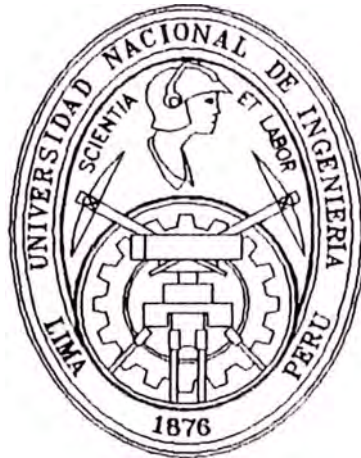


**Universidad Nacional de Ingeniería**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**"Diseño y Construcción de un Circuito  
de Control de Soldadura Eléctrica  
por Resistencia, Empleando el  
Microcontrolador 8048 - 8748"**

**T E S I S**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO ELECTRONICO**

**TONIO ADALBERTO FARFAN ASPILCUETA**

**PROMOCION : 1991 - II**

Lima - Perú  
1995

*A: Mi Padre Mario, que el tiempo le muestre la verdad.*

*A: Mi Madre Hilda en especial, que el tiempo le conceda la eternidad.*

*En reconocimiento y agradecimiento por sus sacrificios mostrados, ayudas otorgadas, comprensiones dadas y confianza cifradas durante mi formación profesional y personal.*

*Que JEHOVA les otorgue, lo que yo no puedo hacerlo.*

*A mis Hermanos:*

*Julio C., Lillian E., Marco A., Zaida C.;*

*y en Memoria de Elart E.*

*"Que la paz gobierne sus vidas, y el amor  
ilumine sus caminos".*

***Tonio A.***

*"Somos nada mas que ilusiones pasajeras,  
en un mundo de sueños".*

***Farfán Aspilcueta Tonio A.***

## SUMARIO

En la soldadura eléctrica por resistencia, el problema que generalmente se presenta, es el de poder controlar la tensión de los electrodos, es decir de que no varíe o se mantenga lo mas posiblemente estable.

En ésta Tesis, el problema se ha resuelto tomando en cuenta la realimentación, la cual será procesada por el microcontrolador en base a un programa el cual, controlará que el voltaje entre electrodos no varíe drásticamente estabilizándolo de una manera aceptable.

El resultado, no solamente cumple con lo esperado, sino que así mismo con este control se podrá incrementar en unidades definidas de energía al soldador, es decir haciendo un gobierno y regulando la potencia suministrada por ángulo de conducción de unos tiristores, eliminándose el empleo de voluminosos transformadores con varias tomas en el primario. Asimismo el circuito con sus características de diseño y de implementación ha dado un control electrónico fiable, sencillo y sobre todo económico, enmarcándose dentro de las características de todo diseño electrónico.

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CIRCUITO  
DE CONTROL DE SOLDADURA ELECTRICA  
POR RESISTENCIA, EMPLEANDO EL  
MICROCONTROLADOR 8048 - 8748**

TITULO                    DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CIRCUITO DE CONTROL DE  
                              SOLDADURA ELECTRICA POR RESISTENCIA, EMPLEANDO EL  
                              MICROCONTROLADOR 8048 - 8748

AUTOR                    TONIO ADALBERTO FARFAN ASPILCUETA

TITULO A

OPTAR                    INGENIERO ELECTRONICO

FACULTAD                INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

UNIVERSIDAD            NACIONAL DE INGENIERIA

                              LIMA - 1995

#### EXTRACTO

Ha sido necesario, como una primera parte de la Tesis, el comprender en forma clara y precisa cuales son los principios en los que esta basado la soldadura eléctrica por resistencia, para esto se ha encontrado que el principio radica en las resistencias de contacto que se presentan en la unión de las chapas sometidas bajo una presión; se ha encontrado también que para la formación del punto de soldadura es necesario la circulación de una corriente elevada bajo un potencial bajo, es decir el desarrollo de una generación de calor capaz de fundir las superficies en contacto bajo presión según la Ley de Joule.

Para el diseño del control de soldadura, me he visto en la necesidad de utilizar un microcontrolador, el cual me permite una reducción considerable en el proyecto final, así mismo trato de utilizar un integrado relativamente nuevo.

El Proyecto final requiere tanto de un Diseño Circuitual (Hardware) como de una programación (Software), el diseño circuitual esta hecho de tal manera que solamente se han empleado un número reducido de piezas gracias al Microcontrolador; asimismo se ha desarrollado un análisis matemático y lógico para la realización del control y gobierno de los contactores basados en ignitrones o tiristores.

El programa final ha sido grabado en la EPROM del Microcontrolador.

Para la implementación, o la materialización del circuito de control, se ha hecho un diseño a través de la computadora mediante el paquete llamado smartwork, con el cual se ha podido posteriormente realizar los respectivos fotolitos que me ha permitido obtener la tarjeta del circuito impreso, mediante un proceso químico serigráfico. El siguiente paso ha consistido en la ubicación, colocación y soldadura de todos los componentes electrónicos especificados en el diseño circuitual.

Me he visto también en la necesidad de hacer un análisis económico basado en costos, para ver hasta que punto es o no, factible la construcción de un pequeño soldador tipo roldanas, este pequeño estudio económico ha tomado como



referencia costos reales de todos los componentes necesarios para fabricar dicho soldador. Asimismo he realizado la toma de decisión, con un criterio de elección adecuado, al fin buscado como meta.

Son 6 los Capítulos en los que se ha dividido la presente Tesis.

En el CAPITULO I se hace una revisión de los principales métodos de soldadura eléctrica por resistencia, haciendose hincapie en la soldadura por puntos ya que la soldadura por roldanas, no es mas que una derivación de la soldadura por puntos.

En el CAPITULO II se hace una descripción generalizada del microcontrolador usado en el proyecto.

En los CAPITULOS III y IV se describe detalladamente todo el proceso matemático y lógico, asimismo se diseña el Hardware y Software necesario para el control.

El CAPITULO V hace referencia a la manera en la que se materializa el proyecto, es decir la implementación.

En el CAPITULO VI, se hace un pequeño estudio económico, para ver si es factible o no la construcción de un pequeño soldador por Roldanas, basado en estudio de costos.

También he pretendido ver cual sería el alcance o la utilización de dicho soldador.

Por todo lo dicho anteriormente quisiera y espero, que esta Tesis sirva como una ayuda para que en un futuro cercano, se haga una mayor utilización de los microcontroladores en la realización de nuevos diseños electrónicos.

## TABLA DE CONTENIDOS

PROLOGO .	1
CAPITULO I	
LA SOLDADURA ELECTRICA POR RESISTENCIA	
1.1 Definición de soldadura	3
1.2 Métodos de soldadura .	3
1.2.1 La soldadura heterogénea	3
1.2.2 La soldadura autógena	6
1.3 Soldadura eléctrica por resistencia	7
1.3.1 Técnicas de soldadura por resistencia	8
1.4 La soldadura por puntos	12
1.4.1 Definición .	12
1.4.2 Objeto de la soldadura por puntos	12
1.4.3 Principio general de la soldadura por puntos	13
1.4.4 Principios fundamentales de la soldadura por puntos .	17
1.4.5 Las resistencias de contacto	21
1.5 El efecto Joule, fenómeno térmico básico en la formación del punto de soldadura	29
1.6 Las resistencias Ohmicas - sus misiones durante el nacimiento y desarrollo del punto de soldadura .	31
1.7 Intensidad de la corriente de soldadura y tiempo de soldadura	36
1.8 Relación entre el diámetro del punto de	

soldadura, la intensidad de la corriente y el tiempo de soldadura	40
--	----

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL MICRONCONTROLADOR

2.1	Sección aritmética .	43
2.1.1	Unidad lógica aritmética	43
2.1.2	Instrucción decoder	45
2.1.3	Acumulador .	45
2.2	Memoria de programa	46
2.3	Memoria de datos	47
2.4	Input/Output	49
2.5	Test and int inputs	50
2.6	Program counter and stack	50
2.7	Program status word (PSW)	52
2.8	Conditional branch logic	53
2.9	Interrupt	54
2.10	Timer/Counter	55
2.11	Set de instrucciones	60
2.11.1	Transferencia de datos	60
2.11.2	Operación del acumulador .	61
2.11.3	Operaciones de registro	62
2.11.4	Banderas .	62
2.11.5	Instrucciones de ramificación	63
2.11.6	Subrutinas .	65
2.11.7	Instrucciones de temporizador	66
2.11.8	Instrucción de control	66
2.11.9	Instrucciones de Input/Output	68

**CAPITULO III**

**ANALISIS Y DISEÑO DEL HARDWARE DEL CIRCUITO**

3.1 Diagrama de bloques.....70

3.2 Diagrama circuital .....72

3.2.1 Fuente de alimentación.....,.....72

3.2.2 Selección del % de potencia a entregar.....74

3.2.3 Memoria de programa externo .....74

3.2.4 Start y Reset.....76

3.2.5 Oscilador de excitación .....77

3.2.6. Generador de impulsos, interfaz  
aisladora.....77

3.2.7 Etapa de potencia .....79

3.2.8 Realimentación (convertor V/F).....91

**CAPITULO IV**

**PROGRAMACION DEL SOFTWARE**

4.1 Análisis matemático del proceso.....96

4.2 Análisis del programa .....112

**CAPITULO V**

**IMPLEMENTACION**

5.1 Circuito impreso .....126

5.2 Lado de pistas y lado de componentes.....126

5.3 Montaje .....130

5.4 Lista de componentes .....135

**CAPITULO VI**

**ANALISIS ECONOMICO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

6.1 Reconocimiento del problema.....139

6.2 Objetivos .....139

6.3 Alternativas factibles .....141

6.4	Criterios de elección	148
6.5	Elección de la alternativa	148
6.6	Financiamiento	149
6.7	Planes de pago del préstamo	150
6.8	Costos de mantenimiento	152
6.9	Factibilidad	155
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
	ANEXOS	
	Anexo A	160
	Anexo B	183
	Anexo C	204
	BIBLIOGRAFIA	208

## PROLOGO

Desde tiempos antiguos hasta los albores del siglo XXI, la Soldadura ha sido y es una manera mediante la cual se pueden unir piezas metálicas, siendo muy útil para la industria mas aún lo es la Soldadura Eléctrica por resistencia.

El propósito de esta Tesis, ha sido el diseñar y construir un control electrónico que nos permita realizar el control de la Soldadura Eléctrica por resistencia, de una manera sencilla y precisa, sobre todo este control esta orientado a la soldadura eléctrica por resistencia tipo roldanas, la cual requiere un control mas preciso que el de la soldadura por puntos.

Indudablemente la electrónica avanza a pasos agigantados, donde la Tecnología de hace algunos años atras, hoy en día llega a ser una Tecnología hasta cierto punto obsoleta o pasada, asimismo junto con esos avances tecnológicos, también hacen aparición dispositivos electrónicos y circuitos integrados muy eficientes y compactos.

El trabajo aquí presentado esta basado precisamente en la utilización de esos componentes electrónicos, haciendo que el control sea mas eficiente y económico.

Eficiente en razon de que intervienen un número reducido

de piezas utilizándose un microcontrolador, el cual es muy fiable y difícilmente presenta fallas; económico por el mínimo número de piezas y el bajo costo de los integrados actuales.

El diseño presentado en esta Tesis es aplicable a máquinas de cualquier potencia, con la única condición de elegir adecuadamente los SCR que excitaran a los ignitrones.

Este trabajo es un aporte mas y una forma de enfocar la utilización de nuevos chips, no se pretende de ninguna manera menospreciar los otros tipos de control, solo creo que el control mas eficiente es el que impulsa al progreso y desarrollo de la industria.

Quiero hacer presente mi agradecimiento especial al Ing. Guillermo Borjas B. por la utilización de su Laboratorio en la Materialización del Proyecto, así como a su Asesoramiento.

Agradecer asi mismo a las Srtas. R.C. Villavicencio M., Yola Rivera T. por su apoyo, ayuda y confianza mostradas durante la realización de esta Tesis.

CAPITULO I  
LA SOLDADURA ELECTRICA POR RESISTENCIA

**1.1 Definicion de soldadura**

Es una operación que consiste en unir dos o más piezas metálicas, llevadas a una temperatura determinada, con o sin metal de aportación y con o sin aplicación de presión, con vistas a realizar una unión molecular íntima total en una zona determinada. La temperatura a alcanzar puede ser la de fusión, la de forja o una temperatura inferior como en el caso del brasaje o de la soldadura en frío.

**1.2 Metodos de soldadura**

Como puede apreciarse en el cuadro 1 los diversos métodos de soldadura. Se pueden clasificar en dos grandes categorías:

**LA SOLDADURA HETEROGENEA.-** Esta soldadura se realiza mediante elementos metálicos de composición diferente a la de los materiales a soldar.

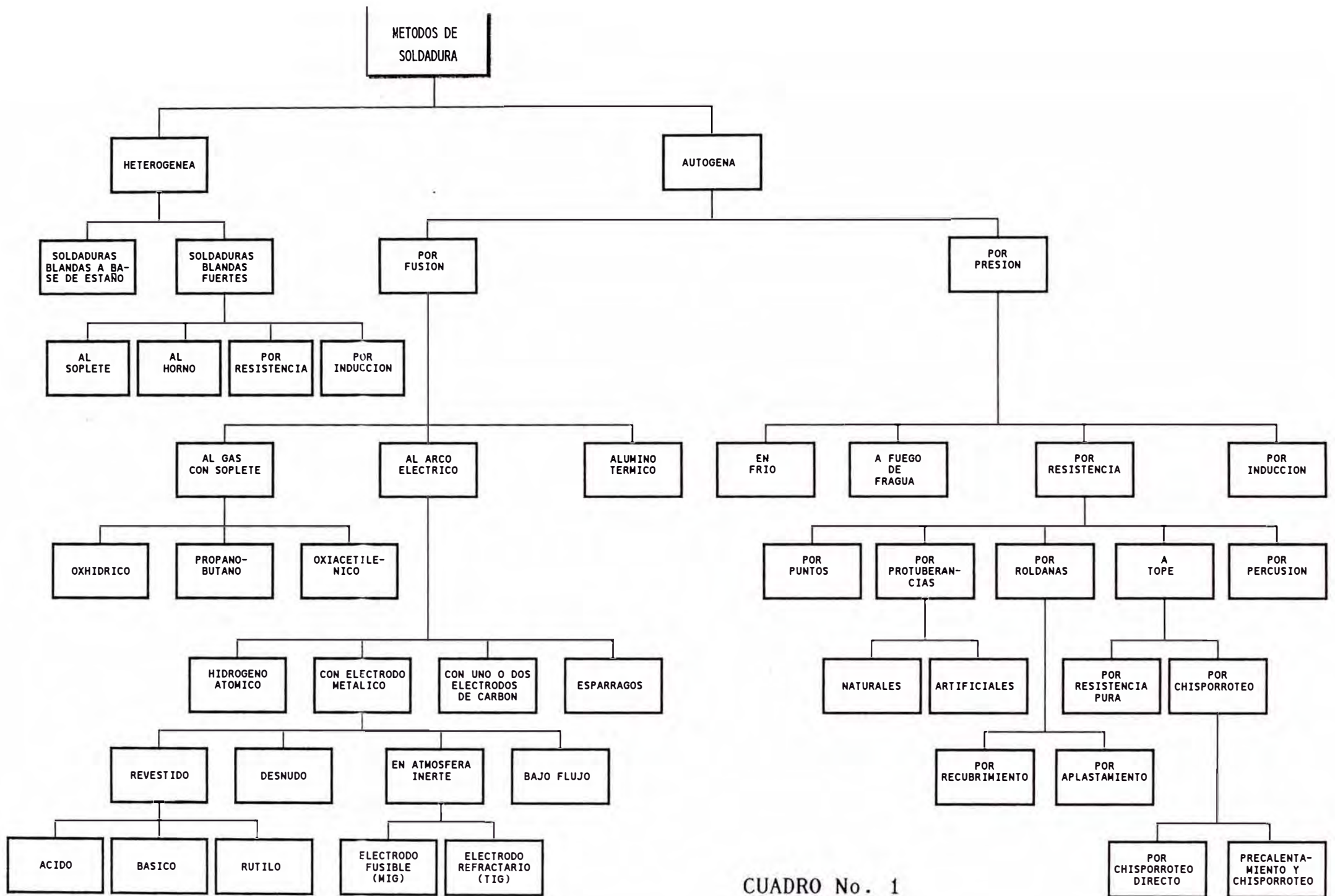
**LA SOLDADURA AUTOGENA.-** Se distingue:

- a) La soldadura autógena con metal de aportación de composición igual o similar a la de los materiales a soldar.
- b) La soldadura autógena sin metal de aportación.

**1.2.1 La soldadura heterogénea**

La soldadura heterogénea se realiza





CUADRO No. 1

interponiendo, entre las superficies a ensamblar, una aleación de aportación cuya naturaleza y composición son totalmente diferentes de las que presentan los metales base (de ahí el nombre de heterogénea).

La aleación de aportación, caracterizada por tener una temperatura de fusión netamente inferior a la de los materiales a unir, sirve de cemento metálico entre las dos piezas. Se distinguen:

**1. Las Soldaduras Blandas.**- Las soldaduras blandas, generalmente a base de estaño, presentan un punto de fusión muy bajo ( $200^{\circ}$  C) y una resistencia mecánica reducida. Se utilizan habitualmente para la realización de ciertas conexiones eléctricas (corriente pequeña), el cierre de las latas de conservas, etc. Los materiales que se sueldan por este procedimiento son la hojalata, plomo, cobre, latón y cinc. Los medios de calentamiento utilizados son los soldadores (ordinarios o eléctricos) el soplete y el horno.

**2. Los Brasajes Blandos.**- Los brasajes blandos se caracterizan por un punto de fusión del material de aportación del orden de los  $250$  a  $330^{\circ}$  C y por una resistencia mecánica superior a la de las soldaduras al estaño. Citemos los brasajes a base de plata, estaño,

plomo, cadmio, etc.

3. **Los Brasajes Fuertes.**- Los brasajes fuertes se caracterizan por un punto de fusión de la aleación de aportación comprendido entre los 600 y 900° C. Debemos citar aquí el bronce tobin y las aleaciones ternarias (plata, cobre, cinc, etc.).

### 1.2.2 La soldadura autógena

La soldadura autógena se caracteriza por el hecho de que la unión se realiza, ya sea sin metal de aportación, ya sea con metal de aportación pero de igual o similar composición que la de los materiales a soldar. Las moléculas de las zonas calentadas a la temperatura de fusión o de forja se mezclan íntimamente. Las uniones así obtenidas poseen la misma naturaleza metalúrgica y las mismas características físicas y mecánicas que los materiales base.

La soldadura autógena consiste pues en transformar dos redes cristalinas en una sola. Comprende dos métodos:

1. **La Soldadura por Fusión.**- Las soldaduras por fusión no requieren generalmente la aplicación de presión. Cuando se aplica presión a una soldadura cuya zona se ha calentado hasta la temperatura de fusión, el metal líquido debe ser confinado en una masa

sólida. En el caso del acero, la temperatura en la zona de soldadura es superior a los 1,500° C.

2. **La Soldadura por Presión.**- Las soldaduras autógenas pueden ser también llevadas a cabo sin fusión. En este caso se las denomina soldaduras por presión. Las zonas a soldar se calientan hasta una temperatura inferior al punto de fusión (por ejemplo, hasta el rojo blanco en el caso del acero) y después se aplica sobre las superficies así calentadas la presión de forja.

Esta presión tiene por objeto introducir las moléculas de cada una de las dos piezas en las esferas de atracción de las moléculas de la otra.

### 1.3 **Soldadura eléctrica por resistencia**

La soldadura eléctrica por resistencia es un procedimiento de soldadura autógena, sin aportación de metal, con aplicación de presión y que utiliza como fuente calorífica el efecto Joule de una corriente eléctrica que atraviesa las piezas en un punto determinado.

Una soldadura es una unión molecular íntima entre dos piezas. La operación de soldadura es la que da lugar a la formación de una soldadura. Una soldadora (o máquina de soldar) es un máquina con la que se practica la operación de soldadura.

El transformador de soldadura (1), que llevan las máquinas de soldar por resistencia, es un transformador eléctrico de construcción especial, que suministra la energía necesaria para la soldadura. Comprende un circuito primario (2), conectado a la red de alimentación eléctrica y un circuito secundario (3) que normalmente está formado por una sola espira.

El circuito secundario exterior (4), conectado al secundario del transformador, comprende los conductores eléctricos que llevan las corrientes de soldadura a los electrodos (5), los cuales están directamente en contacto, bajo presión, con las piezas a soldar o a calentar.

### 1.3.1 Técnicas de soldadura por resistencia

1. Por Puntos.- La soldadura por puntos es la operación que consiste en realizar un ensamblado a solape, por unión de las piezas en uno o varios puntos. Las soldaduras que permiten la ejecución simultánea de varios puntos se llaman soldaduras multipuntos.

Las soldadoras por puntos pueden ser fijas o móviles. En este último caso, se llaman pinzas de soldadura, debido a su forma especial.

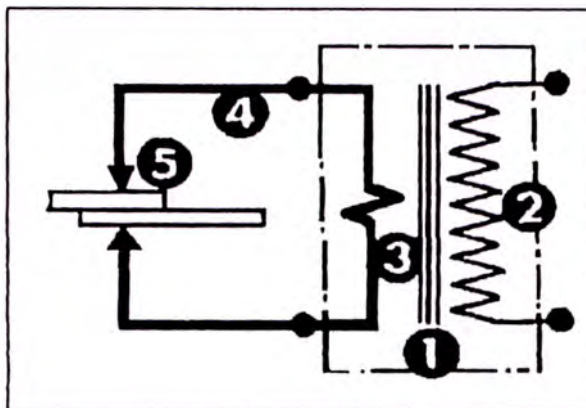


Fig. 1  
Soldadura por Puntos

2. Por Protuberancias.- La soldadura por protuberancias es una derivación de la soldadura por puntos. En este procedimiento, se practican en una de las piezas unas protuberancias o resaltes (6) que aseguran una buena localización del paso de la corriente y de la presión de soldadura. Las máquinas utilizadas se denominan prensas de soldadura.

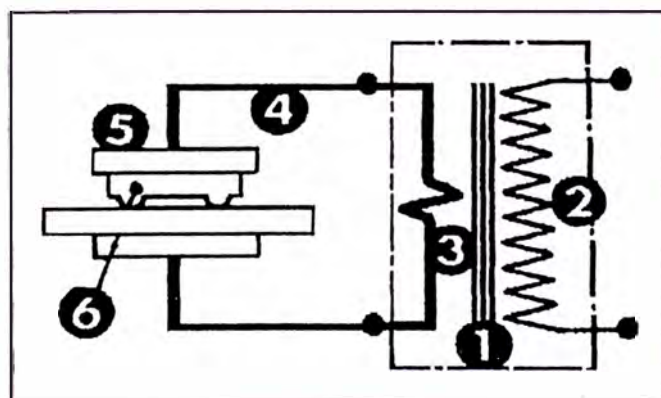


Fig. 2  
Soldadura por Protuberancias

3. Por Roldanas.- En el procedimiento de soldadura por Roldanas, las piezas son arrastradas por rodillos (electrodos) (7) en rotación, que dan lugar a puntos de soldadura equidistantes. Estos puntos son originados por impulsiones de corriente seguidas de pausas. Si los puntos soldados resultantes se solapan, se obtiene una soldadura llamada continua.

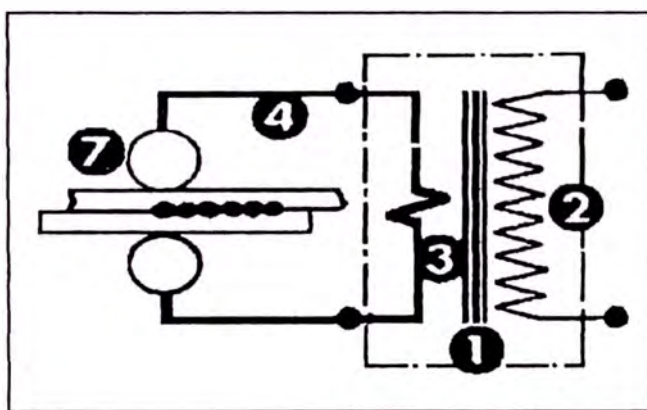


Fig. 3  
Soldadura por Roldanas

4. A Tope.- En la soldadura a Tope, operación que consiste en unir dos piezas colocadas la una frente a la otra, se distinguen tres procedimientos diferentes:

**La Soldadura a tope por resistencia pura** en la cual las calorías necesarias se engendran por paso de una corriente eléctrica a través de las piezas, cuyas extremidades a soldar están mantenidas en

contacto bajo presión.

- La soldadura a tope por chisporroteo en la cual las calorías precisas son producidas por el paso de una corriente eléctrica a través de las piezas, mantenidas bajo una presión muy pequeña, con lo cual las extremidades de las mismas establecen un contacto imperfecto. Este procedimiento se caracteriza por la proyección de partículas de metal fundido durante la operación de soldadura.

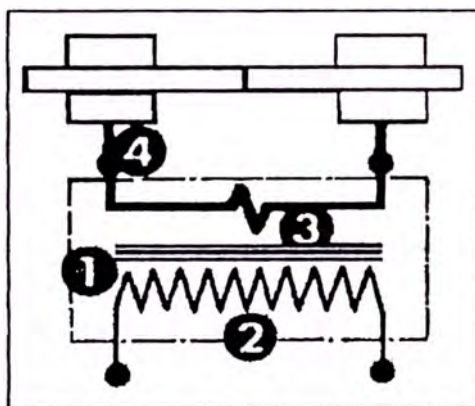


Fig. 4

**Soldadura a tope por resistencia pura**

- La soldadura por chisporroteo, con toques de precalentamiento utilizada muy a menudo para la soldadura de piezas macizas y de aceros especiales, es una combinación de los dos procedimientos anteriores.



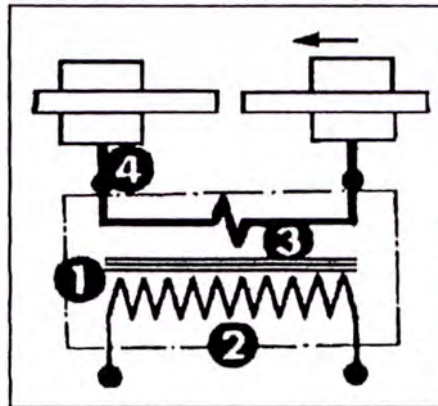


Fig. 5  
Soldadura a tope por toques de precalentamiento  
y chisporroteo

#### 1.4 La soldadura por puntos

##### 1.4.1 Definición

La soldadura eléctrica por puntos es un procedimiento de soldadura autógena, sin metal de aportación, en el cual el efecto Joule de una corriente eléctrica que atraviesa durante un tiempo determinado la resistencia óhmica y la resistencia de contacto de dos piezas dispuestas al solape se utiliza como fuente calorífica, para llevar un volumen de material a la temperatura de soldadura. El paso de la corriente es localizado por dos electrodos que transmiten, al propio tiempo, un esfuerzo de compresión.

##### 1.4.2 Objeto de la soldadura por puntos

El objeto de este procedimiento es realizar, mediante puntos de soldadura, la unión, al solape, de elementos metálicos cuyo

espesor es relativamente pequeño con relación a sus restantes dimensiones.

El punto de soldadura está formado por un núcleo de metal calentado hasta su fusión en el lugar de contacto entre las dos chapas y, después de su solidificación, constituye una unión localizada entre ellas. Esta unión es perfectamente continua y de las mismas características físicas y metalúrgicas que los metales de base.

#### 1.4.3 Principio general de la soldadura por puntos

En este procedimiento, el calor necesario para la soldadura es engendrado por efecto Joule en las mismas piezas, en lugar de recurrir a un medio exterior de calentamiento.

Las partes de los elementos a soldar (en la zona de solape) son colocadas una sobre la otra encima del electrodo inferior. Se provoca el descenso del electrodo superior, que aprieta ambas piezas, las cuales quedan, de esta forma, sometidas a una cierta presión entre los dos electrodos.

Las caras exteriores de las chapas están en contacto con los electrodos en una superficie delimitada por las puntas de los mismos.

Estos electrodos, en contacto a presión con las piezas a soldar, están conectados a los

bornes del secundario de un transformador eléctrico cuya misión es suministrar una corriente eléctrica de elevada intensidad bajo una pequeña tensión.

Estando, de esta forma, el circuito secundario cerrado por las piezas a soldar, se provoca el paso de una corriente eléctrica a través del mismo durante un tiempo determinado.

Como nos enseña la electrotecnia, el desprendimiento de calor por efecto Joule ( $Q=kRI^2t$ ) en cada una de las partes del circuito, será proporcional a la resistencia óhmica de cada una de ellas.

La resistencia propia y la resistencia de contacto de las dos pequeñas porciones de chapas comprendidas entre los electrodos, son muy elevadas en comparación con la resistencia de las otras partes del circuito.

En estas porciones de chapa se produce, pues, un desprendimiento intenso de calor (ver fig. 6).

Un núcleo de sección más o menos elíptica, perteneciente a ambas piezas, entra en fusión en la zona de su contacto.

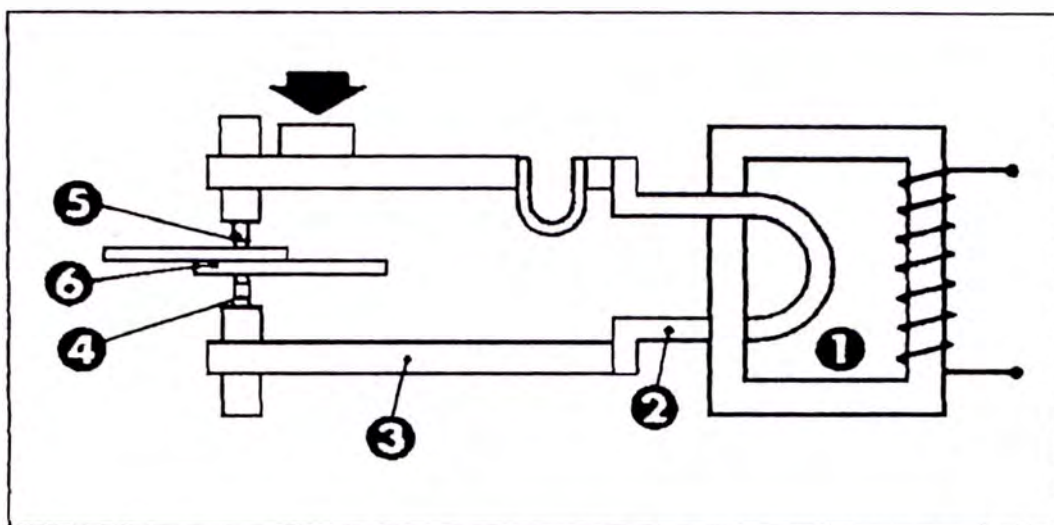


Fig. 6

Representación esquemática de una máquina de soldar por puntos:

- 1) Transformador de soldadura
- 2) Secundario del transformador
- 3) Circuito secundario exterior
- 4) Electrodo inferior
- 5) Electrodo superior
- 6) Piezas superpuestas, a soldar

Pasado un cierto tiempo se interrumpe la corriente eléctrica que circula por el circuito, mientras que el esfuerzo de compresión continúa todavía aplicado sobre las piezas por intermedio de los electrodos.

En núcleo fundido, llamado punto de soldadura, se solidifica así bajo presión.

El electrodo superior se eleva. Es el final de la operación (ver fig. 7).

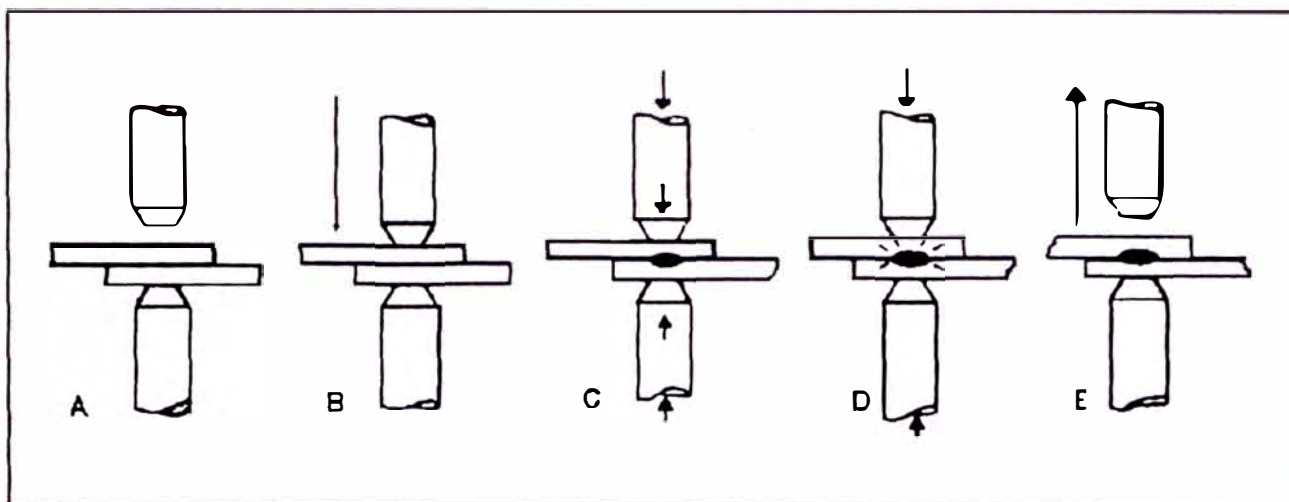


Fig. 7

Representación esquemática de las diferentes fases de una operación de soldadura por puntos:

- A) Elementos a soldar, colocados sobre el electrodo inferior
- B) Descenso del electrodo superior
- C) Paso de la corriente eléctrica de soldadura
- D) Interrupción del paso de la corriente de soldadura
- E) Fin de la aplicación del esfuerzo sobre el punto de soldadura; elevación del electrodo superior.

Se aprecia que los factores más importantes a considerar serán los siguientes:

- Los metales a soldar; sus características y dimensiones;
- La intensidad de la corriente de soldadura;
- El tiempo de soldadura;
- El esfuerzo de compresión aplicado sobre el punto de soldadura por los electrodos.

#### 1.4.4 Principios fundamentales de la soldadura por puntos

Sea dos chapas T1 y T2 superpuestas y colocadas entre dos electrodos conectados eléctricamente al secundario de un transformador. Un esfuerzo de compresión es aplicado a los electrodos.

Hagamos circular una corriente eléctrica por el circuito secundario, constituido por los elementos de conexión al secundario del transformador, por los electrodos y por las chapas. (ver fig. 8)

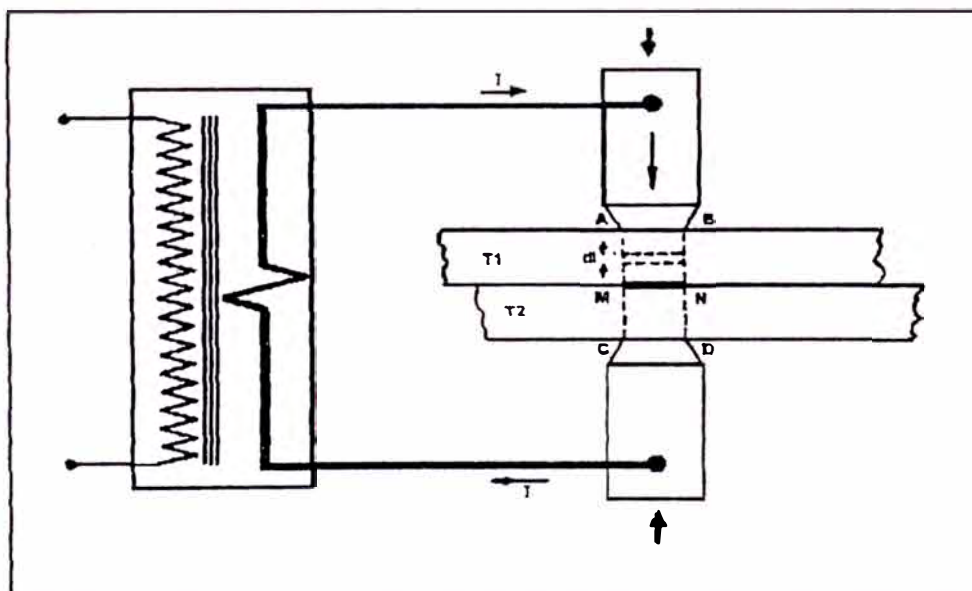


Fig. 8

Representación esquemática de la soldadura por puntos.

En una primera aproximación puede admitirse que la corriente eléctrica atraviesa la porción cilíndrica ABCD de las dos chapas, comprendida entre los electrodos.

Las bases de este cilindro son las superficies de las puntas de los electrodos.

Si el esfuerzo de compresión aplicado sobre las chapas por los electrodos es suficiente se produce, bajo los mismos, un contacto franco entre las dos chapas.

Fuera de esta zona, el contacto entre las chapas es muy malo o inexistente. La corriente eléctrica atraviesa, pues, la zona de contacto MN de las dos chapas.

En el seno de la chapa, entre AB y MN y entre CD y MN, la resistencia óhmica opuesta al paso de la corriente por un espesor infinitesimal  $dl$  es:

$$dR = \frac{\rho}{S} dl$$

$\rho$  = resistividad

$S$  = Sección de paso de la corriente en las chapas.

La unión MN, constituida por la zona de contacto entre las superficies de las dos chapas opone al paso de la corriente una

cierta resistencia, aún cuando las piezas estén perfectamente limpias y planas y aplicadas una contra otra con un cierto esfuerzo.

La resistencia de esta región de contacto, de espesor muy pequeño, es poco elevada, pero muy superior a la resistencia de una (rebanada) de chapa del mismo espesor considerada en pleno cilindro ABCD.

Sobre la existencia de esta resistencia óhmica elevada, concentrada en la zona de contacto entre las dos piezas, está basada la soldadura por puntos.

La resistencia de contacto depende de varios factores que serán estudiados más adelante.

El efecto Joule se manifestará con mucha más intensidad en la zona de contacto que en el cuerpo mismo de las piezas entre AB y MN, o CD y MN.

La energía eléctrica disipada en la zona de contacto se transformará en energía calorífica y las calorías así desprendidas elevarán la temperatura de las piezas en las inmediaciones de dicha zona.

Como consecuencia de esta elevación local de la temperatura, el calor se propagará por conducción, a las piezas y a los electrodos y,



por radiación, en el ambiente. Pueden darse dos casos:

*Primer Caso:*

La cantidad de calor desarrollada se dispersa a medida que va produciéndose, en las chapas, en los electrodos y en el ambiente.

La temperatura de la unión no se eleva lo suficiente y se estabiliza a un valor inferior a la temperatura de soldadura de los metales.

*Segundo Caso:*

La cantidad de calor transmitida por conducción y radiación es inferior a la desarrollada en la unión. La temperatura se eleva sobre todo en la unión y sus proximidades, donde ya al principio de la operación era la más alta. En este lugar se llega al punto de fusión.

Si la corriente eléctrica continua pasando, el volumen de material en fusión próximo a la unión aumentará. Este volumen de material fundido, común a las dos chapas, constituye una vez enfriado, el punto de soldadura.

Dos principios fundamentales son, pues, la base del procedimiento de soldadura por puntos:

1. La existencia de una resistencia óhmica de contacto elevada en la unión de dos piezas metálicas, que da lugar a un desarrollo intenso de calor por efecto Joule.
2. El procedimiento de calentamiento por efecto Joule que debe ser rápido, dinámico. Un tiempo de soldadura corto y una intensidad de corriente suficiente permiten alcanzar rápidamente la temperatura de fusión en la zona de contacto.

Es preciso, por lo tanto que el calor desarrollado en ella por efecto Joule sea superior a las pérdidas de calor por conducción y radiación.

Se asegurará esta condición dando a la corriente de soldadura un valor apropiado.

#### 1.4.5 Las resistencias de contacto

Una superficie metálica jamás es perfectamente plana, sino rugosa. Si fuese observada con fuerte aumento, se notaría que está constituida por crestas más o menos importantes, según su acabado.

Este relieve está esquematizado exageradamente en la fig. 9

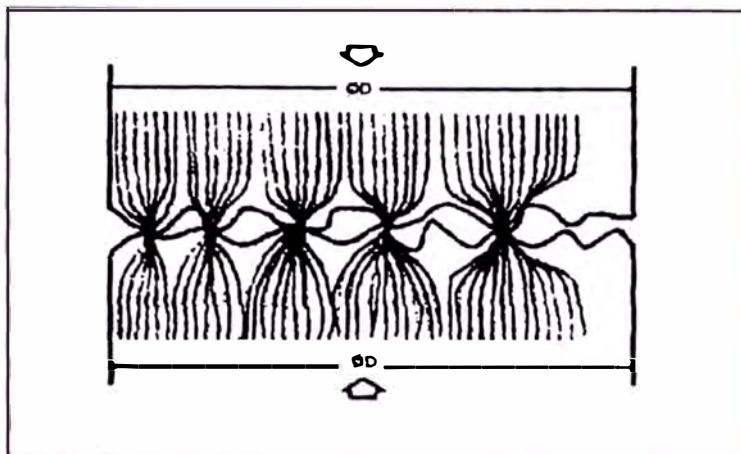


Fig. 9

Aspecto de dos superficies metálicas en contacto, vistas con gran aumento. Crestas y valles caracterizan el estado superficial.

Esta rugosidad superficial influye en las propiedades eléctricas y mecánicas del contacto de dos superficies metálicas, Así, para una superficie de contacto teórica

$S = \pi \frac{D^2}{4}$ , la superficie de contacto real es la

suma de una gran cantidad de pequeñas superficies de contacto, inferior a la teórica.

Las superficies de contacto elementales están constituidas por los puntos de contacto de las crestas de una pieza con las crestas de la otra pieza.

Durante el paso de la corriente, los filetes de corrientes se concentrarán en estos puntos, provocándose una reducción artificial

de la sección de paso.

Es por estas razones que la zona de contacto de dos piezas, aunque estén perfectamente limpias, se caracteriza por una resistencia óhmica muy elevada.

Se han llevado a cabo minuciosas investigaciones en laboratorios sobre esta cuestión, efectuándose medidas sistemáticas de las resistencias que se originan en la zona de contacto de dos chapas a soldar, bajo presión entre dos electrodos, y en la zona de contacto del electrodo con la chapa.

La resistencia de contacto de dos piezas metálicas, colocadas una sobre otra, depende:

De la naturaleza de los metales en contacto y de sus características (dureza, resistencia mecánica, conductividad).

Del estado de la superficie de los metales, caracterizado por un acabado de mecanización o por un acabado y una acritud superficiales debidos a laminación, por oclusión de gases, óxidos, calaminas e impurezas diversas.

De la presión a que están sometidas las superficies en contacto y del modo de aplicación de esta presión (estático o dinámico).

De la temperatura de los metales en la zona

de contacto.

**Influencia de la Presión sobre las Resistencias de Contacto en Frío en las condiciones habituales de la Soldadura por Puntos.-** Se han efectuado mediciones:

- Sobre chapas de acero dulce laminadas en Frío, doblemente decapadas y, por lo tanto, con superficies exentas de calamina. Espesor: 1 mm.
- Sobre chapas en acero inoxidable 18/8 no estabilizado. Espesor: 1mm.

El dispositivo de medición se indica en la Fig. 10. Comprende:

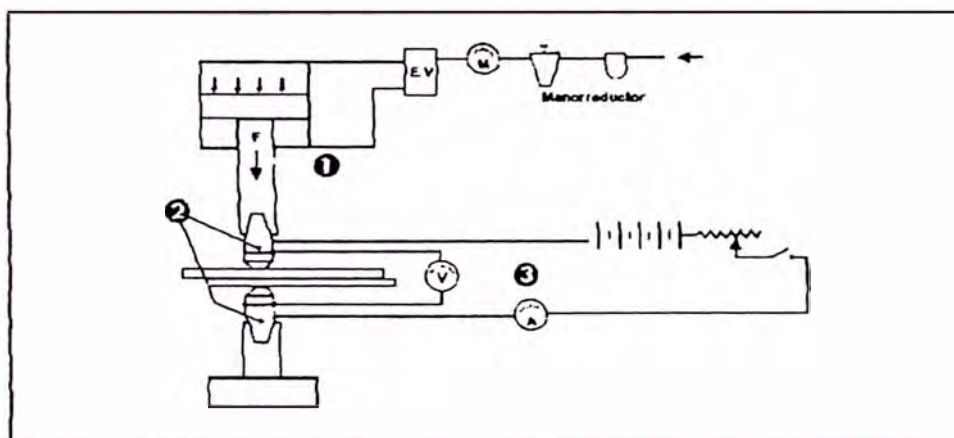


Fig. 10

**Dispositivo de medición de resistencia de contacto entre chapas en las condiciones de la soldadura por puntos.**

1. Dispositivo para apretar las chapas Alimentación del cilindro con aire comprimido controlado por una electroválvula. Regulación de la presión del aire mediante un manorreductor.
2. Electrodos
3. Fuentes de energía eléctrica para las mediciones.

- Un órgano adecuado para someter las chapas a presión, análogo a los equipos de aire comprimido utilizado en las máquinas de soldar por puntos.
- Dos electrodos de forma y composición idénticas a los utilizados en soldadura por puntos para estos espesores de chapas.
- Una batería de acumuladores y los aparatos de medida: un amperímetro y un milivoltímetro muy precisos.

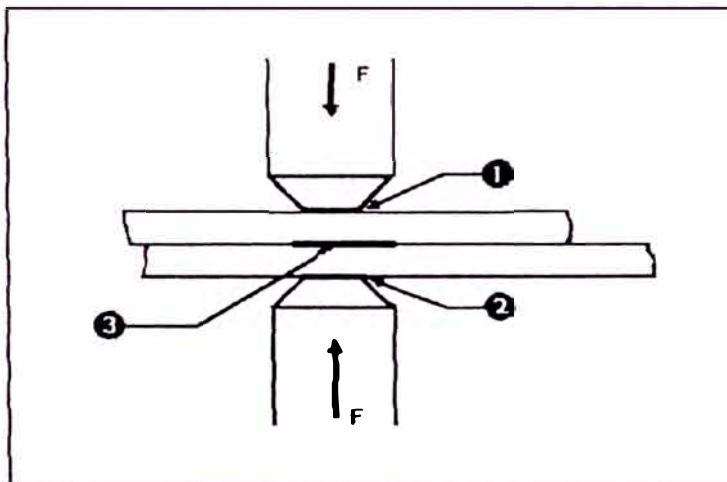


Fig. 11

Resistencias óhmicas del contacto. Chapas superpuestas colocadas entre dos electrodos bajo presión.

1. Resistencia de contacto entre el electrodo superior y la cara exterior de una chapa.
2. Resistencia de contacto entre el electrodo inferior y la cara exterior de una chapa.
3. Resistencia de contacto entre las dos chapas.

**TABLA 1**

Resistencia de contacto en frío entre electrodo y chapa, en función del esfuerzo de compresión aplicado sobre la chapa por el mismo electrodo, en microhmios.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN EN Kg,		200	400	600	800	1000
<b>ELECTRODOS:</b> Tronco-cónicos diámetro punta 5mm en aleación de cobre.	<b>CHAPAS:</b> Acero dulce laminado en frío y decapado Espesor: 1mm.	94	40	20	13	7
<b>ELECTRODOS:</b> de punta esférica radio 75 mm. en aleación de cobre.		56	28	18	10	6
<b>ELECTRODOS:</b> Tronco-cónicos diámetro punta 5mm en la aleación de cobre.	<b>CHAPAS:</b> Acero inoxidable 18/8 no estabilizado Espesor: 1mm.	141	71	41	26	14
<b>ELECTRODOS:</b> de punta esférica radio 75 mm. en aleación de cobre.		107	64	41	24	14

Se han medido las resistencias de contacto siguientes:

- Resistencia de contacto entre electrodos y superficie de la chapa (ver Tabla 1).
- Resistencia de contacto entre las dos cha-

pas superpuestas y colocadas entre los electrodos superior e inferior (ver Tabla 2).

- Resistencia de contacto de las caras interiores de las chapas como lo muestra la Fig. 11.

Las dos Tablas 1 y 2 y el gráfico de la Fig. 12, dan los valores de las resistencias de contacto medidas en función del esfuerzo en los electrodos para dos tipos de electrodos de punta troncocónica y de punta esférica, en aleación de cobre.

**TABLA 2**

Resistencias óhmicas de contacto en frío -en la unión de dos chapas bajo presión localizada por dos electrodos - en microhmios.

ESFUERZO DE COMPRESIÓN EN Kg.		200	400	600	800	1000
<b>ELECTRODOS:</b> Tronco-cónicos diámetros punta 5mm en aleación de cobre.	<b>CHAPAS:</b> Acero dulce laminado en frío y decapado Espesor: 1mm.	-	196	160	118	106
<b>ELECTRODOS:</b> de punta esférica radio 75 mm. en aleación de cobre.		192	128	108	92	84
<b>ELECTRODOS:</b> de punta esférica radio 75 mm. en aleación de cobre.	<b>CHAPAS:</b> Chapas inoxidable 18/8. no estabilizado Espesor: 1mm.	316	266	196	145	98



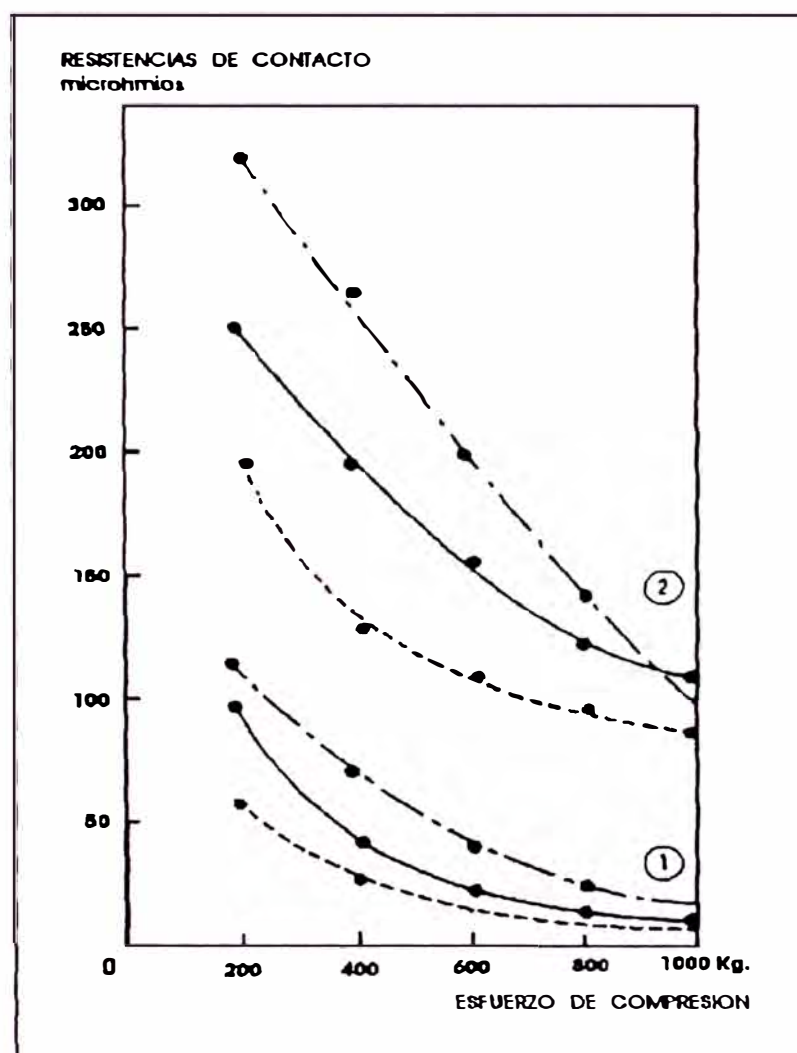


Fig. 12

Resistencias de contacto en frío, en función del esfuerzo de compresión

1. Resistencias de contacto entre electrodo y chapa.
2. Resistencias de contacto entre chapas.

- Chapas de acero dulce laminado en frío, doble decapado. Espesor 1mm. Electrodo troncocónico en aleación de cobre.
- Chapas de acero dulce laminado en frío, doble decapado. Espesor 1mm. pero con electrodos de punta esférica, radio 75mm. en aleación de cobre.
- .-. Chapas de acero inoxidable 18/8 no estabilizado. Espesor 1mm. Electrodos de punta esférica radio 75mm. en aleación de cobre.

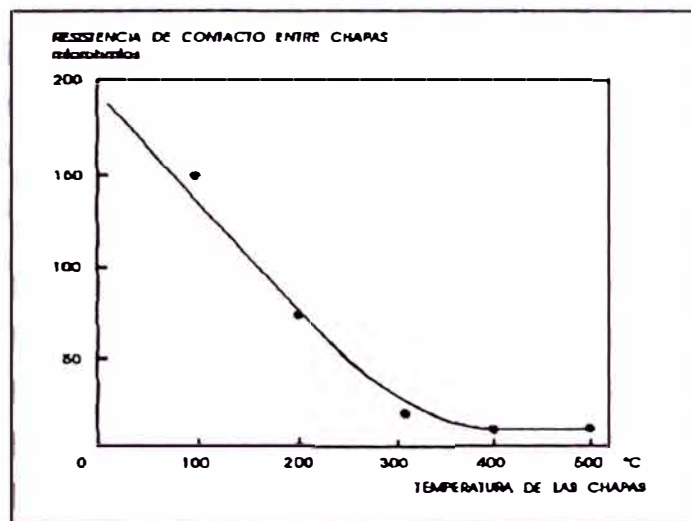


Fig. 13  
Variación de la resistencia de contacto entre chapas, en función de la temperatura.

### 1.5 El efecto Joule, fenómeno térmico básico en la formación del punto de soldadura

El calentamiento por efecto Joule, de la masa de metal comprendida entre los electrodos y que conduce a la fusión de un volumen de metal situado en la zona de contacto de las dos piezas esta dada por la Ecuac:

$$Q = 0,239 \int_0^t R \cdot I^2 \cdot dt$$

$Q$ : cantidad de calorías desprendidas.

$I$ : intensidad de la corriente de soldadura que atravieza las piezas a soldar (amperios).

$t$ : tiempo de paso de la corriente (segundos).

$R$ : suma de las diversas resistencias óhmicas que encuentra la corriente de soldadura al pasar de un electrodo a otro a través de las piezas a soldar (óhmios).

La intensidad de la corriente de soldadura ( $I$ ), el tiempo de paso de la corriente de soldadura ( $t$ ), y la resistencia óhmica ( $R$ ), son los factores determinantes del fenómeno térmico que es base de la soldadura por puntos.

Es preciso añadir a estos factores el esfuerzo de compresión sobre la soldadura, factor igualmente importante en el proceso de calentamiento.

$R$ , que interviene en la fórmula anterior, es la resistencia total de la parte de circuito eléctrico comprendida entre los electrodos.

En cada momento,  $R$  es la suma de las siguientes resistencias que componen dicha parte de circuito (ver Fig. 14).

$$R = (R_e + R_e') + R_c + (R_l + R_l')$$

$R_l, R_l'$ : Resistencias propias del volumen de material de las piezas a soldar comprendido entre los electrodos. Dos porciones cilíndricas que tienen como base, aproximadamente, la superficie de las puntas de los electrodos y, como altura, el espesor de cada una de las chapas.

$R_e, R_e'$ : Resistencias óhmicas de contacto de los electrodos con las chapas.

$R_c$ : Resistencia óhmica de contacto de las dos piezas.

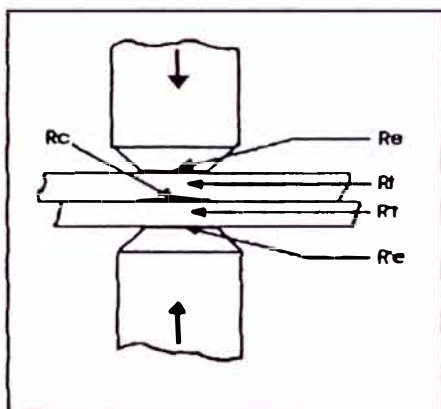


Fig. 14

Localización de las diversas resistencias óhmicas entre electrodos encontradas, a su paso por la corriente de soldadura.

### 1.6 Las resistencias Ohmicas - sus misiones durante el nacimiento y desarrollo del punto de soldadura

Estas distintas resistencias óhmicas tienen valores iniciales bien determinadas que varían durante la formación del punto de soldadura.

Ya hemos expuesto que, entre estas resistencias, el valor de la resistencia de contacto entre chapas, bajo presión y a temperatura ambiente, es altamente superior a los valores de las otras resistencias que encuentra la corriente de soldadura.

Para fijar ideas, tomemos dos chapas de acero dulce laminadas en frío, decapadas, de 1mm. de espesor, colocadas entre dos electrodos troncocónicos en aleación de cobre y sometidas por medio de estos electrodos a un esfuerzo de compresión de 500 kg.

Las diversas resistencias tienen los siguientes

valores, inmediatamente antes del paso de la corriente (temperatura ambiente)

$$R_e = R_e' = 30 \text{ microhmios}$$

$$R_c = 178 \text{ microhmios}$$

$$R_t = R_t' = 7 \text{ microhmios}$$

La Fig. 15 representa esquemáticamente la posición de las piezas entre electrodos y la localización de las diversas resistencias, con sus valores respectivos, antes del paso de la corriente de soldadura.

Estos datos muestran el valor elevado de la resistencia de contacto entre chapas  $R_c$  en este momento. Durante el período de calentamiento, las resistencias  $R_c$  y  $R_t$  juegan, cada una, un papel bien determinado.

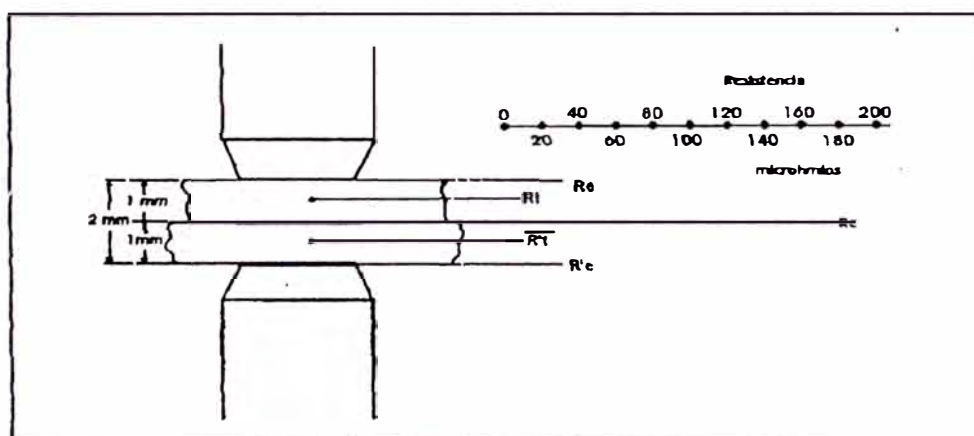


Fig. 15

Posición de las piezas a soldar entre electrodos y localización de las diversas resistencias con sus valores respectivos en el caso de dos chapas de acero dulce laminado en frío-doble decapado. Espesor 1mm. Esfuerzo de compresión: 500 Kg.

La cantidad de calor desprendido por el paso de la corriente eléctrica de un electrodo al otro es, en cada punto, proporcional a la resistencia eléctrica del punto considerado.

En consecuencia, en los primeros instantes del paso de la corriente eléctrica, el desprendimiento de calorías será mucho más intenso en el punto donde se encuentre  $R_c$ , es decir en la unión de las chapas.

Pero, como hemos visto (Las resistencias de contacto), al asumir  $R_c$  una temperatura creciente, disminuye muy rápidamente de valor y tiende a cero para una temperatura inferior al punto de fusión. (Ver Fig. 13).

Esta importante caída del valor de la resistencia de contacto entre chapas tiene lugar, según ciertos autores, en menos de un cuarto de período. (menor que 5 ms.)

El gráfico de la variación de las resistencias eléctricas entre electrodos durante la soldadura tiene una forma como la representada en la Figura 16.

Después de haber cumplido su misión principal durante la primera fase del calentamiento (tiempo  $t_1$ : Fig. 16) la resistencia de contacto desaparecerá como tal. A partir de este momento, solamente determinan la evolución del calentamiento  $R_i$  y  $R'_i$ , es decir, las resistencias propias de las piezas.

En realidad,  $R_c$  y  $R_c'$  resistencia de contacto electrodo-chapa, no tienen más que un objeto secundario en la formación del punto de soldadura. Estas resistencias conservan un calor débil y uniforme durante el paso de la corriente y dan lugar a una aportación de calor poco importante, debido a la naturaleza de los electrodos (material buen conductor) y a la buena refrigeración a que normalmente están sometidos.

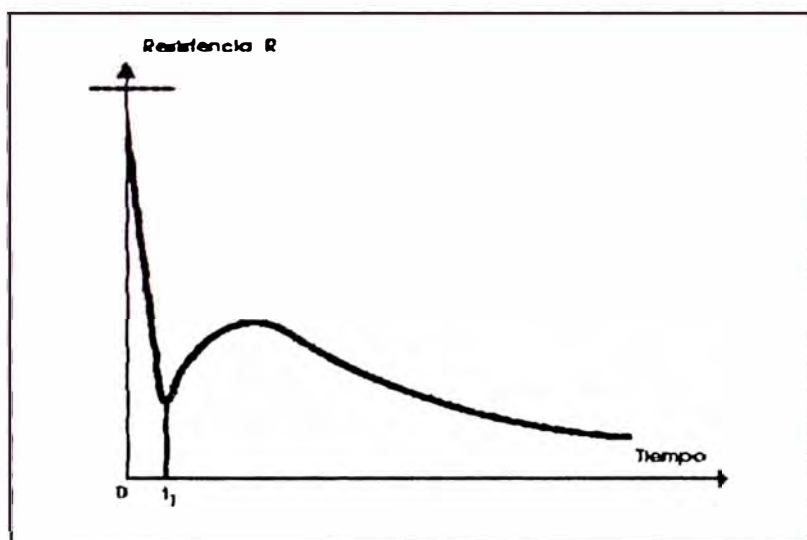


Fig. 16

Variación de la resistencia entre electrodos durante la soldadura. La resistencia inicial es muy elevada debido al alto valor de la resistencia de contacto entre chapas antes del paso de la corriente.

Todas estas consideraciones demuestran que, en caliente, durante la soldadura, la suma de las resistencias óhmicas depende solamente:

Del espesor de las piezas a soldar.

De la resistividad propia del metal a soldar.

De la temperatura alcanzada en los diversos puntos.

Del diámetro del pequeño cilindro de metal calentado.

De la sección de la zona convertida en punto de fusión.

Los valores iniciales de las diversas resistencias de dos chapas bajo presión y su evolución durante la soldadura permiten la localización del metal en la zona inmediata al plano de contacto. El valor inicial de la resistencia de contacto da lugar al comienzo del proceso de calentamiento.

Su repercusión sobre la evolución de este calentamiento es decisiva a pesar del tiempo extremadamente breve durante el cual existe tal resistencia.

Es por lo tanto, preciso localizar el calentamiento en la zona inmediata al plano de unión y disminuir el tiempo de paso de la corriente, dando a la operación un carácter más dinámico. Para ello se debe aumentar el valor del término  $R_c I^2$  incrementado la intensidad de la corriente secundaria.

De hecho, la intensidad de la corriente de soldadura dependerá, desde el punto de vista energético:

Del tiempo de soldadura (soldadura lenta



soldadura rápida).

Del espesor de las piezas a soldar.

De la naturaleza de los materiales a soldar (resistividad, calor específico, calor latente de fusión).

Del diámetro del punto de soldadura.

A lo largo de la operación el punto de soldadura aparece y se desarrolla en diámetro y en altura.

Su diámetro aumenta rápidamente y después permanece casi constante cualquiera que sea el tiempo durante el cual se prolongue el calentamiento. La forma de desarrollarse el punto de soldadura depende del espesor de las chapas y el diámetro final del mismo es función del diámetro de la punta del electrodo y del espesor de las piezas a soldar.

#### 1.7 Intensidad de la corriente de soldadura y tiempo de soldadura

El calor necesario para fundir el volumen de metal que constituye el punto de soldadura viene dado por la expresión siguiente:

$$Q = V.s.c_1.T + V.s.c_2$$

$Q$ : cantidad de calor

$V$ : volumen del punto de soldadura

$s$ : peso específico del material a soldar

$c_1$ : calor específico

$T$ : diferencia entre la temperatura de fusión y la temperatura ambiente

$c_2$  calor latente de fusión

$$Q = V \cdot s (c_1 \cdot T + c_2)$$

Esta energía calorífica proviene de la transformación de energía eléctrica ( $RI^2t$ ) en calor. La energía calorífica resultante ( $kRI^2t$ ) deberá superar, naturalmente, las  $Q$  calorías, ya que es preciso tener en cuenta las pérdidas caloríficas por radiación y por conducción en los materiales a soldar y en los electrodos.

$$kRI^2t = \frac{Q}{\eta}$$

siendo  $\eta$  rendimiento de la operación

La cantidad de calor engendrada localmente por el paso de la corriente eléctrica a través de las piezas a soldar, es proporcional:

A  $R$  (conjunto de resistencias) que depende de la naturaleza de los materiales a soldar y del esfuerzo de compresión entre electrodos.

Al cuadrado de la intensidad  $I$  de la corriente de soldadura.

Al tiempo  $t$  de paso de esta corriente.

Se podrá pues actuar sobre los valores  $I$  y  $t$  para provocar la fusión de una cantidad determinada de material.

El tiempo y la intensidad son dos factores

interdependientes, es decir que a una intensidad dada corresponde un tiempo determinado existiendo un número infinito de combinaciones que dan lugar a un mismo valor de  $RI^2t$  :

$$Q = R I \cdot I \cdot t = RI^2t$$

$$Q = R \frac{I}{2} \cdot \frac{I}{2} \cdot (4t) = RI^2t$$

$$Q = R \frac{I}{3} \cdot \frac{I}{3} \cdot (9t) = RI^2t$$

$$Q = R \frac{I}{n} \cdot \frac{I}{n} \cdot (n^2t) = RI^2t$$

Pero no se puede disminuir indefinidamente el valor de  $I$  y aumentar el de  $t$  .

Existe una intensidad mínima de corriente por debajo de la cual la soldadura no es posible. Esta intensidad mínima depende de las características de los materiales a soldar, de su espesor, de las dimensiones de las puntas de los electrodos y del esfuerzo de compresión.

Puede decirse, de una manera más general, que existe una densidad de corriente mínima que es función de las características de los materiales, de su espesor y de la presión específica sobre el punto de soldadura.

Para cada caso de soldadura, con unas puntas de electrodos de dimensiones dadas, y para un esfuerzo de compresión determinado, se puede trazar un

diagrama de soldabilidad que exprese la relación entre la intensidad de la corriente y el tiempo de soldadura (ver fig. 17).

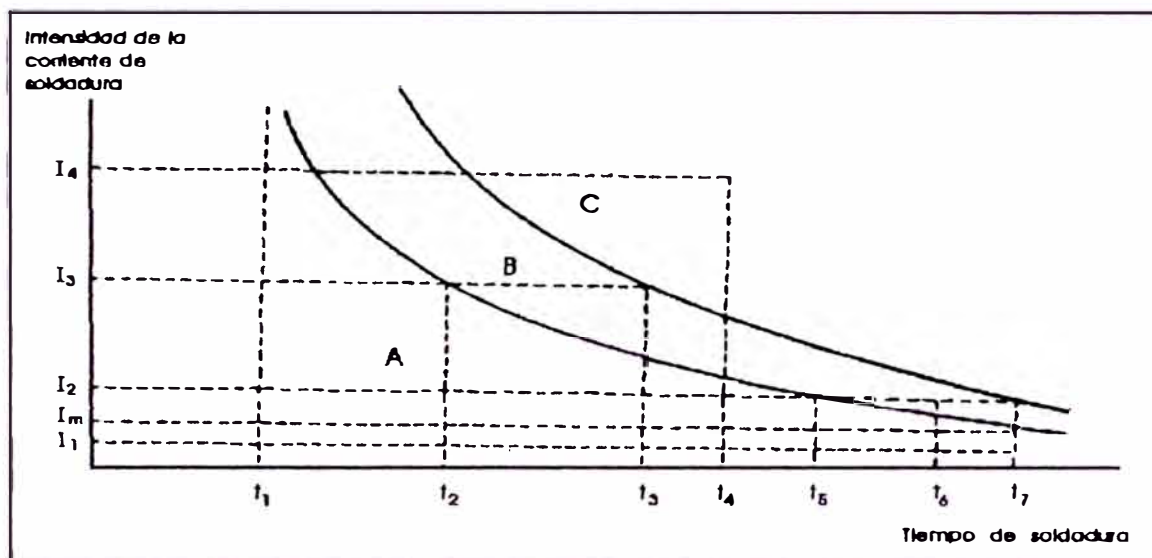


Fig. 17

Diagrama de soldabilidad que expresa la relación entre la intensidad de la corriente y el tiempo de soldadura.

A cada valor del esfuerzo de compresión corresponderá un diagrama particular. Este diagrama se caracteriza por la existencia de tres zonas:

- A. Zona de pegaduras: no se ha alcanzado la fusión; soldadura imposible.
- B. Zona de soldadura.
- C. Zona de proyecciones, e incluso de deterioros en las piezas soldadas y en los electrodos.

La zona B o zona de soldadura depende de las características de los metales a soldar. Para ciertos metales, esta zona es estrecha y, en tal caso,  $I$  y  $t$  deben regularse con precisión.

Las pérdidas caloríficas por conducción en las

chapas y en los electrodos son tanto, más pequeñas cuanto más corto sea el tiempo de soldadura.

El rendimiento de la operación será, por lo tanto, más elevado cuanto más intensa sea la corriente de soldadura y más corto el tiempo de calentamiento.

Los tiempos de soldadura cortos facilitan el mantenimiento correcto de los electrodos.

Gracias a la rapidez de la soldadura, solamente se calienta a alta temperatura la zona del punto y la operación termina antes que la superficie de las piezas en contacto con los electrodos alcance una temperatura elevada. De esta manera, las puntas de los electrodos, mantenidas a temperaturas bastante bajas conservan su dureza y no se deforman. Sus diámetros mantienen el valor inicial y la intensidad de la corriente de soldadura permanece constante, asegurando una buena regularidad del trabajo.

#### 1.8 Relación entre el diámetro del punto de soldadura, la intensidad de la corriente y el tiempo de soldadura

La ley de variación del diámetro del punto soldado en función del tiempo de paso de la corriente está representada en la Fig. 18

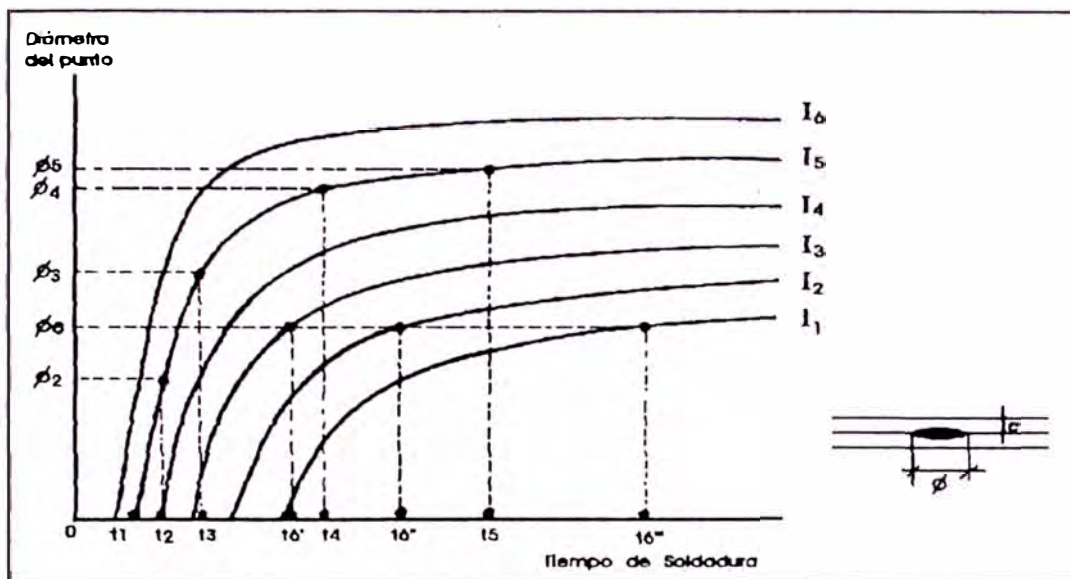


Fig. 18

Diagrama de las curvas "diámetro del punto en función del tiempo de soldadura para diferentes intensidades de la corriente de soldadura"

$$I_6 > I_5 > I_4 > I_3 > I_2 > I_1 ; e = \text{constante}$$

Esta ley es diferente según se trate de chapas delgadas (hasta 3mm. de espesor) o de chapas gruesas (espesor superior a 3mm.)

Esta particularidad se muestra en las Figs. 19 y 20 una de las cuales se refiere a chapas de acero dulce, espesor 1mm. y la otra a chapas también de acero dulce, pero de 5mm. de espesor.

Para chapas de pequeño espesor, el tramo AB de la curva es casi vertical: la fusión del diámetro máximo se alcanza muy rápidamente. Por el contrario, para chapas gruesas, la parte AB de la curva acusa una inclinación bastante pronunciada; esta inclinación muestra un aumento más lento del diámetro del punto; la fusión progresa más despacio. El tiempo de

soldadura será elegido de forma que se sobrepase el codo B de la curva que da el diámetro del punto en función del tiempo. En efecto, en el tramo ascendente (AB), una pequeña variación del tiempo de soldadura, de la intensidad de la corriente, o de la resistencia de contacto entre chapas podría provocar una variación considerable del diámetro del punto.

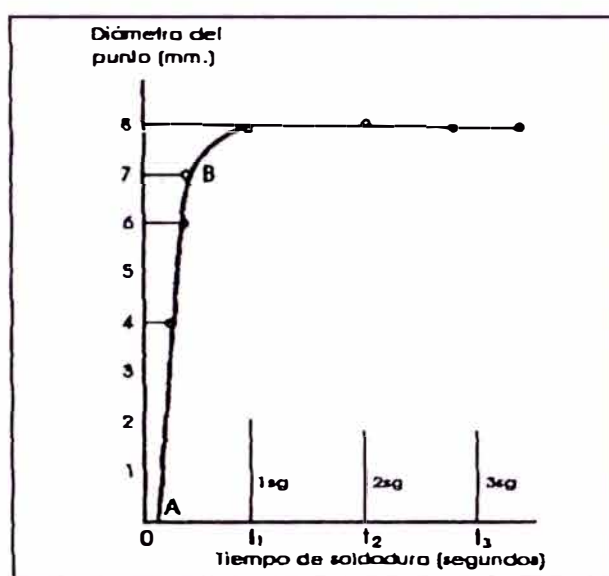


Fig. 19

Chapas de acero de 1mm. Intensidad: 7,800 A.

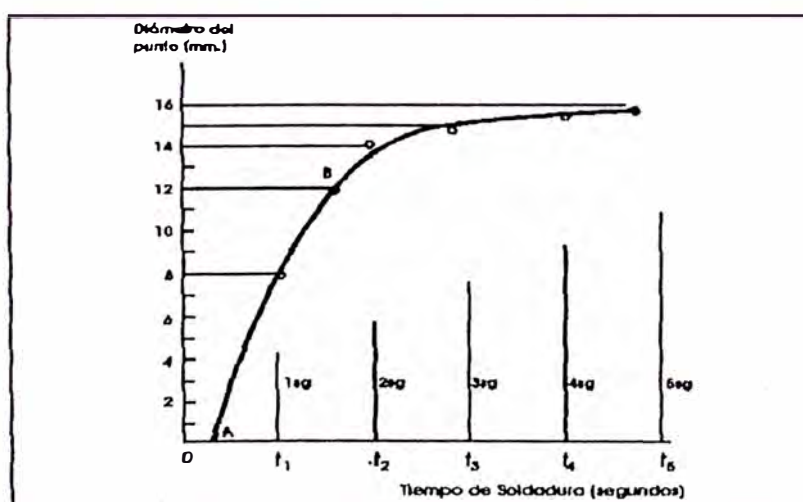


Fig. 20

Chapas de acero de 5mm. Intensidad: 16,500 A.

## CAPITULO II GENERALIDADES DEL MICROCONTROLADOR

En este capítulo, se hará una breve descripción de toda la arquitectura y características funcionales del 8048 AH en base al diagrama de bloque de la Fig. 21

### 2.1 Sección aritmética

La sección aritmética del procesador contiene las funciones básicas de manipulación de datos del 8048 AH y puede ser dividido en los siguientes bloques:

Unidad lógica aritmética (ALU)

Acumulador

Carry flag

Instrucción decoder

En una típica operación, el dato almacenado en el acumulador es combinado en el ALU con el dato desde otra fuente sobre el bus interno (semejante así a un registro o puerto de I/O), el resultado es almacenado en el acumulador o en otro registro.

#### 2.1.1 Unidad lógica aritmética

La ALU acepta palabras de 8 bit de data, desde una o dos fuentes y genera un resultado de 8 bit bajo control de la instrucción decoder. La ALU puede ejecutar las siguientes funciones:

Add con o sin carry



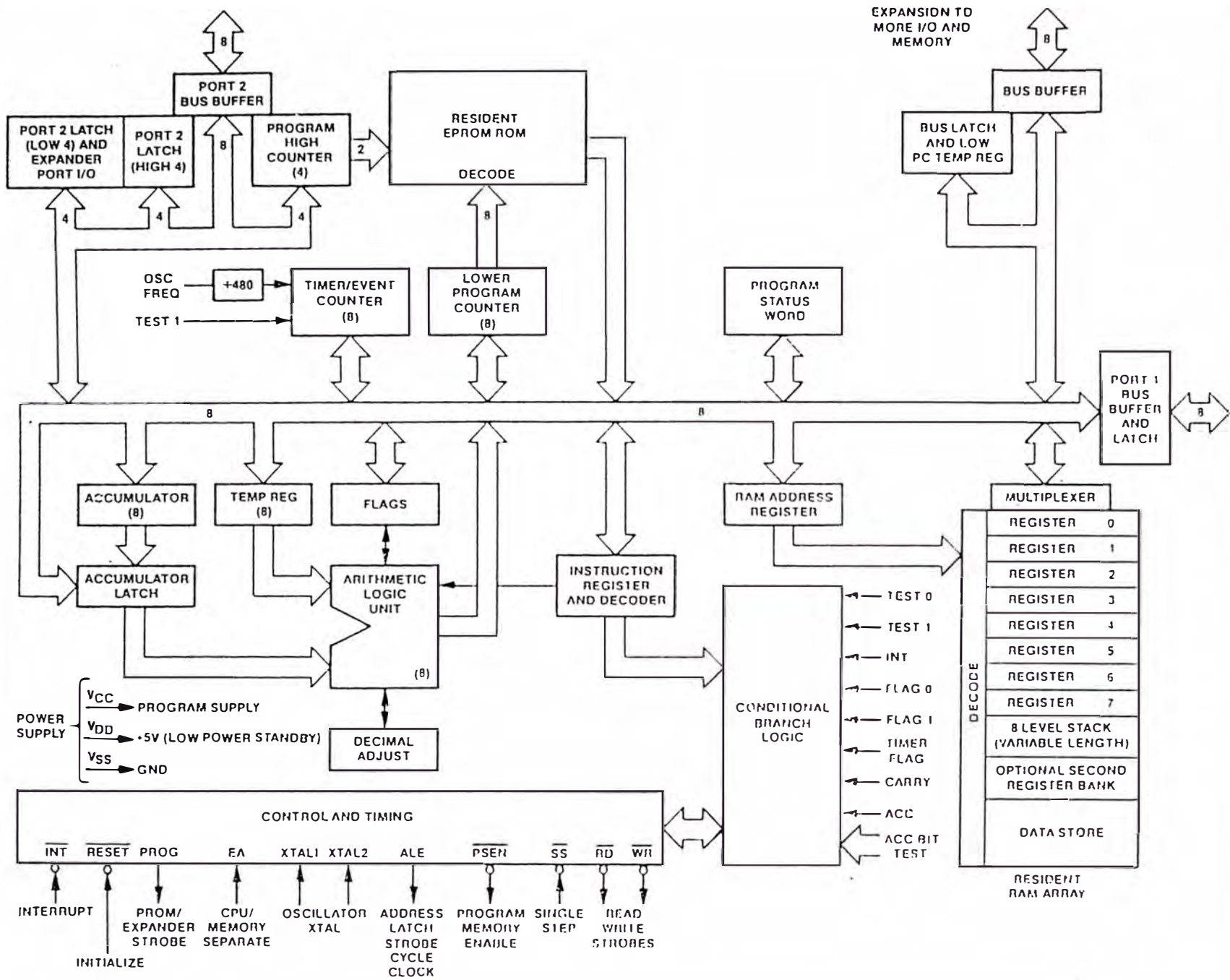


Fig.21 Diagrama de Bloques 8048 AH / 8748 AH

AND, OR, OR exclusivo

Incremento / decremento

Complementar bit

Rotación Izquierda, Derecha

SWAP Nibbles (intercambiar 4 bit de un byte)

Ajuste decimal BCD

Si la operación realizada por el ALU resulta en un valor representado por más de 8 bit (sobrepasamiento del bit más significativo), un Carry flag es colocado en la palabra del Status Program.

#### 2.1.2 Instrucción decoder

La porción del código de operación (opcode) de cada una de las instrucciones de programa, es almacenado en la Instrucción Decoder y convertido a salidas que controla las funciones de cada uno de los bloques de la Sección Aritmética. Estas líneas de control, la fuente de datos, y el registro destino así como también las funciones son realizadas en la ALU.

#### 2.1.3 Acumulador

El acumulador es el registro de datos sencillo y más importante en el procesador, es una de las fuentes de entrada hacia la ALU y frecuentemente la destinación de los resultados de operaciones realizadas en la

ALU. Datos hacia y desde puertos I/O y memoria, del mismo modo normalmente pasan a través del acumulador.

## 2.2 Memoria de programa

La memoria de programa residente consiste de 1024, 2048 o 4096 palabras de 8 bit de ancho que son direccionadas por el contador de programa, en el 8748AH y 8749AH, esta memoria es una EPROM. Ahí se hallan 3 localizaciones de especial importancia como lo muestra la Fig. 22.

### Localizacion 0

Activando la línea Reset del procesador, causa la primera instrucción a ser buscada desde la localización 0.

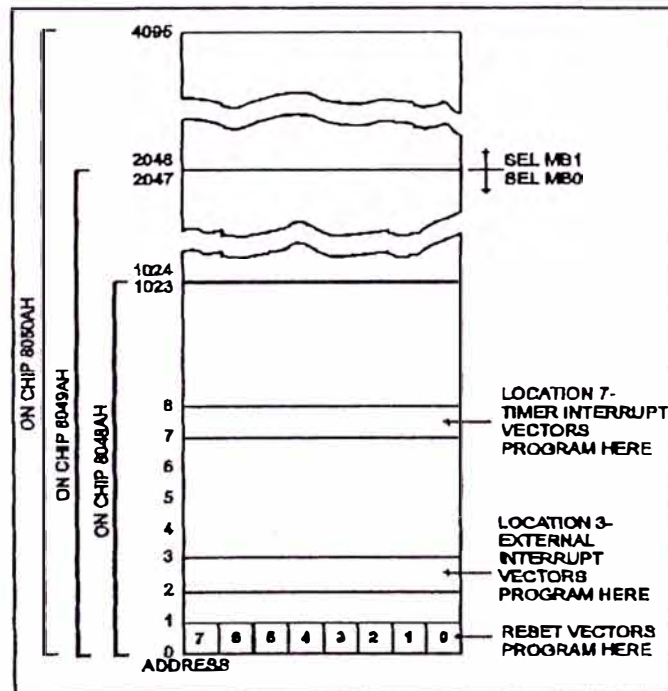


Fig. 22

Mapa de la Memoria de Programa

### **Localización 3**

Activando la línea de entrada Interrupt del procesador (si Interrupt es habilitado), causa un salto hacia la subrutina de localización 3.

### **Localización 7**

Una Interrupción del timer/counter resultando desde el sobrepasamiento timer/counter (si es habilitado), causa un salto hacia la subrutina de localización 7. Por consiguiente, la primera instrucción a ser ejecutada después de la inicialización es almacenada en localización 0, la primera palabra de una interrupción externa de servicio de subrutina es almacenada en localización 3, y la primera palabra de un servicio de rutina timer/counter es almacenada en localización 7.

## **2.3 Memoria de datos**

La memoria de datos residente es organizada como 64, 128, o 256 palabras de 8 bit de ancho en el 8048AH, 8049AH, 8059AH. Todas las localizaciones son indirectamente direccionadas por medio de cualquiera de dos registros de puntero de RAM, el cual reside en dirección 0 y 1 del registro arreglo; en suma, así como muestra la Fig. 23, las primeras 8 localizaciones (0-7) del arreglo son designadas como registros de trabajo y son directamente direccionadas por varias instrucciones. Donde estos registros son más fácilmente direccionables, ellos son habitualmente usados a almacenar resultados

intermedios frecuentemente accedidos.

Por ejecutar una instrucción seleccionar Registro Banco (Sel RB) las localizaciones 24-31 de RAM, son así designadas como Registros de Trabajo en lugar de localizaciones 0-7 y son entonces directamente direccionables. Las localizaciones 8-23 de RAM; estas localizaciones son direccionadas por el puntero de pila durante el llamado de subrutinas así bien como por Registros de Puntero RAM, R0 y R1. Si el nivel de subrutinas anidadas es menor que 8, todos los registros de pila no son requeridos y pueden ser usados como localizaciones de RAM de propósito general.

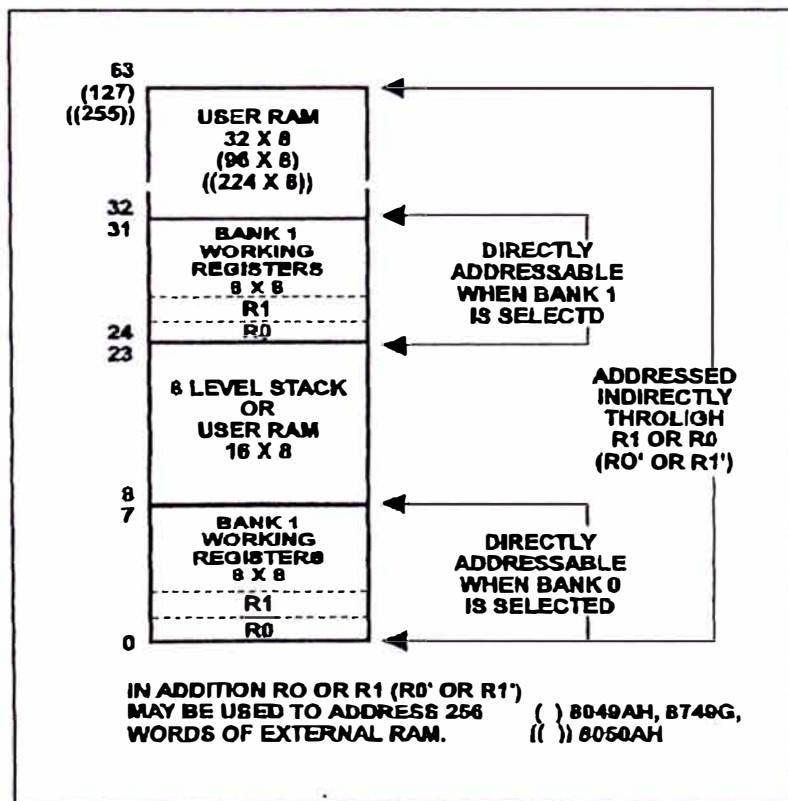


Fig. 23

Mapa de Memoria de Datos

## 2.4 Input / Output

El 8048AH tiene 27 líneas las cuales pueden ser usadas para funciones de entrada o salida. Estas líneas son agrupadas como 3 puertos de 8 líneas cada uno los cuales sirven como puertos de entrada, salida o bidireccional y 3 entradas "test" la cual puede alterar la secuencia del programa cuando es probado por una instrucción de salto condicional.

### **Puertos 1 y 2**

Los Puertos 1 y 2 son cada uno de 8 bit de ancho y tienen características idénticas. El dato escrito hacia estos puertos es estáticamente fijado y permanecen sin cambiar hasta ser reescritos. Así como puertos de entrada estas líneas no son fijadas, las entradas tienen que estar presentes hasta ser leídas por una instrucción de entrada. Las entradas son totalmente compatibles con TTL y las salidas exitan una carga standard TTL.

### **Bus**

El Bus es del mismo modo un puerto de 8 bit, el cual es un puerto bidireccional verdadero con asociación de entradas y salidas. Si la característica de Bidireccionalidad es no necesitada, el Bus puede servir así como cualquier puerto de salida estáticamente fijada o puerto de entrada no fijada. Líneas de entrada y salida sobre este puerto no pueden ser mezcladas de cualquier modo.

Así como un puerto estático, el dato es escrito fijado usando la instrucción OUTL y entrado usando la instrucción INS. Las instrucciones INS y OUTL generan pulsos sobre el correspondiente RD y WR líneas de salida autorizada. De cualquier modo, en el modo de puerto estático, ellos son generalmente no usados. Así como un puerto bidireccional la instrucción MOV X es usado hacia leer y escribir al puerto, una escritura hacia el puerto genera un pulso sobre la línea de salida WR y el dato de salida es válido, al leer sobre el puerto se genera un pulso sobre la línea de salida RD y el dato de entrada debería ser válido. Cuando no se escribe o lee, las líneas del bus permanecen en un estado de alta impedancia.

## 2.5 Test and int inputs

Tres pines sirven como entradas y son probadas con la instrucción de salto condicional. Estos son T0, T1 y INT, estos pines permiten entradas a causar ramificación de programa sin la necesidad de cargar un puerto de entrada dentro del acumulador, los pines T0, T1 y INT tienen otras posibles funciones.

## 2.6 Program counter and stack

El contador de programa es un contador independiente, mientras tanto el contador del programa pila es implementado usando pares de registros en el arreglo de memoria de datos, solamente los bits 10, 11 ó 12 del contador de

programa son usados hacia direccionar las 1024, 2048 o 4096 palabras sobre una tarjeta de memoria de programa del 8048 AH, 8049AH o 8050AH, mientras tanto el bit más significativo puede ser usado para buscar el programa de memoria externo ver Fig. 24.

El contador de programa es inicializado a cero por la activación de la línea Reset.

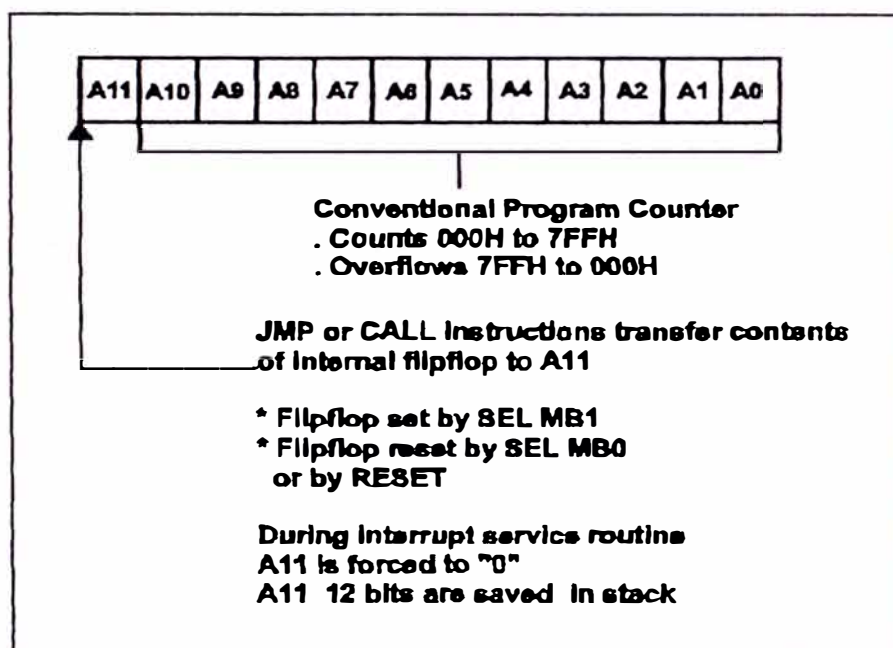


Fig. 24  
Program Counter

Una interrupción o llamada a una subrutina, causa que el contenido del contador de programa sea almacenado en uno de los 8 registros pares de contador de programa de pila como lo muestra la Figura 25, el par a ser usado es determinado por 3 bit del puntero de pila el cual es parte de la palabra status program (PSW).



El fin de una subrutina, la cual es señalada por una instrucción de retorno (RET o RETR), causa que el puntero de pila sea decrementado y el contenido del registro par resultante a ser transferido hacia el contador de programa.

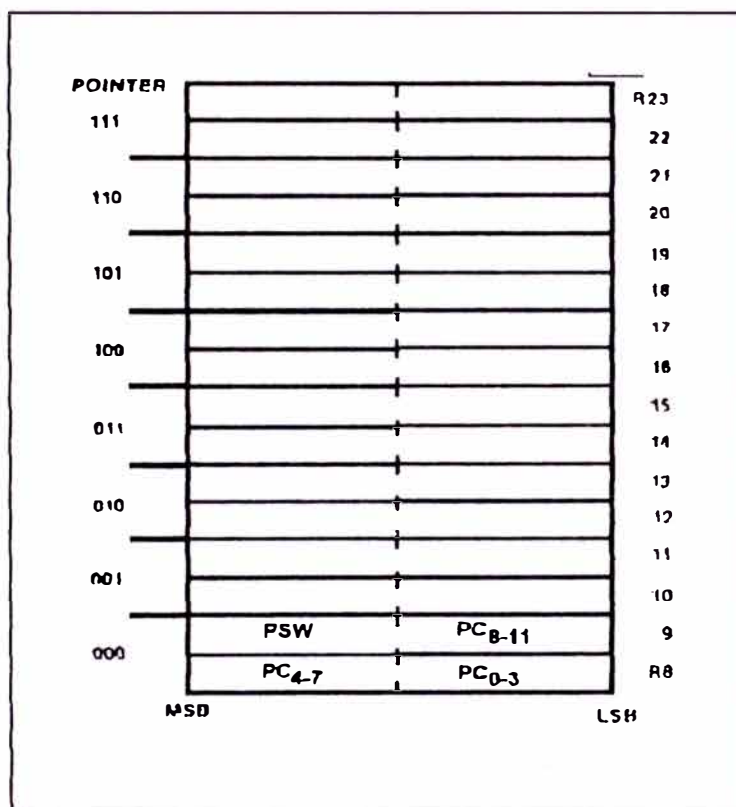


Fig. 25  
Program Counter Stack

### 2.7 Program status word (PSW)

8 bit de la palabra status los cuales pueden ser cargados hacia y desde el acumulador existe llamado palabra status de programa (PSW), la Figura 26 muestra la información disponible en la palabra.

El PSW es verdaderamente una colección de flip flop el cual puede ser leído o escrito así como un

todo.

Los cuatro bit superiores del PSW son almacenados en el contador de programa pila con cada llamada hacia subrutina o vector de interrupción y es opcionalmente restituído sobre un retorno con la instrucción RETR. La instrucción de retorno RET no actualiza PSW.

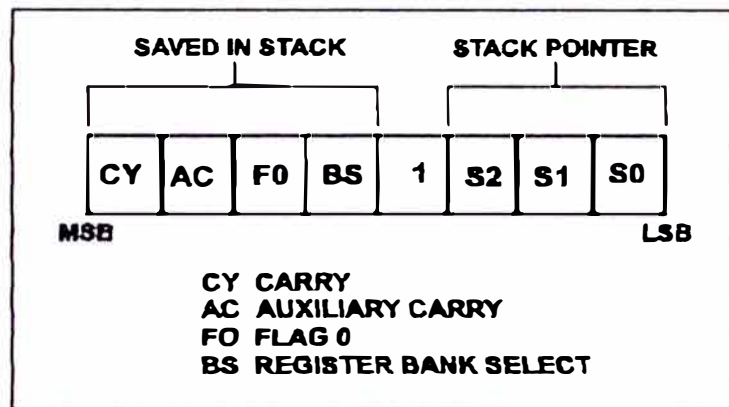


Fig. 26  
Program Status Word (PSW)

## 2.8 Conditional branch logic

La ramificación lógica condicional en el procesador, habilita varias condiciones internas y externas hacia el procesador a ser probadas por el programa de usuario. Por usar la instrucción de salto condicional, las condiciones que son listadas en la Tabla 3 pueden efectuar un cambio en la secuencia de la ejecución del programa.

TABLA 3

Device Testable	Jump Conditions (Jump On)	
		not all zeros
Acumulador	All zeros	
Acumulator Bit	--	1
Carry Flag	0	1
User Flags (F0, F1)	--	1
Timer Overflow Flag	--	1
Test Inputs (T0, T1)	0	--
Interrupt Input (INT)	0	

## 2.9 Interrupt

Una secuencia de interrupción es inicializada por aplicar un nivel bajo de entrada hacia el Pin INT. La línea de interrupción es muestreada cada ciclo de instrucción y cuando detecta, causa un llamado a subrutina en la localización 3 de la memoria de programa, así tan pronto como sea posible todos los ciclos de la instrucción corriente son completados.

Sobre 2 ciclos de instrucción, la línea de interrupt es muestreada sobre el segundo ciclo solamente. INT debería ser mantenido bajo por lo menos 3 ciclos de máquina a asegurar una correcta operación de interrupción. En cualquier CALL hacia subrutina, el contador de programa y el PSW son salvados en la pila.

Si un timer/counter interno genera interrupción y

una interrupción externa es detectado al mismo tiempo, la fuente externa debería ser reconocida.

## 2.10 Timer / Counter

El 8048AH contiene un contador para ayudar al usuario a contar eventos externos y generar tiempos de retardo precisos sin cargar al procesador para esas funciones, en ambos modos la operación del contador es la misma, la única diferencia está en la fuente de la entrada hacia el contador. El Timer/Event Counter es mostrado en la Fig. 27

### Counter

El contador binario de 8 bits es cargado y leído con dos instrucciones MOV, la cual transfiere el contenido del acumulador hacia el contador y viceversa. El contenido del contador puede ser afectado por RESET y debería ser inicializado por software. El contador es parado por un RESET o por la instrucción STOP TCNT y permanecer parado hasta iniciar así como un timer por una instrucción START T o como un contador de eventos por la instrucción START CNT.

Una vez iniciado el contador ordena incrementar hasta una cuenta máxima (FF) y sobrepasamiento hacia zero, continuando, esto es contado hasta ser parado por una instrucción de STOP TCNT o RESET.

El incremento desde la cuenta máxima hacia zero (overflow) resulta en la colocación de una bandera de sobrepasamiento, flip-flop y en la generación de un

pedido de interrupción.

El estado de la bandera de sobrepasamiento es probado con la instrucción de salto condicional JTF. El flag es reseteado por ejecución de un JTF o por RESET.

El timer interrupt puede ser habilitado o deshabilitado independientemente del interrupt externo por las instrucciones EN TCNTI y DIS TCNTI.

Si habilitamos, el sobrepasamiento del contador ordena causar una llamada a subrutina hacia localización 7 en donde la rutina de servicio del timer o counter puede ser almacenado.

Si el timer y una interrupción externa ocurre simultáneamente, la fuente externa ordena ser reconocida y la llamada ordena ser hacia localización 3. Después el timer interrupt es fijado, esto ordena permanecer pendiente hasta que el dispositivo externo es servido e inmediatamente ser reconocido sobre retorno desde la rutina de servicio. El timer interrupt pendiente es reseteado por la llamada hacia localización 7 o puede ser removido por ejecutar una instrucción DIS TCNTI.

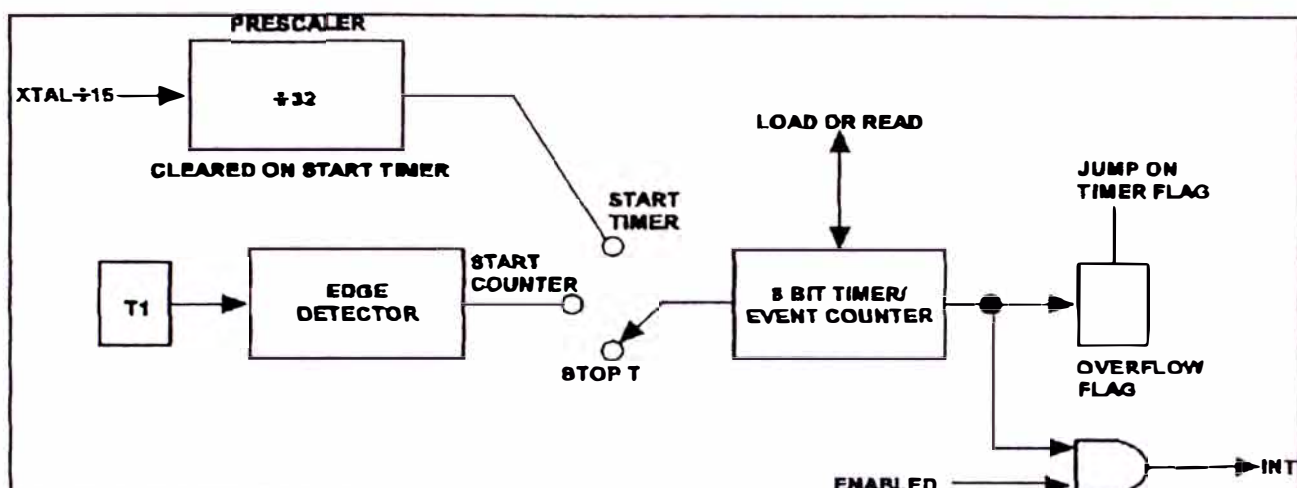


Fig. 27

### Temporizador/Contador de Eventos

#### As an Event Counter

La ejecución de una instrucción START TCNT conecta el pin de entrada T1 hacia la entrada del contador y habilita el contador. La entrada T1 es muestreada hacia el comienzo del estado 3 o después, subsecuentemente la transición de alto a bajo ordena causar el incremento de la cuenta. T1 debería ser mantenido bajo por lo menos 1 ciclo de máquina a asegurar de no ser perdido.

La máxima proporción a la cual el contador puede ser incrementado es una vez por 3 ciclos de instrucciones (cada 7.5  $\mu$  seg. usando un Xtal de 6MHz). La entrada T1 tiene que permanecer estable por lo menos 1/5 de ciclo máquina después de cada transición.

#### As a Timer

La ejecución de una instrucción START T conecta un

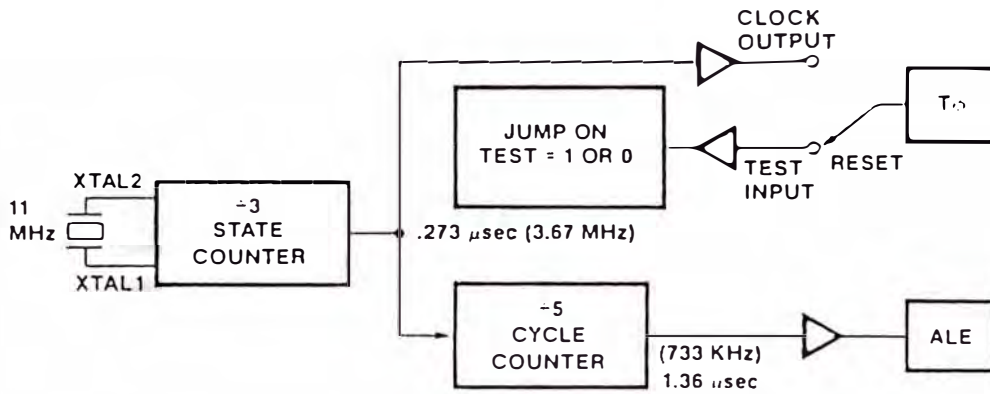
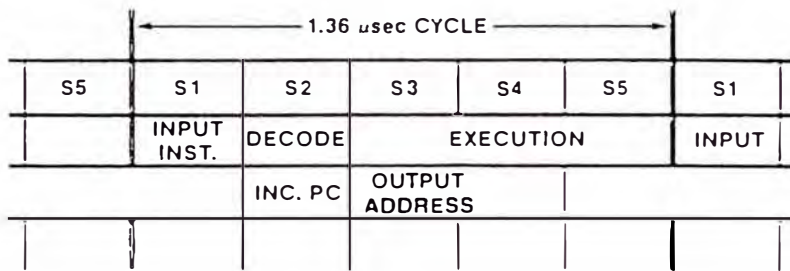
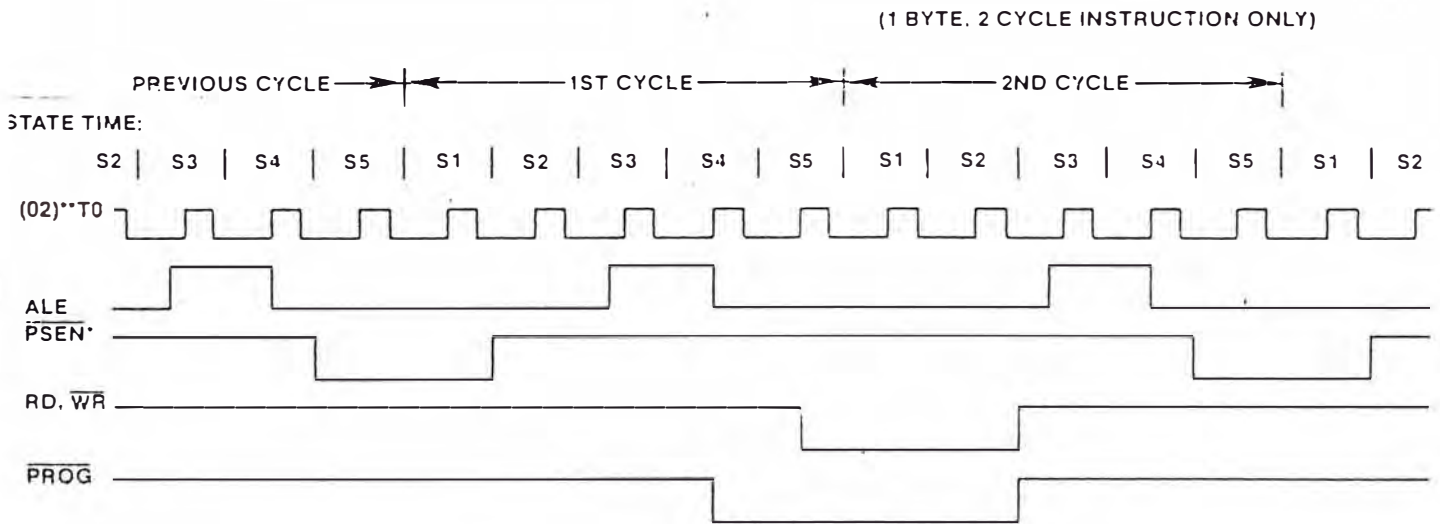


DIAGRAM OF 8048AH CLOCK UTILITIES



INSTRUCTION CYCLE



\*EXTERNAL MODE  
 \*\*IF ENABLED

8048AH/8049AH TIMING

Generación de Tiempos y Ciclos de Temporización

Fig. 28

reloj interno hacia la entrada del contador y habilita el contador. El reloj interno es derivado por pasar el ciclo de máquina básico del reloj a través de un preescaler entre 32. El preescaler es RESET durante la instrucción START T. El resultado del reloj incrementa el contador cada 32 ciclos de máquina, varios retardos desde 1 hasta 256 cuentas pueden ser obtenidos por presetear el contador y detectando el sobrepasamiento. Tiempos mayores que 256 cuentas puede ser llevado a cabo por acumulación de múltiples sobrepasamientos en un registro bajo control de software.

Para tiempos de resolución menor que 1 cuenta, un reloj externo puede ser aplicado hacia la entrada T1 y el contador opera en el modo de contador de eventos.

ALE dividido por 3 o más puede servir así como el reloj externo.



## 2.11 Set de instrucciones

### 2.11.1 Transferencia de datos

Así como puede verse en la Fig. 29

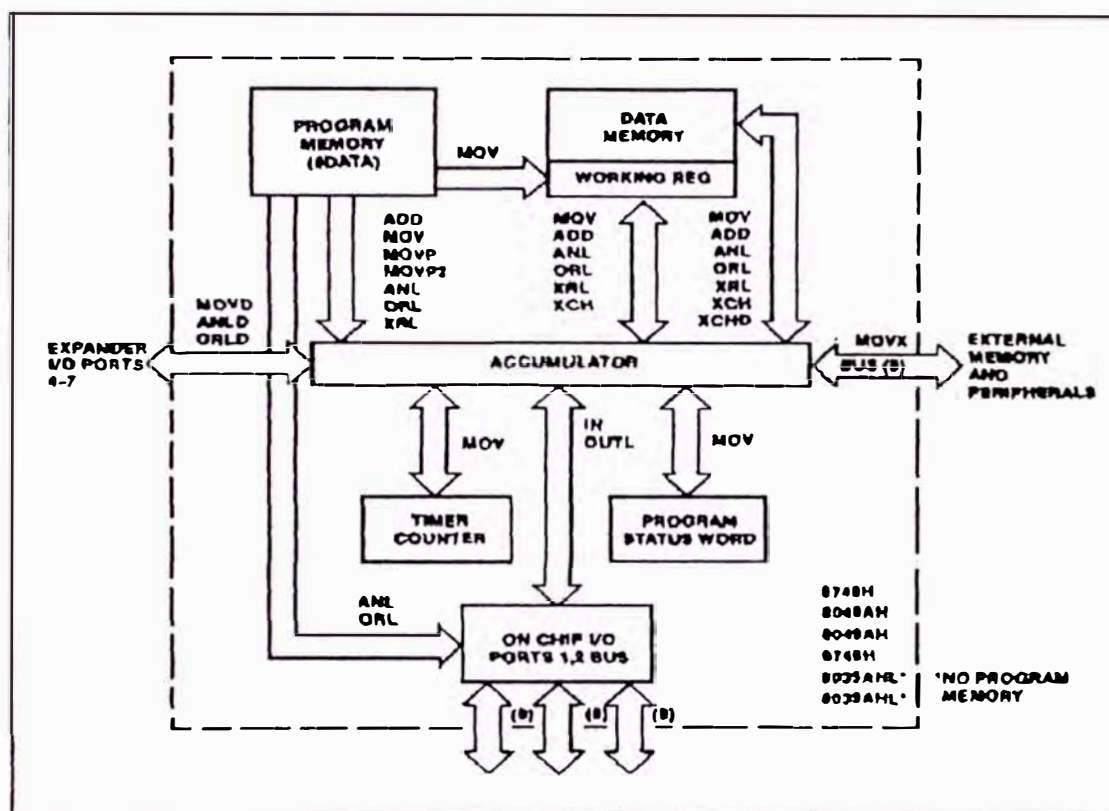


Fig. 29

### Instrucciones de Transferencia de Datos

El acumulador de 8 bit es el punto central para toda transferencia de datos dentro del 8048, datos pueden ser transferidos entre los 8 registros de cada uno de los Bancos Registro de trabajo y el acumulador directamente, el registro fuente o destino es especificado por la instrucción.

La localización permanente del arreglo RAM interna es referida así como a la memoria de

datos y es direccionada indirectamente vía una dirección almacenada en cualquier R0 o R1 del Banco de Registro activo, R0 y R1 son del mismo modo usadas a direccionar indirectamente datos de memoria externa cuando esto es presente. Transferir hacia y desde RAM interna, requiere un ciclo, mientras transferir hacia RAM externa requiere 2 ciclos. Constantes almacenadas en Memoria de Programa pueden ser cargadas directamente hacia el acumulador y hacia los 8 registros de trabajo. Datos del mismo modo pueden ser transferidos directamente entre el acumulador y el timer/counter abordo o el acumulador y el PSW. Escribiendo hacia el PSW se altera el status máquina así como tal y suministra un medio de restaurar status después de una interrupción o de alterar el puntero de pila si es necesario.

### 2.11.2 Operación del acumulador

El dato inmediato, la memoria de datos, o los registros de trabajo pueden ser sumados con o sin carry hacia el acumulador. Estas fuentes pueden del mismo modo ser ANDed, ORed or exclusivo ORed hacia el acumulador y registros de trabajo o memoria de datos.

Los datos pueden ser movidos hacia o desde el acumulador y registros de trabajo o memoria

de datos. Los dos valores pueden del mismo modo ser cambiados en una operación simple.

Finalmente el acumulador puede ser incrementado, decrementado, borrado, complementado y puede rotar hacia la derecha o izquierda 1 bit a un tiempo con o sin carry. Si bien ahí no hay instrucción de substracción en el 8048AH, esta operación puede ser fácilmente implementada con 3 bytes simples de instrucción de ciclo sencillo.

### 2.11.3 Operaciones de registro

Los registros de trabajo pueden ser accesados vía el acumulador así como se explicó arriba, o puede ser cargado inmediatamente con constantes desde memoria de programa. En suma, ellos pueden ser incrementados o decrementados o usados como contador de lazo usando el decremento y saltando. Toda la memoria de datos incluyendo registros de trabajo pueden ser accesados con instrucciones indirectas vía R0 y R1 y pueden ser incrementadas.

### 2.11.4 Banderas

Ahí con 4 banderas accesibles por el usuario en el 8048AH: Carry, Auxiliar Carry, F0 y F1. Carry indica sobrepasamiento de el acumulador, y auxiliar carry es usado hacia indicar sobrepasamiento entre dígitos BCD y es

empleado durante la operación de ajuste decimal. Ambos Carry y Auxiliar Carry son accesibles como partes de la palabra status program y son almacenados sobre la pila durante las subrutinas. F0 y F1 son Banderas de propósito general no dedicadas, a ser usadas así como el programador desee. Ambas banderas pueden ser borradas o complementadas y probadas por instrucciones de salto condicional. F0 es también accesible vía la PSW y es almacenada sobre la pila con el flag carry.

#### 2.11.5 Instrucciones de ramificación

Las instrucciones de salto incondicional es de dos bytes y permiten saltos en cualquier parte, en las primeras 2K palabras de la memoria de programa. Saltos a la segunda 2K de memoria (4K palabras son directamente direccionables) son hechas primero por ejecutar una instrucción de selección de Banco de memoria, entonces ejecuta la instrucción de salto. El límite de 2K puede solamente ser cruzado vía un salto o una instrucción de llamada a subrutina, el switch de Banco no ocurre hasta que el salto es ejecutado. Una vez que un Banco de memoria ha sido seleccionado todos los subsecuentes saltos deberían ser hacia el banco seleccionado hasta que otra instrucción de selección de Banco de

memoria es ejecutado. Una subrutina en el Banco opuesto puede ser accedido por una instrucción de selección de Banco de memoria seguida por una instrucción de llamada. Completada por encima de la subrutina, la ejecución manda retornar automáticamente hacia el Banco original; de cualquier modo, a menos que el Banco original es reseleccionado, la próxima instrucción de salto encontrada ordena nuevamente transferir la ejecución hacia el Banco opuesto. Saltos condicionales pueden probar las siguientes entradas y estados de máquina.

Pin de entrada T0

Pin de entrada T1

Pin de entrada INT

Zero acumulador

Cualquier bit del acumulador

Carry flag

F0 flag

F1 flag

Saltos condicionales permiten una ramificación hacia cualquier dirección dentro de la página corriente (256 palabras) de ejecución. Las condiciones de prueba son los valores instantáneos al tiempo que el salto condicional es ejecutado. Para instancia, el salto sobre la instrucción zero del

acumulador, éste por si mismo prueba el acumulador, no una intermediación flag zero. El registro decrementa y salta si instrucción no es zero. Combina una instrucción decremento y ramificación a crear instrucción muy útil en implementar un contador de lazo. Estas instrucciones pueden designar uno cualquiera de los 8 registros de trabajo así como un contador y pueden efectuar una ramificación hacia cualquier dirección dentro de la página corriente de ejecución. Una instrucción de salto indirecto de simple byte permite el ser vectoreado hacia cualquiera una de varias localizaciones diferentes basadas sobre el contenido del acumulador. El contenido del acumulador apunta hacia una localización en la memoria del programa la cual contiene la dirección del salto. La dirección del salto de 8 bit referida hacia la página corriente de ejecución.

#### 2.11.6 Subrutinas

Subrutinas son entradas por ejecutar una instrucción de llamada. Llamadas pueden ser hechas del mismo modo que saltos incondicionales hacia cualquier dirección de un Banco de 2K palabras, y saltar a través de el límite de 2K, son ejecutados en la misma manera. Dos instrucciones de retorno separadas

determinan ya sea que status o no (sobre 4 bits de PSW) es restaurado sobre retorno desde la subrutina. Las instrucciones retorno y restauración de status del mismo modo señala el fin de una rutina de servicio de interrupción, si una ha sido en progreso.

#### **2.11.7 Instrucciones de temporizador**

Los 8 bit abordo del timer/counter pueden ser cargados o leídos vía el acumulador mientras tanto el contador es parado o mientras cuenta. El contador puede ser partido así como un timer con una fuente de reloj interno o así como un contador de eventos o temporizador con un reloj externo aplicado hacia el Pin de entrada T1; la instrucción ejecutada determina cual fuente de reloj es usada, una simple instrucción detiene el contador ya sea que éste, esté funcionando con una fuente de reloj interno o externo, en suma, dos instrucciones permiten la interrupción del timer a ser habilitado o deshabilitado.

#### **2.11.8 Instrucción de control**

Dos instrucciones permiten la fuente de interrupción externa a ser habilitado o deshabilitado, interrupciones son inicialmente deshabilitadas y son automáticamente deshabilitadas mientras una rutina de servicio

de interrupción es en progreso y rehabilitada después. Allí son 4 instrucciones de selección de Banco de memoria, dos hacia designar el Banco de registro del trabajo activo y dos hacia controlar el Banco de la memoria de programa. La instrucción switch del Banco de registro de trabajo, permiten al programador a substituir inmediatamente un segundo Banco de registro de trabajo de 8 registros para el uso de uno. Esto efectivamente suministra 16 registros de trabajo, o esto puede ser usado así como un medio de salvar rápidamente el contenido del registro en respuesta a una interrupción, el usuario tiene la opción de switch o no switch sobre interrupción. De cualquier modo, si el Banco es switcheado, el Banco original quiere ser restaurado automáticamente sobre ejecución de un retorno y restaurar la instrucción status hacia el final de la rutina de servicio de interrupción. Una instrucción especial habilita un reloj interno, el cual es la frecuencia del Xtal dividido por 3 a ser salido sobre el Pin T0. Este reloj puede ser usado así como un reloj de propósito general en el sistema del usuario. Esta instrucción debería ser usado solamente hacia inicializar el sistema, después el reloj de salida puede



ser deshabilitado solamente por aplicación de un reset del sistema.

#### 2.11.9 Instrucciones de Input/Output

Puertos 1 y 2 son de 8 bit estáticos, puertos I/O los cuales pueden ser cargados hacia y desde el acumulador. Salidas son estáticamente fijadas pero entradas son no fijadas y tienen que ser leídas mientras las entradas están presentes. En suma, dato inmediato desde la memoria de programa puede ser ANDed o ORed directamente hacia puerto 1 y puerto 2 con el resultado permaneciendo sobre el puerto. Puertos 1 y 2 son configurados a permitir entradas sobre un Pin dispuesto por escribir primero un "1" salida al Pin.

Un puerto de 8 bit llamado BUS puede del mismo modo ser accesado vía el acumulador y puede tener estáticamente fijada las salidas, esto también pueden tener dato inmediato ANDed o ORed directamente a esta y es salida, de cualquier modo, como puerto 1 y 2, todas las 8 líneas del BUS tienen que ser tratadas como cualquier entrada o salida a un tiempo cualquiera. En suma a ser un puerto estático, BUS puede ser usado así como un puerto verdadero síncrono bidireccional usando la instrucción externa MOVX usado a acceso externo de memoria de datos. Cuando esas

instrucciones son ejecutadas, un correspondiente READ o WRITE pulso es generado y el dato es válido solamente a ese tiempo. Cuando el dato no ha sido transferido, el BUS esta en estado de alta impedancia.

## CAPITULO III ANALISIS Y DISEÑO DEL HARDWARE DEL CIRCUITO

### 3.1 Diagrama de bloques

Antes de entrar en detalles, es conveniente tener una visión en conjunto por bloques. Ver Figura 30.

La selección del % de potencia se hará mediante la utilización de un conmutador binario (este dato es leído por el puerto 1).

El bloque correspondiente a la memoria de programa externo es opcional; se usa cuando se emplea el 8048AH que no tiene una EPROM incorporada como la tiene el 8748 que se emplea en este caso.

La fuente de alimentación esta basada en el regulador de voltaje LM 7805 para alimentar la tarjeta, asimismo se aprovecha la rectificación de la onda para obtener el pulso de cruce por cero.

El switch de START activa al sistema, esto ocurre cuando las planchas a soldar ya se encuentran presionadas entre los electrodos. El switch de RESET resetea todo el sistema, parando el proceso de soldadura. La frecuencia de oscilación es entregada por el microcontrolador, en base a la cual se genera los impulsos que a través de una interfase aisladora cebará o activará a los contactores.

# DIAGRAMA DE BLOQUES

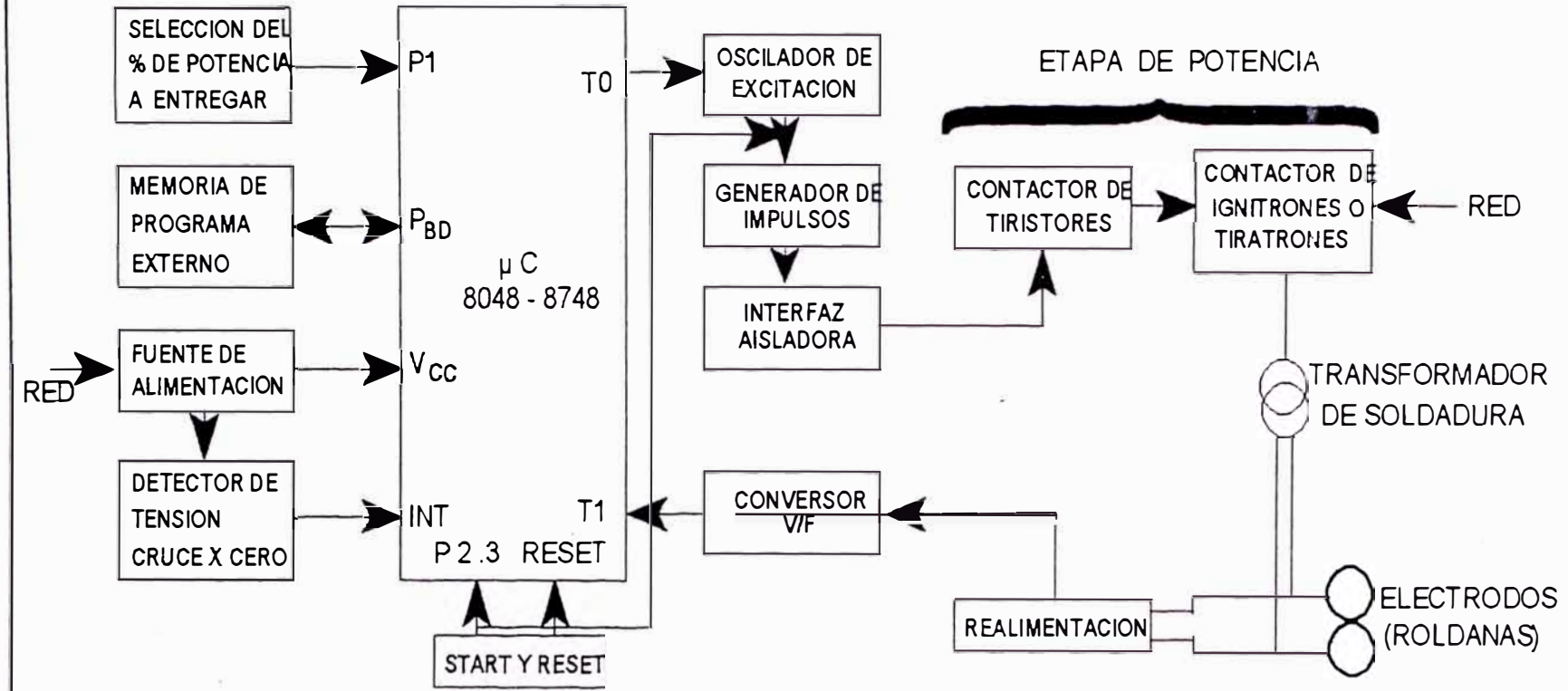


Fig. 30

En esta parte de potencia se pueden utilizar contactores en base a tiristores o ignitrones, la selección de ellos está de acuerdo a la corriente que se necesita en la soldadura. El contactor alimenta al transformador de soldadura, que en su circuito secundario se encuentran los electrodos. De esos electrodos se toma la realimentación que será leída por el microcontrolador previa conversión de voltaje a frecuencia.

### 3.2 Diagrama circuital

Se analizará a continuación el diagrama circuital, asimismo se verá de una forma más detallada cada bloque antes mencionado.

#### 3.2.1 Fuente de alimentación

Como puede observarse en la Fig. 31, la fuente utilizada es una fuente clásica en base al regulador de voltaje LM 7805 que entrega +5V para alimentar tanto al  $\mu$ c, como a los demás IC que trabajan en nivel TTL. El puente de diodos conformado por los diodos D1 - D4, rectifican la tensión AC de 18v proveniente del transformador; el diodo D5 tiene la misión de que le permite llegar a la base de Q1 la tensión rectificada y no filtrada debido a C1; el diodo zener  $DZ_1$  tiene por misión fijar a la entrada del LM 7805 un voltaje de 10 v. evitando posibles variaciones y permitiendo que exista una diferencia aceptable de voltaje

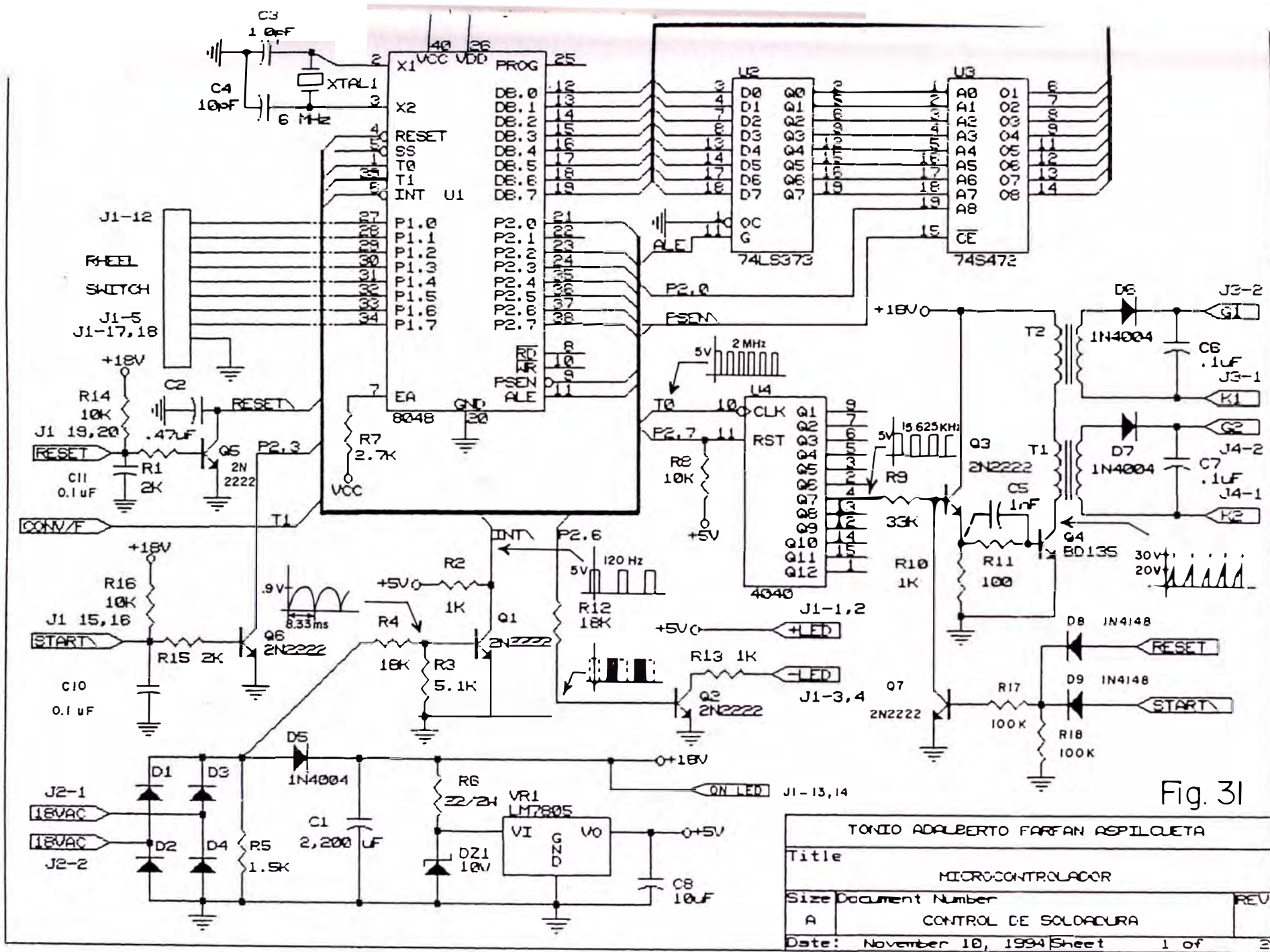


Fig. 31

TONIO ADALBERTO FARRAN ASPILQUETA		
Title		
MICROCONTROLADOR		
Size	Document Number	REV
A	CONTROL DE SOLDADURA	
Date:	November 10, 1994	Sheet 1 of 2

entre VI y V0, de lo contrario existiría una mayor diferencia conllevando al calentamiento excesivo del LM 7805; la presencia de voltaje DC se manifiesta mediante el LED ON; R6 es la resistencia limitadora para proteger al DZ<sub>1</sub>.

El transistor Q1 es utilizado para la obtención de pulsos cada vez que la señal AC rectificada llega al valor mínimo (cruce por cero), el ancho del pulso es determinado por las resistencias R3, R4 (que juegan el papel de un divisor de tensión); estos pulsos son tomados por el  $\mu$ c a través del pin INT, para posteriormente ser utilizados en el programa, el valor del ancho del pulso puede verse más adelante, en la programación del software.

### 3.2.2 Selección del % de potencia a entregar

Se hace uso de un conmutador binario (RHEEL SWITCH), que entregan en BCD el número fijado mediante las teclas pulsadoras que tiene. Tanto las unidades como las decenas, nos indican el % de potencia que se desea entregar a la carga; esta información es recepcionada por el puerto 1 del  $\mu$ c; la manera en la que es procesado el dato será detallado en el desarrollo del software posteriormente.

### 3.2.3 Memoria de programa externo

Toda la búsqueda de memoria de programa desde la dirección debajo de 1024 ,en el 4048

AH y debajo de 2048 en el 8049 AH, ocurre internamente con la generación de señal no externa (excepto ALE el cual esta siempre presente). A direccionar 1024 sobre el 8048 AH, el procesador automaticamente inicia la busqueda externa de memoria de programa.

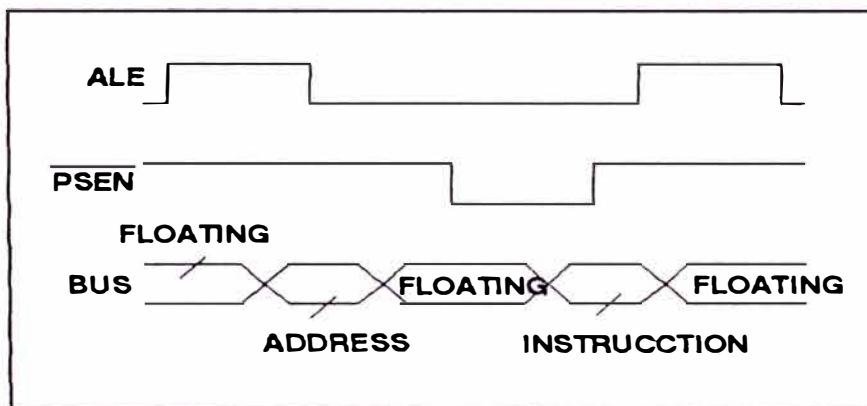


Fig. 32

Instrucción Fetch, desde programa de memoria externa.

#### Ciclo de Instrucción de Busqueda.

Así como muestra la Fig. 32, para todas las instrucciones busqueda desde la dirección de 1024 (2048) o mayores, lo siguiente ocurre.

- 1) El contenido de los 12 bit del contador de programa ordena ser salido sobre el BUS y la mitad inferior del puerto 2.
- 2) (ALE) ordena indicar el tiempo al cual la dirección es valida, el flanco de bajada de ALE es usado a fijar la dirección externa (del 74LS373)
- 3) (PSEN) indica que una instrucción de



busqueda externa esta en progreso y sirve para habilitar el dispositivo de memoria externa (74S472)

- 4) El BUS revierte hacia modo de entrada (floating) y el procesador acepta el contenido de estos 8 bit como una palabra de instrucción.

El procesador sin memoria de programa siempre opera en el modo de memoria de programa externo (EA=5V)

#### 3.2.4 Start y Reset

El switch de START activa al sistema de control cuando el Pin  $P_{2,3}$  del puerto 1 está alto, esto se logra mediante el inversor realizado con el transistor Q6; es de notar también que al mismo tiempo que se pone a "1" el Pin  $P_{2,3}$  se habilita al generador de impulsos a través de D9 y Q7, esto es como una medida de seguridad en caso de haber cualquier disparo o activación indeseada anterior al momento de partida.

El Switch RESET, resetea al control, esto se logra colocando a bajo el Pin de RESET y es llevado a cabo mediante Q5; como seguridad se inhabilita al generador de impulsos mediante D8 y Q7, lográndose de esta manera desactivar la etapa de potencia.

### 3.2.5 Oscilador de excitación

El oscilador de excitación está conformado por el integrado CD 4040 (contador binario de 12 bit) que actúa como divisor de frecuencia; el  $\mu$ c a través de T0 que está habilitado para salida de reloj mediante el programa, presenta una frecuencia de 2 MHz que corresponde a la del Xtal  $\div$  3 (contador de estado de máquina), el contador 4040 tiene como reloj la salida de T0; el cual está reseteado mediante el Pin P<sub>2,7</sub> del puerto 2, que está en alto cuando el programa no ordena el disparo de los tiristores; el oscilador de excitación entra en funcionamiento cuando el pin P<sub>2,7</sub> está en bajo; es entonces que en el pin 4 del contador se tiene un reloj de 15.625 KHz el cual será la frecuencia del oscilador que atacará al generador de impulsos, cabe hacer notar que la salida de este reloj es llevado a bajo (cero) mediante Q7 cuando se resetea o cuando el switch de START está abierto (medida de seguridad).

### 3.2.6 Generador de impulsos, interfaz aisladora

En el funcionamiento en CA con cargas inductivas y un par de tiristores en la configuración de paralelo inverso o antiparalelo, la corriente en el elemento inductivo persiste algún tiempo después de la

vuelta a cero de la primera semionda de la tensión en la que se produjo el cebado (la energía almacenada por la corriente en la reactancia debe eliminarse mediante esa tensión inversa antes de que la corriente pueda anularse). Ver Figura 33.

Puede suceder entonces que esa corriente no se anule hasta después de pasado el siguiente impulso de disparo, por consiguiente uno de los tiristores permanecerá cebado hasta pasado el impulso y se bloqueará luego, no existiendo entonces posibilidad alguna de recebado antes de la llegada de la semionda siguiente, de igual polaridad que la primera. Resultando pues una rectificación de corriente que puede deteriorar los circuitos conectados en la rama. Por consiguiente para evitar este fenómeno es necesario enviar trenes de impulsos repetitivos hasta el término de cada semionda.

Esta generación de impulsos la realizan Q3 y Q4, que al ser atacado por una frecuencia de 15.625 KHz a través de R9 a la base de Q3, y el emisor de éste mediante R11 a la base de Q4; ambos transistores están trabajando siempre en corte y saturación; la señal aplicada a la base de Q4, hace que se incremente súbitamente la corriente de colector, el cambio resultante de flujo en el transformador produce un impulso de

tensión que origina una circulación momentánea de corriente de puerta, capaz de activar al SCR.

C5 está para evitar los parásitos que se presentan en la excitación de la base de Q4; esta generación de impulsos facilita el ataque al contactor de tiristores por transformador, con lo que se aísla de los circuitos de control. El aislamiento entre generador de impulsos y la etapa de potencia se logra mediante el empleo de transformador.

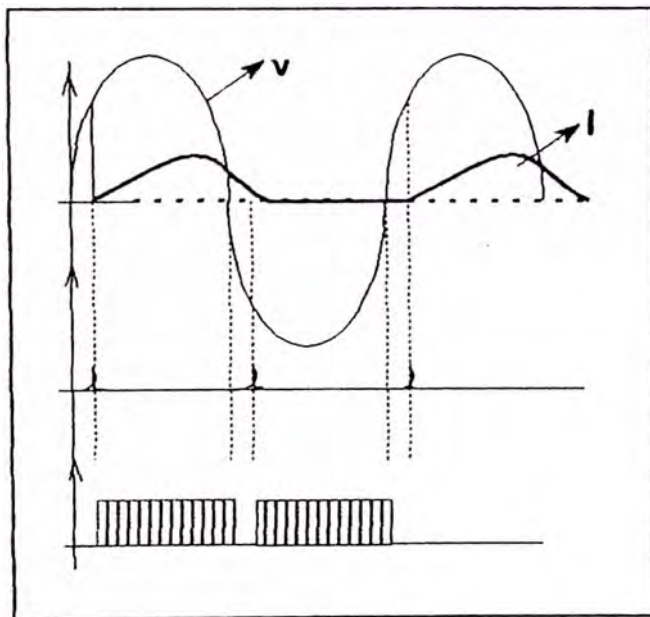


Fig. 33

Disparo por trenes de impulsos

### 3.2.7 Etapa de potencia

#### 1. Contactor de Ignitrones

En la Fig. 34 se muestra el circuito utilizado en un contactor de ignitrones

típico.

Los ignitrones, montados en paralelo inverso abren o cierran sólo un polo de la entrada de alterna. Cuando el contacto de gobierno está cerrado, los dos ignitrones dejan pasar corriente: cada uno de ellos durante el semiciclo en que su ánodo es positivo. Cuando la línea J (conectada al ánodo del tubo 1 en la Fig. 34) sea más positiva que la A, los electrones circularán desde A, por el transformador de soldadura, hacia B y C. Aquí, el rectificador metálico impide el paso de electrones de C a E, de modo de éstos deben pasar, por el ignitor del tubo 1, hacia D, después por el rectificador E y el contacto del interruptor de seguridad de paso de agua hacia F. Siguen por el fusible y el contacto de gobierno hacia el rectificador H. El rectificador superior impide que los electrones pasen por el ignitor del tubo 2 al punto K: en lugar de ello, pasan directamente por el rectificador H hacia I y J. En resumen, los electrones siguen primeramente el camino ABCDEFGHIJ y esta corriente, al circular por el ignitor D, activa el tubo 1, de manera que los electrones pueden ahora pasar directamente

por la trayectoria ABCJ durante el resto del semiciclo.

Durante el semiciclo siguiente, cuando la entrada A es más positiva que J, los electrones del ignitor pasan primeramente por el camino JIKHGFECBA, lo que activa el tubo 2 y los electrones pueden seguir la trayectoria JIBA.

El circuito de gobierno EFGH conduce alternativamente la corriente de cada ignitor. Aunque esta corriente debe llegar a 25 o 40A momentáneamente para el encendido del ignitrón, circula durante una fracción tan pequeña de cada ciclo que basta con un fusible de 3 o 6A para el funcionamiento normal.

La R montada en paralelo con el transformador de soldadura, cuyo objeto es el de compensar los efectos de las fluctuaciones de tensión. Dicha resistencia suele ser del tipo Thyrite (que es un material resistivo empleado para limitar sobretensiones, constituye una resistencia no lineal denominado también varistor).

#### **Circuitos de Activación de los Ignitrones:**

Los contactores de ignitrones, pueden ser activados mediante 2 formas, ya sea a

través de tiristores montados en paralelo inverso, como lo muestra la Fig. 34(a), pudiendo gobernar gradualmente los tiristores por rotación de fase o ángulo de conducción, (retrasando su punto de cebado en cada semiciclo), logrando reducir y variar la corriente media en la carga. La otra manera es haciendo que cada tiratrón active un ignitrón como puede verse en la Fig. 34(b)

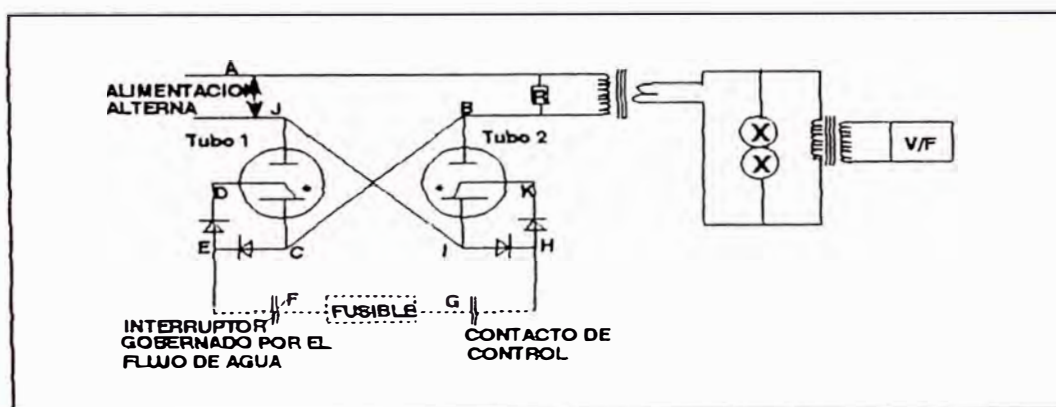


Fig. 34

Contactor de Ignitrones Típico

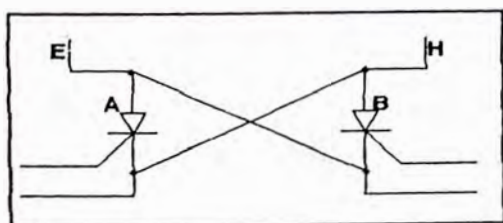


Fig. 34(a)

Circuito de Activación mediante dos tiristores conectados en paralelo inverso

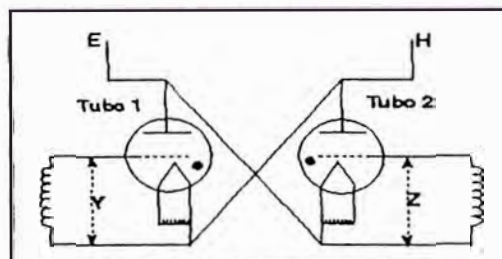


Fig. 34(b)

Circuito de Activación mediante dos tubos tiratrones conectados en paralelo inverso.

La Fig. 35 muestra una variación de un contactor de ignitrones, los cuales a su vez son activados por los tiristores. El gobierno que se hace sobre estos tiristores a través de sus puertas y cátodos proviene de la tarjeta de control, más específicamente de su generador de impulsos a través de la interfase aisladora.

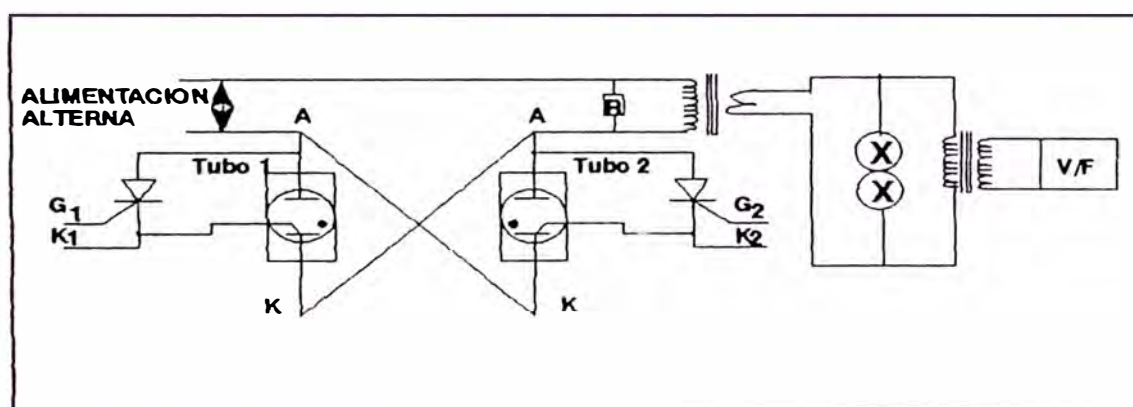


Fig. 35

#### Contactor de Ignitrones activados por tiristores

##### - Funcionamiento con la Carga de Soldadura:

Las curvas de la Fig. 36 muestran el comportamiento del contactor de ignitrones durante la alimentación de un transformador de soldadura, que es una carga con factor de potencia en retraso y altamente inductiva, este contactor de ignitrones es activado mediante el circuito 34(a). Mientras pasa la corriente, su onda se retrasa la magnitud R respecto a la onda de



tensión. Cuando el interruptor de mando se cierra en Q, la corriente no aumenta súbitamente en S, ya que la inductancia de la máquina soldadora, actuando como un volante de inercia, impide toda variación repentina. Por el contrario la corriente aumenta gradualmente, como en una onda senoidal. Tan pronto como dicha corriente se inicia, la tensión de los tubos disminuye inmediatamente hasta los 15V de caída del arco. Aunque la tensión del circuito se invierte en T, la corriente del tubo 1 no cesa, ni la del tubo 2 se indica en dicho punto. Por el contrario, el tubo 1 continua conduciendo hasta después de T, ya que la energía almacenada en la inductancia del transformador hace que siga circulando corriente hasta el punto U.

Mientras tanto, como el tubo 1 continua conduciendo, la tensión entre ánodo y cátodo de ambos tubos es de solo 15V, insuficiente para el cebado del tubo 2.

Cuando la corriente del tubo 1 cesa en U (dado que en el transformador de soldadura no queda ya energía que pueda hacer pasar más corriente), aparece súbitamente toda la tensión V en derivación con el tubo 2. La mayor parte de esa

tensión hace pasar rápidamente corriente por el ignitor del tubo 2 cebándolo. El tubo 2 conduce ahora toda la corriente, hasta que, en el punto X, la corriente desaparece y la tensión Z puede entonces poner nuevamente en funcionamiento el tubo 1. En K se abre el interruptor de mando, pero el tubo 2 continúa conduciendo hasta el final de su semiciclo. Cuando esa corriente cesa, aparece la tensión Z en derivación con el tubo 1, pero no puede cebarlo ya que el circuito del ignitron ha sido abierto por el contacto de mando.

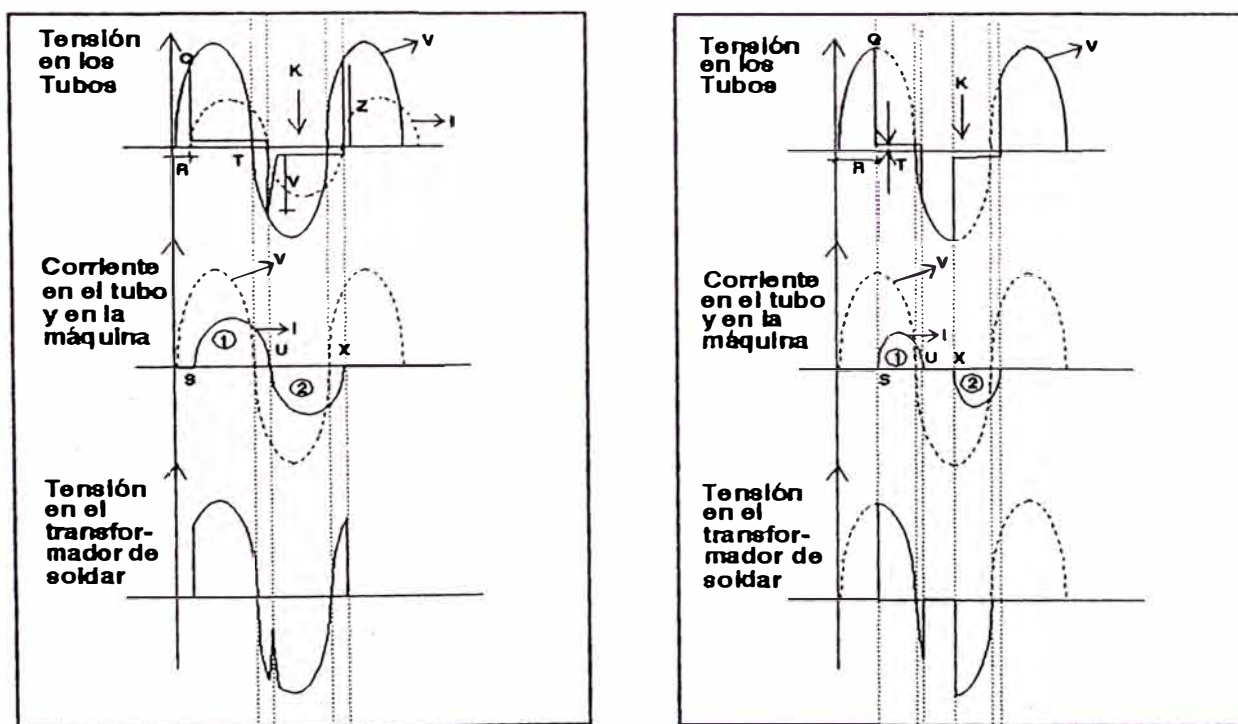


Fig. 36

Formas de onda de un contactor de ignitrones con carga de soldadura.

Siempre que el tubo conduce, hay aplicada tensión al transformador de soldadura.

De la Fig. 34(b) cada tiratrón se gobierna por su propio circuito de reja independiente; un devanado de transformador suministra la tensión de reja Y al tubo 1, mientras otro devanado del propio transformador proporciona la tensión Z al tubo 2. En la Fig. 37(a) se representan las ondas de tensión y de corriente alternas de alimentación; se observa que la tensión de reja Y retrasa respecto a la tensión de alimentación o anódica, por lo que el tubo 1 empieza a conducir en el punto G, siendo la corriente resultante una onda senoidal continua. Cuando el tubo 1 se activa en el punto G, la corriente circulante por una carga inductiva no puede aumentar bruscamente, sino que lo hace gradualmente hasta alcanzar su máximo en H, y continua hasta I. Sin embargo, I coincide con R, punto en el que el tubo 2 se ceba por su propia tensión de reja Z, por lo que la corriente empieza a circular ahora por el tubo 2. Esto es simplemente una forma de decir que esa carga inductiva absorbe corriente con un factor de potencia en

retraso: la onda de corriente retrasa unos  $45^\circ$  respecto a la tensión de alimentación. Como sea que los tubos 1 y 2 se ceban con el mismo ángulo de  $45^\circ$  (que es el factor de potencia normal de esa carga), por el transformador de soldadura circulará una corriente cuya onda es una senoide completa.

Si las curvas de la tensión de reja se retardan de forma que se retrase el encendido o cebado de los tiratrones 1 y 2 hasta  $90^\circ$  respecto a la tensión de alimentación, puede verse en la parte (b) de la Fig. 37 que la corriente empieza a circular por el tubo 1 en el punto J. La inductancia de la carga permite que la corriente aumente, como sucedía antes en (a), alcanzando el valor K, antes de finalizar cada semiciclo de tensión, anulándose la corriente en L. A partir de aquí no circula más corriente hasta que el tubo 2 se ceba por la tensión de reja Z en el punto M.

En (b) se ve que la altura de la curva en K es menor que en H; sin embargo, esa disminución de intensidad no se debe al gobierno por reja de la corriente instantánea, sino al efecto combinado de la

naturaleza inductiva de la carga y a la activación retrasada del tubo 1. Si la activación de ambos tiratrones se retrasa aún más hasta un punto situado a unos  $135^\circ$  por detrás de la tensión de alimentación, la corriente circula en la forma indicada por las partes sombreadas de la Fig. 37(b).

Este método de reducir la intensidad es tan eficaz como si se disminuye la tensión aplicada mediante un autotransformador o una resistencia en serie.

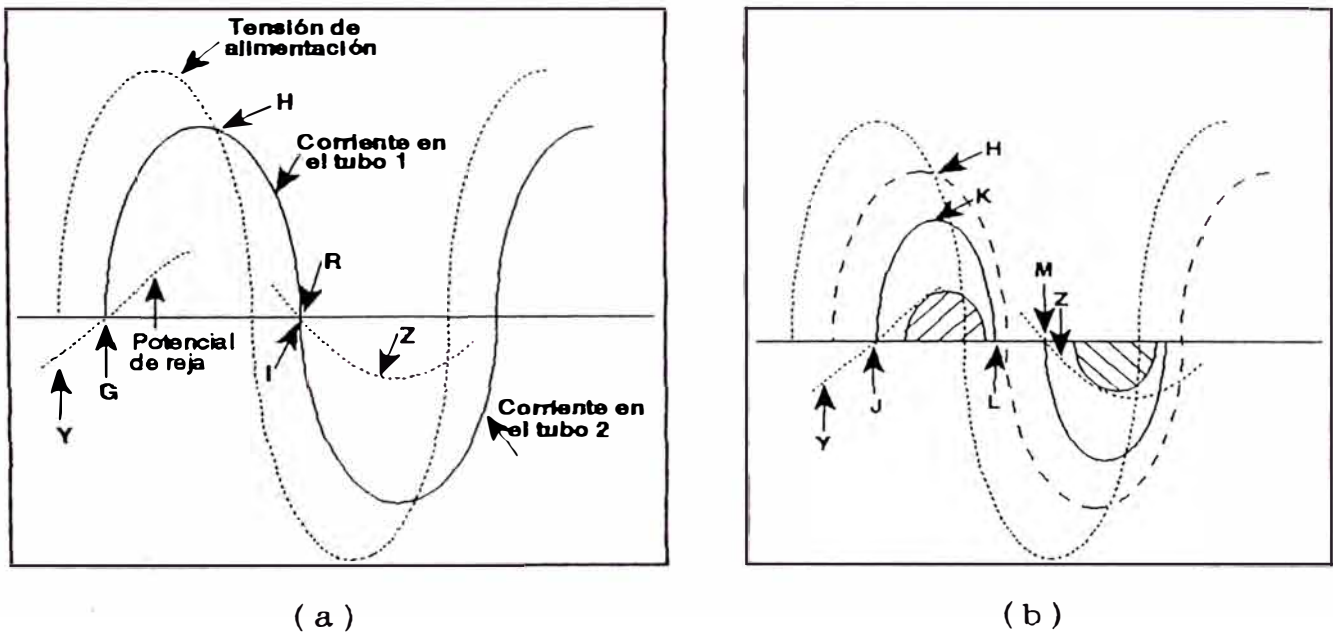


Fig. 37

Regulación de la magnitud de una corriente alterna por rotación de fase, con montaje de tiratrones en paralelo inverso.

## 2. Contactor de Tiristores

Para la prueba del control, se ha montado un contactor de tiristores en paralelo inverso o antiparalelo como lo

muestra la Fig. 38 La tensión entre ánodo y cátodo del SCR1, es también la tensión entre cátodo y ánodo del SCR2.

Si se añade un dispositivo de regulación de fase de modo que se retrase  $90^\circ$  el activado de cada SCR, la Fig. 39 indica las formas de onda de la corriente y de la tensión en aquellos mientras alimentan una carga inductiva. En A, al activarse SCR1, su potencial anódico baja hasta 1V mientras circula la corriente anódica. Tal como se ha explicado anteriormente esta corriente no se interrumpe cuando se invierte la tensión de alterna (en B), sino que circula aún durante por ejemplo otros  $35^\circ$ , hasta C.

En el momento en que se interrumpe la corriente en SCR1, se observa que la tensión en ambos SCR pasa súbitamente de C a D; el ánodo de SCR1 se hace negativo, y el de SCR2 positivo. Este considerable ritmo de variación de la tensión ( $dv/dt$ ) puede activar a SCR2 en ese punto C a  $35^\circ$  en vez de hacerlo en el punto deseado E a  $90^\circ$ , por la siguiente razón. Recuérdese que las capas centrales N y P de un SCR se comportan como circuito abierto hasta que se activa el SCR. Por tanto, dichas capas actúan como las dos armaduras de un pequeño

condensador, entre las cuales se halla aplicada toda la tensión de ánodo a cátodo. Cuando esa tensión varía repentinamente, se induce una corriente (de magnitud  $dv/dt$  de  $C$ ) que actúa como una corriente de puerta capaz de activar el SCR. Como se ve en la Fig. 39, ese brusco cambio de la tensión es mayor cuando la corriente anódica del SCR va a una carga inductiva. Para evitar una activación fortuita, en la mayoría de SCR esa  $dv/dt$  debe mantenerse inferior a 40 volt por microsegundo (si bien algunos tipos de SCR permiten  $200V/\mu s$ ). Para reducir las variaciones de tensión citadas, en los SCR de circuitos inductivos de alterna se puede conectar la resistencia  $R$  y el condensador  $C$  (en serie) entre ánodo y cátodo del SCR.

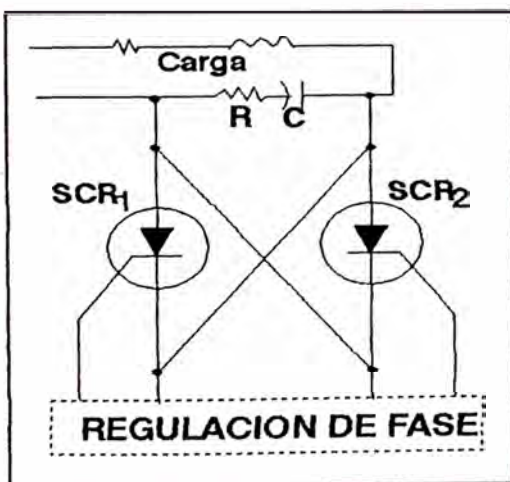


Fig. 38  
Contactor de tiristores  
en paralelo inverso.

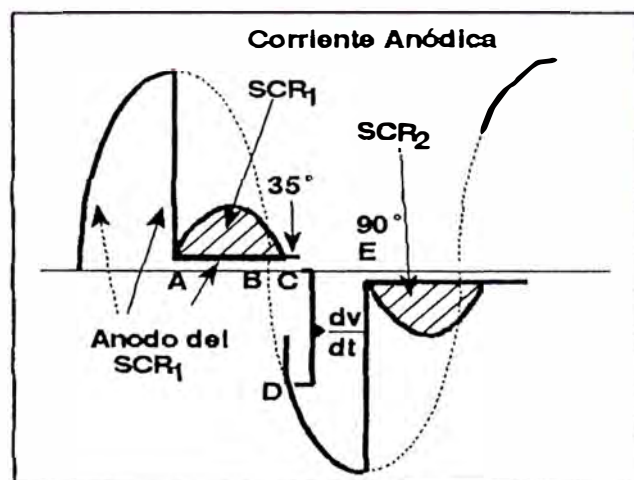


Fig. 39  
Protección contra  $dv/dt$  en circuitos inductivos de alterna.

### 3.2.8 Realimentación (convertor V/F)

La realimentación de tensión es tomada de la carga, mediante un transformador que la reduce a 12V. dicha señal es posteriormente rectificadora por los diodos D1-D4.

El potenciómetro P1 nos permite hacer un ajuste de la señal rectificada, de modo que estando el RHEEL SWITCH en la posición 50, se obtenga la señal recortada exactamente en la mitad, para así de esta manera poder obtener datos de realimentación reales y correspondientes al % de potencia entregada; ya que se supone que al 100% pasa toda la onda de tensión. La forma de la señal es mostrada en el mismo diagrama circuital de la Fig. 40.

El primer amplificador de corriente (NORTON) u1c, está trabajando como amplificador buffer de ganancia unitaria, es usado para reducir la interacción con la etapa previa.

La señal obtenida en el pin 9, es pasada luego a través de un filtro pasa bajo de 2° orden con la finalidad de que la señal sea lo más próxima a una DC, que será el voltaje de control para el VC0, C1 y C2 se han elegido pequeños para que toda variación o cambio rápido en la señal de entrada, tenga una respuesta casi inmediata y no retardada.

El segundo amplificador NORTON u1d está



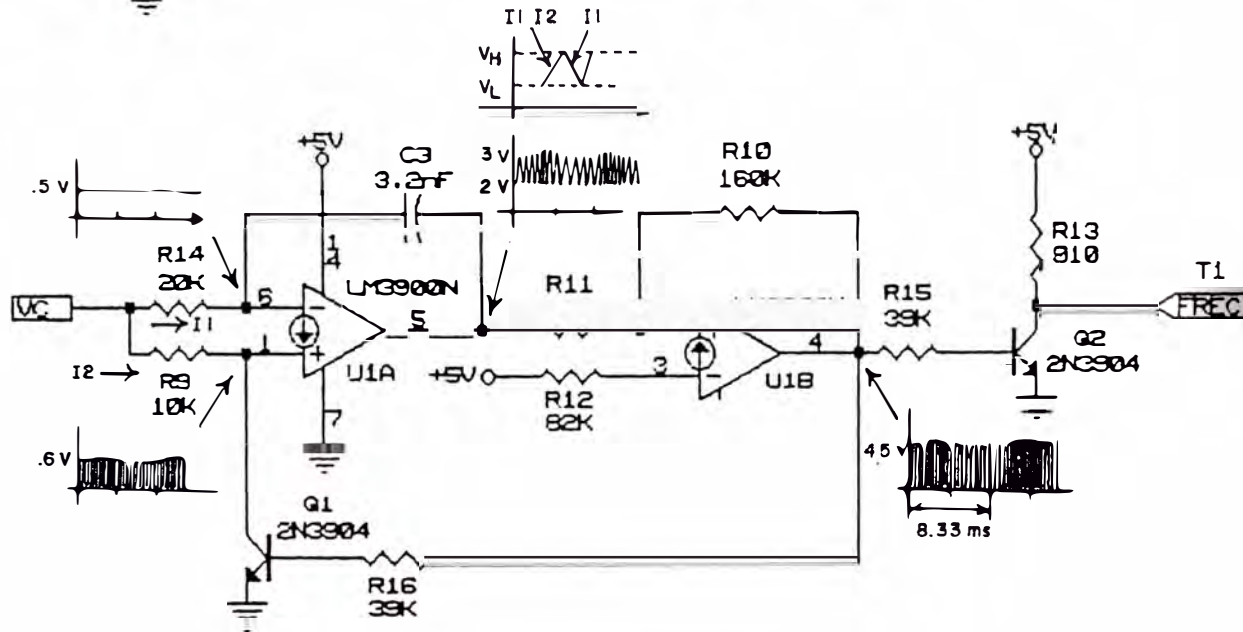
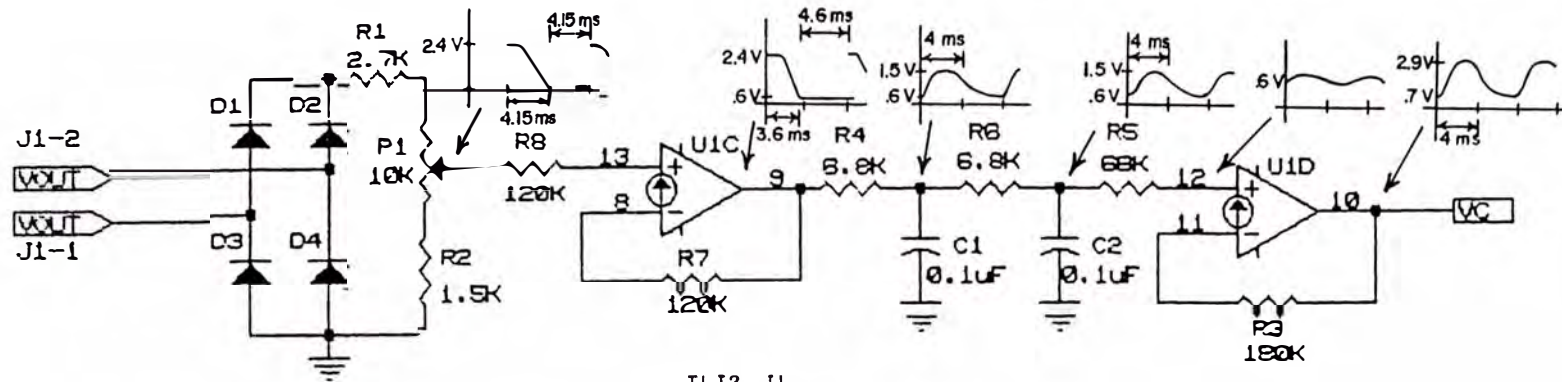


Fig.40

TONIO ADALBERTO FARFAN ASPILCUETA			
Title			
CONVERSOR V/F			
Size	Document Number	REV	
A	CONTROL DE SOLDADURA	1	
Date:	November 10, 1994	Sheet	1 of 1

trabajando como un amplificador no inversor de ganancia aproximada de 2.5, a la salida se obtiene el voltaje de control que ingresará al VCO (oscilador controlado por voltaje) propiamente dicho.

Toda la etapa anterior ha sido necesaria con el objeto de obtener un cierto grado de linealidad de las características de transferencia.

Solamente dos amplificadores se requieren para el VCO, uno (u1A) es usado a integrar el voltaje de control DC de entrada, y el otro (u1B), es conectado como un TRIGGER SCHMITT el cual monitorea la salida del integrador. El circuito Trigger es usado a controlar el enclavamiento del transistor Q1. Cuando Q1 está conduciendo, la corriente de entrada  $I_2$  es derivada a tierra, durante esta primera mitad de ciclo la corriente de entrada  $I_1$ , causa la salida de voltaje del integrador hacia rampa abajo, hacia el punto mínimo de la forma triangular (pin 5), el circuito Schmitt cambia de estado y el transistor Q1 está en corte.

La corriente  $I_2$ , es exactamente dos veces el valor de  $I_1$  ( $R9 = R14/2$ ) semejante a una carga de corriente (la cual es igual a la magnitud de la descarga de corriente), es jalada a través del condensador C3, para suministrar la porción

de incremento de la forma de onda triangular (pin 5).

La salida de frecuencia para un voltaje de control DC de entrada depende sobre el recorrido del voltaje del circuito Schmitt (VH y VL) y de los componentes R14 y C3 (así R9=R14/2). El tiempo hacia rampa abajo desde VH a VL corresponde a una primera mitad de período (T) de la frecuencia de salida y puede ser establecida por partes con la ecuación básica de un integrador.

$$V_o = -\frac{1}{C} \int I_1 dt \quad \dots (1)$$

así  $I_1$ , es una constante (por un valor dado de VC), el cual esta dado por

$$I_1 = \frac{V_C - V_{BE}}{R_{14}} \quad \dots (2)$$

de (1)  $\Delta V_o = -\frac{I_1}{C} (\Delta t)$  ó  $\frac{\Delta V_o}{\Delta t} = -\frac{I_1}{C} \quad \dots (3)$

ahora el tiempo,  $\Delta t$ , a barrer desde VH a VL queda como:

$$\Delta t_1 = \frac{(VH - VL)C}{I_1} \quad \text{ó} \quad T = \frac{2(VH - VL)C}{I_1} \quad \text{y}$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{I_1}{2(VH - VL)C}$$

Por lo tanto una vez fijado VH, VL, R<sub>14</sub> y C3 la frecuencia de salida es una función lineal

de  $I_1$  (diseñado por un VCO).

Para los valores obtenidos del circuito donde:

$$V_H = 3v$$

$$V_L = 2v$$

$$R_{14} = 20K\Omega$$

$$C_j = 3.2nF$$

Entonces se puede obtener una  $F_{\max}$  y  $F_{\min}$  para el valor dado  $V_c$  que corresponde a 50; según las curvas que se dibujan sobre al circuito de la Fig. 40.

$$F_{\max} \approx 18KHz$$

$$F_{\min} \approx 781Hz$$

A la salida del  $\mu 1b$  (pin 4) se obtiene una señal oscilante de onda cuadrada que depende de la magnitud  $V_c$ , cuando  $V_c$  se incrementa, la frecuencia de oscilación aumenta. El  $\mu c$  toma esa señal para procesarla de acuerdo a su programa.

## CAPITULO IV PROGRAMACION DEL SOFTWARE

### 4.1 Análisis matemático del proceso

Antes de entrar al programa propiamente dicho; es necesario recordar que el proceso de soldadura eléctrica por resistencia esta basado fundamentalmente en el efecto Joule (Ley de Joule), donde las calorías suministradas por la corriente eléctrica son (Ver Capítulo I).

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

Además, es bien sabido que la resistencia se opone al movimiento de la electricidad y causa una transformación irreversible de energía eléctrica en energía térmica.

En el Capítulo III se habla de controlar el proceso de soldadura, a través de la variación del ángulo de disparo de los Tiristores; esta selección se hace o se realiza mediante unos conmutadores binarios que nos permitirán prefijar el porcentaje de potencia que se quiera entregar, para la realización del proceso de soldadura.

Entonces el primer paso es tratar de dividir en partes iguales la energía total a entregar, con el fin de poder proporcionar unidades de energía a la carga mediante los RHELL SWITCH;

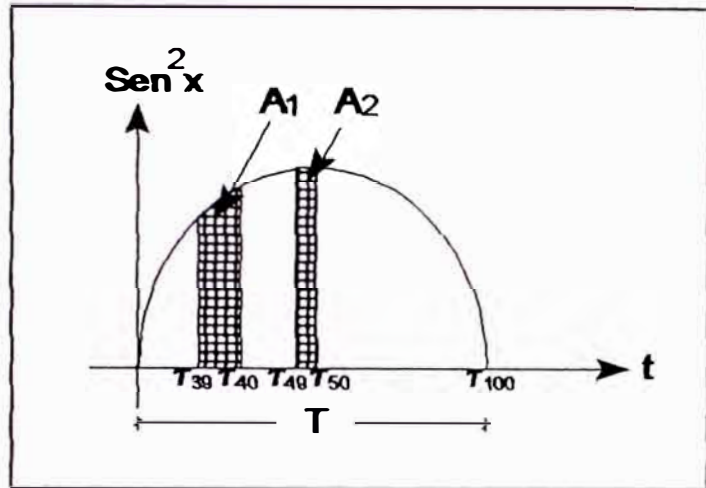


Fig. 41  
Representación de la Energía Total

Para obtener esto, toda el área debajo de la curva será dividida en partes iguales, es decir en áreas iguales.

De la Figura 41, se tiene entonces que  $A_1=A_2$ , por consiguiente:

$$\Delta_1 = \tau_{40} - \tau_{39} \quad \text{y} \quad \Delta_2 = \tau_{50} - \tau_{49}$$

Donde:

$$\Delta_1 \neq \Delta_2 \quad \text{y} \quad \Delta_2 < \Delta_1$$

entonces de lo que se trata es de obtener los valores de las abscisas ( $\tau$ ), cuyos incrementos representan las alturas de los cuasitrapezios de áreas iguales.

Para esto se sabe que toda la energía producida por la potencia instantánea absorbida es convertida en calor y esta dada mediante la ecuación.

$$p = V_m I_m \text{ Sen}^2 \omega t,$$

Donde  $p$  tiene la forma de una curva tipo  $\text{Sen}^2 X$ , entonces la energía esta dada por :

$$ET = K \int_0^T (\text{Sen } \omega t)^2 dt$$

Partiendo de esta ecuación se deducirá una fórmula que nos permita calcular los diferentes Taus. Entonces se tiene que:

$$E_T = \int_0^T \text{Sen}^2 \frac{\pi t}{T} dt$$

Como:

$$\text{Sen}^2 x = \frac{1}{2} - \text{Cos } \frac{2X}{2} = \frac{1}{2} (1 - \text{Cos } 2X)$$

$$ET = \frac{1}{2} \int_0^T (1 - \text{Cos } \frac{2\pi t}{T}) dt = \frac{1}{2} \int_0^T dt - \frac{1}{2} \int_0^T \text{Cos } \frac{2\pi t}{T} dt$$

$$ET = \frac{T}{2} - \frac{1}{2} \left[ \frac{\text{Sen } \frac{2\pi t}{T}}{\frac{2\pi}{T}} \right]_0^T = \frac{T}{2} - \frac{T}{4\pi} \left[ \text{Sen } \frac{2\pi t}{T} \right]_0^T$$

$$ET = \frac{T}{2} - \frac{T}{4\pi} [\text{Sen } 2\pi - 0]$$

$$\boxed{ET = \frac{T}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

(Se divide toda la energía en 100 partes iguales)

$$\int_0^{\tau_1} \text{Sen}^2 \frac{\pi t}{T} dt = \int_{\tau_{50}}^{\tau_{51}} \text{Sen}^2 \frac{\pi t}{T} dt = \int_{\tau_{40}}^{\tau_{\infty}} \text{Sen}^2 \frac{\pi t}{T} dt = \frac{ET}{100}$$

$$\frac{1}{2} \int_0^{\tau_1} \left( 1 - \text{Cos } \frac{2\pi t}{T} \right) dt = \frac{ET}{100} = \frac{\tau_1}{2} - \frac{\frac{1}{2} \left[ \text{Sen } \frac{2\pi t}{T} \right]_0^{\tau_1}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{200}$$

$$\boxed{\therefore \tau_1 - \frac{T}{2\pi} \operatorname{Sen} \frac{2\pi\tau_1}{T} = \frac{T}{100} \dots \dots \dots (2)}$$

Generalizando

$$\int_{\tau_n}^{\tau_{n+1}} \left[ \operatorname{Sen} \frac{\pi t}{T} \right]^2 dt = \frac{E_T}{100} = \frac{1}{2} \int_{\tau_n}^{\tau_{n+1}} \left( 1 - \operatorname{Cos} \frac{2\pi t}{T} \right) dt = \frac{T}{200}$$

$$\int_{\tau_n}^{\tau_{n+1}} dt - \int_{\tau_n}^{\tau_{n+1}} \operatorname{Cos} \frac{2\pi t}{T} dt = \frac{T}{100}$$

$$\tau_{n+1} - \tau_n - \frac{T}{2\pi} \left( \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_{n+1} - \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_n \right) = \frac{T}{100} \left( x \frac{2\pi}{T} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} \tau_{n+1} - \frac{2\pi}{T} \tau_n - \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_{n+1} + \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_n = \frac{\pi}{50}$$

$$\frac{2\pi}{T} \tau_{n+1} - \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_{n+1} - \left( \frac{2\pi}{T} \tau_n - \operatorname{Sen} \frac{2\pi}{T} \tau_n \right) = \frac{\pi}{50}$$

Sea:

$$\alpha_N = \frac{2\pi}{T} \tau_n$$

$$\alpha_{N+1} = \frac{2\pi}{T} \tau_{n+1}$$

$$\boxed{\therefore \frac{\alpha_{N+1} - \operatorname{Sen} \alpha_{N+1}}{F(N+1)} - \left( \frac{\alpha_N - \operatorname{Sen} \alpha_N}{F(N)} \right) = \frac{\pi}{50} \dots \dots \dots (3)}$$

de (2) y (3) aplicando métodos numéricos para hallar las soluciones de  $\alpha$ ,  $\tau$ .



PROGRAMA EN BASIC DEL METODO NEWTON RAPHSON PARA  
OBTENER TAU

```
5    CLEAR : INPUT "Xo = ";X
10   F=0 : A1=0
12   FOR I=0 TO 99
13   IF I=0 THEN PRINT "Alfa(0)=0   Tau (0)=0"
15   Y = X - Sen X -  $\pi/50$  + F
20   Y1 = 1 - CosX
25   X1 = X - Y/Y1 : C=ROUND(X1,-7) : D=ROUND(X, -7)
30   IF C=D THEN 80
35   X = X1 : GOTO 15
80   E = X1/(0.24*PI) : G = ROUND (E, -7)
90   PRINT "Alfa(";I+1;")="; C;" " ;"Tau(";I+1;")=";G
95   W=256*((1/0.12-G)/(1/0.12)) : Z=ROUND (W,-5) :
    PRINT "DEC(";I+1;")=";Z
96   H = G - A1 : H1 = ROUND(H, - 7) : PRINT "Delta
    (";I+1;") = ";H1
100  F = -(X1 - SIN X1) : A1 = G
110  X = X1 : NEXT I
```

Los valores hallados y los datos de transformación  
se adjuntan a continuación.

alfa(0) =	0	tau(0) =	0	delta(0) =	0	decimal(0) =	0	hex(0) =	0
alfa(1) =	0.728827	tau(1) =	0.966637	delta(1) =	0.966637	decimal(1) =	226.3049	hex(1) =	DE
alfa(2) =	0.923200	tau(2) =	1.224432	delta(2) =	0.257795	decimal(2) =	218.3854	hex(2) =	D6
alfa(3) =	1.061663	tau(3) =	1.408074	delta(3) =	0.183642	decimal(3) =	212.7440	hex(3) =	D0
alfa(4) =	1.173399	tau(4) =	1.556268	delta(4) =	0.148194	decimal(4) =	208.1914	hex(4) =	CB
alfa(5) =	1.268948	tau(5) =	1.682994	delta(5) =	0.126726	decimal(5) =	204.2984	hex(5) =	C8
alfa(6) =	1.353468	tau(6) =	1.795093	delta(6) =	0.112099	decimal(6) =	200.8547	hex(6) =	C4
alfa(7) =	1.429916	tau(7) =	1.896485	delta(7) =	0.101392	decimal(7) =	197.7400	hex(7) =	C1
alfa(8) =	1.500161	tau(8) =	1.989651	delta(8) =	0.093166	decimal(8) =	194.8779	hex(8) =	BE
alfa(9) =	1.565473	tau(9) =	2.076272	delta(9) =	0.086621	decimal(9) =	192.2169	hex(9) =	BB
alfa(10) =	1.626753	tau(10) =	2.157549	delta(10) =	0.081277	decimal(10) =	189.7201	hex(10) =	B9
alfa(11) =	1.684673	tau(11) =	2.234367	delta(11) =	0.076818	decimal(11) =	187.3602	hex(11) =	B7
alfa(12) =	1.739744	tau(12) =	2.307408	delta(12) =	0.073041	decimal(12) =	185.1164	hex(12) =	B4
alfa(13) =	1.792367	tau(13) =	2.377201	delta(13) =	0.069793	decimal(13) =	182.9724	hex(13) =	B2
alfa(14) =	1.842863	tau(14) =	2.444174	delta(14) =	0.066973	decimal(14) =	180.9150	hex(14) =	B0
alfa(15) =	1.891494	tau(15) =	2.508671	delta(15) =	0.064497	decimal(15) =	178.9336	hex(15) =	AE
alfa(16) =	1.938474	tau(16) =	2.570981	delta(16) =	0.062310	decimal(16) =	177.0195	hex(16) =	AC
alfa(17) =	1.983986	tau(17) =	2.631343	delta(17) =	0.060362	decimal(17) =	175.1651	hex(17) =	AA

alfa(18) = 2.028183	tau(18) = 2.689961	delta(18) = 0.058618	decimal(18) = 173.3644	hex(18) = A9
alfa(19) = 2.071196	tau(19) = 2.747009	delta(19) = 0.057048	decimal(19) = 171.6119	hex(19) = A7
alfa(20) = 2.113139	tau(20) = 2.802638	delta(20) = 0.055629	decimal(20) = 169.9030	hex(20) = A4
alfa(21) = 2.154111	tau(21) = 2.856978	delta(21) = 0.054340	decimal(21) = 168.2336	hex(21) = A2
alfa(22) = 2.194198	tau(22) = 2.910146	delta(22) = 0.053168	decimal(22) = 166.6003	hex(22) = A1
alfa(23) = 2.233478	tau(23) = 2.962242	delta(23) = 0.052096	decimal(23) = 164.9999	hex(23) = 9F
alfa(24) = 2.272019	tau(24) = 3.013358	delta(24) = 0.051116	decimal(24) = 163.4296	hex(24) = 9E
alfa(25) = 2.309881	tau(25) = 3.063575	delta(25) = 0.050217	decimal(25) = 161.8870	hex(25) = 9D
alfa(26) = 2.347121	tau(26) = 3.112966	delta(26) = 0.049391	decimal(26) = 160.3697	hex(26) = 9B
alfa(27) = 2.383788	tau(27) = 3.161597	delta(27) = 0.048631	decimal(27) = 158.8757	hex(27) = 9A
alfa(28) = 2.419928	tau(28) = 3.209529	delta(28) = 0.047932	decimal(28) = 157.4033	hex(28) = 98
alfa(29) = 2.455580	tau(29) = 3.256815	delta(29) = 0.047286	decimal(29) = 155.9506	hex(29) = 97
alfa(30) = 2.490785	tau(30) = 3.303506	delta(30) = 0.046691	decimal(30) = 154.5163	hex(30) = 96
alfa(31) = 2.525576	tau(31) = 3.349649	delta(31) = 0.046143	decimal(31) = 153.0988	hex(31) = 94
alfa(32) = 2.559986	tau(32) = 3.395287	delta(32) = 0.045638	decimal(32) = 151.6968	hex(32) = 93
alfa(33) = 2.594046	tau(33) = 3.440460	delta(33) = 0.045173	decimal(33) = 150.3091	hex(33) = 92
alfa(34) = 2.627782	tau(34) = 3.485204	delta(34) = 0.044744	decimal(34) = 148.9345	hex(34) = 90
alfa(35) = 2.661222	tau(35) = 3.529556	delta(35) = 0.044352	decimal(35) = 147.5720	hex(35) = 8F

alfa(36) = 2.694391	tau(36) = 3.573547	delta(36) = 0.043991	decimal(36) = 146.2206	hex(36) = 8E
alfa(37) = 2.727311	tau(37) = 3.617209	delta(37) = 0.043662	decimal(37) = 144.8793	hex(37) = 8D
alfa(38) = 2.760005	tau(38) = 3.660570	delta(38) = 0.043361	decimal(38) = 143.5473	hex(38) = 8B
alfa(39) = 2.792494	tau(39) = 3.703660	delta(39) = 0.043090	decimal(39) = 142.2236	hex(39) = 8A
alfa(40) = 2.824797	tau(40) = 3.746504	delta(40) = 0.042844	decimal(40) = 140.9074	hex(40) = 89
alfa(41) = 2.856935	tau(41) = 3.789128	delta(41) = 0.042624	decimal(41) = 139.5980	hex(41) = 88
alfa(42) = 2.888925	tau(42) = 3.831556	delta(42) = 0.042428	decimal(42) = 138.2946	hex(42) = 86
alfa(43) = 2.920786	tau(43) = 3.873813	delta(43) = 0.042257	decimal(43) = 136.9965	hex(43) = 85
alfa(44) = 2.952535	tau(44) = 3.915921	delta(44) = 0.042108	decimal(44) = 135.7029	hex(44) = 84
alfa(45) = 2.984188	tau(45) = 3.957903	delta(45) = 0.041982	decimal(45) = 134.4132	hex(45) = 83
alfa(46) = 3.015763	tau(46) = 3.999780	delta(46) = 0.041877	decimal(46) = 133.1268	hex(46) = 81
alfa(47) = 3.047275	tau(47) = 4.041574	delta(47) = 0.041794	decimal(47) = 131.8428	hex(47) = 80
alfa(48) = 3.078740	tau(48) = 4.083306	delta(48) = 0.041732	decimal(48) = 130.5608	hex(48) = 7F
alfa(49) = 3.110174	tau(49) = 4.124997	delta(49) = 0.041691	decimal(49) = 129.2801	hex(49) = 7E
alfa(50) = 3.141593	tau(50) = 4.166667	delta(50) = 0.041670	decimal(50) = 128.0000	hex(50) = 7C
alfa(51) = 3.173011	tau(51) = 4.208337	delta(51) = 0.041670	decimal(51) = 126.7199	hex(51) = 7B
alfa(52) = 3.204445	tau(52) = 4.250027	delta(52) = 0.041690	decimal(52) = 125.4392	hex(52) = 7A
alfa(53) = 3.235910	tau(53) = 4.291759	delta(53) = 0.041732	decimal(53) = 124.1572	hex(53) = 79

alfa(54) = 3.267422	tau(54) = 4.333553	delta(54) = 0.041794	decimal(54) = 122.8733	hex(54) = 77
alfa(55) = 3.298997	tau(55) = 4.375430	delta(55) = 0.041877	decimal(55) = 121.5868	hex(55) = 76
alfa(56) = 3.330650	tau(56) = 4.417412	delta(56) = 0.041982	decimal(56) = 120.2971	hex(56) = 75
alfa(57) = 3.362399	tau(57) = 4.459520	delta(57) = 0.042108	decimal(57) = 119.0035	hex(57) = 74
alfa(58) = 3.394260	tau(58) = 4.501777	delta(58) = 0.042257	decimal(58) = 117.7054	hex(58) = 72
alfa(59) = 3.426250	tau(59) = 4.544206	delta(59) = 0.042429	decimal(59) = 116.4020	hex(59) = 71
alfa(60) = 3.458388	tau(60) = 4.586830	delta(60) = 0.042624	decimal(60) = 115.0926	hex(60) = 70
alfa(61) = 3.490692	tau(61) = 4.629674	delta(61) = 0.042844	decimal(61) = 113.7764	hex(61) = 6F
alfa(62) = 3.523180	tau(62) = 4.672763	delta(62) = 0.043089	decimal(62) = 112.4527	hex(62) = 6D
alfa(63) = 3.555874	tau(63) = 4.716125	delta(63) = 0.043362	decimal(63) = 111.1206	hex(63) = 6C
alfa(64) = 3.588794	tau(64) = 4.759786	delta(64) = 0.043661	decimal(64) = 109.7794	hex(64) = 6B
alfa(65) = 3.621963	tau(65) = 4.803777	delta(65) = 0.043991	decimal(65) = 108.4280	hex(65) = 69
alfa(66) = 3.655403	tau(66) = 4.848129	delta(66) = 0.044352	decimal(66) = 107.0655	hex(66) = 68
alfa(67) = 3.689140	tau(67) = 4.892873	delta(67) = 0.044744	decimal(67) = 105.6909	hex(67) = 67
alfa(68) = 3.723199	tau(68) = 4.938046	delta(68) = 0.045173	decimal(68) = 104.3032	hex(68) = 65
alfa(69) = 3.757609	tau(69) = 4.983684	delta(69) = 0.045638	decimal(69) = 102.9012	hex(69) = 64
alfa(70) = 3.792400	tau(70) = 5.029827	delta(70) = 0.046143	decimal(70) = 101.4837	hex(70) = 62
alfa(71) = 3.827605	tau(71) = 5.076519	delta(71) = 0.046692	decimal(71) = 100.0493	hex(71) = 61

alfa(72) = 3.863258	tau(72) = 5.123805	delta(72) = 0.047286	decimal(72) = 98.5967	hex(72) = 60
alfa(73) = 3.899397	tau(73) = 5.171736	delta(73) = 0.047931	decimal(73) = 97.1243	hex(73) = 5E
alfa(74) = 3.936064	tau(74) = 5.220367	delta(74) = 0.048631	decimal(74) = 95.6303	hex(74) = 5D
alfa(75) = 3.973304	tau(75) = 5.269758	delta(75) = 0.049391	decimal(75) = 94.1130	hex(75) = 5B
alfa(76) = 4.011167	tau(76) = 5.319975	delta(76) = 0.050217	decimal(76) = 92.5704	hex(76) = 5A
alfa(77) = 4.049707	tau(77) = 5.371091	delta(77) = 0.051116	decimal(77) = 91.0000	hex(77) = 58
alfa(78) = 4.088987	tau(78) = 5.423188	delta(78) = 0.052097	decimal(78) = 89.3997	hex(78) = 56
alfa(79) = 4.129075	tau(79) = 5.476355	delta(79) = 0.053167	decimal(79) = 87.7664	hex(79) = 55
alfa(80) = 4.170046	tau(80) = 5.530696	delta(80) = 0.054341	decimal(80) = 86.0970	hex(80) = 52
alfa(81) = 4.211989	tau(81) = 5.586324	delta(81) = 0.055628	decimal(81) = 84.3881	hex(81) = 50
alfa(82) = 4.255002	tau(82) = 5.643372	delta(82) = 0.057048	decimal(82) = 82.6356	hex(82) = 4E
alfa(83) = 4.299199	tau(83) = 5.701990	delta(83) = 0.058618	decimal(83) = 80.8349	hex(83) = 4C
alfa(84) = 4.344711	tau(84) = 5.762352	delta(84) = 0.060362	decimal(84) = 78.9805	hex(84) = 4A
alfa(85) = 4.391692	tau(85) = 5.824662	delta(85) = 0.062310	decimal(85) = 77.0664	hex(85) = 48
alfa(86) = 4.440322	tau(86) = 5.889160	delta(86) = 0.064498	decimal(86) = 75.0850	hex(86) = 46
alfa(87) = 4.490818	tau(87) = 5.956132	delta(87) = 0.066972	decimal(87) = 73.0276	hex(87) = 44
alfa(88) = 4.543441	tau(88) = 6.025926	delta(88) = 0.069794	decimal(88) = 70.8836	hex(88) = 42
alfa(89) = 4.598512	tau(89) = 6.098966	delta(89) = 0.073040	decimal(89) = 68.6398	hex(89) = 40

alfa(90) = 4.656432	tau(90) = 6.175785	delta(90) = 0.076819	decimal(90) = 66.2799	hex(90) = 3E
alfa(91) = 4.717713	tau(91) = 6.257061	delta(91) = 0.081276	decimal(91) = 63.7831	hex(91) = 3B
alfa(92) = 4.783024	tau(92) = 6.343683	delta(92) = 0.086622	decimal(92) = 61.1221	hex(92) = 38
alfa(93) = 4.853270	tau(93) = 6.436849	delta(93) = 0.093166	decimal(93) = 58.2600	hex(93) = 36
alfa(94) = 4.929717	tau(94) = 6.538240	delta(94) = 0.101391	decimal(94) = 55.1453	hex(94) = 32
alfa(95) = 5.014237	tau(95) = 6.650339	delta(95) = 0.112099	decimal(95) = 51.7016	hex(95) = 2F
alfa(96) = 5.109787	tau(96) = 6.777065	delta(96) = 0.126726	decimal(96) = 47.8086	hex(96) = 2B
alfa(97) = 5.221523	tau(97) = 6.925259	delta(97) = 0.148194	decimal(97) = 43.2560	hex(97) = 27
alfa(98) = 5.359986	tau(98) = 7.108902	delta(98) = 0.183643	decimal(98) = 37.6145	hex(98) = 21
alfa(99) = 5.554359	tau(99) = 7.366697	delta(99) = 0.257795	decimal(99) = 29.6951	hex(99) = 19
alfa(100) = 6.281494	tau(100) = 8.331090	delta(100) = 0.964393	decimal(100) = 0.0689	hex(100) = 00

De los valores hallados, se puede observar por ejemplo que:

$$\Delta_{10} = \tau_{10} - \tau_9 = 0.081277 \text{ ms}$$

$$\Delta_{30} = \tau_{30} - \tau_{29} = 0.046691 \text{ ms}$$

$$\Delta_{50} = \tau_{50} - \tau_{49} = 0.041670 \text{ ms}$$

Donde:

$$\Delta_{10} > \Delta_{30} > \Delta_{50}$$

Obteniendose de esta manera los respectivos Taus que nos permiten dividir toda el área en partes iguales:



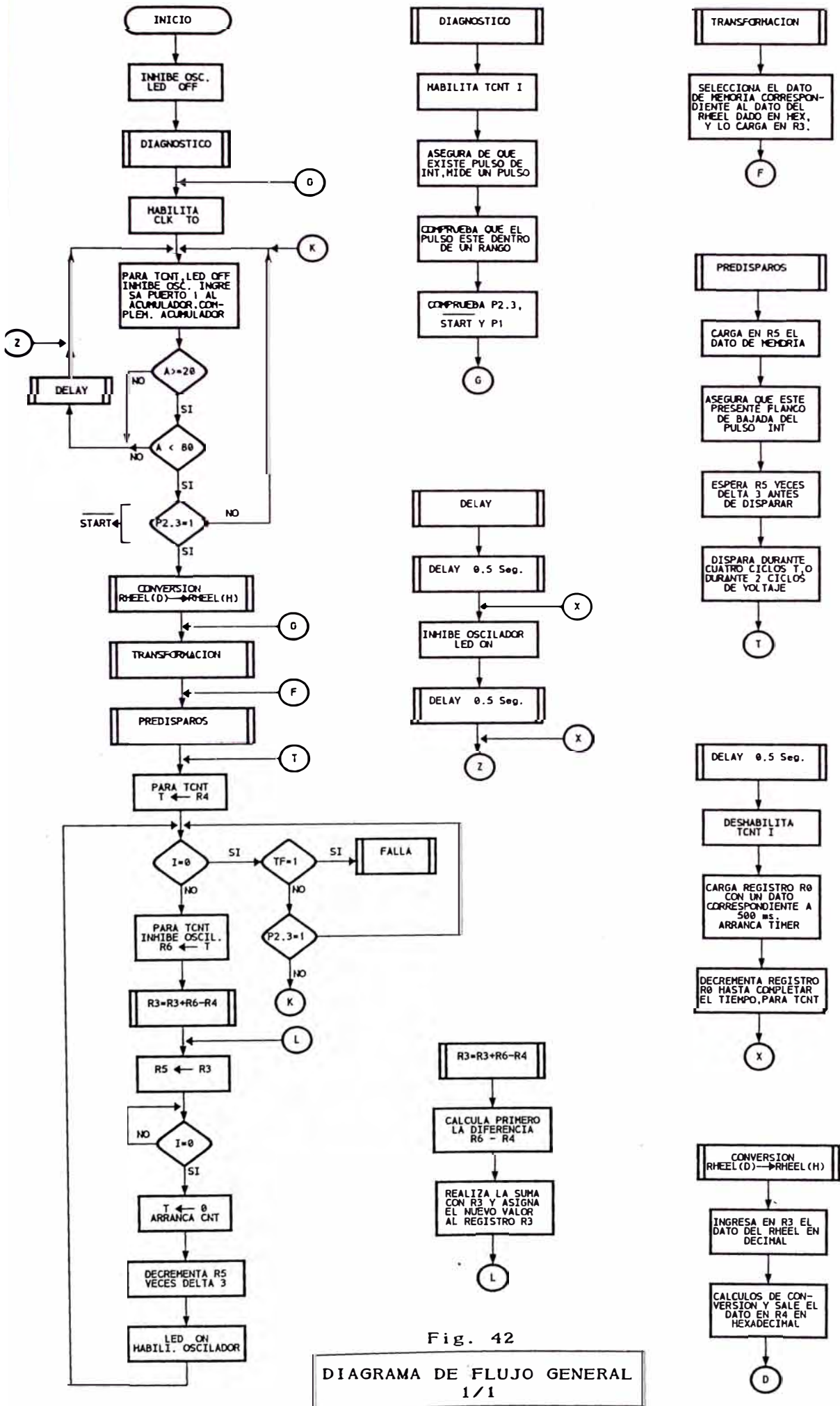


Fig. 42

DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL  
1/1

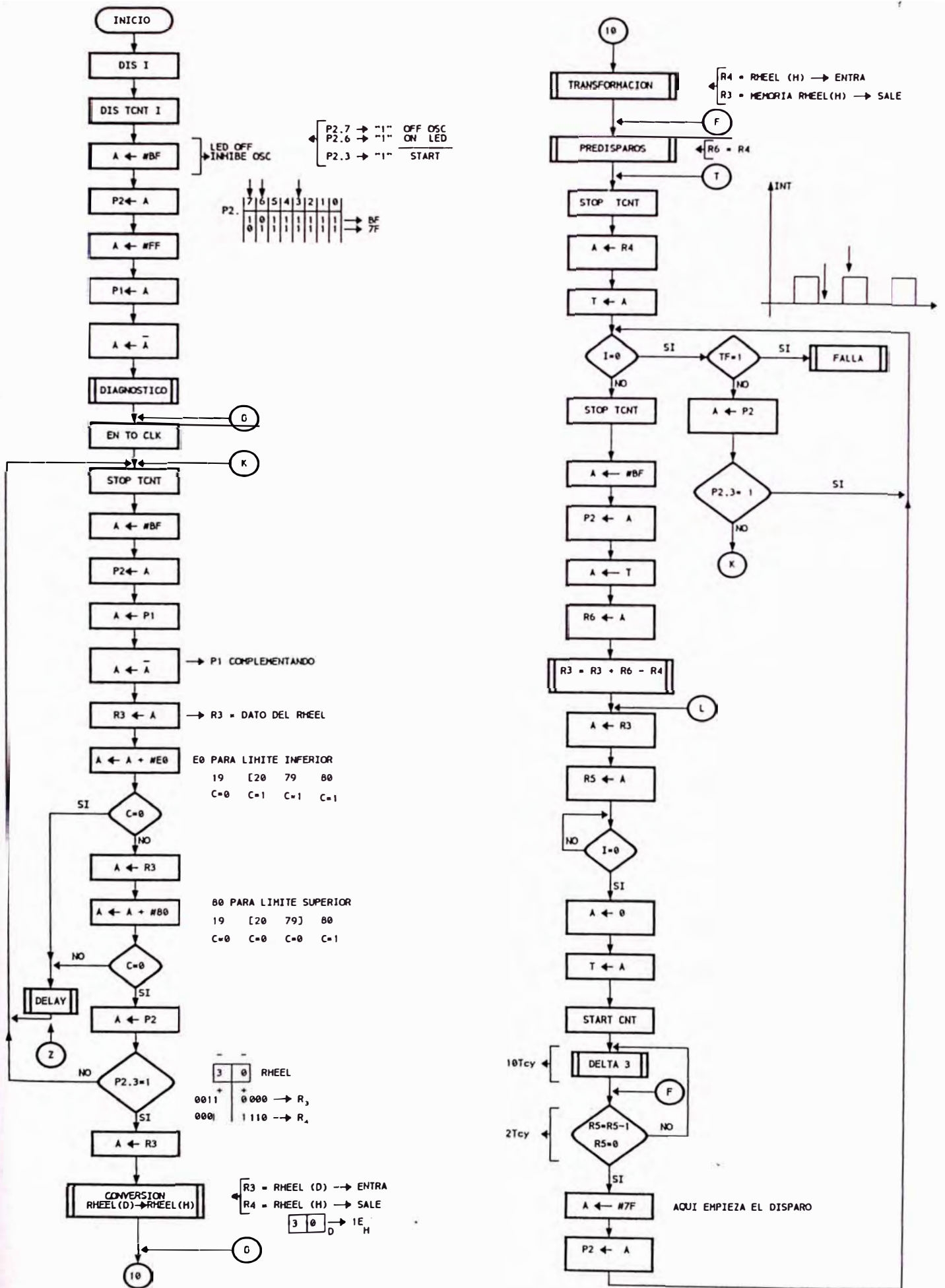


Fig. 43

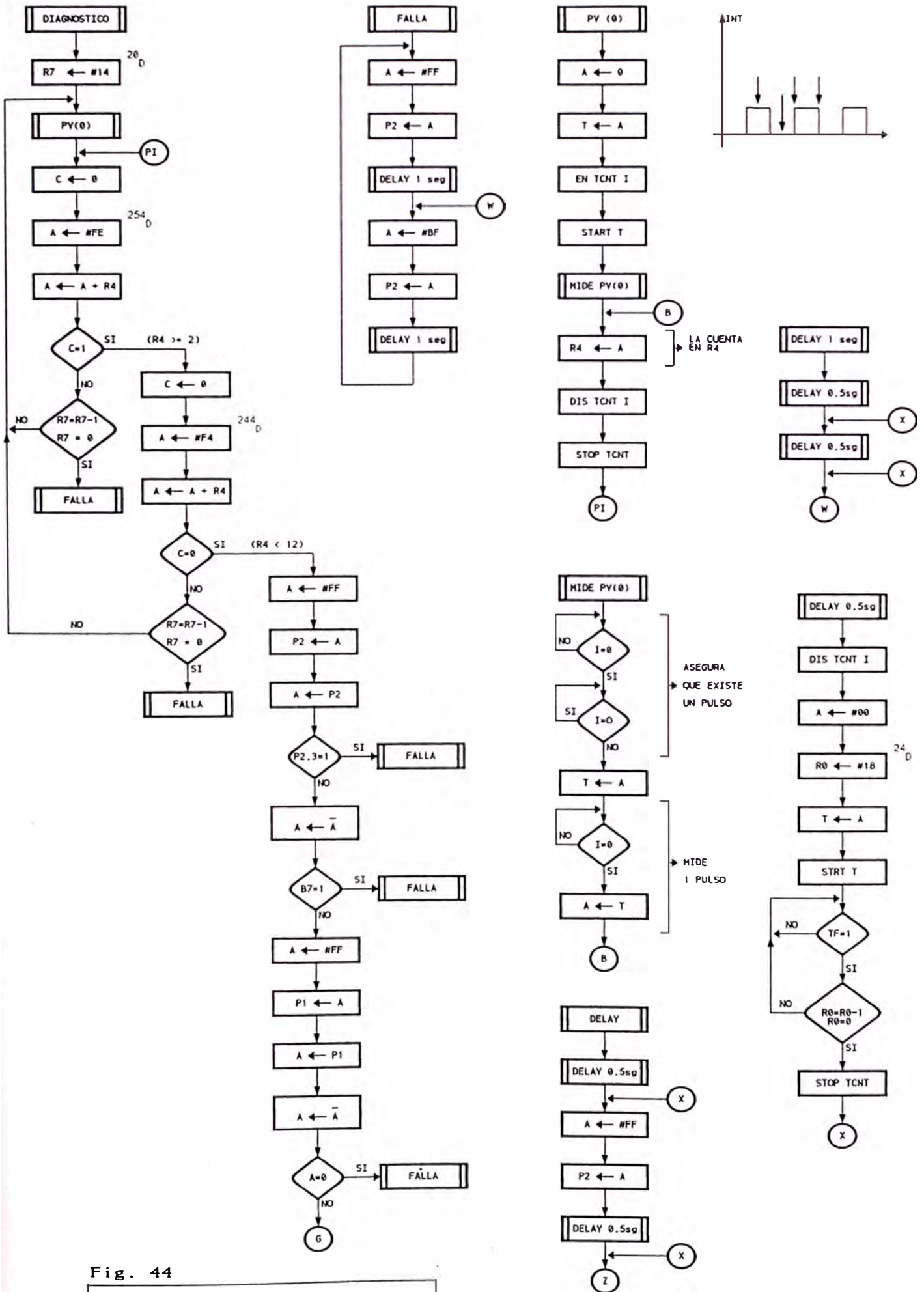


Fig. 44

DIAGRAMA DE FLUJO ESPECIFICO  
2/3

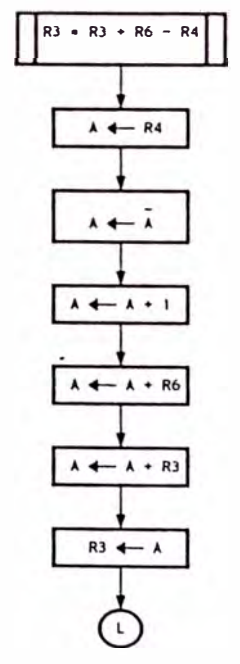
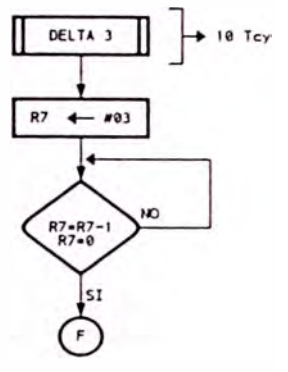
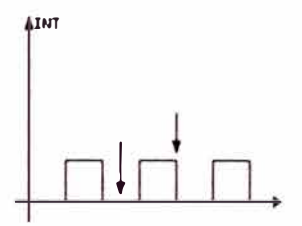
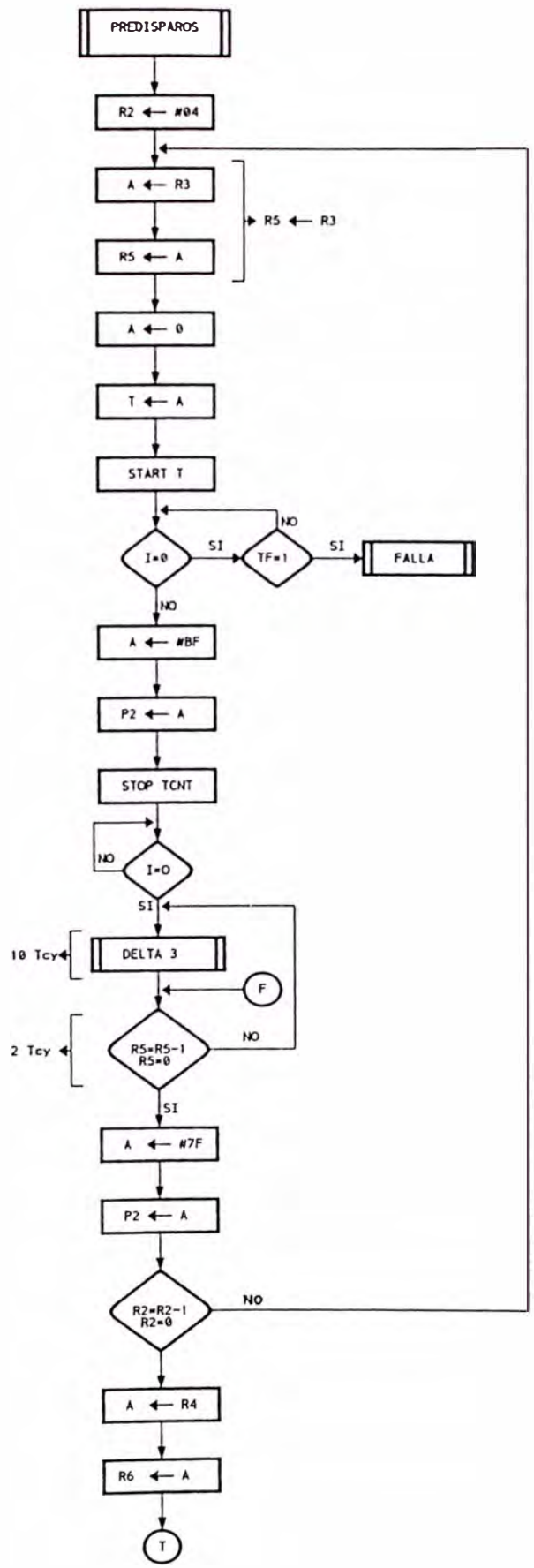
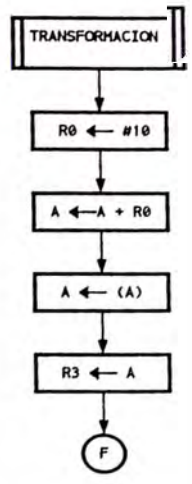
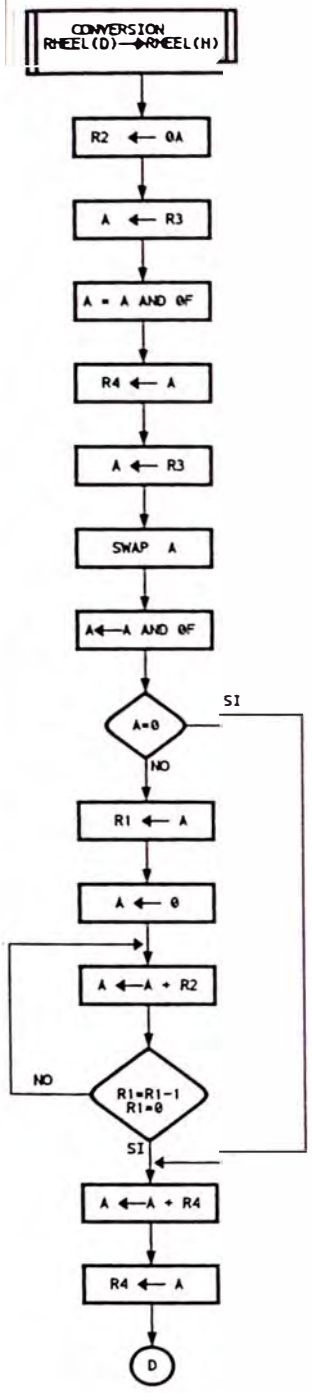


Fig. 45  
 DIAGRAMA DE FLUJO ESPECIFICO  
 3/3

4.2 Análisis del programa

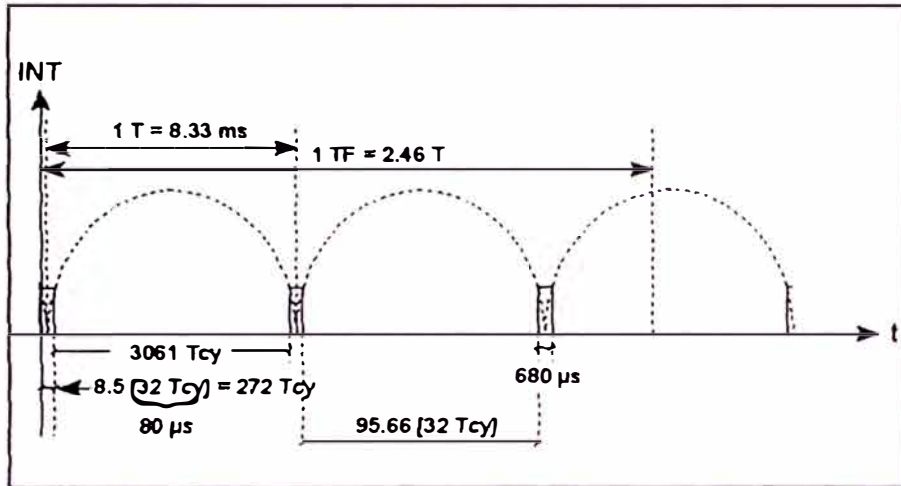


Fig. 46

**Pulsos de INT de Cruce por Cero y  
Representación de Tiempos en Función de Tcy**

El primer paso; para un análisis del programa principal, es la representación de los pulsos de INT que ocurren por los puntos de cruce por cero, asimismo se hace una representación de los tiempos en función del ciclo de instrucción (Tcy), como lo muestra la Fig. 46.

El Tcy de  $2.50 \mu s$  esta determinado por el xtal de 6MHz utilizado en el proyecto, como lo indica la Tabla 2 del Anexo B. Además es importante hacer equivalencias entre tiempos y cuentas, porque en la explicación del programa se recurrirá frecuentemente a los contadores, que mediante éstos se obtendrán retardos y temporizadores. Entonces se tiene que:

$$1 Tcy = 2.50 \mu s$$

$$1 \text{ cuenta ocurre cada } 32 Tcy = 80 \mu s$$

$$1 TF \text{ (Timer Flag) ocurre cada } 256 \text{ cuentas} = 20.48 \text{ ms.}$$

El segundo paso, es la manera o la forma en la que los Taus hallados anteriormente se transforman en datos de memoria, para esto se hara el siguiente cálculo Ver Figura 47.

De los datos se obtiene por ejemplo que  $\tau_{30} = 3.303506$  ms.

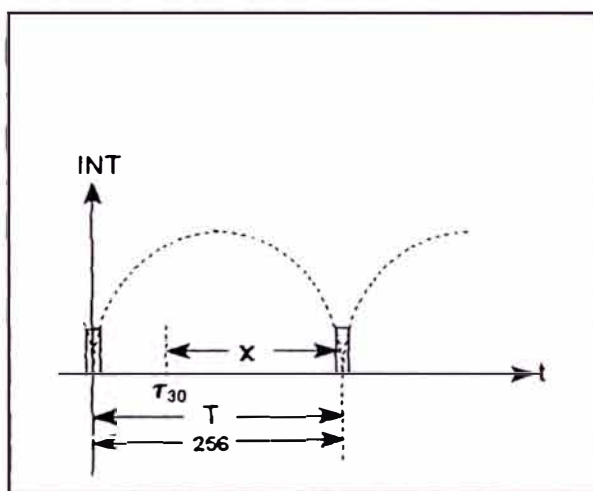


Fig. 47  
 Representación de Pulsos INT  
 Transformación de Táus a Hex

Como lo que se quiere es que los Taus sean llevados a valores hexadecimales, para ubicarlos en posiciones determinadas de memoria, para que posteriormente sean utilizados de acuerdo al programa, para esto se hace la siguiente transformación.

$$\tau_{(x)} = T - \tau_{30} = \tau_{70} \Rightarrow \tau_{(x)DEC} = 256 \frac{(T - \tau_{30})}{T}$$

$$\Rightarrow \tau_{(x)HEX} = 96$$

(Todos los valores de la transformación de DEC ->

HEX se encuentran en las hojas anteriores junto a sus respectivos Taus).

Todo esto se ha hecho con el objeto de que cuando los indicadores del RHEEL SWICHTH esta en 30, nos indica que no debemos disparar hasta haber transcurrido, una cuenta de 96 Hex, disparando solamente el resto que corresponde a  $\tau_{j0}$ .

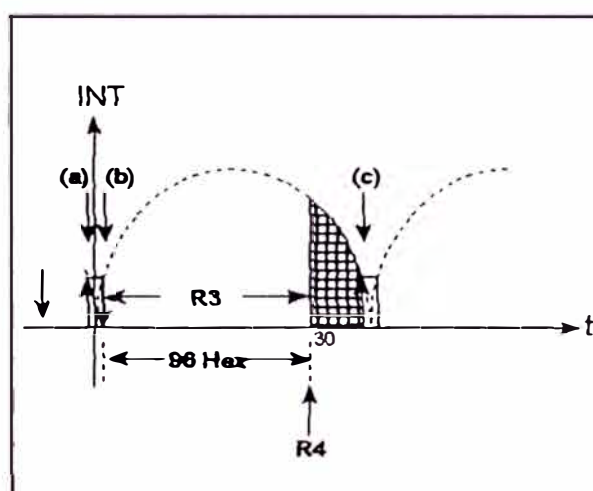


Fig. 48

Gráfico Utilizado para la Comprensión  
del Programa en la Etapa de Disparo

A continuación se dará un ejemplo, de cómo actúa el programa en la etapa de disparo de los tiristores (continuación del programa después de la subrutina de pre-disparos). Suponiendo que las etapas previas ya han sido cumplidas.

Sea por ejemplo que el conmutador binario está en la posición de 30, se tiene entonces los siguientes valores en los registros utilizados. Para una mejor comprensión se recurrirá a la Figura 48.

En la primera pasada, en el flanco (a) de subida, el contenido de los registros es:

$$R4 = 1E \quad T = 1E$$

$$R6 = 1E \quad R3 = 96$$

$$R3 = R3 + R6 - R4 \Rightarrow R3 = 96 + 1E - 1E \Rightarrow R3 = 96$$

$$R5 = 96$$

en el flanco (b) de bajada, se inicia la cuenta regresiva de 96HEX, que corresponde a un  $\tau_{70}$ , una vez acabada esta cuenta, se procede al disparo de los tiristores, en el registro T se tiene la cuenta de los pulsos provenientes de la realimentación. Cuando en el conversor V/F, la frecuencia aumenta, indica que el voltaje aumenta y viceversa.

Esta realimentación de voltaje, lo que trata es de mantener el voltaje constante en los electrodos, cualquier pequeña variación la compensa disparando antes o después del valor de R4, como se vera a continuación.

I) Suponiendo que  $T = 1F$  (en el flanco (c) de subida) sea mayor que el anterior, entonces se tiene:

$$R6 = 1F$$

$$R3 = R3 + R6 - R4 = 96 + (1F - 1E) \Rightarrow R3 = 97$$

$$R5 = 97$$

97 HEX manda que el disparo se produzca un poco mas tarde, después de R4, compensando la variación.



II) El nuevo T será menor o igual al T anterior, suponiendo que sea menor (en el siguiente flanco de subida).

$$T = 1D$$

$$R6 = 1D$$

$$R3 = R3 + R6 - R4 = 97 + (1D - 1E) \Rightarrow R3 = 96$$

$$R5 = 96$$

96 HEX corresponde al disparo inicial es decir en R4.

III) Suponiendo que T = 1C (en el siguiente flanco de subida), sea menor que el anterior.

$$T = 1C$$

$$R6 = 1C$$

$$R3 = R3 + R6 - R4 = 96 + (1C - 1E) \Rightarrow R3 = 94$$

$$R5 = 94$$

94HEX dispara antes de R4, compensando de esta manera la variación. Esta es la forma en la que se compensa las variaciones en la tensión de los electrodos, permitiendonos mantener constante dicha tensión, que es uno de los objetivos del control de soldadura.

## PROGRAMA DEL CONTROL DE SOLDADURA

LOC	OBJETO	MNEMONICO	COMENTARIOS
000	15	DIS I	
001	35	DIS TCNT I	
002	04 10	JMP \$010	
004	00	NOP	
005	00	NOP	
006	00	NOP	
007	04 B0	JMP \$0B0	/FALLA
010	23 BF	MOV A, #BF	/INH. OSC
012	3A	OUTL P2, A	LED OFF
013	23 FF	MOV A, #FF	
015	39	OUTL P1, A	
016	00	NOP	
017	37	CPL A	
018	14 80	CALL \$080	/DIAGNOSTICO
01A	75	EN TO CLK	
01B (b)	65	STOP TCNT	
01C	23 BF	MOV A, #BF	/INH. OSC.
01E	3A	OUTL P2, A	LED OFF
01F	09	IN A, P1	DATO COMPLMENTADO
020	37	CPL A	
021	AB	MOV R3, A	
022	03 E0	ADD A, #E0	
024	E6 2B	JNC \$02B	/RHEEL < 20[D]
026	FB	MOV A, R3	
027	03 80	ADD A, #80	
029	E6 32	JNC \$032	/RHEEL < 80[D]
02B (d)	00	NOP	/RHEEL >= 80[D]
02C	00	NOP	
02D	00	NOP	

02E	14 F4	CALL \$0F4	/DELAY-ON-DELAY
030	04 1B	JMP \$01B	
032	0A	IN A,P2	
033	72 37	JB3 \$037	
035	04 1B	JMP \$01B	
037	FB	MOV A,R3	
038	14 E0	CALL \$0E0	/R4=RHEEL[HEX]
03A	34 00	CALL \$100	/R3=MEM[RHEEL]
03C	34 90	CALL \$190	/PREDISPAROS
			/Y R6=R4
03E	65	STOP TCNT	
03F	FC	MOV A,R4	
040	62	MOV T,A	
041 (a)	B6 45	JNI \$045	
043	04 4C	JMP \$04C	
045	16 B0	JTF \$0B0	/FALLA
047	0A	IN A,P2	
048	72 41	JB3 \$041	/(a)
04A	04 1B	JMP \$01B	/(b)
04C (d)	65	STOP TCNT	
04D	23 BF	MOV A,#BF	
04F	3A	OUTL P2,A	
050	42	MOV A,T	
051	AE	MOV R6,A	
052	34 80	CALL \$180	/R3=R3+R6-R4
054	FB	MOV A,R3	
055	AD	MOV R5,A	
056	86 5A	JNI \$05A	
058	04 56	JMP \$056	
05A	27	CLR A	
05B	62	MOV T,A	
05C	45	STRT CNT	

05D	34 70	CALL \$170	/DELTA3
05F	ED 5D	DJNZ R5,\$05D	
061	23 7F	MOV A,#7F	/HAB. OSC.
063	3A	OUTL P2,A	LED ON
064	04 41	JMP \$041	

---

// MIDE PV(0)

070	86 74	JNI \$074	// LLAMADO DESDE
072	04 70	JMP \$070	\$0D4
074	86 74	JNI \$074	
076	62	MOV T,A	
077	86 7B	JNI \$07B	
079	04 77	JMP \$077	
07B	42	MOV A,T	
07C	83	RET	

---

//DIAGNOSTICO

080	BF 14	MOV R7,#14	
082	14 DO	CALL \$0D0	/[PV(0)]
084	97	CLR C	
085	23 FE	MOV A,#FE	
087	6C	ADD A,R4	
088	F6 8E	JC \$08E	
08A	EF 82	DJNZ R7,\$082	
08C	04 B0	JMP \$0B0	/FALLA
08E	97	CLR C	
08F	23 F4	MOV A,#F4	
091	6C	ADD A,R4	
092	E6 98	JNC \$098	
094	EF 82	DJNZ R7,\$082	
096	04 B0	JMP \$0B0	/FALLA
098	23 FF	MOV A,#FF	
09A	3A	OUTL P2,A	
09B	0A	IN A,P2	

09C	72 B0	JB3 \$0B0	/FALLA
09E	37	CPL A	
09F	F2 B0	JB7 \$0B0	/FALLA
0A1	23 FF	MOV A,#FF	
0A3	39	OUTL P1,A	
0A4	09	IN A,P1	
0A5	37	CPL A	
0A6	C6 B0	JZ \$0B0	/FALLA
0A8	83	RET	

---

//DELAY 1 Seg.

0AA	14 CO	CALL \$0C0	/0.5 Seg.
0AC	14 CO	CALL \$0C0	/0.5 seg.
0AE	83	RET	

---

//FALLA

0B0	23 FF	MOV A,#FF	
0B2	3A	OUTL P2,A	
0B3	14 AA	CALL \$0AA	/DELAY 1Seg.
0B5	23 BF	MOV A,#BF	
0B7	3A	OUTL P2,A	
0B8	14 AA	CALL \$0AA	/DELAY 1Seg.
0BA	04 B0	JMP \$0B0	

---

//DELAY 0.5Seg.

0C0	35	DIS TCNT I	
0C1	23 00	MOV A,#00	
0C3	B8 18	MOV RO,#18	
0C5	62	MOV T,A	
0C6	55	STRT T	
0C7	16 CB	JTF \$0CB	
0C9	04 C7	JMP \$0C7	
0CB	E8 C7	DJNZ RO,\$0C7	
0CD	65	STOP TCNT	
0CE	83	RET	

---

---

//MEDICION DE PV(0),  
R4=T

OD0	27	CLR A	
OD1	62	MOV T,A	
OD2	25	EN TCNT I	
OD3	55	STRT T	
OD4	14 70	CALL \$070	/MIDE PV(0)
OD6	AC	MOV R4,A	
OD7	35	DIS TCNT I	
OD8	65	STOP TCNT	
OD9	83	RET	

---

//CONVERSION

RHEEL--->HEX  
INGRESA R3=RHEEL[D]  
SALE R4=RHEEL[H]

OE0	BA 0A	MOV R2,#0A	
OE2	FB	MOV A,R3	
OE3	53 OF	ANL A,#OF	
OE5	AC	MOV R4,A	
OE6	FB	MOV A,R3	
OE7	47	SWAP	
OE8	53 OF	ANL A,#OF	
OEAA	C6 F1	JZ \$0F1	
OEC	A9	MOV R1,A	
OED	27	CLR A	
OEE	6A	ADD A,R2	
OEF	E9 EE	DJNZ R1,\$0EE	
OF1	6C	ADD A,R4	
OF2	AC	MOV R4,A	
OF3	83	RET	

---

//

OF4	14 CO	CALL \$0C0	/DELAY 0.5Seg.
OF6	23 FF	MOV A,#FF	/PRENDE LED

```

0F8      3A      OUTL P2 , A
0F9      14 CO    CALL $0C0      /DELAY 0.5Seg.
0FB      83      RET

```

---

```

//TRANSFORMACION
      INGRESA A=RHEEL[HEX]
      SALE R3=M[A]

```

```

100      B8 10    MOV RO , #10
102      68      ADD A , R0
103      A3      MOVP A , @A
104      AB      MOV R3 , A
105      83      RET

```

---

```

//RETARDO 32.5uS
      DELTA4

```

```

108      BF 04    MOV R7 , #04
10A      EF 0A    DJNZ R7 , $10A
10C      00      NOP
10D      00      NOP
10E      83      RET

```

---

```

//DATOS DE TRANSFORMAC

```

	[R3]	RHEEL	
		(D)	(H)
124	A4	20	14
125	A2	21	15
126	A1	22	16
127	9F	23	17
128	9E	24	18
129	9D	25	19
12A	9B	26	1A
12B	9A	27	1B
12C	98	28	1C
12D	97	29	1D
12E	96	30	1E

12F	94	31	1F
130	93	32	20
131	92	33	21
132	90	34	22
133	8F	35	23
134	8E	36	24
135	8D	37	25
136	8B	38	26
137	8A	39	27
138	89	40	28
139	88	41	29
13A	86	42	2A
13B	85	43	2B
13C	84	44	2C
13D	83	45	2D
13E	81	46	2E
13F	80	47	2F
140	7F	48	30
141	7E	49	31
142	7C	50	32
143	7B	51	33
144	7A	52	34
145	79	53	35
146	77	54	36
147	76	55	37
148	75	56	38
149	74	57	39
14A	72	58	3A
14B	71	59	3B
14C	70	60	3C
14D	6F	61	3D
14E	6D	62	3E



14F	6C	63	3F
150	6B	64	40
151	69	65	41
152	68	66	42
153	67	67	43
154	65	68	44
155	64	69	45
156	62	70	46
157	61	71	47
158	60	72	48
159	5E	73	49
15A	5D	74	4A
15B	5B	75	4B
15C	5A	76	4C
15D	58	77	4D
15E	56	78	4E
15F	55	79	4F

---

//DELTA3

170	BF 03	MOV R7, #03
172	EF 72	DJNZ R7, \$172
174	83	RET

---

//R3 = R3 + R6 - R4

180	FC	MOV A, R4
181	37	CPL A
182	17	INC A
183	6E	ADD A, R6
184	6B	ADD A, R3
185	AB	MOV R3, A
186	83	RET

---

---

//PREDISPAROS

190	BA 04	MOV R2,#04	
192	FB	MOV A,R3	
193	AD	MOV R5,A	
194	27	CLR A	
195	62	MOV T,A	
196	55	STRT T	
197	86 9B	JNI \$19B	
199	24 9F	JMP \$19F	
19B	16 B4	JTF \$1B4	
19D	24 97	JMP \$197	
19F	23 BF	MOV A,#BF	
1A1	3A	OUTL P2,A	
1A2	65	STOP TCNT	
1A3	86 A7	JNI \$1A7	
1A5	24 A3	JMP \$1A3	
1A7	34 70	CALL \$170	/DELTA 3
1A9	ED A7	DJNZ R5,\$1A7	
1AB	23 7F	MOV A,#7F	/DISPARO
1AD	3A	OUTLP2,A	
1AE	EA 92	DJNZ R2,\$192	
1B0	FC	MOV A,R4	
1B1	AE	MOV R6,A	
1B2	83	RET	
1B3	00	NOP	
1B4	04 B0	JMP \$0B0	/FALLA

## CAPITULO V IMPLEMENTACION

### 5.1 Circuito impreso

El circuito impreso es una placa de material aislante (en este caso fibra de vidrio) recubierto por una de sus caras con una capa de cobre, hay también circuitos impresos que disponen de cobre por ambas caras, pero el tipo más corriente es el que solo aparece cobreado por un lado. Esta capa de cobre es totalmente uniforme y por lo tanto, en esta situación, sería como una especie de cortocircuito total no aprovechable. Para llegar a la placa útil y montarla, es preciso someterla a un proceso químico que elimine toda la parte de cobre innecesaria, dejando así, únicamente, las pistas de unión entre los distintos componentes.

Una vez que se disponga de la placa con las pistas que forman las uniones, es indispensable efectuar los agujeros necesarios que permitan el paso de los terminales de los componentes desde la parte aislante hacia la del cobre, soldando los alambres o terminales mediante estaño sobre las pistas.

### 5.2 Lado de pistas y lado de componentes

Todo el cableado que precisa un montaje para la interconexión de sus componentes, es lo que forma el

circuito impreso.

Partiendo del diagrama circuital (Figs. 31, 40), todo el cableado correspondiente entre los componentes allí presentes se ha realizado mediante el uso del paquete llamado SMARTWORK, dicho paquete nos ha permitido realizar las pistas que unen los diversos componentes. La impresión hecha a un tamaño ampliado de las pistas, se incluyen en el Anexo C.

Mediante un proceso fotográfico del plano de pistas, se obtiene el fotolito que es una película, el cual nos permitirá realizar la impresión de las pistas sobre la placa de material aislante (fibra de vidrio) en la cara cobreada.

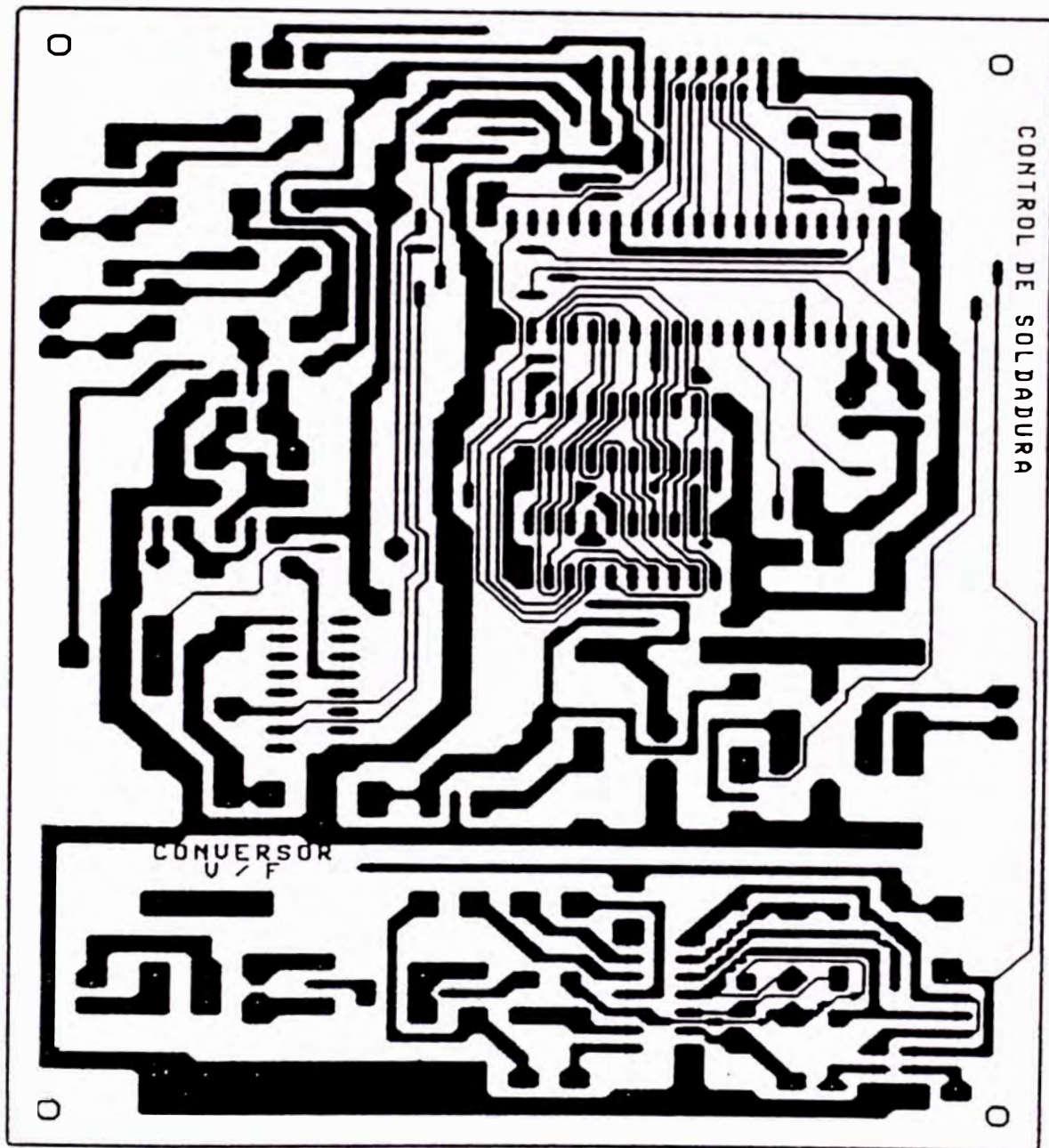
Todo este proceso de serigrafía y químico posterior, da como resultado el circuito impreso acabado que paso seguido se harán los huecos respectivos.

Mediante el SMARTWORK se obtiene también los esquemas de LOS COMPONENTES y del SILKSCREEN.

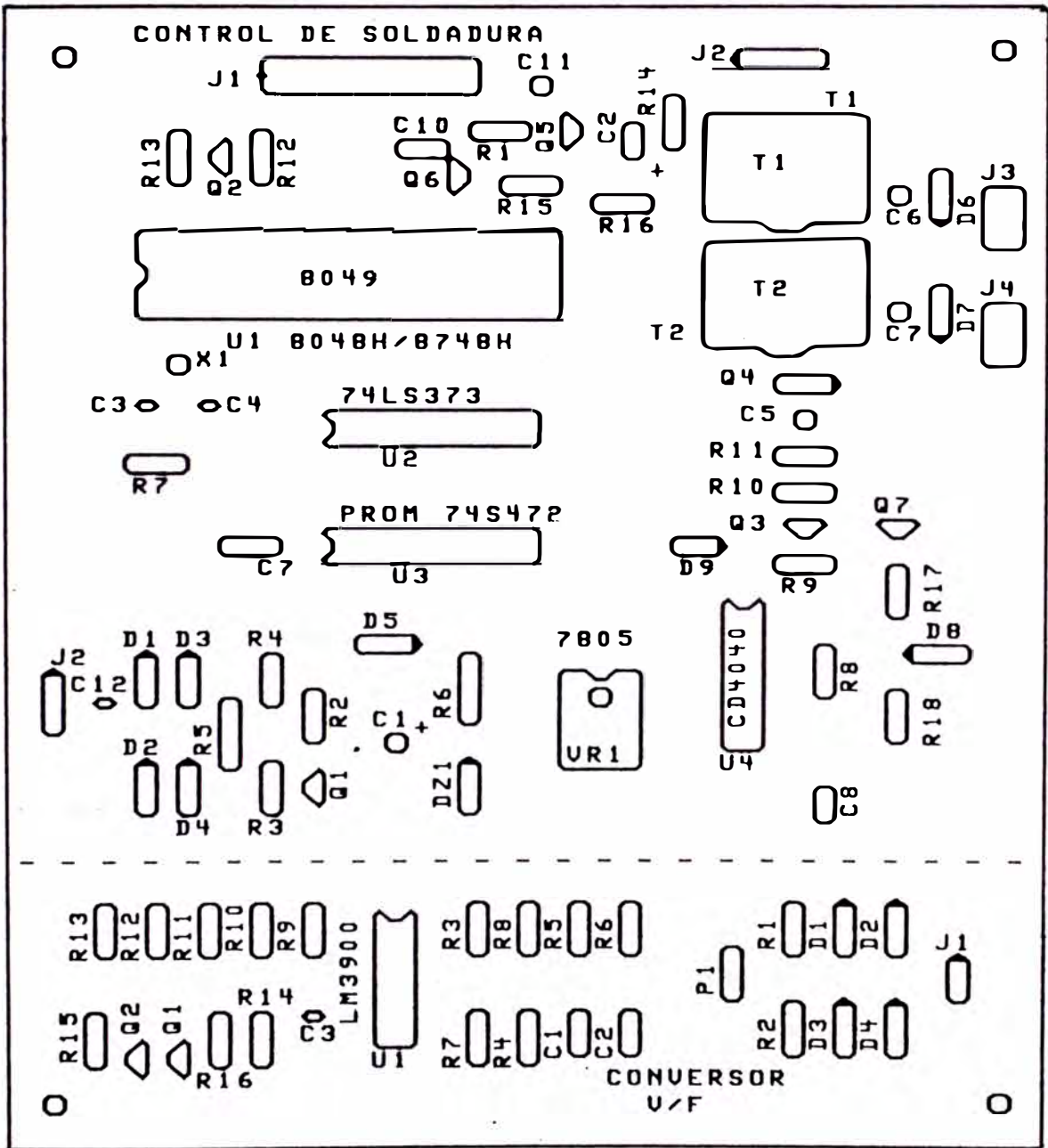
Este último nos ha permitido imprimir sobre el circuito (proceso serigráfico) la ubicación de los componentes y sus respectivas letras indicadoras.

En la Fig. 49 se muestra el dibujo a tamaño natural del circuito impreso de una sola cara, visto desde el lado del COBRE.

La Fig. 50 muestra el dibujo del SILKSCREEN en tamaño natural de la misma tarjeta.



Esquema del Circuito Impreso-Lado  
del Cobre  
Fig. 49



Esquema del Circuito Impreso  
 Silkscreen  
 Fig. 50

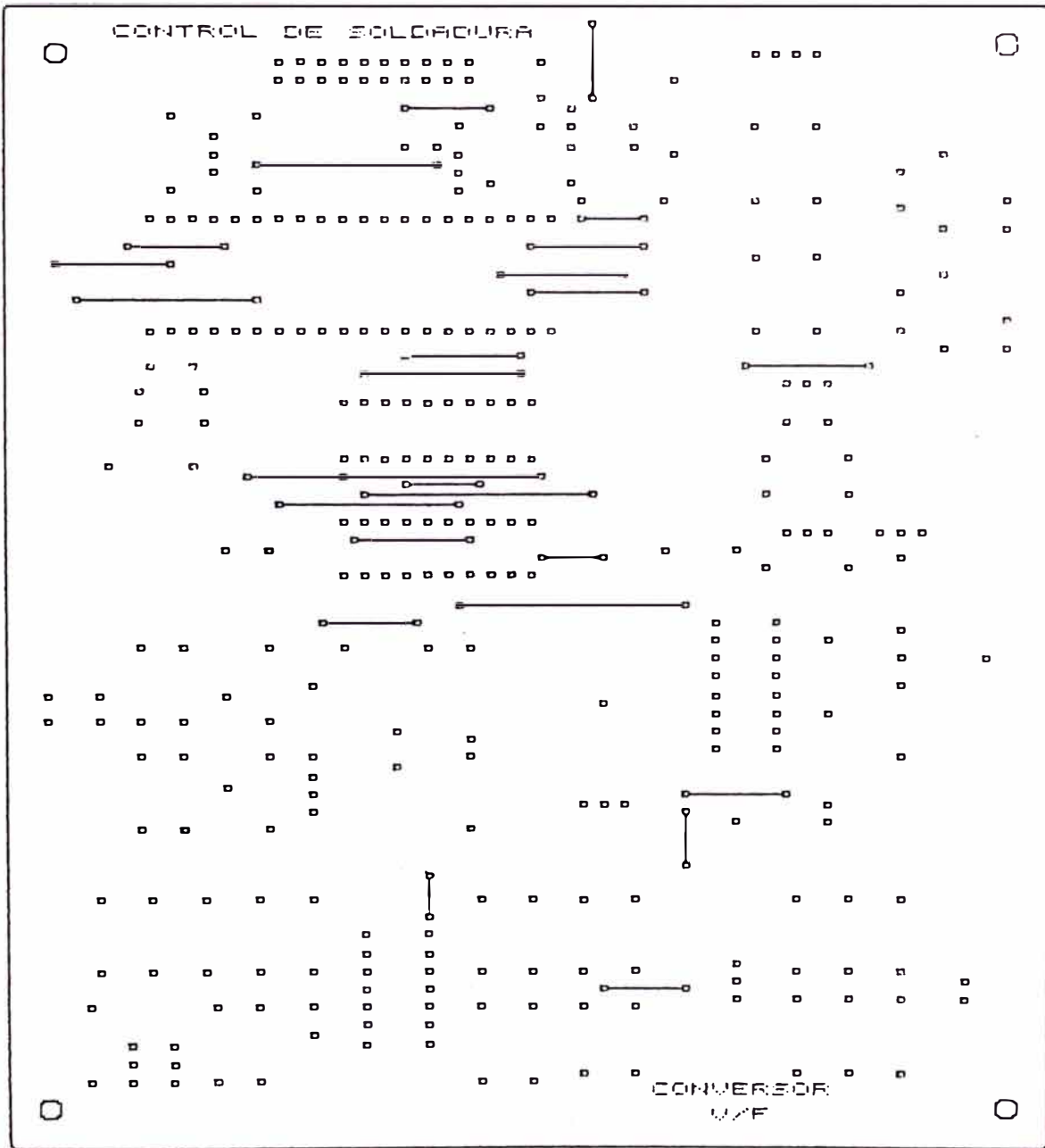
En la Fig. 51 se muestra el dibujo del lado de los COMPONENTES, asimismo en este dibujo se muestra los puentes hechos para la unión de algunas pistas separadas, con el objeto de satisfacer el diagrama circuital.

La misma tarjeta incluye también la parte del conversor V/F. El tamaño final de la tarjeta es de aproximadamente (6" x 5") o 16 x 13 cm. A parte de la tarjeta principal, se han hecho dos pequeñas tarjetas, una donde se hace la unión de los terminales del RHEEL SWITCH a la cinta del bus, que ira al conector J1, para esto se ha usado una galleta perforada y con tiras de cobre ya existente en el mercado.

La otra tarjeta, en la cual van montados los 2 Tiristores con su correspondiente red RC, se ha realizado manualmente sobre una placa de fibra de vidrio, cuyas dimensiones son aproximadamente de 5 x 3.5 cm.

### 5.3 Montaje

Todos los componentes a excepción de los SWITCH de START, RESET, de los 2 transformadores y de algunos conectores de alimentación general, van montados sobre la placa de circuito impreso. Dicha placa es del tipo de cara simple y cuyas dimensiones son de 160 x 130 mm. Hacemos notar que el montaje consta de 25 puentes, que debemos realizar antes de proceder a montar los componentes en su orden habitual. Debemos



Esquema del Circuito Impreso  
 Lado de Componentes  
 Fig. 51



tener mucho cuidado con las pistas que pasan entre las patillas de los circuitos integrados. Es aconsejable utilizar un soldador de punta fina y poner mucho cuidado al realizar la soldadura de dichas patillas.

Ahora se pueden montar todas las resistencias, comprobando su valor óhmico, que debemos comparar siempre con las indicaciones de la lista de componentes correspondiente a este circuito.

Después de las resistencias conviene instalar todos los diodos de silicio, con los que hay que tener mucho cuidado con su polaridad, ya que un sólo diodo montado en sentido contrario impedirá que el circuito funcione, dañando además, algún transistor o algún integrado. Los diodos de cristal del tipo 1N 4148, si tienen en su cuerpo una sola línea negra, ésta indica el cátodo, por lo que dicho lado se debe orientar exactamente como se indica en el diagrama circuital.

Después de los diodos de cristal, se montan aquellos que tienen cuerpo de plástico marcados como D1, D2, D3, D4, D6 y D7. En su cuerpo, el terminal del cátodo esta marcado con una franja blanca o de color plata.

Seguidamente se monta el diodo Zener DZ1, que es un diodo de cristal, que en su cuerpo tiene marcado una franja de color azul verde, que indica el cátodo.

El siguiente paso es soldar los zócalos de los IC, que según muestra el dibujo serigráfico son 4, teniendo cuidado en respetar la muesca, que nos sirve como referencia del pin 1.

Tras comprobar que todos los diodos se han montado correctamente, podemos empezar a montar todos los condensadores de poliéster teniendo cuidado en no confundir un valor con otro. Para continuar el montaje, podemos instalar todos los condensadores electrolíticos, con cuidado de situar el terminal positivo en el orificio del circuito impreso marcado con el signo +.

Ahora se pueden montar todos los transistores, orientando la parte plana de sus cuerpos como figura en el dibujo serigrafiado del circuito impreso. El integrado estabilizador VR1 tiene que ir sujeto sobre una aleta de refrigeración. Para terminar el montaje, se instalan los componentes que quedan, es decir, el Xtal, el transistor excitador Q4, los dos transformadores de pulsos, la resistencia R6 y todos los conectores; luego se montan los tres integrados en sus correspondientes zócalos.

En la Figura 52 se muestra el montaje de la tarjeta pequeña, correspondiente a los conmutadores, interruptores de START y RESET que están unidos al conector J1 mediante una platina ya cableada.

El montaje de la Tarjeta del contactor de Tiristores, consta de 2 SCR, una red RC y sus

respectivos conectores; tarjeta muy simple de montar debido a sus pocos componentes.

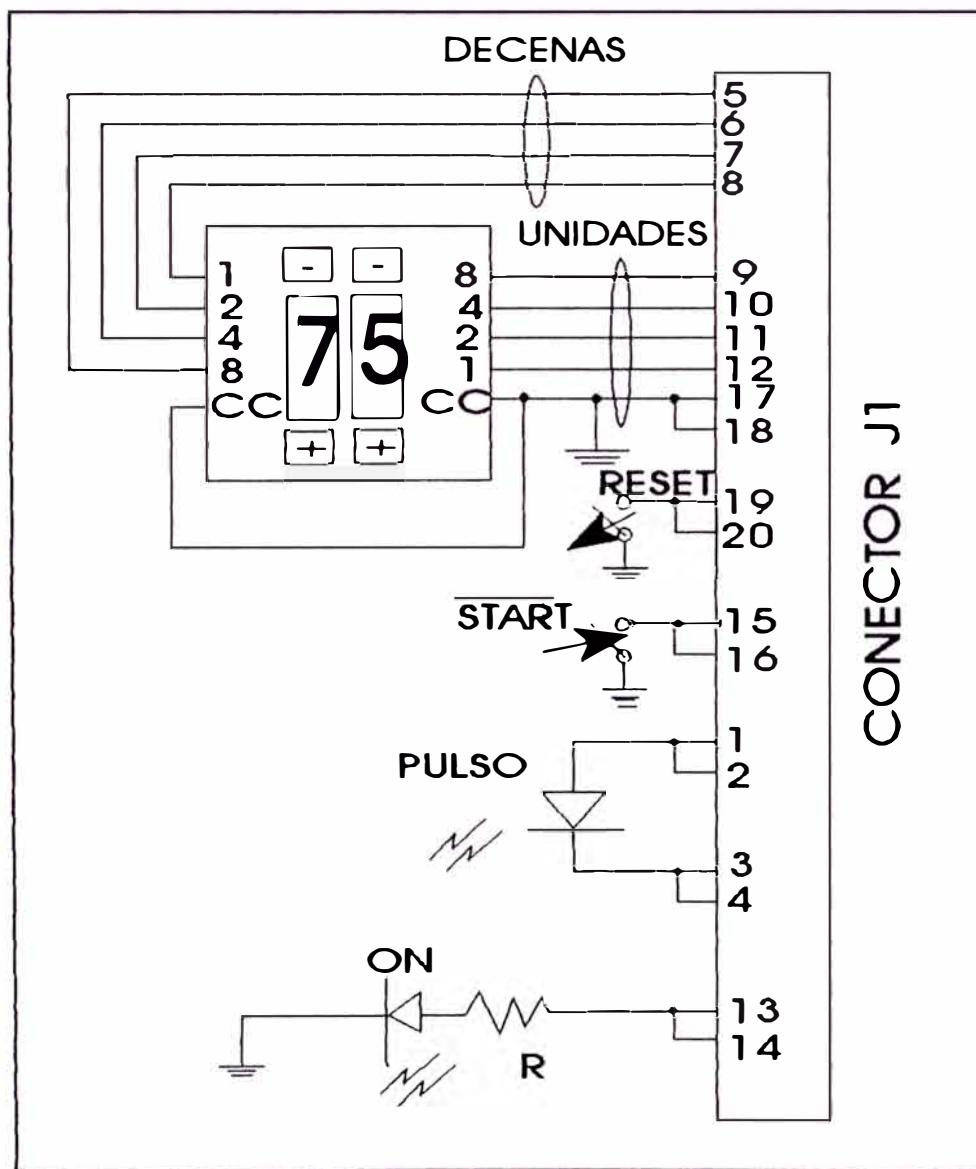


Fig. 52

Conexiones de los Conmutadores Binarios, Switch Start, Reset en el Montaje de la Tarjeta Secundaria

#### 5.4 Lista de componentes

##### TARJETA PRINCIPAL

##### Control de Soldadura

##### Resistencias:

R1 = 2K $\Omega$ , 1/4 WAT

R2 = 1K $\Omega$ , 1/4 WAT

R3 = 5.1K $\Omega$ , 1/4 WAT

R4 = 18K $\Omega$ , 1/4 WAT

R5 = 1.5K $\Omega$ , 1/4 WAT

R6 = 22 $\Omega$ , 2 WAT

R7 = 2.7K $\Omega$ , 1/4 WAT

R8 = 10K $\Omega$ , 1/4 WAT

R9 = 33K $\Omega$ , 1/4 WAT

R10 = 1K $\Omega$ , 1/4 WAT

R11 = 100 $\Omega$ , 1/2 WAT

R12 = 18K $\Omega$ , 1/4 WAT

R13 = 1K $\Omega$ , 1/4 WAT

R14 = 10K $\Omega$ , 1/4 WAT

R15 = 2K $\Omega$ , 1/4 WAT

R16 = 10K $\Omega$ , 1/4 WAT

R17 = 100K $\Omega$ , 1/4 WAT

R18 = 100K $\Omega$ , 1/4 WAT

##### Condensadores:

C1 = 2,200  $\mu$ F, elect, 25 VOLT

C2 = 0.47  $\mu$ F, elect, 50 VOLT

C3 = 10 pF, ceramico, 50 VOLT

C4 = 10 pF, ceramico, 50 VOLT

C5 = 1 nF, poliester, 50 VOLT

C6 = 100 nF, poliester, 50 VOLT  
C7 = 100 nF, poliester, 50 VOLT  
C8 = 10  $\mu$ F, elect, 16 VOLT  
C9 = 1  $\mu$ F, elect, 50 VOLT  
C10 = 0.1  $\mu$ F, elect, 50 VOLT  
C11 = 0.1  $\mu$ F, elect, 50 VOLT  
C12 = 100 nF, poliester, 50 VOLT

**Semiconductores:**

U1 = D8748D, microcontrolador  
U2 = 74LS373, lactch octal 3-state (no usado)  
U3 = 74S472, Prom 4K (512X8), SCHOTTKY TTL (no usado)  
U4 = CD4040, contador binario de 12 bit  
VR1 = L7805CV, regulador de voltaje positivo +5V  
D1-D4 = Diodo rectificador 1N4004  
DZ1 = Diodo Zener, 10V, 1 WAT  
D5-D7 = Diodo, 1N4004  
D8-D9 = Diodo, 1N4148  
Q1-Q3 = 2N2222, transistor NPN  
Q4 = BD 135, transistor driver NPN  
Q5-Q7 = 2N2222, transistor NPN

**Otros Componentes:**

T1, T2 = Transformador de pulsos de relación 1:2  
XTAL = Cristal paralelo resonante de 6 Mhz

**Varios:**

4 Zócalos para circuitos integrados de 16, 20, 40 patillas.  
1 Aleta disipadora  
5 Conectores machos varios tipos

**Conversor V/F:**

**Resistencias:**

R1 = 2.7K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R2 = 1.5K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R3 = 180K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R4 = 6.8K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R5 = 68K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R6 = 6.8K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R7 = 120K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R8 = 120K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R9 = 10K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R10 = 160K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R11 = 39K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R12 = 82K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R13 = 910 $\Omega$ , 1/4 WAT  
R14 = 20K $\Omega$ , 1/4 WAT  
R15, R16 = 39K $\Omega$ , 1/4 WAT  
P1 = Potenciómetro 10K

**Condensadores:**

C1, C2 = 0.1  $\mu$ F, elect, 50 volt.  
C3 = 3.2 nF, cerámico, 50 volt.

**Semiconductores:**

U1 = LM 3900, cuádruple amplificador Norton  
D1-D4 = Diodo rectificador 1N 4004  
Q1, Q2 = 2N3904, transistor NPN

**Varios:**

1 Zócalo para circuito integrado de 14 patillas  
1 Conector macho tipo molex

## TARJETAS SECUNDARIAS

### CONTACTOR DE TIRISTORES

#### Resistencias:

R1 = 150 $\Omega$ , 5 WAT

#### Condensadores:

C1 = 0.22  $\mu$ F, mylar, 250 Volt.

#### Semiconductores:

TR1, TR2 = SCR de 10A y 400 Volt (Tipo BT 151)

#### Varios:

2 conectores machos tipo molex

### CONMUTADORES DIGITALES

#### Resistencias:

R1 = 470 $\Omega$ , 1/4 WATT

#### Semiconductores:

LED1 = Diodo led verde

LED2 = Diodo led rojo

#### Otros Componentes:

S1, S2 = Conmutador digital binario (RHEEL SWITCH)

PL = Platina (cinta cableada)

## CAPITULO VI ANALISIS ECONOMICO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### 6.1 Reconocimiento del problema

Cuando hablamos de análisis económico en Ingeniería, nos referimos a la solución de problemas específicos de ingeniería, en los que los aspectos económicos dominan y la eficiencia económica es el criterio para elegir una de entre varias alternativas que nos permitirán solucionar el problema.

El primer paso consiste en el reconocimiento del problema, la concientización de que existe un problema es el primer paso para resolverlo.

Aquí surge la pregunta ¿Qué es lo que queremos hacer?; lo que queremos hacer, es la fabricación o la construcción de una máquina de soldadura y la decisión que se tome estará dada por un criterio de selección.

### 6.2 Objetivos

El segundo paso es la definición de la meta(s) u objetivo(s) que se debe alcanzar, aquí tenemos que responder a las preguntas ¿Para qué construir la máquina?, ¿Qué es lo que se va hacer con ella?, nuestra soldadura por roldanas, es una soldadura que no es muy conocida en el medio, o si se quiere no lo es tanto como la soldadura por puntos. Teniendo



presente esto, y haciendo un pequeño análisis del mercado relacionado con productos o envases metálicos realizados por este tipo de soldadura; nos vemos ante dos objetivos bien claros y definidos.

El primer objetivo es que, si se vá a producir algún producto nuevo que no existe en el mercado actual o fabricar productos ya existentes o similares. Si queremos hacer cualquiera de estas dos cosas, nos veríamos en la obligación de realizar un estudio mucho mas extenso de mercado; porque en un caso vamos a salir a buscar mercado con un producto nuevo y en el otro no solo vamos a salir al mercado, sino que vamos a competir con fábricas que ya están mucho tiempo en la actividad.

La alternativa mas factible, es que se salga al mercado con un producto nuevo, no existente en el mercado nacional o local; es decir salir a conquistar plaza, para esto nuestro producto tiene que tener buen precio y calidad sobre todo.

La otra alternativa la desecho, ya que nos sería imposible competir con fabricas grandes, no solamente por nuestros costos elevados, sino porque no poseemos una infraestructura que nos permita una producción masiva, es decir no podemos competir en número, precio y posiblemente en calidad.

El segundo objetivo consiste en la realización de servicios especiales y específicos; es decir realizar trabajos de soldadura eléctrica por roldanas, que no

se hacen en otras fábricas o talleres, y que son importantes para los pequeños industriales.

Este es el objetivo o la meta final que se pretende alcanzar con la construcción de la máquina de soldadura a un corto o mediano plazo.

Cuando ya se cuente con una infraestructura y maquinaria complementaria, se buscaría como un segundo objetivo la fabricación de productos nuevos no existentes en el mercado.

Una vez fijado o definido nuestro objetivo o meta, el siguiente paso consiste en la búsqueda de las alternativas factibles que nos permitan alcanzar nuestro objetivo.

### **6.3 Alternativas factibles**

A continuación, se muestran las alternativas factibles para la construcción de una máquina de soldadura eléctrica por resistencia tipo roldanas.

Todas estas alternativas están basadas en costos de inversión.

## ALTERNATIVA 1

Cálculo del Transformador

$$p = 15 \text{ KVA}$$

$$V_1 = 220 \text{ V}$$

$$V_2 = 5 \text{ V}$$

$$I_2 = 3,000 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del núcleo

$$A \approx 1.2 \sqrt{p} \Rightarrow A \approx 145 \text{ cm}^2$$

$$\text{Núcleo Acorazado: } A \approx 145 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (12)(12)$$

$$\text{Núcleo Columnas : } A \approx 97 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (9.8)(9.8)$$

Cálculo del número de espiras del primario y secundario.

$$N_2 = \frac{V_2}{A f (4.44) (10^{-8}) (B)}$$

$$N_2 = \frac{5}{(145) (60) (4.44) (10^{-8}) (12,000)} \Rightarrow N_2 \approx 1 \text{ espira}$$

$$N_1 = \frac{N_2 V_1}{V_2} \Rightarrow N_1 = 44 \text{ espiras}$$

$$I_1 = \frac{V_2 I_2}{V_1} \Rightarrow I_1 = 68 \text{ A}$$

Tiristores de 100 A

(elegidos con un sobredimensionamiento)

**COSTOS DE INVERSION\* ALTERNATIVA 1**  
**(EN US\$)**

		MAQUINA A		MAQUINA B		DESCRIPCION/ ESPECIFICACION
			%		%	
1 TRANSFORMADOR 15 KVA	1,280		64.38		55.94	V1=220, V2=5V, p=15 KVA Núcleo acorazado o de columnas posible refrigeración por agua.
2 TIRISTORES 100 A	118		5.93		5.16	Seleccionados con sobredimensionamiento.
1 TARJETA DE CONTROL	90		4.52		3.93	Cuyas características se especifican en la tesis.
CABLEADO EXTERNO	100		5.0		4.37	Consistente de llaves cuchilla, fusibles, conexiones exteriores, cableado, etc.
1 SISTEMA ** MECÁNICO		400	20.13			Incluye electrodos (roldanas, rodamientos), transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, etc.
1 SISTEMA ** NEUMÁTICO				700	30.59	Incluye electrodos (roldanas), rodamientos, transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, aire comprimido, etc.
<b>TOTAL</b>	<b>1,588</b>	<b>1,988</b>		<b>2,288</b>		

FUENTE DE DATOS : PROPIA

\*\* Requiere Mano de Obra Calificada.

\* Costos tomados del mercado actual (tiendas dedicadas a esta actividad).

## ALTERNATIVA 2

Cálculo del Transformador

$$p = 20 \text{ KVA}$$

$$V_1 = 220 \text{ V}$$

$$V_2 = 5 \text{ V}$$

$$I_2 = 4,000 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del núcleo.

$$A \approx 1.2 \sqrt{p} \Rightarrow A \approx 170 \text{ cm}^2$$

Núcleo Acorazado:  $A \approx 170 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (13)(13)$

Núcleo Columnas :  $A \approx 113 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (10.6)(10.6)$

Cálculo del número de espiras del primario y secundario.

$$N_2 = \frac{V_2}{A f (4.44) (10^{-8}) (B)}$$

$$N_2 = \frac{5}{(170) (60) (4.44) (10^{-8}) (12,000)} \Rightarrow N_2 \approx 1 \text{ espira}$$

$$N_1 = \frac{N_2 V_1}{V_2} \Rightarrow N_1 = 44 \text{ espiras}$$

$$I_1 = \frac{V_2 I_2}{V_1} \Rightarrow I_1 = 91 \text{ A}$$

Tiristores de 170 A

(elegidos con un sobredimensionamiento).

**COSTOS DE INVERSION\* ALTERNATIVA 2**

**( EN US\$ )**

		MAQUINA A		MAQUINA B		DESCRIPCION/ ESPECIFICACION
			%		%	
1 TRANSFORMADOR 20 KVA	1,490		66.70		58.80	V1=220, V2=5V, p=20 KVA Núcleo acorazado o de columnas posible refrigeración por agua.
2 TIRISTORES 150 A	154		6.90		6.07	Seleccionados con sobredimensionamiento.
1 TARJETA DE CONTROL	90		4.02		3.55	Cuyas características se especifican en la tesis.
CABLEADO EXTERNO	100		4.47		3.95	Consistente de llaves cuchilla, fusibles, conexiones exteriores, cableado, etc.
1 SISTEMA ** MECÁNICO		400	17.90			Incluye electrodos (roldanas, rodamientos), transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, etc.
1 SISTEMA ** NEUMÁTICO				700	27.62	Incluye electrodos (roldanas), rodamientos, transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, aire comprimido, etc.
<b>TOTAL</b>	<b>1,834</b>	<b>2,234</b>		<b>2,534</b>		

FUENTE DE DATOS : PROPIA

\*\* Requiere Mano de Obra Calificada.

\* Costos tomados del mercado actual (tiendas dedicadas a esta actividad).

## ALTERNATIVA 3

Cálculo del Transformador

$$P = 30 \text{ KVA}$$

$$V_1 = 220 \text{ V}$$

$$V_2 = 5 \text{ V}$$

$$I_2 = 6,000 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del núcleo.

$$A \approx 1.2 \sqrt{P} \Rightarrow A \approx 208 \text{ cm}^2$$

Núcleo Acorazado:  $A \approx 208 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (14.4)(14.4)$

Núcleo Columnas:  $A \approx 139 \text{ cm}^2 \rightarrow a.b \approx (11.7)(11.7)$

Cálculo del número de espiras del primario y secundario.

$$N_2 = \frac{V_2}{A f (4.44) (10^{-8}) (B)}$$

$$N_2 = \frac{5}{(208) (60) (4.44) (10^{-8}) (12,000)} \Rightarrow N_2 \approx 1 \text{ espira}$$

$$N_1 = \frac{N_2 V_1}{V_2} \Rightarrow N_1 = 44 \text{ espiras}$$

$$I_1 = \frac{V_2 I_2}{V_1} \Rightarrow I_1 = 137 \text{ A}$$

Tiristores de 175 A

(elegidos con un sobredimensionamiento).

**COSTOS DE INVERSION\* ALTERNATIVA 3**  
(EN US\$)

		MAQUINA A		MAQUINA B		DESCRIPCION/ ESPECIFICACION
			%		%	
1 TRANSFORMADOR 30 KVA	1,870		70.43		62.33	V1=220, V2=5V, p=30KVA Núcleo acorazado o de columnas, posible refrigeración por agua.
2 TIRISTORES 175 A	195		7.34		6.50	Seleccionados con sobredimensionamiento.
1 TARJETA DE CONTROL	90		3.39		3.00	Cuyas características se especifican en la tesis.
CABLEADO EXTERNO	100		3.77		3.33	Consistentes de llaves cuchilla, fusibles, conexiones exteriores, cableado, etc.
1 SISTEMA ** MECÁNICO		400	15.06			Incluye electrodos (roldanas, rodamientos), transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, etc.
1 SISTEMA ** NEUMÁTICO				745	24.83	Incluye electrodos (roldanas), rodamientos, transmisiones, cadenas, sistema de refrigeración de electrodos, aire comprimido, etc.
<b>TOTAL</b>	<b>2,255</b>	<b>2,655</b>		<b>3,000</b>		

FUENTE DE DATOS : PROPIA

\*\* Requiere Mano de Obra Calificada.

\* Costos tomados del mercado actual (tiendas dedicadas a esta actividad).



#### 6.4 Criterios de elección

Los criterios que deben tenerse, fundamentalmente son los económicos y todos aquellos que nos permitan alcanzar el objetivo buscado o lograr nuestra meta trazada.

El criterio económico esta ligado, a que se busque un equipo económico, considerando tanto los costos iniciales como los costos futuros de operación. Un poco de investigación económica nos llevó a la realización de las alternativas antes indicadas.

Es importante también tener presente, que no solamente el equipo mas económico nos va ha permitir alcanzar nuestra meta, sino que tenemos que ver con cual alternativa lograremos nuestro objetivo.

El criterio de elección es entonces el económico y el de eficiencia productiva.

#### 6.5 Elección de la alternativa

Teniendo bien definido nuestro criterio de elección y haciendo un previo análisis de todas las alternativas factibles, notamos que tanto la alternativa 2 y 3 nos permitirían alcanzar nuestra meta. En un primer análisis, con la alternativa 2 bastaría; si bien es cierto que la alternativa 3 es mas costosa, pero al mismo tiempo ésta alternativa no solamente nos permitirá alcanzar nuestro objetivo a corto plazo, sino que para un largo plazo, esta alternativa nos permitirá lograr alcanzar en una buena parte nuestro objetivo de la elaboración o

fabricación de un producto.

Inicialmente esta alternativa (3) parecería costosa, pero creo que con esta misma alternativa, vamos a tener un mayor grado de maniobrabilidad que nos permita realizar trabajos con un acabado óptimo. Asimismo al disponer de mayor potencia, también disponemos de un mayor régimen de soldadura.

Por todo lo expuesto anteriormente, la alternativa con la cual vamos a lograr nuestra meta y poder alcanzar nuestro objetivo final a un corto plazo y en parte a un largo plazo es la Alternativa 3.

#### **6.6 Financiamiento**

La construcción de la máquina de soldadura, se realizará con recursos prestados.

También debe contarse con un monto determinado de dinero para gastos imprevistos, esta cantidad de dinero provendrá de recursos propios.

El financiamiento del costo de la fabricación de la máquina se realizará vía Banca Privada, mediante un préstamo denominado PYME. Viendonos entonces en la obligación de formar una pequeña o micro empresa para acceder a tal préstamo.

### 6.7 Planes de pago del préstamo

Para la financiación de la construcción del soldador, se hará un préstamo bancario de US\$ 3,000.00 pagaderos en 5 años a un interés del 19%<sup>(1)</sup>.

#### PLAN 1

Pagar US\$ 600.00 del capital mas el interés al final de cada año.

(1) AÑO	(2) CANTIDAD QUE SE DEBE AL PRINCIPIO DEL AÑO	(3) INTERES QUE SE DEBE POR EL AÑO (19% x (2))	(4) DINERO TOTAL QUE SE DEBE AL FINAL DEL AÑO (2) + (3)	(5) PAGO AL CAPITAL	(6) PAGO TOTAL DE FIN DE AÑO
1	3,000	570	3,570	600	1,170
2	2,400	456	2,856	600	1,056
3	1,800	342	2,142	600	942
4	1,200	228	1,428	600	828
5	600	114	714	600	714
<b>TOTAL</b> US\$		1,710		3,000	4,710

Interés a pagarse US\$ 1,710.00

<sup>1</sup> Este interés anual, es el que se cobra para los PYMES cuyo monto de préstamo está comprendido entre US\$ 1,001 a US\$ 10,000. Dicho interés rige a partir del 26/05/95.  
FUENTE: Banco Latino

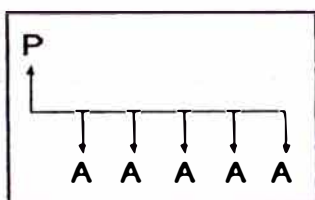
**PLAN 2**

Pagar 5 pagos iguales de fin de año

(1) AÑO	(2) CANTIDAD QUE SE DEBE AL PRINCIPIO DEL AÑO	(3) INTERES QUE SE DEBE POR EL AÑO (19% x (2))	(4) DINERO TOTAL QUE SE DEBE AL FINAL DEL AÑO (2) + (3)	(5) PAGO AL CAPITAL	(6) PAGO TOTAL DE FIN DE AÑO
1	3,000.00	570.00	3,570.00	411.15	981.15
2	2,588.85	491.88	3,080.73	489.27	981.15
3	2,099.58	398.92	2,498.50	582.23	981.15
4	1,517.35	288.30	1,805.65	692.85	981.15
5	824.50	156.66	981.15	824.50	981.15
<b>TOTAL</b> US\$		1,905.76		3,000.0	4,905.75

Interés a pagarse US\$ 1,905.76

**Flujo de Caja**



Usando la ecuación para determinar el valor de la serie de pagos de fin de período de una serie uniforme.

$$A = p \left[ \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

[ ] : Factor de recuperación de capital.

A : Un ingreso o desembolso de fin de período en una serie uniforme que continua n períodos, en donde la serie completa es equivalente a p (presente) o a F(futuro) a una tasa de interés i.

- $n$  : Número de períodos de interés (años).  
 $i$  : Tasa de interés por período de interés (anual).  
 $p$  : Una cantidad presente de dinero.

Donde:

$$p = \text{US\$ } 3,000$$

$$i = 19\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$A = 3,000 \left[ \frac{0.19(1 + 0.19)^5}{(1 + 0.19)^5 - 1} \right]$$

$$A = \text{US\$ } 981.15$$

El pago anual debe ser de US\$ 981.15.

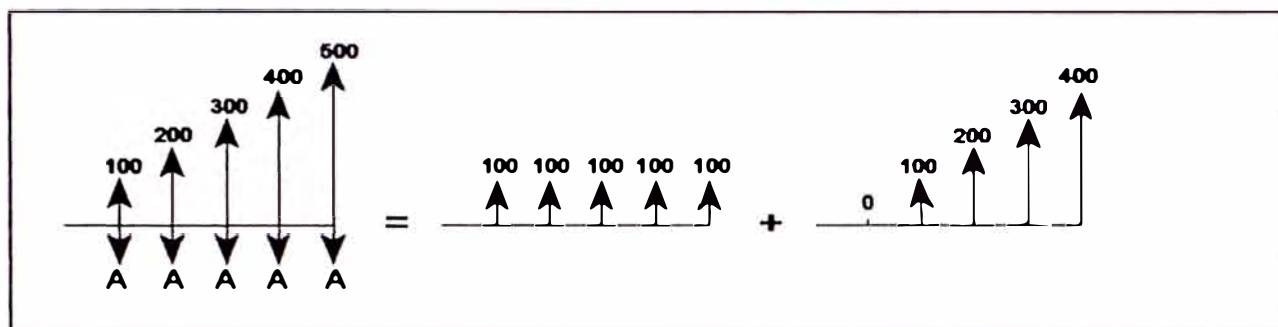
### 6.8 Costos de mantenimiento

Se estima que los costos de mantenimiento para las piezas de la maquinaria son:

<u>AÑO</u>	<u>MANTENIMIENTO</u>
1	US\$ 100
2	200
3	300
4	400
5	500

Calcularemos el costo de mantenimiento anual uniforme equivalente para la maquinaria si se emplea interés de 19%.

### Flujo de Caja



El flujo de caja se ha desglosado en dos componentes, un flujo uniforme + un flujo de gradiente.

$$A = 100 + G \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \dots (*)$$

$G$  : Un gradiente aritmético uniforme que representa un incremento, período a período, en los pagos o desembolsos.

$$i = 19\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

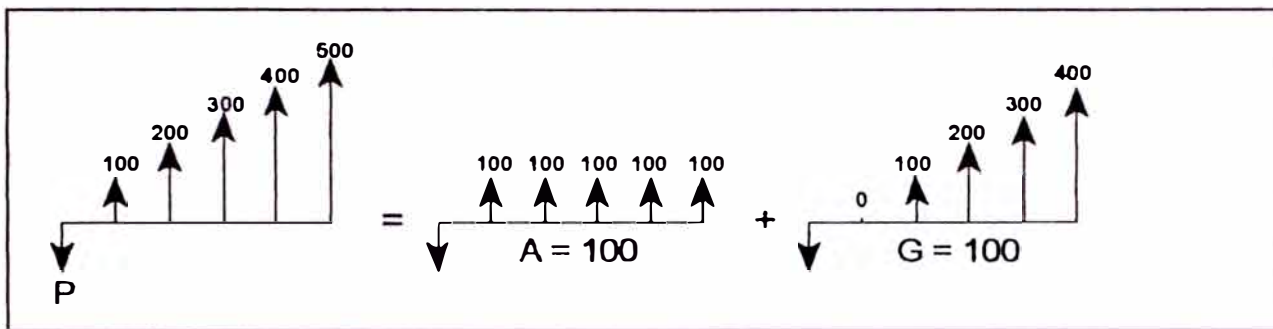
$$G = 100$$

$$A = 100 + 100 \left[ \frac{1}{0.19} - \frac{5}{(1.19)^5 - 1} \right]$$

$$A = \text{US\$ } 265.66$$

El costo de mantenimiento anual uniforme equivalentes es US\$ 265.66.

Calculando el valor presente de este mantenimiento se tiene:



$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + \frac{G}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} - n \right] \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$P = 100 \left[ \frac{(1.19)^5 - 1}{0.19(1.19)^5} \right] + \frac{100}{0.19} \left[ \frac{(1.19)^5 - 1}{0.19} - 5 \right] \left[ \frac{1}{(1.19)^5} \right]$$

$$P = 305.76 + 506.52$$

$$P = \text{US\$ } 812.28$$

Para garantizar un mantenimiento durante 5 años se debería tener ahora la cantidad de US\$ 812.28. Dicho monto tiene que estar en un depósito bancario, pero resulta que la tasa de interés en depósitos es baja, dando como resultado que tendríamos que pagar más dinero por intereses en un préstamo al 19%, que dicho préstamo generaría en un depósito.

Por consiguiente el costo de mantenimiento se hará con los ingresos obtenidos durante el proceso, dando como costo de mantenimiento anual uniforme equivalente la suma de US\$ 290.25 (al 5% de interés aplicando la ecuación (\*)).

El Plan 2, es la forma del pago del préstamo que se elegirá, ya que son cuotas fijas anuales. Aunque con el Plan 1 se paga US\$ 195.76 (Interés Total Plan 1 menos Interés Total Plan 2) menos por intereses, pero los primeros 2 pagos (US\$ 1,170 y US\$ 1,056), son mayores que en el Plan 2 (US\$ 981.15 y US\$ 981.15).

Hay que tener presente que nuestra actividad se va iniciar de cero y nos es más factible pagar cuotas fijas; que es la manera en la que el banco cobra su préstamo.

Todos los costos de inversión ajenos a la construcción de la máquina se hará con financiación propia, ya que estos costos no son elevados y son variables dependiendo de todos los imprevistos que pudieran surgir durante el proceso.

#### 6.9 Factibilidad

Luego de haber hecho todo el análisis económico de costos y la elección de la mejor alternativa, en base a los criterios de elección. Analizados asimismo los costos de mantenimiento que se tendrán durante el tiempo, considerando que solamente se hará un préstamo para la fabricación de la máquina de soldar y que todos los gastos ajenos a esta fabricación se hará con recursos propios.

Para lograr pagar el préstamo, tenemos que tener una utilidad mínima de US\$3.15 diario (26 días laborales al mes).



Hay que tener claro, que existen gastos indirectos (Operario, Alquiler, Suministros Agua y Luz, etc.), que nos obligan a tener una utilidad mayor, por consiguiente con una utilidad mínima de US\$ 10.00 diario logramos no tener pérdidas ni utilidades.

Entonces el proyecto de construir la máquina de soldadura eléctrica por roldanas sería factible siempre y cuando se obtengan utilidades mayores a US\$ 10.00 diariamente, caso contrario sería una inversión económica no rentable mucho menos beneficiosa.

En el caso de que se fabriquen productos hay que maximizar la ecuación siguiente para obtener utilidades máximas.

BENEFICIOS	COSTOS	UTILIDAD
(PRODUCCION)	(INSUMOS)	

Es decir maximizar beneficios y minimizar costos, hay que tener muy presente que los resultados que se esperan, deben estar razonablemente de acuerdo con las proyecciones hechas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Uno de los objetivos de esta Tesis, ha sido el de mantener la tensión entre los electrodos lo mas estable posible; para esto se ha hecho uso de la realimentación como una forma de monitorear y controlar al mismo tiempo la tensión de salida y cebando el contactor de tiristores en el momento preciso y adecuado.
2. Haciendo uso de unos conmutadores binarios (Rheel Switch), disponemos de la capacidad para poder entregar unidades de energía al proceso de la soldadura eléctrica por resistencia tipo roldanas.
3. Como se ha visto en el desarrollo de la Tesis, cada tipo de material dispone de su respectivo diagrama de soldabilidad, con este circuito de control, podemos no solamente satisfacer un diagrama de soldabilidad en particular, sino que disponemos de regímenes de soldadura para cualquier tipo de material que pueda ser soldado con la potencia disponible.
4. Este circuito de control se puede adaptar para gobernar cualquier potencia elevada, con la única recomendación de utilizar el adecuado contactor de Tiristores o Ignitrones (así como sus SCRs excitadores) capaces de soportar la corriente

necesaria para dicha potencia, asimismo de disponer del transformador de soldadura adecuado.

5. La utilización de un transformador de soldadura con varias tomas en el Primario, así como el uso de reóstatos de potencia y demás aditamentos, ha sido eliminado por completo.

Requiriéndose para este circuito, solamente un transformador de soldadura simple de la potencia adecuada.

6. Se recomienda que el transformador de la realimentación sea el adecuado, para así de esta manera, obtener una señal con una amplitud determinada que ingrese al conversor V/F utilizado y su posterior utilización por el Microcontrolador.
7. Hay que tener muy presente como una recomendación general, que a la etapa de potencia, se provea de sus respectivos sistemas de refrigeración, así como sus dispositivos de protección adecuados.
8. No hay que sino recordar que los electrodos deben estar limpios y se recomienda asimismo que se de un mantenimiento continuo para evitar averías de los mismos, así como del material a soldar y en general de todo el sistema.
9. En la implementación del circuito, se ha hecho uso del mínimo número de IC (4), obteniéndose de esta manera una tarjeta reducida no solamente en dimensiones, sino en costo. Asimismo dichos componentes se encuentran disponibles en el mercado.

10. También se vio en el estudio económico de costos y factibilidad, que el costo de la tarjeta de control representa menos del 5% del Costo Total de la máquina (ya sea mecánica o neumática), esto nos da una idea del bajo costo económico obtenido; mas no del costo de desarrollo del circuito de control de soldadura.
11. El circuito por sus características de diseño y de implementación ha dado un control electrónico fiable, sencillo y sobre todo económico, enmarcándose dentro de las características de todo diseño electrónico.

## ANEXO A

- A.1 Metales y Aleaciones Soldables por Resistencia.
- A.2 Algunas Características de los diversos materiales.
- A.3 Uniones obtenidas con ayuda de la soldadura por contacto.
- A.4 Dimensiones recomendadas de las juntas soldadas por puntos y costura.
- A.5 Aplicaciones de las máquinas de soldar por roldanas.
- A.6 Máquinas de soldadura por puntos y roldanas.
- A.7 Principales datos de soldadoras de Aplicación General.
- A.8 Tablas de Regímenes de soldadura.
- A.9 Electrodo para soldar.
- A.10 Principales defectos de las soldaduras por Puntos y de Costura y métodos para detectarlos.

Electrodo	Soldabilidad	Nota	ZINC	MONEL 26/30% CU	NIQUEL	COBRE NIQUEL 15/20% NI	BRONCE FOSFOROSO	LATON 25/40% Zn	COBRE	DURALUMI- NIO Y ZICRAL	ALUMINIO Y DURALINX	ACERO INOX.	ACERO DURO						
													CROMADO	CADMIADO	ESTANADO	GALVA- NIZADO	PLUM- BADO	CALMI- NADO	LIMPIO
ACERO DURO	LIMPIO		1	P 2 2 e	P 2 2 e	M 2 2 c	P 2 2 e	M 2 2 e	1	M 1 2 e	M 0,1 2 e	E 2,3 2 b	E 2 2 d	B 2 2	B 1 2	B 1 2 c	B 1,2 2 c	B 1,2 2 ec	0 2 2
	CALMI- NADO		1						1			P 2,3 1,2 a	P 2 1,2 ad	P 2 1,2 a	P 1 1,2 ac	M 1 1,2 ac	M 1,2 1,2 ac	M 1,2 1,2 a	
	PLU- MEADO		P 1 1 e	P 2 0,1 e	P 2 0,1	M 2 0,1	M 2 1	M 2 1 c	1	P 1 1 e	P 0,1 1 ce	B 2 1	B 2 1 d	B 1,2 1	P 1 1,2 c	B 1 1 c	B 1 1 c		
	GALVA- NIZADO		P 1 1 e	P 2 1,2 e	P 2 2	M 2 1	M 2 1	M 2 1 c	1	P 1 1 e	P 0,1 1 ce	B 2 1	B 2 1 d	B 1 1	B 1 1 c	B 1,2 1,2 c			
	ESTA- NADO		P 1 2 e	P 2 1 e	P 2 1	M 2 1	M 2 1	M 2 1 c	1	P 1 1 e	P 0,1 1 ce	B 2 1	B 2 1 d	P 1,2 1	P 1 1 c				
	CADMI- ADO		P 1 1 e	P 2 1 e	P 2 1	M 2 1	M 2 1	M 2 1 c	1	M 1 1 e	M 0,1 1 e	B 2 1	B 2 1 d	B 1 1					
	CROMA- DO		1	P 2 2 d	P 2 2 d	M 2 2 d	M 2 2 d	1	1	1	1	E 3,2 2 bd	E 2 2 d						
	ACERO INOX.		1	P 2 3,2	P 2 2,3	M 2 2	M 2 2,3	1	1	1	1	O 3 3 b							
	ALU- Y DURA- LINOX		P 1 1 b,c	M 2 0,1	M 2 0,1 e		P 2 0,1 b	P 2 1 b,c	1	B 1 0,1 b,c	B 0,1 0,1 b,c								
	DURA- LUMINIO Y ZICRAL		P 1 1 b,c	M 2 1	M 2 1 e		P 2 1 b	P 2 1 b,c	M 1 1	B 1 1 b,c									
COBRE		1	M 2 c	M 2 c	P 2 c	P 2 b,c	P 2 c	1											
LATON 25/40% Zn		P 1 2 b,c	P 2 3 c	P 2 c	B 2 2	B 2 2	B 2 2												
BRONCE FOSFO- ROSO		M 1 2 e	P 2 2	P 2 2	B 2 2	B 2 2													
COBRE NIQUEL 15/20%		1	1 2 2	B 2 2	E 2 2														
NIQUEL		1	B 2 2	E 2 2															
MONEL 26/30% CU		1	E 2 2																
ZINC		P 1 1 e																	

Grados de soldabilidad

- U = Optimo
- E = Excelente
- B = Bueno
- P = Pasable
- M = Malo
- I = Imposible

Materia de electrodo

- 0 = Cobre electrolitico crudo
- 1 = Soudalox 100.
- 2 = Soudalox 200.
- 3 = Soudalox 300.

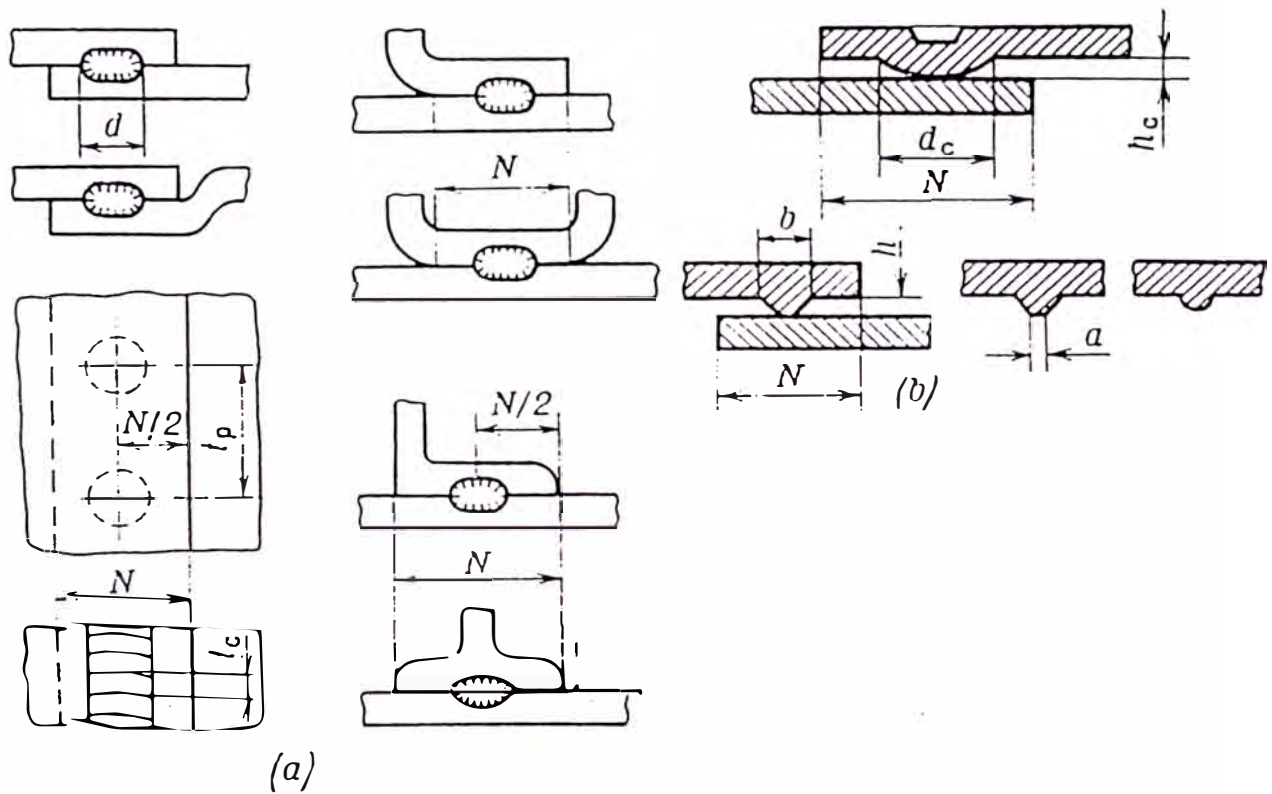
Notas:

- a - Necesita ciclo de soldadura especial
- b - Utilizar soldadura rápida y precisa
- c - Tendencia a la rotura de las puntas, cuidar la refrigeración
- d - Utilizar un electrodo plano para evitar marcas
- e - Soldadura de escasa resistencia

## Anexo A.2

### Algunas características de diversos materiales

Materiales	Punto e fusión (°C)	Calor específico calorías (°C/gr.)	Calor latente de fusión calorías (gr.)	Conductibilidad térmica calorías (gr.°C/cm <sup>2</sup> /cm./ seg.)	Resistividad eléctrica microhmios (cm <sup>2</sup> /cm)	Conductibilidad eléctrica con relación al cobre (%)
Acero dulce	1.500	0,14	65	0,16	16,0	11,0
Acero inoxidable 18/8	1.440	0,12	--	0,04	73,0	2,4
Aluminio	657	0,22	92	0,52	2,78	61,5
Cobre	1.083	0,095	--	0,85	1,72	100,0



Uniones obtenidas con ayuda de la soldadura de contacto:  
 $a$ —con las soldaduras por puntos y de costura;  $b$ —con soldadura por resaltos

### Anexo A.3



## Anexo A.4

Dimensiones recomendadas de las juntas soldadas por puntos y de costura mm.

Espesor de pieza delgada	Solapa mínima para costura en una fila, N		Diámetro del núcleo fundido de un punto, d	Anchura de la zona fundida de costura de rodillo, d	Paso mínimo para la soldadura por puntos, t <sub>p</sub>		
	B1	B2			B3	B4	B5
0,3	6	8	2,5 - 3,5	2,0 - 3,0	8	7	8
0,5	8	10	3,0 - 4,0	2,5 - 3,5	10	9	11
0,8	10	12	3,5 - 4,5	3,0 - 4,0	13	11	13
1	12	14	4,0 - 5,0	3,5 - 4,5	14	12	15
1,2	13	16	5,0 - 6,0	4,5 - 5,5	15	13	16
1,5	14	18	6,0 - 7,0	5,5 - 6,5	17	15	20
2	17	20	7,0 - 8,5	6,5 - 8,0	21	18	25
2,5	19	22	8,0 - 9,0	7,5 - 9,0	23	20	30
3	21	26	9,0 - 10,5	8,0 - 9,5	28	24	35
3,5	24	28	10,5 - 12,0	9,0 - 10,5	32	28	40
4	28	30	12,0 - 13,5	10,0 - 11,5	38	32	45
4,5	32	34	13,5 - 15		46	38	50
5	34	36	14 - 16		50	44	55
5,5	38	40	15 - 17		55	50	60
6	42	44	16 - 18		60	55	65
6,5	44	46	17 - 19		65	60	70
7	48	50	18 - 20		70	65	75

B1 Aceros y aleaciones corrosiorresistentes, refractarios titanio, aceros de bajo carbono y de aleación pobre.

B2 Aleaciones de aluminio, de magnesio y de cobre.

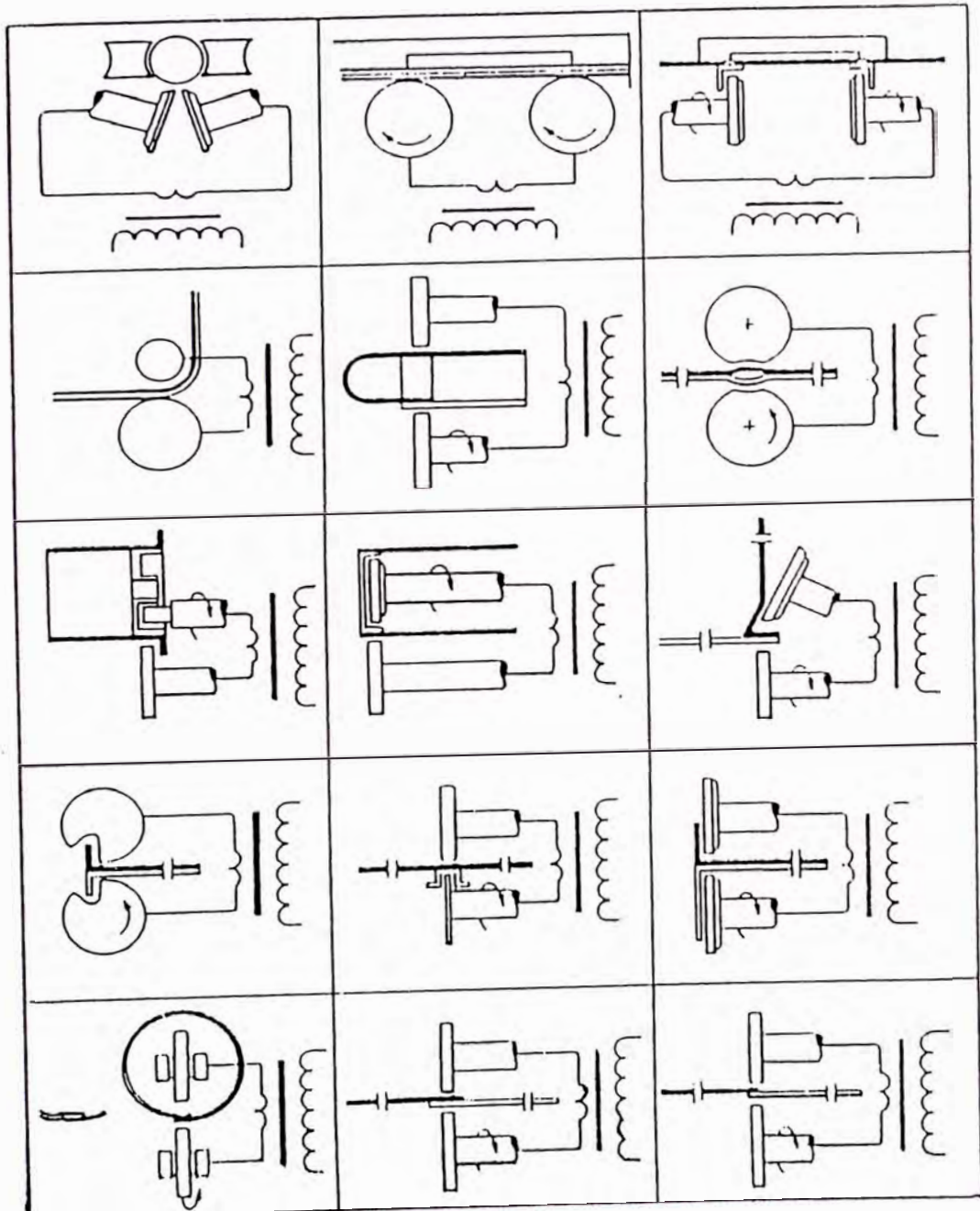
B3 Aceros de bajo carbono y de aleación pobre.

B4 Aceros corrosiorresistentes, refractarios y aleaciones de titanio.

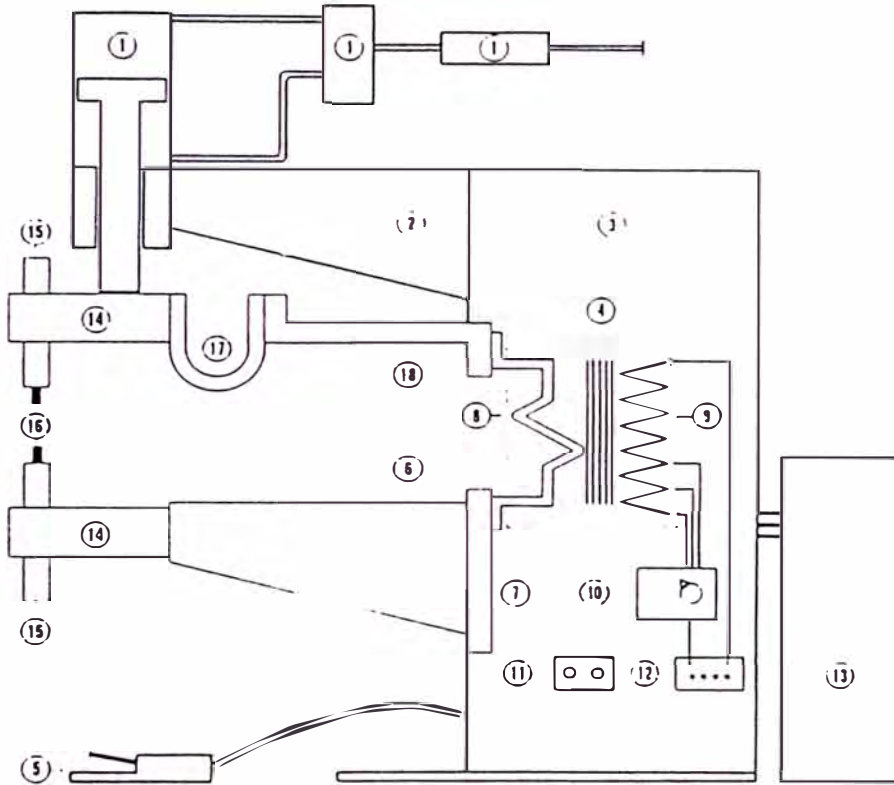
B5 Aleaciones de aluminio, de magnesio y de cobre.

## Anexo A.5

### Aplicación de la Máquina de Soldar por Roldana

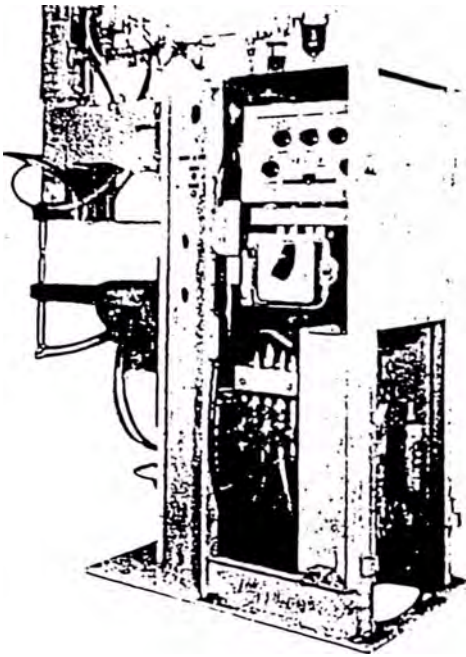


## Anexo A.6

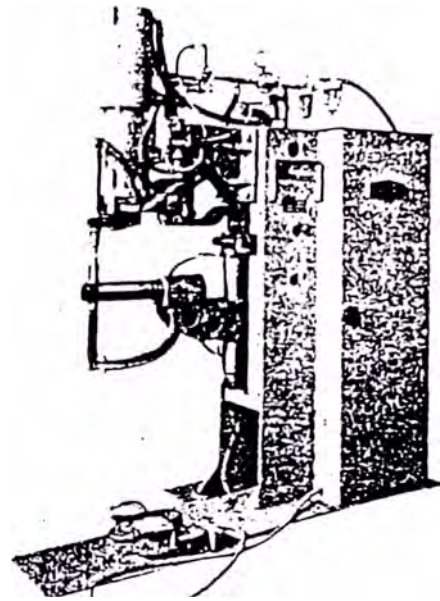


Representación esquemática de una máquina fija de soldar por puntos.

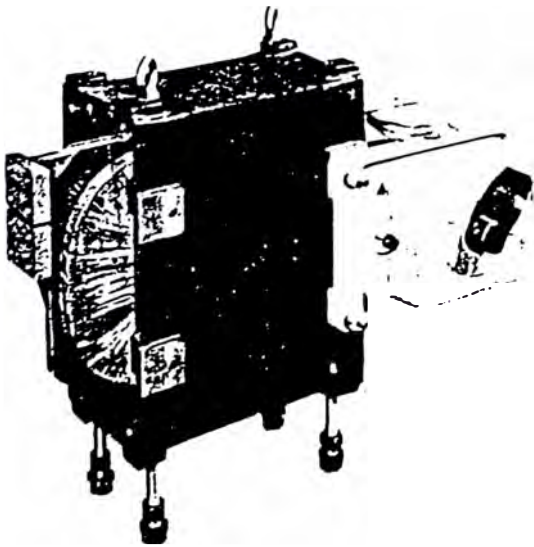
- |   |   |
|---|---|
| 1. Dispositivo para dar presión a los electrodos (cilindro neumático, por ejemplo); | 10. Conmutador de regulación de potencia;       |
| 2. Brazo superior;  | 11. Alimentación de aire comprimido;            |
| 3. Armazón;   | 12. Placa de bornes de conexión eléctrica;      |
| 4. Transformador de soldadura;  | 13. Aparellaje eléctrico y armario electrónico; |
| 5. Pedal de mando;  | 14. Soportes de porta-electrodo;                |
| 6. Brazo inferior conductor;  | 15. Porta-electrodos;                           |
| 7. Soporte de fijación del brazo inferior;  | 16. Electrodos;                                 |
| 8. Secundario del transformador;  | 17. Conductor superior flexible;                |
| 9. Primario del transformador;  | 18. Conductor superior rígido.                  |



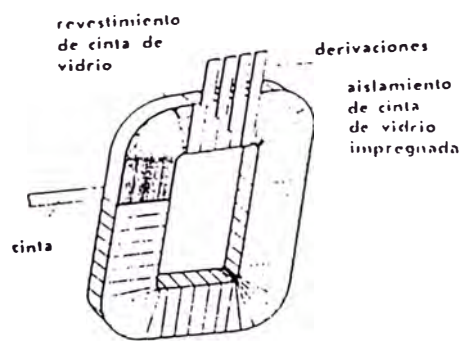
Máquina de soldar por puntos, de mando neumático.



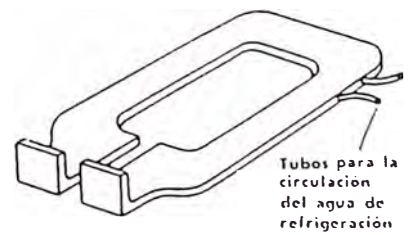
Máquina de soldar por puntos; longitud de brazos: 600 mm.



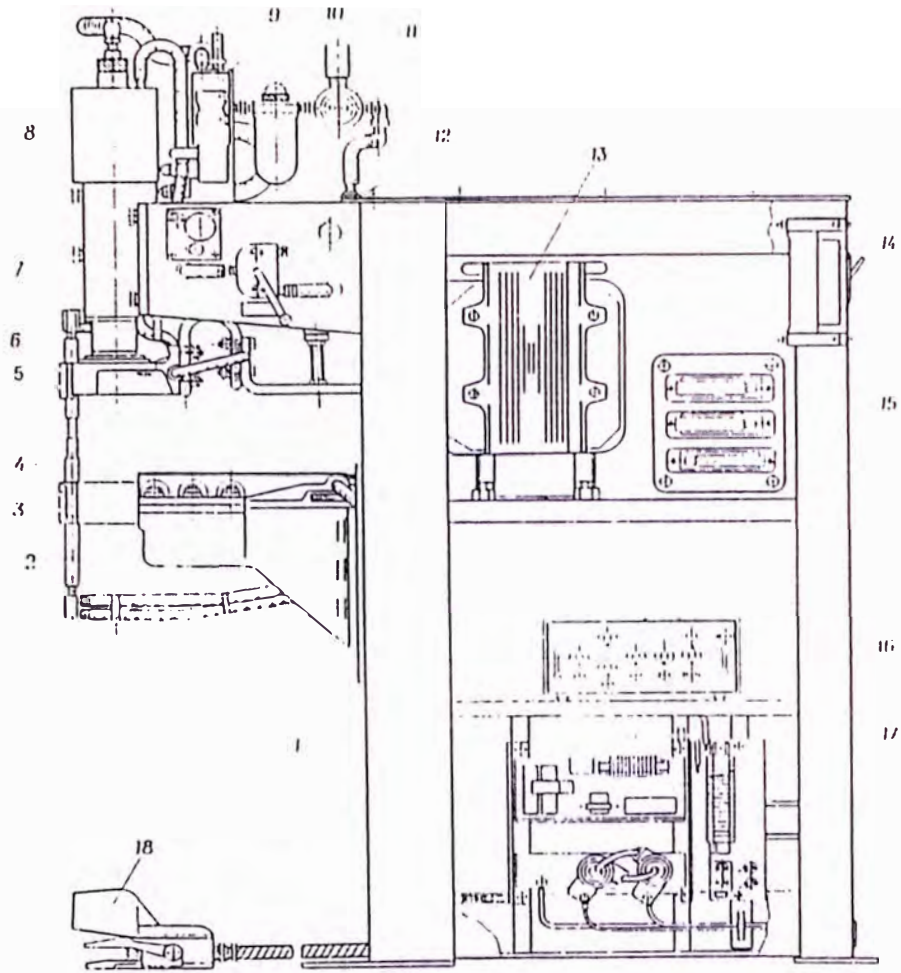
Transformador completo, con conmutador.



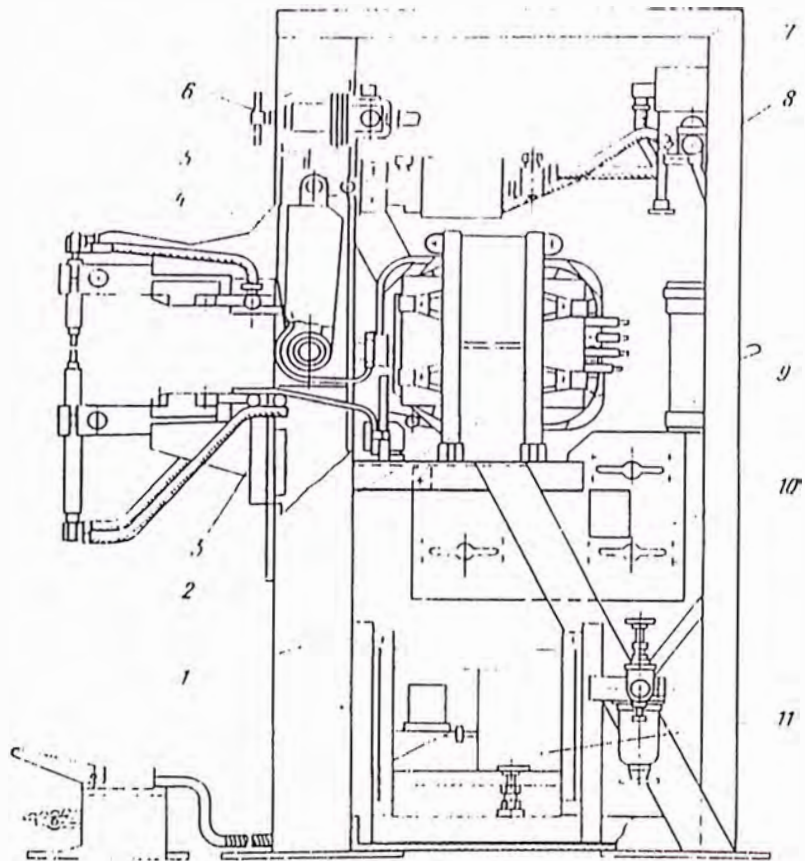
Bobina primaria.



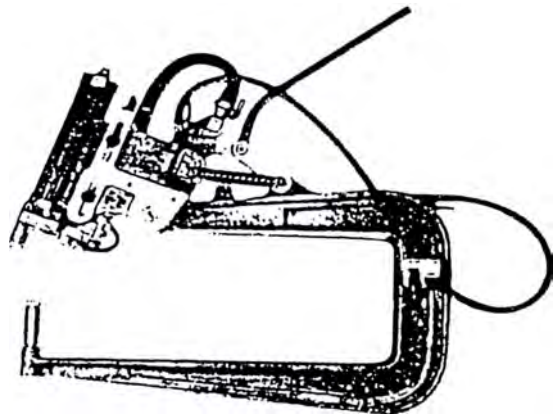
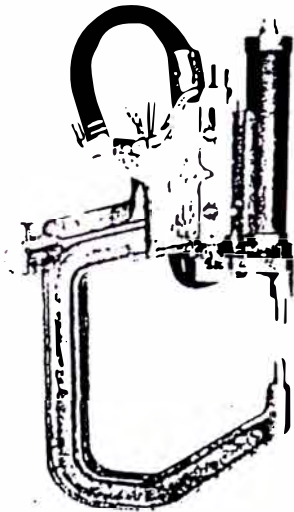
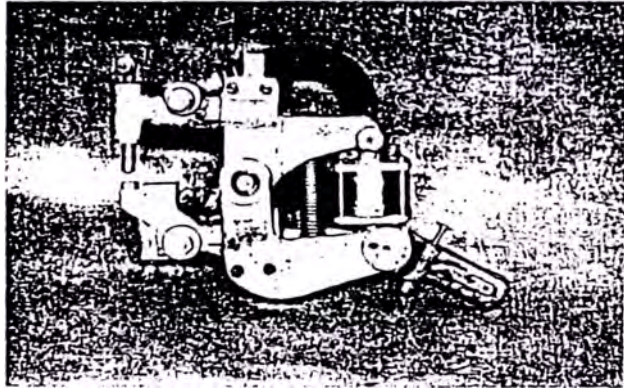
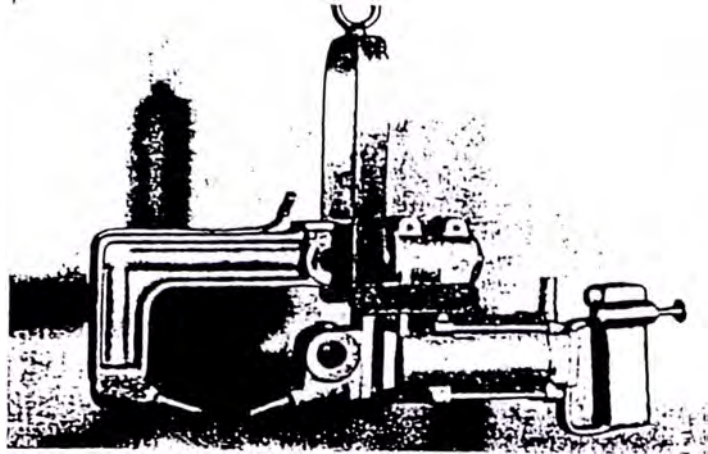
Espira secundaria.

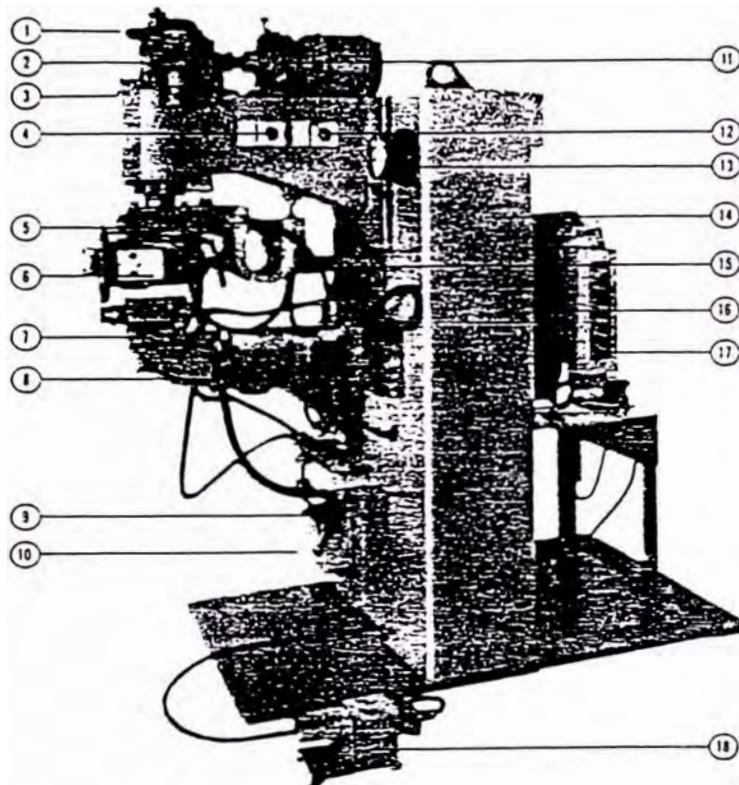


Soldadora por puntos MT-1613



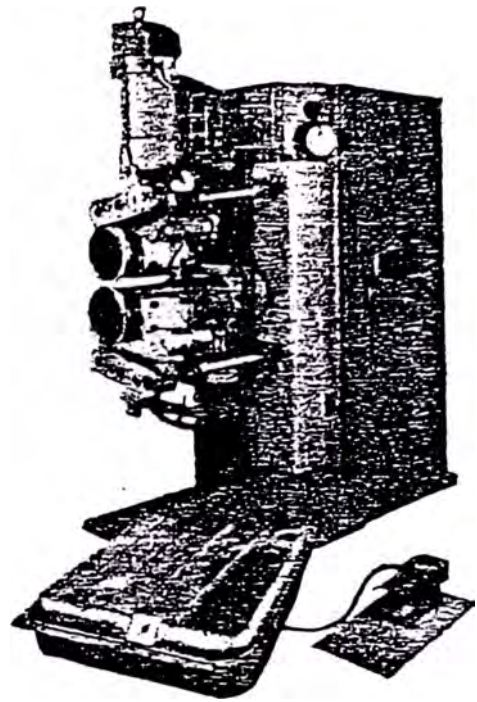
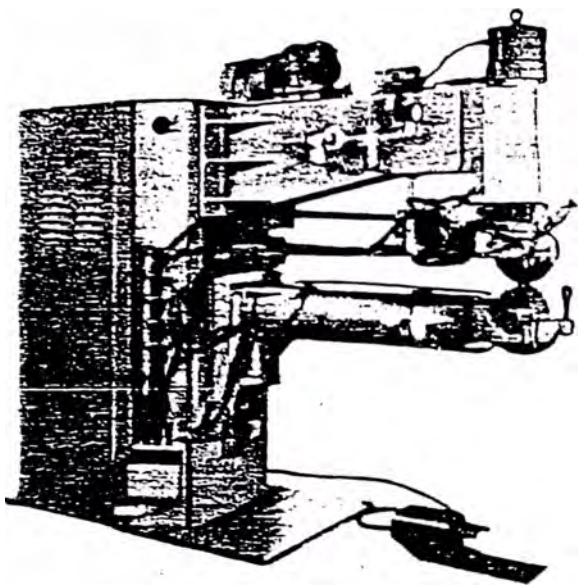
Soldadora por puntos MPE-810



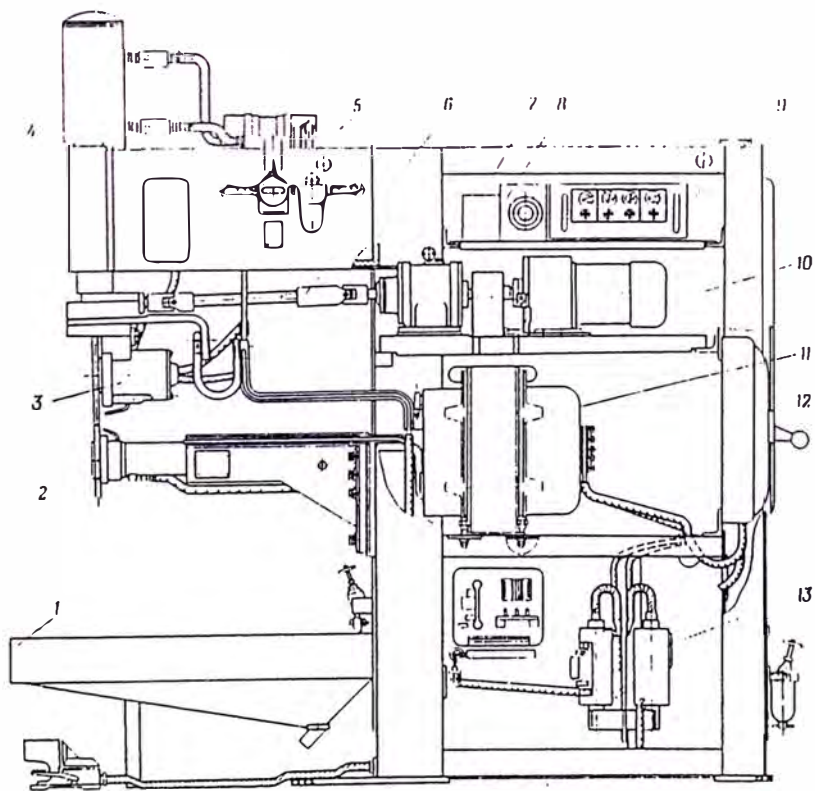


Máquina de soldar por roldanas.

1. Transmisión por engranajes para el mando de la roldana superior.
2. Interruptor a presión.
3. Cilindro de presión.
4. Interruptor inversor «Marcha-Paro» del motor.
5. Conductor flexible de láminas de cobre.
6. Cabezal superior, giratorio alrededor de su eje vertical.
7. Cabezal inferior transversal.
8. Brazo inferior en aleación de cobre de alta conductibilidad.
9. Gato para regular en altura el brazo inferior.
10. Colector de evacuación del agua.
11. Grupo motor-variador.
12. Interruptor «O - soldadura».
13. Amperímetro de control.
14. Armazón enteramente de acero construcción soldada.
15. Conexión superior en cobre fundido.
16. Transformador de soldadura - secado e impregnado al vacío.
17. Conmutador de clavijas para la regulación de la potencia (8 posiciones).
18. Pedal de mando.

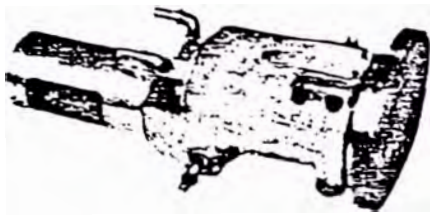


Máquina de soldar por roldanas, con cabezales longitudinales. Máquina de soldar por roldanas, con cabezales transversales.



Soldadora de costuras MШ-2001-1

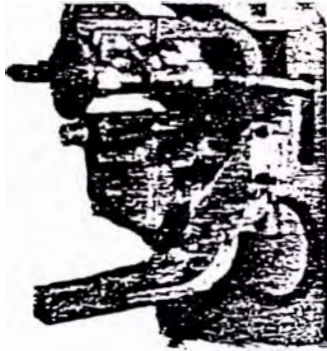




Cabezal inferior transversal normal.



Cabezal inferior longitudinal normal.



Roldana inferior de pequeño diámetro montada sobre agujas.



Brazo inferior especial para la fabricación de depósitos de gasolina para motocicletas.



Roldana superior libre. Roldana inferior mandada por engranajes.



Roldana superior arrastrada por moleta tangencial. Roldana inferior libre.

## Anexo A.7

### Principales datos de soldadoras de aplicacion general por puntos y de costuras

Tipo de la soldadora	Corriente nominal de soldadura en kA	Potencia nominal, en kV.A	Esfuerzo en Kgf		Voladizo, en mm	Abertura, en mm	Carrera máxima del electrodo, en mm	
			Nominal*	Mínimo de soldadura			De Trabajo	Adicional
MT-604**	6	14	200	40	200-275	150-270	20	
MT-810**	8	20	300	50	200-315	150-270	20	
MT-1214**	12,5	50	500	80	250-420	150-270	30	
MT-1215	12,5	53	500	120	500	80-220	80***	
MT-1216	12,5	53	500	120	500	80-220	80***	
MT-1217	12,5	60	300	80	500	270-370	50	
MT-1219	12,5	44	630	150	300	100-250	10	40
MT-1220	12,5	44	630	150	300	100-250	10	40
MT-1613	16	86	630	150	500	80-220	80***	
MT-1614**	16	85	630	120	350-600	150-300	30	50
MT-1615	16	83	630	150	500	100-250	10	40
MT-1616	16	83	630	150	500	100-250	10	40
MT-1617	16	92	630	150	500	270-370	50	
MT-1618	16	100	630	150	500	80-320	80***	
MT-2517	25	215	1250	300	500	240-545	80	
MIII-1001**	10	27	250	60	400	65	30	
MIII-1601	16	60	500	160	400	100	50	
MIII-2001-1	20	130	800	230	800	105	70	
MIII-3201	32	310	1200	350	800	105	70	

\* Para el ciclo con forja se aplica el máximo esfuerzo de forja.

\*\* Máquinas de tipo radial.

\*\*\* Carrera total del electrodo: de trabajo y adicional.

## Anexo A.8

### Regímenes de soldadura por puntos de acero pobres en carbono\*

Espesor de las piezas en mm	Corriente $I_{sold. ef'}$ kA	Duración del paso de corriente $t_{sold}$ , S	Presión de los electrodos $F_{sold}$ , kgf
<b>Regímenes duros</b>			
0,5	5,5 - 6	0,08 - 0,1	120 - 180
0,8	6,5 - 7	0,1 - 0,14	200 - 250
1	7,5 - 8	0,12 - 0,16	250 - 300
1,2	9 - 10	0,14 - 0,18	300 - 400
1,5	10,5 - 11,5	0,16 - 0,22	400 - 500
2	13 - 15	0,18 - 0,24	600 - 700
3	18 - 20	0,24 - 0,3	900 - 1000
3,5	20 - 22	0,3 - 0,4	1100 - 1200
4	23 - 20	0,4 - 0,56	1300 - 1500
<b>Regímenes blandos</b>			
0,6	3,5	0,2	80
0,8	4	0,3	120
1	5	0,4	150
1,2	5,5	0,5	200
1,5	6,5	0,6	220
1,8	7	0,7	300
2	7,5	0,8	350
2,5	9,5	1	400
3	12	1,3	500

\* Aquí y en las páginas siguientes se exponen los regímenes de soldadura en las máquinas de corriente alterna sin indicar su tipo.

Regímenes de soldadura de costura de aceros  
pobres en carbono

Espesor de las piezas en mm	Corriente $I_{\text{sold.ef}}$ kA	Duración, en s		Presión de rodillos $F_{\text{sold}}$ , kgf	Velocidad de soldadura en m/min*
		de la corriente $t_{\text{sold}}$	de la pausa $t_{\text{paus}}$		
0,5	7 - 8	0,02-0,04	0,04-0,06	150-220	1,2-1,6
0,8	8,5 - 10	0,04-0,06	0,04-0,08	200-300	1-1,4
1	10,5 - 12	0,06-0,08	0,08-0,1	300-400	0,8-0,9
1,2	12 - 13	0,08-0,1	0,10-0,12	400-500	0,7-0,9
1,5	13 - 14,5	0,12-0,14	0,12-0,14	500-600	0,6-0,7
2	15,5 - 17	0,16-0,18	0,18-0,22	700-800	0,5-0,6
3	18 - 22	0,24-0,32	0,28-0,34	1000-1100	0,4-0,5

\* Al disminuir  $t_{\text{sold}}$  y  $t_{\text{paus}}$  y aumentar  $I_{\text{sold.ef}}$  se logran grandes velocidades de soldadura.

Soldadura por puntos del acero dulce limpio

Espesor de la chapa (mm)	Intensidad de la corriente de soldadura (Amperios)	Tiempo de soldadura (seg)	Esfuerzo de compresión de soldadura (Kg)	Diámetro del punto de soldadura (mm.)
0,5	6.000	0,10	100	3,5
1	9.000	0,16	200	5
1,4	12.000	0,24	330	6,5
2	14.000	0,28	450	7,5
2,5	16.000	0,32	500	8
3	18.500	0,40	600	8,5

**Soldadura por puntos del acero inoxidable**

Espesor de la chapa más delgada (mm)	Intensidad de la soldadura de la corriente (Amperios)	Tiempo de soldadura (seg)	Esfuerzo de compresión de soldadura (Kg)	Diámetro del punto de soldadura (mm.)
0,5	3.200	0,06	140	2,5
1	7.000	0.12	350	4,6
1,5	9.000	0.16	450	5,6
2	12.000	0.24	800	7,0
3	16.000	0.32	1.100	8,5

**Soldadura por puntos de las aleaciones de aluminio.  
Máquina de soldar, de corriente alterna monofásica**

Espesor (mm)	Intensidad de la corriente de soldadura (Amperios)	Tiempo de soldadura (seg)	Esfuerzo de compresión de soldadura (Kg)	Diámetro del punto de soldadura (mm.)
0,5	18.000	0,08	140	3,0
1	28.000	0.14	240	4,5
1,5	34.000	0.24	350	6,0
2	42.000	0.28	400	7,0
3	63.000	0.30	650	9,0

## Anexo A.9

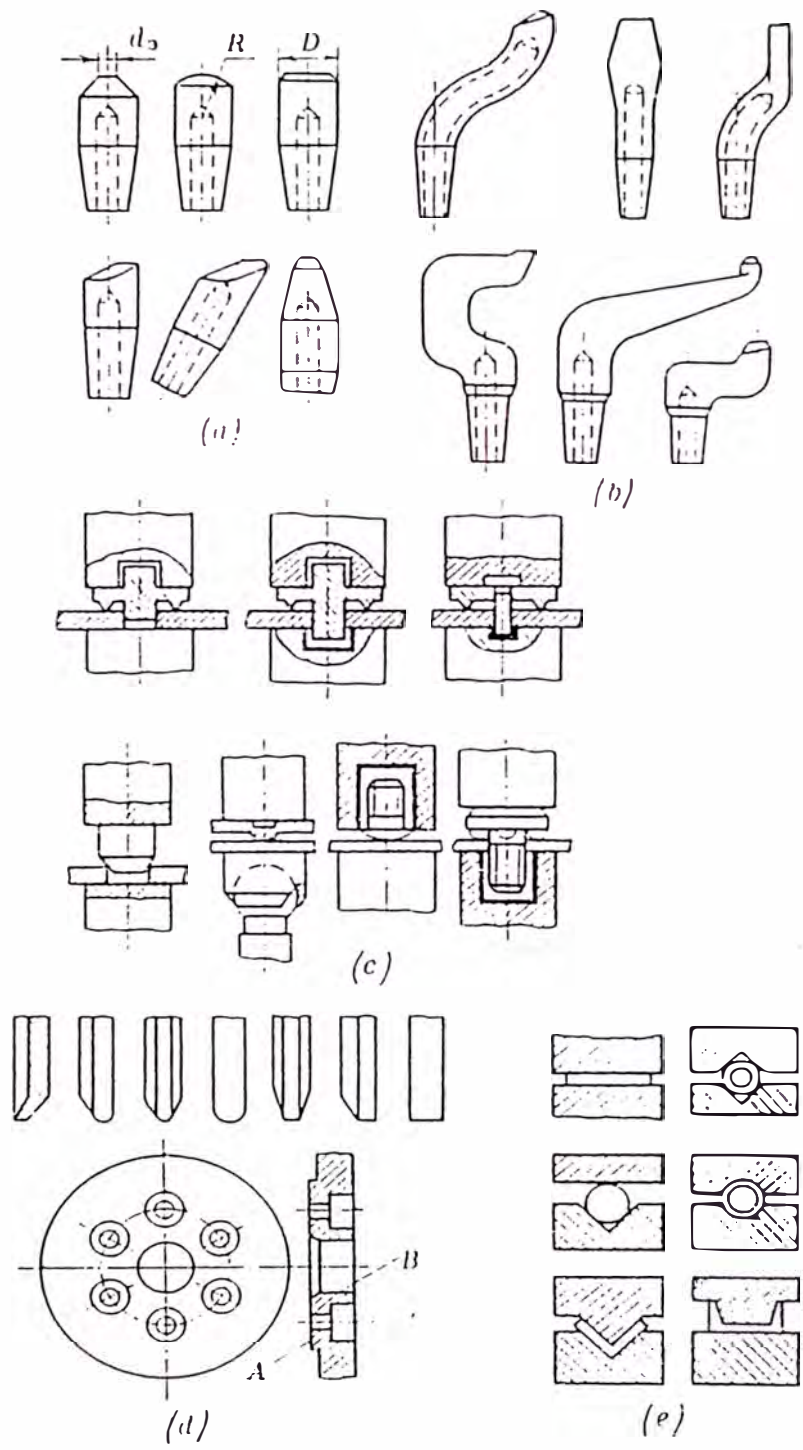
### Aleaciones de cobre empleadas para fabricar electrodos

Aleación	Elementos de aleación %	C1	C2	C3
Bronce de cadmio	0,9-1,2 Cd	85	110	300
Bronce de cromo- zirconio 0,3-0,09	0,015-0,35 Cr 0,07-0,15 Zr	85	110	350
Bronce de cromo- zirconio 0,06-0,05	0,4-1 Cr, 0,03-0,08 Zr	80	130	500
Bronce cromado	0,4-1 Cr	80	120	370
Bronce de níquel-berilio	1,4-1,6 Ni 0,2-0,4 Be 0,05-0,15 Ti	50	170	510
Bronce cromado	0,4-0,7 Cr	80	120	400
Bronce de silicio-níquel	0,6-1 Si 3 - 4 Ni	80	140	450

C1 Electroconductibilidad mínima, en % de conductividad del cobre.

C2 Dureza mínima Brinell, en Kgf/mm<sup>2</sup>

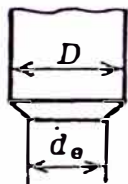
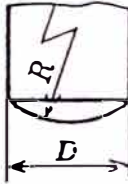
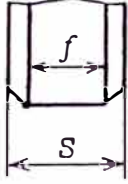
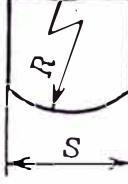
C3 Temperatura de caída de la resistencia mecánica en °C



Electrodos para soldar:

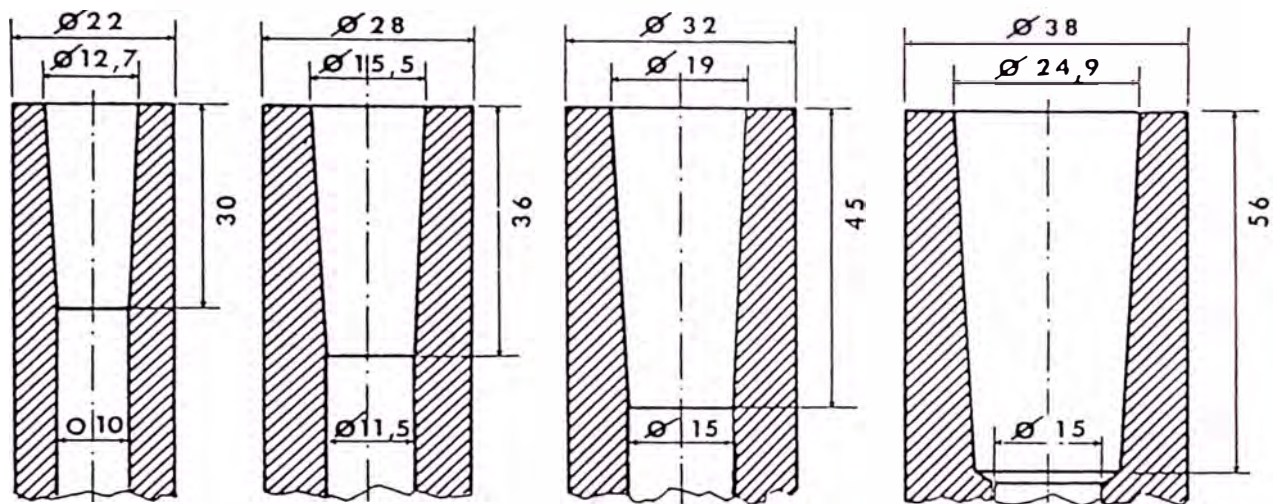
$a$  y  $b$ —para soldar por puntos;  $c$ —para soldar por resaltes;  $d$ —para soldar de costuras;  $e$ —para soldar a tope

Dimensiones de los electrodos y rodillos, en mm

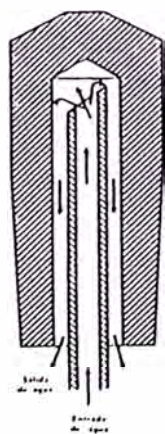
Espesor de las piezas, en mm										
	Aceros y aleaciones al carbono inoxidables y refractarios					Aleaciones de aluminio, de magnesio y de cobre				
	D	d <sub>e</sub>	R	S	f	D	S	R		
0,3	12	3	15—25	6	3	12	12	25		
0,5	12	4	25—50	6	4	16	16	50		
0,8	12	5	50—75	10	5	16	16	50—75		
1	12	5	75—100	10	5	16	16	75		
1,2	16	6	75—100	12	6	16	16	75		
1,5	16	7	100—150	12	7	20	20	75—100		
2	20	8	100—150	15	8	20	20	100		
2,5	20	9	150—200	18	9	25	25	100		
3	25	10	150—200	20	10	25	25	100—150		
3,5	25	11	200—250	22	11	25	25	150		
4	25	12	200—250	24	11	32	32	200		
5	25	—	200—250	—	—	32	—	200		
6	32	—	250	—	—	40	—	250		
7	32	—	250	—	—	40	—	300		

Observación. Las dimensiones D y S son las mínimas recomendadas.

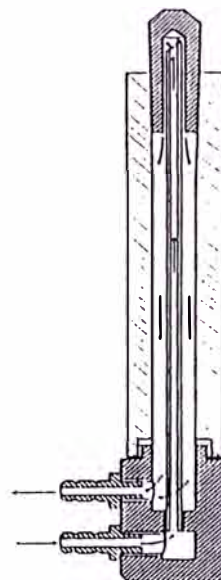




Porta-electrodos.  
Algunas dimensiones standarizadas.

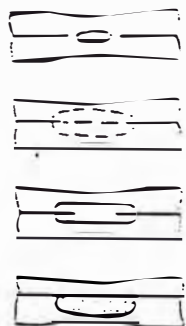



Circulación de agua  
en un electrodo.










Porta-electrodo  
con su circulación de agua.


Principales defectos de las soldaduras por puntos y de costura y métodos para detectarlos

Defecto	Causas de formación de los defectos	Métodos para detectar los defectos
<p>Ausencia de penetración de soldadura o penetración incompleta (dimensiones insuficientes de la zona fundida)</p> 	<p>La corriente de soldadura es pequeña y el esfuerzo de compresión es grande. El esfuerzo forjador se aplica antes de que se desconecte la corriente de soldadura. Está desgastada la superficie de trabajo de los electrodos. Un punto se sitúa muy cerca del otro anteriormente soldado. En proceso de soldadura un electrodo (rodillo) tocó la pared vertical (del perfil). Hay grandes huecos entre las piezas. Existe una fuerte expulsión interior. Es excesivo el espesor de la capa de plaqueado</p>	<p>Al tomar las muestras de pruebas tecnológicas, al realizar la inspección exterior, el control con ayuda de la sonda, la separación local del borde de la pieza mediante el ensayador, la medición del diámetro de la huella del electrodo. Radiografía. Valiéndose de los aparatos que controlan los parámetros del proceso de soldadura</p>
<p>Grietas exteriores</p> 	<p>Es grande la corriente de soldadura. Es pequeño el esfuerzo de compresión. Es pequeño el esfuerzo forjador. La superficie de las piezas o de los electrodos está sucia. Es grande la resistencia de contacto de las piezas</p>	<p>La inspección exterior a simple vista o con lupa. Radiografía</p>

Anexo A.10

Defecto	Causas de formación de los defectos	Métodos para detectar los defectos
<p>Superficie oscura (oxidada) del punto (de la costura)</p> 	<p>La corriente de soldadura es grande. La duración del impulso es larga. El esfuerzo de compresión es pequeño. La superficie de la pieza o del electrodo es sucia</p>	<p>Inspección exterior a simple vista</p>
<p>Roturas y grietas exteriores del metal cerca de los bordes de la solapa</p> 	<p>Los puntos (la costura) se sitúan muy cerca del borde de costura. La solapa es pequeña</p>	<p>Inspección exterior a simple vista o con lupa</p>
<p>Las abolladuras dejadas por el electrodo son exageradas</p> 	<p>La dimensión de la superficie de trabajo de los electrodos (rodillos), es pequeña. Las dimensiones de la zona de fusión son grandes. La expulsión interior es muy fuerte. El esfuerzo forjador es excesivo. Los electrodos están instalados incorrectamente</p>	<p>Inspección exterior y medición de la profundidad de la abolladura con ayuda del indicador</p>
<p>Expulsión exterior o interior</p> 	<p>El esfuerzo de compresión es pequeño. La corriente o la duración del impulso son excesivas. La superficie de la pieza o la de los electrodos es sucia. Los electrodos están colocados incorrectamente</p>	<p>Inspección exterior a simple vista. Radiografía</p>

Defecto	Causas de formación de los defectos	Métodos para detectar los defectos
Grietas y cavidades interiores 	El esfuerzo de compresión es insuficiente. El esfuerzo forjador es pequeño. La conexión del esfuerzo forjador se retrasa. La superficie de las piezas o la de los electrodos es sucia. La corriente o la duración del impulso son excesivas. La resistencia de contacto de las piezas es grande.	Radiografía. Inspección exterior de la unión después de la destrucción.
Grandes huecos entre las piezas 	Grandes huecos durante el montaje. La presión de los electrodos es grande. La elección de electrodos es incorrecta. El esfuerzo forjador se aplica antes de la desconexión de la corriente. Tuvo lugar una expulsión interior.	Inspección exterior. medición de huecos con ayuda de sonda.
Extrusión del metal en la superficie de los puntos (de las costuras) 	El régimen de soldadura es forzado. Los electrodos están colocados incorrectamente.	Inspección exterior.

Defecto	Causas de formación de los defectos	Métodos para detectar los defectos
Forma incorrecta de la zona fundida en el plano de unión 	Mala preparación de la superficie. Los electrodos están colocados incorrectamente.	Según muestras de prueba tecnológica.
Quemadura pasante	Es insuficiente o está ausente el esfuerzo de compresión de los electrodos en momento de circular la corriente. La mano de fondo o la cola son secas. La superficie de las piezas está oxidada o fuertemente ensuciada. Excesivos huecos hechos durante el montaje.	Inspección exterior a simple vista.
Arranque de los puntos	Son excesivas tensiones entre las piezas que resultan después de la soldadura a consecuencia de su montaje incorrecto o en proceso de enderezamiento.	Idem.
Desplazamiento de los puntos de costura desde la línea trazada	El trabajo negligente del soldador.	Inspección exterior usando herramienta de medida.

## **ANEXO B**

B.1 Ciclos de Instrucción y % de generación de Baúdios.

B.2 Diagrama de Tiempos de las Instrucciones.

B.3 Juego de Instrucciones del 8048AH - 8748AH

B.4 Características Generales del 8748H.

## SINGLE COMPONENT MCS<sup>®</sup>-48 SYSTEM

Table 2. Baud Rate Generation

Frequency (MHz)		$T_{cy}$	$T_0$ Prr(1/5 $T_{cy}$ )	Timer Prescaler (32 $T_{cy}$ )
4		3.75 $\mu$ s	750ns	120 $\mu$ s
6		2.50 $\mu$ s	500ns	80 $\mu$ s
8		1.88 $\mu$ s	375ns	60.2 $\mu$ s
11		1.36 $\mu$ s	275ns	43.5 $\mu$ s
Baud Rate	4 MHz Timer Counts + Instr. Cycles	6 MHz Timer Counts + Instr. Cycles	8 MHz Timer Counts + Instr. Cycles	11 MHz Timer Counts + Instr. Cycles
110	75 + 24 Cycles .01% Error	113 + 20 Cycles .01% Error	151 + 3 Cycles .01% Error	208 + 28 Cycles .01% Error
300	27 + 24 Cycles .1% Error	41 + 21 Cycles .03% Error	55 + 13 Cycles .01% Error	76 + 18 Cycles .04% Error
1200	6 + 30 Cycles .1% Error	10 + 13 Cycles .1% Error	12 + 27 Cycles .06% Error	19 + 4 Cycles .12% Error
1800	4 + 20 Cycles .1% Error	6 + 30 Cycles .1% Error	9 + 7 Cycles .17% Error	12 + 24 Cycles .12% Error
2400	3 + 15 Cycles .1% Error	5 + 6 Cycles .4% Error	6 + 24 Cycles .29% Error	9 + 18 Cycles .12% Error
4800	1 + 23 Cycles 1.0% Error	2 + 19 Cycles .4% Error	3 + 14 Cycles .74% Error	4 + 25 Cycles .12% Error

Figure 11. 8048AH/8049AH Instruction Timing Diagram

INSTRUCTION	CYCLE 1					CYCLE 2				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
IN A,P	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	-	-	READ PORT	-	-	-
OUTL P,A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	OUTPUT TO PORT	-	-	-	-	-
ANLP, = DATA	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	READ PORT	FETCH IMMEDIATE DATA	-	INCREMENT PROGRAM COUNTER	*OUTPUT TO PORT	-
ORL P, = DATA	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	READ PORT	FETCH IMMEDIATE DATA	-	INCREMENT PROGRAM COUNTER	*OUTPUT TO PORT	-
INS A, BUS	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	INCREMENT TIMER	-	-	READ PORT	-	-	-
OUTL BUS, A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	INCREMENT TIMER	OUTPUT TO PORT	-	-	-	-	-
ANL BUS, = DATA	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	READ PORT	FETCH IMMEDIATE DATA	-	INCREMENT PROGRAM COUNTER	*OUTPUT TO PORT	-
ORL BUS, = DATA	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	*INCREMENT TIMER	READ PORT	FETCH IMMEDIATE DATA	-	INCREMENT PROGRAM COUNTER	*OUTPUT TO PORT	-
MOVX @R,A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT RAM ADDRESS	INCREMENT TIMER	OUTPUT DATA TO RAM	-	-	-	-	-
MOVX A,@R	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT RAM ADDRESS	INCREMENT TIMER	-	-	READ DATA	-	-	-
MOVD A,P <sub>1</sub>	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT OP CODE/ADDRESS	INCREMENT TIMER	-	-	READ P2 LOWER	-	-	-
MOVD P <sub>1</sub> ,A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT OP CODE/ADDRESS	INCREMENT TIMER	OUTPUT DATA TO P2 LOWER	-	-	-	-	-
ANLD P,A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT OP CODE/ADDRESS	INCREMENT TIMER	OUTPUT DATA	-	-	-	-	-
ORLD P,A	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	OUTPUT OP CODE/ADDRESS	INCREMENT TIMER	OUTPUT DATA	-	-	-	-	-
J(CONDITIONAL)	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	SAMPLE CONDITION	*INCREMENT SAMPLE	-	FETCH IMMEDIATE DATA	-	UPDATE PROGRAM COUNTER	-	-
STRT T STRT CNT	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	-	START COUNTER	-	-	-	-	-
STOP TCNT	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	-	STOP COUNTER	-	-	-	-	-
ENI	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	* ENABLE INTERRUPT	-	-	-	-	-	-
DIS I	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	* DISABLE INTERRUPT	-	-	-	-	-	-
ENTO CLK	FETCH INSTRUCTION	INCREMENT PROGRAM COUNTER	-	* ENABLE CLOCK	-	-	-	-	-	-

\*VALID INSTRUCTION ADDRESSES ARE OUTPUT AT THIS TIME IF EXTERNAL PROGRAM MEMORY IS BEING ACCESSED.

(1) IN LATER MCS-48 DEVICES T1 IS SAMPLED IN S4.

### ADD A,R<sub>r</sub> Add Register Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	0	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 68H-6FH

Description: The contents of register 'r' are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + (Rr)$   $r = 0-7$

Example: ADDR<sub>6</sub>: ADD A,R6 ;ADD REG 6 CONTENTS  
;TO ACC

### ADD A,@R<sub>i</sub> Add Data Memory Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	0	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 60H-61H

Description: The contents of the resident data memory location addressed by register 'i' bits 0-5\*\* are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + ((Ri))$   $i = 0-1$

Example: ADDM: MOV R0,#01FH ;MOVE '1F' HEX TO REG 0  
ADD A,@R0 ;ADD VALUE OF LOCATION  
;31 TO ACC

### ADD A,#data Add Immediate Data to Accumulator

Encoding: 

0	0	0	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

 03H

Description: This is a 2-cycle instruction. The specified data is added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + \text{data}$

Example: ADDID: ADD A,#ADDER: ;ADD VALUE OF SYMBOL  
;ADDER' TO ACC

### ADDC A,R<sub>r</sub> Add Carry and Register Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	1	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 78H-7FH

Description: The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. The contents of register 'r' are then added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + (Rr) + (C)$   $r = 0-7$

Example: ADDR<sub>4</sub>GC: ADDC A,R4 ;ADD CARRY AND REG 4  
;CONTENTS TO ACC

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH

B.3

### ADDC A,@R<sub>i</sub> Add Carry and Data Memory Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	1	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 70H-71H

Description: The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. Then the contents of the resident data memory location addressed by register 'i' bits 0-5\*\* are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + ((Ri)) + (C)$   $i = 0-1$

Example: ADDMC: MOV R1,#40 ;MOVE '40' DEC TO REG 1  
ADDC A,@R1 ;ADD CARRY AND LOCATION 40  
;CONTENTS TO ACC

### ADDC A,@data Add Carry and Immediate Data to Accumulator

Encoding: 

0	0	0	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

 13H

Description: This is a 2-cycle instruction. The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. Then the specified data is added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + \text{data} + (C)$

Example: ADDC A,#225 ;ADD CARRY AND '225' DEC  
;TO ACC

### ANL A,R<sub>r</sub> Logical AND Accumulator with Register Mask

Encoding: 

0	1	0	1	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 58H-5FH

Description: Data in the accumulator is logically ANDed with the mask contained in working register 'r'.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ AND } (Rr)$   $r = 0-7$

Example: ANDREG: ANL A,R3 ;'AND' ACC CONTENTS WITH MASK  
;IN REG 3

### ANL A,@R<sub>i</sub> Logical AND Accumulator with memory Mask

Encoding: 

0	1	0	1	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 50H-51H

Description: Data in the accumulator is logically ANDed with the mask contained in the data memory location referenced by register 'i' bits 0-5\*\*.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ AND } ((Ri))$   $i = 0-1$

Example: ANDDM: MOV R0,#03FH ;MOVE '3F' HEX TO REG 0  
ANL A,@R0 ;'AND' ACC CONTENTS WITH  
;MASK IN LOCATION 63

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH

### ADD A,R<sub>r</sub> Add Register Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	0	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 68H-6FH

Description: The contents of register 'r' are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + (Rr)$   $r = 0-7$

Example: ADDR<sub>6</sub>: ADD A,R6 ;ADD REG 6 CONTENTS  
;TO ACC

### ADD A,@R<sub>i</sub> Add Data Memory Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	0	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 60H-61H

Description: The contents of the resident data memory location addressed by register 'i' bits 0-5\*\* are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + ((Ri))$   $i = 0-1$

Example: ADDM: MOV R0, #01FH ;MOVE '1F' HEX TO REG 0  
ADD A, @R0 ;ADD VALUE OF LOCATION  
;31 TO ACC

### ADD A,#data Add Immediate Data to Accumulator

Encoding: 

0	0	0	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

 03H

Description: This is a 2-cycle instruction. The specified data is added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + \text{data}$

Example: ADDID: ADD A,#ADDER: ;ADD VALUE OF SYMBOL  
;ADDER' TO ACC

### ADDC A,R<sub>r</sub> Add Carry and Register Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	1	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 78H-7FH

Description: The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. The contents of register 'r' are then added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + (Rr) + (C)$   $r = 0-7$

Example: ADDR<sub>4</sub>GC: ADDC A,R4 ;ADD CARRY AND REG 4  
;CONTENTS TO ACC

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH

B.3

### ADDC A,@R<sub>i</sub> Add Carry and Data Memory Contents to Accumulator

Encoding: 

0	1	1	1	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 70H-71H

Description: The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. Then the contents of the resident data memory location addressed by register 'i' bits 0-5\*\* are added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + ((Ri)) + (C)$   $i = 0-1$

Example: ADDMC: MOV R1,#40 ;MOVE '40' DEC TO REG 1  
ADDC A,@R1 ;ADD CARRY AND LOCATION 40  
;CONTENTS TO ACC

### ADDC A,@data Add Carry and Immediate Data to Accumulator

Encoding: 

0	0	0	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

 13H

Description: This is a 2-cycle instruction. The content of the carry bit is added to accumulator location 0 and the carry bit cleared. Then the specified data is added to the accumulator. Carry is affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + \text{data} + (C)$

Example: ADDC A,#225 ;ADD CARRY AND '225' DEC  
;TO ACC

### ANL A,R<sub>r</sub> Logical AND Accumulator with Register Mask

Encoding: 

0	1	0	1	1	r	r	r
---	---	---	---	---	---	---	---

 58H-5FH

Description: Data in the accumulator is logically ANDed with the mask contained in working register 'r'.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ AND } (Rr)$   $r = 0-7$

Example: ANDREG: ANL A,R3 ;'AND' ACC CONTENTS WITH MASK  
;IN REG 3

### ANL A,@R<sub>i</sub> Logical AND Accumulator with memory Mask

Encoding: 

0	1	0	1	0	0	0	i
---	---	---	---	---	---	---	---

 50H-51H

Description: Data in the accumulator is logically ANDed with the mask contained in the data memory location referenced by register 'i' bits 0-5\*\*.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ AND } ((Ri))$   $i = 0-1$

Example: ANDDM: MOV R0,#03FH ;MOVE '3F' HEX TO REG 0  
ANL A, @R0 ;'AND' ACC CONTENTS WITH  
;MASK IN LOCATION 63

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH



**ANL A,#data Logical AND Accumulator with Immediate Mask**

Encoding: 

0	1	0	1
---	---	---	---

0	0	1	1
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 53H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data in the accumulator is logically ANDed with an immediately-specified mask.

**Operation:** (A) ← (A) AND data

**Examples:** ANDID: ANL A,#0AFH           ;AND' ACC CONTENTS  
  ;WITH MASK 10101111  
  ;AND' ACC CONTENTS  
  ;WITH VALUE OF EXP  
  ;'3 + XY/Y'

**ANL BUS,#data\* Logical AND BUS with Immediate Mask**

Encoding: 

1	0	0	1
---	---	---	---

1	0	0	0
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 98H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on the BUS port is logically ANDed with an immediately-specified mask. This instruction assumes prior specification of an 'OUTL BUS, A' instruction.

**Operation:** (BUS) ← (BUS) AND data

**Example:** ANDBUS: ANL BUS,#MASK       ;AND' BUS CONTENTS  
  ;WITH MASK EQUAL VALUE  
  ;OF SYMBOL 'MASK'

**ANL Pp,#data Logical AND Port 1-2 with Immediate Mask**

Encoding: 

1	0	0	1
---	---	---	---

1	0	p	p
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 99H-9AH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on port 'p' is logically ANDed with an immediately-specified mask.

**Operation:** (Pp) ← (Pp) AND DATA       p = 1-2

**Example:** ANDP2: ANL P2,#0F0H       ;AND' PORT 2 CONTENTS  
  ;WITH MASK 'F0' HEX  
  ;(CLEAR P20-23)

\* For use with internal program memory ONLY.

**ANLD Pp,A Logical AND Port 4-7 with Accumulator Mask**

Encoding: 

1	0	0	1
---	---	---	---

1	1	p	p
---	---	---	---

 9CH-9FH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on port 'p' is logically ANDed with the digit mask contained in accumulator bits 0-3.

**Operation:** (Pp) ← (Pp) AND (A0-3)       p = 4-7

Note: The mapping of port 'p' to opcode bits 0-1 is as follows:

1 0	Port
0 0	4
0 1	5
1 0	6
1 1	7

**Example:** ANDP4: ANLD P4,A           ;AND' PORT 4 CONTENTS  
  ;WITH ACC BITS 0-3

**CALL address Subroutine Call**

Encoding: 

a <sub>10</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>8</sub>	1
-----------------	----------------	----------------	---

0	1	0	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

Page   Hex Op Code

0	14
1	34
2	54
3	74
4	94
5	B4
6	D4
7	F4

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The program counter and PSW bits 4-7 are saved in the stack. The stack pointer (PSW bits 0-2) is updated. Program control is then passed to the location specified by 'address'. PC bit 11 is determined by the most recent SEL MB instruction.

A CALL cannot begin in locations 2046-2047 or 4094-4095. Execution continues at the instruction following the CALL upon return from the subroutine.

**Operation:** ((SP)) ← (PC), (PSW<sub>4-7</sub>)  
(SP) ← (SP) + 1  
(PC<sub>8-10</sub>) ← (addr<sub>8-10</sub>)  
(PC<sub>0-7</sub>) ← (addr<sub>0-7</sub>)  
(PC<sub>11</sub>) ← DBF

**Example:** Add three groups of two numbers. Put subtotals in locations 50, 51 and total in location 52.

```

MOV R0,#50      ;MOVE '50' DEC TO ADDRESS
                ;REG 0
BEGADD: MOV A,R1 ;MOVE CONTENTS OF REG 1
                ;TO ACC
        ADD A,R2  ;ADD REG 2 TO ACC
        CALL SUBTOT ;CALL SUBROUTINE 'SUBTOT'
        ADDC A,R3 ;ADD REG 3 TO ACC
        ADDC A,R4 ;ADD REG 4 TO ACC
        CALL SUBTOT ;CALL SUBROUTINE 'SUBTOT'
        ADDC A,R5 ;ADD REG 5 TO ACC
        ADDC A,R6 ;ADD REG 6 TO ACC
        CALL SUBTOT ;CALL SUBROUTINE 'SUBTOT'
SUBTOT: MOV @R0,A ;MOVE CONTENTS OF ACC TO
                ;LOCATION ADDRESSED BY
                ;REG 0
        INC R0   ;INCREMENT REG 0
        RET     ;RETURN TO MAIN PROGRAM

```

#### CLR A Clear Accumulator

Encoding: 

0	0	1	0
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 27H

Description: The contents of the accumulator are cleared to zero.

Operation:  $A \leftarrow 0$

#### CLR C Clear Carry Bit

Encoding: 

1	0	0	1
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 97H

Description: During normal program execution, the carry bit can be set to one by the ADD, ADDC, RLC, CPL C, RRC, and DAA instructions. This instruction resets the carry bit to zero.

Operation:  $C \leftarrow 0$

#### CLR F1 Clear Flag 1

Encoding: 

1	0	1	0
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 A5H

Description: Flag 1 is cleared to zero.

Operation:  $(F1) \leftarrow 0$

#### CLR F0 Clear Flag 0

Encoding: 

1	0	0	0
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 85H

Description: Flag 0 is cleared to zero.

Operation:  $(F0) \leftarrow 0$

#### CPL A Complement Accumulator

Encoding: 

0	0	1	1
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 37H

Description: The contents of the accumulator are complemented. This is strictly a one's complement. Each one is changed to zero and vice-versa.

Operation:  $(A) \leftarrow \text{NOT } (A)$

Example: Assume accumulator contains 01101010.

CPLA: CPL A ;ACC CONTENTS ARE COMPLEMENTED TO 10010101

#### CPL C Complement Carry Bit

Encoding: 

1	0	1	0
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 A7H

Description: The setting of the carry bit is complemented; one is changed to zero, and zero is changed to one.

Operation:  $(C) \leftarrow \text{NOT } (C)$

Example: Set C to one; current setting is unknown.

CTO1: CLR C ;C IS CLEARED TO ZERO  
CPL C ;C IS SET TO ONE

#### CPL F0 Complement Flag 0

Encoding: 

1	0	0	1
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 95H

Description: The setting of flag 0 is complemented; one is changed to zero, and zero is changed to one.

Operation:  $F0 \leftarrow \text{NOT } (F0)$

#### CPL F1 Complement Flag 1

Encoding: 

1	0	1	1
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 B5H

Description: The setting of flag 1 is complemented; one is changed to zero, and zero is changed to one.

Operation:  $(F1) \leftarrow \text{NOT } (F1)$

**DA A Decimal Adjust Accumulator**Encoding: 

0	1	0	1
0	1	1	1

 57H

**Description:** The 8-bit accumulator value is adjusted to form two 4-bit Binary Coded Decimal (BCD) digits following the binary addition of BCD numbers. The carry bit C is affected. If the contents of bits 0-3 are greater than nine, or if AC is one, the accumulator is incremented by six.

The four high-order bits are then checked. If bits 4-7 exceed nine, or if C is one, these bits are increased by six. If an overflow occurs, C is set to one.

**Example:** Assume accumulator contains 10011011.

```

DA A                ;ACC Adjusted to 00000001
                   ;WITH C SET

C AC 7      4 3      0
0 0 1 0 0 1 1 0 1 1
      0 0 0 0 0 1 1 0      ADD SIX TO BITS 0-7
0 1 1 0 1 0 0 0 0 1
      0 1 1 0              ADD SIX TO BITS 4-7
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1      OVERFLOW TO C

```

**DEC A Decrement Accumulator**Encoding: 

0	0	0	0
0	1	1	1

 07H

**Description:** The contents of the accumulator are decremented by one. The carry flag is not affected.

**Operation:** (A) ← (A) - 1

**Example:** Decrement contents of external data memory location 63.

```

MOV R0,#3FH        ;MOVE '3F' HEX TO REG 0
MOVX A,@R0         ;MOVE CONTENTS OF
                   ;LOCATION 63 TO ACC
DEC A              ;DECREMENT ACC
MOVX @R0,A        ;MOVE CONTENTS OF ACC TO
                   ;LOCATION 63 IN EXPANDED
                   ;MEMORY

```

**DEC Rr Decrement Register**Encoding: 

1	1	0	0
1	r	r	r

 C8H-CFH

**Description:** The contents of working register 'r' are decremented by one.

**Operation:** (Rr) ← (Rr) - 1      r = 0-7

**Example:** DEC R1: DEC R1      ;DECREMENT CONTENTS OF REG 1

**DIS I External Interrupt**Encoding: 

0	0	0	1
0	1	0	1

 15H

**Description:** External interrupts are disabled. A low signal on the interrupt input pin has no effect.

**DIS TCNTI Disable Timer/Counter Interrupt**Encoding: 

0	0	1	1
0	1	0	1

 35H

**Description:** Timer/counter interrupts are disabled. Any pending timer interrupt request is cleared. The interrupt sequence is not initiated by an overflow, but the timer flag is set and time accumulation continues.

**DJNZ Rr, address Decrement Register and Test**Encoding: 

1	1	1	0
1	r	r	r

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>

 E8H-EFH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Register 'r' is decremented, then tested for zero. If the register contains all zeros, program control falls through to the next instruction. If the register contents are not zero, control jumps to the specified 'address'.

The address in this case must evaluate to 8-bits, that is, the jump must be to a location within the current 256-location page.

**Example:** (Rr) ← (Rr) - 1      r = 0-7

If Rr not 0

(PC<sub>0-7</sub>) ← addr

Note: A 12-bit address specification does not cause an error if the DJNZ instruction and the jump target are on the same page. If the DJNZ instruction begins in location 255 of a page, it must jump to a target address on the following page.

**Example:** Increment values in data memory locations 50-54.

```

MOV R0,#50        ;MOVE '50' DEC TO ADDRESS
                  ;REG 0
MOV R3,#5         ;MOVE '5' DEC TO COUNTER
                  ;REG 3
INCRT: INC @R0    ;INCREMENT CONTENTS OF
                  ;LOCATION ADDRESSED BY
                  ;REG 0
                  INC R0      ;INCREMENT ADDRESS IN REG 0
                  DJNZ R3, INCRT ;DECREMENT REG 3 — JUMP TO
                  ;'INCRT' IF REG 3 NONZERO
                  NEXT —    ;'NEXT' ROUTINE EXECUTED
                  ;IF R3 IS ZERO

```

**EN I Enable External Interrupt**

Encoding: 

0	0	0	0
0	1	0	1

 05H

Description: External interrupts are enabled. A low signal on the interrupt input pin initiates the interrupt sequence.

**EN TCNTI Enable Timer/Counter Interrupt**

Encoding: 

0	0	1	0
0	1	0	1

 25H

Description: Timer/counter interrupts are enabled. An overflow of the timer/counter initiates the interrupt sequence.

**ENT0 CLK Enable Clock Output**

Encoding: 

0	1	1	1
0	1	0	1

 75H

Description: The fest 0 pin is enabled to act as the clock output. This function is disabled by a system reset.

Example: EMTST0: ENT0 CLK ;ENABLE T0 AS CLOCK OUTPUT

**IN A,Pp Input Port or Data to Accumulator**

Encoding: 

0	0	0	0
1	0	p	p

 09H-0AH

Description: This is a 2-cycle instruction. Data present on port 'p' is transferred (read) to the accumulator.

Operation:  $(A) \leftarrow (Pp)$  p = 1-2  
 INP12: IN A,P1 ;INPUT PORT 1 CONTENTS TO ACC  
 MOV R6,A ;MOVE ACC CONTENTS TO REG 6  
 IN A,P2 ;INPUT PORT 2 CONTENTS TO ACC  
 MOV R7,A ;MOVE ACC CONTENTS TO REG 7

**INC A Increment Accumulator**

Encoding: 

0	0	0	1
0	1	1	1

 17H

Description: The contents of the accumulator are incremented by one. Carry is not affected.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) + 1$

Example: Increment contents of location 100 in external data memory.

```
INCA: MOV R0,#100 ;MOVE '100' DEC TO ADDRESS REG 0
      MOVX A,@R0 ;MOVE CONTENTS OF LOCATION
                ;100 TO ACC
      INC A ;INCREMENT A
      MOVX @R0,A ;MOVE ACC CONTENTS TO
                ;LOCATION 101
```

**INC R<sub>r</sub> increment Register**

Encoding: 

0	0	0	1
1	r	r	r

 18H-1FH

Description: The contents of working register 'r' are incremented by one.

Operation:  $(Rr) \leftarrow (Rr) + 1$  r = 0-7

Example: INCR0: INC R0 ;INCREMENT CONTENTS OF REG 0

**INC @R<sub>i</sub> Increment Data Memory Location**

Encoding: 

0	0	0	1
0	0	0	i

 10H-11H

Description: The contents of the resident data memory location addressed by register 'i' bits 0-5\*\* are incremented by one.

Operation:  $((Ri)) \leftarrow ((Ri)) + 1$  i = 0-1

Example: INCDM: MOV R1,#03FH ;MOVE ONES TO REG 1  
 INC @R1 ;INCREMENT LOCATION 63

**INS A,BUS\* Strobed Input of BUS Data to Accumulator**

Encoding: 

0	0	0	0
1	0	0	0

 08H

Description: This is a 2-cycle instruction. Data present on the BUS port is transferred (read) to the accumulator when the RD pulse is dropped. (Refer to section on programming memory expansion for details.)

Operation:  $(A) \leftarrow (BUS)$

Example: INPBUS: INS A,BUS ;INPUT BUS CONTENTS TO ACC

\* For use with internal program memory ONLY.

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H

0-6 in 8049AH/8749H

0-7 in 8050AH

**JBb address Jump If Accumulator Bit Is Set**

Encoding: 

b2	b1	b0	1
----	----	----	---

0	0	1	0
---	---	---	---

a7	a6	a5	a4
----	----	----	----

a3	a2	a1	a0
----	----	----	----

 76H

Accumulator Bit	Hex Op Code
0	12
1	32
2	52
3	72
4	92
5	B2
6	D2
7	F2

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if accumulator bit 'b' is set to one.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If Bb = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If Bb = 0

**Example:** JB4IS1: JB4 NEXT ;JUMP TO 'NEXT' ROUTINE  
 ;IF ACC BIT 4 = 1

**JC address Jump If Carry Is Set**

Encoding: 

1	1	1	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a7	a6	a5	a4
----	----	----	----

a3	a2	a1	a0
----	----	----	----

 F6H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the carry bit is set to one.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If C = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If C = 0

**Example:** JC1: JC OVFLOW ;JUMP TO 'OVFLOW' ROUTINE  
 ;IF C = 1

**JF0 address Jump If Flag 0 Is Set**

Encoding: 

1	0	1	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a7	a6	a5	a4
----	----	----	----

a3	a2	a1	a0
----	----	----	----

 B6H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if flag 0 is set to one.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If F0 = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If F0 = 0

**Example:** JF0IS1: JF0 TOTAL ;JUMP TO 'TOTAL' ROUTINE IF F0 = 1

**JF1 address Jump If Flag 1 Is Set**

Encoding: 

0	1	1	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a7	a6	a5	a4
----	----	----	----

a3	a2	a1	a0
----	----	----	----

 76H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if flag 1 is set to one.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If F1 = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If F1 = 0

**Example:** JF1IS1: JF1 FILBUF ;JUMP TO 'FILBUF'  
 ;ROUTINE IF F1 = 1

**JMP address Direct Jump within 2K Block**

Encoding: 

a10	a9	a8	0
-----	----	----	---

0	1	0	0
---	---	---	---

a7	a6	a5	a4
----	----	----	----

a3	a2	a1	a0
----	----	----	----

Page Hex Op Code

0	04
1	24
2	44
3	64
4	84
5	A4
6	C4
7	E4

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Bits 0-10 of the program counter are replaced with the directly-specified address. The setting of PC bit 11 is determined by the most recent SELECT MB instruction.

**Operation:**  $(PC_{8-10}) \leftarrow \text{addr 8-10}$   
 $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr 0-7}$   
 $(PC_{11}) \leftarrow \text{DBF}$

**Example:** JMP SUBTOT ;JUMP TO SUBROUTINE 'SUBTOT'  
 JMP \$-6 ;JUMP TO INSTRUCTION SIX  
 ;LOCATIONS BEFORE CURRENT  
 ;LOCATION  
 JMP 2FH ;JUMP TO ADDRESS '2F' HEX

**JMPP @A Indirect Jump within Page**

Encoding: 

1	0	1	1
---	---	---	---

0	0	1	1
---	---	---	---

 B3H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The contents of the program memory location pointed to by the accumulator are substituted for the 'page' portion of the program counter (PC bits 0-7).

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow ((A))$

**Example:** Assume accumulator contains 0FH.

JMPPAG: JMPP @A ;JUMP TO ADDRESS STORED IN  
;LOCATION 15 IN CURRENT PAGE

#### JNC address Jump If Carry Is Not Set

**Encoding:**

1	1	1	0
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 E6H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the carry bit is not set, that is, equals zero.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If C = 0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If C = 1

**Example:** JC0: JNC NOVFLO ;JUMP TO 'NOVFLO' ROUTINE  
;IF C = 0

#### JNI address Jump If Interrupt Input Is Low

**Encoding:**

1	0	0	0
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 86H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the interrupt input signal is low (= 0), that is, an external interrupt has been signaled. (This signal initiates an interrupt service sequence if the external interrupt is enabled.)

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If I = 0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If I = 1

**Example:** LOC 3: JNI EXTINT ;JUMP TO 'EXTINT' ROUTINE  
;IF I = 0

#### JNT0 address Jump If Test 0 Is Low

**Encoding:**

0	0	1	0
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 26H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address, if the test 0 signal is low.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If T0 = 0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If T0 = 1

**Example:** JT0LOW: JNT0 60 ;JUMP TO LOCATION 60 DEC  
;IF T0 = 0

#### JNT1 address Jump If Test 1 Is Low

**Encoding:**

0	1	0	0
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 46H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address, if the test 1 signal is low.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If T1 = 0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If T1 = 1

#### JNZ Address Jump If Accumulator Is Not Zero

**Encoding:**

1	0	0	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 96H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the accumulator contents are nonzero at the time this instruction is executed.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If A  $\neq$  0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If A = 0

**Example:** JACCN0: JNZ 0ABH ;JUMP TO LOCATION 'AB' HEX  
;IF ACC VALUE IS NONZERO

#### JTF address Jump If Timer Flag Is Set

**Encoding:**

0	0	0	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 16H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the timer flag is set to one, that is, the timer/counter register has overflowed. Testing the timer flag resets it to zero. (This overflow initiates an interrupt service sequence if the timer-overflow interrupt is enabled.)

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If TF = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If TF = 0

**Example:** JTF1: JTF TIMER ;JUMP TO 'TIMER' ROUTINE  
;IF TF = 1

#### JT0 address Jump If Test 0 Is High

**Encoding:**

0	0	1	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 36H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the test 0 signal is high (= 1).

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If T0 = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If T0 = 0

**Example:** JT0HI: JT0 53 ;JUMP TO LOCATION 53 DEC  
;IF T0 = 1

**JT1 address Jump If Test 1 Is High**

Encoding: 

0	1	0	1
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 56H

Description: This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the test 1 signal is high (= 1).

Operation:  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If T1 = 1  
 $(PC) = (PC) + 2$  If T1 = 0

Example: JT1HI: JT1 COUNT ;JUMP TO 'COUNT' ROUTINE  
 ;IF T1 = 1

**JZ address Jump If Accumulator Is Zero**

Encoding: 

1	1	0	0
---	---	---	---

0	1	1	0
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 C6H

Description: This is a 2-cycle instruction. Control passes to the specified address if the accumulator contains all zeros at the time this instruction is executed.

Operation:  $(PC_{0-7}) \leftarrow \text{addr}$  If A = 0  
 $(PC) = (PC) + 2$  If A ≠ 1

Example: JACCO: JZ 0A3H ;JUMP TO LOCATION 'A3' HEX  
 ;IF ACC VALUE IS ZERO

**MOV A,#data Move Immediate Data to Accumulator**

Encoding: 

0	0	1	0
---	---	---	---

0	0	1	1
---	---	---	---

a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 23H

Description: This is a 2-cycle instruction. The 8-bit value specified by 'data' is loaded in the accumulator.

Operation:  $(A) \leftarrow \text{data}$

Example: MOV A,#0A3H ;MOVE 'A3' HEX TO ACC

**MOV A,PSW Move PSW Contents to Accumulator**

Encoding: 

1	1	0	0
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 C7H

Description: The contents of the program status word are moved to the accumulator.

Operation:  $(A) \leftarrow (\text{PSW})$

Example: Jump to 'RB1SET' routine if PSW bank switch, bit 4, is set.  
 BSCHK: MOV A,PSW ;MOVE PSW CONTENTS TO ACC  
 JB4 RB1SET ;JUMP TO 'RB1SET' IF ACC BIT 4 = 1

**MOV A,R<sub>r</sub> Move Register Contents to Accumulator**

Encoding: 

1	1	1	1
---	---	---	---

1	r	r	r
---	---	---	---

 F8H-FFH

Description: 8-bits of data are removed from working register 'r' into the accumulator.

Operation:  $(A) \leftarrow (R_r)$  r = 0-7

Example: MAR: MOV A,R3 ;MOVE CONTENTS OF REG 3 TO ACC

**MOV A,@R<sub>i</sub> Move Data Memory Contents to Accumulator**

Encoding: 

1	1	1	1
---	---	---	---

0	0	0	i
---	---	---	---

 F0H-F1H

Description: The contents of the resident data memory location addressed by bits 0-5\*\* of register 'i' are moved to the accumulator. Register 'i' contents are unaffected.

Operation:  $(A) \leftarrow ((R_i))$  i = 0-1

Example: Assume R1 contains 00110110.  
 MADM: MOV A,@R1 ;MOVE CONTENTS OF DATA MEM  
 ;LOCATION 54 TO ACC

**MOV A,T Move Timer/Counter Contents to Accumulator**

Encoding: 

0	1	0	0
---	---	---	---

0	0	1	0
---	---	---	---

 42H

Description: The contents of the timer/event-counter register are moved to the accumulator.

Operation:  $(A) \leftarrow (T)$

Example: Jump to "EXIT" routine when timer reaches '64', that is, when bit 6 set—  
 assuming initialization 64,  
 TIMCHK: MOV A,T ;MOVE TIMER CONTENTS TO ACC  
 JB6 EXIT ;JUMP TO 'EXIT' IF ACC BIT 6 = 1

**MOV PSW,A Move Accumulator Contents to PSW**

Encoding: 

1	1	0	1
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 D7H

Description: The contents of the accumulator are moved into the program status word. All condition bits and the stack pointer are affected by this move.

Operation:  $(\text{PSW}) \leftarrow (A)$

Example: Move up stack pointer by two memory locations, that is, increment the  
 pointer by one.  
 INCPTR: MOV A,PSW ;MOVE PSW CONTENTS TO ACC  
 INC A ;INCREMENT ACC BY ONE  
 MOV PSW,A ;MOVE ACC CONTENTS TO PSW

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
 0-6 in 8049AH/8749H  
 0-7 in 8050AH





**MOVP A,@A Move Current Page Data to Accumulator**

Encoding: 

1	0	1	0
0	0	1	1

 A3H

**Description:** The contents of the program memory location addressed by the accumulator are moved to the accumulator. Only bits 0-7 of the program counter are affected, limiting the program memory reference to the current page. The program counter is restored *following* this operation.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow (A)$   
 $(A) \leftarrow ((PC))$

Note: This is a 1-byte, 2-cycle instruction. If it appears in location 255 of a program memory page, @A addresses a location in the *following* page.

**Example:** MOV128: MOV A,#128 ;MOVE '128' DEC TO ACC  
                   MOV P A,@A ;CONTENTS OF 129th LOCATION IN  
                                   ;CURRENT PAGE ARE MOVED TO ACC

**MOVP3 A,@A Move Page 3 Data to Accumulator**

Encoding: 

1	1	1	0
0	0	1	1

 E3H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The contents of the program memory location (within page 3) addressed by the accumulator are moved to the accumulator. The program counter is restored following this operation.

**Operation:**  $(PC_{0-7}) \leftarrow (A)$   
 $(PC_{8-11}) \leftarrow 0011$   
 $(A) \leftarrow ((PC))$

**Example:** Look up ASCII equivalent of hexadecimal code in table contained at the beginning of page 3. Note that ASCII characters are designated by a 7-bit code; the eighth bit is always reset.

TABSCH: MOV A,#0B8H ;MOVE 'B8' HEX TO ACC (10111000)  
                   ANL A,#7FH ;LOGICAL AND ACC TO MASK BIT  
                                   ;7 (00111000)  
                   MOVP3 A,@A ;MOVE CONTENTS OF LOCATION '38'  
                                   ;HEX IN PAGE 3 TO ACC (ASCII '8')

Access contents of location in page 3 labelled TAB1.

Assume current program location is not in page 3.

TABSCH: MOV A,#LOW TAB 1 ;ISOLATE BITS 0-7 OF LABEL  
                                   ;ADDRESS VALUE  
                   MOVP3 A,@A ;MOVE CONTENTS OF PAGE 3  
                                   ;LOCATION LABELED 'TAB1' TO ACC

**MOVX A,@R<sub>i</sub> Move External-Data-Memory Contents to Accumulator**

Encoding: 

1	0	0	0
0	0	0	i

 80H-81H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The contents of the external data memory location addressed by register 'i' are moved to the accumulator. Register 'i' contents are unaffected. A read pulse is generated.

**Operation:**  $(A) \leftarrow ((R_i))$  i = 0-1

**Example:** Assume R1 contains 01110110.  
                   MAXDM: MOVX A,@R1 ;MOVE CONTENTS OF LOCATION  
                                   ;118 TO ACC

**MOVX @R<sub>i</sub>,A Move Accumulator Contents to External Data Memory**

Encoding: 

1	0	0	1
0	0	0	i

 90H-91H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The contents of the accumulator are moved to the external data memory location addressed by register 'i'. Register 'i' contents are unaffected. A write pulse is generated.

**Operation:**  $((R_i)) \leftarrow A$  i = 0-1

**Example:** Assume R0 contains 11000111.  
                   MXDMA: MOVX @R0,A ;MOVE CONTENTS OF ACC TO  
                                   ;LOCATION 199 IN EXPANDED  
                                   ;DATA MEMORY

**NOP The NOP Instruction**

Encoding: 

0	0	0	0
0	0	0	0

 00H

**Description:** No operation is performed. Execution continues with the following instruction.

**ORL A,R<sub>r</sub> Logical OR Accumulator With Register Mask**

Encoding: 

0	1	0	0
1	r	r	r

 48H-4FH

**Description:** Data in the accumulator is logically ORed with the mask contained in working register 'r'.

**Operation:**  $(A) \leftarrow (A) \text{ OR } (R_r)$  r = 0-7

**Example:** ORREG: ORL A,R4 ;'OR' ACC CONTENTS WITH  
                                   ;MASK IN REG 4

**ORL A,@R<sub>i</sub> Logical OR Accumulator With Memory Mask**

Encoding: 

0	1	0	0
---	---	---	---

0	0	0	i
---	---	---	---

 40H-41H

**Description:** Data in the accumulator is logically ORed with the mask contained in the resident data memory location referenced by register "i", bits 0-5\*\*.

**Operation:** (A) ← (A) OR ((R<sub>i</sub>))                      i = 0-1

**Example:** ORDM: MOV R0,#3FH                      ;MOVE '3F' HEX TO REG 0  
                  ORL A,@R0                         ;'OR' AC CONTENTS WITH MASK  
  ;IN LOCATION 63

**ORL A,#data Logical OR Accumulator With Immediate Mask**

Encoding: 

0	1	0	0
---	---	---	---

0	0	1	1
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 43H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data in the accumulator is logically ORed with an immediately-specified mask.

**Operation:** (A) ← (A) OR data

**Example:** ORID: ORL A,#'X'                      ;'OR' ACC CONTENTS WITH MASK  
  ;01011000 (ASCII VALUE OF 'X')

**ORL BUS,#data\* Logical OR BUS With Immediate Mask**

Encoding: 

1	0	0	0
---	---	---	---

1	0	0	0
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 88H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on the BUS port is logically ORed with an immediately-specified mask. This instruction assumes prior specification on an 'OUTL BUS,A' instruction.

**Operation:** (BUS) ← (BUS) OR data

**Example:** ORBUS: ORL BUS,#HEXMSK            ;'OR' BUS CONTENTS WITH MASK  
  ;EQUAL VALUE OF SYMBOL 'HEXMSK'

**ORL Pp,#data Logical OR Port 1 or 2 With Immediate Mask**

Encoding: 

1	0	0	0
---	---	---	---

1	0	p	p
---	---	---	---

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

 89H-8AH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on port 'p' is logically ORed with an immediately-specified mask.

**Operation:** (Pp) ← (Pp) OR data                      p = 1-2

**Example:** ORP1: ORL P1, #0FFH                ;'OR' PORT 1 CONTENTS WITH MASK  
  ;'FF' HEX (SET PORT 1 TO ALL ONES)

**ORLD Pp,A Logical OR Port 4-7 With Accumulator Mask**

Encoding: 

1	0	0	0
---	---	---	---

1	1	p	p
---	---	---	---

 8CH-8FH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data on port 'p' is logically ORed with the digit mask contained in accumulator bits 0-3.

**Operation:** (Pp) ← (Pp) OR (A<sub>0-3</sub>)                      p = 4-7

**Example:** ORP7: ORLD P7,A                      ;'OR' PORT 7 CONTENTS WITH ACC  
  ;BITS 0-3

**OUTL BUS,A\* Output Accumulator Data to BUS**

Encoding: 

0	0	0	0
---	---	---	---

0	0	1	0
---	---	---	---

 02H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data residing in the accumulator is transferred (written) to the BUS port and latched. The latched data remains valid until altered by another OUTL instruction. Any other instruction requiring use of the BUS port (except INS) destroys the contents of the BUS latch. This includes expanded memory operations (such as the MOVX instruction). Logical operations on BUS data (AND, OR) assume the OUTL BUS,A instruction has been issued previously.

**Operation:** (BUS) ← (A)

**Example:** OUTLBP: OUTL BUS, A                ;OUTPUT ACC CONTENTS TO BUS

**OUTL Pp,A Output Accumulator Data to Port 1 or 2**

Encoding: 

0	0	1	1
---	---	---	---

1	0	p	p
---	---	---	---

 39H-3AH

**Description:** This is a 2-cycle instruction. Data residing in the accumulator is transferred (written) to port 'p' and latched.

**Operation:** (Pp) ← (A)                                      p = 1-2

**Example:** OUTLP: MOV A,R7                      ;MOVE REG 7 CONTENTS TO ACC  
                                  OUTL P2,A                      ;OUTPUT ACC CONTENTS TO PORT 2  
                                  MOV A, R6                      ;MOV REG 6 CONTENTS TO ACC  
                                  OUTL P1,A                      ;OUTPUT ACC CONTENTS TO PORT 1

\* For use with internal program memory ONLY.

\* For use with internal program memory ONLY.

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H

0-6 in 8049AH/8749H

0-7 in 8050AH

**RET Return Without PSW Restore**

Encoding: 

1	0	0	0
0	0	1	1

 83H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The stack pointer (PSW bits 0-2) is decremented. The program counter is then restored from the stack. PSW bits 4-7 are not restored.

**Operation:** (SP) ← (SP)-1  
(PC) ← ((SP))

**RETR Return with PSW Restore**

Encoding: 

1	0	0	1
0	0	1	1

 93H

**Description:** This is a 2-cycle instruction. The stack pointer is decremented. The program counter and bits 4-7 of the PSW are then restored from the stack. Note that RETR should be used to return from an interrupt, but should not be used within the interrupt service routine as it signals the end of an interrupt routine by resetting the Interrupt in Progress flip-flop.

**Operation:** (SP) ← (SP)-1  
(PC) ← ((SP))  
(PSW 4-7) ← ((SP))

**RL A Rotate Left without Carry**

Encoding: 

1	1	1	0
0	1	1	1

 E7H

**Description:** The contents of the accumulator are rotated left one bit. Bit 7 is rotated into the bit 0 position.

**Operation:** (An + 1) ← (An)  
(A0) ← (A7) n = 0-6

**Example:** Assume accumulator contains 10110001.  
RLNC: RL A :NEW ACC CONTENTS ARE 01100011

**RLC A Rotate Left through Carry**

Encoding: 

1	1	1	1
0	1	1	1

 F7H

**Description:** The contents of the accumulator are rotated left one bit. Bit 7 replaces the carry bit; the carry bit is rotated into the bit 0 position.

**Operation:** (An + 1) ← (An)  
n = 0-6  
(A0) ← (C)  
(C) ← (A7)

**Example:** Assume accumulator contains a 'signed' number, isolate sign without changing value  
RLTC: CLR C :CLEAR CARRY TO ZERO  
RLC A :ROTATE ACC LEFT, SIGN  
RR A :BIT(7) IS PLACED IN CARRY  
:ROTATE ACC RIGHT — VALUE  
:(BITS 0-6) IS RESTORED,  
:CARRY UNCHANGED, BIT 7  
:IS ZERO

**RR A Rotate Right without Carry**

Encoding: 

0	1	1	1
0	1	1	1

 77H

**Description:** The contents of the accumulator are rotated right one bit. Bit 0 is rotated into the bit 7 position.

**Operation:** (An) ← (An + 1) n = 0-6  
(A7) ← (A0)

**Example:** Assume accumulator contains 10110001.  
RRNC: RR A :NEW ACC CONTENTS ARE 11011000

**RRC A Rotate Right through Carry**

Encoding: 0 1 1 0 | 0 1 1 1 57H

**Description:** The contents of the accumulator are rotated right one bit. Bit 0 replaces the carry bit; the carry bit is rotated into the bit 7 position.

**Operation:**  $(A_n) \leftarrow (A_n + 1)$   $n = 0-6$   
 $(A_7) \leftarrow (C)$   
 $(C) \leftarrow (A_0)$

**Example:** Assume carry is not set and accumulator contains 10110001.  
 RRTC: RRC A ;CARRY IS SET AND ACC  
 ;CONTAINS 01011000

**SEL MB0 Select Memory Bank 0**

Encoding: 1 1 1 0 | 0 1 0 1 E5H

**Description:** PC bit 11 is set to zero on next JMP or CALL instruction. All references to program memory addresses fall within the range 0-2047.

**Operation:**  $(DBF) \leftarrow 0$

**Example:** Assume program counter contains 834 Hex.  
 SEL MB0 ;SELECT MEMORY BANK 0  
 JMP S+20 ;JUMP TO LOCATION 58 HEX

**SEL MB1 Select Memory Bank 1**

Encoding: 1 1 1 1 | 0 1 0 1 F5H

**Description:** PC bit 11 is set to one on next JMP or CALL instruction. All references to program memory addresses fall within the range 2048-4095.

**Operation:**  $(DBF) \leftarrow 1$

**SEL RB0 Select Register Bank 0**

Encoding: 1 1 0 0 | 0 1 0 1 C5H

**Description:** PSW bit 4 is set to zero. References to working registers 0-7 address data memory locations 0-7. This is the recommended setting for normal program execution.

**Operation:**  $(BS) \leftarrow 0$

**SEL RB1 Select Register Bank 1**

Encoding: 1 1 0 1 | 0 1 0 1 D5H

**Description:** PSW bit 4 is set to one. References to working registers 0-7 address data memory locations 24-31. This is the recommended setting for interrupt service routines, since locations 0-7 are left intact. The setting of PSW bit 4 in effect at the time of an interrupt is restored by the RETR instruction when the interrupt service routine is completed.

**Operation:**  $(BS) \leftarrow 1$

**Example:** Assume an external interrupt has occurred, control has passed to program memory location 3, and PSW bit 4 was zero before the interrupt.

**Operation:** LOC3: JN1 INIT ;JUMP TO ROUTINE 'INIT' IF  
 ;INTERRUPT INPUT IS ZERO  
 INIT: MOV R7,A ;MOVE ACC CONTENTS TO  
 ;LOCATION 7  
 SEL RB1 ;SELECT REG BANK 1  
 MOV R7,#0FAH ;MOVE 'FA' HEX TO LOCATION 31  
 .  
 .  
 SEL RB0 ;SELECT REG BANK 0  
 MOV A,R7 ;RESTORE ACC FROM LOCATION 7  
 RETR ;RETURN — RESTORE PC AND PSW

**STOP TCNT Stop Timer/Event-Counter**

Encoding: 0 1 1 0 | 0 1 0 1 65H

**Description:** This instruction is used to stop both time accumulation and event counting.

**Example:** Disable interrupt, but jump to interrupt routine after eight overflows and stop timer. Count overflows in register 7.

```

START: DIS TCNTI           ;DISABLE TIMER INTERRUPT
      CLR A                ;CLEAR ACC TO ZEROS
      MOV T,A              ;MOVE ZEROS TO TIMER
      MOV R7,A            ;MOVE ZEROS TO REG 7
      STRT T              ;START TIMER
MAIN:  JTF COUNT          ;JUMP TO ROUTINE 'COUNT'
      ;IF TF = 1 AND CLEAR TIMER FLAG
      JMP MAIN           ;CLOSE LOOP
COUNT: INC R7            ;INCREMENT REG 7
      MOV A,R7           ;MOVE REG 7 CONTENTS TO ACC
      JB3 INT            ;JUMP TO ROUTINE 'INT' IF ACC
      ;BIT 3 IS SET (REG 7 = 8)
      JMP MAIN           ;OTHERWISE RETURN TO ROUTINE
      ;MAIN
  
```

```

INT:  STOP TCNT          ;STOP TIMER
      JMP 7H             ;JUMP TO LOCATION 7 (TIMER)
      ;INTERRUPT ROUTINE
  
```

#### STRT CNT Start Event Counter

Encoding: 

0	1	0	0
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 45H

**Description:** The test 1 (T1) pin is enabled as the event-counter input and the counter is started. The event-counter register is incremented with each high-to-low transition on the T1 pin.

**Example:** Initialize and start event counter. Assume overflow is desired with first T1 input.

```

STARTC: EN TCNTI         ;ENABLE COUNTER INTERRUPT
      MOV A,#0FFH       ;MOVE 'FF'HEX (ONES) TO ACC
      MOV T,A           ;MOVES ONES TO COUNTER
      STRT CNT          ;ENABLE T1 AS COUNTER
      ;INPUT AND START
  
```

#### STRT T Start Timer

Encoding: 

0	1	0	1
---	---	---	---

0	1	0	1
---	---	---	---

 55H

**Description:** Timer accumulation is initiated in the timer register. The register is incremented every 32 instruction cycles. The prescaler which counts the 32 cycles is cleared but the timer register is not.

**Example:** Initialize and start timer.

```

STARTT: CLR A            ;CLEAR ACC TO ZEROS
      MOV T,A           ;MOVE ZEROS TO TIMER
      EN TCNTI         ;ENABLE TIMER INTERRUPT
      STRT T           ;START TIMER
  
```

#### SWAP A Swap Nibbles within Accumulator

Encoding: 

0	1	0	0
---	---	---	---

0	1	1	1
---	---	---	---

 47H

**Description:** Bits 0-3 of the accumulator are swapped with bits 4-7 of the accumulator.

**Operation:**  $(A_{4-7}) \rightleftharpoons (A_{0-3})$

**Example:** Pack bits 0-3 of locations 50-51 into location 50.

```

PCKDIG: MOV R0, #50     ;MOVE '50' DEC TO REG 0
      MOV R1, #51     ;MOVE '51' DEC TO REG 1
      XCHD A,@R0      ;EXCHANGE BITS 0-3 OF ACC
      ;AND LOCATION 50
      SWAP A          ;SWAP BITS 0-3 AND 4-7 OF ACC
      XCHD A,@R1      ;EXCHANGE BITS 0-3 OF ACC AND
      ;LOCATION 51
      MOV @R0,A       ;MOVE CONTENTS OF ACC TO
      ;LOCATION 50
  
```

#### XCH A,R<sub>r</sub> Exchange Accumulator-Register Contents

Encoding: 

0	0	1	0
---	---	---	---

1	r	r	r
---	---	---	---

 28H-2FH

**Description:** The contents of the accumulator and the contents of working register 'r' are exchanged.

**Operation:**  $(A) \rightleftharpoons (R_r)$  r = 0-7

**Example:** Move PSW contents to Reg 7 without losing accumulator contents.

```

XCHAR7: XCH A,R7       ;EXCHANGE CONTENTS OF REG 7
      ;AND ACC
      MOV A, PSW       ;MOVE PSW CONTENTS TO ACC
      XCH A,R7       ;EXCHANGE CONTENTS OF REG 7
      ;AND ACC AGAIN
  
```

### XCH A,@R<sub>i</sub> Exchange Accumulator and Data Memory Contents

Encoding: 

0	0	1	0
0	0	0	i

 20H-21H

Description: The contents of the accumulator and the contents of the resident data memory location addressed by bits 0-5\*\* of register 'i' are exchanged. Register 'i' contents are unaffected.

Operation:  $(A) \rightleftharpoons ((Ri))$  i = 0-1

Example: Decrement contents of location 52.

```
DEC52: MOV R0,#52      ;MOVE '52' DEC TO ADDRESS REG 0
        XCH A,@R0      ;EXCHANGE CONTENTS OF ACC
                        ;AND LOCATION 52
        DEC A          ;DECREMENT ACC CONTENTS
        XCH A,@R0      ;EXCHANGE CONTENTS OF ACC
                        ;AND LOCATION 52 AGAIN
```

### XCHD A,@R<sub>i</sub> Exchange Accumulator and Data Memory 4-Bit Data

Encoding: 

0	0	1	1
0	0	0	i

 30H-31H

Description: This instruction exchanges bits 0-3 of the accumulator with bits 0-3 of the data memory location addressed by bits 0-5\*\* of register 'i'. Bits 4-7 of the accumulator, bits 4-7 of the data memory location, and the contents of register 'i' are unaffected.

Operation:  $(A_{0-3}) \rightleftharpoons ((Ri_{0-3}))$  i = 0-1

Example: Assume program counter contents have been stacked in locations 22-23.

```
XCHNIB: MOV R0,#23     ;MOVE '23' DEC TO REG 0
        CLR A          ;CLEAR ACC TO ZEROS
        XCHD A,@R0     ;EXCHANGE BITS 0-3 OF ACC AND
                        ;LOCATION 23 (BTS 8-11 OF PC ARE
                        ;ZEROED, ADDRESS REFERS
                        ;TO PAGE 0)
```

### XRL A,R<sub>r</sub> Logical XOR Accumulator With Register Mask

Encoding: 

1	1	0	1
1	r	r	r

 D8H-DFH

Description: Data in the accumulator is EXCLUSIVE ORed with the mask contained in working register 'r'.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ XOR } (Rr)$  r = 0-7

Example: XORREG: XRL A,R5 ;'XOR' ACC CONTENTS WITH  
;MASK IN REG 5

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH

### XRL A,@R<sub>i</sub> Logical XOR Accumulator With Memory Mask

Encoding: 

1	1	0	1
0	0	0	i

 D0H-D1H

Description: Data in the accumulator is EXCLUSIVE ORed with the mask contained in the data memory location addressed by register 'i', bits 0-5.\*\*

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ XOR } ((Ri))$  i = 0-1

Example: XORDM: MOV R1,#20H ;MOVE '20' HEX TO REG 1  
XRL A,@R1 ;'XOR' ACC CONTENTS WITH MASK  
;IN LOCATION 32

### XRL A,#data Logical XOR Accumulator With Immediate Mask

Encoding: 

1	1	0	1
0	0	1	1

d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>
d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>

 D3H

Description: This is a 2-cycle instruction. Data in the accumulator is EXCLUSIVE ORed with an immediately-specified mask.

Operation:  $(A) \leftarrow (A) \text{ XOR } \text{data}$

Example: XORID: XOR A,#HEXTEN ;XOR CONTENTS OF ACC WITH MASK  
;EQUAL VALUE OF SYMBOL 'HEXTEN'

\*\* 0-5 in 8048AH/8748H  
0-6 in 8049AH/8749H  
0-7 in 8050AH



# 8748H/8035H/8749H/8039H HMOS-E SINGLE-COMPONENT 8-BIT MICROCOMPUTER

- High Performance HMOS-E
- Interval Timer/Event Counter
- Two Single Level Interrupts
- Single 5-Volt Supply
- Over 96 Instructions; 90% Single Byte
- Compatible with 8080/8085 Peripherals
- Easily Expandable Memory and I/O
- Up to 1.35  $\mu$ s Instruction Cycle; All Instructions 1 or 2 Cycles

The Intel 8749H/8039H/8748H/8035H are totally self-sufficient, 8-bit parallel computers fabricated on single silicon chips using Intel's advanced N-channel silicon gate HMOS-E process.

The family contains 27 I/O lines, an 8-bit timer/counter, on-chip RAM and on-board oscillator/clock circuits. For systems that require extra capability, the family can be expanded using MCS<sup>®</sup>-80/MCS<sup>®</sup>-85 peripherals.

These microcomputers are designed to be efficient controllers as well as arithmetic processors. They have extensive bit handling capability as well as facilities for both binary and BCD arithmetic. Efficient use of program memory results from an instruction set consisting mostly of single byte instructions and no instructions over 2 bytes in length.

Device	Internal Memory	
8039H	none	128 x 8 RAM
8035H	none	64 x 8 RAM
8749H	2K x 8 EPROM	128 x 8 RAM
8748H	1K x 8 EPROM	64 x 8 RAM

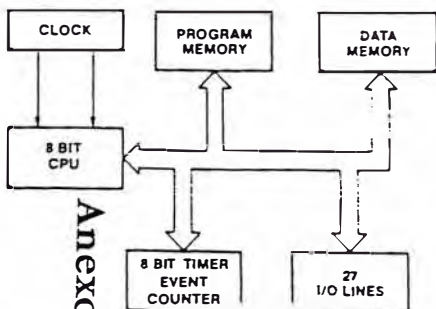


Figure 1.  
Block Diagram

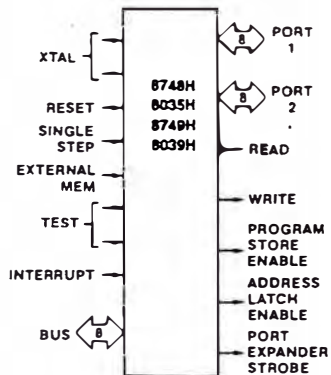


Figure 2.  
Logic Symbol

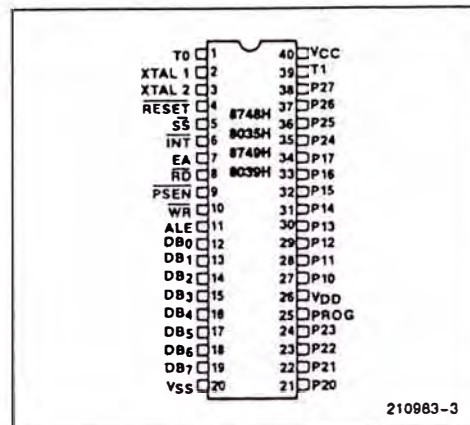


Figure 3. Pin Configuration

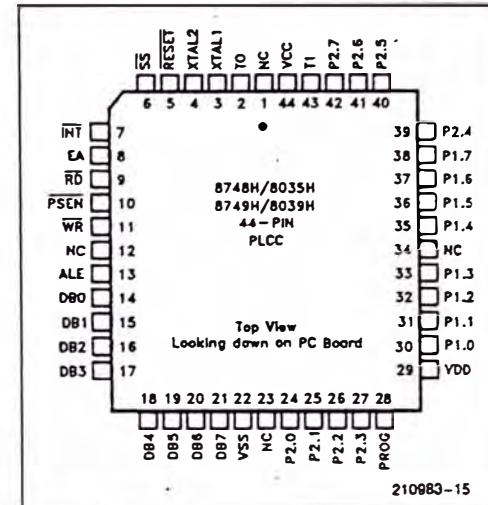


Figure 4. Pad Configuration

Table 1. Pin Description (40-Pin DIP)

Symbol	Pin No.	Function	Device
V <sub>SS</sub>	20	Circuit GND potential.	All
V <sub>DD</sub>	26	+ 5V during normal operation. Programming power supply (+ 21V).	All 8748H 8749H
V <sub>CC</sub>	40	Main power supply; + 5V during operation and programming.	All
PROG	25	Output strobe for 8243 I/O expander. Program pulse (+ 18V) input pin during programming.	All 8748H 8749H (See Note)
P10-P17 Port 1	27-34	8-bit quasi-bidirectional port.	All
P20-P23 Port 2	21-24 35-38	8-bit quasi-bidirectional port. P20-P23 contain the four high order program counter bits during an external program memory fetch and serve as a 4-bit I/O expander bus for 8243.	All
DB0-DB7 BUS	12-19	True bidirectional port which can be written or read synchronously using the RD, WR strobes. The port can also be statically latched. Contains the 8 low order program counter bits during an external program memory fetch, and receives the addressed instruction under the control of PSEN. Also contains the address and data during an external RAM data store instruction, under control of ALE, RD, and WR.	All
T0	1	Input pin testable using the conditional transfer instructions JT0 and JNT0. T0 can be designated as a clock output using ENT0 CKL instruction. Used during programming.	All 8748H 8749H
T1	39	Input pin testable using the JT1, and JNT1 instructions. Can be designated the timer/counter input using the STRT CNT instruction.	All
INT	6	Interrupt input. Initiates an interrupt if interrupt is enabled. Interrupt is disabled after a reset. Also testable with conditional jump instruction. (Active low) interrupt must remain low for at least 3 machine cycles for proper operation.	All

Table 1. Pin Description (40-Pin DIP) (Continued)

Symbol	Pin No.	Function	Device
RD	8	Output strobe activated during a BUS read. Can be used to enable data onto the bus from an external device. Used as a read strobe to external data memory. (Active low)	All
RESET	4	Input which is used to initialize the processor. (Active low) (Non TTL $V_{IH}$ ) Used during programming.	All 8748H 8749H
WR	10	Output strobe during a bus write. (Active low) Used as write strobe to external data memory.	All
ALE	11	Address latch enable. This signal occurs once during each cycle and is useful as a clock output. The negative edge of ALE strobes address into external data and program memory.	All
PSEN	9	Program store enable. This output occurs only during a fetch to external program memory. (Active low.)	All
SS	5	Single step input can be used in conjunction with ALE to "single step" the processor through each instruction.	All
EA	7	External access input which forces all program memory fetches to reference external memory. Useful for emulation and debug. (Active high.) Used during (18V) programming.	All 8748H 8749H
XTAL1	2	One side of crystal input for internal oscillator. Also input for external source. (Non TTL $V_{IH}$ .)	All
XTAL2	3	Other side of crystal input.	All

**NOTE:**

On the 8749H/8039H, PROG must be clamped to  $V_{CC}$  when not programming. A diode should be used when using an 8243; otherwise, a direct connection is permissible.

Table 2. Instruction Set

Mnemonic	Description	Bytes	Cycles	Mnemonic	Description	Bytes	Cycles
<b>ACCUMULATOR</b>				<b>ACCUMULATOR (Continued)</b>			
ADD A, R	Add register to A	1	1	XRL A, @R	Exclusive or data memory to A	1	1
ADD A, @R	Add data memory to A	1	1	XRL A, #data	Exclusive or immediate to A	2	2
ADD A, #data	Add immediate to A	2	2	INC A	Increment A	1	1
ADDC A, R	Add register with carry	1	1	DEC A	Decrement A	1	1
ADDC A, @R	Add data memory with carry	1	1	CLR A	Clear A	1	1
ADDC A, #data	Add immediate with carry	2	2	CPL A	Complement A	1	1
ANL A, R	And register to A	1	1	DA A	Decimal adjust A	1	1
ANL A, @R	And data memory to A	1	1	SWAP A	Swap nibbles of A	1	1
ANL A, #data	And immediate to A	2	2	RL A	Rotate A left	1	1
ORL A, R	Or register to A	1	1	RLC A	Rotate A left through carry	1	1
ORL A, @R	Or data memory to A	1	1	RR A	Rotate A right	1	1
ORL A, #data	Or immediate to A	2	2	RRC A	Rotate A right through carry	1	1
XRL A, R	Exclusive or register to A	1	1	<b>INPUT/OUTPUT</b>			
				IN A, P	Input port to A	1	2
				OUTL P, A	Output A to port	1	2
				ANL P, #data	And immediate to port	2	2

Table 2. Instruction Set (Continued)

Mnemonic	Description	Bytes	Cycles	Mnemonic	Description	Bytes	Cycles
<b>INPUT/OUTPUT (Continued)</b>				<b>DATA MOVES</b>			
ORL P, #data	Or immediate to port	2	2	MOV A, R	Move register to A	1	1
INS A, BUS	Input BUS to A	1	2	MOV A, @R	Move data memory to A	1	1
OUTL BUS, A	Output A to BUS	1	2	MOV A, #data	Move immediate to A	2	2
ANL BUS, #data	And immediate to BUS	2	2	MOV R, A	Move A to register	1	1
ORL BUS, #data	Or immediate to BUS	2	2	MOV @R, A	Move A to data memory	1	1
MOVD A, P	Input expander port to A	1	2	MOV R, #data	Move immediate to register	2	2
MOVD P, A	Output A to expander port	1	2	MOV @R, #data	Move immediate to data memory	2	2
ANLD P, A	And A to expander port	1	2	MOV A, PSW	Move PSW to A	1	1
ORLD P, A	Or A to expander port	1	2	MOV PSW, A	Move A to PSW	1	1
				XCH A, R	Exchange A and register	1	1
				XCH A, @R	Exchange A and data memory	1	1
<b>REGISTERS</b>				XCHD A, @R	Exchange nibble of A and register	1	1
INC R	Increment register	1	1	MOVX A, @R	Move external data memory to A	1	2
INC @R	Increment data memory	1	1	MOVX @R, A	Move A to external data memory	1	2
DEC R	Decrement register	1	1	MOV P, @A	Move to A from current page	1	2
				MOV P3 A, @A	Move to A from page 3	1	2
<b>BRANCH</b>				<b>TIMER/COUNTER</b>			
JMP addr	Jump unconditional	2	2	MOV A, T	Read timer/counter	1	1
JMP @A	Jump indirect	1	2	MOV T, A	Load timer/counter	1	1
DJNZ R, addr	Decrement register and skip	2	2	STRT T	Start timer	1	1
JC addr	Jump on carry = 1	2	2	STRT CNT	Start counter	1	1
JNC addr	Jump on carry = 0	2	2	STOP TCNT	Stop timer/counter	1	1
JZ addr	Jump on A zero	2	2	EN TCNTI	Enable timer/counter interrupt	1	1
JNZ addr	Jump on A not zero	2	2	DIS TCNTI	Disable timer/counter interrupt	1	1
JT0 addr	Jump on T0 = 1	2	2	<b>CONTROL</b>			
JNT0 addr	Jump on T0 = 0	2	2	EN I	Enable external interrupt	1	1
JT1 addr	Jump on T1 = 1	2	2	DIS I	Disable external interrupt	1	1
JNT1 addr	Jump on T1 = 0	2	2	SEL RB0	Select register bank 0	1	1
JF0 addr	Jump on F0 = 1	2	2	SEL RB1	Select register bank 1	1	1
JF1 addr	Jump on F1 = 1	2	2	SEL MB0	Select memory bank 0	1	1
JTF addr	Jump on timer flag	2	2	SEL MB1	Select memory bank 1	1	1
JNI addr	Jump on INT = 0	2	2	ENT0 CLK	Enable clock output on T0	1	1
JBb addr	Jump on accumulator bit	2	2	NOP	No operation	1	1
<b>SUBROUTINE</b>							
CALL addr	Jump to subroutine	2	2				
RET	Return	1	2				
RETR	Return and restore status	1	2				
<b>FLAGS</b>							
CLR C	Clear carry	1	1				
CPL C	Complement carry	1	1				
CLR F0	Clear flag 0	1	1				
CPL F0	Complement flag 0	1	1				
CLR F1	Clear flag 1	1	1				
CPL F1	Complement flag 1	1	1				



### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\*

Ambient Temperature Under Bias ..... 0°C to 70°C  
 Storage Temperature ..... -65°C to +150°C  
 Voltage On Any Pin With Respect  
 to Ground..... -0.5V to +7V  
 Power Dissipation ..... 1.0 Watt

\*Notice: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTICE: Specifications contained within the following tables are subject to change.

### D.C. CHARACTERISTICS $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $70^\circ\text{C}$ ; $V_{CC} = V_{DD} = 5V \pm 10\%$ ; $V_{SS} = 0V$

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	Device
		Min	Typ	Max			
$V_{IL}$	Input Low Voltage (All Except RESET, X1, X2)	-0.5		0.8	V		All
$V_{IL1}$	Input Low Voltage (RESET, X1, X2)	-0.5		0.6	V		All
$V_{IH}$	Input High Voltage (All Except XTAL1, XTAL2, RESET)	2.0		$V_{CC}$	V		All
$V_{IH1}$	Input High Voltage (X1, X2, RESET)	3.8		$V_{CC}$	V		All
$V_{OL}$	Output Low Voltage (BUS)			0.45	V	$I_{OL} = 2.0 \text{ mA}$	All
$V_{OL1}$	Output Low Voltage (RD, WR, PSEN, ALE)			0.45	V	$I_{OL} = 1.8 \text{ mA}$	All
$V_{OL2}$	Output Low Voltage (PROG)			0.45	V	$I_{OL} = 1.0 \text{ mA}$	All
$V_{OL3}$	Output Low Voltage (All Other Outputs)			0.45	V	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$	All
$V_{OH}$	Output High Voltage (BUS)	2.4			V	$I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	All
$V_{OH1}$	Output High Voltage (RD, WR, PSEN, ALE)	2.4			V	$I_{OH} = -100 \mu\text{A}$	All
$V_{OH2}$	Output High Voltage (All Other Outputs)	2.4			V	$I_{OH} = -40 \mu\text{A}$	All
$I_{L1}$	Leakage Current (T1, INT)			$\pm 10$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{CC}$	All
$I_{L11}$	Input Leakage Current (P10-P17, P20-P27, EA, SS)			-500	$\mu\text{A}$	$V_{SS} + 0.45 \leq V_{IN} \leq V_{CC}$	All
$I_{L12}$	Input Leakage Current RESET	-10		-300	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq 3.8V$	All
$I_{L0}$	Leakage Current (BUS, T0) (High Impedance State)			$\pm 10$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{CC}$	All
$I_{DD} + I_{CC}$	Total Supply Current*		80	100	mA		8035H
			95	110			8039H
			80	100			8048H
			95	110			8749H

#### NOTE:

\* $I_{CC} + I_{DD}$  is measured with all outputs disconnected; SS, RESET, and INT equal to  $V_{CC}$ ; EA equal to  $V_{SS}$ .

### A.C. CHARACTERISTICS $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $70^\circ\text{C}$ ; $V_{CC} = V_{DD} = 5V \pm 10\%$ ; $V_{SS} = 0V$

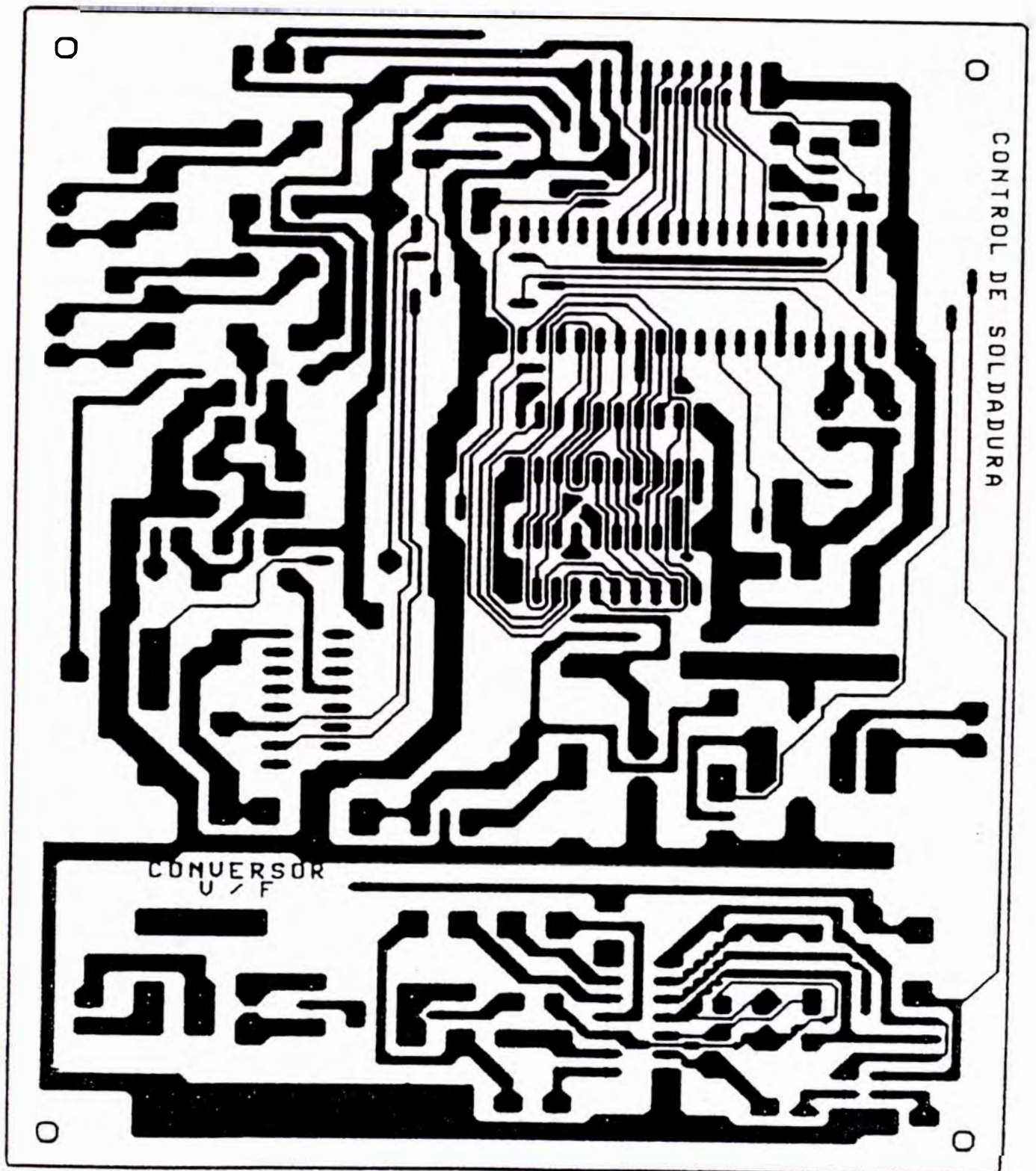
Symbol	Parameter	f(t) (Note 3)	11 MHz		Unit	Conditions (Note 1)
			Min	Max		
t	Clock Period	1/xtal freq	90.9	1000	ns	(Note 3)
$t_{LL}$	ALE Pulse Width	$3.5t - 170$	150		ns	
$t_{AL}$	Addr Setup to ALE	$2t - 110$	70		ns	(Note 2)
$t_{LA}$	Addr Hold from ALE	$t - 40$	50		ns	
$t_{CC1}$	Control Pulse Width (RD, WR)	$7.5t - 200$	480		ns	
$t_{CC2}$	Control Pulse Width (PSEN)	$6t - 200$	350		ns	
$t_{DW}$	Data Setup before WR	$6.5t - 200$	390		ns	
$t_{WD}$	Data Hold after WR	$t - 50$	40		ns	
$t_{DR}$	Data Hold (RD, PSEN)	$1.5t - 30$	0	110	ns	
$t_{RD1}$	RD to Data In	$6t - 170$		375	ns	
$t_{RD2}$	PSEN to Data In	$4.5t - 170$		240	ns	
$t_{AW}$	Addr Setup to WR	$5t - 150$	300		ns	
$t_{AD1}$	Addr Setup to Data (RD)	$10.5t - 220$		730	ns	
$t_{AD2}$	Addr Setup to Data (PSEN)	$7.5t - 200$		460	ns	
$t_{AFC1}$	Addr Float to RD, WR	$2t - 40$	140		ns	(Note 2)
$t_{AFC2}$	Addr Float to PSEN	$0.5t - 40$	10		ns	(Note 2)
$t_{LAFC1}$	ALE to Control (RD, WR)	$3t - 75$	200		ns	
$t_{LAFC2}$	ALE to Control (PSEN)	$1.5t - 75$	60		ns	
$t_{CA1}$	Control to ALE (RD, WR, PROG)	$t - 65$	25		ns	
$t_{CA2}$	Control to ALE (PSEN)	$4t - 70$	290		ns	
$t_{CP}$	Port Control Setup to PROG	$1.5t - 80$	50		ns	
$t_{PC}$	Port Control Hold to PROG	$4t - 260$	100		ns	
$t_{PR}$	PROG to P2 Input Valid	$8.5t - 120$		650	ns	
$t_{PF}$	Input Data Hold from PROG	$1.5t$	0	140	ns	
$t_{DP}$	Output Data Setup	$6t - 290$	250		ns	
$t_{PD}$	Output Data Hold	$1.5t - 90$	40		ns	
$t_{PP}$	PROG Pulse Width	$10.5t - 250$	700		ns	
$t_{PL}$	Port 2 I/O Setup to ALE	$4t - 200$	160		ns	
$t_{LP}$	Port 2 I/O Hold to ALE	$0.5t - 30$	15		ns	
$t_{PV}$	Port Output from ALE	$4.5t + 100$		510	ns	
$t_{OPRR}$	T0 Rep Rate	3t	270		ns	
	Cycle Time	15t	1.36	15.0	$\mu\text{s}$	

#### NOTES:

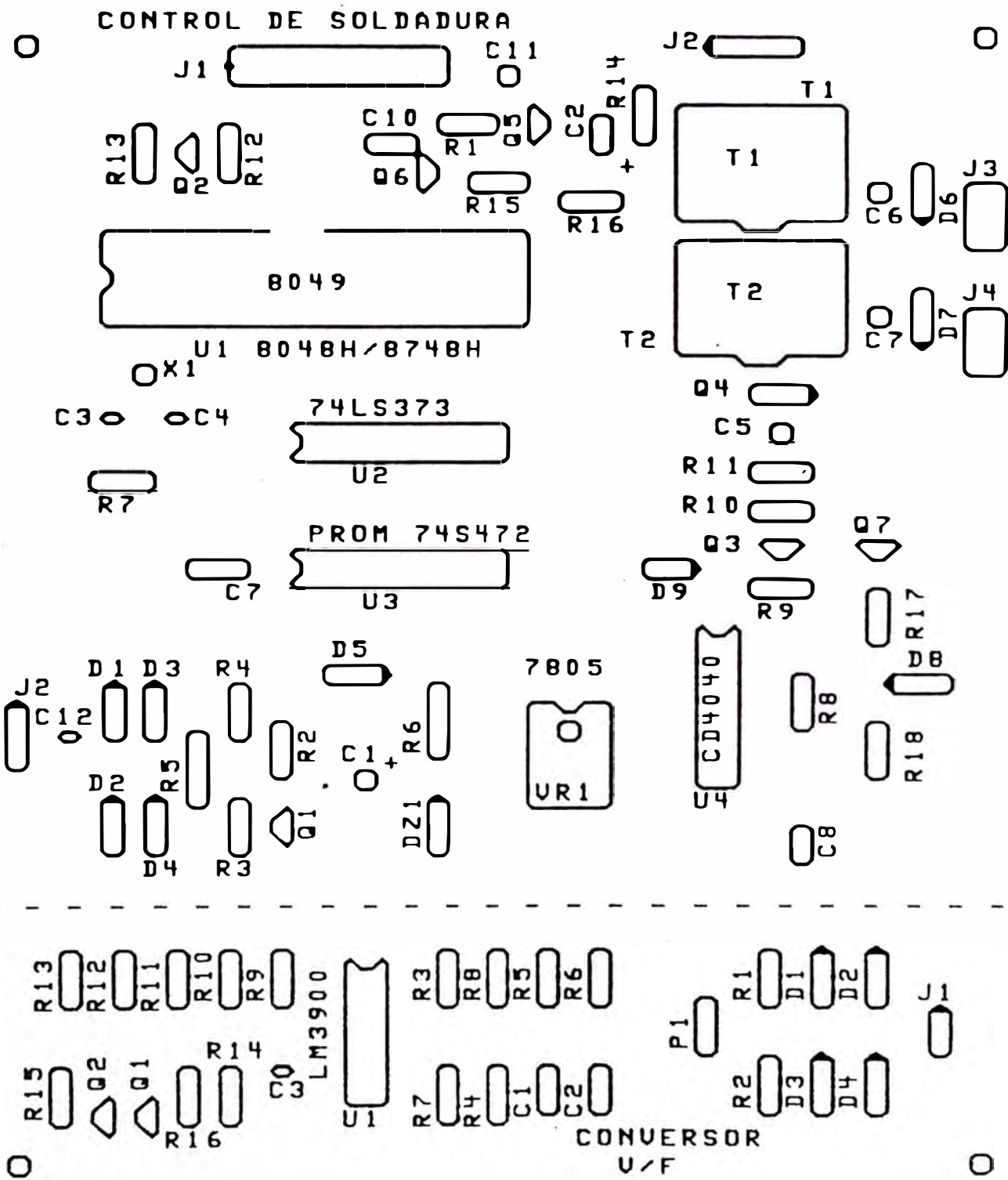
- Control outputs CL = 80 pF; BUS outputs CL = 150 pF.
- BUS High Impedance Load 20 pF.
- f(t) assumes 50% duty cycle on X1, X2. Max clock period is for a 1 MHz crystal input.

## ANEXO C

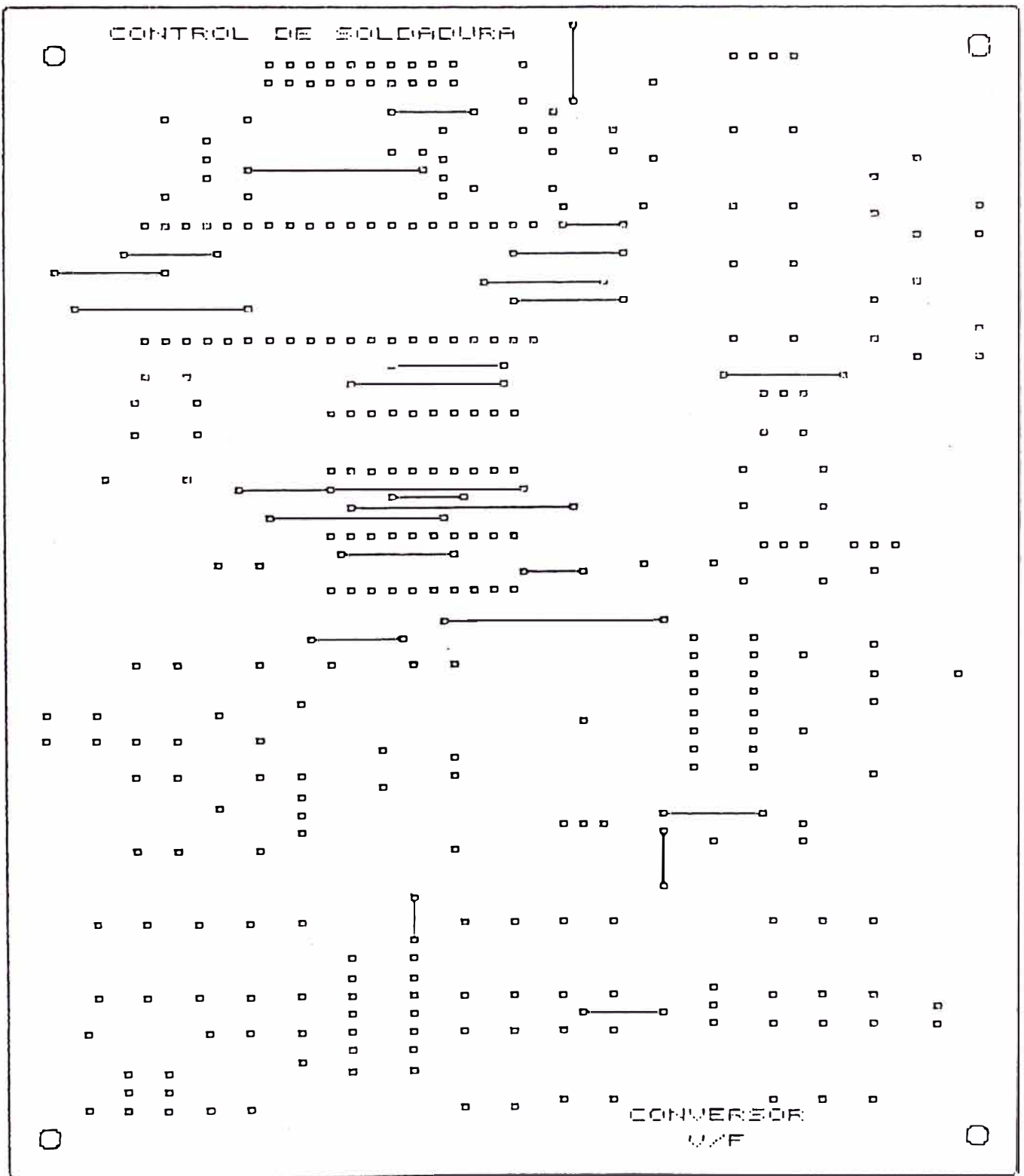
- C.1 Esquema del circuito impreso lado del Cobre.
- C.2 Esquema del circuito impreso Silkscreen.
- C.3 Esquema del circuito impreso lado de componentes.



Esquema del Circuito Impreso Lado del Cobre  
Anexo C.1



Esquema del Circuito Impreso Silkscreen  
Anexo C.2



Esquema del Circuito Impreso Lado de Componentes  
Anexo C.3

## BIBLIOGRAFIA

1. P. Chulóshnikov; SOLDADURA POR CONTACTO.
2. P. Dunod; LA SOLDADURA POR RESISTENCIA.
3. Renedo Puig; SOLDADURA ELECTRICA POR RESISTENCIA.
4. G.E. Lheureux, E.J. Belotte; SOLDADURA POR RESISTENCIA.
5. Robert F. Coughlin, Frederick F Driscoll; CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES Y AMPLIFICADORES OPERACIONALES.
6. Luces M. faulkcenberry; INTRODUCCION A LOS AMP OP CON APLICACIONES A CI LINEALES.
7. National Semiconductor Corporation; LINEAR DATA BOOK, LINEAR APLICATIONS, HAND BOOK.
8. Herbert Taub, Ronald Schilling; ELECTRÓNICA DIGITAL INTEGRADA.
9. Varios Autores; ELECTRONICA Y AUTOMATICA INDUSTRIAL, Serie "MUNDO ELECTRONICO".
10. Henri Lilen; TIRISTORES Y TRIACS.
11. M. Gaudry; LOS TIRISTORES, FUNCIONAMIENTO Y UTILIZACION.
12. R. Berlioux; LOS TIRISTORES Y SUS CIRCUITOS DE COMANDO.
13. INTEL; EMBEDDED CONTROLLER HAND BOOK.
14. Kerchner & Corcoran; CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.
15. J. Pichoir; CORRIENTE ALTERNA.

16. Motorola Semiconductor Products, INC; CMOS DATA BOOK.
17. Arthur B. Williams; MICROPROCESADORES.
18. José M. Angulo; MICROPROCESADORES.
19. J. Adolfo Gonzales; INTRODUCCION A LOS MICROCONTROLADORES.
20. Newman, Donald G.; ANÁLISIS ECONÓMICO EN INGENIERÍA.
21. White, John A; TÉCNICAS DE ANÁLISIS ECONÓMICO EN INGENIERÍA.
22. James Oporto Vargas; PROYECTO INDUSTRIAL DE FACTIBILIDAD "MOLINILLOS MECANICOS DE GRANOS PARA USO DOMESTICO". Tesis de Grado.
23. Pederien, Hans Winding; COSTOS INDUSTRIALES.