

300617

20

2 y

Universidad La Salle

Escuela de Ingeniería
Incorporada a la UNAM

Estudio de un Control
Electrónico de Soldadura
por Resistencia

Tesis Profesional

Que para obtener el
título de Ingeniero
Mecánico Electricista

Presenta:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Celia Rosa María
Macouzet Flores.

Mexico, D.F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Introducción.....1

Capitulo I

Soldadura por Resistencia.

- a) Antecedentes
 - a.1) Aplicaciones de Soldadura por Resistencia.....3
 - a.2) Procesos de Soldadura por Resistencia.....3
 - a.3) Controles de Calor.....4
 - a.4) Generación de Calor.....5
 - a.5) Calor Generado.....5
 - a.6) Factores de Resistencia.....7
 - a.7) Requerimientos de Corriente.....8
 - a.8) Presión de Soldadura.....9

Capitulo II

Componentes Principales.

- a) Equipo de Soldadura por Resistencia..11
 - a.1) Contactores.....12
 - a.2) SCR Rectificadores controlados de silicio.....13
 - a.3) Reguladores de Tiempo y Accesorios.....13

Capitulo III

Descripción del Control Electrónico.

- a) Características.....19
- b) Accesorios
 - b.1) Accesorio de Programa Doble.....22
 - b.2) Accesorio de Pulsos.....23
 - b.3) Accesorio de Pendiente Ascendente.....24

Capitulo IV

Funcionamiento del Control Electrónico.	
a) Nomenclatura.....	25
b) Conectores	
b.1) Conectores de la Tarjeta Terminal.....	26
b.2) Conectores de la Tarjeta Lógica Principal.....	26
b.3) Conectores de la Tarjeta de Display.....	26
c) Tarjeta Terminal	
c.1) Voltajes de entrada para las fuentes de alimentación lógica y de relevadores.....	26
c.2) Relevadores.....	27
c.3) Circuito de Disparo del SCR.....	29
c.4) Diferentes tipos de componentes discretas.....	30
c.5) Area para puenteo.....	30
c.6) Conexiones externas.....	31
c.7) Puentes en la Tarjeta Terminal..	35
c.8) Fusibles en la Tarjeta Terminal.....	36
c.9) Conectores internos de la Tarjeta Terminal.....	36

Capitulo V

Tarjeta Lógica Principal y Tarjeta de Display.

a) Tarjeta Lógica Principal	
a.1) Fuente de Poder.....	37
a.2) Entradas Piloto.....	38
a.3) Interruptor de Presión/Se- gunda Etapa.....	39
a.4) Procesador de Pilotos.....	39
a.5) Secuenciador.....	41
a.6) Selector PDCR.....	43
a.7) Alimentaciones para diodos emisores de luz.....	44
a.8) Alimentación a válvulas.....	44
a.9) Excitador del SICR.....	45
a.10) Generador del Reloj de Referencia.....	46
a.11) Generador de Coincidencias....	48
a.12) Compuertas de Coincidencias....	50
a.13) Generador de Reloj de Secuencia.....	54
a.14) Sensor de Corriente cero.....	57
a.15) Control de Calor.....	57
a.16) Circuito de Tiempo de	

	Espera para Soldar.....	59
a.17)	Oscilador de Rocio.....	60
a.18)	Generador de Pulsos para disparo de SCRs.....	61
a.19)	Indicador de Sincronia del Factor de Potencia Manual..	62
a.20)	Elementos varios de la Tarjeta Lógica Principal.....	64
a.21)	Conectores de la Tarjeta Lógica Principal.....	65
a.22)	Interruptores sobre la Tarjeta Lógica Principal.....	66
a.23)	Puentes sobre la Tarjeta Lógica Principal.....	67
b)	Tarjeta de Display	

Glosario.....	69
---------------	----

Bibliografía.....	71
-------------------	----

INTRODUCCION

Este trabajo de tesis profesional consiste en un estudio completo y detallado del funcionamiento de un control electrónico de tiempos y corriente para trabajos de soldadura por resistencia; el control al que nos referimos es fabricado por la compañía Estadounidense Weltronic, y es el modelo D-5000. En el presente trabajo se presenta una introducción y la terminología usada, así como la descripción completa del diseño y funcionamiento del control.

Con los adelantos cada vez mayores de la electrónica, se hace posible la fusión de la mecánica y la electrónica para dar origen al control de máquinas herramienta. En este caso estudiaremos el control electrónico de soldadura por resistencia.

A continuación se describe en forma general, el proceso de soldadura por resistencia para una mayor comprensión del control electrónico.

En general, soldadura por resistencia es un proceso de soldadura por presión, en el cual la temperatura de soldadura se obtiene mediante el paso de una gran cantidad de corriente eléctrica a través de los metales a soldar, el material es mantenido bajo presión, y el paso de la corriente produce calor debido a la resistencia eléctrica existente entre los metales en el área de contacto. Con la suficiente corriente y resistencia durante un tiempo apropiado, el calor generado en el área donde fluye la corriente funde el material y produce una unión cuando cesa el flujo de corriente y el calor desaparece, el material se mantiene bajo presión hasta que solidifique.

En otros tiempos, la aplicación de presión y el tiempo eran controlados por el operador de la máquina. El gran progreso ocurrido desde entonces, nos ha llevado al desarrollo de muchos controles estándar y combinaciones de dichos controles para la operación de los dispositivos de presión en los equipos de soldadura y para el preciso control de tiempo y cantidad de corriente; así como para el control de varios tipos de patrones cambiantes de presión, tiempo y corriente en los equipos de soldadura.

Soldadura por resistencia es el método de unir metales, en el cual el calor necesario es generado por la resistencia mediante el paso de una corriente eléctrica.

El proceso se puede realizar de diferentes formas, las cuales difieren en equipo y tecnología: Soldadura por puntos, soldadura por costura y soldadura por proyección; en todas ellas, el calor generado para la soldadura se deriva del paso de una corriente eléctrica a través de los metales.

La soldadura por destello y por percusión también están incluidos bajo el término "soldadura por resistencia", sin embargo difieren de las formas convencionales debido a que una porción substancial del calor se deriva de un intenso arco eléctrico.

Todos los procesos de soldadura por resistencia tienen en común que no se requiere de ningún material intermedio o de aporte y la soldadura se realiza directamente entre las partes que deben unirse.

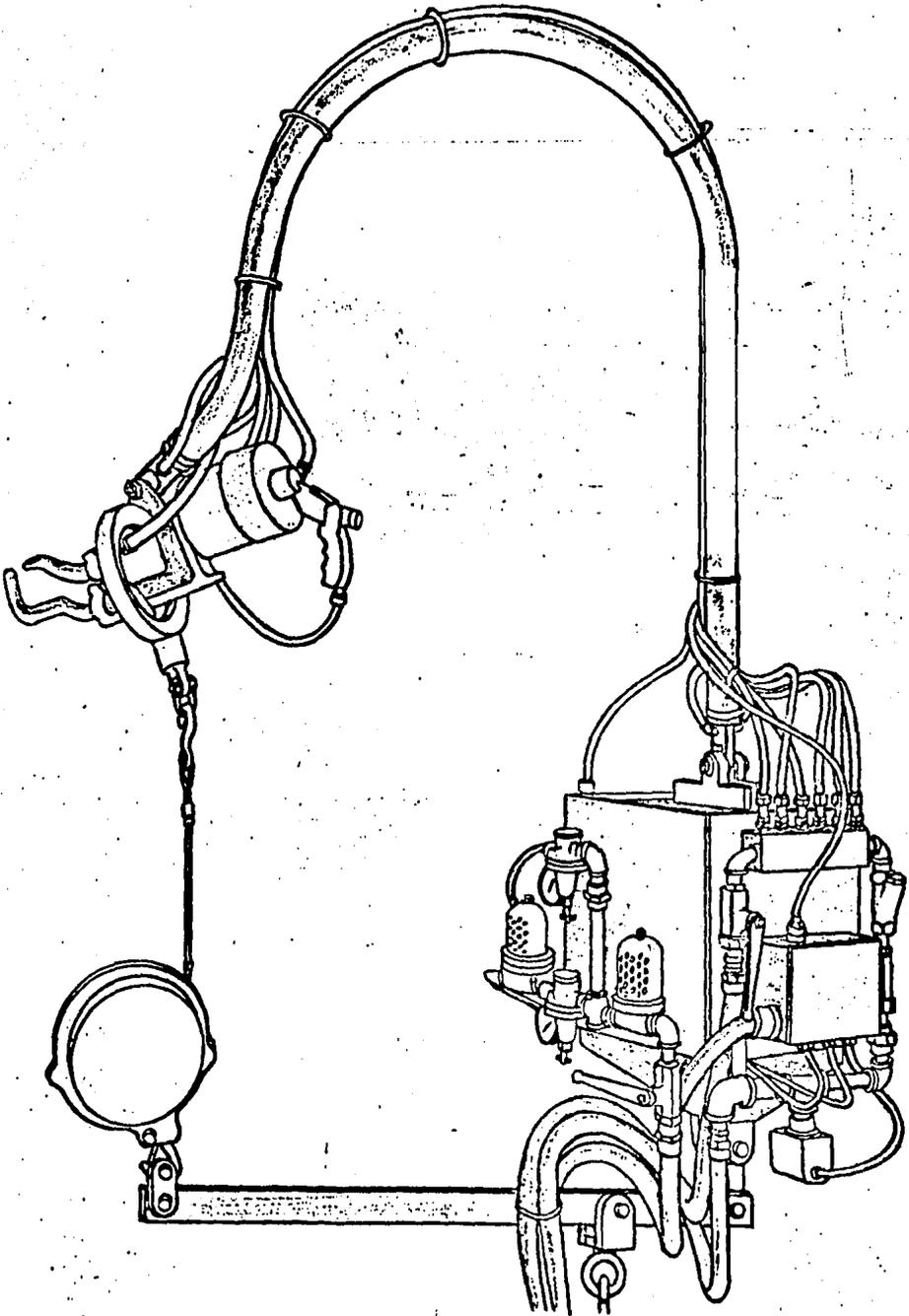
En el capítulo I se explican las diferentes aplicaciones de la soldadura por resistencia, así como sus procesos, la forma de generar el calor necesario para fundir los metales y la manera de controlarlo dependiendo de los parámetros de resistencia encontrados en el área de soldadura. De igual forma se estudian los requerimientos y duración de la corriente, así como la presión de soldadura. En el capítulo II se enlistan los componentes principales de un equipo completo de soldadura por resistencia.

En el tercer capítulo se hace una descripción del control electrónico de soldadura por resistencia Weltronic D-5000, así como los accesorios opcionales para dicho control.

Dentro del capítulo IV se ofrece una explicación con lujo de detalle del funcionamiento y operación del control Weltronic D-5000; donde se estudian los conectores encargados de comunicar a las tarjetas de circuito impreso que componen a dicho control electrónico, así como a la tarjeta terminal.

En el capítulo V se estudia a la Tarjeta Lógica Principal y la Tarjeta de Display. Igualmente se hace referencia de los cables con sus respectivos conectores encargados de comunicar a dichas tarjetas entre sí.

Al término de este trabajo se encuentra un glosario de términos relacionados con la explicación correspondiente.



CAPITULO I

SOLDADURA POR RESISTENCIA

a) Antecedentes.

a.1) Aplicaciones de Soldadura por Resistencia.

La soldadura por resistencia ha venido a ser básicamente un proceso de producción masiva, que reúne alta calidad, uniformidad y bajo costo.

Desagradables experiencias han ocurrido cuando algunos fabricantes han tratado de adoptar la soldadura por resistencia a un producto diseñado originalmente para ser remachado, atornillado, soldado, etc.; aunque el proceso puede ser utilizado económicamente para unir materiales ferrosos o no ferrosos en casi todas las formas comerciales, sin embargo el diseño de las partes debe ser cuidadosamente diseñado de acuerdo a los principios básicos de la soldadura por resistencia.

Algunas de las industrias que han realizado la aplicación de procesos de soldadura por resistencia con mejores resultados, incluyen: La automotriz, Refrigeración, Aviación, Ferrocarrilera, especialidades metálicas, maquinaria, contenedores metálicos, radio partes, etc.

a.2) Procesos de Soldadura por Resistencia.

Los procesos de soldadura por resistencia pueden ser divididos en diversas clasificaciones, que a su vez pueden ser subdivididas. Los procesos principales son:

- 1.- Soldadura por puntos.
- 2.- Soldadura por proyección.
- 3.- Soldadura por costura.
- 4.- Soldadura por destello.
- 5.- Soldadura por energía almacenada.
- 6.- Soldadura por pulsación.
- 7.- Soldadura por percusión.
- 8.- Soldadura por electro-forjado.
- 9.- Soldadura con latón por electricidad.

Aunque mencionadas solamente, las diferentes clasificaciones y subdivisiones, como un complemento necesario para una mayor comprensión, realmente nos interesa centrarnos específicamente en la soldadura por puntos.

Soldadura por puntos es el proceso de soldadura por resistencia más ampliamente usado; la más elemental versión de una máquina de este tipo, consiste en un transformador monofásico (aunque en nuestro caso veremos que realmente la línea de fuerza en el primario del transformador consiste de dos fases de 440V A.C. y 60 Hz), un par de electrodos adecuados y un medio de aplicación de fuerza entre los electrodos. La corriente eléctrica de bajo potencial y alta intensidad es suministrada por el secundario del transformador, y dicha corriente que fluye a través de los electrodos y con la aplicación de una presión induce la soldadura.

La fuente de energía para soldadura por resistencia es el transformador de soldadura y la energía fluye por el cable flexible secundario de baja reactancia, los brazos soldadores o conductores y los electrodos. Estos elementos están conectados como se muestra en la fig. I.1, donde el primario con sus derivaciones es conectado al regulador de calor. Este regulador sirve como un medio de ajuste de la magnitud de la corriente de soldadura variando el voltaje secundario, el cual puede operar en forma mecánica, magnética o electrónica. Una conexión flexible permite movimientos entre los electrodos. El circuito portador de corriente conecta el secundario del transformador a los electrodos. (En nuestro caso, en este circuito portador de corriente debemos incluir el cable flexible bipolar de baja reactancia que lleva la energía del secundario del transformador de soldadura a la pistola soldadora).

El mecanismo de obtención de la presión soldadora puede ser manual (operada por pedal o por mano), neumático, hidráulico o por medio de un motor. La designación apropiada usualmente indica el estilo de la soldadora por puntos (punteadora).

La sincronización de la aplicación de la presión de soldado con el ciclo completo de soldado se realiza con un interruptor mecánico en máquinas de pedal; en cambio en máquinas operadas neumática o hidráulicamente se usa un control eléctrico o electrónico de secuencia y finalmente un control giratorio de leva para máquinas operadas por motor.

a.3) Controles de calor.

En los principios de la soldadura por resistencia, la cantidad de corriente no podía ser regulada hasta que se descubrió que mientras más material existía entre los electrodos la soldadura era más fría. Algunos operadores enredaban cadenas alrededor de un brazo de la pistola

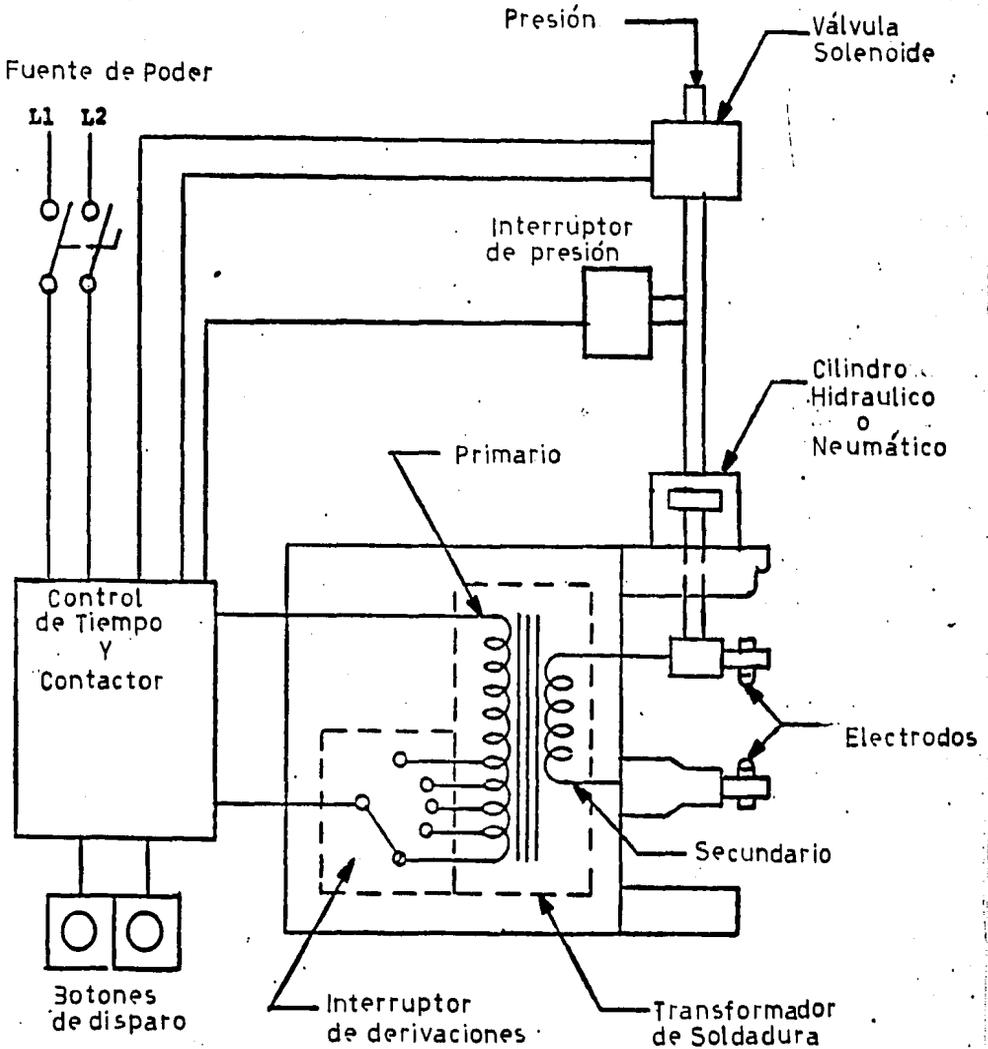


Figura 1.1

para bajar la cantidad de corriente a través del punto de soldadura. Entonces los fabricantes de transformadores comenzaron a construir diversas ramificaciones en los transformadores de soldadura, por lo que la industria de controles de soldadura reconoció la necesidad de crear ajustes infinitesimales de corriente de soldadura y desarrolló el control de calor por desplazamiento de fase (fig. 1.2). Como un estandard en la industria la mayoría de los fabricantes actualmente usan corrientes que van desde el 20% al 100% RMS; el 20% fue escogido como el límite inferior debido a que si fuese menor los ignitrones no tendrían el suficiente flujo de corriente o de voltaje para mantener la ionización. Ahora, con el uso de los SCRs, para aplicaciones especiales el calor puede disminuir hasta el 5%.

a.4) Generación de calor.

En soldadura por resistencia, el calor se genera en el metal debido al paso de una corriente eléctrica, y este calor generado es proporcional a I^2RT , donde I es la corriente secundaria o de soldadura en Amperes, R es la resistencia eléctrica en Ohms de la trayectoria, en la cual la corriente fluye y T es el intervalo de tiempo en segundos, durante el cual la corriente fluye. Las tres variables fundamentales que afectan esta fórmula son: corriente, tiempo y presión. Cualquier equipo de soldadura por resistencia debe poseer medios para controlar estos factores. La resistencia (R) de la fórmula es determinada por la resistencia a través de los metales, principalmente en las superficies de contacto, la cual depende en gran medida de la presión que se ejerce entre ellos.

a.5) Calor generado.

La energía representada por la expresión I^2rt siempre aparece como calor y puede ser expresada en unidades de calor como calorías o en unidades eléctricas como Watt-seg. Un Watt-seg es igual a 0.24 cal. La energía en calorías, generada por una corriente eléctrica I , circulando a través de una resistencia R , por un periodo de tiempo T , es igual a:

$$C = 0.238 I^2 R T$$

Donde: R dado en Ohms.

I dado en Amperes.

T dado en Segundos.

C dado en Calorías.

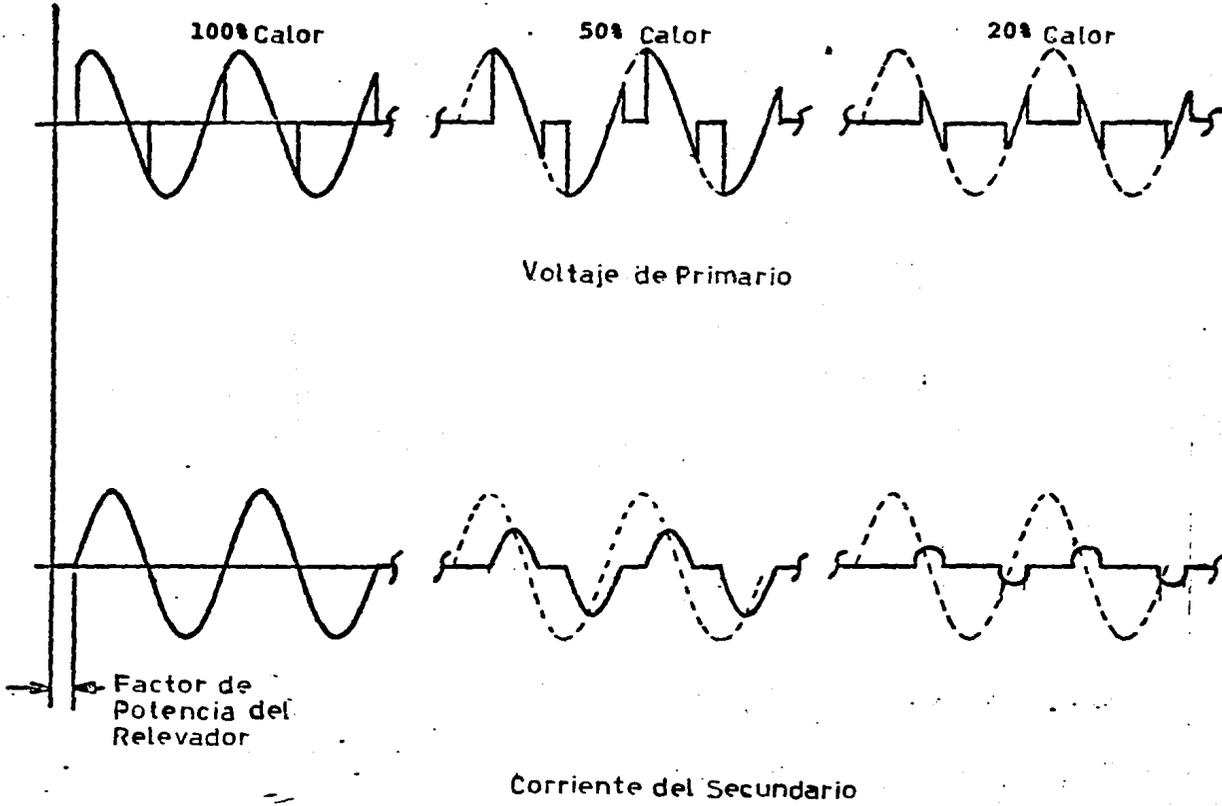


Figura 1.2

El circuito secundario de un equipo de soldadura por resistencia, incluyendo el trabajo que se va a soldar, es considerado como una serie de resistencias, cuyo total aritmético afecta el flujo de la corriente de soldadura. La corriente que fluye en amperes debe ser igual en todos los puntos del circuito independientemente de la resistencia en esos puntos, pero la generación de calor en cada uno de esos puntos debe ser directamente proporcional a la resistencia en cada uno de ellos. Con estas consideraciones es posible diseñar un circuito eléctrico que produzca calor exactamente donde se requiera, manteniendo las partes de conexión del circuito relativamente frías.

Una importante característica de la soldadura por resistencia, es la rapidez con la cual este calor puede ser producido. Los efectos combinados de calor generado y pérdidas en la parte del circuito secundario que comprende el trabajo y los extremos de los electrodos se ilustra en la fig. I.3. Existen en efecto, por lo menos siete resistencias conectadas en serie para cualquier soldadura y existen mas para uniones de hojas múltiples.

Para una unión de dos hojas, estas son:

- 1.- Electrodo superior.
- 2.- Contacto entre electrodo superior y hoja superior.
- 3.- Cuerpo de la hoja superior.
- 4.- Contacto entre la hoja superior y la inferior (intercaras).
- 5.- Cuerpo de la hoja inferior.
- 6.- Contacto entre la hoja inferior y el electrodo inferior.
- 7.- Electrodo inferior.

No todo el calor es generado en el punto adecuado o sea, la juntura de las partes de trabajo. El flujo de calor hacia o desde el punto, el cual a su vez asiste o retarda la creación del calor de soldadura propiamente localizado, es gobernado por el gradiente de temperatura establecido por la corriente de soldadura actuando sobre los componentes resistivos.

El calor será generado en cada una de las siete secciones de la fig I.3, en proporción a la resistencia de cada una. Sin embargo el calor de soldadura sólo es requerido en el plano 4 y debe de reducirse el calor tanto como sea posible en los otros puntos. Al iniciarse una soldadura, la temperatura de todas las partes está representada por la línea vertical marcada como "Temperatura del agua". La resistencia mayor está en el plano 4 y por lo tanto el calor se desarrolla mas rápidamente en

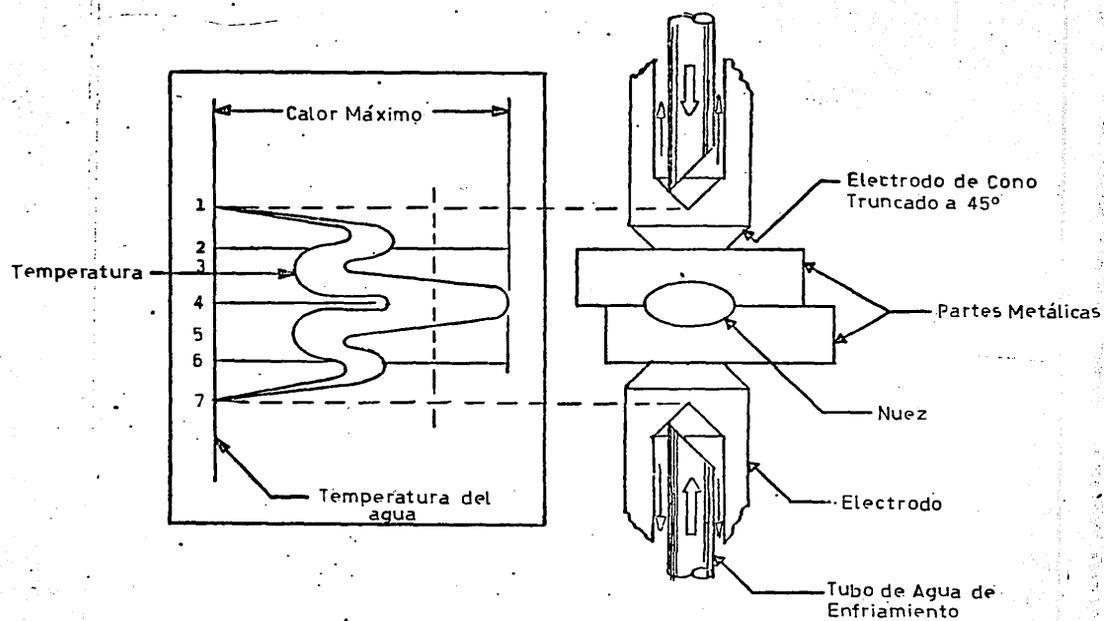


Figura L3

ese lugar. Los puntos 2 y 6 son los que les siguen en resistencia. La temperatura se eleva rápidamente también en estos puntos, pero no tan rápido como en el plano 4. Después de un porcentaje bajo del tiempo total permitido para la soldadura, el gradiente de calor probablemente corresponde a la línea dentada del lado derecho. El calor generado en 2 y 6 es rápidamente disipado hacia los electrodos enfriados por agua 1 y 7, mientras que el calor en 4 es parcialmente atrapado y su disipación es mucho más lenta. Conforme el tiempo de soldadura progresa, la velocidad de elevación en el plano 4 será mucho más rápida que para el 2 y 6. La temperatura de soldadura es indicada por la línea punteada vertical. En una soldadura perfectamente controlada, la temperatura de soldado ocasionaría primero que se obtuvieran puntos insignificantes en las intercaras, los que después se convertirían en algo similar a una almendra pequeña conforme el tiempo avanza.

Los factores que afectan la cantidad de calor producido en la soldadura por una corriente dada en una unidad de tiempo, son:

- 1.- La resistencia eléctrica de los materiales que están siendo soldados.
- 2.- La resistencia eléctrica del material del cual están elaborados los electrodos.
- 3.- La resistencia de contacto entre las partes de trabajo determinadas por condiciones superficiales como, impurezas, presión de soldadura, etc.
- 4.- La resistencia de contacto entre los electrodos y las partes de trabajo determinada por las condiciones superficiales, el área de contacto del electrodo y la presión de soldado.

a.6) Factores de Resistencia.

La resistencia total encontrada en el área de soldadura es la suma de tres resistencias separadas, que son:

- 1.- Resistencia entre los electrodos y el material a soldar.
- 2.- Resistencia entre las dos partes de metal que se van a soldar.
- 3.- Resistencia específica de los metales.

Las dos primeras resistencias dependen a su vez de:

- 1.- Presión de soldadura.
- 2.- Condición superficial del material (Rugosidad, uniformidad, impurezas).
- 3.- Forma y tamaño del electrodo.
- 4.- Material del electrodo.
- 5.- Condición superficial del electrodo.

a.7) Requerimientos de Corriente.

La cantidad de calor requerido para elevar una pieza de metal a una determinada temperatura de soldadura depende de:

- a) El volumen de metal a ser calentado.
- b) Su calor específico.
- c) Las pérdidas de calor.

Las pérdidas de calor que deben considerarse son:

1.- Conducción de calor por el electrodo. Esto es proporcional al área de la punta del electrodo y a la diferencia de temperatura entre el área de soldadura y la cara del electrodo; también es proporcional al intervalo de tiempo en que están en contacto los electrodos y el área de contacto.

2.- Conducción por las partes que se van a soldar. Esta pérdida de calor depende de la conductividad térmica y el espesor de las partes a soldar. También depende de la diferencia de temperatura entre la temperatura de soldado y la temperatura ambiente.

3.- Pérdidas por radiación. La cantidad de corriente requerida varía dependiendo de los materiales a soldar y de las condiciones generales de soldadura. Debe existir un buen control sobre la corriente, el cual puede consistir en un cambio de relación de vueltas en el transformador o una variación de voltaje primario por medio de un autotransformador o por medio de cambios de fase electrónicos.

Recordando la fórmula:

$$C=0.238I^2RT$$

Donde puede observarse que tanto mayor sea la resistencia eléctrica de los metales que se desean soldar, menor será la magnitud de la corriente requerida para conseguirlo. El cobre y la plata, tienen la mínima resistencia por lo que son difíciles de soldar, lo cual se debe a que los electrodos no pueden transportar la corriente necesaria para lograr la soldadura sin fundir el metal. El aluminio, que tiene dos tercios de la conductividad del cobre, puede ser soldado, pero requiere de una corriente bastante alta. El acero es relativamente fácil de soldar, pero el acero inoxidable, el monel, y otros metales que tienen mayor resistencia eléctrica que el acero requieren de menor corriente.

La duración en tiempo, de la corriente en soldadura por resistencia puede ser controlada por varios métodos:

- 1.- Contactor magnético manualmente controlado.
- 2.- Controlador magnético mecánicamente controlado.
- 3.- Contactor magnético eléctricamente controlado.
- 4.- Contactor operado por motor síncrono.
- 5.- Control de tiempo a base de ignitrón con control eléctrico.
- 6.- Control de tiempo a base de SCR (estado sólido).

Como una referencia mas, se agrega que con algunos materiales, los procesos para el soldado exigen un control muy preciso de la duración de la corriente para obtener soldaduras adecuadas, por lo que se usan controles electrónicos síncronos, en cambio hay materiales que no requieren controles síncronos.

a.8) Presión de soldadura.

La presión o fuerza en el área de soldadura puede ser obtenida de diferentes formas, que son:

- 1.- Mecánicamente.
- 2.- Neumáticamente.
- 3.- Hidráulicamente.
- 4.- Por una combinación de uno o mas de los métodos anteriores.

La presión de soldado aplicada por medio de los electrodos a piezas de metal que se van a soldar, proporciona lo siguiente:

1.- Fuerza a los materiales a soldar en un contacto de intercaras.

2.- Tiende a eliminar películas de óxido y a absorber gases en las capas superficiales de los materiales que se están soldando.

3.- Presiona las piezas que se están soldando entre sí y restringe el paso de la corriente a esta área.

4.- Reduce la posible formación de porosidad y grietas en el área de soldadura.

5.- Ayuda a reducir las pérdidas de elementos de bajo punto de ebullición.

6.- Una presión substancial mantiene un valor bajo de resistencia de contacto entre los electrodos y las piezas a soldar, reduciendo la tendencia de adhesión o depósito de los materiales que se sueldan.

7.- Proporciona una pequeña deformación en los cristales de los materiales que se sueldan y propicia la recristalización a través de las intercaras.

CAPITULO II

COMPONENTES PRINCIPALES

a) Equipo de Soldadura por Resistencia.

Los elementos principales de un equipo de soldadura por resistencia, ya sea por puntos o por proyección se muestran en la fig 1.1. La alimentación de energía se conecta al primario del transformador de soldadura a través del contactor; dicho transformador está provisto de derivaciones en su devanado para permitir la conexión de dicha alimentación a diferentes porciones del devanado.

Las derivaciones proveen de un medio de regular la cantidad de corriente que fluye en el devanado secundario.

Entre la alimentación de energía y el primario del transformador se intercala un contactor como un medio de abrir y cerrar el circuito cuya precisión será dada por el control de tiempo. El contactor abre y cierra el circuito primario por periodos de tiempo definidos.

El transformador es principalmente un dispositivo que transforma el alto voltaje de la alimentación en un voltaje bajo y comodamente manejable. Los voltajes secundarios (circuito abierto) en la mayoría de los equipos soldadores oscilan entre 1.5 y 20 Volts.

Cuando se alimenta al primario del transformador con corriente alterna, un voltaje alterno de la misma frecuencia es inducido en el secundario. El voltaje de circuito abierto o voltaje en vacío del secundario va de acuerdo con la siguiente relación:

$$E_s = E_p \frac{N_s}{N_p}$$

donde: E_s = Voltaje secundario
 E_p = Voltaje primario
 N_s = Número de vueltas del secundario.
 N_p = Número de vueltas del primario.

El voltaje secundario, y de hecho la corriente de soldadura, pueden ser variadas cambiando la relación de vueltas de primario a secundario por medio del selector de derivaciones en el primario del transformador, mostrado en la fig. I.1.

La corriente en el secundario o de soldadura que fluye en un equipo de soldadura por resistencia puede ser calculada midiendo la corriente primaria y multiplicándola por la relación de vueltas en la derivación usada, según la fórmula:

$$I_s = I_p \frac{N_p}{N_s}$$

Y ya que

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Entonces

$$I_s = I_p \frac{E_p}{E_s}$$

Donde: I_s = Corriente Secundaria.
 I_p = Corriente Primaria.
 N_p = Número de Vueltas Primarias.
 N_s = Número de Vueltas Secundarias.
 E_p = Voltaje Primario (Circuito abierto).
 E_s = Voltaje Secundario (Circuito abierto).

a.1) Contactores.

El componente utilizado para permitir o detener el flujo de corriente hacia el primario del transformador es llamado contactor. En las pistolas de soldadura modernas, se usan dos tipos de contactores: El Ignitrón y el S.C.R.

Los tubos de ignitrón son del tipo de alberca de mercurio (fig. II.1). El ignitor es un material con resistencia especial, el cual se encuentra sumergido en la alberca de mercurio. Cuando la corriente fluye, se forma un arco en la superficie de la alberca, este arco se extiende sobre toda la superficie del mercurio provocando la liberación de electrones. Cuando el ánodo es de polaridad positiva, estos electrones se ven atraídos hacia él, por lo cual la corriente fluye. Esta corriente continuará fluyendo hasta que el voltaje del ánodo sea casi cero.

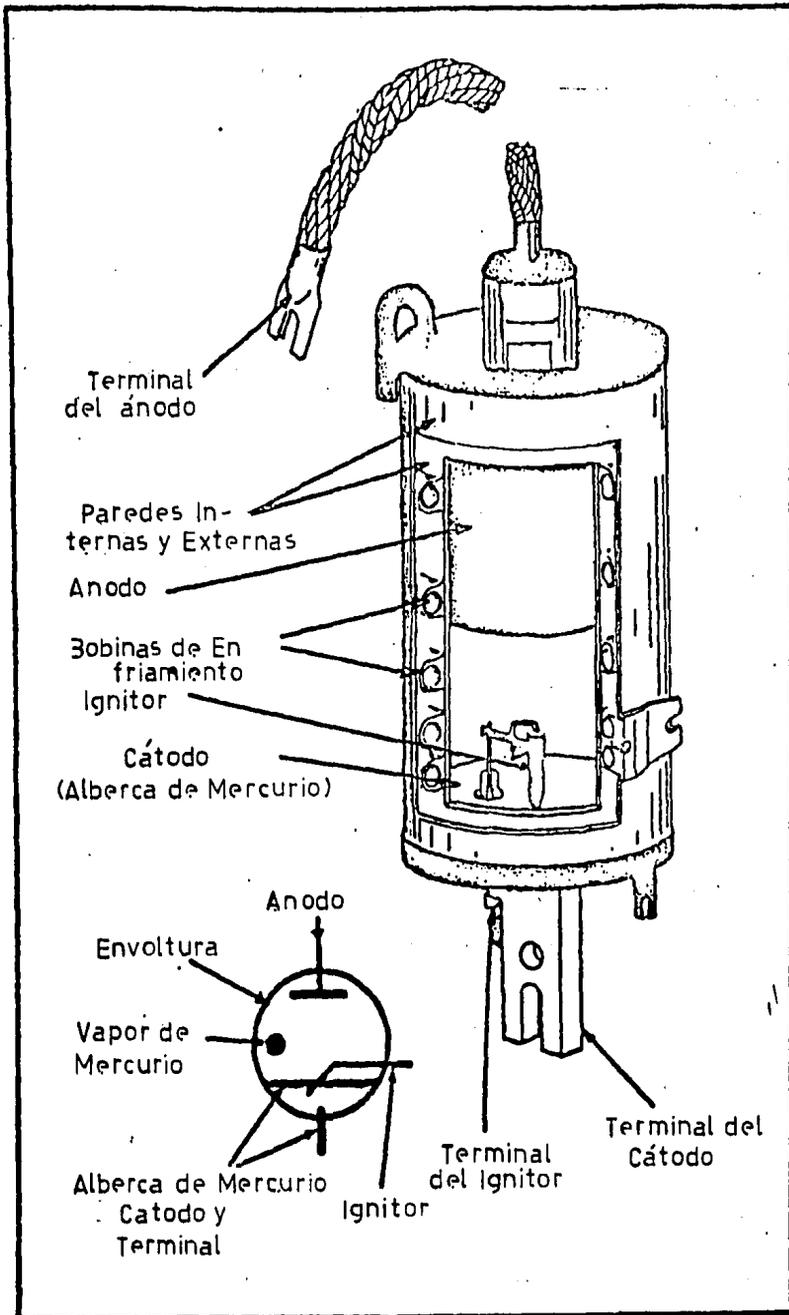


Figura II.1

Para controles de corriente alterna de una fase, dos tubos se encuentran conectados en paralelo inverso. El tubo A pasa la mitad de la onda senoidal, el tubo B pasa la otra mitad. Por lo tanto, una corriente alterna fluye a través del transformador de soldadura.

Los ignitrones se ven practicamente inafectados por los voltajes transitorios, sin embargo, tienen un limite de vida determinado por la corriente de carga y el enfriamiento.

a.2) SCR. Rectificadores controlados de silicio.

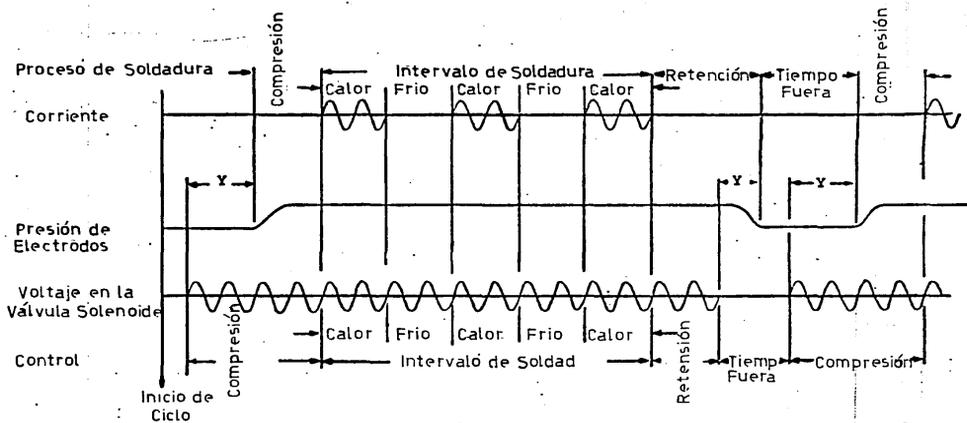
Los rectificadores controlados de silicio son equivalentes a los ignitrones pero de estado sólido y se conectan y se usan casi de la misma forma. Sin embargo, los SCRs tienen un tiempo de vida ilimitado si se usan dentro de sus parámetros.

El parámetro mas importante son los voltajes transitorios. En muchas aplicaciones, como la soldadura multipunto, se debe prestar mucha atención a la correcta protección de los SCRs a los sobrevoltajes.

a.3) Reguladores de tiempo y accesorios.

En los controles de soldadura básicos, solo el tiempo de soldadura y el porcentaje de corriente son requeridos, sin embargo, la mayoría de los equipos de soldadura, sobre todo si son del tipo pistola, máquina o robot, requieren válvulas para controlar el movimiento de los electrodos. Debido a que el movimiento de los electrodos toma algun tiempo (no es instantaneo), se requiere de un método para energizar la válvula y cerrar los electrodos con retardo ajustable antes de soldar. Este retraso es llamado tiempo de compresión. Despues del tiempo de retención. En algunas aplicaciones como la soldadura con pistola, se usan una serie de repeticiones de los eventos anteriores. Los electrodos deben abrirse entre la retención y la compresión para así permitir que los electrodos se muevan a otro punto. Este periodo es llamado tiempo fuera.

Los parámetros anteriores son los mas comunes en los reguladores de tiempo básicos. De esta forma el usuario menor tiene la facilidad de reajustar el tiempo de soldadura y el porcentaje de corriente, si tiene que soldar diferentes tipos o gruesos de material. Cuando el tiempo no permite esto, como sucede en la producción automatizada, se pueden adicionar accesorios de programa múltiple. Los mas comunes son los de programa doble o tri-



Y=Tiempo de Operación del Equipo

Figura 11.2

ple, que permiten tener ajustes seleccionables del tiempo de soldadura y el porcentaje de corriente, mediante un botón o contactos de relevador.

El límite práctico para pistolas operadas a mano es el programa triple, mientras que para máquinas o robots se necesitan dieciséis o más programas diferentes donde la selección se realiza por medio de controles programables o paneles de relevadores de secuencia.

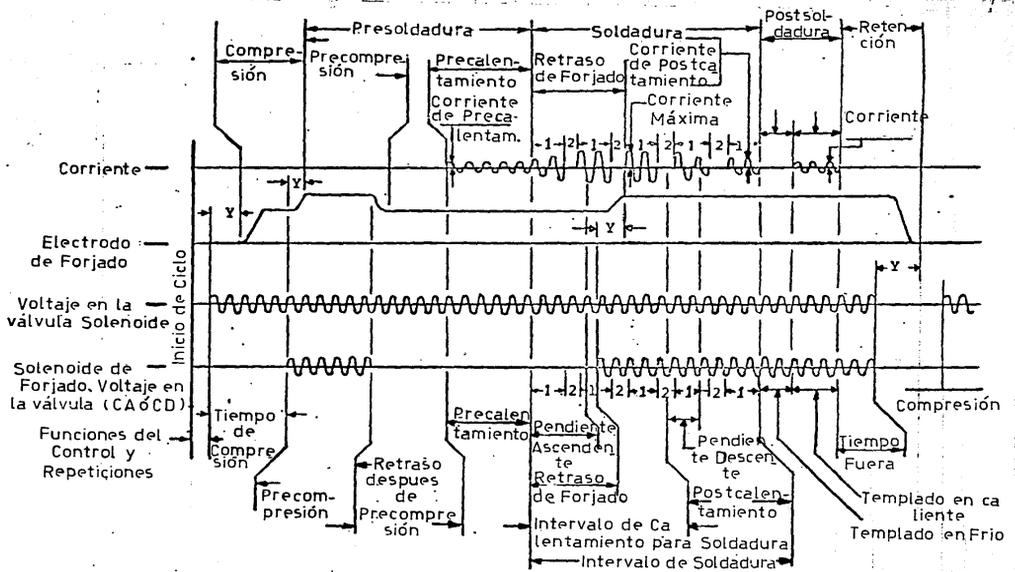
Cuando se soldan materiales gruesos, de 3.2 milímetros (1/8 pulg.) o más, se requiere de más de un periodo de soldadura durante cada secuencia debido a la conducción térmica de las áreas adyacentes. Estos periodos de soldadura están separados por periodos de enfriamiento (fig. II.2) de tal forma que se transfiere el calor sin quemar la superficie del material. Este tipo de soldadura es llamada por pulsación.

Los materiales recubiertos presentan varios problemas; las capas como las de aceite sucio o algún sellador, no permiten un buen flujo de corriente de soldadura y deben retirarse antes de lograr una buena soldadura. Otros recubrimientos como los de zinc son deseables pues permiten una soldadura eficiente. Si se trabaja con un control básico de soldadura, se pueden encontrar uno más de los siguientes problemas:

- 1.- Superficie de soldadura con aspecto quemado.
- 2.- Gran expulsión de zinc y metal.
- 3.- Soldadura pobre y quebradiza.
- 4.- Cobre proveniente de los electrodos incrustado en la soldadura.
- 5.- Zinc recogido por los electrodos.

Los problemas anteriormente descritos requieren mantenimiento frecuente de los electrodos y del equipo periférico.

Existen diversas opiniones acerca de la forma más adecuada de corregir estos problemas. Una de ellas es la de pasar una corriente elevada durante un intervalo de tiempo corto antes de la etapa real de soldadura, esto provoca que el recubrimiento sea expelido de tal forma que se logre una buena soldadura. En mi opinión esto es cierto, aunque un mantenimiento sumamente frecuente seguiría siendo necesario y a pesar de que la soldadura sea sólida, su aspecto sería terrible. El método que yo



Y=Tiempo de Operación del equipo

1=Calor
2=Frio

considero mejor es derretir el recubrimiento lentamente mientras la presión de los electrodos lo retira del área de contacto antes de aplicar la corriente de soldadura. Existen dos formas diferentes de realizar esto: Usar un accesorio de precalentamiento (fig. II.3), el cual se encuentre provisto de un control ajustable de tiempo de calentamiento y de porcentaje de corriente y un retraso ajustable antes de la etapa de soldadura. También se puede usar un accesorio de pendiente ascendente, el cual cuenta con un control de porcentaje de calor inicial ajustable y un tiempo de pendiente ascendente para que la corriente llegue al máximo prefijado. Esto permite comenzar la etapa de soldadura con un porcentaje de corriente bajo e incrementarlo poco a poco hasta alcanzar el máximo de la corriente requerida para lograr la soldadura. Cualquiera de estos dos métodos mejoran notablemente los problemas descritos previamente.

Dos efectos secundarios pueden ocurrir durante la etapa de soldadura, un ensamble recién soldado puede tener una carga magnética remanente, la cual puede producir alguna falla en un convertidor de torque de una transmisión automática o bien la soldadura puede cristalizarse. Estos dos problemas pueden neutralizarse mediante el uso del accesorio de pendiente descendente. Este accesorio permite bajar lentamente el porcentaje de corriente de soldadura, dejando muy poco o nada de magnetismo en el material y reduce el proceso de enfriamiento.

En el caso de obtener soldaduras cristalizadas el método mas usado es el de adicionar un accesorio de templado y revenido, el cual nos provee de un retraso ajustable después de la soldadura, así como de un control del tiempo de calentamiento y porcentaje de corriente, de tal forma que un poco de calor puede ser aplicado al material después de soldar para controlar con presión el proceso de enfriamiento y así evadir la cristalización de la soldadura.

Cuando las partes a soldar son muy grandes para la apertura normal de los electrodos, se usa un cilindro especial para controlar la apertura de dichos electrodos, el cual está controlado a su vez, por un control de retroacción que forma parte del regulador de tiempo de soldadura. Este control normalmente se acciona por un interruptor de botón. Los electrodos se abrirán mas debido al cilindro de retracción especial y cuando el botón sea oprimido el cilindro se desplazará, entonces el botón debe ser oprimido nuevamente para cerrar los electrodos y comenzar el ciclo de soldadura.

Este ciclo puede repetirse tantas veces como sea necesario para terminar con la soldadura de toda el área antes de que los electrodos sean retraídos hacia la pistola. Para retirarlos, simplemente se oprime el botón de retracción otra vez.

Algunas aplicaciones requieren que el material a soldar sea comprimido o moldeado durante la secuencia de soldadura. Para lograr esto, se aplica una presión extra en la zona a soldar, mientras esta permanece en estado plástico. Un accesorio llamado retrasador de tiempo de forjado nos proporciona una señal exacta de tiempo durante o después del instante de soldado para energizar una válvula de mayor presión que se encuentra conectada al cilindro que ocasiona que los electrodos se cierren con mayor fuerza.

En la moderna maquinaria automatizada, incluyendo los robots, se requiere de una señal para que el panel de secuencia de la máquina reconozca cuando la secuencia de soldadura a terminado. Un accesorio de fin de tiempo de retención, nos proporciona esa señal, mediante un retrasador ajustable después de la retención y antes que encienda la señal y un calibrador, el cual nos da el tiempo duante el cual la señal se mantendrá encendida.

Todos estos accesorios han estado disponibles en el mercado desde hace muy poco tiempo, sin embargo los controles de soldadura estan limitados a solo un accesorio, o tal vez dos o tres debido a su alto costo y lo estorboso de sus partes electrónicas. La maquinaria altamente automatizada necesita varios de los accesorios descritos, por lo que se ha logrado en base a la mas alta tecnologia el diseño de microprocesadores de control de soldadura. Estos controles pueden tener todos los accesorios para cada secuencia de soldadura y tantas secuencias únicas como tipos y gruesos de materiales se necesitan soldar; el equipo en escencia permanece fisicamente igual si se trata de un regulador de tiempo que cuente con compresión y tiempo fuera básicos. Todas estas funciones son realizadas por medio de sofisticados programas.

Mientras mas soldadores automáticos se fabrican que requieren poca intervención humana, los problemas se van haciendo mas y mas visibles.

El desgaste de los electrodos (fig. II.4) es un problema que todos los usuarios han experimentado; la forma mas común de corregir este problema es adiconar un accesorio escalonador. Cuando los electrodos se desgastan la superficie que está en contacto con el metal a soldar es mayor y por lo tanto la densidad de la corriente es me-

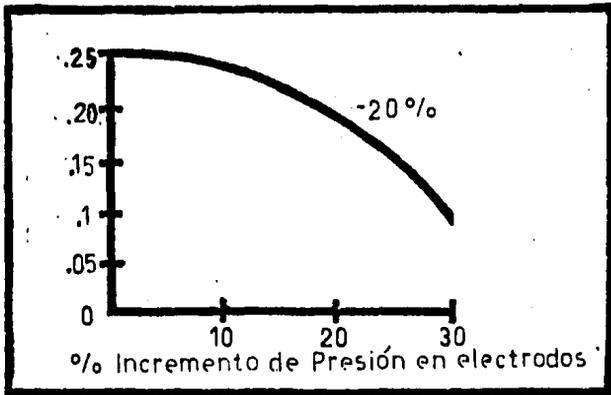
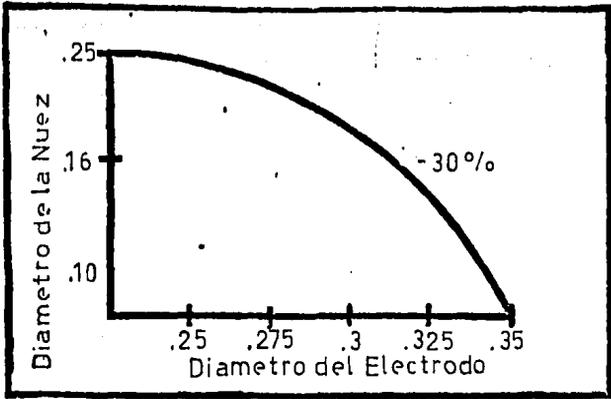


Figura 11.4

nor, o sea, la misma corriente tiene que dispersarse a través de un área mayor y ocasiona que la soldadura sea mas fria. El escalonador se ajusta a un determinado número de soldaduras y el porcentaje de calor se fija para cada paso. Estos valores se establecen durante la producción normal observando cuales son las soldaduras frias y cuantas soldaduras se han hecho y el porcentaje de calor que se ha tenido que aumentar para lograr buenas soldaduras.

Antes de los controles de soldadura por microprocesador, los aumentos en porcentaje de calor eran instantaneos, lo cual permitia que el equipo soldador fuera enfriandose poco a poco hasta llegar la cuenta de soldaduras a la prefijada en el escalonador y repentinamente se convertia en un equipo soldador caliente. Los controles de soldadura por microprocesador utilizan el poder matemático del micro para dividir el número de soldaduras por el porcentaje de calor a incrementar y de esta forma aumentar un 1% obteniendose así un incremento lineal de porcentaje de calor equivalente al desgaste de los electrodos. Los usuarios mas grandes han establecido que se necesita un escalonador de 5 niveles de calor antes de que se requiera un mantenimiento de electrodos.

Las fluctuaciones de voltaje (fig. II.5) en las líneas de alimentación de voltaje, es un problema cada dia mas grande en soldaduras de calidad; los equipos de soldadura por resistencia requieren de mucha potencia en periodos cortos. En plantas industriales con sistemas de potencia débiles o gran cantidad de equipos de soldadura, de los cuales varios funcionan simultaneamente, se han observado caidas de voltaje que exceden el 30%. Un accesorio compensador automático de voltaje cambia el ángulo de disparo del porcentaje de corriente durante la soldadura para así ayudar a mantener la corriente primaria durante serias caidas de voltaje.

El accesorio compensador automático de corriente es muy similar al compensador automático de voltaje, pero el primero monitorea la corriente primaria o secundaria y después cambia el porcentaje de calor para así mantener la corriente constante durante la soldadura. La mayoría de los usuarios han elegido el control del equipo eléctrico en uso para minimizar las caidas de voltaje mediante la instalación de un sistema administrador de energia o un control computarizado de carga; cualquiera de los dos pueden ser programados con el factor de potencia consumido por el equipo y la prioridad fijada para cada uno de ellos. Por ejemplo: Un equipo de soldadura por resistencia requiere de periodos cortos de gran potencia mientras que un compresor o acondicionador de aire puede dejarse desconectado por momentos sin

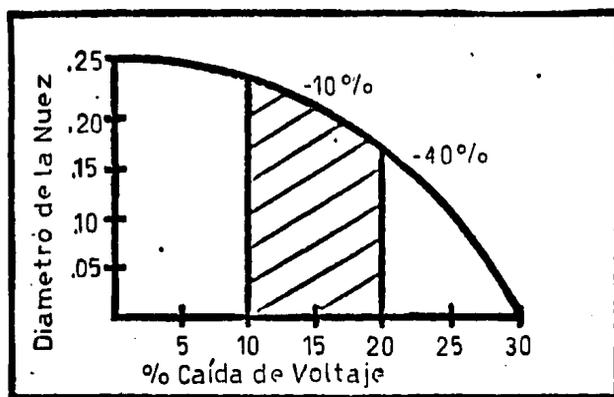


Figura 11.5

afectar la producción. La mayoría de los controles de soldadura por resistencia pueden ser intercambiados con los equipos anteriores sin por ello retrasar la producción mientras que la calidad de la soldadura aumenta y el consumo de corriente eléctrica disminuirá.

Algunas aplicaciones de soldadura por resistencia requieren de una altísima calidad de soldadura, casi del cien por ciento, para lograrlo se requiere de un frecuente monitoreo de la soldadura y compensaciones de variables (fig. II.4 y II.5), cuando estas variables, potencia, electrodos, presión de aire y material cambian, la corriente o el voltaje del equipo de soldadura pueden variar. Estos parámetros son interpretados por el accesorio de retroalimentación adaptable; cuando la impedancia varía, el porcentaje de calor o el tiempo de calentamiento son automáticamente ajustados por lo que se produce la misma pepita al soldar. Otro tipo de retroalimentación adaptable es la retroalimentación acústica. Cuando se está formando una pepita de soldadura, la expansión térmica produce determinadas emisiones acústicas, las cuales se pueden monitorear y la soldadura termina cuando se haya alcanzado el patrón de emisión acústica correspondiente. También estos accesorios de retroalimentación adaptable pueden lograr compensaciones en las degradaciones de estas variables, pero no pueden evitar el tener un mantenimiento continuo y solo nos proporcionan una mejor calidad de soldadura cuando ésta se necesita. Algunas soldaduras requieren cantidades extraordinarias.

La conductividad eléctrica del aluminio es muy alta por lo cual requiere de corrientes muy elevadas para generar suficiente calor para fundirlo.

La Corriente Directa (C.D.) (fig. II.6) es una forma de contrarrestar el efecto del enfriamiento. Un control estándar de una sola fase puede usarse y rectificar el secundario del transformador para obtener corriente directa en la pistola de soldadura; un control de soldadura de dos fases o tres y un transformador de soldadura también se pueden usar; lo más usado es tres fases a C.D.

A medida que he ido estudiando la soldadura por resistencia me he dado cuenta de que no es tan simple como parecía, la mayor parte de la responsabilidad recae sobre los controles de soldadura para la integridad de la soldadura, sobre todo en estos días en los que ésta se realiza mediante mecanismos automatizados y robots.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL CONTROL ELECTRONICO

a) Características.

El sistema regulador de tiempo de soldadura Weltronic D-5000 es flexible, modular y de estado sólido. En todas las funciones en las que se involucra el tiempo se basan en el control de ciclos de frecuencia de línea, la cual en nuestro caso es de 60 Hz.

Las funciones estándar de tiempo son:

- 1.- Compresión.
- 2.- Soldadura.
- 3.- Retención.
- 4.- Tiempo fuera.

Las cuales se ejecutan en ese orden desde el inicio. Cada función cuenta con un interruptor giratorio mediante el cual se fija el número de ciclos de línea. También el control del porcentaje de calor se selecciona mediante un interruptor giratorio. El circuito compensa el factor de potencia para mantener automáticamente el porcentaje de calor seleccionado.

Un regulador de tiempo básico puede configurarse fácilmente para varios modos de operación y pueden agregarse los varios accesorios modulares. El panel frontal contiene los diodos emisores de luz para indicar el estado en que se encuentra el control. El control de tiempo básico se encuentra dividido en tres tabletas de circuitos impresos, que son:

- a) Tarjeta Terminal.
- b) Tarjeta de Lógica principal.
- c) Tarjeta de Display.

Todos los cables de entrada y salida pasan a través de la tarjeta terminal. Dicha tarjeta también contiene los relevadores, el transformador para la fuente de poder del circuito lógico y dispara los SCRs para los ignitrones. La tarjeta lógica principal contiene todos los circuitos estándar para controlar el tiempo, el circuito de alambrado de SCRs, el circuito de compensación de porcentaje de calor, los interruptores giratorios para controlar el porcentaje de calor de las etapas de compresión, soldadura, retención y tiempo fuera, la fuente de poder para circuitos lógicos y de relevadores y la entrada a los circuitos del interruptor de presión, así

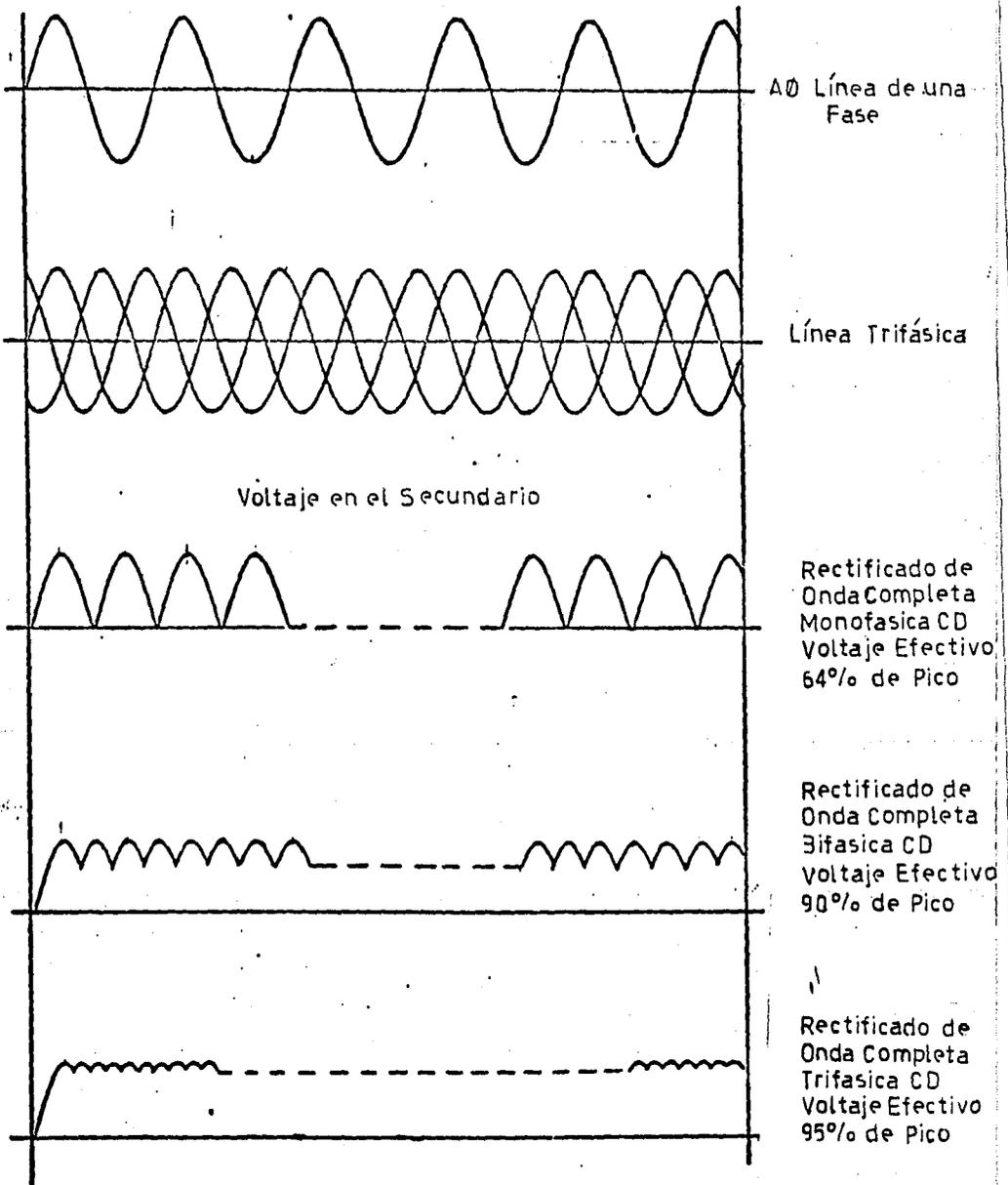


Figura II.6

como del piloto. La tarjeta de display contiene los interruptores del panel frontal y los diodos emisores de luz.

Cada accesorio opcional consiste en una tarjeta de circuito impreso complementario con un panel frontal. La tarjeta contiene todos los circuitos y conectores de entrada y salida. La tarjeta y el panel forman un módulo que se puede colocar a un lado del panel frontal del control básico y conectarse a la tarjeta lógica. Se pueden colocar hasta tres accesorios, uno junto al otro y en cualquier orden.

Descripción del panel frontal (fig. III.1)

1.- Interruptor giratorio para el tiempo de compresión. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea. (Si la línea es de 60 Hz, el tiempo será de 0 a 1.65 seg.).

2.- Interruptor giratorio para el tiempo de soldadura. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea.

3.- Interruptor giratorio para el Porcentaje de calor. Se ajusta de 0 a 99% de calor, pero el circuito lógico lo limita a un mínimo del 20%. Por lo tanto el control interpreta del 0 al 19% como 20%.

4.- Interruptor giratorio para el tiempo de retención. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea.

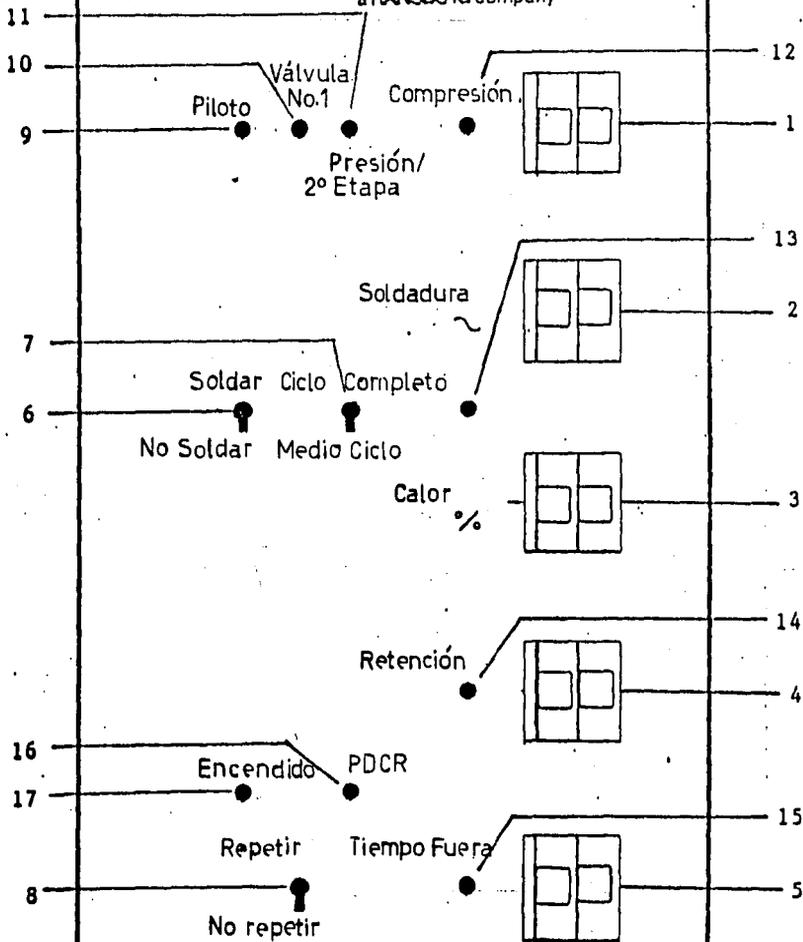
5.- Interruptor giratorio para el tiempo fuera. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea. El tiempo fuera solo es importante si se trabaja en el modo repetitivo y es ignorado en el modo no repetitivo.

6.- Interruptor de soldar / no soldar. En posición de soldar, el circuito que dispara el SCR y el relevador externo de control de soldadura (si se usa) se habilitan para permitir a los SCR o ignitrones que disparen durante el tiempo de soldadura. En la posición de no soldar, los circuitos de disparo se encuentran deshabilitados en cualquier momento.

7.- Interruptor de ciclo completo / medio ciclo. En la posición de ciclo completo, el tiempo de soldadura es determinado por el interruptor giratorio para el control de tiempo de soldadura. En la posición de medio ciclo, el tiempo de soldadura se sostiene por medio ciclo de línea a pesar de la posición en la que se encuentre el interruptor, excepto cuando sea 0. Cuando el ajuste es cero, el control no realiza la secuencia de soldadura. El modo de medio ciclo generalmente es usado para soldaduras de trabajo ligero.

Weltronic®

a RANSOLFG company



D5000

Figura III.1

8.- Interruptor repetir / no repetir. En la posición de repetir el control se recicla inmediatamente a compresión después del tiempo Fuera si se mantiene el piloto. En la posición de no repetir el control no se reciclará después del tiempo fuera hasta que el piloto sea reciclado.

El modo repetir es muy útil cuando una serie de soldaduras se deben realizar en una sucesión rápida. El operador no necesita pulsar el piloto manualmente.

9.- Diodo emisor de luz piloto. Se enciende cuando el control reconoce una entrada de piloto. Se mantiene encendido mientras reciba la señal del piloto.

10.- Diodo emisor de luz indicador de válvula 1. Se enciende cuando el relevador de la válvula de servicio 1 está activo. Dicha válvula se activa por medio del primer piloto (el primer piloto es el único que inicializa, si no existe accesorio de programa doble) y se mantiene energizada desde la activación del piloto hasta el tiempo de retención.

11.- Diodo emisor de luz indicador de presión / segunda etapa. Si el control se instala con un interruptor de entrada de presión, el diodo se encenderá cuando los contactos del interruptor se cierren (señal de validación de presión). La señal de presión se dispara inmediatamente y el diodo estará encendido hasta que el control se restablezca al estado de reposo. Por lo cual solo se requiere de un cierre momentáneo del interruptor de presión. Si el control se acondiciona con un piloto de segunda etapa, el diodo emisor de luz se encenderá cuando se reciba una señal de piloto de segunda etapa. De nuevo, solo una entrada momentánea mantendrá la señal y el diodo emisor de luz permanecerá encendido hasta que el control se restablezca al siguiente estado de reposo. Normalmente, solo se usa una de las dos entradas (presión o piloto de segunda etapa) al mismo tiempo también se pueden usar en serie.

12.- Diodo Emisor de Luz Indicador de Compresión. Se mantiene encendido durante la etapa de compresión.

13.- Diodo Emisor de Luz Indicador de Soldadura. Se mantiene encendido durante la etapa de soldadura.

14.- Diodo Emisor de Luz Indicador de Retención. Se mantiene encendido durante la etapa de retención.

15.- Diodo Emisor de Luz Indicador de Tiempo Fuera. Se mantiene encendido durante la etapa de tiempo fuera.

16.- Diodo Emisor de Luz Indicador del Relevador que controla el retraso de la mesa. Se enciende cuando se activa el relevador.

17.- Diodo Emisor de Luz de Encendido. Se enciende cuando el control se energiza y existen 24 Volts C.D.

b). Accesorios.

b.1) Accesorio de Programa Doble para panel Frontal

El accesorio de programa doble para panel frontal permite la entrada de un segundo piloto. Este piloto inicia una secuencia de soldadura con compresión, retención y tiempo fuera activados en el panel frontal del control básico. Sin embargo, se activan valores de porcentaje de calor y tiempo de soldadura desde el panel de programa doble. Los interruptores del panel frontal tienen el mismo efecto tanto en el segundo programa como en el primero. Solo se puede activar el primero o el segundo piloto en el mismo instante (fig. III.2).

Descripción del panel frontal del accesorio de programa doble:

1.- Interruptor Giratorio del tiempo de Soldadura. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea. Solo se utiliza cuando el control reconoce un segundo piloto.

2.- Interruptor Giratorio de Porcentaje de Calor. Se ajusta de 0 a 99% de calor, pero al igual que en el control básico el control interpreta del 0 al 19% como 20%.

3.- Diodo Emisor de Luz Indicador del Segundo Piloto. Enciende cuando el control reconoce una entrada de segundo piloto y permanece encendido mientras la señal piloto se mantiene. En el control básico el diodo emisor de luz indicador del piloto se enciende cuando el primero o segundo piloto están activados. El diodo emisor de luz indicador del segundo piloto le permite conocer al operador cual de los dos pilotos está activado.

4.- Diodo Emisor de Luz Indicador de la Segunda Válvula. Se enciende cuando el relevador de la segunda válvula de servicio esta activo, éste se usa en las instalaciones de doble válvula y solo se puede activar por medio del segundo piloto. Como el relevador de válvula

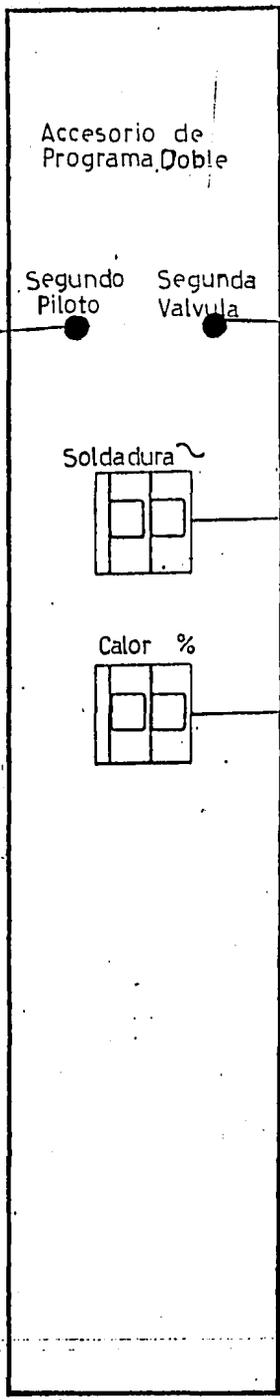


Figura III.2

de servicio 1, el relevador de la segunda válvula de servicio se encuentra encendido desde que el segundo piloto se activa hasta la etapa de retención. De los dos relevadores solo uno de ellos puede operar en un mismo instante, es decir, que los dos no pueden estar activos al mismo tiempo.

b.2) Accesorio de Pulsos del Panel Frontal.

Este accesorio de pulsos permite que durante la etapa de soldadura existan pulsos de calentamiento/enfriamiento o mucho calor/poco calor. Interruptores internos que se encuentran en la tarjeta del circuito de pulsos, determinan si los pulsos se activan en el primer o segundo programa, o bien en ambos (fig. III.3).

Descripción del accesorio de pulsos:

1.- Interruptor Giratorio de Cantidad de Pulsos. Se ajusta de 0 a 9 ciclos de pulsaciones. Cada ciclo de pulsos consiste en un tiempo de calentamiento (o mucho calor) y un tiempo de enfriamiento (o poco calor).

2.- Interruptor Giratorio de Ciclos de Calor. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea. Fija la cantidad de ciclos de línea de calor. El control de porcentaje de calor del primer piloto se usa en combinación con este tiempo de calor.

3.- Interruptor Giratorio de Ciclos de Enfriamiento. Se ajusta de 0 a 99 ciclos de línea. Fija la cantidad de ciclos de línea de enfriamiento. Si se configura en el modo de calentamiento/enfriamiento, el control inhibe cualquier soldadura durante el tiempo de enfriamiento. Si se configura en muy caliente/poco caliente, el control utiliza el interruptor giratorio de ciclos de calor en conjunto con el control de porcentaje de calor del primer piloto (del panel frontal del control básico) para muy caliente y el interruptor giratorio de ciclos de enfriamiento con el control de porcentaje de calor del segundo piloto (del accesorio de programa doble del panel frontal) para poco calor.

4.- Interruptor de Encendido/Apagado. Activa o inhibe las funciones de pulsos. En la posición de apagado, el accesorio de pulsos "desaparece".

5.- Diodo Emisor de Luz Indicador de Calor. Se enciende durante la etapa de calentamiento.

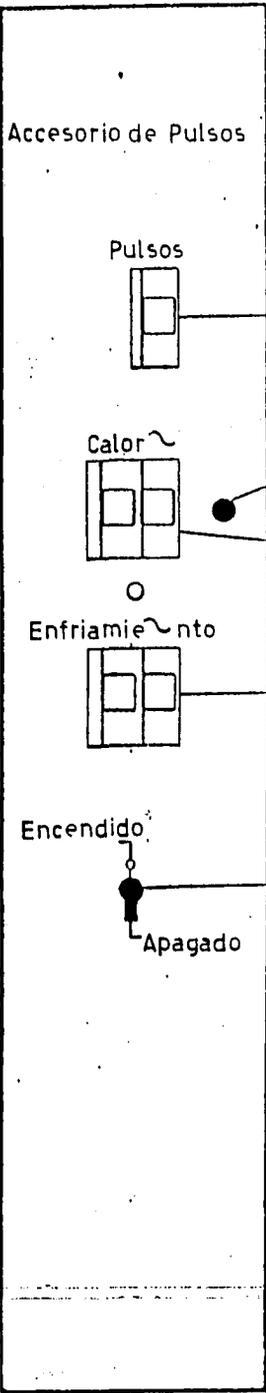


Figura III,3

b.3) Accesorio de Pendiente Ascendente.

Las opciones del accesorio de pendiente ascendente permiten que el calor de soldadura ascienda de un determinado porcentaje de calor a un porcentaje de calor final en un tiempo ajustable durante la etapa de soldadura. Interruptores internos que se encuentran en la tarjeta del circuito del accesorio determinan si el primer programa, el segundo o ambos recibirán el tratamiento de pendiente. Para el primer programa, el porcentaje de calor final se fija en el interruptor giratorio de porcentaje de calor del control básico. Para el segundo programa, el porcentaje de calor final se fija en el interruptor giratorio de porcentaje de calor del accesorio de programa doble (fig. III.4).

Descripción del accesorio de pendiente ascendente:

1.- Perilla de ajuste del tiempo de pendiente. El tiempo para ascender de un porcentaje de calor inicial a otro final se ajusta con esta perilla. Girandola en sentido de las manecillas del reloj el tiempo aumenta.

2.- Perilla de calor inicial. El porcentaje de calor inicial se fija con esta perilla. Si tanto el primer como el segundo programa reciben una pendiente ascendente, ambos reciben el mismo porcentaje de calor inicial.

3.- Interruptor de encendido / apagado. Activa o inhibe la función de pendiente ascendente.

4.- Caracteres numéricos de tiempo de pendiente ascendente. Estos caracteres numéricos de dos dígitos formados por siete segmentos nos muestran el tiempo de pendiente en términos de ciclos de línea. Despliega una lectura durante unos cuantos segundos después de que ocurre una pendiente ascendente. Si el control no es piloteado por unos segundos los caracteres aparecen en blanco. Si los caracteres numéricos permanecen en blanco durante una secuencia de soldadura, entonces o el interruptor de encendido/apagado se encuentra en apagado o el porcentaje de calor final no fue fijado antes de soldar. En el segundo caso se debe incrementar el calor inicial y/o el porcentaje de calor final debe ser reducido, y/o el tiempo de soldadura debe incrementarse, y/o el tiempo de pendiente debe ser reducido.

CAPITULO IV Funcionamiento del Control Electrónico

a) Nomenclatura.

C	Capacitor
D	Diodo
DB	Puente de diodos integrado (4 diodos, una fase)
DIPSW-y	Interruptor miniatura de un polo, tiro sencillo, para montaje en tarjeta.
F	Fusible
IC	Circuito Integrado
JP	Puente de alambre
JX-yy	Conector número "X" pin yy
LED	Diodo emisor de luz
PCB	Tarjeta de circuito impreso
R	Resistencia
RA	Arreglo de resistencias
RP	Potenciómetro
SLSW	Interruptor miniatura de doble tiro, para montaje en tarjeta.
SW	Interruptor
T	Transformador
TR	Transistor
TW	Interruptor giratorio
Z	Diodo Zener

b) Conectores

b.1) Conectores de la tarjeta terminal (TRM).

Bloque terminal TB1: Conecta las entradas de los interruptores externos y las salidas de los relevadores externos con el control de tiempo de soldadura.

Bloque terminal TB2: Conecta la entrada de las líneas de alimentación al control de tiempo y SCRs o las salidas de la señal de encendido de los ignitones con el circuito de soldadura externo.

Conector de cable de listón J1: Conector de 50 contactos que comunica la alimentación lógica y de los relevadores, y las señales lógicas y de relevadores con la tarjeta de lógica principal.

b.2) Conectores de la tarjeta de lógica principal (ML).

Conector de cable de listón J1: conector de 50 contactos que comunica la alimentación lógica y de los relevadores, y las señales lógicas y de relevadores con la tarjeta terminal.

Conector de cable cinta J3: conector de 34 contactos que comunica con los accesorios terminales.

Conector de cable cinta J4: conector de 26 contactos que conecta la tarjeta lógica principal con la tarjeta de display.

b.3) Conectores de la tarjeta de display (DSPL).

Conector de cable cinta J4: Conector de 26 contactos que conecta la tarjeta de display con la tarjeta lógica principal.

c) Tarjeta terminal (TRM)

c.1) Voltajes de entrada para las fuentes de alimentación lógica y de relevadores.

Los cables de alimentación de voltaje de soldadura de corriente alterna (240/480/575 Volts C.A.) se conectan a las terminales TB2-L1, L2.

En caso de tratarse de un voltaje de corriente alterna de 575 Volts, se coloca la resistencia de potencia RD en serie con la alimentación para provocar una caída de voltaje dentro del rango 480 Volts C.A. La resistencia RD se conecta a TB2-JP, JP. TB2-JP, JP se puentea para 240/480 Volts C.A.

El transformador de potencia T1 se puede configurar para un voltaje de alimentación de 240 o 480 Volts C.A., soldando los puentes correspondientes. T1 cuenta con dos secundarios. El secundario de 20 Volts C.A. (T1-5,6) se protege mediante el fusible F1 que se encuentra montado en la tarjeta Terminal. El diodo emisor de luz LED1 se enciende cuando existen 20 Volts C.A. La resistencia R6 limita la corriente para el diodo emisor de luz, y D7 protege al LED1 de una polarización inversa. F2, LED2, R7 y D8 realizan funciones análogas para la salida secundaria de 13 Volts C.A. (T1-7,8). Los diodos emisores de luz LED1 y LED2 nos permiten conocer la existencia de los voltajes de corriente alterna no regulados que se encuentran en la tarjeta Lógica principal, para las fuentes de poder de componentes lógicos y de relevadores.

c.2) Relevadores.

Todas las bobinas de los relevadores de la tarjeta terminal cuentan con una alimentación de 24 Volts C.D., la cual es suministrada por la fuente de poder interna de 24 Volts C. D.

Relevador de control de pilotos (PCR) 4PDT.

Solo se utilizan tres polos de los cuatro disponibles. El PCR se energiza por medio de J1-44 "PCR" al activarse el primero o segundo piloto.

En esta etapa no se involucra ningún componente de estado sólido.

El conjunto de contactos del relevador PCR-1 (Normalmente abiertos) habilitan al relevador de control de no soldadura (NWCR). NWCR (y NWCR externo, si se usa) se energizarán si se alcanzan otras condiciones.

El conjunto de contactos del relevador PCR-2 (Normalmente abiertos) habilitan al: Relevador de Control de Secuencia Interlock (SICR), Relevador de Control de la Primera Válvula de Servicio (SVCR1), Relevador de Con-

trol de la Segunda Válvula de Servicio (SVCR2) mediante la aplicación de 24 volts C.D. a uno de los extremos de las bobinas. Estos relevadores se energizan cuando se presentan las condiciones necesarias, ocasionando entonces que el voltaje en el otro extremo de dichas bobinas baje a cerca de 0 Volts.

El conjunto de contactos del relevador PCR-3 (Normalmente cerrados) se abren para desarrollar la señal de habilitación de secuencia (SE) en J1-38,40 y permitir que pase a la tarjeta lógica principal. Esta señal es una retroalimentación del relevador para los componentes lógicos que el relevador PCR ha activado.

Relevador del control de secuencia Interlock (SICR) 1PDT.

Se utiliza el contacto normalmente abierto. El relevador SICR se energiza cuando el relevador PCR es activado y los componentes lógicos de la tarjeta lógica principal dejan de estar en estado de reposo, lo cual ocasiona que J1-49 "SICR" se posicione en estado bajo. Entonces el contacto SICR se cierra, permitiendo que el relevador PCR permanezca energizado aunque se retire la señal de piloto (J1-44 "PCR"). El relevador SICR mantiene al relevador PCR en ese estado, hasta que la secuencia de soldadura ha terminado o se oprima el botón de paro de emergencia.

Relevador de control de la primera válvula de servicio (SVCR1) DPDT.

Se utilizan los contactos normalmente abiertos. El relevador SVCR1 se activa hasta que el relevador PCR ha su vez ha sido activado y J1-32 "SVCR1" se encuentra en estado bajo.

Los contactos que se encuentran en SVCR1-1,2 conectan ambos lados del solenoide de la válvula externa numero 1 al transformador reductor externo de la válvulas.

Relevador de control de la segunda válvula de servicio (SVCR2) DPDT.

Se utilizan los contactos normalmente abiertos. El relevador SVCR2 se activa hasta que el relevador PCR ha su vez ha sido activado y J1-31 "SVCR2" se encuentra en estado bajo.

Los contactos que se encuentran en SVCR2-1,2 conectan ambos lados de la bobina del solenoide de la válvula externa número 2 opcional al transformador reductor externo de la válvulas.

Relevador de control de no soldadura (NWCR) 1PDT.

Los contactos se utilizan normalmente abiertos. El relevador NWCR se energiza cuando se obtienen las siguientes condiciones:

- El relevador PCR se energiza.
- El interruptor de soldadura/No Soldadura, que se localiza en la tarjeta de display, se encuentra en la posición de "Soldadura".
- El interruptor de Soldadura/No soldadura externo (de ser usado) se encuentra en la posición de soldadura.

El circuito de pulso de disparo que se encuentra en la tarjeta lógica principal usado para disparar la compuerta del SCR, solo puede activarse cuando el relevador NWCR está activado. Los contactos del relevador NWCR conectan el circuito de pulso de disparo con 24 Volts C.D. a través de J1-47,48 "NCWR"

Relevador de control de retraso de la plataforma (PDCR) 1PDT.

Los contactos de este relevador se pueden seleccionar normalmente abiertos o normalmente cerrados mediante el uso de un puente. El relevador PDCR se puede activar cuando J1-50 "PDCR" se encuentra en estado bajo, esto ocurre en un determinado momento dentro de la secuencia de soldadura, el cual es determinado por el puente JP3 localizado en la tarjeta lógica principal. El contacto del relevador PDCR esta desconectado, y puede ser usado para interconectar el control de soldadura con el equipo asociado. El puente JPDO selecciona los contactos como normalmente abiertos. El puente JPDC selecciona los contactos como normalmente cerrados.

4 c.3) Circuito de disparo del SCR.

Los componentes del circuito de disparo de SCR se encuentran instalados tanto para configuraciones con ignitrones como para soldadores de pedestal. En el caso de los ignitrones, el circuito actúa como un disparador de ignitrones; para el caso de los equipos soldadores de

pedestal, el circuito actúa como un control de corriente primaria para el transformador de soldadura.

Los interruptores de corriente son SCR1 y SCR2, cada uno con sus respectivas redes configuradas por R1-C2 y R2-C1. R5-C3 forma un filtro tipo RC a través de los cables de comunicación para anular cualquier conmutación de ánodo falsa en los SCR.

c.4) Diferentes tipos de Componentes discretas.

Los diodos D1, D2, D3, D4, D5 y D6 son diodos que actúan como filtros a través de las bobinas de los relevadores. Las resistencias R3 y R4 dividen la corriente, limitando así la tarea a la corriente de retroalimentación de la entrada del fotoacoplador (IC17-1,4) que se encuentra en la tarjeta lógica principal. Un extremo de la resistencia R3 va conectado al ánodo de un SCR principal o ignitron. Un extremo de R4 se conecta al ánodo del otro SCR principal o ignitron. Los otros extremos de R3 y R4 van cada uno, a un fusible de alambre calibre AWG 36, y después a IC17 de la tarjeta lógica principal por medio de J1-15,16 ("FDBKA") y J1-23,24 ("FDBKB"). Cuando se encuentran encendidos los SCR o ignitrones, la diferencia de potencial entre los ánodos es muy baja, fluye muy poca corriente entre R3 y R4, y el fotoacoplador se encuentra en reposo. Cuando los ignitrones o SCR están apagados (la corriente de soldadura es cero), existe un voltaje de línea entre ánodos, y fluye una corriente en R3 y R4 suficiente como para activar el fotoacoplador. El fotoacoplador tiene un puente de diodos de entrada, de tal forma que puede trabajar con corriente alterna. El fotoacoplador se activa cuando la corriente primaria del transformador principal alcanza cero y los SCR o ignitrones se apagan.

c.5) Area para puenteo.

El membretado del Área de puenteo permite la instalación de puentes para configurar la tarjeta terminal con SCR externos de soldadura o ignitrones. Para SCR externos, los pulsos de disparo para la compuerta del SCR provienen del transformador de pulsos T2 y son alimentados directamente a las terminales de salida de TB2; el circuito de disparo de SCR no se usa en este caso. Para el caso de ignitrones, los pulsos de disparo llegan a SCR1 y SCR2, los cuales amplifican la señal de disparo a un nivel adecuado para poder disparar los ignitrones. Los Anodos del SCR1 y SCR2 van conectados directamente a los Anodos de los ignitrones respectivos, y los cátodos del SCR1 y SCR2 se conectan a los circuitos de disparo del

ignitrón respectivo. Estas conexiones se llevan a cabo en la tablilla terminal TB2. Para el modelo de pedestal, los pulsos de disparo para la compuerta disparan al SCR1 y SCR2, los cuales en este caso están configurados para conducir la corriente primaria de soldadura a través de las terminales del TB2.

Referirse al esquema No. IV.1 para la configuración con SCRs externos.

Referirse al esquema No. IV .2 para la configuración con ignitrones.

c.6) Conexiones externas.

Todo las conexiones de entrada/salida desde/hacia el control de soldadura se realizan a través de dos tablillas terminales: Tablilla terminal TB1 de 24 terminales y la Tablilla terminal TB2 de 8 terminales. Referirse a la fig. IV.1 para la siguiente explicación sobre las entradas y salidas de señales.

Tablilla terminal TB1.

Terminales FS1-FS2 (entrada).

Los contactos del interruptor de botón momentáneo normalmente abierto (N.O. PB.) para el PRIMER PILOTO van conectados por medio de estas terminales. Los contactos conmutan un voltaje de 24 Volts C.D. a una corriente menor de 10 miliamperes. Se recomienda usar un pulso de al menos 20 milisegundos.

Terminales FS3-FS4 (entrada).

Los contactos del interruptor de botón momentáneo normalmente abierto (N.O. PB.) para el PILOTO DE SEGUNDA ETAPA, si se usa, van conectados por medio de estas terminales. Los contactos conmutan un voltaje de 24 Volts C.D. a una corriente menor de 10 miliamperes. Se recomienda utilizar un pulso de al menos 20 milisegundos. De no ser utilizados estos contactos, las terminales FS3 y FS4 deberán ser puenteadas entre sí.

Terminales FS5-FS6 (entrada).

Los contactos del interruptor de botón momentáneo normalmente abierto (N.O. PB.) para el SEGUNDO PILOTO, van conectados por medio de estas terminales. Los contactos conmutan un voltaje de 24 Volts C.D. a una corriente menor de 10 miliamperes. Se recomienda utilizar un pulso de al menos 20 milisegundos. El segundo piloto

solo se utiliza cuando se cuenta con un accesorio de programa doble. Si no se encuentra instalado el accesorio de programa doble, entonces las terminales FS5 y FS6 deben permanecer abiertas.

Terminales PS1-PS2 (entrada).

Los contactos del interruptor normalmente abierto (N.O.) para el INTERRUPTOR DE PRESION, van conectados por medio de estas terminales. Los contactos conmutan un voltaje de 24 Volts C.D. a una corriente menor de 10 miliamperes. Con un cierre momentáneo de al menos 5 milisegundos es suficiente para señalar que la presión adecuada ha sido registrada; un cierre continuo también es válido. De no ser utilizados estos contactos, las terminales PS1 y PS2 deben ser puenteadas entre si.

Terminales ES1-ES2 (entrada).

Los contactos del interruptor normalmente cerrados (N.C.) para el PARO DE EMERGENCIA, van conectados por medio de estas terminales. Los contactos conmutan un voltaje de 24 Volts C.D. a una corriente menor de 1 ampere. Al activar el interruptor de paro de emergencia, se cancela inmediatamente la secuencia de soldadura que se encuentre en proceso y obliga al control de soldadura a permanecer en estado de reposo. Se pueden alambrear varios interruptores normalmente cerrados, si se requiere de múltiples botones de paro de emergencia.

Terminales NW1-NW2 (entrada).

Se puede conectar un interruptor remoto para SOLDAR/NO SOLDAR, a través de estas terminales. Un interruptor de palanca simple de IPTS para 1 Ampere a 24 Volts C.D. es suficiente. Este interruptor debe de encontrarse en la posición de encendido para permitir que el circuito de disparo del SCR principal se encuentre activado durante la etapa de soldadura. El interruptor de SOLDAR/NO SOLDAR que se encuentra en el panel frontal del control básico también debe encontrarse en la posición SOLDAR. Las terminales NW1 y NW2 deben de puentearse entre si, si no se utilizan.

Terminales VL1-VL2 (entrada).

El secundario del transformador de la válvula de servicio se conecta por medio de estas terminales. Normalmente el transformador reduce de 240 Volts C.A. o 480 Volts C.A. a 120 Volts C.A. para energizar las bobinas de las válvulas. Por lo cual el voltaje a través de las terminales VL1 y VL2 son 120 Volts C.A. nominales.

Terminales SV1-SV2 (salida).

La bobina de la válvula de servicio de corriente alterna para el primer programa se conecta por medio de estas terminales. La bobina debe estar calibrada para trabajar al mismo voltaje que las terminales VL1-VL2 y tener un consumo máximo de 5 Amperes; dicha bobina se energiza cuando se activa el relevador de control de la válvula de servicio 1 (SVCR1). El relevador SVCR1 se activa con el primer piloto (y segundo piloto de tratarse de una válvula únicamente) y se desenergiza después del tiempo de retención.

Terminales SV3-SV4 (salida).

La bobina de la válvula de servicio de corriente alterna para el segundo programa se conecta por medio de estas terminales. La bobina debe estar calibrada para trabajar al mismo voltaje que las terminales VL1-VL2 y tener un consumo máximo de 5 Amperes; dicha bobina se energiza cuando se activa el relevador de control de la válvula de servicio 2 (SVCR2). El relevador SVCR2 se activa con el segundo piloto y se desenergiza después del tiempo de retención cuando el accesorio de programa doble se encuentra instalado para la operación de dos válvulas.

Terminales PD1-PD2 (salida).

A estas terminales llegan los contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados del relevador de Control del Retraso de Plataforma (PDCR), localizado en la tarjeta terminal. El puente JPDO de la tarjeta terminal selecciona los contactos normalmente abiertos y el puente JPDC los selecciona normalmente cerrados. El relevador PDCR, se puede activar en uno de los cuatro periodos de la secuencia de soldadura dependiendo de la localización de los puentes en la tarjeta lógica principal. Los contactos del relevador PDCR pueden proporcionar señales al equipo periférico que se encuentre instalado en una estación de soldadura de un equipo D-5000. La aplicación de los contactos del relevador PDCR varía según la aplicación.

Terminales NWT-NWTS (salida).

Cuando se utilizan ignitrones para conmutar la corriente primaria del transformador de soldadura, normalmente se incluye un relevador de Control de No Soldadura Externa (EXNWCR) de tal forma que sus contactos normalmente abiertos se encuentren en serie con el primario de transformador, esto nos proporciona mayor seguridad para prevenir falsos disparos de los ignitrones. La bobina del relevador EXNWCR esta calibrada para trabajar a 24 Volts C.D. y se conecta por medio de las terminales NWT-

NWTS. Los contactos del relevador EXNWCR están diseñados para soportar la corriente primaria del transformador y cuentan con un alambrado externo para conectarse al circuito de control de soldadura. El relevador EXNWCR se energiza mientras un piloto esté presente o esté registrado. Al activarse el paro de emergencia el relevador EXNWCR se desenergiza. Si los contactos NWT y NWTS no se utilizan deben permanecer abiertos.

Terminales SP-SP.

Estas dos terminales se incluyen para cualquier adición futura o para puntos de enlace convenientes para la aplicación que se desee.

Tablilla terminal TB2.

Terminal L1-L2 (entrada).

Los cables de alimentación de corriente alterna van conectados a estas terminales para suministrar energía al control de soldadura. Se puede escoger los voltajes de 240, 480 y 575 Volts C.A. dependiendo de los puentes que se coloquen.

Terminales JP-JP (entrada).

Si la entrada de voltaje en las terminales L1-L2 es de 240 o 480 Volts C.A., entonces las terminales JP deben puentearse entre sí; pero si la entrada de voltaje en las terminales L1-L2 es de 575 Volts C.A. entonces se debe conectar una resistencia de 10 Kohms a 3W entre las dos terminales JP.

Terminales B10-B11 (salida).

Si la corriente primaria del transformador es controlada por un control de SCRs externo, entonces la compuerta del SCR1 debe conectarse a la terminal B10 y la compuerta del SCR2 a la terminal B11. Por el contrario, si se usan ignitrones, la entrada del circuito de disparo del ignitrón 1 debe conectarse a la terminal B10 y la entrada del circuito de disparo del ignitrón 2 a la terminal B11.

Terminales B9-B12 (salida).

Si se usan SCRs externos, entonces el cátodo de SCR1 se conecta a B9 y el cátodo de SCR2 se conecta a B12; si se usan ignitrones, entonces el cátodo del ignitrón 1 se conecta a B9 y el cátodo del ignitrón 2 se conecta a B12. Estas conexiones solo sirven para sincronizar el circuito de disparo con la frecuencia de línea. A través de estas terminales no fluye ninguna corriente primaria.

c.7) Puentes en la tarjeta terminal.

"JPX-Y" significa que un puente conecta el punto X con el punto Y en la tarjeta terminal.

PDGR

Puente JP00 (18 ga).

Conecta los contactos normalmente abiertos del relevador PDGR con TB1-PD1, PD2.

Puente JPDC (18 ga).

Conecta los contactos normalmente cerrados del relevador PDGR con TB1-PD1, PD2.

Acondicionamiento de voltaje de línea

Puente JP16-17 (18 ga).

Solo se usan si el voltaje de entrada es de 480/575 Volts C.A. y en este caso, no se deben usar los puentes JP15-17 y JP16-18.

Puentes JP15-17, JP16-18 (ambos de 18 ga).

Solo se utilizan si el voltaje de entrada es de 240 Volts C.A. y no se debe usar el puente JP16-17.

Opciones del control de corriente primaria del transformador principal.

SCRs externos.

Puentes JP7-13, JP9-14, JP8-11, JP10-12 (puntos del 1 al 6 desocupados) 18 ga.

Ignitrones

Puentes JP7-3, JP9-4, JP8-2, JP10-6, JP1-13, JP5-14 (puntos 11, 12 desocupados) 18 ga.

c.8) Fusibles en la tarjeta terminal.

Fusible F1 (3 Amp).

Protege a los circuitos que se alimentan con 24 Volts C.D. Si se funde, el diodo indicador de encendido en el control básico se apaga y todos los relevadores quedan inoperables.

Fusible F2 (3 Amp).

Protege los circuitos lógicos que se alimentan con 10 Volts C.D. Si se funde, entonces ningún diodo emisor de luz, del panel frontal del control básico encenderá excepto él de encendido, bajo ninguna condición. Por lo cual todos los componentes lógicos quedan inoperables.

Fusibles F3, F4 (alambre desnudo de 36 ga).

Protege al circuito sensor de corriente primaria de cualquier falla que pueda ocurrir, el cual se encuentra en la tarjeta lógica principal. Si cualquiera de los dos fusibles se funde, entonces no se podrá soldar.

c.9) Conectores internos de la tarjeta terminal.

Conector J1.

Este conector es del tipo de cinta, el cual es de 50 contactos; conecta la tarjeta terminal con la tarjeta lógica principal. Al hacer la conexión se debe colocar el conector de cinta de tal forma que el contacto 1 quede abajo.

Conector J2.

Conector polarizado de 4 contactos que transfiere los pulsos de disparo de la tarjeta lógica principal a la tarjeta terminal.

CAPITULO V

TARJETA LOGICA PRINCIPAL Y TARJETA TERMINAL

a) Tarjeta Lógica Principal.

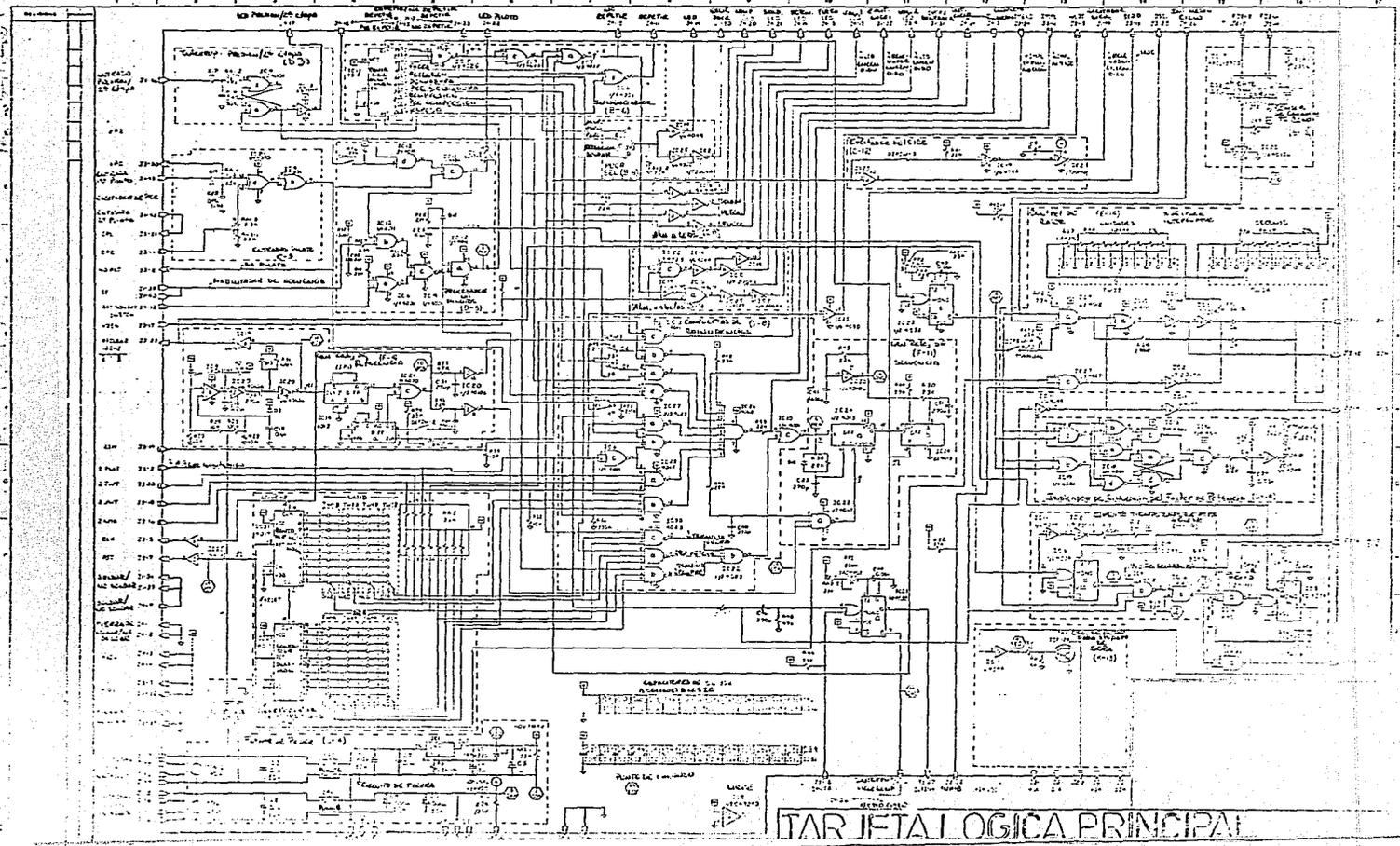
El diagrama de la tarjeta lógica principal ha sido dividido en secciones según sus funciones. Cada función va ligada a un bloque limitado por una línea punteada, nombrado y asociado con un número y una letra con los cuales se forman ejes coordenados y con ellos se localiza el área del circuito en el diagrama. La descripción del circuito ha sido ordenada según su bloque funcional.

a.1) Fuente de poder (referirse a las coordenadas L-4 del diagrama).

El voltaje nominal de 20 Volts C.A. entra por los conectores J1-1,2 y J1-5,6. Los picos de voltaje, transitorios y el ruido son suprimidos por MOV1 y C2. El puente rectificador de onda completa DB1 rectifica la entrada y el voltaje de C.D. resultante pasa por los capacitores C4 y C11. El factor de rizo en la fuente no regulada de +24 Volts C.D. se mantiene abajo de los 4 volts, de tal forma que el transformador de pulsos T2 cuenta con pulsos de corriente primaria uniformes, produciendo por lo tanto pulsos de disparo de SCR's predecibles. La alimentación de 24 Volts C.D. también es utilizada por las bobinas de los relevadores, los circuitos pilotos, el circuito de segunda etapa / interruptor de presión y el circuito de paro de emergencia de la tarjeta terminal. El diodo emisor de luz indicador de encendido del panel frontal del control básico también se alimenta de los 24 Volts a través de la resistencia R10 y el conector J4-25, el cual al encender nos indica que existen 24 Volts C.D.

El voltaje nominal de 13 Volts C.A. llega a través de los conectores J1-3,4 y J1-7,8. Los picos de voltaje, transitorios y el ruido son suprimidos por MOV2 y C3. El puente rectificador de onda completa DB2 rectifica la entrada y el voltaje de corriente directa resultante pasa por los capacitores C1 y C7. La calibración del regulador de voltaje IC1 se logra mediante las resistencias R7 y R8 teniendo a su salida +10 Volts C.D. La fórmula usada para calcular este voltaje es:

$$V_{salida} = 1.25(1+R8/R7) \text{ volts}$$



TARJETA LOGICA PRINCIPAL

El capacitor C6 uniformiza el voltaje de referencia retroalimentado. El diodo D5 permite que exista una descarga rápida de C6, si el voltaje de 10 Volts C.D. desciende a 0 Volts, para de esta forma prevenir una polarización inversa en la pata de ajuste "ADJ" (IC1-3) del regulador. El capacitor C5 filtra la salida del regulador, junto con otros 30 capacitores distribuidos a lo largo de la tarjeta (coordenadas L-9). La fuente de poder regulada de 10 Volts C.D. se utiliza para todos los circuitos integrados lógicos y los diodos emisores de luz del panel frontal excepto el diodo emisor de luz indicador de encendido.

El puente rectificador DB3 de onda completa rectifica la entrada de voltaje C.A. a partir de 13 Volts C.A. Esta onda se utiliza como señal de referencia para detectar el cruce de cero volts en el bloque Generador del Reloj de Referencia localizado en las coordenadas F-4.

Los cables de tierra de las fuentes de +24 Volts D.C. y +10 Volts D.C. se unen en la fuente de poder y no en otro lugar. La disposición del circuito impreso es tal, que la red de tierra lógica de +10 Volts C.D. se encuentra separada de la de +24 Volts C.D. para lograr así una mayor inmunidad al ruido.

a.2) Entradas piloto (coordenadas C-3).

Las entradas del primero (J1-45) y segundo (J1-43) pilotos son señales que se activan cuando existen +24 Volts C.D. los cuales provienen de la tarjeta terminal. El primero y segundo piloto energizan al relevador "PCR" (J1-44) por medio de los diodos D13 o D12 respectivamente. Se energiza dicho relevador en la tarjeta terminal con cualquier piloto, pero se mantiene la identidad del piloto para la parte lógica. El divisor de tensión formado por la resistencias R20 y R27 forzan a la señal de +24 Volts proveniente del primer piloto a disminuir dentro de un rango de 10 Volts C.D.; y la resistencia R19, el capacitor C8, el diodo D11 y el diodo zener Z1 sirven para limitar y filtrar esta señal. La resistencia R28 trabaja de manera análoga para el segundo piloto, así como la resistencia R20 es para el primer piloto. El resto del circuito limitador para el segundo piloto se encuentra en el accesorio opcional de programa doble; la señal limitada y filtrada del segundo piloto regresa a la tarjeta lógica principal mediante el conector J3-14 ("2PC"). La resistencia 1 del arreglo resistivo RAS mantiene a cero volts al "2PC" con el fin de desactivar la línea cuando no se encuentre instalado el accesorio de programa doble.

Las resistencias 1 y 5 del arreglo resistivo RA1 limitan las corrientes de descarga de transitorios del capacitor sobre las patas 13 y 12 respectivamente del circuito integrado IC21, en el caso que el voltaje de +10 Volts C.D. sea cortocircuitado a tierra.

La compuerta OR exclusiva del circuito integrado IC21-d no permite que se inicie la secuencia de soldadura en el caso de estar presentes ambos pilotos simultaneamente; la compuerta NOR del IC9-b invierte la salida del IC21-d para ser utilizada posteriormente.

a.3) Interruptor de presión/segunda etapa (coordenadas B-3).

La señal de entrada de "Interruptor de presión/segunda etapa" proveniente del conector J1-46 de la tarjeta terminal es de +24 Volts C.D. Las resistencias R18, R16, R17, el capacitor C17, el diodo D7 y la resistencia 2 del arreglo resistivo RA1 realizan trabajos idénticos a sus iguales de la sección de Entrada de Pilotos. Las compuertas NOR del circuito integrado IC9-a e IC9-d están configuradas como un flip-flop R-S; un nivel alto de esta señal ocasiona que la salida de la compuerta del circuito integrado IC9-a se mantenga en nivel alto, y enciende el diodo emisor de luz indicador de presión / segunda etapa, del panel frontal mediante el amplificador inversor del circuito integrado IC18-c. El flip-flop se restablece cuando se completa la secuencia de soldadura o cuando el control regresa a su estado de reposo por cualquier razón.

a.4) Procesador de pilotos (coordenadas D-5).

Este bloque recibe la señal de "Piloto activo", la cual se encuentra activa en nivel bajo, proveniente del circuito integrado IC9-b que a su vez entra a la compuerta NAND del circuito integrado IC12-c por la pata 8. La pata 9 del circuito integrado IC12-c recibe la señal proveniente del circuito integrado IC12-d, la cual se utiliza para activar el piloto en los siguientes casos:

Caso 1: Cuando se tiene el interruptor DIPSW-1 apagado y el interruptor de repetir/no repetir del panel frontal del control básico en la posición de no repetir. La pata 12 del circuito integrado IC12-d se mantiene en nivel alto (+10 Volts) mediante la resistencia R26. Cuando la pata 13 del circuito integrado IC12-d pasa a nivel alto desde el tiempo de "Compresión Inicial" hasta tiempo de "Retención", durante este periodo la pata 11

del circuito integrado IC12-d se encuentra en nivel bajo. Esto retiene a la pata 10 del IC12-c en nivel bajo aunque se libere el piloto. El piloto se dispara en el inicio y se mantiene hasta el tiempo de retención sin importar la entrada del interruptor de presión/segunda etapa.

Caso 2: Cuando se tiene el interruptor DIPSW-1 apagado y el interruptor de repetir/no repetir en la posición de repetir. En este caso sucede lo mismo que en el caso anterior, solo que el piloto se mantiene hasta el tiempo "Fuera".

Caso 3: Cuando se tiene el interruptor DIPSW-1 encendido y el interruptor de repetir/no repetir en la posición de no repetir. La pata 11 del circuito integrado IC12-d pasa a estado bajo activando el piloto cuando se tiene la señal del "interruptor de presión / segunda etapa". El piloto se mantiene hasta el tiempo de "Retención", y en este momento la pata 13 del IC12-d pasa a nivel bajo.

Caso 4: Cuando se tiene el interruptor DIPSW-1 encendido y el interruptor de repetir/no repetir en la posición de repetir. En este caso sucede lo mismo que en el caso anterior, solo que el piloto se mantiene hasta el tiempo "Fuera".

Siempre que se encuentre presente un piloto o se mantenga activo, el diodo emisor de luz indicador de "Piloto" localizado en el panel frontal, estará encendido mediante el amplificador inversor del circuito integrado IC18-d, y cuando la pata 10 del IC12-c esté en estado alto.

La compuerta b del circuito integrado IC12 previene que la secuencia se inicie a menos que la señal habilitadora "SE" proveniente del conector J1-38,40, se encuentre en nivel alto sostenido por la resistencia R32. Esto puede ocurrir cuando se active el relevador PCR en la tarjeta terminal. El capacitor C30 filtra la entrada de la señal alimentadora "SE". De esta forma, la pata 4 del circuito integrado IC12-b puede cambiar a su nivel bajo activo solo cuando se ha activado el relevador PCR. La compuerta NOR del circuito integrado IC9-c tiene 2 entradas: Una proveniente de la pata 4 del circuito integrado IC12-b es la señal de piloto modificada, la otra entrada proviene de la pata 4 del IC6-b, la cual actúa como un inversor. Cuando se encuentra en el modo de no

repetir, el conector J4-12 se encuentra abierto y de esta manera la resistencia R14 mantiene a las entradas del circuito integrado IC6-b en estado alto; esto desactiva la entrada de la pata 8 del IC9-c, y entonces la señal de piloto modificada es simplemente invertida por el IC9-c. En el caso contrario, cuando el control está en el modo de repetición, el conector J4-12 es puesto en nivel bajo después del tiempo fuera; Al ocurrir lo anterior, la pata 10 del circuito integrado IC9-c cambia a estado bajo, lo cual restablece al control a estado de reposo. Pero esto, en cambio, coloca al conector J4-12 en estado alto nuevamente. El resultado neto es que cuando el control está programado para no repetir, un piloto mantenido activo ocasiona que la secuencia se detenga después del tiempo fuera; en cambio, cuando está en modo de repetición, un piloto mantenido activo no ocasiona que la secuencia se restablezca después del tiempo fuera, y la lógica inmediatamente después comienza una nueva secuencia.

La compuerta NAND del circuito integrado IC12-a combina la señal final de piloto, el cual es activo en estado alto, proveniente de la pata del IC9-c con la señal de restablecimiento al energizar "POR" que viene de la red consistente de la resistencia R25, el capacitor C25 y el diodo D10. Al energizar el control, el capacitor C25 comienza a cargarse hacia los 10 volts C.D., pero la pata 1 del circuito integrado IC12-a permanece en cero lógico. Cualquier entrada de estado bajo ocasiona un uno lógico (nivel alto) para mantener al control en estado de reposo. El diodo D10 permite que el capacitor C25 se descargue tan rápidamente que el voltaje de 10 Volts C.D. caerá inmediatamente produciendo una señal propicia de restablecimiento "POR" cuando vuelva a energizar.

a.5) Secuenciador (Coordenas B-6).

Este bloque genera las señales de habilitación para cada paso de la secuencia del control básico.

Quando no se encuentra activo ningún piloto o ciclo de soldadura, la entrada de restablecimiento (señal de piloto válido "PLV") del contador decimal del circuito integrado IC13 se mantiene en estado alto. Esto lleva a la salida No. 0, pata 3 del circuito integrado IC13 a estado alto, lo cual restablece la entrada del interruptor de presión y coloca al control básico de soldadura en espera de un piloto.

Al recibir un piloto, la señal a la pata de restablecimiento del circuito integrado IC13 es cambiada a estado bajo, habilitando al contador para incrementarse cuando se reciban los pulsos de reloj en la entrada de reloj del IC13, pata 14. El piloto también ocasiona un estado alto en la pata 12 de la compuerta NAND del circuito integrado IC3-d que se encuentra en el bloque del Circuito de Verificación (Coordenadas G-8). La pata 13 del circuito IC3-d, se encuentra en nivel alto debido al restablecimiento previo, por lo cual la pata 11 del IC3-d pasa entonces a estado bajo. Esto ocasiona que se genere un pulso de reloj en la pata 14 del IC13. Los detalles de la generación de pulsos de reloj será tratada en secciones posteriores. El contador entonces incrementa y pasa a la salida No. 1, nombrada "Precompresión". Otras secciones del circuito determinan cuando recibirá el siguiente pulso de reloj el circuito integrado IC13, a fin de avanzar al contador y que pase a la salida No. 2.

Cada salida del contador actúa como habilitador para una fase de la secuencia completa de soldadura, dichas fases se enumeran a continuación:

<u>No. de Salida</u>	<u>Función Habilitada</u>
0	Estado de Reposo.
1	Etapa de Precompresión.
2	Etapa de Compresión.
3	Etapa de Fresoldadura.
4	Etapa de Soldadura.
5	Etapa de Retención.
6	Tiempo Fuera.
7,8,9	Ciclo de inactividad después del Tiempo Fuera o restablecimiento del control, dependiendo de la condición del piloto y el interruptor de Repetir/No Repetir.

La compuerta NOR del circuito integrado IC7-b genera una salida de nivel bajo cuando cualquiera de las salidas No. 7, 8 o 9 del contador IC13 están en nivel alto. De esta manera, la pata 6 del circuito integrado IC7 estará en estado alto cuando estén en 1 lógico, las salidas del No. 0 al 6 del contador, las cuales se restablecen durante el Tiempo Fuera. En el modo de repetición, esta señal es utilizada a través de: el conector J4-23, interruptor de Repetir/No Repetir, conector J4-12 y el circuito integrado IC6-b para aplicar un restablecimiento momentáneo al contador IC13 aunque se mantenga el

piloto. De esta manera, al estar el control de soldadura en el modo de repetición, se repilotea internamente después del tiempo fuera.

La compuerta NOR del circuito integrado IC7-a genera un 1 lógico para las salidas del contador del No.1 al 5. En el modo de No Repetir, esta señal libera al piloto después del tiempo fuera a través de: el conector J4-15, el interruptor Repetir/No repetir, el conector J4-10 y la pata 13 del circuito integrado IC12-d. Esta señal también es usada a fin de habilitar las válvulas de servicio SVCR1 o SVCR2 y sus diodos emisores de luz indicadores respectivos. Las válvulas solo se pueden energizar desde el Tiempo de Precompresión hasta el Tiempo Fuera.

La compuerta NOR del circuito integrado IC6-d emite un 1 lógico al estar las salidas del No.1 al 6 del contador IC13 activas, y es utilizada en el modo de Repetir para liberar el piloto después del Tiempo Fuera.

a.6) Selector PDCR. (Coordenas B-8).

Este bloque es usado para seleccionar si se requiere o no del relevador de control del retraso de la plataforma "PDCR" durante el ciclo de soldadura.

El puente JP3 tiene 4 posibles posiciones:

- D El relevador PDCR se activa durante el tiempo de Soldadura.
- C El relevador PDCR se activa durante el Tiempo de Retención.
- B El relevador PDCR se activa durante el tiempo Fuera.
- A El relevador PDCR se activa después del Tiempo Fuera, si se mantiene el piloto y permanece energizado hasta que éste sea liberado (Solo en el modo de No Repetir).

Las rutas A, B, C y D simplemente retiran las señales del intervalo de tiempo apropiado, generadas en el bloque secuenciador.

Los circuitos integrados IC25-e e IC2-e forman un excitador para la bobina del relevador PDCR. El circuito integrado IC2 contiene en su interior a siete excitadores con transistores NPN cuyas salidas con colector abierto son capaces de conmutar 24 Volts C.D. El IC19-a amplifica la señal de activación seleccionada para excitar un diodo emisor de luz en el panel frontal a través del conector J4-14.

a.7) Alimentación para los Diodos Emisores de Luz.
(Coordenadas C-8).

Este bloque amplifica las señales de los cuatro períodos de tiempo de compresión, soldadura, retención y tiempo fuera, provenientes del bloque SECUENCIADOR. Las salidas del circuito integrado amplificador IC18-f,e,a y b, alimentan a los diodos emisores de luz encontrados en el panel frontal del control básico, los cuales indican el tiempo de COMPRESION, SOLDADURA, RETENCION y TIEMPO FUERA, respectivamente

La resistencia R40, se encuentra conectada en serie con la entrada del amplificador del diodo emisor de luz correspondiente al tiempo de SOLDADURA, el cual es el circuito integrado IC18, compuerta e, pata 11. Cuando se encuentra presente y funcionando el Accesorio de Impulsos, la pata 11 de dicho circuito integrado, es llevada a nivel bajo (estado inactivo) mediante el conector J3-11 durante el período de soldadura con impulsos, consiguiendo con esto que el Diodo Emisor de Luz perteneciente al tiempo de SOLDADURA no encienda, mientras que otro Diodo Emisor de Luz, localizado en el panel frontal del accesorio de Impulsos, indica los intervalos de CALENTAMIENTO/ENFRIAMIENTO. La resistencia R40 es necesaria debido a que la señal del período de SOLDADURA proveniente del contador IC13, debe ser mantenida para los circuitos de disparo.

a.8) Alimentación a Válvulas. (Coordenadas D-9).

La función de este bloque es la de alimentar a las bobinas de las válvulas solenoides SVCR1 y SVCR2. Dichas bobinas son habilitadas, no energizadas, cuando existe un nivel alto en la salida del circuito integrado IC7-a en el bloque Secuenciador mediante las patas 11 y 12 del circuito IC22-c, así como la pata 11 del IC19-e. Por lo cual, los relevadores solo pueden energizarse en el lapso de tiempo comprendido desde la etapa de compresión a la de retención.

Solo se puede activar un relevador durante un ciclo de soldadura. Esto es posible debido a la señal "V2EN" en el conector J3-17. Cuando no se utiliza un accesorio de programa doble, el conector J3-17 se encuentra abierto y la línea se encuentra en nivel alto debido a la resistencia R15. Durante un ciclo utilizando el primer piloto, la señal V2EN se encuentra en estado alto; en cualquier caso, una señal de 1 lógico en V2EN ocasiona un mismo estado lógico en la pata 13 del circuito integrado IC22-c.

La salida del IC22-c entonces pasa a estado bajo, la cual es invertida por IC19-b; la señal resultante tiene un estado alto, la cual alimenta a la bobina del relevador de la válvula de servicio SVCR1 a través del circuito integrado IC2-a y el conector J1-32, y el diodo emisor de luz indicador de "VALVULA 1" colocado en el panel frontal del control básico, es activado mediante el circuito integrado IC19-f y el conector J4-13. Durante un ciclo utilizando el segundo piloto, el accesorio de programa doble ocasiona que la señal VZEN se encuentre en estado bajo; lo cual deshabilita al relevador de la válvula de servicio SVCR1, así como a la alimentación del diodo emisor de luz al producir un 1 lógico en la pata 10 del circuito integrado IC22-c. El relevador de la válvula de servicio SVCR2 se activa a través del conector J1-31 debido a que la pata 3 del IC6-a se encuentra en estado alto, encendiendo al excitador IC2-b. El diodo emisor de luz indicador de la válvula de servicio SVCR2 se encuentra en el accesorio de programa doble, y es alimentado a través del IC25-b, el cual esta activo en estado alto, y el conector J3-9.

a.9) Excitador del SICR. (Coordenadas C-12).

El Relevador de Control de Secuencia Interlock "SICR", es alimentado mediante la salida numero 0 del contador de secuencia IC13. Esta señal pasa a cero lógico al recibir el control un piloto y permanece en dicho estado hasta que se complete el ciclo de soldadura o sea abortado al estado de reposo. Cuando la salida es cero lógico y el interruptor DIPSW-3 el cual se encuentra montado sobre la tarjeta, está cerrado, el excitador IC2-f se enciende y energiza a la bobina del relevador SICR mediante el conector J1-49. Al cerrarse el contacto del relevador SICR localizado en la tarjeta terminal, dispara al relevador PCR, proporcionando con esto medios mecánicos para disparar el piloto y habilitar la soldadura. Con el interruptor DIPSW-3 abierto, el piloto no puede ser disparado debido a que el relevador SICR se mantiene apagado ya que la pata 7 del circuito integrado IC19-c se mantiene en estado alto debido a la resistencia R41.

El circuito integrado IC25-a amplifica la señal de la salida número 0 del contador IC13 para ser utilizada en tarjetas de accesorios a través del conector J3-15.

a.10) Generador de Reloj de Referencia. (Coordenadas F-4).

Este bloque genera un tren de pulsos a una frecuencia de 120 Hertz, así como una onda cuadrada de referencia de 60 Hertz, la cual es utilizada para cronometrar los diversos intervalos de tiempo. Estas señales de reloj se derivan de la frecuencia de línea de 60 Hertz.

La entrada al bloque es una onda senoidal que pasa a través de un rectificador de onda completa proveniente de la salida del puente de diodos DB3 localizado en el bloque de la fuente de poder. Este tren de medias ondas senoidales positivas, es atenuado al 50% por el divisor de tensión formado por las resistencias R29 y R30, y posteriormente limitado por el diodo D14 antes de entrar al inversor formado por el amplificador operacional IC8-b. Dicho tren de pulsos de entrada igualmente es atenuado a una amplitud del 9% mediante el divisor de tensión formado por las resistencias R23 y R22, y se logra un retraso de fase debido al capacitor C19; el diodo D8 se tiene como protección para limitar los transientes. La onda reducida y retrasada resultante se aplica a la entrada no inversora del amplificador operacional IC8-b. La entrada no inversora es mayor que la entrada inversora solo durante unos pocos microsegundos cerca del valle de la media onda senoidal de entrada debido al retraso introducido. Esto ocasiona pulsos positivos a la salida pata 7 del amplificador operacional IC8-b, dichos pulsos casi coinciden con el cruce por cero del voltaje de línea.

El capacitor C18 elimina los ruidos antes que la salida del IC8-b pase al amplificador inversor IC20-d, el cual convierte los pulsos en onda cuadrada. Esta señal cuadrada proveniente de la salida del circuito IC20-d es diferenciada por el capacitor C29, la resistencia R31 y el diodo D15 con el fin de acortar el periodo del pulso de cruce por cero, a un valor constante. Esto es necesario, ya que, al variar el voltaje de línea el ancho de pulso en la pata 7 del IC8-b también varía, y tan solo se requiere de un pulso corto de 18 a 25 microsegundos, pero estable para producir la señal de referencia de 120 Hertz denominada "RFCLKX2", la cual es utilizada en el bloque de TIEMPO DE ESPERA PARA SOLDAR (coordenadas H-14). El circuito integrado IC20-e convierte los pulsos diferenciados en onda cuadrada. La pendiente ascendente de la salida del IC20-e es considerada como el tiempo de referencia del tren de pulsos de 120 Hertz para todas las operaciones de cronometraje subsecuentes.

Este tren de pulsos es invertido y amplificado por el circuito integrado IC19-d y posteriormente utilizado como señal de descarga para capacitores en el bloque de TIEMPO DE ESPERA PARA SOLDAR; esta señal también pasa al conector J3-23 para ser utilizada en accesorios opcionales. En este caso se toma la pendiente descendente como referencia.

El tren de pulsos de 120 Hertz proveniente del IC20-e ("R2X") es aplicada a la entrada de reloj del flip-flop tipo D IC14-b, el cual está configurado como un divisor de frecuencia entre dos. Los puntos para el puente JPI están disponibles aunque de cualquier manera existe una pista de circuito impreso entre la salida Q negada y la entrada D de dicho Flip-flop. Esto permite una implementación sencilla para una futura aplicación.

En la salida Q del flip-flop IC14-b se produce una onda cuadrada de 60 Hertz, la cual es llevada a la pata 8 de la compuerta OR exclusiva IC21-c. Esta compuerta actúa como una compuerta inversora/no-inversora, dependiendo del estado lógico existente a la entrada de la pata 9, la cual recibe la señal proveniente de la pata 1 del flip-flop IC14-a. Este flip-flop también está configurado como un divisor de frecuencia entre dos, y es disparado por la salida número 0 del contador IC13. Al tener abierto el interruptor DIPSW-2, la entrada "Set" del flip-flop IC14-a es llevada a un nivel alto por la resistencia R34, y la salida Q se mantendrá continuamente en 1 lógico. Esto ocasiona que la compuerta IC21-c actúe como un inversor sobre la frecuencia de reloj de 60 Hertz. La corriente inicial de soldadura siempre comenzará en la misma dirección, debido a que la frecuencia de referencia del control se deriva de la línea de alimentación del transformador de soldadura. En el caso en que el DIPSW-2 se encuentre cerrado, el flip-flop IC14-a es disparado después de cada ciclo de soldadura del control; esto es, cada vez que el control regresa al estado de reposo. Esto ocasiona que la salida de la compuerta IC21-c se defase 180 grados por cada ciclo de soldadura. Esta señal de salida es utilizada para controlar los estados del control de soldadura. Por lo tanto, la corriente inicial de soldadura cambia de dirección en cada ciclo de soldadura. Este proceso es llamado "operación alternada de conductor/seguidor", y es una opción que depende de la preferencia del cliente.

Nuevamente, la pendiente ascendente de la señal de la pata 10 de la compuerta IC21-c es la marca de referencia en la señal de frecuencia de referencia de 60 Hertz ("RCK") debido a que dicha pendiente es la que incrementa a los contadores en el bloque GENERADOR DE COINCIDENCIAS (coordenadas J-4), el cual determina los diversos

intervalos de tiempo en un ciclo de soldadura. Esta señal es amplificada por IC25-d para usarse como reloj "CLK" en los diversos accesorios.

El inversor IC20-a, la resistencia R33 y el capacitor C31 se combinan para producir una señal de 60 Hertz, la cual retrasa a la señal "RCK" 12 microsegundos nominales con respecto a la pendiente descendente de referencia. Esta frecuencia defasada es utilizada por los circuitos de Media Onda.

El inversor IC20-b, la resistencia R46 y el capacitor C43 se combinan para producir una señal de 60 Hertz, la cual retrasa a la señal "RCK" 6 microsegundos nominales con respecto a la pendiente descendente de referencia. Esta frecuencia defasada es utilizada para sincronizar todos los cambios de estado dentro del control con los cruces por 0 volts de la línea de alimentación.

a.11) Generador de Coincidencias. (Coordenadas J-4).

Este bloque convierte los ajustes de los interruptores giratorios, de los intervalos de tiempo de COMPRESION, SOLDADURA, RETENCION y TIEMPO FUERA en señales utilizables para los circuitos lógicos. Todos los tiempos vienen dados en valores correspondientes a ciclos de línea y cada intervalo puede ser ajustado desde 00 hasta 99 ciclos de línea mediante los interruptores giratorios del panel frontal.

Se cuenta con dos contadores decimales en cascada para poder contar desde 00 hasta 99. El circuito integrado IC31 es el contador de unidades, y es disparado por la pendiente ascendente de la señal de referencia de 60 Hertz RCK proveniente del bloque generador de reloj de referencia; el circuito integrado IC29 es el contador de las decenas, el cual es disparado por la señal de salida de acarreo del contador IC31.

Las diez salidas de conteo del contador IC31, del 0 al 9, van conectadas a las terminales de los interruptores giratorios correspondientes del 0 al 9, para los interruptores giratorios de unidades, los cuales son para: compresión TW1B, soldadura TW2B, retención TW4B y tiempo fuera TW5B.

Las diez salidas de conteo del contador IC29, del 0 al 9, representan los ciclos de línea del 00 al 90, van conectadas a las terminales de los interruptores giratorios correspondientes del 0 al 9, para los interruptores giratorios de decenas, los cuales son para: compresión

TW1A, soldadura TW2A, retención TW4A y tiempo fuera TW5A.

Los interruptores giratorios son de un solo polo y 10 tiros, lo cual significa que cada interruptor tiene una terminal común "C", la cual conecta a una de las diez terminales dependiendo de su posición.

Para cualquier posición en particular que tengan el par de interruptores giratorios de unidades y decenas, por ejemplo para el tiempo de Compresión sería TW1B y TW1A, eventualmente se obtendrá una salida activa en 1 lógico de los contadores decimales, la cual coincidirá con el número prefijado en dichos interruptores giratorios, obteniendo como resultado que en ambas terminales comunes de los interruptores giratorios se tenga una señal de 1 lógico, al ocurrir lo anterior se le denomina como coincidencia. Por lo tanto, si los contadores comienzan a contar a partir del 00 al principio de un determinado intervalo del ciclo de soldadura, entonces se obtendrá una coincidencia cuando la cantidad de ciclos de línea contados por los contadores equivalga al número fijado en los interruptores giratorios.

Las señales de coincidencia se generan independientemente para cada periodo de tiempo, ya sea de compresión, de soldadura, de retención o tiempo fuera.

Los contadores se sincronizan para el ciclo de soldadura con el pulso positivo "RST" aplicado a las patas de restablecimiento de los contadores decimales IC31 e IC29. Este pulso es generado en el bloque GENERADOR DE RELOJ DE SECUENCIA (coordenadas F-11) al finalizar cada intervalo de tiempo en el ciclo de soldadura. La señal "RST" también incrementa al contador de secuencia IC13 en el bloque SECUENCIADOR. Por lo tanto, cuando se habilita un nuevo estado del control, los contadores de tiempo para ese estado se inicializan a 00. Dicha señal RST es amplificada por el circuito integrado IC25-c para ser utilizada posteriormente en diversos accesorios mediante el conector J3-7.

El arreglo resistivo RA5 va conectado a todas las terminales común de cada interruptor giratorio, con el fin de elevar el voltaje. Esta es una medida que es llevada a cabo para evitar fallas y asegurar que exista una coincidencia en el caso en que alguno de los interruptores giratorios se abra en cualquier posición. Obviamente, la coincidencia será errónea, pero con esto se previene la existencia de una interrupción indefinida en cualquier intervalo de tiempo dentro del ciclo de soldadura.

a.12) Compuertas de coincidencias. (coordenadas G-8).

Este bloque contiene toda la lógica necesaria para determinar cual de las coincidencias, generadas por el bloque GENERADOR DE COINCIDENCIAS es activa en un tiempo determinado. Este bloque también maneja la lógica para los circuitos de Medio Ciclo, habilitación de la soldadura por costura y el disparo de los pilotos.

Al existir un piloto, un 1 lógico es aplicado a la pata 12 del circuito integrado IC3-d. Si el control se encuentra en estado de reposo, un 1 lógico existe en la pata 13 del IC3-d, la señal resultante en la pata 11 de la misma compuerta IC3-d es un 0 lógico, lo cual ocasiona que la salida en la pata 13 del IC26 se eleve a 1 lógico. En este momento, todas las demás entradas de la compuerta NAND IC26 se encuentran en nivel alto. La salida de dicha compuerta se lleva entonces a la entrada en la pata 9 de la compuerta NOR IC10-c, la resistencia R53 solo es relevante cuando se encuentra activo el accesorio de impulsos. Igualmente, la entrada, pata 8 del IC10-c estará en 0 lógico, por consiguiente, la salida en la pata 10 del IC10-c baja a 0 lógico.

Esta señal al pasar de 1 a 0 lógico, siempre indica que se solicita un nuevo cambio en el estado del control; esto es, solicita un cambio para pasar del piloto al estado de precompresión, del estado de soldar al de retención, etc. La señal se sincroniza al cruce por cero del voltaje de línea y se genera el pulso RST en el bloque GENERADOR DE RELOJ DE SECUENCIA (coordenadas F-11), el cual será expuesto en el siguiente inciso.

El pulso RST incrementa al contador IC13 por lo que el 1 lógico pasa de la salida número 0 a la 1. El control se encuentra ahora en el estado de precompresión, por lo que, un 1 lógico se aplica a la terminal "E" del interruptor 1 y a la terminal "A" del interruptor 2, ambos contenidos en el interruptor DPDT, llamado SLSW1. Cuando el interruptor SLSW1 se encuentra en la posición "A", la pata 5 del circuito IC3-b está en nivel alto y la pata 6 es elevada al mismo nivel debido a la resistencia 4 del arreglo resistivo RA5. La señal de estado bajo resultante a la salida en la pata 11 del IC26 ocasiona que se solicite inmediatamente un cambio de estado en el control. Esto ocurre con el pulso RST, generado en el siguiente cruce por cero del voltaje de línea. Por consiguiente, el control pasa del estado de precompresión al de compresión con un retraso de tiempo prácticamente nulo.

Ahora en el periodo de compresión, la salida 2 del contador de secuencia IC13 se encuentra en estado alto, lo cual ocasiona que la pata 5 del IC30-b también esté en el mismo estado. Los contadores IC31 e IC29 comienzan a contar los ciclos de línea a partir de 00. Cuando la salida del contador coincide con los interruptores de compresión TW1A y TW1B, ocurre una coincidencia y por lo tanto en las patas 3 y 4 del IC30-b se obtiene un 1 lógico; lo cual produce un 0 lógico en la pata 10 del IC10-c, esto indica que el periodo de compresión ha terminado y que se requiere un avance al periodo PRESOLDADURA. Otro pulso "RST" hace que se realice el cambio de estado.

La salida 3, PRESOLDADURA, del IC13 se encuentra ahora en estado alto, lo cual ocasiona, a su vez, que en "A" del interruptor 1, y en "B" del interruptor 2, exista un 1 lógico pertenecientes a SLSW1. Cuando el interruptor SLSW1 se encuentra en la posición "A", la pata 2 del IC3-a se encuentra en estado alto. El control se detiene hasta que se recibe la señal de presión/segunda etapa, lo cual ocasiona que en la pata 1 del IC3-a se obtenga un 1 lógico, con lo que se produce un pulso RST y la secuencia avanza al periodo de SOLDADURA.

Cuando el interruptor SLSW1 se encuentra en la posición "B", la operación es similar a la anterior, excepto que el control se detiene en el estado de PRECOMPRESION, esperando una señal válida de presión/segunda etapa, y pasa del estado de PRESOLDADURA al de SOLDADURA.

El estado de SOLDADURA cuenta con seis modalidades:

1. Soldadura 3B normal utilizando el primer piloto. El interruptor SLSW2 se encuentra en la posición normal "N", al ocurrir esto, la señal de salida de Soldadura, activa en 1 lógico, proveniente de la pata 10 del contador IC13 pasa directamente a la pata 10 de la compuerta NAND IC28-b. La pata 9 de la compuerta IC28-b se encuentra siempre en estado alto excepto cuando se encuentra instalado el accesorio de programa doble. Las patas 11 y 12 de la compuerta IC28-b pasan a estado alto cuando existe una coincidencia de soldadura en el bloque GENERADOR DE COINCIDENCIAS. Cuando sucede una coincidencia, un pulso RST finaliza el periodo de SOLDADURA y comienza el periodo de RETENCION.

2. Soldadura continua por Costura utilizando el primer piloto. El interruptor SLSW2 se encuentra en la posición de Soldadura por costura "S", ocasionando que exista un 1 lógico en la pata 8 del IC27-a. La pata 1 del IC27-a se encuentra también en 1 lógico, debido a que la señal "2PLAT" proveniente del conector J3-3, solo pasa a

0 lógico cuando el segundo piloto se encuentra activo. La pata 2 del IC27-a se mantendrá en 0 lógico mientras se mantenga el piloto manual; lo cual mantiene al control en el periodo de soldadura indefinidamente. Tan pronto como el primer piloto es liberado, la pata 4 del IC9-b del bloque ENTRADAS DE PILOTOS pasa a 1 lógico, ocasionando que la pata 2 del IC27-a pase igualmente a 1 lógico; esto ocasiona que se requiera de un cambio de estado. Al ocurrir lo anterior, se genera un pulso RST en la siguiente pendiente de referencia del reloj, sincronizado con el cruce por cero del voltaje de línea. No se puede disparar un piloto durante la etapa de soldadura.

3. Soldadura 3B normal utilizando al segundo piloto. El accesorio de programa doble ocasiona que se mantenga una señal en estado bajo al existir un segundo piloto, en el conector J3-3, llamada "2PLAT". Esta señal inhibe a las compuertas del primer piloto IC27-a e IC28-b al aplicar un 0 lógico en las patas de entrada 1 y 9 respectivamente. Recíprocamente, después de ser invertida la señal "2PLAT" por IC6-c, habilita a la compuerta NAND IC28-a mediante la entrada de un 1 lógico en su pata 5. El accesorio de programa doble genera una coincidencia en el estado de soldadura utilizando un circuito idéntico al existente en el bloque GENERADOR DE COINCIDENCIAS. Las unidades y decenas para las líneas de coincidencia, para el tiempo de soldadura en el accesorio de programa doble llegan a la tarjeta lógica principal a través del conector J3-18 ("2UWT") y J3-20 ("2TWT") respectivamente. Estas líneas, activas en estado alto, aparecen en las patas 3 y 4 del circuito integrado IC28-a; ambas líneas cuentan con elevadores de voltaje a prueba de fallas utilizando para este fin a las patas 6 y 7 del arreglo resistivo RA5 para asegurar una coincidencia si ocurriera un falso contacto en cualquiera de las líneas. El accesorio de programa doble cuenta con un interruptor equivalente a SLSWI para seleccionar soldadura normal o de costura. El común del interruptor recibe una entrada alta de la salida número 4 del contador secuencial IC13 (soldadura), la cual pasa a través del amplificador IC25-f y el conector J3-19 (señal "WLDI"). Cuando el interruptor se encuentra en la posición normal "N", esta señal regresa al conector J3-16 (señal "2NMR") y llega a la pata 2 del IC28-a. Cuando ocurre una coincidencia en el accesorio de programa doble, la pata 1 del IC28-a pasa a 0 lógico, ocasionando que el control pase al periodo de retención.

4. Costura continua por Soldadura al segundo piloto. El accesorio de programa doble debe tener al interruptor en la posición costura "S". Ahora, la señal WLDI de estado alto regresa al conector J3-14 ("2SM") y aparece en

la pata 5 del circuito integrado IC27-b. La pata 4 del IC27-b se encuentra en estado alto debido a que el segundo piloto esta activo (2PLAT en estado bajo). Mientras el segundo piloto se mantenga, la pata 3 del IC27-b estará en estado bajo, previniendo de esta manera, que exista un cambio de estado. Cuando el segundo piloto es liberado, la pata 6 del IC27-b pasa a estado bajo, ocasionando que un pulso RST se genere sincronizandose con el cruce por cero del voltaje de línea.

Las resistencias R54 y R58, utilizadas para disminuir el nivel de voltaje, inhiben a las compuertas IC27-b e IC28-a, de tal forma que no puedan existir requerimientos de cambio de estado cuando no esté conectado el accesorio de programa doble. Las resistencias R55 y R56, colocadas con el fin de disminuir el voltaje, inhiben a las compuertas IC27-b e IC28-b, dependiendo de la posición en la que se encuentre el interruptor SLSW1.

5. Soldadura por pulsos utilizando al primer o segundo piloto. Cuando el accesorio de pulsos se encuentra activo, todas los circuitos lógicos involucrados con la terminación del periodo de soldadura son invalidados por la señal "IMEND" en el conector J3-24, y la señal "IMPL" en el conector J3-11. La señal "IMPL" se encuentra en estado bajo durante el periodo de soldadura por pulsos, causando efectivamente que la compuerta de soldadura se active y que las compuertas IC27-a,b e IC28 no sean tomadas en cuenta. Esto sucede debido a la resistencia R40, localizada en las coordenadas C-7. Por lo tanto, la terminación del periodo de soldadura es controlada por la señal "IMEND", la cual alimenta directamente a la pata 9 del IC10-c. Cuando el accesorio de pulsos determina que un periodo de soldadura a terminado, la señal "IMEND" pasa a estado bajo, lo cual genera un pulso RST sincronizado. Los diodos existentes en las líneas de IMPL e IMEND, en la tarjeta del accesorio de pulsos, simulan que no existen estas líneas cuando el accesorio de pulsos se encuentra presente pero inactivo.

6. Soldadura de medio ciclo utilizando al primer o segundo piloto. Hasta el momento, en todas las modalidades anteriores, hemos asumido que el interruptor de ciclo completo/medio ciclo colocado en el panel frontal del control básico, se encontraba en la posición de ciclo completo. En esta posición, la salida de la pata 10 del IC3-c se encuentra desconectada del circuito debido al conector J4-24 del interruptor de ciclo. En la modalidad de medio ciclo, la señal de salida es aplicada a la pata 9 del IC26 y a la resistencia R43 a través del conector J4-7. La entrada de la compuerta NAND IC3-c, que es la pata 8, pasa a estado alto durante el periodo de soldadura (excepto cuando se encuentra activo el ac-

cesorio de pulsos), lo cual habilita a la compuerta. La entrada a la pata 9 del IC3-c es la señal invertida y defazada 12 microsegundos del reloj de referencia de 60 Hz. El control pasará a el periodo de soldadura, esto es cuando la pata 4 del IC13 pasa a estado alto, en la pendiente de referencia de RCK. Medio ciclo mas tarde, la pata 9 del IC13-c pasará a estado alto, ocasionando un pulso RST y terminando con esto el periodo de soldadura. La posición en la cual se encuentren los interruptores giratorios no es tomada en cuenta.

Después del periodo de soldadura, el contador de secuencia IC13 se incrementa, y el 1 lógico pasa a la salida número 5, RETENCION. Un 1 lógico se aplica a la pata 8 del IC30-a, habilitando un pulso PST hasta que exista una coincidencia de retención. La operación es análoga a la del periodo de compresión explicado anteriormente.

Después del periodo de retención, el contador de secuencia IC13 se incrementa, y el 1 lógico pasa a la salida número 6, TIEMPO FUERA. La compuerta NAND IC30-c se habilita y mantiene una salida activa en estado bajo, la cual ocasiona un pulso RST. Nuevamente, la operación es análoga a la del periodo de compresión y retención.

En conclusión, el contador de secuencia IC13, determina el estado en el cual se encuentra el control. Cada estado habilita solo una compuerta del IC3, IC27-a,b, IC28 o IC30 con el fin de solicitar un cambio de estado en el control. Las compuertas IC26, IC22-b e IC10-c, simplemente condensan todas las líneas de requisición de cambio a una sola señal llamada "MCH" obtenida en la pata 10 del IC10-c.

a.13) Generador de Reloj de Secuencia. (coordenadas F-11).

El bloque GENERADOR DE RELOJ DE SECUENCIA genera el pulso RST, al cual ya nos hemos referido anteriormente. Primeramente, se discutirá el modo de soldadura de Onda Completa.

En el modo de Onda Completa, la pata 8 del circuito integrado IC22-a se mantiene en 1 lógico por la resistencia R42. Por lo tanto, la compuerta IC22-a funciona como inversor en la señal de reloj invertida y retrazada 6 microsegundos de 60 Hertz, llamada "LCK" proveniente de la compuerta IC20-b del bloque GENERADOR DE RELOJ DE REFERENCIA. Este reloj entra por la pata 3 del Flip-Flop tipo D IC24-a, es por consiguiente, una replica defasada 6 microsegundos de la señal "RCK".

Quando se solicita un cambio de estado debido a que la señal "MCH" pasa a 0 lógico, entonces el capacitor C23 se descarga rápidamente a través del diodo D18, y por consiguiente se produce un nivel bajo casi simultáneamente en la pata 5, correspondiente a (datos) "DATA", así como en la pata 6, llamada (fijar) "SET" del Flip-Flop tipo D IC24-a. Aproximadamente 6 microsegundos después, el 0 lógico pasa a la salida Q en la pata 1. La señal de solicitud de cambio de estado generada en el bloque GENERADOR DE COINCIDENCIAS, (ya sea COMPRESION, SOLDADURA, RETENCION O TIEMPO FUERA) ocurre en el tiempo de referencia de la señal RCK. La señal de reloj defasada que es producida en el Flip-Flop IC24-a permite que existan retrazos en la propagación de las señales generadoras del 0 lógico de la señal "MCH". Cuando se genera una solicitud de cambio de estado debido a la recepción de un piloto asíncrono, la compuerta IC24-a no reconoce a la solicitud hasta que la señal "CLK" en la pata 3 se hace 1 lógico, por lo tanto, se sincroniza a la solicitud con el cruce por 0 del voltaje de línea en un periodo de unos cuantos microsegundos.

La salida Q del Flip-Flop IC24-a llega a la entrada D del Flip-Flop tipo D IC24-b. El circuito integrado IC20-f, el capacitor C41 y la resistencia R45 configuran un oscilador estable de onda cuadrada; esta señal es llamada "OSC", y pasa a la entrada de reloj del IC24-b y a la resistencia R50. Esta señal "OSC" también es enviada al conector J3-25 para ser utilizada en el accesorio de pulsos. La frecuencia típica es de 5 a 7 Hertz. El siguiente ascenso de la señal cuadrada "OSC" después que D pasa a 0 lógico, ocasiona un 1 lógico en la salida Q negada en la pata 12 del IC24-b. Después de 2 microsegundos, aproximadamente, el capacitor C51 se carga a través de la resistencia R50 a un nivel de 1 lógico a la entrada "SET", pata 8 del IC24-b, esto ocasiona que la salida Q negada se restablezca a 0 lógico. Dicha salida es el pulso de 2 microsegundos de ancho de pulso conocido como RST, el cual avanza al contador de secuencia IC13 y restablece a los contadores IC31 e IC29.

Aproximadamente 1 microsegundo después que el pulso "RST" cambia a 1 lógico, la señal "MCH" pasa a su estado inactivo de 1 lógico, debido a que las condiciones que conducen a una solicitud de cambio de estado ya no se encuentran presentes. Después de unos cuantos microsegundos, el capacitor C23 se carga a través de R58 a 1 lógico, el cual pasa a la entrada "SET" del IC24-a, obteniéndose en la salida Q, pata 1, un 1 lógico. De esta forma, con el siguiente ascenso de la señal "OSC" que ocurre en la entrada de reloj del IC24-b, entonces la

entrada D en la pata 9 se encuentra en estado alto y la salida Q negada permanece en su estado inactivo de 0 lógico.

Este circuito es necesario para permitir que existan casos en los cuales los interruptores giratorios de COMPRESION, SOLDADURA, RETENCION y TIEMPO FUERA, se encuentren en la posición de 00. Por ejemplo, si el tiempo de RETENCION se fija en 00 ciclos, una solicitud de cambio de estado sería generada inmediatamente. Por lo que de no tener el retraso RC en la pata 6 del Flip-Flop IC24-a los transientes de nivel alto en la señal "MCH" debidos a los retrasos de propagación podrían activar el Flip-Flop. La señal "OSC" asegura que mientras exista un requerimiento de cambio de estado, los pulsos RST serán generados rápidamente para continuar avanzando dentro de la secuencia de soldadura.

En el modo de Medio Ciclo, el circuito integrado IC3-c genera una salida activa a nivel bajo después de medio ciclo de la frecuencia de línea dentro del estado de SOLDADURA. La resistencia R43 y el capacitor C40 introducen un retraso de tiempo en dicha señal al llegar a la pata 8 del IC22-a. Esto permite que un nivel bajo en la señal "MCH" se establezca en la entrada D, pata 5, del Flip-Flop tipo D IC24-a, antes que ocurra un cambio de estado en la entrada de reloj, pata 3 del mismo Flip-Flop. Durante este tiempo, las patas 1 y 2 del IC22-a se encuentran en 1 lógico, permitiendo así que la pata 8 del IC22-a controle la entrada de reloj del IC24-a. El reloj de referencia de 60 Hertz defasado 12 microsegundos en la pata 9 del IC3-c asegura que justo antes que termine el estado de soldadura, las patas 8, 1 y 2 del IC22-a se encuentren en nivel alto durante unos cuantos microsegundos, ocasionando así que exista un 0 lógico en la entrada de reloj del Flip-Flop IC24-a, pata 3. Esto es necesario, ya que la entrada de reloj se dispara con la pendiente ascendente de la señal. El resultado de todo lo anterior, es que el estado de SOLDADURA termina debido al pulso "RST" después de medio ciclo de frecuencia de línea; por lo que, tanto la iniciación como la terminación de dicho estado están sincronizados con la línea.

Los circuitos RC en las entradas "SET" de los Flip-Flops IC24-a,b distorsionan a la señal de entrada, pero debido al tipo de entradas el tiempo no es crítico; por consiguiente, una forma de onda distorsionada no genera consecuencias indeseadas. Ambas entradas de reloj son excitadas por señales provenientes de circuitos con salida de baja impedancia.

a.14) Sensor de corriente cero. (Coordenadas B-15).

Este bloque genera una señal, la cual indica en que momentos existe corriente fluyendo en el primario del transformador de soldadura. La señal "FDBKA" es obtenida a partir de los conectores J1-15,16, la cual pasa a través de una resistencia localizada en la tarjeta terminal conectada al ánodo de uno de los SCRs o ignitrón, según sea el caso. Las entradas en las patas 1 y 4 del optoacoplador IC17 van conectadas a un puente de diodos de onda completa, el cual rectifica la entrada antes del diodo emisor de luz. La resistencia R39 limita las corrientes de acoplamiento capacitivas entre la entrada y la salida; el capacitor C38 filtra la entrada, el puente JP2 se encuentra para una futura opción. La resistencia R47 eleva el nivel de voltaje a la salida con colector abierto del IC17. El circuito integrado IC20-c invierte y amplifica la señal de salida del optoacoplador, obteniendo la señal "ZCR" en la pata 6. Dicha señal "ZCR" pasa a 1 lógico cuando los SCRs o ignitrones de soldadura dejan de conducir.

a.15) Control de calor. (Coordenadas E-14).

Este bloque trabaja en conjunto con el bloque TIEMPO DE ESPERA PARA SOLDAR (H-14) para determinar el ángulo de disparo de los SCRs principales o ignitrones durante la etapa de soldadura. El ángulo de disparo determina el porcentaje de calor.

Los interruptores giratorios TW3B (unidades) y TW3A (decenas) fijan el porcentaje de calor entre 00 y 99 %. Las posiciones 00, 10 y 20 del interruptor TW3A se encuentran conectadas entre sí, por lo que realmente el porcentaje de calor es de 20 a 99%. Los Arreglos Resistivos RA4 y RA6 están conectados a los interruptores giratorios, de tal forma que la red resistiva desde +10 Volts C.D. hasta la resistencia R51 varíe inversamente a los valores fijados en los interruptores.

La pata 5 del circuito integrado IC4-a recibe la señal sensora de corriente "ZCR", la cual pasa a estado alto cuando la corriente de soldadura en el primario del transformador de soldadura es cero. La pata 2 del IC4-a se mantiene en 1 lógico debido a la resistencia 1 del arreglo resistivo RA2 siempre y cuando el interruptor Ciclo Completo/Medio Ciclo del panel frontal se encuentre en la posición de Medio Ciclo; pero en el caso en que dicho Interruptor se encuentre en la posición de Ciclo Completo, entonces el primer medio ciclo de la corriente de soldadura después que el estado de SOLDADURA ha comenzado es inhibido para así permitir un "comienzo

suave" en la corriente de magnetización del transformador de soldadura. Se puede observar, que de estar presente esta señal en el modo de medio ciclo, entonces no podría haber soldadura.

La pata 3 del IC4-a recibe la salida del interruptor DIPSW-4 "Auto/Manual". En el modo "Auto", la pata 3 se mantiene en 1 lógico debido a la resistencia 2 del arreglo resistivo RA2, y no es tomada en cuenta. En el modo "Manual", se aplica un 0 lógico durante el tiempo de salida del circuito monoestable IC23-b. El monoestable es disparado cada vez que sucede un cruce por cero del voltaje de línea de alimentación por "RFCLKX2" (120 Hz.), y el ancho de pulso se fija mediante el uso del potenciómetro RP2. En el modo "Manual", se fija un mínimo para el ángulo de defasamiento de la corriente, o factor de potencia, reconocido por el control de calor. Esta característica es utilizada por el circuito INDICADOR DE SINCRONIA DEL FACTOR DE POTENCIA MANUAL, del cual hablaremos en el inciso a.19.

La salida, pata 1 del circuito integrado IC4-a controla la "Precarga" del circuito de Control de Calor. La finalidad de de esta precarga es la de mantener la mayor precisión posible en el valor del % de calor fijado mientras el factor de potencia varía. Cuando la pata 1 del IC4-a se encuentra en 1 lógico, la precarga está activa a través de la resistencia R4 y el diodo D4, mientras que la corriente de soldadura determinada por los interruptores giratorios TW3A, TW3B, los arreglos resistivos RA4 y RA6 es mandada a Tierra por la pata 13 del IC2-d. Cuando la pata 1 del IC4-a se encuentra en 0 lógico, la precarga termina y la salida en la pata 13 del IC2-d pasa a 1 lógico, permitiendo que la corriente de carga pase a través del diodo D6 hacia el bloque DE TIEMPO DE ESPERA PARA SOLDAR.

El circuito integrado IC10-a introduce la señal de habilitación del tiempo de SOLDADURA a la pata 1 del circuito de control de calor. El IC11-c amplifica la salida del IC10-a para excitar al IC2-d y accesorios a través del conector J3-10, "OIW". La pata 6 del IC11-c pasa a 0 lógico cuando la precarga ha terminado y el control se encuentra en el tiempo de SOLDADURA.

El circuito integrado IC27-c y el amplificador IC2-g inhiben los interruptores giratorios del Control de Calor del primer programa cuando el accesorio de programa doble se encuentra activo.

En resumen, normalmente la precarga es activa desde el cruce por cero del voltaje de línea hasta sensar la corriente primaria (este es el tiempo de retraso del ángulo

lo). La precarga actúa para reducir el tiempo de espera para el disparo según lo fijado en los interruptores giratorios de % de calor mientras el factor de potencia aumenta. La resistencia R24 y los componentes de tiempo en el bloque de TIEMPO DE ESPERA PARA SOLDAR fueron escogidos para linearizar el % de CALOR vs. la corriente RMS de soldadura a cualquier factor de potencia. Cuando la precarga termina, se habilita el cronometraje del % de CALOR, ya sea del primer o segundo programa, fijado con los interruptores giratorios. La corriente de carga del accesorio de programa doble se recibe a través del conector J3-1, señal "2H".

a.16) Circuito de Tiempo de Espera para Soldar.
(Coordenadas H-14).

Este bloque genera la señal de habilitación para el Oscilador para los SCRs. El corazón del circuito está en el circuito monoestable IC5-b. En cada cruce por cero del voltaje de línea, la señal "RFCLKX2" alimenta la entrada para disparo en la pata 11 del circuito integrado IC5-b; dicha señal "RFCLKX2", compuesta por un pulso activo en nivel bajo con un ancho de pulso de 15 a 28 microsegundos, también es responsable de descargar al capacitor compuesto, configurado por el capacitor C14 y el capacitor variable CT, esta descarga se lleva a cabo mediante los circuitos integrados IC11-f, IC2-c y la resistencia R13. El circuito monoestable IC5-b solo puede descargar al capacitor compuesto hasta un nivel de voltaje de referencia interno, con lo cual se introduce otra variable para la calibración del Porcentaje de Calor. En el caso en que el capacitor se descargue hasta un nivel de 0 Volts, mediante el uso del colector abierto del IC2-c, antes de cada periodo de carga retira dicha variable.

La señal "2H", anteriormente expuesta, proveniente del bloque de CONTROL DE CALOR, es la corriente encargada de cargar al capacitor del circuito monoestable IC5-b. La resistencia R12 ajusta la linearización del % de CALOR al tiempo que el factor de potencia varía.

La señal obtenida de la salida en la pata 9 del circuito monoestable IC5-b, es nombrada "WHO" y es el pulso de tiempo de espera para soldar, el cual es activo en 0 lógico. Esta señal pasa a dicho nivel activo cada vez que se detecta un cruce por cero en la línea e inhibe el pulso de disparo de los SCRs. El ancho de pulso en el valle depende del ajuste de los interruptores giratorios del % de CALOR y del factor de potencia. Al incrementar el % de calor, la resistencia de la red resistiva de tiempo decrece, por lo que el ancho de pulso también

disminuye, consiguiendo así que los pulsos de disparo se puedan habilitar antes en cada medio ciclo.

La compuerta NAND IC4-b combina 4 señales, donde todas ellas deben estar en 1 lógico con el fin de habilitar el disparo de los SCRs bajo condiciones normales. La pata 12 del IC4-b recibe la señal "WHQ" (tiempo de espera para soldar) proveniente del circuito monoestable IC5-b. En la pata 9 se encuentra una señal inhibidora de soldadura, llamada "WLD INH", que proviene del conector J3-6, la cual se utiliza para controlar el disparo en el accesorio de pulsos; en el caso en que no se cuente con dicho accesorio, la resistencia R9 eleva el voltaje a la entrada consiguiendo que no sea tomada en cuenta. La pata 10 recibe la señal "ZCR", esta señal es necesaria para habilitar el disparo de los SCRs y solo está presente cuando se detecta que no existe corriente en el primario del transformador de soldadura, por consiguiente, tan pronto como se recibe la señal "ZCR" indicando que hay conducción en dicho transformador, entonces las señales de disparo de los SCRs terminan. Esto previene la existencia de disparos falsos en los ciclos de línea subsiguientes y además contribuye a reducir el requerimiento de energía del control. En el caso en el cual, ya sean, los SCRs o los ignitrones, sea necesario que por cualquier razón dejen de conducir prematuramente, el Oscilador de rocío sería habilitado inmediatamente con el fin de disparar de nuevo a dichos componentes. La señal de tiempo de SOLDADURA llega a la pata 11 de la compuerta IC4-b, con lo cual se asegura que los pulsos de disparo sean suministrados solo durante el tiempo de SOLDADURA.

Normalmente el circuito integrado IC16-b simplemente invierte la señal de habilitación de disparo proveniente del IC4-b, debido a que la resistencia R37 mantiene en 1 lógico la pata 6 del IC16-b. De cualquier forma, es posible puentear a tierra al punto de prueba 15, donde se encuentra la señal de habilitación del oscilador de soldadura "WOE", con el fin de habilitar al oscilador de rocío para probarlo. La señal habilitación de soldadura "WE" obtenida de la salida en la pata 4 del IC16-b habilita directamente al Oscilador de Rocío.

a.17) Oscilador de Rocío. (Coordenadas J-16).

En este bloque está contenido el oscilador que genera las señales de disparo para los SCRs, el cual trabaja intermitentemente dependiendo de las señales de control. El oscilador comienza a generar pulsaciones desde el momento en que la señal "WE" se eleva a 1 lógico, dicha señal es recibida en la pata 2 del circuito integrado

IC16-a. La salida de este oscilador se encuentra ubicada en la pata 7 del IC5-a, esta señal es utilizada entonces para habilitar al excitador encargado de enviar los pulsos de salida del oscilador al transformador de pulsos, localizado en el bloque GENERADOR DE PULSOS PARA DISPARO DE SCRs en las coordenadas K-13. El ancho de pulso de la parte alta de la onda está controlado por la resistencia R11 y el capacitor C13; este tiempo está calibrado para permitir que el primario del transformador de pulsos T2 alcance el estado de saturación bajo las peores circunstancias, pero aún así no llegará a una sobresaturación severa en cualquier condición. Es deseable que alcance la saturación con el fin de obtener una máxima potencia en los secundarios para el disparo de las compuertas de los SCRs. El ancho de pulso de la zona baja del tren de pulsos producido por el oscilador está controlado por la resistencia R38, y el capacitor C35 y el diodo D17, el cual asegura que los componentes del tiempo de encendido y del tiempo de apagado no interfieran entre sí.

El tiempo de apagado del tren de pulsos está calibrado para que el campo magnético existente en el núcleo del transformador decaiga completamente antes del siguiente pulso de encendido. Normalmente, la frecuencia resultante es del rango de 4 a 7 KHz. La forma de onda distorsionada existente en la pata 1 del IC16-a es tolerable debido a que el IC16-a restaura la forma de onda obteniendo una pendiente aguda para el disparo del circuito monoestable IC5-a, en la pata 5. La entrada de restablecimiento en la pata 3 del IC5-a está conectada a la señal de restablecimiento al energizar "PWR" con el fin de evitar cualquier pulso de disparo involuntario, en el momento de energizar al control.

La señal "WE" es amplificada por el circuito integrado IC16-e, para obtener con ello la señal de habilitación del Oscilador de Soldadura, llamada "ENWLOS". La cual llega al conector J3-8 para utilizarse en otros accesorios.

a.18) Generador de Pulsos para Disparo de SCRs. (Coordenadas K-13).

Este bloque genera los pulsos de disparo finales para el circuito de los SCRs o de los Ignitrones según el caso.

En el momento en que la pata 7 del IC5-a pasa a nivel bajo, la señal es amplificada e invertida por el circuito integrado IC11-a; dicha señal de nivel alto se aplica mediante el divisor de tensión formado por las resistencias R5 y R6, a la base de un transistor NPN TR1 en con-

figuración Darlington, por lo que el transistor TR1 conduce. En el caso en el que los interruptores Soldar/No Soldar, se encuentren en la posición de Soldar, entonces a través de los conectores J1-47,48 se aplican 24 Volts C.D., provenientes del transistor TR1, a la combinación en serie de la resistencia R3 y el primario del transformador de pulsos T2.

Al conducir el transistor TR1, se genera una corriente en el primario del transformador de pulsos T2, por lo que se induce un voltaje proporcional en ambos secundarios. Al final del tiempo de conducción de TR1, los transientes generados por la bobina del primario son limitados por la resistencia R4, con el fin de proteger al colector de TR1.

La corriente en el secundario del transformador de pulsos T2 se genera al mismo tiempo que en el primario, debido a la polaridad de los diodos D2 y D4. La resistencia R2 y el diodo D3 en uno de los secundarios y la resistencia R1 y el diodo D1 en el otro, se utilizan para limitar picos de voltaje inversos provenientes de la línea de alimentación y de esta forma evitar que exista retroalimentación a través del transformador T2 hacia los circuitos lógicos del control. El transformador de pulsos T2 tiene una relación de transformación de 1:1:1, y tan solo es utilizado para aislar a los circuitos lógicos de los componentes que usan voltaje de línea.

a.19) Indicador de Sincronía del Factor de Potencia Manual. (Coordenadas G-14).

Este bloque solo está activo cuando el interruptor DIPSW-4 localizado en el bloque de CONTROL DE CALOR se encuentra en la posición Manual.

En algunos casos, la corrección automática del factor de potencia al porcentaje de calor utilizando la corriente de retroalimentación puede ocasionar problemas. Lo que se desea es un defasamiento de corriente fijo y simulado, el cual pueda ser fijado al defasamiento de corriente real durante las sesiones de calibración. Entonces si el retraso real se va incrementando subsecuentemente, éste domina y controla a la señal de tiempo de espera para soldar "WHO", como sucede en la modalidad de Automático. Sin embargo si el retraso decrece, el ancho de pulso de la señal "WHO" está controlado por el ancho del pulso único obtenido en la pata 9 del IC23-b, localizado en las coordenadas E-11. El ancho del pulso único es calibrado manualmente por el potenciómetro RP2 y funciona como un tope mínimo en el retraso de tiempo.

La función primordial de este bloque es la de comparar la señal de corriente simulada retroalimentada "MPF" proveniente de la pata 9 del IC23-b con la señal de corriente real retroalimentada "ZCR", y posteriormente encender un diodo emisor de luz cuando exista una coincidencia entre ambas señales, dentro de una diferencia de tiempo de aproximadamente ± 0.7 grados. Se define como Coincidencia, cuando sucede una transición simultánea de 0 a 1 lógico de las dos señales. Esta transición simultánea representa la obtención de 0 amperes en la corriente de línea.

El circuito integrado IC15-b proporciona un 0 lógico cuando ambas señales de entrada "MPF" y "ZCR", se encuentran en un nivel alto, esto sucede cuando no existe flujo de corriente en la línea de alimentación. Esto dispara al Flip-Flop formado por las compuertas NAND IC15-a,d. Así mismo ambas compuertas del tipo OR exclusivo IC21-a,b generan niveles altos cuando las señales "MPF" y "ZCR" se encuentran en 0 lógico simultáneamente; esta señal pasa a través de la compuerta NOR IC10-d junto con la señal de tiempo de soldadura, la cual está activa en 0 lógico. Por consiguiente, durante el tiempo de soldadura, el Flip-Flop configurado por las compuertas NAND puede ser restablecido al aplicar un 1 lógico a la pata 11 del IC15-d cuando las señales "MPF" y "ZCR" están en 0 lógico simultáneamente, de no estar el control en el tiempo de soldadura, el Flip-Flop de compuertas NAND se mantiene en estado de restablecimiento.

Cuando alguna de las dos entradas a la compuerta NAND IC16-d es de nivel bajo, la salida resultante de nivel alto permite al capacitor C34 cargarse a través de la resistencia R35. En el caso en que el nivel de voltaje alcance el valor de disparo del amplificador inversor IC11-d, entonces el diodo emisor de luz, indicador de sincronización, se enciende. Pero cuando ambas entradas al IC16-d pasan a 1 lógico, el capacitor C34 se descarga rápidamente a través del diodo D16 y la resistencia R36, por lo que el diodo emisor de luz se apaga; la resistencia R41 limita la corriente de alimentación al diodo emisor de luz.

Cuando el control se encuentra en operación, inmediatamente después de un cruce por 0 volts en la línea de alimentación, las señales "MPF" y "ZCR" se encuentran en 0 lógico, asumiendo un factor de potencia menor que 1; lo cual restablece al Flip-Flop de compuertas NAND y ocasiona que la pata 12 del IC16-d pase a 1 lógico, por lo cual la pata 13 del mismo, debe encontrarse en 0 lógico. Esto permite que se cargue el capacitor C34 a un estado alto. Si las señales "MPF" y "ZCR" no cambian a 1 lógico simultáneamente, entonces existirá un período

en el cual una de ellas se encontrará en 1 lógico y viceversa, durante este periodo, la pata 13 del IC16-d pasará a 1 lógico, ocasionando que el capacitor C34 se descargue. Eventualmente, ambas señales "MPF" y "ZCR" estarán en nivel alto, con lo que se disparará el Flip-Flop configurado con las compuertas NAND, lo cual habilita al C34 para que se cargue nuevamente.

La salida en la pata 11 del IC16-d solo se mantendrá en 1 lógico siempre y cuando las pendientes ascendentes de las señales "MPF" y "ZCR" estén sincronizadas, habilitando con esto al capacitor C34 que se cargue al nivel alto. La relación entre las resistencias R36 y R35 determina el rango de tiempo de sincronía en el cual el diodo emisor de luz enciende; por lo que al incrementar la razón de las resistencias, igualmente se incrementa la ventana de tiempo.

Las compuertas IC10-b, IC10-d, así como el Flip-Flop de compuertas NAND son necesarios con el fin de prevenir que el capacitor C34 pueda descargarse si las transiciones de nivel alto a bajo de las señales "MPF" y "ZCR" son asincrónicas. El Flip-Flop mantiene a la pata 12 del IC16-d en 0 lógico hasta que ambas señales "MPF" y "ZCR" pasen a nivel bajo, entonces la pata 10 del IC15-c mantiene a la pata 13 del IC16-d en nivel bajo. El resultado es que la pata 11 del IC16-d se mantiene en 1 lógico, y solo cambia de estado cuando las transiciones de nivel bajo a nivel alto de las señales "MPF" y "ZCR" son asincrónicas.

En la práctica, los parámetros de soldadura se ajustan hasta que la soldadura sea satisfactoria, entonces el potenciómetro RP2 se calibra hasta que el diodo emisor de luz indicador de sincronía encienda. Al realizar observaciones subsecuentes, el diodo emisor de luz indicará si el factor de potencia verdadero ha variado del valor original. De existir alguna variación el diodo emisor de luz se apagará.

a.20) Elementos Varios de la Tarjeta Lógica Principal.

El circuito integrado monoestable IC23-b (coordenadas E-11) está asociado al Indicador de Sincronía de Factor de Potencia Manual, el cual fué cubierto en el inciso anterior.

El circuito integrado monoestable IC23-a (coordenadas J-10) genera la señal inhibidora de soldadura de medio ciclo "IHO", la cual se produce solo al principio del tiempo de soldadura. Esto es llevado a cabo al diferenciar la transición positiva de la señal del tiempo de soldadura mediante el uso del capacitor C46 y la resistencia R48 y posteriormente llevar el pulso positivo para disparar la entrada en la pata 4 del IC23-a. En el modo de "Medio Ciclo", la señal antes mencionada "IHO" no se utiliza, para mayor explicación referirse al inciso a.15 de este mismo capítulo. El circuito monoestable también puede ser disparado por la señal "IMPTR", proveniente del accesorio de soldadura por pulsos, a través del conector J3-12. En este caso, la señal "IHO" inhibe tanto al primer medio ciclo como al último en cada pulso de calor, con el fin de balancear la corriente del embobinado primario del transformador de soldadura. La señal "IMPTR" es mantenida en nivel alto para prevenir disparos falsos, por la resistencia R49 cuando el accesorio de soldadura por pulsos no es encuentra presente.

El circuito integrado inversor IC11-e (coordenadas F-13) se encarga de invertir a la señal de tiempo de soldadura para ser utilizada en otros circuitos. El inversor IC11-b (coordenadas F-14) amplifica a dicha señal para utilizarse en los accesorios a través del conector J3-4.

a.21) Conectores de la Tarjeta Lógica Principal.

Conector J1: Este conector de listón de 50 contactos conecta a la tarjeta lógica principal con la tarjeta terminal.

Conector J2: Conector polarizado de 4 contactos, el cual conduce a los pulsos de disparo aisladamente desde la tarjeta lógica principal a la tarjeta terminal.

Conector J3: Este conector de listón de 34 contactos comunica a la tarjeta lógica principal con los accesorios opcionales. Debido a que las tarjetas de los accesorios se conectan en cadena, el conector J3 solo necesita conectarse al accesorio adyacente a la tarjeta lógica principal.

Conector J4: Conector de listón de 26 contactos, el cual conecta a la tarjeta lógica principal con la tarjeta de Display.

a.22) Interruptores sobre la tarjeta lógica principal.

Estos interruptores están montados sobre la tarjeta lógica principal; en la fig. IV.3 se muestran los interruptores explicados en esta sección.

DIPSW-1.

ABIERTO: Dispara el piloto sin tomar en cuenta el estado de la entrada Presión/Segunda etapa.

CERRADO: Dispara el piloto solo cuando se encuentra activa la entrada Presión/Segunda etapa.

En ambos casos, una vez disparado el piloto, éste es mantenido hasta que la secuencia de soldadura termina o en su defecto que se active el interruptor de parada de emergencia.

DIPSW-2.

ABIERTO: En este caso la corriente inicial de soldadura siempre comienza en la misma dirección, soldadura tras soldadura.

CERRADO: La corriente inicial de soldadura alterna su dirección en cada nueva soldadura.

DIPSW-3.

ABIERTO: En esta modalidad, el piloto no se mantiene después de oprimir el botón, esto es que el botón debe permanecer oprimido durante toda la secuencia de soldadura.

CERRADO: En este caso, al oprimir momentaneamente el botón de piloto, el control efectúa toda la secuencia sin importar el estado en que se encuentre dicho botón.

DIPSW-4.

ABIERTO: En este estado la compensación del factor de potencia es ajustado automáticamente, o sea, que el ángulo de fase de la señal de disparo se ajusta internamente para mantener continuo el porcentaje de calor al existir variaciones en el factor de potencia.

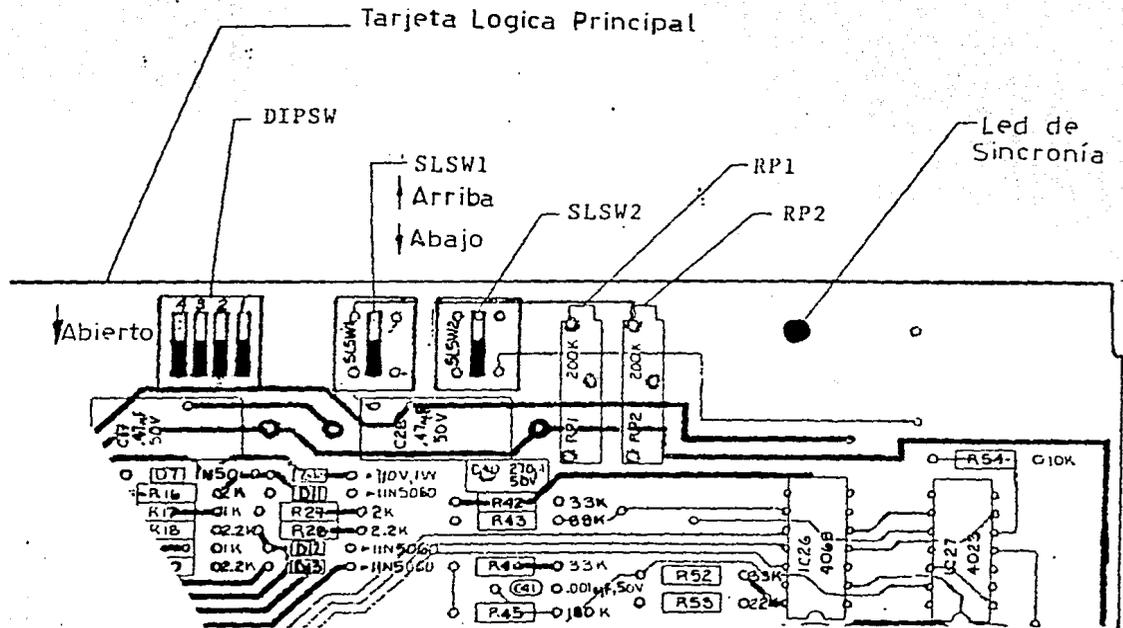


Figura IV.3

CERRADO: En esta modalidad el factor de potencia es ajustado manualmente. Se calibra un tope mínimo en el ángulo de fase de la señal de disparo mediante el uso del potenciómetro RP2. Cuando este tope coincide con el ángulo de retraso real, enciende el diodo emisor de luz indicador de sincronía.

SLSW1.

ARRIBA: Se detiene la secuencia antes del estado de compresión hasta que esté activa la entrada de Presión /Segunda etapa.

ABAJO: Se detiene la secuencia antes del estado de soldadura hasta que esté activa la entrada de Presión/Segunda etapa.

En cualquier caso, ya sea, el relevador SVCR1 o el SVCR2 se activan al recibir el primer o segundo piloto respectivamente.

SLSW2.

ARRIBA: En esta posición el control se encuentra en el modo de soldadura por costura con el primer piloto.

ABAJO: En este caso el control trabaja en el estado de soldadura normal con el primer piloto.

Si no se utiliza la entrada de Presión/Segunda etapa, deben puentearse las entradas PS1 con PS2, las cuales se encuentran localizadas en la tablilla terminal PE1 de la tarjeta terminal, de tal forma que el control siempre encuentre activa esta señal.

a.23) Puentes sobre la tarjeta lógica principal.

Puente JP1: No se utiliza.

Puente JP2: No se utiliza. Reservado para futuras opciones.

Puente JP3: Determina la acción del relevador de control de retraso de plataforma "PDCR". Existen cuatro formas de colocarlo:

Posición A: El relevador PDCR se energiza después del tiempo fuera hasta que se libera el botón de piloto.

Posición B: El relevador PDCR se energiza durante el tiempo fuera.

Posición C: El relevador PDCR se energiza durante el tiempo de retención.

Posición D: El relevador PDCR se energiza durante el tiempo de soldadura.

Los contactos no utilizados del relevador PDCR pueden ser utilizados para proveer una señal a cualquier otro equipo que trabaje con el control. No existe un propósito definido para la aplicación de los contactos del relevador PDCR, su utilización puede variar dependiendo de la aplicación.

b) Tarjeta de Display.

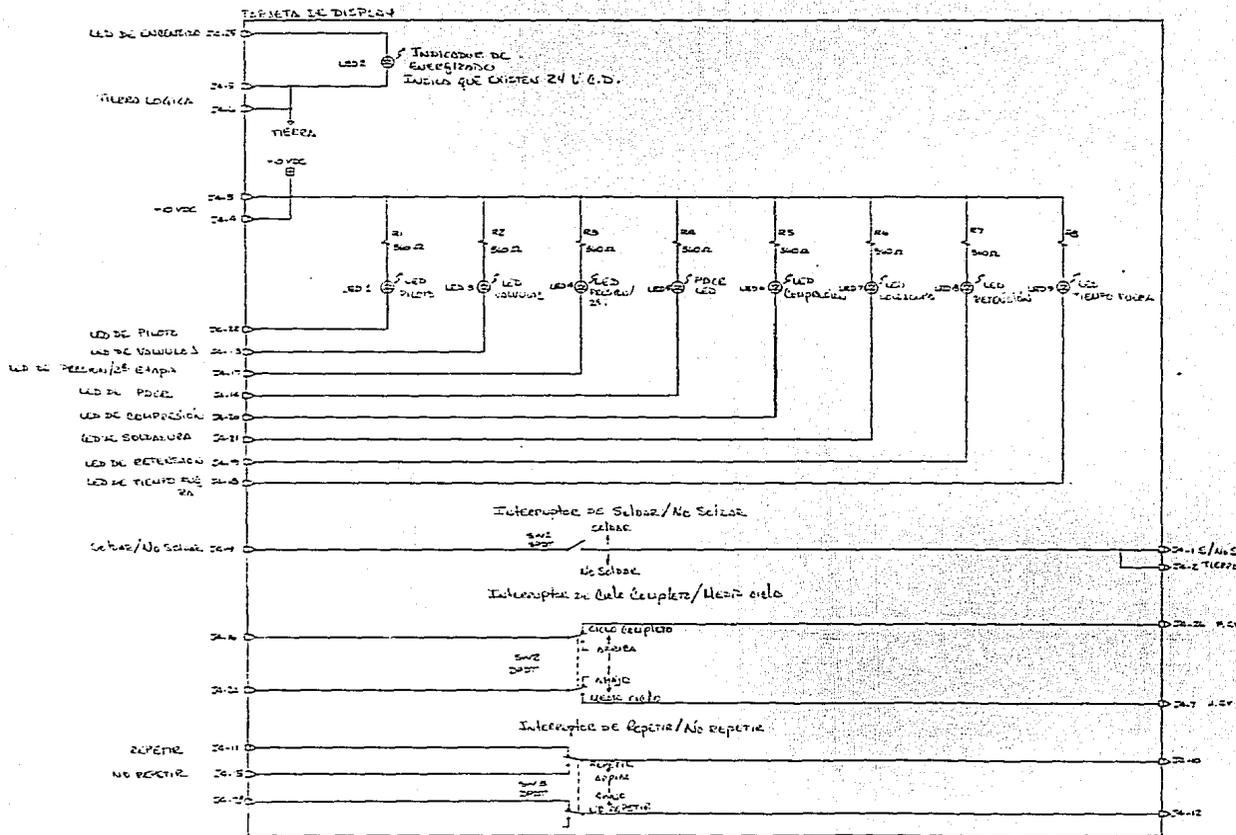
Esta tarjeta se monta sobre la tarjeta lógica principal y se conecta a ésta mediante el conector J4. Todos los diodos emisores de luz del control básico, así como los interruptores giratorios se encuentran en esta tarjeta.

Las resistencias de R1 a R8 son utilizadas para limitar la corriente a los ocho diodos emisores de luz respectivamente, los cuales se alimentan con 10 volts C.D., mientras que el diodo emisor de luz indicador de "energizado" "LED2" se alimenta con 24 Volts C.D. y tiene a su resistencia limitadora de corriente localizada en la tarjeta lógica principal.

La función de los diodos emisores de luz, así como la de los interruptores giratorios, se encuentra explicada en la sección correspondiente al Panel Frontal del Control Básico, así como en los subíndices del inciso a).

La tarjeta de display se conecta a la tarjeta lógica principal utilizando un conector de listón de 26 contactos, llamado conector J4.

La tarjeta de display se apoya sobre la tarjeta lógica principal y se posiciona mediante soportes de plástico.



NOTAS

1. Tener las Resistoriales 1/4 W 10%
2. J4 es conector de listón de 26 centímetros.

DIAG. DE TARJETA DE DISPLAY

GLOSARIO

- COMPRESION:** Periodo en el cual se cierran los electrodos y el cilindro neumático alcanza su máxima presión de operación.
- CONTACTOR:** Componente utilizado para permitir o detener el flujo de corriente hacia el primario del transformador.
- ELECTRODOS:** Puntas de cobre. Las cuales ejercen la presión directamente sobre el material a soldar y posteriormente conducir la corriente de soldadura.
- ESCALONADOR:** Accesorio mediante el cual se ajusta a un determinado número de soldaduras, un porcentaje de aumento de calor para cada paso y así evitar que los electrodos se enfrien.
- FORJADO:** En general, dar la primera forma a cualquier metal con el martillo o por otro procedimiento. Comprende dos operaciones principales: el caldeo del metal (de 800 a 1,200 °C) para darle plasticidad y el batido para darle forma.
- IGNITRON:** Es un tipo de contactor del tipo de alberca de mercurio, en la cual se encuentra sumergido el ignitor.
- PATA o PIN:** Es un punto de conexión para componentes eléctricos y elementos lógicos.
- P.C.B.:** Printed Circuit Board. Sustrato aislado (normalmente de fibra de vidrio) en cuya superficie se encuentra aplicado alambrado interconector por medio de técnicas fotográficas.
- PILOTO:** Señal de entrada mediante la cual se activa el equipo de soldadura por resistencia.
- REVENIDO:** Operación de recalentar el acero templado para obtener mejor ductilidad y tenacidad, con disminución de dureza y resistencia. La estructura del revenido dependerá de la temperatura y duración del proceso.

- RETENCION:** Periodo en el cual se mantiene la presión sobre el metal soldado hasta que éste se solidifica.
- SCR:** Contactor de estado sólido, el cual cuenta con un tiempo de vida casi ilimitado.
- SOLDADURA:** Periodo en el cual existe conducción de corriente eléctrica a través de los electrodos, con el fin de unir metales.
- TIEMPO FUERA:** Periodo existente entre el tiempo de retención y compresión, durante el cual los electrodos son movidos a otro punto de soldadura.

BIBLIOGRAFIA

"Design of Transformers for Resistance Welding Machines"
D.L. Knight
AIEE Technical Paper 53

"Regulated and Programmed Resistance Welding Control Systems"
C. Sinclair & F.S. Parker
Ibid, 1967.

"Metal-Finish Seam Welding"
W.L. Allen & M.L. Begeman
Ibid., 1966.

"Electrode Tip-life Studies in Series Spot Welding"
E.F. Nippes, W.F. Savage, S.M. Robelotto & K.E. Dorschu
The Welding Journal, Suppl. 37

"RWMA Resistance Welding Manual
Resistance Welder Manufacturers Association.

"High-Frequency Continuous Seam Welding at Ferrous and Nonferrous Tubing"
H.B. Osborn, Jr.
Ibid., 1966.

"The Behavior of Spot Welds Under Stress"
J.F.Rudy, R.B. McCayley & R.S. Green
Ibid., 1966.

"Current, Force and Time"
D.L. Knight
Welding Engineer (1963)

"Measurement of Shunting Currents in Series Spot Welding"
E.F. Nippes
Ibid., 1966.

"Effects of Prestressing on Fatigue Strength of Spot-Welded Stainless Steel"
A.Choquet
Ibid., 1964

"Spot Welder Secondary Current Measurement"

I.C. McKechnie

Ibid., 1970

"Slope Control and Its Effect on Spot and Projection Welding"

I.W. Johnson

Ibid., 1969

"Cores Simplifying Machining of Flash-Welded Parts"

J. Conlogus

Iron Age, 1972

"Quality Control for Spot Welding in a Job Shop"

P.G. Postto

Ibid., 1972

"Effects of Nose Design on Spot Welding Electrodes"

J.R. Fullerton

Ibid., 1972

"A Mathematical Analysis of the Temperature distribution During Flash Welding"

E.F. Nippes, W.F. Savage, H. Suzuki & W.H. Chang

Ibid., 1965

"Temperature Distribution During the Flash welding of Steel, Part I"

E.F. Nippes, W.F. Savage, J.J. McCarthy & S.S. Smith

Ibid., 1971

"Magnetic Force Welding"

M. Zucker & G. Cubitt-Smith

Ibid., 1972

"Preventive Maintenance for Resistance Welding Equipment"

Welding Engineer 1971