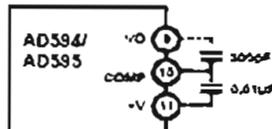


Figure 5. Low Gain Frequency Compensation

#### RECALIBRATION PRINCIPLES AND LIMITATIONS

The ice point compensation network of the AD594/AD595 produces a differential signal which is zero at 0°C and corresponds to the output of an ice referenced thermocouple at the temperature of the chip. The positive TC output of the circuit is proportional to Kelvin temperature and appears as a voltage at +T. It is possible to decrease this signal by loading it with a resistor from +T to COM, or increase it with a pull-up resistor from +T to the larger positive TC voltage at +C. Note that adjustments to +T should be made by measuring the voltage which tracks it at -T. To avoid destabilizing the feedback amplifier the measuring instrument should be isolated by a few thousand ohms in series with the lead connected to -T.

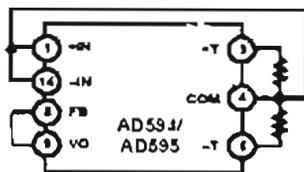


Figure 6. Decreased Sensitivity Adjustment

Changing the positive TC half of the differential output of the compensation scheme shifts the zero point away from 0°C. The zero can be restored by adjusting the current flow into the negative input of the feedback amplifier, the -T pin. A current into

this terminal can be produced with a resistor between -C and -T, or a resistor from -T to COM to offset a decrease in +T.

If the compensation is adjusted substantially to accommodate a different thermocouple type, its effect on the final output voltage will increase or decrease in proportion. To restore the nominal output to 10 mV/°C the gain may be adjusted to match the new compensation and thermocouple input characteristics. When reducing the compensation the resistance between -T and COM automatically increases the gain to within 0.5% of the correct value. If a smaller gain is required, however, the nominal 47 k $\Omega$  internal feedback resistor can be paralleled or replaced with an external resistor.

Fine calibration adjustments will require temperature response measurements of individual devices to assure accuracy. Major reconfigurations for other thermocouple types can be achieved without seriously compromising initial calibration accuracy so long as the procedure is done at a fixed temperature using the factory calibration as a reference. It should be noted that intermediate recalibration conditions may require the use of a negative supply.

#### EXAMPLE: TYPE E RECALIBRATION—AD594/AD595

Both the AD594 and AD595 can be configured to condition the output of a type E (chromel-constantan) thermocouple. Temperature characteristics of type E thermocouples differ less from type J, than from type K, therefore the AD594 is preferred for recalibration.

While maintaining the device at a constant temperature follow the recalibration steps given here. First, measure the device temperature by tying both inputs to common (or a selected common mode potential) and connecting FB to  $V_{in}$ . The AD594 is now in the stand alone Celsius thermometer mode. For this example assume the ambient is 24°C and the initial output  $V_{in}$  is 240 mV. Check the output at  $V_{in}$  to verify that it corresponds to the temperature of the device.

Next, measure the voltage -T at Pin 5 with a high impedance DVM (capacitance should be isolated by a few thousand ohms of resistance at the measured terminals). At 24°C the -T voltage will be about 8.3 mV. To adjust the compensation of an AD594 to a type E thermocouple a resistor  $R_1$  should be connected between +T and +C. Pins 2 and 3, to raise the voltage at -T by the ratio of thermocouple sensitivities. The ratio for converting a type J device to a type E characteristic is:

$$r(AD594) = (60.9 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) / (51.7 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) = 1.18$$

Thus, multiply the initial voltage measured at -T by  $r$  and experimentally determine the  $R_1$  value required to raise -T to that level. For the example the new -T voltage should be about 9.8 mV. The resistance value should be approximately 1.8 k $\Omega$ .

The zero differential point must now be shifted back to 0°C. This is accomplished by multiplying the original output voltage  $V_{in}$  by  $r$  and adjusting the measured output voltage to this value by experimentally adding a resistor,  $R_2$ , between -C and -T, Pins 5 and 6. The target output value in this case should be about 283 mV. The resistance value of  $R_2$  should be approximately 240 k $\Omega$ .

Finally, the gain must be recalibrated such that the output  $V_{in}$  indicates the device's temperature once again. Do this by adding a third resistor,  $R_3$ , between FB and -T, Pins 8 and 5.  $V_{in}$



## ALARM CIRCUIT

In all applications of the AD594/AD595 the -ALM connection, Pin 13, should be constrained so that it is not more positive than  $(V^+) - 4$  V. This can be most easily achieved by connecting Pin 13 to either common at Pin 4 or  $V^-$  at Pin 7. For most applications that use the alarm signal, Pin 13 will be grounded and the signal will be taken from +ALM on Pin 12. A typical application is shown in Figure 10.

In this configuration the alarm transistor will be off in normal operation and the 20 k pull up will cause the +ALM output on Pin 12 to go high. If one or both of the thermocouple leads are interrupted, the +ALM pin will be driven low. As shown in Figure 10 this signal is compatible with the input of a TTL gate which can be used as a buffer and/or inverter.

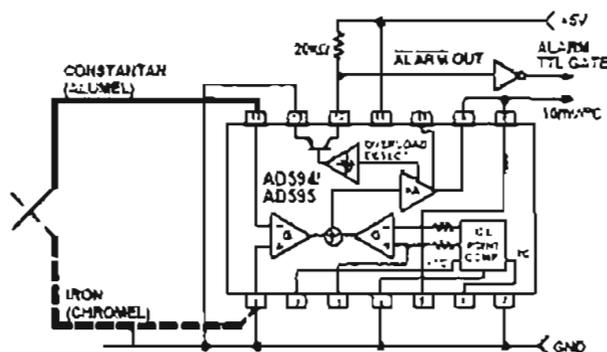


Figure 10. Using the Alarm to Drive a TTL Gate ("Grounded" Emitter Configuration)

Since the alarm is a high level output it may be used to directly drive an LED or other indicator as shown in Figure 11.

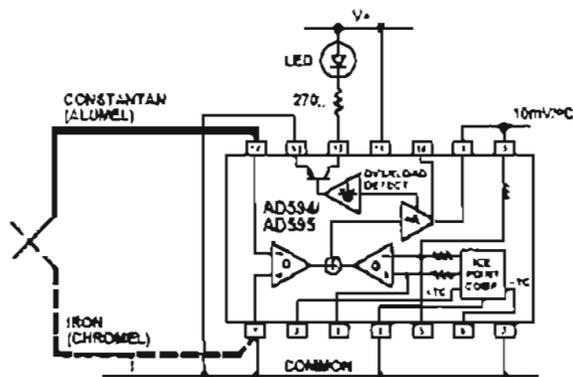


Figure 11. Alarm Directly Drives LED

A 270  $\Omega$  series resistor will limit current in the LED to 10 mA, but may be omitted since the alarm output transistor is current limited at about 20 mA. The transistor, however, will operate in a high dissipation mode and the temperature of the circuit will rise well above ambient. Note that the cold junction compensation will be affected whenever the alarm circuit is activated. The time required for the chip to return to ambient temperature will depend on the power dissipation of the alarm circuit, the nature of the thermal path to the environment and the alarm duration.

The alarm can be used with both single and dual supplies. It can be operated above or below ground. The collector and emitter of the output transistor can be used in any normal switch configuration. As an example a negative-referenced load can be driven from -ALM as shown in Figure 12.

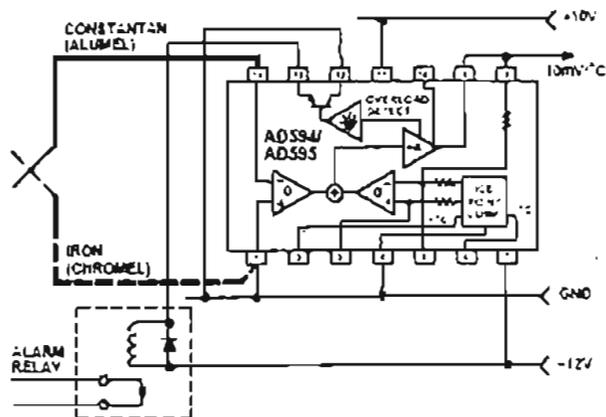


Figure 12. -ALM Driving A Negative Referenced Load

The collector (+ALM) should not be allowed to become more positive than  $(V^-) + 36$  V, however, it may be permitted to be more positive than  $V^+$ . The emitter voltage (-ALM) should be constrained so that it does not become more positive than 4 volts below the  $V^+$  applied to the circuit.

Additionally, the AD594/AD595 can be configured to produce an extreme upscale or downscale output in applications where an extra signal line for an alarm is inappropriate. By tying either of the thermocouple inputs to common most runaway control conditions can be automatically avoided. A +IN to common connection creates a downscale output if the thermocouple opens, while connecting -IN to common provides an upscale output.

## CELSIUS THERMOMETER

The AD594/AD595 may be configured as a stand-alone Celsius thermometer as shown in Figure 13.

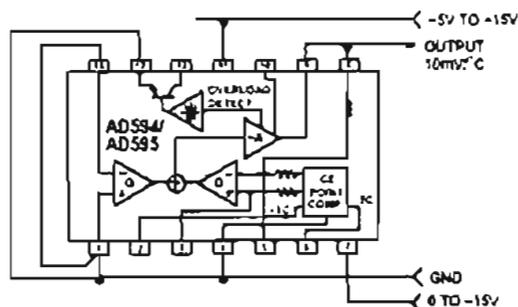


Figure 13. AD594/AD595 as a Stand-Alone Celsius Thermometer

Simply omit the thermocouple and connect the inputs (Pins 1 and 14) to common. The output now will reflect the compensation voltage and hence will indicate the AD594/AD595 temperature with a scale factor of 10 mV/ $^{\circ}$ C. In this three-terminal, voltage output, temperature sensing mode, the AD594/AD595 will operate over the full military  $-55^{\circ}$ C to  $+125^{\circ}$ C temperature range.

# AD594/AD595

## THERMOCOUPLE BASICS

Thermocouples are economical and rugged; they have reasonably good long-term stability. Because of their small size, they respond quickly and are good choices where fast response is important. They function over temperature ranges from cryogenics to jet-engine exhaust and have reasonable linearity and accuracy.

Because the number of free electrons in a piece of metal depends on both temperature and composition of the metal, two pieces of dissimilar metal in isothermal and contact will exhibit a potential difference that is a repeatable function of temperature, as shown in Figure 14. The resulting voltage depends on the temperatures,  $T_1$  and  $T_2$ , in a repeatable way.

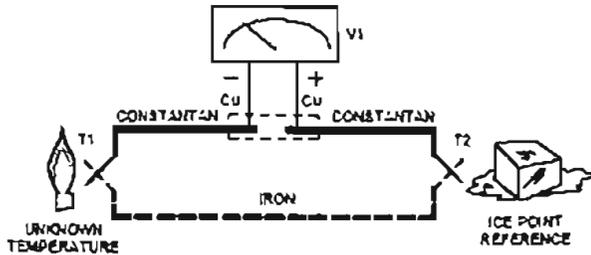


Figure 14. Thermocouple Voltage with 0°C Reference

Since the thermocouple is basically a differential rather than absolute measuring device, a known reference temperature is required for one of the junctions if the temperature of the other is to be inferred from the output voltage. Thermocouples made of specially selected materials have been exhaustively characterized in terms of voltage versus temperature compared to primary temperature standards. Most notably the water-ice point of 0°C is used for tables of standard thermocouple performance.

An alternative measurement technique, illustrated in Figure 15, is used in most practical applications where accuracy requirements do not warrant maintenance of primary standards. The reference junction temperature is allowed to change with the environment of the measurement system, but it is carefully measured by some type of absolute thermometer. A measurement of the thermocouple voltage combined with a knowledge of the reference temperature can be used to calculate the measurement junction temperature. Usual practice, however, is to use a convenient thermoelectric method to measure the reference temperature

and to arrange its output voltage so that it corresponds to a thermocouple referred to 0°C. This voltage is simply added to the thermocouple voltage and the sum then corresponds to the standard voltage tabulated for an ice-point referenced thermocouple.

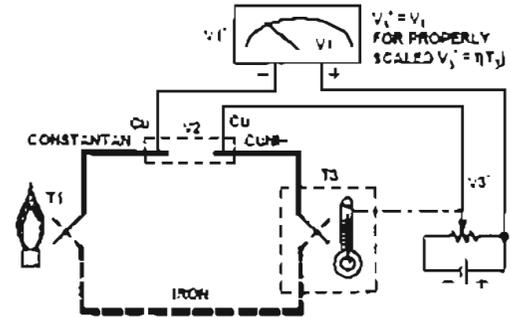


Figure 15. Substitution of Measured Reference Temperature for Ice Point Reference

The temperature sensitivity of silicon integrated circuit transistors is quite predictable and repeatable. This sensitivity is exploited in the AD594/AD595 to produce a temperature related voltage to compensate the reference of "cold" junction of a thermocouple as shown in Figure 16.

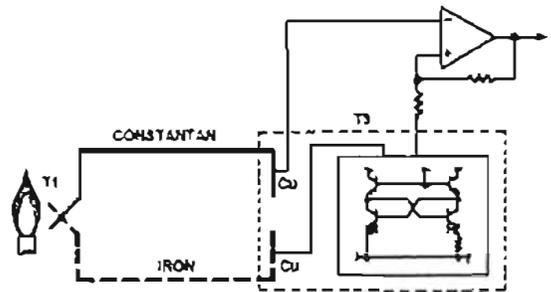


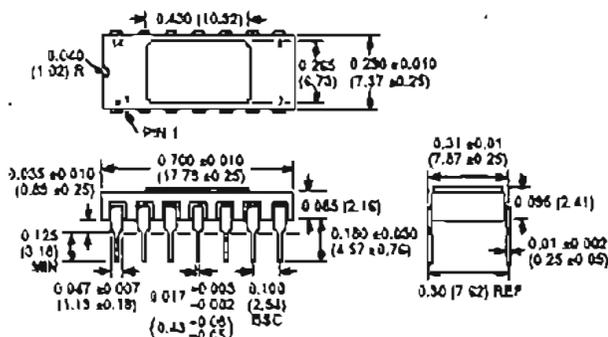
Figure 16. Connecting Isothermal Junctions

Since the compensation is at the reference junction temperature, it is often convenient to form the reference "junction" by connecting directly to the circuit wiring. So long as these connections and the compensation are at the same temperature no error will result.

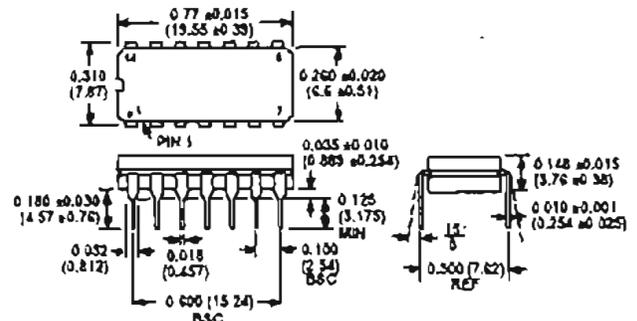
## OUTLINE DIMENSIONS

Dimensions shown in inches and (mm)

### TO-116 (D) Package



### Cordip (Q) Package



**MC14094B****8-Stage Shift/Store Register with Three-State Outputs**

The MC14094B combines an 8-stage shift register with a data latch for each stage and a 3-state output from each latch.

Data is shifted on the positive clock transition and is shifted from the seventh stage to two serial outputs. The  $Q_5$  output data is for use in high-speed cascaded systems. The  $Q_5$  output data is shifted on the following negative clock transition for use in low-speed cascaded systems.

Data from each stage of the shift register is latched on the negative transition of the strobe input. Data propagates through the latch while strobe is high.

Outputs of the eight data latches are controlled by 3-state buffers which are placed in the high-impedance state by a logic Low on Output Enable.

**Features**

- 3-State Outputs
- Capable of Driving Two Low-Power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Input Diode Protection
- Data Latch
- Dual Outputs for Data Out on Both Positive and Negative Clock Transitions
- Useful for Serial-to-Parallel Data Conversion
- Pin-for-Pin Compatible with CD4094B
- Pb-Free Packages are Available\*

**MAXIMUM RATINGS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DD}$	DC Supply Voltage Range	-0.5 to +13.0	V
$V_{in}, V_{out}$	Input or Output Voltage Range (DC or Transient)	-0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
$I_{in}, I_{out}$	Input or Output Current (DC or Transient) per Pin	$\pm 10$	mA
$P_D$	Power Dissipation, per Package (Note 1)	500	mW
$T_A$	Ambient Temperature Range	-55 to +125	$^{\circ}$ C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-55 to +150	$^{\circ}$ C
$T_L$	Lead Temperature (E-Second Soldering)	260	$^{\circ}$ C

## 1. Temperature Derating:

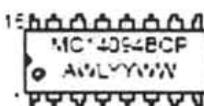
Plastic "P" and "D" Packages: -7.0 mW/ $^{\circ}$ C From 65 $^{\circ}$ C To 125 $^{\circ}$ C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$ .

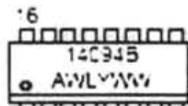
Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$  or  $V_{DD}$ ). Unused outputs must be left open.

**ON Semiconductor**<http://onsemi.com>**MARKING DIAGRAMS**

PDIIP-16  
P SUFFIX  
CASE 648



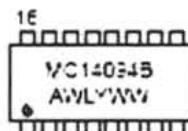
SOIC-16  
D SUFFIX  
CASE 751B



TSSOP-16  
DT SUFFIX  
CASE 948F



SOEIAJ-16  
F SUFFIX  
CASE 966



A = Assembly Location  
WL, L = Wafer Lot  
YY, Y = Year  
WW, W = Work Week

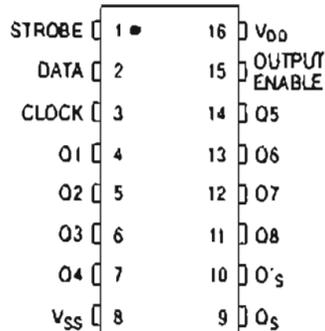
**ORDERING INFORMATION**

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section or page 2 of this data sheet.

\*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com).

# MC14094B

## PIN ASSIGNMENT



## TRUTH TABLE

Clock	Output Enable	Strobe	Data	Parallel Outputs		Serial Outputs	
				Q1	Q <sub>N</sub>	Q <sub>5</sub> '	Q <sub>5</sub>
↗	0	X	X	Z	Z	Q7	No Chg
↘	0	X	X	Z	Z	No Chg	Q7
↗	1	0	X	No Chg	No Chg	Q7	No Chg
↗	1	1	0	0	Q <sub>11</sub> -1	Q7	No Chg
↗	1	1	1	1	Q <sub>11</sub> -1	Q7	No Chg
↘	1	1	1	No Chg	No Chg	No Chg	Q7

Z = High Impedance X = Don't Care

\* At the positive clock edge information in the 7th shift register stage is transferred to Q<sub>2</sub> and Q<sub>5</sub>

## ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping†
MC14094BCP	PDIP-16	500 Units / Rail
MC14094BCPG	PDIP-16 (Pb-Free)	500 Units / Rail
MC14094BD	SOIC-16	48 Units / Rail
MC14094BDG	SOIC-16 (Pb-Free)	48 Units / Rail
MC14094BDR2	SOIC-16	2500 Units / Tape & Reel
MC14094BDR2G	SOIC-16 (Pb-Free)	2500 Units / Tape & Reel
MC14094BDTR2	TSSOP-16*	2500 Units / Tape & Reel
MC14094BF	SOEIAJ-16	50 Units / Rail
MC14094BFG	SOEIAJ-16 (Pb-Free)	50 Units / Rail
MC14094BFEL	SOEIAJ-16	2000 Units / Tape & Reel
MC14094BFELG	SOEIAJ-16 (Pb-Free)	2000 Units / Tape & Reel

† For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD80111D

\* This package is inherently Pb-Free

# MC14094B

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to $V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	- 55 C		25 C			125 C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ (2)	Max	Min	Max		
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0	"0" Level $V_{OL}$	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	Vdc	
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
	"1" Level $V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	$V_{OH}$	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	Vdc
			10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	
			15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-	
Input Voltage ( $V_C = 4.5$ or $0.5$ Vdc) ( $V_O = 9.0$ or $1.0$ Vdc) ( $V_C = 13.5$ or $1.5$ Vdc)	"0" Level $V_{IL}$	5.0	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	Vdc	
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0		
		15	-	4.0	-	6.75	4.0	-	4.0		
	"1" Level ( $V_C = 0.5$ or $4.5$ Vdc) ( $V_O = 1.0$ or $9.0$ Vdc) ( $V_C = 1.5$ or $13.5$ Vdc)	$V_{IH}$	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	Vdc
			10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
			15	11	-	11	8.25	-	11	-	
Output Drive Current ( $V_{CH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{CH} = 4.6$ Vdc) ( $V_{CH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{CH} = 13.5$ Vdc)	Source $I_{OH}$	5.0	-3.0	-	-2.4	-4.2	-	-1.7	-	mAdc	
		5.0	-0.64	-	-0.51	-0.88	-	-0.36	-		
		10	-1.6	-	-1.3	-2.25	-	-0.9	-		
		15	-4.2	-	-3.4	-8.8	-	-2.4	-		
	Sink $I_{OL}$	5.0	0.64	-	0.51	0.88	-	0.36	-	mAdc	
		10	1.6	-	1.3	2.25	-	0.9	-		
15		4.2	-	3.4	8.8	-	2.4	-			
Input Current	$I_{in}$	15	-	$\pm 0.1$	-	$\pm 0.0001$	$\pm 0.1$	-	$\pm 1.0$	$\mu$ A	
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )	$C_{in}$	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF	
Quiescent Current (Per Package)	$I_{DD}$	5.0	-	5.0	-	0.005	5.0	-	150	$\mu$ A	
		10	-	10	-	0.010	10	-	300		
		15	-	20	-	0.015	20	-	600		
Total Supply Current (3)(4) (Dynamic plus Quiescent, Per Package) ( $C_L = 50$ pF on all outputs, all buffers switching)	$I_T$	5.0	$I_T = (4.1 \mu A/kHz) f + I_{DD}$								$\mu$ A
		10	$I_T = (14 \mu A/kHz) f + I_{DD}$								
		15	$I_T = (140 \mu A/kHz) f + I_{DD}$								
3-State Output Leakage Current	$I_{TL}$	15	-	$\pm 0.1$	-	$\pm 0.0001$	$\pm 0.1$	-	$\pm 3.0$	$\mu$ A	

2 Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

3 The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C

4 To calculate total supply current at loads other than 50 pF.

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V/k$$

where:  $I_T$  is in  $\mu$ A (per package),  $C_L$  in pF,  $V = (V_{DD} - V_{SS})$  in volts,  $f$  in kHz is input frequency, and  $k = 0.001$

**SWITCHING CHARACTERISTICS** <sup>(5)</sup> ( $C_L = 50$  pF,  $T_A = 25$  °C)

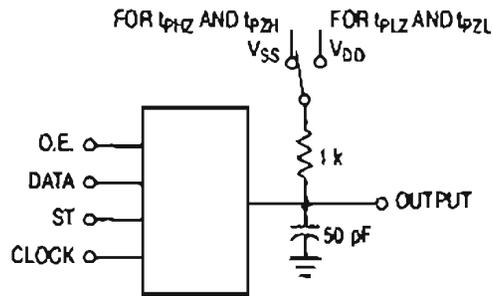
Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> Vdc	Min	Typ <sup>(6)</sup>	Max	Unit
Output Rise and Fall Time $t_{rLH}, t_{fHL} = (1.35 \text{ ns/pF}) C_L + 33 \text{ ns}$ $t_{rLH}, t_{fHL} = (1.06 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{rLH}, t_{fHL} = (1.04 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$	$t_{rLH}$ $t_{fHL}$	5.0 10 15	- - -	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time Clock to Serial out Q'S $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 305 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 107 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 82 \text{ ns}$ Clock to Serial out Q'S $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 350 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 149 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 62 \text{ ns}$ Clock to Parallel out $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 375 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 177 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 122 \text{ ns}$ Strobe to Parallel out $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 245 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 127 \text{ ns}$ $t_{pLH}, t_{pHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 87 \text{ ns}$	$t_{pLH}$ $t_{pHL}$	5.0 10 15	- - -	350 125 95	600 250 190	ns
Output Enable to Output $t_{pHZ}, t_{pZL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 95 \text{ ns}$ $t_{pHZ}, t_{pZL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 57 \text{ ns}$ $t_{pHZ}, t_{pZL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 42 \text{ ns}$	$t_{pHZ}$ $t_{pZL}$	5.0 10 15	- - -	140 75 65	280 150 110	
	$t_{pLZ}$ $t_{pZH}$	5.0 10 15	- - -	225 95 70	450 190 140	
Setup Time Data in to Clock	$t_{su}$	5.0 10 15	125 55 35	60 30 20	- - -	ns
Hold Time Clock to Data	$t_h$	5.0 10 15	0 20 20	-40 -10 0	- - -	ns
Clock Pulse Width, High	$t_{pWH}$	5.0 10 15	200 100 83	100 50 40	- - -	ns
Clock Rise and Fall Time	$t_{r(c)}$ $t_{f(c)}$	5 10 15	- - -	- - -	15 50 40	µs
Clock Pulse Frequency	$f_c$	5.0 10 15	- - -	2.5 5.0 6.0	1.25 2.5 3.0	MHz
Strobe Pulse Width	$t_{pWL}$	5.0 10 15	200 80 70	100 40 35	- - -	ns

5. The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

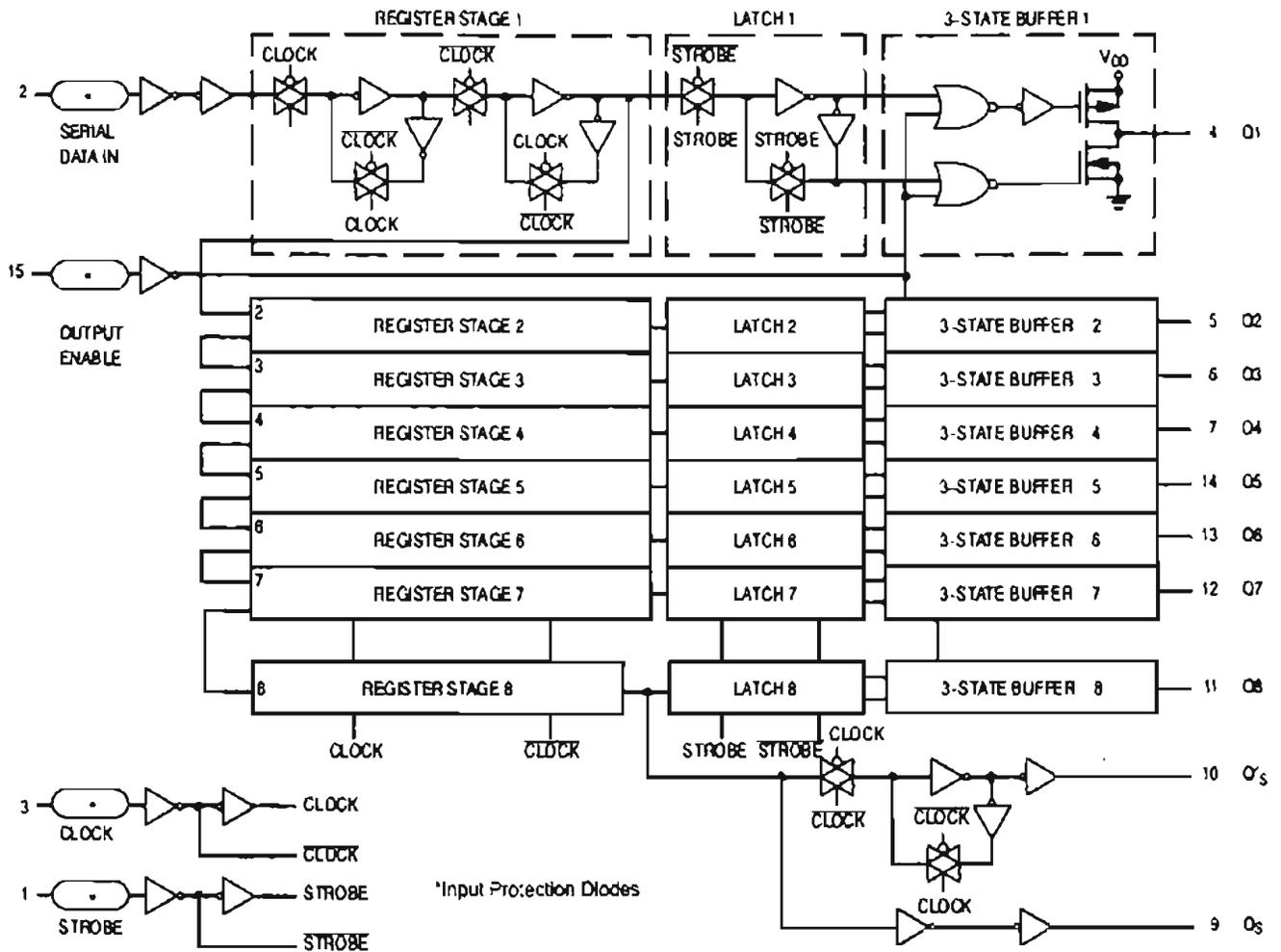
6. Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

# MC14094B

## 3-STATE TEST CIRCUIT



## BLOCK DIAGRAM

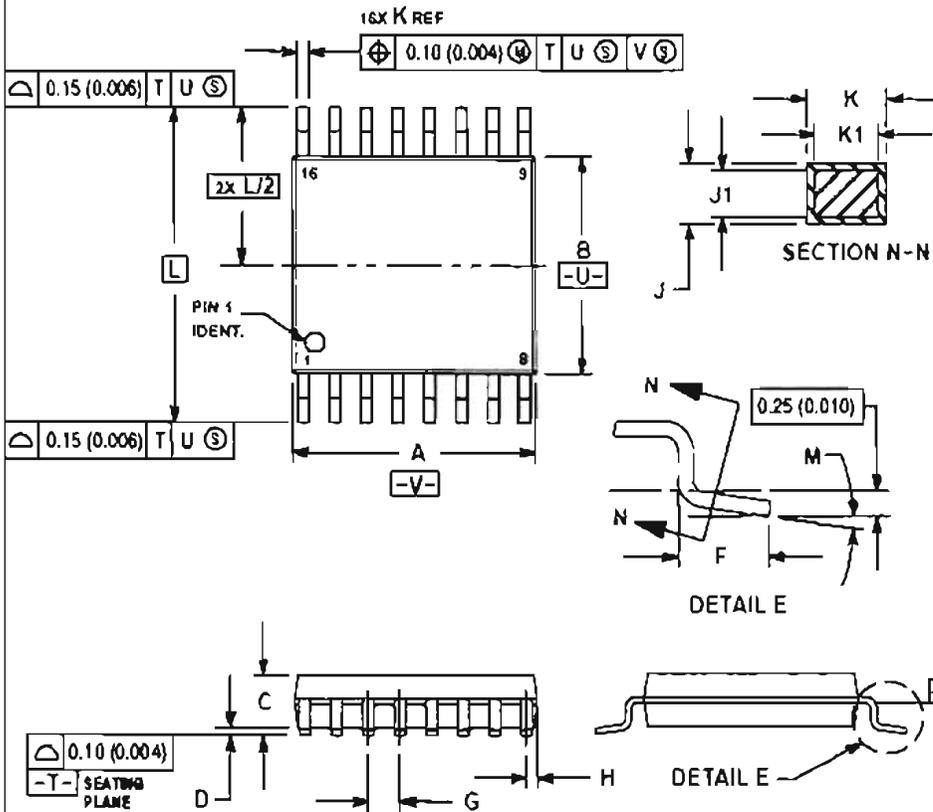




# MC14094B

## PACKAGE DIMENSIONS

TSSOP-16  
DT SUFFIX  
PLASTIC TSSOP PACKAGE  
CASE 948F-01  
ISSUE A



### NOTES:

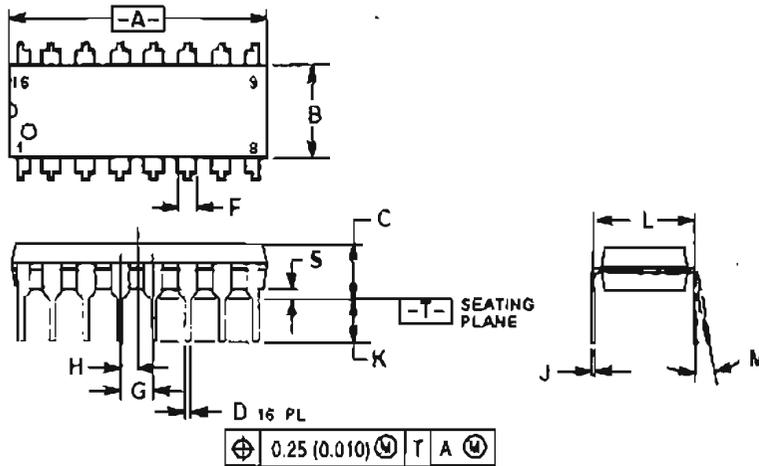
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M-1982
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
3. DIMENSION A DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS; MOLD FLASH OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION; INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE
5. DIMENSION K DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION; ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.09 (0.003) TOTAL HENCESS OF THE K DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION
6. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY
7. DIMENSION A AND B ARE TO BE DETERMINED AT DATUM PLANE -W-

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.30	5.10	0.193	0.200
B	4.30	4.55	0.169	0.177
C	---	1.20	---	0.047
D	0.32	0.74	0.012	0.029
F	0.50	0.75	0.020	0.030
G	0.25 BSC		0.009 BSC	
H	0.18	0.29	0.007	0.011
J	0.36	0.50	0.014	0.020
J1	0.36	0.78	0.014	0.031
K	0.10	0.30	0.004	0.012
K1	0.10	0.25	0.004	0.010
L	2.40 BSC		0.094 BSC	
M	0.7	0.7	0.028	0.028

# MC14094B

## PACKAGE DIMENSIONS

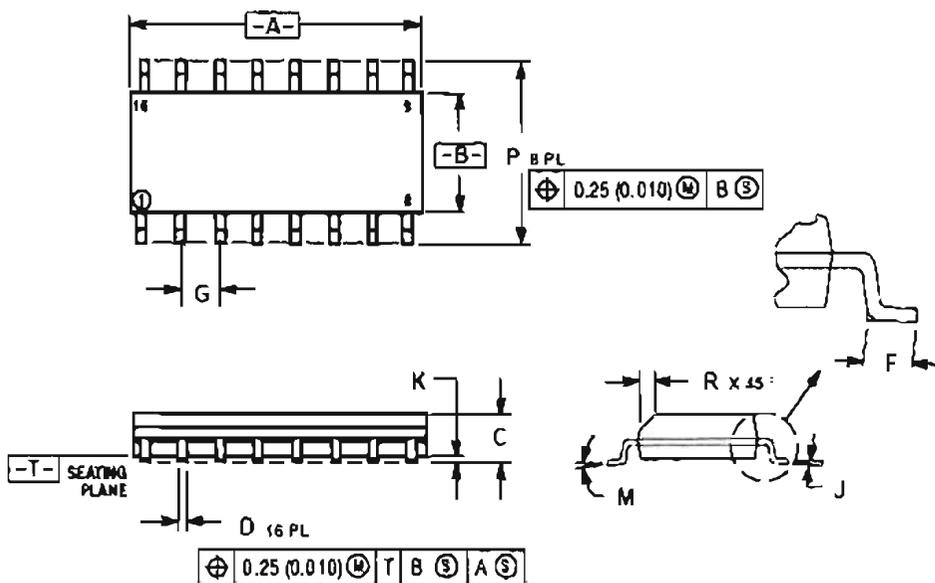
PDIP-16  
P SUFFIX  
PLASTIC DIP PACKAGE  
CASE 648-08  
ISSUE T



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH
  3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL
  4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH
  5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.280	0.300	7.12	7.62
C	0.145	0.175	3.68	4.43
D	0.215	0.221	5.46	5.61
F	0.340	0.36	8.63	9.14
G	1.27 BSC		32.51 BSC	
H	1.27 BSC		32.51 BSC	
J	0.025	0.212	0.64	5.39
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.265	0.32	6.73	8.13
M	0	0	0	0
S	0.250	0.240	6.35	6.10

SOIC-16  
D SUFFIX  
PLASTIC SOIC PACKAGE  
CASE 751B-05  
ISSUE J



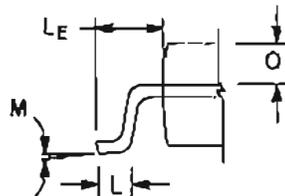
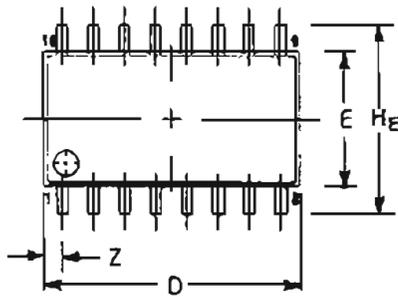
- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982
  2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
  3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION
  4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE
  5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.394
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.25	1.75	0.051	0.069
D	0.35	0.52	0.014	0.021
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0	0.7	0	0.028
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

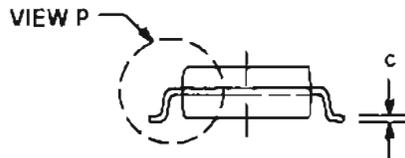
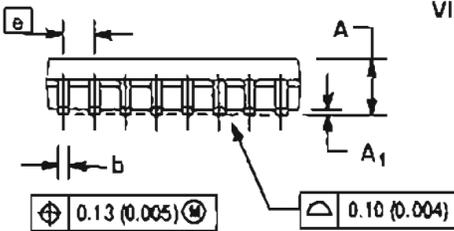
# MC14094B

## PACKAGE DIMENSIONS

SOEIAJ-16  
F SUFFIX  
PLASTIC EIAJ SOIC PACKAGE  
CASE 966-01  
ISSUE O



DETAIL P



### NOTES

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS AND ARE MEASURED AT THE PARTING LINE. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.005) PER SIDE.
4. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
5. THE LEAD WIDTH DIMENSION (b) DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE LEAD WIDTH DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION. DAMBAR CANNOT BE LOCATED ON THE LOWER RADII OF THE FOOT. MINIMUM SPACE BETWEEN PROTRUSIONS AND ADJACENT LEAD TO BE 0.18 (0.018).

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	--	2.05	--	0.081
A <sub>1</sub>	0.05	0.20	0.002	0.008
b	0.35	0.50	0.014	0.020
c	0.18	0.27	0.007	0.011
D	9.90	10.50	0.390	0.413
E	5.10	5.45	0.201	0.215
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
H <sub>E</sub>	7.40	8.20	0.291	0.323
L	0.50	0.85	0.020	0.033
L <sub>E</sub>	1.10	1.50	0.043	0.059
M	0.10	0.10	0.004	0.004
O <sub>1</sub>	0.70	0.90	0.028	0.035
Z	--	0.78	--	0.031

# MC14094B

ON Semiconductor and  are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product, or product and specifically DISCLAIMS any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Typical parameters shown may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including typical values, must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights or the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such intended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising directly or indirectly, in any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

## PUBLICATION ORDERING INFORMATION

### LITERATURE FULFILLMENT

Literature Distribution Center for ON Semiconductor  
P.O. Box 61112, Phoenix, Arizona 85061-1112 USA  
Phone: 480-829-7710 or 800-344-3529 Toll Free USA/Canada  
Fax: 480-829-7299 or 800-344-3527 Toll Free USA/Canada  
E-mail: [order@onsemi.com](mailto:order@onsemi.com)

North American Technical Support: 410-252-7665 Toll Free  
USA/Canada

Japan: ON Semiconductor Japan Customer Focus Center  
3-9-1 Kamimeguro, Meguro-ku, Tokyo, Japan 153-8501  
Phone: 81-3-6733-2650

ON Semiconductor Website: <http://www.onsemi.com>

Order Literature: <http://www.onsemi.com/order>

For questions, information or assistance contact your  
local Sales Representative

MC14094B/D

# E Tipos y características de termopares

TPO TERMOPAR	ELECTRO		RANGO TEMPERATURAS TERMOPAR	NORMAS P.A.E.	IEC 584	BS 1842	DIN 43770	JIS C1610 1997	JPG-10000
	POLO -	POLO +							
<b>J</b>	NI-CR Ni Ni-CR	CO-NI-CR Ni-CR Ni-CR	700 ~ 1300°C						
	NI-CR Ni Ni-CR	CO-NI-CR Ni-CR Ni-CR	100 ~ 900°C						
<b>K</b>	NI-CR Ni Ni-CR	NI-CR-NI Ni-CR Ni-CR	270 ~ 1370°C						
<b>T</b>	NI-CR Ni Ni-CR	CO-NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 400°C						
	NI-CR Ni Ni-CR	CO-NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 350°C						
<b>R</b>	NI-CR Ni-CR Ni-CR	NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 1500°C						
	NI-CR Ni-CR Ni-CR	NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 1500°C						
<b>S</b>	NI-CR Ni-CR Ni-CR	NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 1500°C						
	NI-CR Ni-CR Ni-CR	NI-CR Ni-CR Ni-CR	270 ~ 1500°C						
<b>B</b>	NI-CR Ni-CR Ni-CR	NI-CR Ni-CR Ni-CR	0 ~ 1700°C						

© 2004 ECHENOSYS Y SECUNDARIA INDUSTRIAL S.A.

F Cuadro nacional de atribución de frecuencias

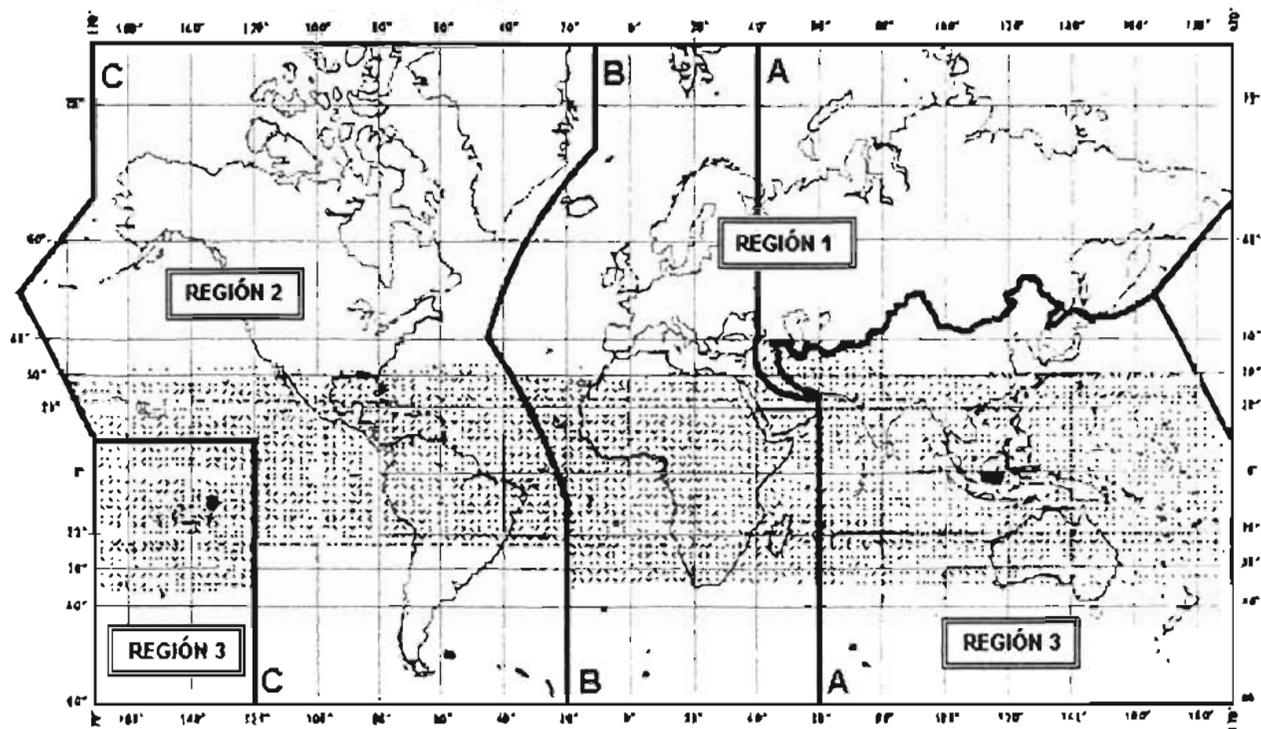
**Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias**

**Información Importante Aplicable al Cuadro.** El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo a la siguiente tabla:

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B. km
6	MF	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas	B. hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12		300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Nota 1: «La banda N» (N= número de la banda) se extiende de  $0.3 \times 10^N$  Hz a  $3 \times 10^N$  Hz.

Nota 2: Prefijos k= kilo ( $10^3$ ), M ( $10^6$ ), G ( $10^9$ ).



La parte sombreada representa la Zona Tropical definida en los números S5.16 a S5.20 y S5.21.



Área General de Ingeniería y Tecnología

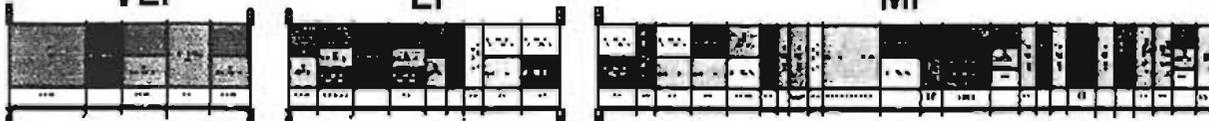
SECTOR DE SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES



VLF

LF

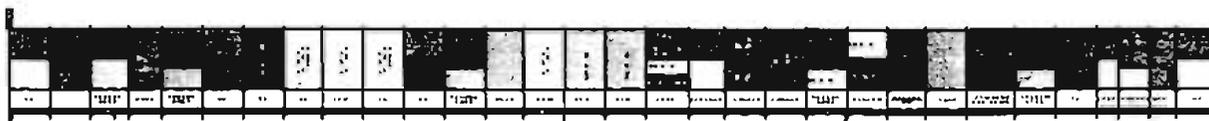
MF



HF



VHF



UHF



SHF



EHF



EE



## **GLOSARIO**

## A

**Algoritmo:** Conjunto ordenado de operaciones y procedimientos que deben seguirse para resolver un problema. La palabra "algoritmo" deriva del nombre latinizado del gran matemático árabe Abu Ja'far Mohammed Ibn Moussa Al'Kowarizmi, el cual escribió entre los años 800 y 825 su obra Kitab Al Jabr W'Al'Mukabala, o "Reglas de restauración y reducción", donde se recogía el sistema de numeración hindú y el concepto del cero. Fue Fibonacci (Leonardo Pisano) quien tradujo su obra al latín y la inició con las palabras: *Algoritmi dicit*.

**Analógico:** Característica de un dispositivo capaz de trabajar internamente con señales que pueden tener cualquier valor dentro de un margen para el que ha sido diseñado, en oposición a los dispositivos digitales.

**Antiséptico:** Sustancia química de aplicación tópica sobre tejidos vivos (piel intacta, mucosas, heridas, etc.), que destruye o inhibe los microorganismos sin afectar sensiblemente a los tejidos donde se aplica.

## B

**Bacteria:** Seres procarióticos que constituyen el grupo de organismos más pequeños, antiguos y abundantes del mundo, clasificados en el reino *Moneras*. Las dimensiones de las bacterias se miden en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) variando entre 0.1 – 0.15  $\mu\text{m}$  (*Mycoplasma*) y 16 - 28  $\mu\text{m}$  (*Spirillum volutans*). La mayor parte de las bacterias patógenas tienen dimensiones de 0.2 - 10  $\mu\text{m}$ . Las bacterias se presentan en todos los hábitats y, debido principalmente a su gran adaptabilidad metabólica, pueden sobrevivir en muchos medios que no permitirían ningún otro tipo de vida.

## C

**Catéter:** Sonda que se emplea para explorar el interior del cuerpo.

**Cavidad:** Espacio hueco dentro de un cuerpo.

**Circuito:** Asociación de elementos que permite el paso de la corriente eléctrica, ya sea continua o alterna. Estos elementos o impedancias se pueden agrupar en una sola denominada impedancia equivalente. El comportamiento de un circuito eléctrico, conocida su configuración y los elementos que lo componen, se puede determinar por las leyes de Kirchhoff y las ecuaciones de los elementos.

## D

**Desfibrilador:** Instrumento utilizado para la práctica de la desfibrilación o el tratamiento de determinados trastornos del ritmo cardíaco por medio de una descarga eléctrica previamente almacenada en un condensador.

**Desinfección de alto nivel:** Empleo de un procedimiento químico con el que se consigue destruir todos los microorganismos, excepto algunas esporas bacterianas.

La desinfección mediante la cual se somete a los microorganismos a la acción del calor con la inyección de vapor saturado y seco a presión es un método que presenta una elevada eficacia por su capacidad de penetración, confiabilidad, facilidad de monitorización, seguridad (ausencia de residuos tóxicos) y por resultar el más económico de los sistemas tradicionales dentro de la sanitización hospitalaria.

**Desinfección de bajo nivel:** Empleo de un procedimiento químico con el que se pueden destruir la mayor parte de las formas vegetativas bacterianas, algunos virus y hongos, pero no el *Mycobacterium tuberculosis* ni las esporas bacterianas.

**Desinfección de nivel intermedio:** Empleo de un procedimiento químico con el que se consigue inactivar todas las formas bacterianas vegetativas, el complejo *Mycobacterium tuberculosis*, así como la mayoría de los virus y hongos, pero que no necesariamente asegura la destrucción de esporas bacterianas.

**Desinfectante:** Sustancia química que destruye los microorganismos y que se aplica sobre material inerte sin alterarlo de forma sensible.

**Diálisis:** Método terapéutico de purificación de la sangre basado en la separación de sustancias disueltas en una mezcla, mediante una membrana que permite únicamente el paso de partículas con bajo peso molecular. La diálisis se emplea como un sustituto de la función normal del riñón para eliminar las sustancias nocivas.

**Digital:** Relativo a la tecnología basada en la representación numérica de la información, en oposición a la analógica. Las señales digitales están formadas por muestras discretas de la señal analógica original. La representación digital de la información supone grandes ventajas sobre la analógica, entre las que se encuentran: tratamiento homogéneo de todo tipo de señales (de sonido, vídeo, texto, etc.), mayor exactitud, posibilidad de procesamiento por microprocesador, sistemas de detección y corrección de errores. La técnica digital puede reemplazar con ventajas la mayoría de las aplicaciones analógicas tradicionales y permite aplicaciones nuevas que serían imposibles con la tecnología analógica.

## E

**EEPROM:** (Acrónimo del inglés "Electrically Erasable Programmable Read Only Memory" ('Memoria Sólo de Lectura Programable y Borrable Eléctricamente')). [Informática] Puede borrarse mediante impulsos eléctricos y es mucho más lenta que la memoria RAM (memoria de acceso aleatorio).

**Endógeno:** Fenómeno o enfermedad que se desarrolla en relación con un proceso que afecta al organismo, con exclusión de factores externos a él.

**Endoscopio:** Instrumento óptico que se emplea para examinar visualmente una cavidad o conducto interno del organismo.

**Epidemia:** Cualquier enfermedad que acomete a un mismo tiempo y de modo repentino a muchas personas y aflige temporalmente a una población o país.

**Epitelio:** Tejido animal formado por células que se encuentran en contacto mutuo, de formas y tamaños muy variables, que presenta escasez de sustancia intercelular y de vasos sanguíneos. Este tejido cubre todas las superficies externas del cuerpo, y reviste las

cavidades y los conductos corporales. La asociación de este tipo de células constituye la epidermis, la capa externa de las mucosas y la porción secretora de las glándulas; también forma parte de los órganos de los sentidos.

**Escherichia Coli:** Bacteria que habita en el intestino del hombre, mamíferos, aves, peces, reptiles, anfibios e insectos, también conocida como colibacilo o con el nombre abreviado E. Coli.

**Esporas:** Forma resistente que adoptan las bacterias ante condiciones ambientales desfavorables.

**Esterilización:** Empleo de un procedimiento fisicoquímico dirigido a destruir toda forma de vida. incluyendo la flora microbiana y las altamente resistentes esporas bacterianas.

**Exógeno:** Factor externo al organismo, susceptible de afectar su equilibrio e inducir un proceso o enfermedad.

F

**Frecuencia:** Número de veces por segundo que una corriente alterna cambia de polaridad.

G

**Germen:** Microorganismo patógeno de tamaño muy pequeño. Este término es muy empleado para designar en conjunto a bacterias, protozoos, hongos y virus, todos ellos causantes de enfermedades.

H

**Heces:** Excrementos producidos por el proceso de la digestión.

**Huésped:** Cuerpo en el que está alojado un parásito.

I

**Infeción:** Contaminación de un ser vivo provocada por el desarrollo en su cuerpo de bacterias, virus y microbios patógenos que vierten toxinas en la sangre: en la heridas abiertas hay mucho riesgo de infección.

**Interferencia electromagnética:** Fenómeno ondulatorio que aparece cuando en una determinada región del espacio coinciden dos ondas. Consiste en una alteración de la distribución de la intensidad de dos ondas cuando éstas se encuentran en una determinada región del espacio. Es un fenómeno característico de todas las formas de transporte de energía por ondas, cuyo resultado es la aparición de puntos de amplitud máxima y amplitud mínima cuando coincidan, respectivamente, las crestas de ambas ondas o la cresta y el valle de cada una.

**Isotérmico:** Se dice del proceso en que la temperatura permanece constante.

J

K

L

**Limpieza:** Empleo de un procedimiento fisicoquímico encaminado a arrastrar cualquier material ajeno al objeto que se pretende limpiar.

M

**Metabolismo:** Conjunto de reacciones químicas que tienen lugar dentro de la célula, y que se traducen en una constante renovación de la materia viva. El metabolismo es una función celular.

**Microorganismo:** Organismo microscópico, es decir, de un tamaño tan pequeño que resulta imperceptible para el ojo humano sin la ayuda de aparatos que amplifiquen imágenes. La escala de tamaños, aunque pequeña, es muy variable según el tipo de microorganismo: así por ejemplo, los virus miden desde 300 a 3.000 Å, la bacteria *Escherichia coli* tiene una longitud de 1.500 x 500 nm y el tamaño de los protozoos oscila alrededor de los 3 µm, aunque algunos pueden llegar al milímetro.

N

**Nosocomio:** Del griego *nosokomeion* a través del latín *nosocomium* ('hospital'); Establecimiento destinado al diagnóstico, cuidado y tratamiento de enfermos.

Ñ

O

**Orinal:** Recipiente para recoger la orina durante la noche.

## P

**Patógeno:** (Del griego *pathos* 'enfermedad' y la raíz *-gen* 'generar, producir'); adj. Se aplica a los elementos que pueden producir u originar una enfermedad o facilitar su desarrollo: la *Salmonella* se produce por bacterias patógenas perjudiciales para el hombre.

**PIC:** Circuito Integrado Programable. Marca registrada por la empresa Microchip.

**pH:** A lo largo de la historia han surgido varias teorías para definir las características de las sustancias ácidas y básicas. Dichas teorías han sido propuestas por Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. Teorías. Arrhenius (1887). Arrhenius definió un ácido como "aquel compuesto que al ionizarse en agua se disocia dando iones hidrógeno, y una base se disocia dando iones hidroxilo". Según esta definición, el protón es el responsable de las propiedades de ácidos y el ión hidroxilo de los básicos. La definición de Arrhenius está basada en fenómenos en disoluciones acuosas, y, por tanto, no explicaba reacciones análogas en otros disolventes.

**Puerto:** Lugar físico donde dos sistemas informáticos intercambian información.

## Q

## R

**RAM:** (Acrónimo del inglés *Random Access Memory*). [Informática] Memoria de lectura y escritura de acceso directo, que pierde su contenido con la falta de alimentación y se puede escribir y borrar cuantas veces se quiera.

**Registro:** Elemento de la Unidad de Proceso que contiene, de forma temporal, informaciones que han de intervenir en las operaciones que se están realizando, o que son el resultado de ellas. Están constituidos por un número de bits que depende del tipo de microprocesador. Son elementos independientes, pueden dirigirse, y todos son de lectura y escritura. Existen dos tipos de registros: 1.- Registros Internos: son los que utiliza la CPU en sus operaciones internas y están ocultos al programador. No hay forma de hacer referencia, a este tipo de registros, en las instrucciones. 2.- Registros de Uso General: son registros visibles al programador. Se puede hacer referencia a ellos en las instrucciones.

**Resolucion:** Grado de detalle que alcanza un documento en formato digital, ya sea una imagen en pantalla (resolución de la tarjeta gráfica, del monitor o del escáner con el que se captura) o bien un documento impreso (resolución de la impresora).

**ROM:** (Acrónimo del inglés *Read Only Memory* ('Memoria sólo de lectura')). [Informática] La memoria ROM se configura (graba) en el momento de su fabricación. Una vez grabada, no se puede borrar, por lo que se utiliza para sistemas que requieren de una configuración única y no modificable.

## S

**Salud:** (Del latín *salus, -utis*); sust. f. Estado en que se encuentra un ser orgánico cuando ejerce con normalidad todas sus funciones. La Organización Mundial de la Salud la define como "el completo estado de bienestar, físico, mental y social, del individuo".

**Solenoid:** Bobina de espiras yuxtapuestas sobre un cuerpo cilíndrico, que funciona como un imán cuando por dichas espiras circula una corriente eléctrica. El campo magnético en el interior de un solenoide, despreciando efectos de borde, es constante en el interior, dirigido paralelamente a su eje y de módulo  $B = \mu n I / L$  donde  $B$  es la inducción magnética,  $\mu$  la permeabilidad magnética,  $n$  el número de vueltas de la bobina,  $L$  la longitud del solenoide e  $I$  la intensidad de la corriente que circula por él.

T

**Termopar:** Es un circuito constituido por dos conductores de metales distintos que están soldados en sus extremos, de forma que al calentar una de las uniones circula una corriente eléctrica. Una de las uniones de un extremo se sitúa en la zona cuya temperatura se desea medir, y la otra unión se mantiene a temperatura fija. Los hilos conductores se encuentran aislados entre sí por cilindros de porcelana o cerámica, y además el termopar se suele aislar en tubos protectores cerámicos o metálicos para evitar daños mecánicos o su contaminación.

**Tipo S: Platino-10% Rodio / Platino**

Se utiliza para un rango de temperatura de  $-50^{\circ}$  a  $1769^{\circ}\text{C}$  y puede ser utilizado en atmósferas oxidantes hasta  $1400^{\circ}\text{C}$ . Para temperaturas mayores es necesario protegerlo con funda de alúmina re-cristalizada. Sin embargo, es recomendable siempre el uso de una funda para evitar contaminaciones y oxidaciones del platino.

**Tipo R: Platino-13% Rodio / Platino**

Sus características son similares al tipo S, pero con una estabilidad mayor y produce una FEM mayor.

**Tipo B: Platino-30% Rodio / Platino-6% Rodio**

Su rango de utilización es de 0 a  $1820^{\circ}\text{C}$ . Es muy útil a temperaturas elevadas ya que puede ser usado sin problemas a  $1600^{\circ}\text{C}$  de forma continua.

**Tipo J: Hierro / Cobre-Níquel**

Su rango de utilización es de  $-270$  a  $+1200^{\circ}\text{C}$ . Debido a sus características se recomienda su uso en atmósferas inertes, reductoras o en vacío, su uso continuo a  $800^{\circ}\text{C}$  no presenta problemas. Su principal inconveniente es la rápida oxidación que sufre el hierro por encima de  $550^{\circ}\text{C}$ . Por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$  es necesario tomar precauciones a causa de la condensación de vapor de agua sobre el hierro.

**Tipo K: Níquel-Cromo / Níquel-Aluminio**

Su rango de utilización es de  $-270$  a  $+1372^{\circ}\text{C}$ . Es el termopar de uso más común y se utiliza sin grandes problemas hasta  $1100^{\circ}\text{C}$ .

**Tipo N: Níquel-Cromo-Sílice / Níquel-Sílice**

Su utilización se está haciendo común y está desarrollado para sustituir al tipo K, presentando una mejor estabilidad y mejor resistencia a la oxidación a altas temperaturas.

U

V

**Virus:** Agente infeccioso apenas visible en el microscopio ordinario, compuesto de ácidos nucleicos y proteínas. Es el organismo de estructura más sencilla de cuantos se conocen.

W

**WDT:** Del inglés "Watch-Dog Timer". Temporizador que vigila la ejecución de un programa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

<http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol23/suple2/suple8a.html>

Limpieza y desinfección en el hospital, suplemento

[http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero/dof\\_19-02-2002.pdf](http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero/dof_19-02-2002.pdf)

Contiene información " Normas de adquisición de equipo médico", Diario Oficial de la Federación

<http://www.industriaaldia.com/articulos/35-3.htm>

Contiene información "Transitorios eléctricos", del Ing. José I., donde la protección de vidas y la supresión de transitorios... etc.

<http://www.resomaz.com/tecnomed.html>

Artículo "Tecnología o medicina, ¿que es mejor? ¿La maquina o el hombre?",  
Por el Dr. Enrique Mock Samanez

<http://www.diariomedico.com/grandeshist/tecno2001/seis.html>

Contiene el artículo "Los robots exigen un estudio previo de la lesión muy preciso", de Pedro Guillén, donde... etc.

<http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/HC/SIGLOS/r.galan.doc>

Desarrollo de la Medicina en los Siglos XX-XXI, de Galán Morón, Raquel.

[http://www.apuntes.rincondelvago.com/telemedicina\\_1.html](http://www.apuntes.rincondelvago.com/telemedicina_1.html)

Telemedicina. Aplicaciones de las Tecnologías de la Información. Por: Salazar, Enrique

<http://www.nist.gov>

Escala Internacional de temperatura-fem., Estándar (National Institute of Standards and Technology)