

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



SOLDADURA POR RESISTENCIA Y SU APLICACION EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
RUBEN MANDUJANO LOPEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

A TODOS LOS QUE SABIENDO O NO,
HAN HECHO POSIBLE LA EXISTENCIA
DE LA UNIVERSIDAD

C O N T E N I D O

	<u>PAGINA</u>
<u>CAPITULO I</u>	1 - 2
INTRODUCCION	
<u>CAPITULO II</u>	3 - 4
SOLDABILIDAD Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES PARA LA SOLDADURA	
<u>CAPITULO III</u>	5 - 19
PRINCIPALES PROCESOS DE SOLDADURA	
<u>CAPITULO IV</u>	20 - 27
PISTOLAS PUNTEADORAS PARA SOLDADURA POR RESISTENCIA	
<u>CAPITULO V</u>	28 - 34
TRANSFORMADORES PARA ESTACIONES DE SOLDADURA PORTATILES	
<u>CAPITULO VI</u>	35 - 51
CONTROLES PARA ESTACIONES DE SOLDADURA	
<u>CAPITULO VII</u>	52 - 73
ESTACION TIPICA DE SOLDADURA PORTATIL POR RESISTENCIA	
<u>CAPITULO VIII</u>	74 - 82
ARREGLO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE DE CAPROCEPIAS CON ESTACIONES DE SOLDADURA POR RESISTENCIA	
<u>CAPITULO IX</u>	83 - 102
SOLDADURAS PORTATILES MANEGADAS POR LEVANTE	
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	103

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

Tiene para mí, importancia trascendental el recordar que es un compromiso fundamental de todo universitario, participar en la lucha que demanda la misión de la Universidad, en el sentido de ir tras la búsqueda de conocimientos y lograr su divulgación para el enriquecimiento de la ciencia y el fortalecimiento del espíritu. Por lo que, con este trabajo "Principios y Aplicaciones de la Soldadura por Resistencia", intento iniciarme en esa lucha sin cuartel para la difusión de este conocimiento.

Es innegable que el recién egresado de la escuela al enfrentarse por primera vez ante las exigencias de la industria, le invade el temor por el desconocimiento de los problemas prácticos que ésta le plantee; del mismo modo la industria "Nacional", no cuenta con los medios de información apropiados para que los profesionistas noveles puedan en forma rápida y eficaz apropiarse de los conocimientos especializados que les permitan resolver exitosamente tales problemas.

Esta dualidad problemática puede ser aliviada si se da confianza a los profesionales por medio de la orientación y el auxilio informático; esto es, la capacitación especializada o introducción a una área de trabajo específica, lo que a la postre reeditaría en una franca industria nacional.

Cabe la pregunta: ¿Por qué se eligió el campo de la soldadura por resistencia? Y la respuesta es simple. Es de todos conocido y manejado el concepto de soldadura; se habla de soldadura eléctrica, soldadura a gas, soldadura a fuego, etc. y debido a su comercialización y uso vital en la industria, resulta relativamente sencillo conseguir información acerca de sus características y aplicaciones; no así de la soldadura por resistencia, ya que su uso ha sido más especializado y requiere de más instalaciones (comparado con otros tipos de soldadura) para su aplicación, lo que la hace impráctica en trabajos menores; sin embargo, en la industria automotriz adquiere una importancia superior, ya que se puede decir que el 80% de las operaciones de soldadura que se realizan durante el ensamble de carrocerías es con soldadura por resistencia y la tendencia es mejorar ese porcentaje, ya que resulta ser rápida, económica y segura.

Introducción

En la actualidad estos equipos de soldadura están siendo manejados por robots, con lo cual se evitan riesgos de seguridad en el personal y se mejora la calidad de su aplicación. Es precisamente en la industria automotriz y en especial en el campo de la soldadura por resistencia, donde hasta nuestros días se ha encontrado más apropiado el uso de robots. De ahí mi inquietud por conocer y difundir algo más sobre este tipo de soldadura.

Durante el desarrollo de este trabajo, se da a conocer una clasificación de los diferentes tipos de soldadura, para posteriormente fijar nuestra atención en la soldadura por resistencia; se estudian cada uno de los componentes (equipos y/o accesorios) que se requieren para que se dé esta soldadura; se describe una estación de soldadura completa, se ejemplifica el uso de estas soldaduras con una línea de ensamble de carrocerías y finalmente se bosqueja la tendencia en la industria automotriz para manejar con robots las soldadoras portátiles por resistencia.

Si este trabajo llega a servir como auxilio informático en el campo de la soldadura por resistencia, se habrá cumplido con uno de los objetivos para los cuales fue realizado.

CAPITULO II

SOLDABILIDAD Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES PARA LA SOLDADURA

La soldabilidad en los materiales depende primordialmente de su conductividad eléctrica, térmica y de su punto de fusión. De ahí que casi todos los metales principales puedan ser soldados y que unos sean considerablemente más difíciles de soldar que otros.

Existen algunos metales cuya dificultad para soldarse es tal que comercialmente se considera impráctico hacerlo, por ejemplo: el estaño y el plomo, los cuales tienen un punto de fusión tan bajo (respectivamente vs el fierro), que no permiten la concentración del calor en un punto, impidiendo la soldadura.

Existen también algunos otros metales que son fácilmente soldables (aceros), los cuales tienen un punto de fusión alto y una relativamente alta resistencia al paso de la corriente eléctrica, aspectos que permiten la concentración de calor y como consecuencia la soldadura.

Entre los aceros la soldabilidad es tanto más elevada cuanto menos sea el tanto por ciento de carbono que contengan. En términos generales se puede decir que: La soldabilidad es muy buena en aceros cuyo contenido de carbono no exceda el 3%; es mediocre en los que contengan del 3 al 5% y es mala en los que superen estos porcentajes. Dependiendo del tipo de acero que se quiera soldar, se presentan otras dificultades más, así por ejemplo:

El acero inoxidable, además de la dificultad para soldarse dada por el contenido de carbono, requiere de altas presiones.

El acero galvanizado en la misma forma que el acero inoxidable, además de la dificultad propia para soldarse que le da el contenido de carbono, requiere de mayor tiempo y calor que otros aceros no galvanizados.

Metales como el aluminio, cobre y plata, los cuales son muy buenos

conductores de la corriente eléctrica y disipan el calor rápidamente, ofrecen mayores dificultades que los aceros al bajo carbono para soldarse, ya que requieren de un calentamiento alto aplicado con una presión moderada, durante un tiempo muy corto para evitar la disipación del calor y lograr una buena soldadura.

Entre los metales antes señalados, los más comunmente soldados por el método de soldadura por resistencia (objeto de este trabajo), son los aceros al bajo carbón y galvanizados. En términos generales, para lograr una buena soldadura, las partes a unirse deben estar bien preparadas; ésto es, las superficies limpias, libres de materiales extraños y de impurezas; de lo contrario, la soldadura resultante tendrá inclusiones de gas y/o escoria que la hacen débil, quebradiza y con mala cohesión; estas condiciones en los materiales a unir se vuelven más críticas cuando se sueldan por resistencia, razón por la que se deberán extremar precauciones cuando se use este último método.

Otra condición importante para que se dé una buena soldadura, es la rapidez con la cual se efectúe, ya que los metales presentan una tendencia a la oxidación, la cual aumenta con la temperatura en forma violenta afectando la misma. Aunque algunos procesos para soldar son más rápidos que otros, en cualquier caso se deberá agilizar la operación tanto como sea posible.

Un aspecto importante que se debe recordar, es que independientemente del material que se pretenda soldar y de las dificultades que éste presente de soldabilidad, la unión no presentará ningún defecto y será buena, si el trabajo ha sido ejecutado correctamente.

CAPITULO III
PRINCIPALES PROCESOS DE SOLDADURA

La soldadura en un sentido general, consiste en la íntima unión de dos o más piezas caldeadas hasta el estado pastoso y comprimidas fuertemente entre sí para que formen una sola pieza, o bien si las piezas se caldean a una temperatura alta cercana a la de fusión, para unir las mediante la interposición de otro metal, llamado metal de aportación.

En el primer caso se tiene la soldadura autógena de origen griego que significa "Que se da por sí misma".

En el segundo caso aunque en forma inexacta también se le llama soldadura autógena; se diferencia de la primera en que en este caso requiere de un metal de aportación.

Enseguida se muestra una tabla de los diferentes procesos de soldadura autógena y se describirá brevemente en qué consisten los principales, para centrar posteriormente nuestra atención en el proceso de soldadura por resistencia. (Ver Tabla en la Fig. No.1).

1. SOLDADURA POR FUSION

En este tipo de soldadura la unión se produce con o sin material de aportación, por efecto de la fusión localizada de los bordes a soldar. De esta forma se tienen las siguientes formas de soldar:

- a) Soldadura a Gas
- b) Soldadura Eléctrica
- c) Soldadura con Hidrógeno Atómico
- d) Soldadura con Termita

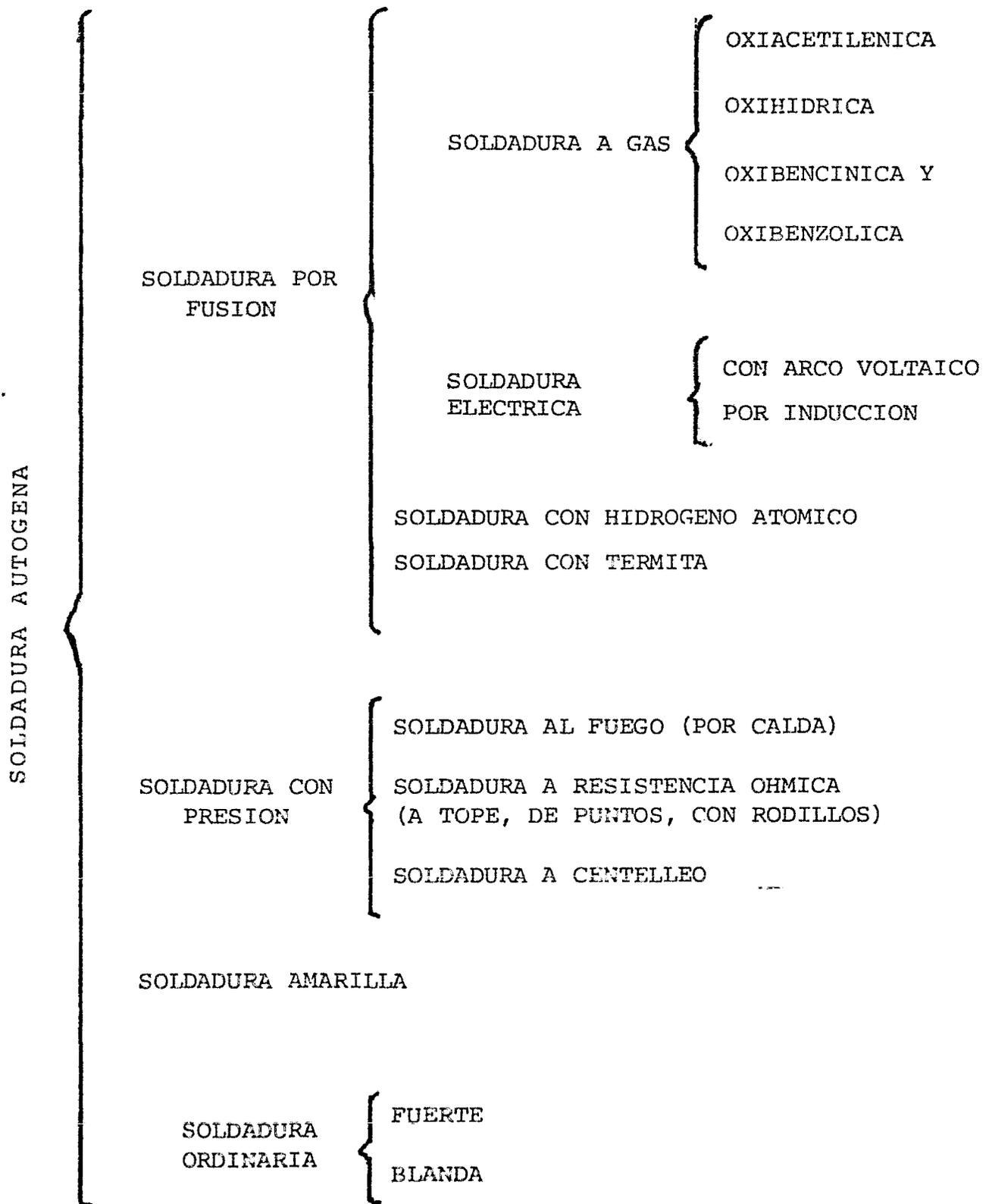


FIG. No.1 - PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA AUTOGENA

1.a) SOLDADURA A GAS

También toma el nombre de soldadura autógena con soplete; es la más antigua, pero aún se adopta cuando no se dispone de equipo para efectuarla eléctricamente. Utiliza el calor de una llama obtenida por la unión de un gas con el oxígeno y así se tienen las siguientes clases de soldadura: Oxiacetilénica, Oxihídrica, Oxibencínica y Oxibenzólica.

1.b) SOLDADURA ELECTRICA

Este sistema de soldadura tiene gran importancia, por sus múltiples aplicaciones y es superior a la soldadura a gas, porque reúne las siguientes ventajas:

Gran sencillez de equipo, amplio campo de aplicación, limitado calentamiento de las piezas y por consiguiente, la eliminación de deformaciones peligrosas, posible ejecución de soldadura en frío en conjuntos de hierro colado y posible uso de metal de aportación de calidad determinada y constante, adaptado al metal base.

Esta soldadura se puede lograr con arco voltaico y por inducción; en el primer caso, se aprovecha el calor del arco que salta entre un electrodo y la pieza que se suelda, pudiendo ser de corriente alterna o de corriente continua y en el segundo caso, se aprovecha el calor generado por corrientes inducidas al tener grandes variaciones de frecuencia.

1.c) SOLDADURA CON HIDROGENO ATOMICO

Este sistema de soldadura es una combinación de soldadura eléctrica y soldadura a gas, en la cual se utiliza el hidrógeno atómico también llamado "ARC'ATOM", debido a que esta soldadura no produce deformaciones sensibles en el material a soldar; se usa en los casos que la soldadura eléctrica o a gas no puede ser usada.

1.d) SOLDADURA CON TERMITA

También conocida como soldadura alumino-térmica; se da por el calor generado en la reacción química exotérmica, capaz de fundir el metal de aportación.



Esto es, se aprovecha la reacción del aluminio cuando se lleva a determinada temperatura en la que sustrae el oxígeno a los óxidos metálicos desarrollando una gran cantidad de calor.

2. SOLDADURA AMARILLA

Este tipo de soldadura se da cuando la unión se produce sin que los bordes que se han de unir lleguen a fundirse mediante material de aportación que funde a una temperatura más baja (más de 700°C), con bronce especiales para soldar, que en general son constituidos por latones al silicio - con aleación de cobre - con aleación de plata.

3. SOLDADURA ORDINARIA

En este caso la soldadura se produce por infiltración entre las superficies superpuestas, de material metálico que se funde por el calentamiento de las mismas. Cuando se usa una aleación de latón o de plata con cobre al fósforo que funden arriba de los 400°C, se tiene la llamada soldadura fuerte.

Cuando se usa una aleación estaño-plomo con plomo cadmio, la cual funde a menos de 400°C, se tiene la llamada soldadura blanda.

4. SOLDADURA A PRESION

En este tipo de soldadura, la unión se produce mediante presión mecánica o percusión, ejercida sobre los bordes reblandecidos a unir y generalmente no se usa metal de aportación. A esta soldadura pertenecen las siguientes:

- a) Soldadura a Fuego (Por calda)
- b) Soldadura a Centelleo (Por chispas)
- c) Soldadura por Resistencia Ohmica

4.a) SOLDADURA A FUEGO (Por calda)

Consiste en la unión de dos piezas de acero calentadas al rojo blanco y fuertemente comprimidas entre sí por medio de martillo. Aún cuando es muy fácil de aplicar, se debe tener la precaución de que las piezas a unir estén bien limpias y despejadas de óxido de hierro.

4.b) SOLDADURA A CENTELLEO (Por chispas)

Esta soldadura se logra con el acercamiento y alejamiento de las superficies de las piezas que se han de soldar, las cuales están apretadas entre mordazas conductoras, que llevan corriente eléctrica del circuito secundario de un transformador. El acercamiento y alejamiento provoca la formación de pequeños arcos continuos, los cuales producen una gran cantidad de calor; al conseguir este calentamiento, se interrumpe la corriente y se ejerce una fuerte presión entre las superficies contrapuestas de las piezas a unir y éstas quedarán perfectamente soldadas.

4.c) SOLDADURA POR RESISTENCIA OHMICA

La soldadura por resistencia puede ser de puntos, (para lo cual

se usa una máquina punteadora) o bien, de costura, usándose en este caso una máquina de rodillos. En cualquier caso el principio de funcionamiento es el mismo.

Diremos que la soldadura por resistencia de puntos, es el proceso de unir dos o más partes de metal en un punto. La soldadura se produce al retener las partes a ser unidas bajo presión y hacer pasar una corriente eléctrica a través del metal en el punto de presión. Al pasar la corriente se funde el metal y si se mantiene la presión después de parar la corriente, el metal fundido se solidifica formando una pepita de metal en ese punto. El tamaño y estructura de esa pepita determina la resistencia de la soldadura.

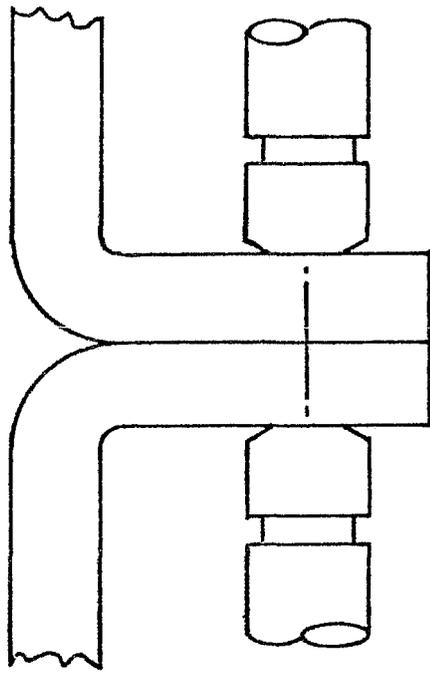
El tamaño de la pepita depende de la dimensión de la cara del electrodo, del calor desarrollado y de la presión aplicada.

La serie de figuras siguientes (2a, 2b, 2c, y 2d) muestra el efecto del calor y la presión a lo largo de un ciclo de soldadura.

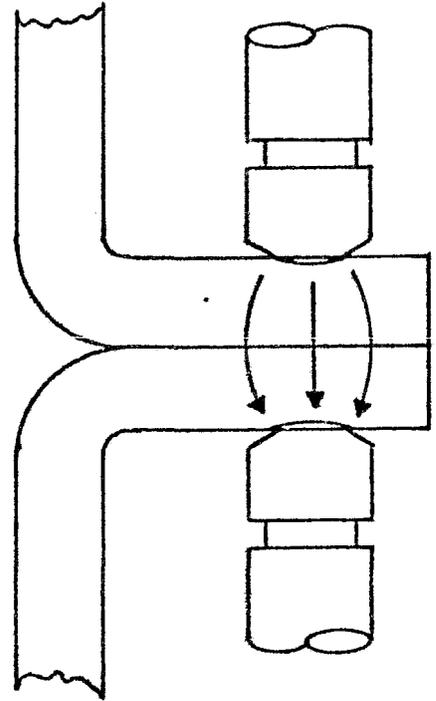
Relación entre las Variables de Soldadura

Al pasar la corriente eléctrica a través del punto de presión desarrolla calor. Este calor es mayor en las partes a soldar que en los electrodos de cobre usados para aplicar la presión y transportar la corriente eléctrica, debido a que el acero al bajo carbono tiene 10 veces la resistencia del cobre al paso de la corriente eléctrica.

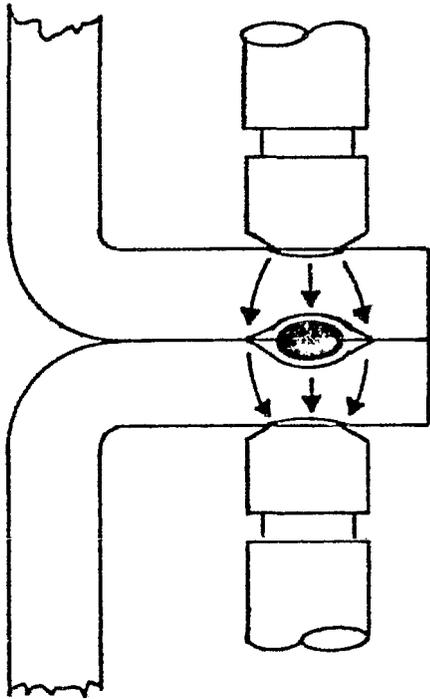
La mayor cantidad de calor se desarrolla en la cara interior de las piezas a unir, ya que ahí se incrementa la resistencia por las irregularidades de la superficie y por la oxidación; ahí el calor alcanza las máximas temperaturas, causando que los materiales a ser soldados se fundan. La siguiente figura muestra la distribución de calor y temperatura en un punto de soldadura y los electrodos (Fig. 3)



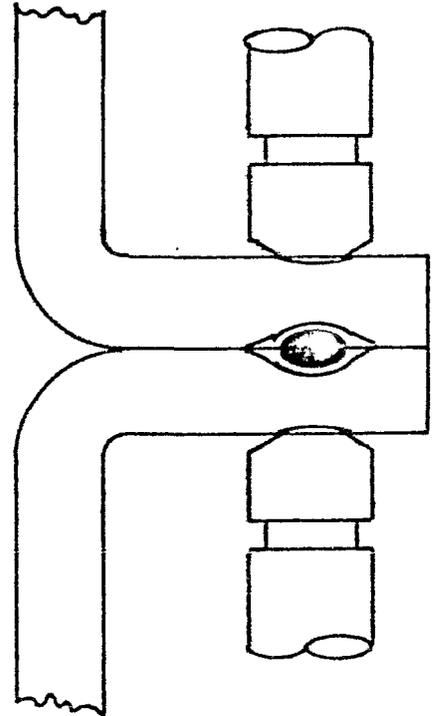
a) Aplicación de Presión



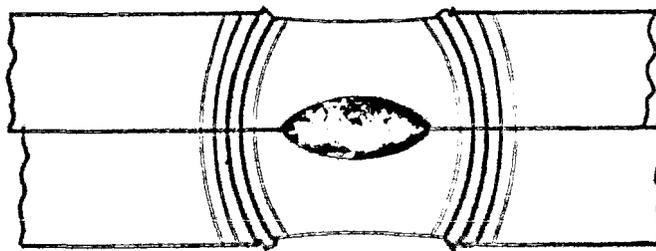
b) Inicio de la corriente de soldadura



c) Término de la corriente de soldadura



d) Retención de la presión



e) Retracción de los Electrodo

FIG. 2 - EFECTO DE CALOR Y PRESION DURANTE UN CICLO DE SOLDADURA

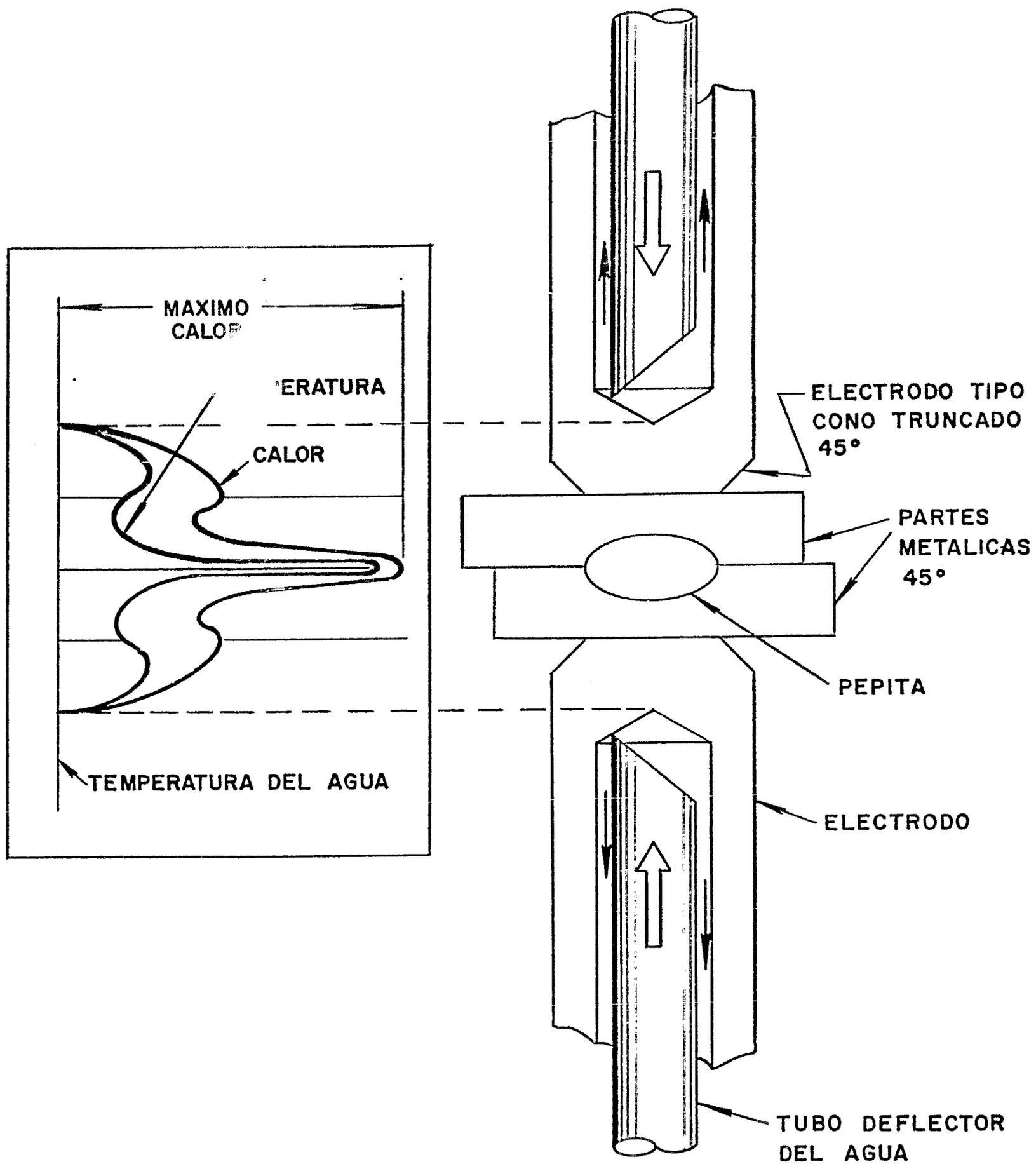


FIGURA No. 3
DISTRIBUCION DEL CALOR Y DE LA TEMPERATURA
EN UN PUNTO DE SOLDADURA.

En la Fig.No.3 se puede observar que la temperatura y calor máximos ocurren en las caras internas de las partes a soldar y que decrecen rápidamente hasta la cara interna entre un material y el electrodo en donde hay un ligero incremento en la temperatura. Este último incremento, es seguido por un decremento hasta alcanzar la misma temperatura del agua en la parte extrema del electrodo. Se deduce de aquí, que si hay deficiente circulación de agua, la temperatura de los electrodos se elevará.

Es evidente que existen diferentes variables que dan lugar al calentamiento requerido para fundir las partes. Esas variables son las siguientes:

- . Irregularidades en las superficies internas y la oxidación.
- . El tipo de metal a ser soldado.
- . Cantidad de corriente.
- . Tiempo durante el cual se aplica la corriente.
- . Cantidad de presión.

Debido a que las dos primeras variables no tienen gran efecto sobre el proceso, nos concentraremos en las tres principales: Corriente, Tiempo y Presión.

La Corriente en los electrodos de cobre disponible para producir la cantidad de calor deseado, es proporcionada por un transformador, el cual en su circuito primario maneja alto voltaje y baja corriente y en el secundario alta corriente y bajo voltaje.

Una vez que se tiene la cantidad de corriente adecuada proporcionada por el transformador, es necesario mantener esta corriente y el calor generado el tiempo suficiente, para formar una pepita fundida. Esta cantidad de tiempo (tiempo de soldadura) es elemental para dar el suficiente calor que logre la fusión.

La presión que se aplica a través de los electrodos, tiene la

función de retener el metal unido durante el ciclo completo de presión de calor y la formación de la pepita. Muy importante es también el efecto de forja, ya que si la presión es muy baja, se forma una pepita muy larga pero de poca sección transversal y la soldadura así formada será muy pobre; por lo tanto, siempre se deberá aplicar la fuerza entre electrodos recomendada.

Si cada una de las variables, corriente, tiempo y presión son adecuadas, se logrará una excelente soldadura.

En la práctica, dos de las variables se cambian a la vez; sin embargo, con objeto de facilitar la comprensión se mantendrán fijas dos variables y se moverá la tercera. (Ver Fig. No.4)

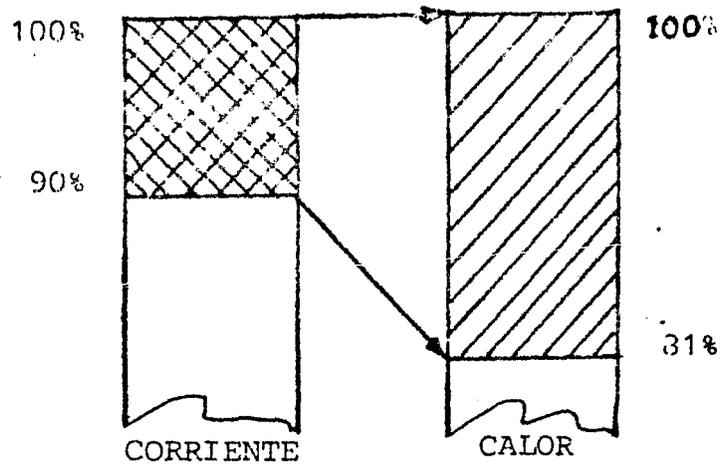
Así, si el tiempo y presión se conservan constantes y se reduce el 10% la corriente, el calor efectivo se reducirá en 19%.

Si la corriente y presión se conservan constantes, una reducción del 10% en tiempo se traduce en 10% menos de calor efectivo.

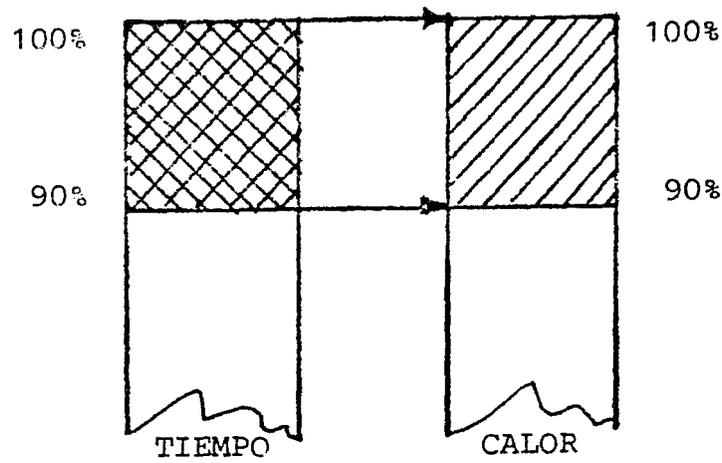
Si la corriente y el tiempo se conservan constantes, una reducción del 10% en presión se traduce en un incremento del 5% en calor efectivo.

Así, es aparente que una reducción en corriente o tiempo reduce el calor efectivo, mientras que una reducción de presión incrementa el calor efectivo.

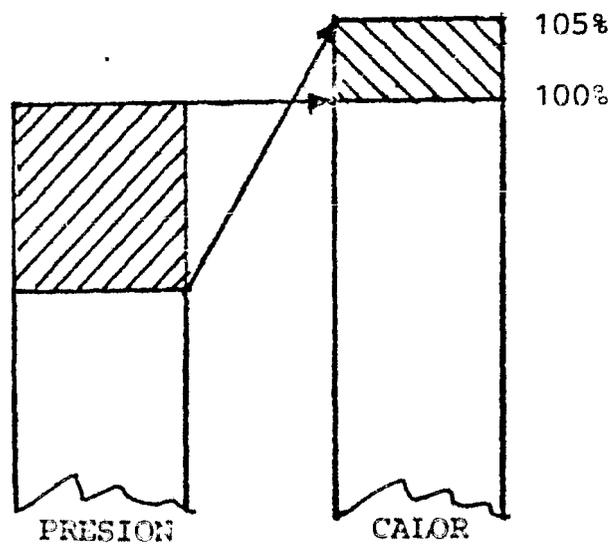
Basado en lo anterior, surge la pregunta ¿Por qué no se reduce la presión, así como la corriente y el tiempo?. Esto podría dar la misma cantidad de calor producido con menos requerimientos de tiempo y corriente. Si el calor efectivo fuese el único criterio para obtener una buena soldadura, éste podría ser un método aceptable para soldar bien; sin embargo, una buena soldadura depende de una correcta presión. Como se señaló anteriormente, una baja presión causa:



a) Tiempo y presión constantes



b) Corriente y presión constantes



c) Corriente y tiempo constantes

FIG. 4 - GRÁFICAS DE CALOR CUANDO SE VARIAN UNO DE LOS PARÁMETROS: CORRIENTE, TIEMPO Y PRESIÓN

- . Descargas de metal fundido.
- . Pobre condición de la superficie del metal.
- . Desgaste extremo de electrodos.
- . Reducción de la sección de cristalización.

El hecho de que ocurran estos indeseables, es la razón por la que una soldadura nunca se debe hacer con reducción en presión, corriente y tiempo. (Ver Fig. No. 5)

Sistema Elemental de Soldadura

Para obtener los valores correctos de corriente, tiempo y presión, se requiere de un sistema, el cual se muestra en la Fig. No. 6 en su forma más elemental.

La corriente básica es suministrada al electrodo por el transformador de soldadura, el cual tiene cuatro posiciones o taps para el control incremental del número de vueltas del primario al secundario. El tiempo y corriente básicos es aplicado al lado primario del transformador a través del controlador de tiempo y tubos de ignitrón. La presión de los electrodos se aplica con un cilindro, ya sea neumático o hidráulico. La coordinación de cada porción del sistema respecto al sistema completo, es efectuado por un panel de control no mostrado.

En los siguientes capítulos se analizará cada uno de los componentes de este sistema.

En la Fig. No. 7 se muestra el diagrama de un ciclo de soldadura.

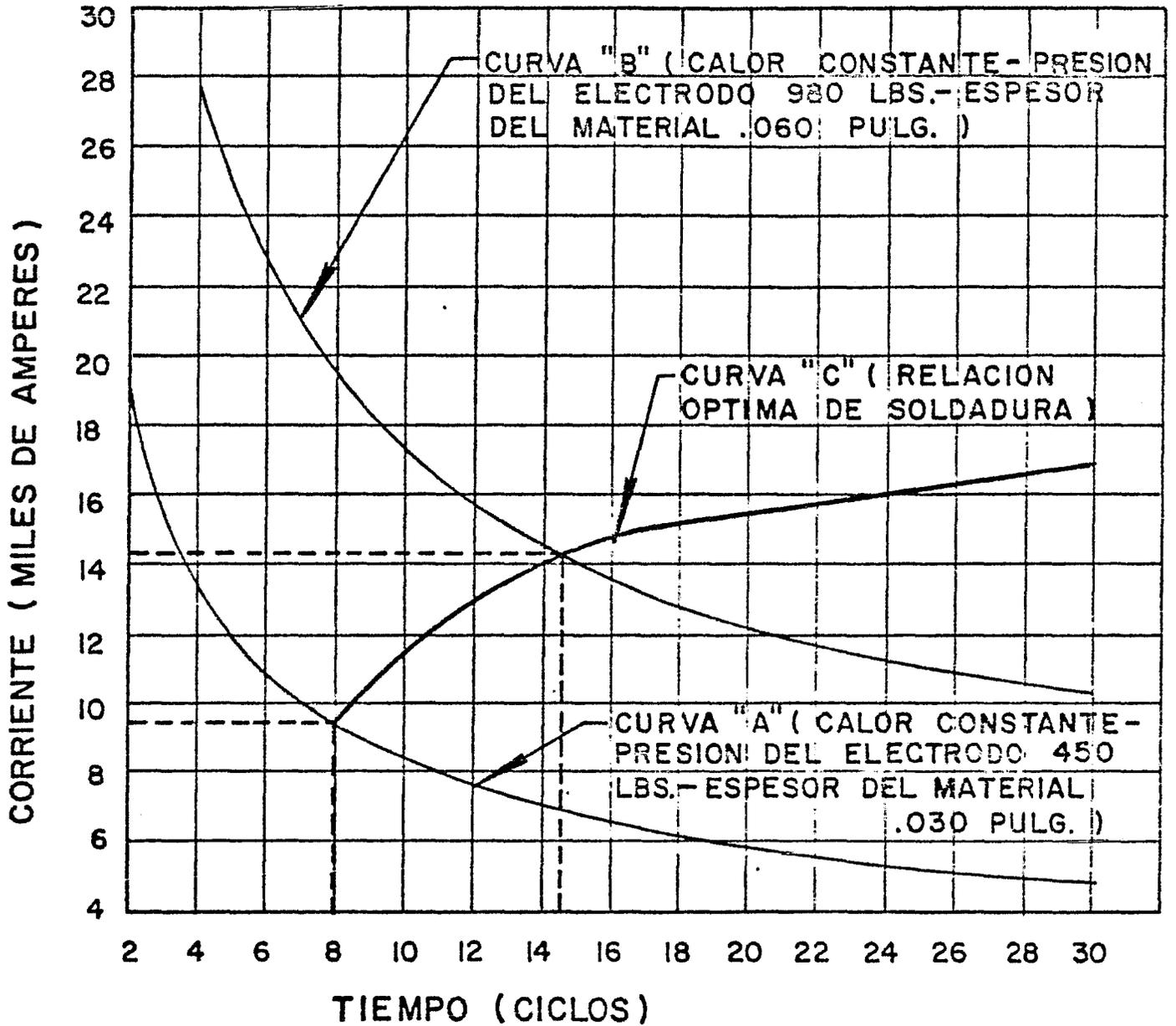
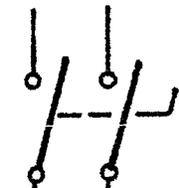


FIGURA No. 5
CURVAS DE CALOR CONSTANTE

DESCONECTADOR

L1 L2



VALVULA SOLENOIDE

CILINDRO HIDRAULICO O NEUMATICO

TRANSFORMADOR DE SOLDADURA

TUBOS IGNITRON Y REGULADOR DE TIEMPOS

PRIMARIO

ELECTRODOS

SECUNDARIO

CONTROL DE MANDO

CONMUTADOR DE DERIVACIONES

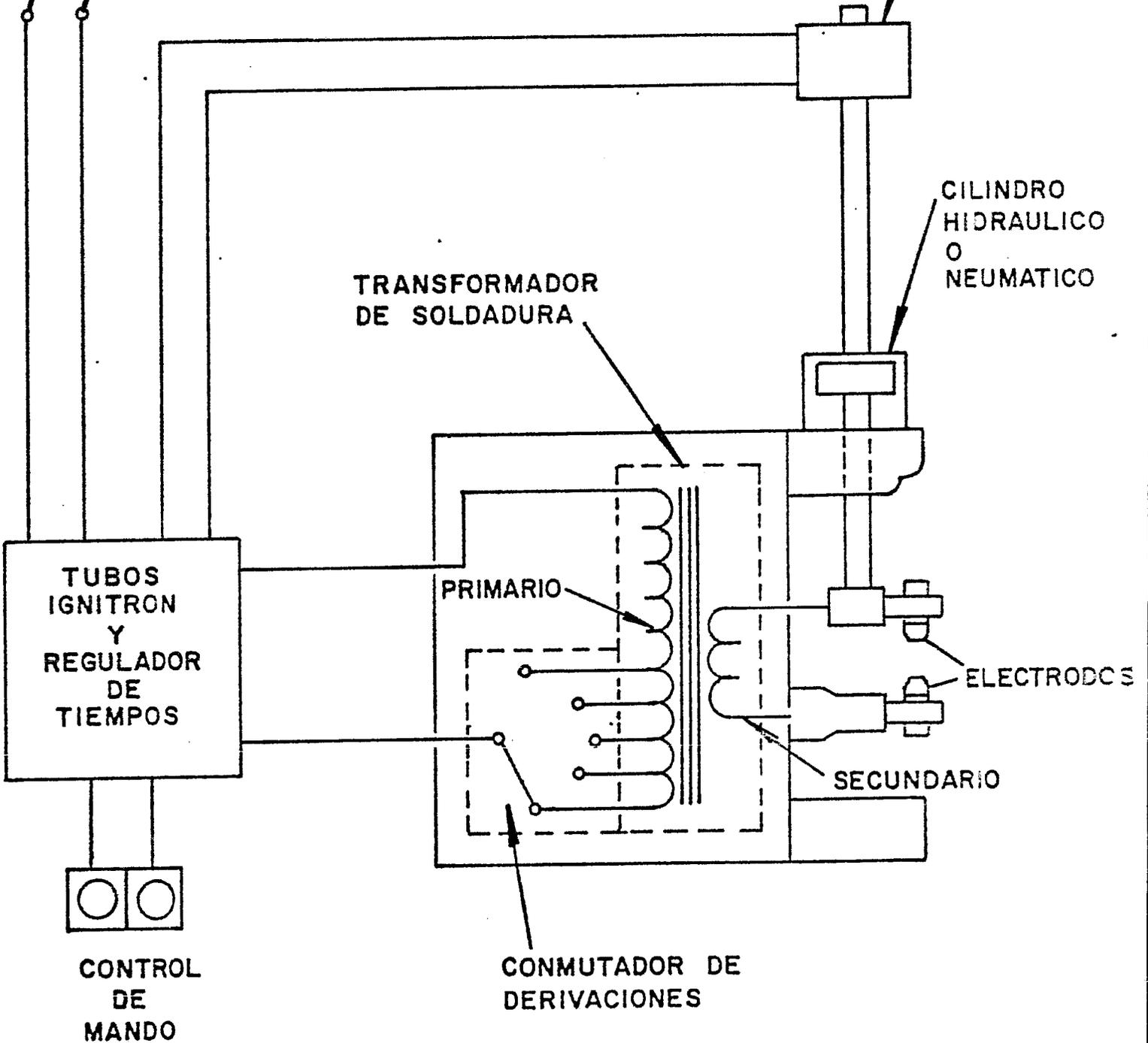


FIGURA No. 6
MAQUINA SOLDADORA SIMPLE

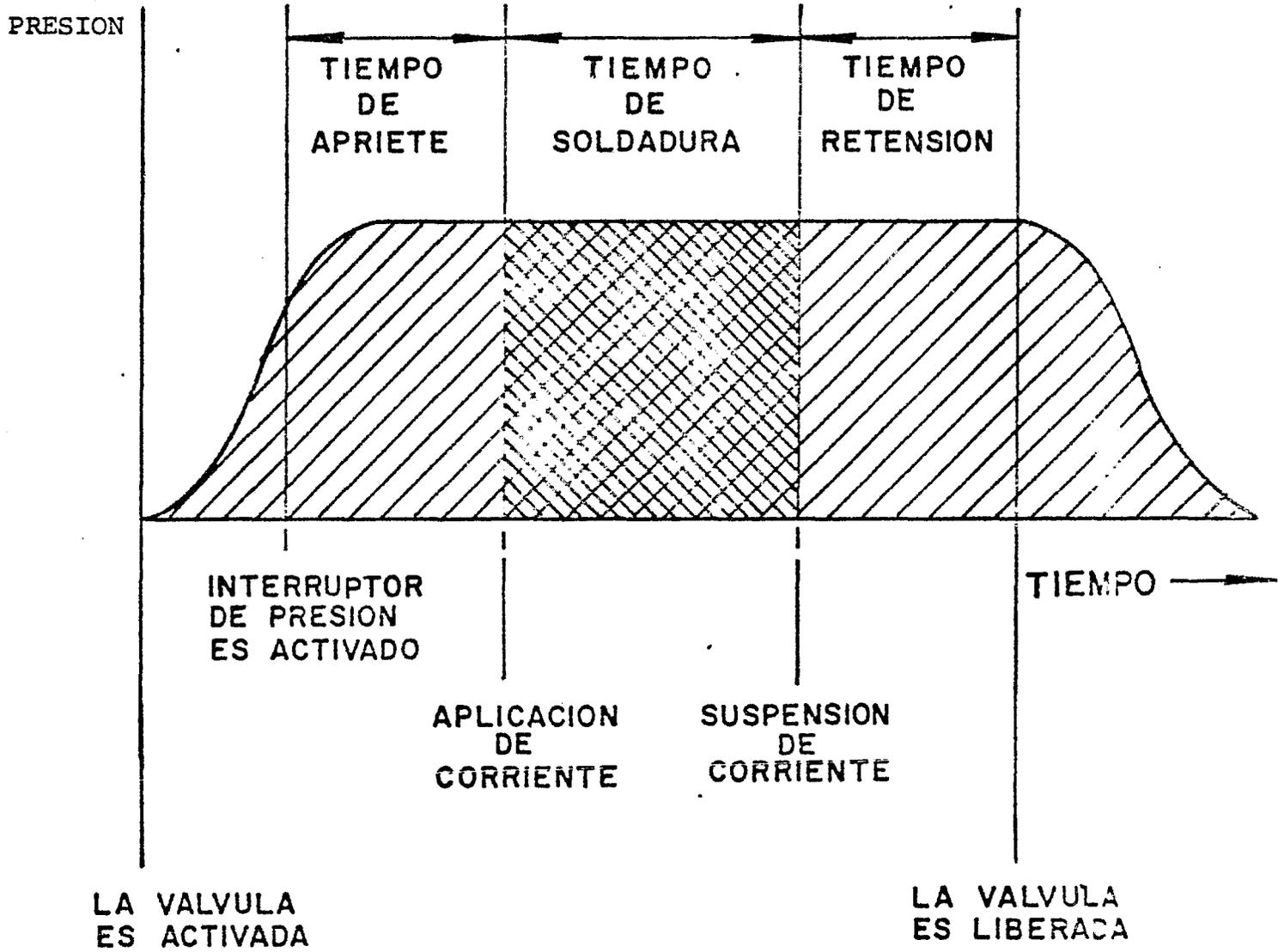
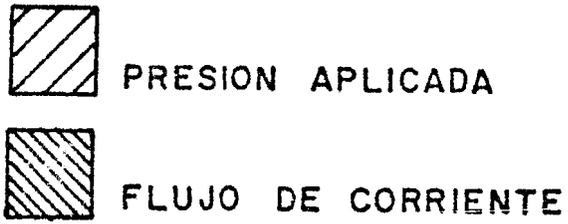


FIGURA No. 7
CICLO DE SOLDADURA

CAPITULO IV

PISTOLAS PUNTEADORAS PARA SOLDADURA POR RESISTENCIA

Existe una gran diversidad de pistolas punteadoras, pero las más comunmente usadas podemos agruparlas en tres tipos fundamentales a saber:

- a) Pistola Punteadora de Acción Directa o Tipo "C"
- b) Pistola Punteadora Tipo Palanca Angular o Carpana
- c) Pistola Punteadora Tipo Acción de Tijera

PISTOLA PUNTEADORA DE ACCION DIRECTA O TIPO "C"

En este tipo de máquinas, el electrodo retenedor está ligado rígidamente al vástago del pistón. (Ver Fig. No.8). No hay eslabón o leva, por lo que los problemas de mantenimiento son menores que en los otros tipos de máquinas y los trabajadores las prefieren. Hay gran variedad de estilos en estas máquinas, los cuales se diferencian principalmente por sus dimensiones físicas (Garganta, profundidad, anchura).

Una característica importante en estas pistolas, es que la fuerza que se ejerce sobre las partes a soldar es siempre igual a la fuerza ejercida sobre el pistón del cilindro, la cual se determina multiplicando la presión del aire por el área del pistón.

Fuerza en electrodos = Presión del aire x Área del pistón

$$P = \frac{F}{A}$$

PISTOLA PUNTEADORA TIPO PALANCA ANGULAR O CAMPANA

Este tipo de pistolas se caracterizan, porque la fuerza ejercida por el pistón sobre el electrodo móvil y el brazo de palanca, se encuentran del mismo lado del pivote que la fuerza que aparece entre los electrodos.

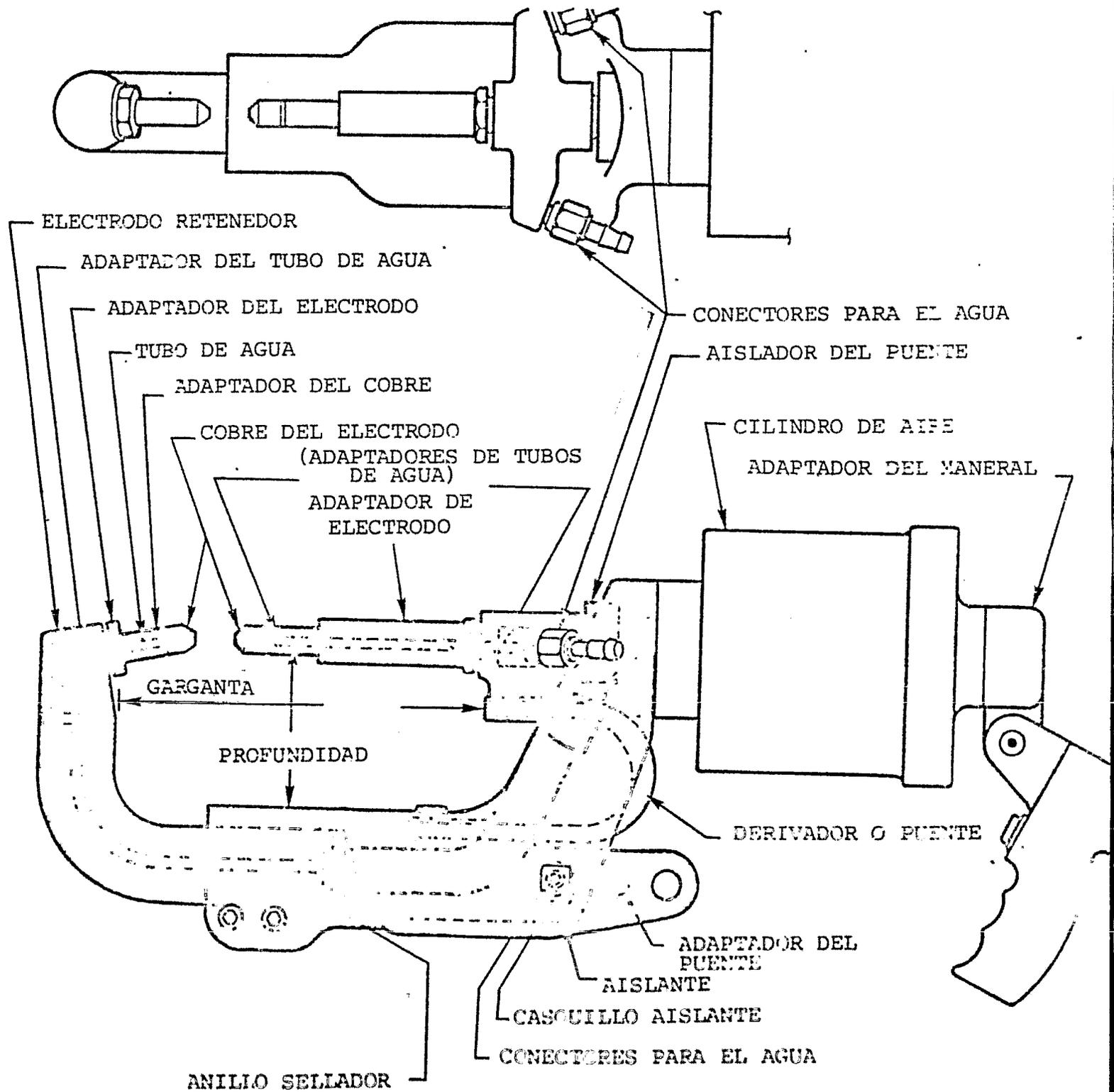


FIG. No. 8 - PISTOLA PUNTADEORA DE ACCION DIRECTA O TILA "C"

La acción de giro que está siendo suministrada por la fuerza del pistón, siempre será igual a la acción opuesta al giro ejercida por el electrodo fijo (Ver Fig. No.9). De ahí que para obtener la fuerza en los electrodos (Fe) se establece la ecuación de equilibrio, tomando momentos respecto del pivote, como sigue:

Fuerza en Pistón (Fp) x Distancia (Lp) = Fuerza en Electrodo (Fe) x Distancia (Le).

$$F_p \times L_p = F_e \times L_e ;$$

$$F_e = F_p \times L_p / L_e$$

La relación $L_p/L_e = K$ para una máquina particular, en la que están determinadas las dimensiones L_p y L_e ; luego entonces:

$$F_e = K F_p$$

Que nos dice que la fuerza en los electrodos es proporcional a la fuerza en el Pistón. Donde la fuerza en el pistón, al igual que en el caso anterior, estará dada por la presión del aire multiplicada por el área del pistón.

$$F_e = P \times A$$

PISTOLA PUNTEADORA TIPO ACCION DE TIJERA

En este tipo de pistolas, la acción de sus brazos es similar a la de unas tijeras comunes (Ver Fig. No.10). En este caso, las fuerzas ocurren en lados opuestos del pivote, el cual está cerca del centro de palanca. Cuando el pistón ejerce una fuerza sobre uno de los extremos, se crea una fuerza entre los electrodos, los que se encuentran en otro de los extremos.

Al igual que en el caso anterior, para determinar la fuerza en los electrodos, se establece la ecuación de equilibrio; esto es, tomando

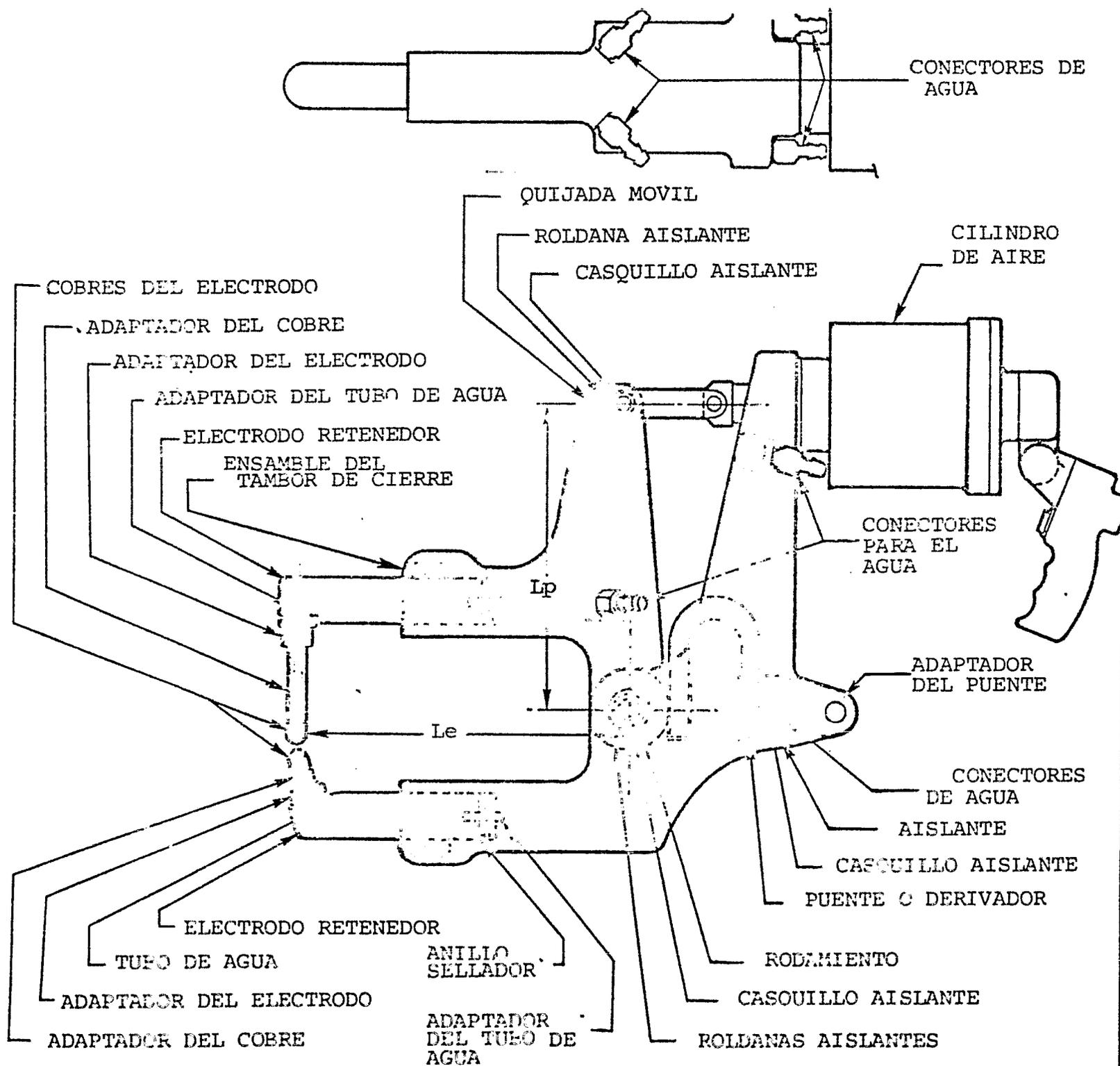


FIG. No. 9 - PISTOLA TIPO PALANCA ANGULAR O DE CAMPANA

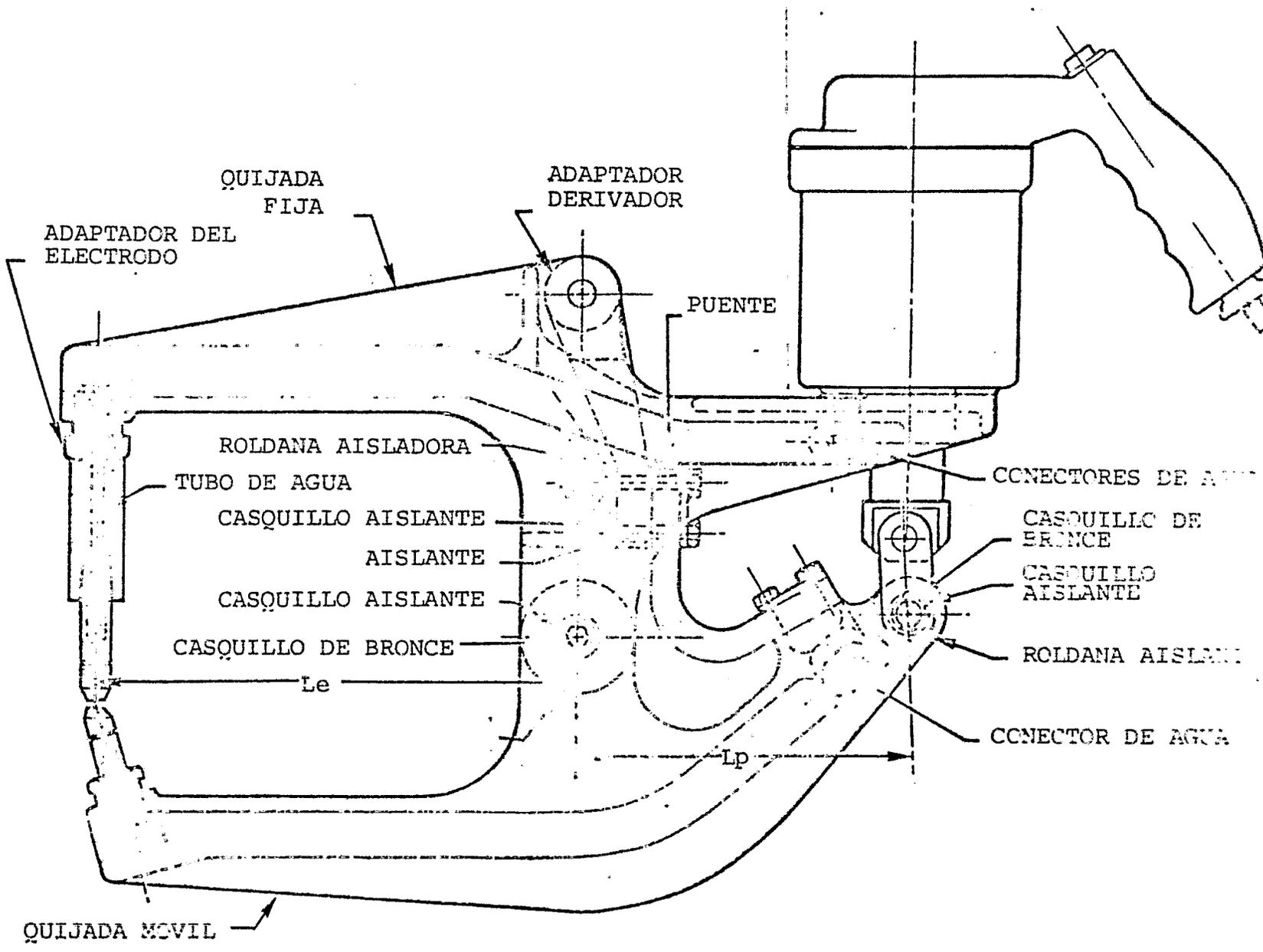


FIG. No. 10 - PISTOLA PUNTEADORA TIPO TIJERA

momentos respecto del pivote se tiene:

$$F_p \times L_p = F_e \times L_e$$

$$F_e = F_p \times L_p / L_e = K F_p$$

Que como en el caso de la pistola tipo palanca angular, resulta que la fuerza en los electrodos (F_e) es proporcional a la fuerza del Pistón (F_p).

Aunque pudo haber quedado incluida en las pistolas punteadoras tipo palanca angular o campana, es conveniente citar a la pistola punteadora de rodillos o de costura, cuya diferenciación en lo que a forma se refiere de todas las antes descritas, es en el tipo de electrodos.

En estos equipos de soldadura por costura o de rodillos, los electrodos son como su nombre lo indica, rodillos o ruedas de cobre móviles, una de ellas la motriz impulsada por un motor neumático y la otra que gira por la acción de la presión que se ejerce entre ambas ruedas al accionar el equipo. La soldadura que se logra con esta máquina puede ser regulada de tal forma, que se obtenga una costura continua (cordón) o bien, puntos intermitentes, esto es, dejando huecos entre cada punto de soldadura.

En general, cualquier tipo de máquina punteadora portátil está formada o consta de las siguientes partes principales:

- a) Cuerpo de la máquina.- Que a su vez está formado por dos brazos (portaelectrodos), uno de los cuales es fijo y el otro móvil; ambos son de cobre aleado y su sección queda determinada por la fuerza que aplicarán para dar la soldadura.
- b) Electrodos.- Estos van en los extremos de los brazos, por lo que, transmiten la fuerza requerida para dar la soldadura a las piezas a unir; también, son de cobre aleado.

- c) Puente de laminas.- Es un conjunto de laminillas o laminas de cobre, que proporciona una conexión flexible entre los brazos fijo y móvil del conjunto de la pistola punteadora; sus dimensiones dependerán de la cantidad de corriente que manejará, así como de la carrera requerida por el brazo móvil.

Las partes a), b) y c) antes descritas, son refrigeradas por medio de circulación de agua fría en su interior.

- d) Pulsador o gatillo de mando.- Este gatillo va dispuesto en una empuñadura que se fija al cuerpo de la máquina o a través de algún accesorio y es el accionador del equipo.
- e) Cilindro.- Este cilindro puede ser de dos tipos, Hidráulico o Neumático y es a través de él como se proporciona la fuerza a los brazos de la pistola punteadora.

Generalmente las máquinas soldadoras portátiles (pistolas punteadoras), son accionadas por cilindros de aire que van de 3 a 5 pulgadas de diámetro, como se muestra en la tabla de la Fig. No. 11); por ejemplo, un pistón de 4 pulgadas de diámetro tiene un área de 12.57 Pulg²., 5 pulgadas de viaje máximo y ejercerá una fuerza que va de 377 a 1006 libras, cuando la presión de aire a él aplicada varía entre 30 y 80 lbs./plg². respectivamente. Este ejemplo solo es válido para máquinas de acción directa (Tipo "C") o bien para todas aquellas cuya constante de proporcionalidad es:

$$K = L_p / L_e = 1$$

Los cilindros hidráulicos se usan cuando la fuerza requerida en los electrodos es muy grande, de tal forma que para alcanzarla se requiera de cilindros de aire mayores a los de 5 pulgadas de diámetro.

Finalmente se usa un arillo o gancho para suspender la pistola al resto de la estación de soldadura; éstos ganchos podrán

ser de diferentes tipos, según el uso que se le dé a la máquina para facilitar su operación.

PISTON DEL CILINDRO DE LA PUNTEADORA		RANGO DE LA FUERZA ENTRE ELECTRODOS		CARRERA MAXIMA DE LA PUNTEADORA (PULGADAS)
DIAMETRO	AREA EN (PIES ²)	PRESION DE AIRE 30 LBS/PLG ² .	PRESION DE AIRE 80 LBS/PLG ² .	
3.0	7.07	212	566	5.0
3.5	9.62	289	770	5.0
4.0	12.57	377	1,006	5.0
4.5	15.90	477	1,272	5.0
5.0	19.64	589	1,570	5.0

FIG. No. 11 - ESPECIFICACIONES DE CILINDROS DE AIRE USADOS EN MAQUINAS PUNTEADORAS

CAPITULO V

TRANSFORMADORES PARA ESTACIONES DE SOLDADURA PORTATILES

Como en todo tipo de transformador, en éste se distinguen principalmente tres partes: El circuito magnético, el embobinado primario y el embobinado secundario y se distingue de otros por ser del tipo acorazado, es decir, que el hierro (circuito magnético) rodea a los embobinados protegiéndolos así mecánicamente y por ser enfriado con circulación de agua fría.

El embobinado primario alterna con el embobinado secundario y con espiras destinadas a la refrigeración del conjunto, formando un sandwich que asegura un rendimiento eléctrico elevado.

Se han adoptado como estándar los transformadores para soldadoras portátiles, los tamaños de 75 KVA y 150 KVA con un factor de uso o ciclo de uso del 50% en un período de tiempo promedio de un minuto.

Cualquiera de los dos tamaños cuenta con dos embobinados secundarios y un embobinado primario con taps y su selector de taps. Los embobinados secundarios pueden ser conectados en serie o en paralelo, según como se requiera. (Ver Tabla de la Fig.No. 12)

En la tabla de la Fig. No.12 se puede observar que para un transformador de 75 KVA o de 150 KVA, la conexión en serie suministra dos veces el voltaje proporcionado por la conexión en paralelo y por consiguiente dos veces la corriente, lo cual se comprueba fácilmente viendo el arreglo de la Fig. No. 13.

La selección de la capacidad del transformador se debe hacer tomando en cuenta la siguiente ecuación:

$$KVA_r = \frac{E_s I_s \sqrt{2 \times \text{Ciclo de uso}}}{1000}$$

KVA	CONEXION EN EL SECUNDARIO	POSICION DEL TAP	VOLTAJE EN EL SECUNDARIO (VOLTS)	CORRIENTE EN EL SECUNDARIO (AMPERES)	RAZON DE VUELTAS	CORRIENTE EN EL PRIMARIO (440 V.)
75	SERIE	BAJO	11.0	11,200	40	278
75	SERIE	ALTO	20.0	19,400	22	880
75	PARALELO	BAJO	5.4	6,340	81	80
75	PARALELO	ALTO	10.0	11,700	44	264
150	SERIE	BAJO	11.0	15,200	40	375
150	SERIE	ALTO	19.0	24,500	23	1,060
150	PARALELO	BAJO	5.5	8,500	81	106
150	PARALELO	ALTO	9.5	14,500	46	315

FIG. No. 12 - TRANSFORMADORES DE 75 KVA Y 150 KVA PARA
MAQUINAS PUNTEADORAS

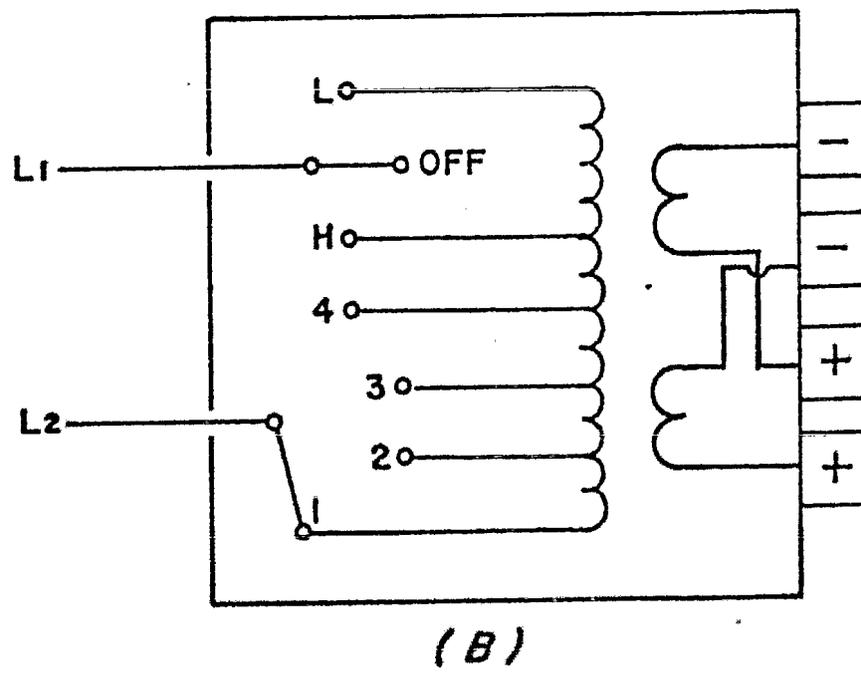
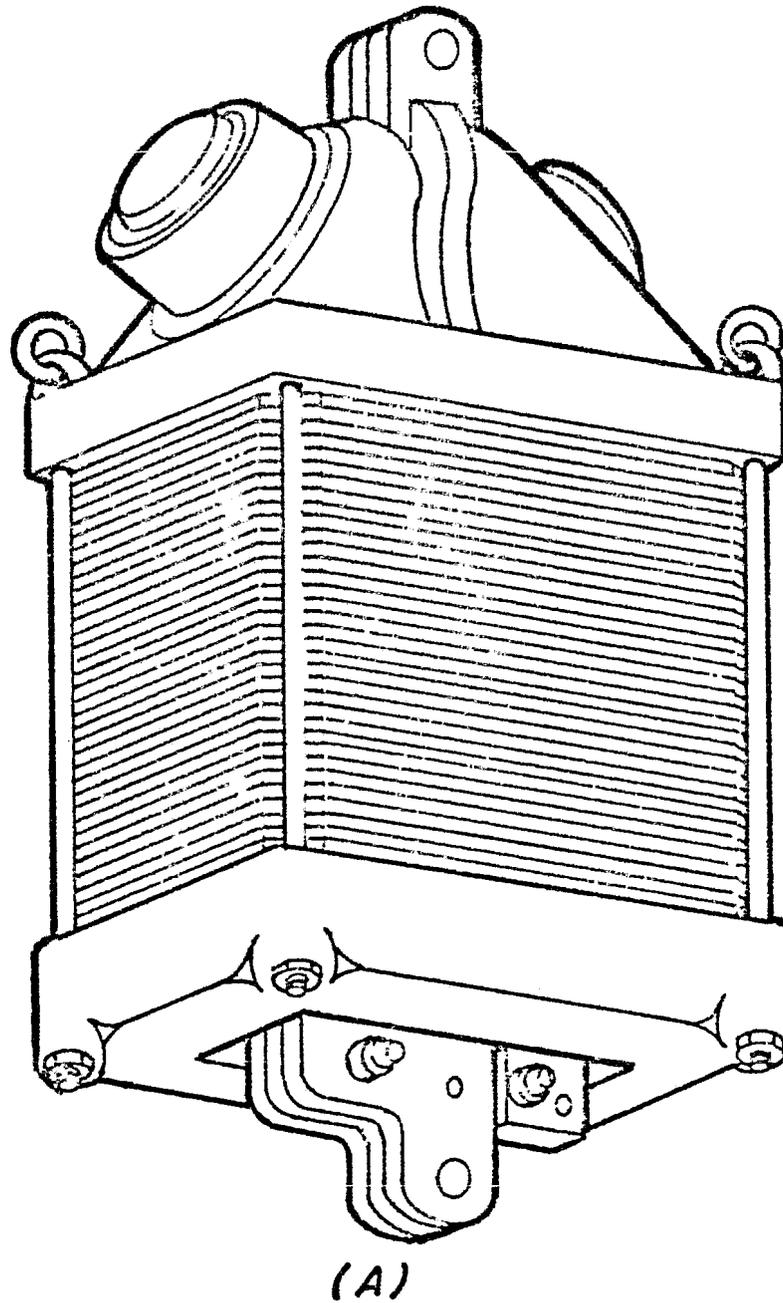


FIGURA 13 .- CONSTRUCCION DE UN TIPICO TRANSFORMADOR PARA PISTOLA DE SOLDAR.

Donde:

Es = Voltaje de salida
Is = Corriente de salida
 KVA_r = Capacidad del transformador al 50% del ciclo de uso

Cuando los dos secundarios de un transformador están conectados en serie, la corriente suministrada a los electrodos es la misma que la que circula por cada secundario; de donde, la capacidad de corriente de salida del transformador está limitada por la capacidad de corriente de cada secundario. Cuando los secundarios se conectan en paralelo, la corriente que circula por cada uno de ellos es la mitad de la que circula por los electrodos y la capacidad de corriente saliente del transformador es considerablemente mayor que para una conexión serie, debido a que los embobinados secundarios están compartiendo la corriente de salida.

Para el enfriamiento de estos transformadores, se recomienda un flujo de agua de un galón por minuto, por lo que se requiere instalar un control de flujo, ya que menos de este caudal circulando por el transformador, puede causar daños prematuros y un caudal superior nos indicaría que el flujo del agua refrigerante en el resto de los circuitos de refrigeración podría ser inferior al requerido y en ese caso éstos últimos podrían ser los afectados.

Todos los transformadores para punteadoras portátiles deben estar permanentemente aterrizados en su circuito secundario, con el fin de evitar que alguna persona sufriera una descarga con solo tocar la pistola punteadora, en el caso de algún corto circuito entre los embobinados primario y secundario. Esta conexión a tierra deberá hacerse entre el marco del transformador y el eslabón que une los dos secundarios, como se observa en la Fig. No. 14.

Por seguridad, no sólo el secundario del transformador deberá estar aterrizado, sino que el circuito primario de los transformadores que estén conectados en paralelo, deberán estar en fase para

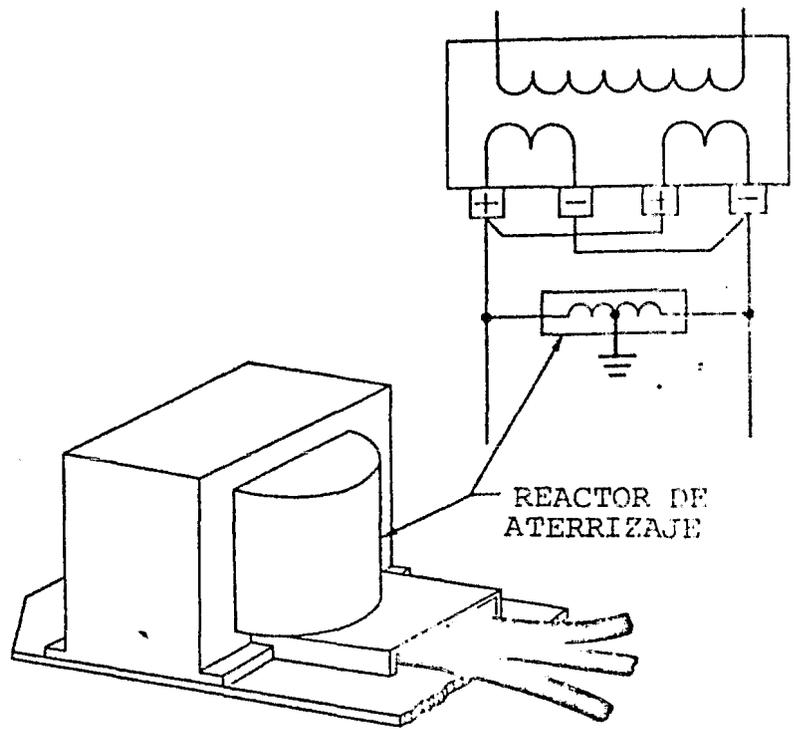
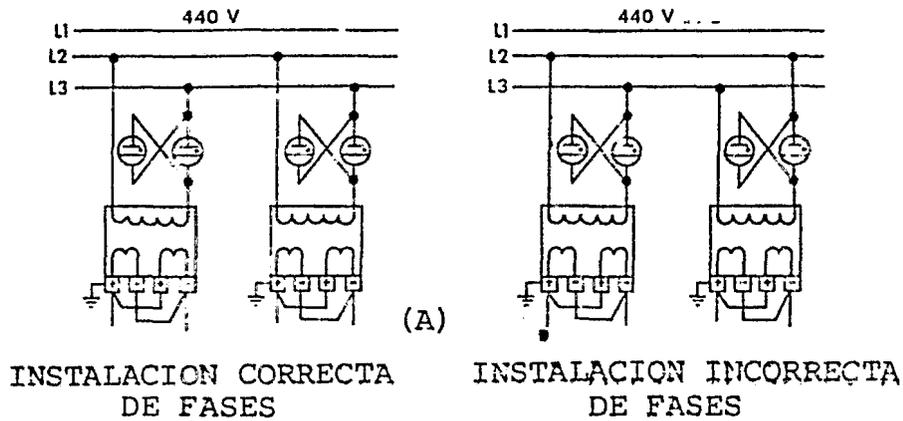


FIG. No. 14 - SECUNDARIO DE UN TRANSFORMADOR ATERRIZADO A TRAVES DE UN REACTOR



INSTALACION CORRECTA DE FASES

INSTALACION INCORRECTA DE FASES

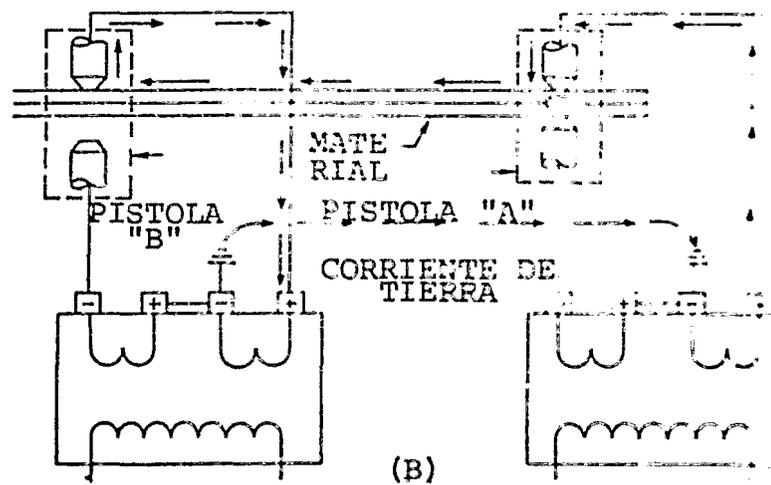


FIG. No. 15 - (A) FORMA CORRECTA E INCORRECTA DE TENER LOS TRANSFORMADORES EN FASE.

(B) CORRIENTE A TIERRA CAUSADA POR ERRORES EN LAS FASES.

reducir al mínimo las corrientes a tierra. Esta condición se da especialmente cuando se tienen máquinas punteadoras trabajando una muy cerca de la otra. En la figura No. 15 se muestra la forma correcta e incorrecta de tener los transformadores en fase.

Si los secundarios de varios transformadores están conectados en serie y sus eslabones de conexión están a tierra, generalmente su corriente a tierra será baja, pero si algunos transformadores tienen su secundario en serie aterrizados en su punto medio y otros tienen su secundario aterrizado en sus extremos, podrían darse considerables corrientes de tierra, las cuales a su vez podrían causar cables de tierra abiertos o quemados, quedando sin protección el transformador por una parte y por otra podrían causar arcos en los electrodos o en las pistolas punteadoras, con solo tocarlas de su cuerpo. (Ver la Fig. No. 15)

Para reducir al mínimo la corriente de tierra y tener un equipo más seguro, se ha utilizado ya como estándar en estos transformadores, un reactor con un tap central a tierra. Estos reactores son dispositivos que ofrecen una determinada impedancia para limitar el flujo de la corriente de soldadura a tierra a voltaje de soldadura normal (hasta 24 volts); sin embargo, si ocurriese una falla en el aislamiento entre los embobinados primario y secundario del transformador, apareciendo el voltaje primario en el secundario, el reactor ofrece una impedancia virtualmente de cerca a tierra, dando lugar al flujo de la corriente del primario.

En la Fig. No. 16, se muestra la curva característica de un reactor de aterrizamiento para un transformador de una pistola punteadora.

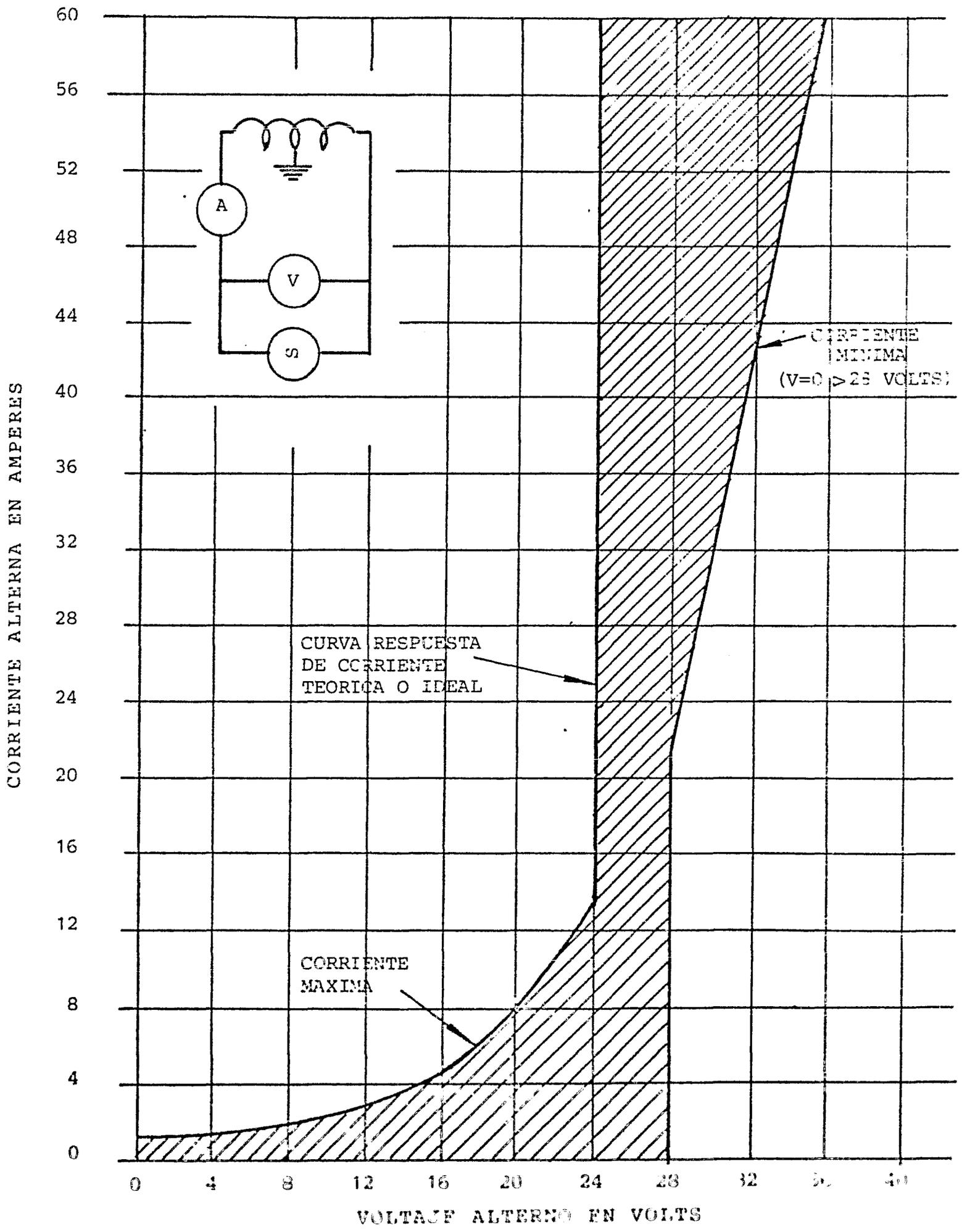


FIG. No. 16 - CURVA CARACTERISTICA DE UN REACTOR DE ATERRIZAMIENTO PARA UN TRANSFORMADOR DE UNA PUNTEADORA

CAPITULO VI
CONTROLES PARA ESTACIONES DE SOLDADURA

Como se indicó en capítulos anteriores, la soldadura por resistencia es uno de los medios de unión más rápidos y exactos; sin embargo, es importante señalar que sin los equipos electrónicos de control, su campo de aplicación se vería limitado a soldadura de aceros dulces, débilmente aliados y al empleo de potencias relativamente bajas. Así pues, el control electrónico es un dispositivo indispensable de la máquina de soldar, con el que multiplica sus posibilidades de aplicación y aumenta su eficacia.

El control electrónico desempeña dos funciones principales:

La primera es servir como interruptor de la corriente primaria de soldadura.

La segunda, controlar las diferentes fases del ciclo de soldadura, en general y del tiempo de paso de la corriente de soldadura en particular.

La función de interrumpir la corriente primaria se logra con un contactor, el cual deberá satisfacer condiciones muy severas de funcionamiento. Debe, en efecto realizar un corte rápido de la corriente y tener capacidad para hacer operaciones repetitivas de hasta 250 maniobras por minuto. Originalmente estos contactores eran del tipo electromagnético, los cuales tenían las siguientes desventajas:

- Corte relativamente lento de la corriente.
- Corte y conexión en cualquier punto de la sinusoide de la corriente, lo que provoca una corriente muy irregular, así como sobre tensiones.
- Funcionamiento ruidoso acompañado de vibraciones.
- Inercia desfavorable en el caso de tiempos de soldadura muy cortos.
- Potencia limitada.
- Duración de vida ligada al número de maniobras realizadas.

Para visualizar la importancia de tales desventajas, revisemos algunas fórmulas relativas a la aplicación de una tensión sinusoidal a un circuito R-L, como es el caso de una máquina de soldar por resistencia.

Observando la Fig. No. 17, y considerando el tiempo a partir del cierre del interruptor.

Si φ es el ángulo de defasamiento de la tensión sinusoidal con relación a la corriente, puede escribirse:

$$e = e_s + r i$$

Donde:

$$e = E_m \text{ Sen } (w t + \varphi_0)$$

$$e_s = L (d i / d t)$$

Esto es:

$$E_m \text{ Sen } (w t + \varphi_0) = L (d i / d t) + r i$$

La solución general a esta ecuación diferencial de primer grado es:

$$i = A \text{ Sen } (w t + \varphi_0 + \varphi) + B e^{a t}$$

La solución particular se tendrá haciendo:

$$t = 0 \quad i = 0$$

Con lo que se llega a la ecuación:

$$i = \frac{E_m}{Z} \text{ Sen } (w t + \varphi_0 + \varphi) - \frac{E_m}{Z} \text{ Sen } (\varphi_0 + \varphi) e^{tr/L}$$

Donde:

$$Z = \sqrt{(R^2 + L^2)^2} \quad \text{Y} \quad \tau = L / R$$

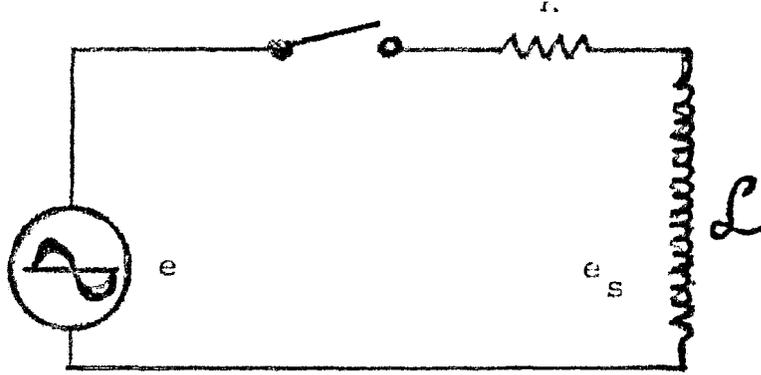


FIG. No. 17 - CIRCUITO R - L

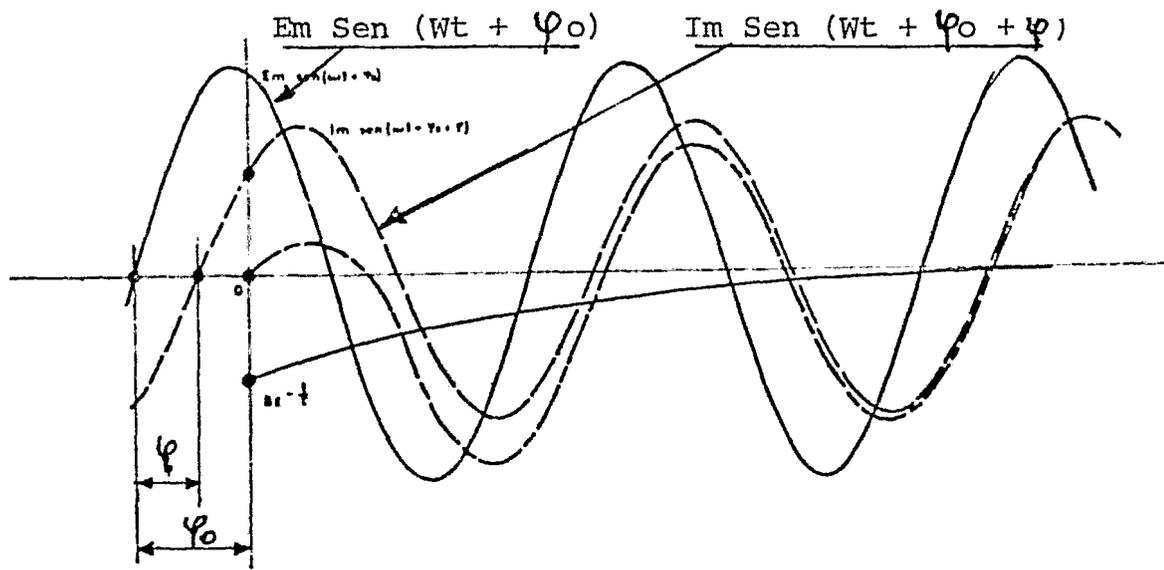


FIG. No. 18 - REPRESENTACION GRAFICA DE LA ECUACION DE UN CIRCUITO R - L

Tal ecuación nos dice que la corriente estará compuesta de un término permanente sinusoidal de igual frecuencia, pero defasado un ángulo φ y de un término transitorio de carácter exponencial.

La representación gráfica de esta ecuación se muestra en la Fig. No. 18.

Si el tiempo se cuenta a partir del paso de la tensión por 0, se obtiene:

$$i = \frac{E_m}{Z} \text{Sen} (\omega t + \varphi) - \frac{E_m}{Z} \text{Sen} \varphi e^{-t/\tau}$$

La conexión y corte de la corriente primaria de soldadura por un contactor electromagnético están representados por la Fig. No. 19

La Fig. No. 19A muestra la tensión y corriente estabilizadas en el circuito primario de una máquina de soldar, cuyo ángulo de defasaje es φ ,

Pueden suceder tres casos:

$$\Phi > \varphi$$

$$\Phi = \varphi$$

$$\Phi < \varphi$$

Siendo Φ el ángulo en el momento de cerrarse el contactor.

La Fig. No. 19B muestra una curva muy irregular en la que la corriente es muy débil en el origen ($\Phi > \varphi$).

Cuando $\Phi = \varphi$ (caso extremadamente raro), la corriente tiene una forma sinusoidal. Fig. No. 19C.

La Fig. No. 19D muestra la forma de la corriente transitoria para $\Phi < \varphi$. Se nota que la corriente alcanza un valor superior al valor máximo que alcanza normalmente. Esta sobreintensidad puede a veces provocar la saturación del transformador y originar por lo tanto, grandes distorsiones.

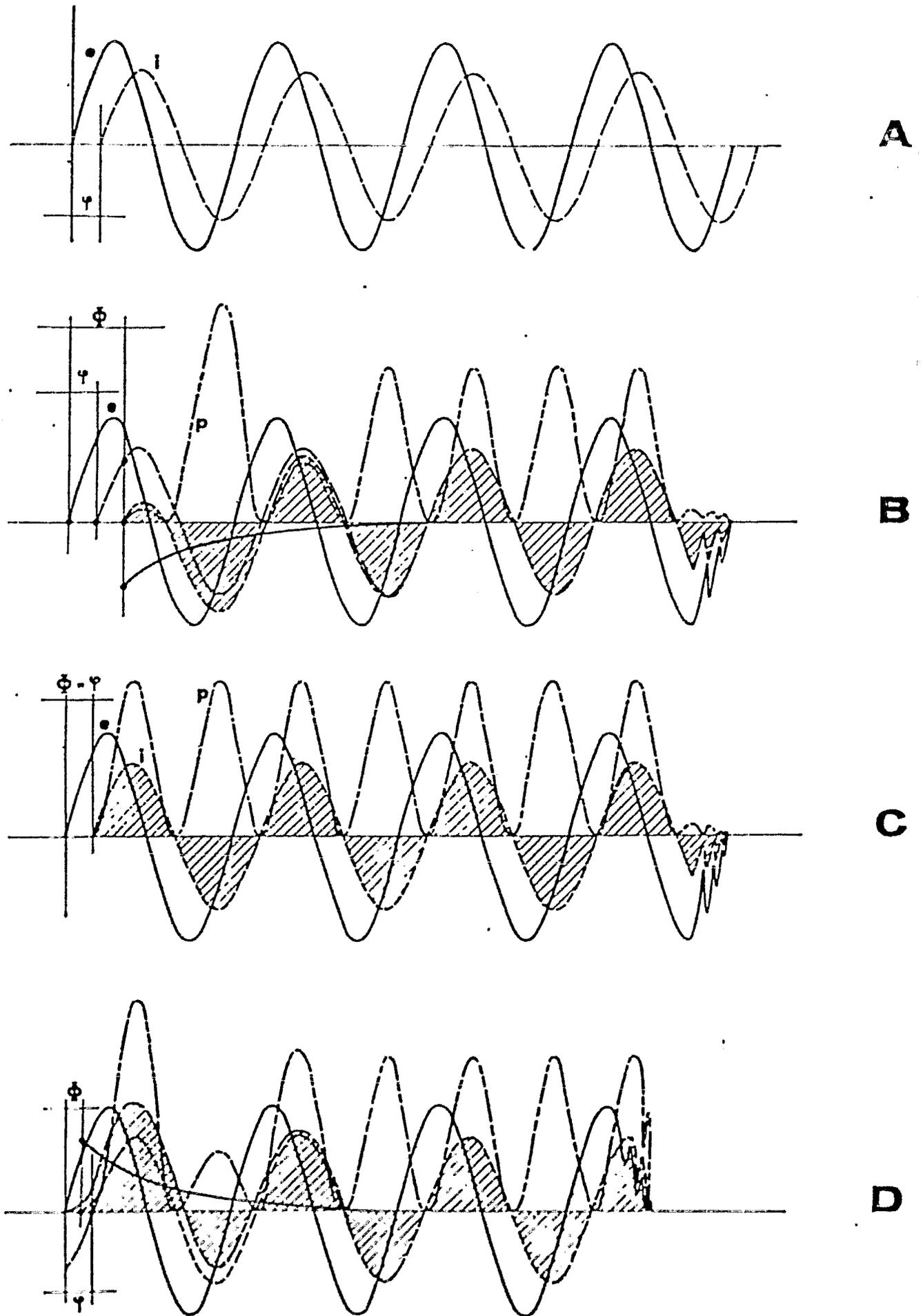


FIG. No. 19 - TENSION Y CORRIENTE ESTABILIZADAS EN EL SECUNDO PRIMARIO DE UNA MAQUINA DE SOLDAR CUYO ANGULO DE DEPASAMIENTO ES ϕ .

Estas irregularidades tienen especial importancia si recordamos que el procedimiento de soldadura está basado en el efecto Joule, es decir, en el desarrollo de energía, que es proporcional a I^2 y que este procedimiento es exacto.

Trazando las curvas I^2 se comprueba la irregularidad del desarrollo de energía en el tiempo y es forzoso admitir que, de esta forma, el calentamiento de las piezas a soldar no es muy racional.

Era preciso encontrar un sistema que permitiese obtener una mayor regularidad en el calentamiento y lograr un control real de la corriente de soldadura.

Como primer punto, era necesario un sistema contactor que aceptase una ruptura exenta de sobretensiones y extracorrientes, permitiendo a la vez el empleo de potencias más elevadas; fue así como se llegó al contactor iónico.

Es preciso mencionar por otra parte, que fenómenos semejantes a los expuestos se producen a la abertura del circuito, acompañados instantáneamente de sobretensiones importantes.

El contactor iónico al que se llegó, está constituido por dos tubos ignitrones conectados en paralelo inverso.

El ignitrón es un rectificador de vapor de mercurio de un solo ánodo (Fig. No. 20). Consta de un doble tubo metálico refrigerado interiormente por agua. Lo que le distingue de un rectificador ordinario es su dispositivo de encendido y su medio de utilización.

El encendido se produce cuando una corriente recorre un electrodo especial que está sumergido permanentemente en mercurio. Se admite que la corriente que atraviesa dicho electrodo produce en la superficie de mercurio, suficientes electrones para ionizar el vapor de este metal.

Antes de 10^{-14} seg. después del paso de la corriente por un electrodo llamado ignitor y siempre que haya una tensión aplicada entre el

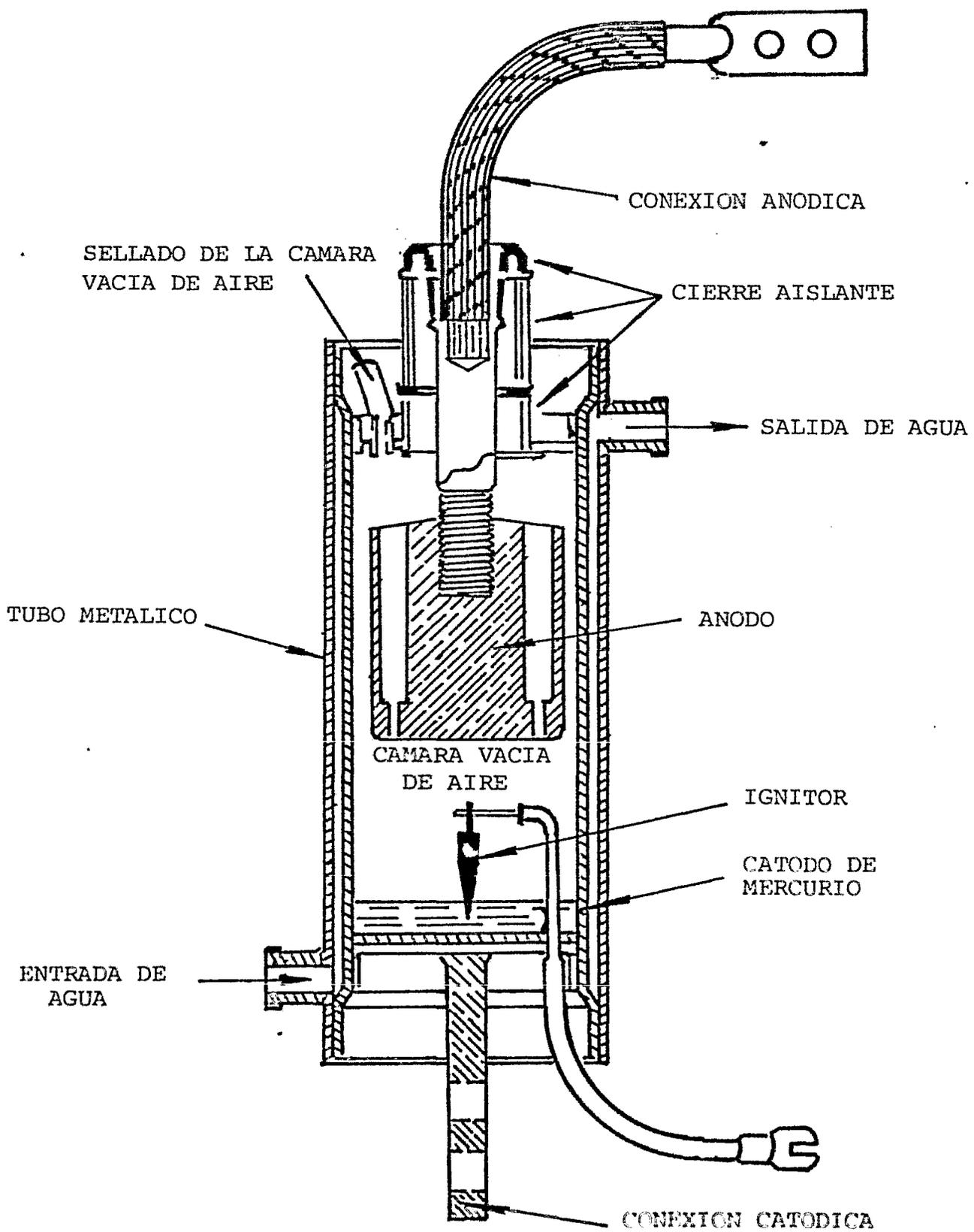


FIG. No. 20 - CORTE DE UN IGNITRON

ánodo (+) y el cátodo (-), se establece la corriente en el tubo.

Una vez polarizado correctamente, el tubo ignitrón permanece conductor hasta el final de la alternancia en curso. Por lo tanto, asegura un corte de la corriente en el momento del paso de la sinusoidal por 0 y la ruptura en consecuencia es síncrona.

Por otra parte, el tubo ignitrón es conductor solamente en un sentido. Los electrones parten del baño de mercurio y son atraídos por el ánodo. La caída interna de tensión de un ignitrón es del orden de unos 15 v. independientemente del valor de la corriente que lo atraviese.

Enseguida examinaremos el funcionamiento del esquema clásico de un contactor iónico. Fig. No. 21.

Suponiendo que la tensión es positiva en "B" y el interruptor (a) está cerrado, circulará corriente por el circuito: 1-2-3-4-5-6-7.

El rectificador (c) se opone a la circulación por el circuito 4-7 y en consecuencia obliga a la corriente a recorrer 5 y 6, provocando así la ionización del gas en el tubo. Una diezmilésima de segundo después, la corriente principal recorre el circuito primario de soldadura, hasta el final de la alternancia, pasando por el tubo "B" (circuito R - L - T - B - 7 - A - S).

En este momento, la tensión se hace positiva en "A" y una corriente, limitada por la resistencia "R", recorre ahora 7-4-3-2-8-1, ionizando el tubo "A", que se vuelve conductor (Circuito S - A - 1 - P - T - L - R).

Mientras el interruptor está cerrado, la corriente recorre el circuito primario, suministrando la energía necesaria al circuito de soldadura.

En el momento en que el interruptor se abre, la corriente en el tubo "A" se intermite, pero la tensión de la bobina de la corriente

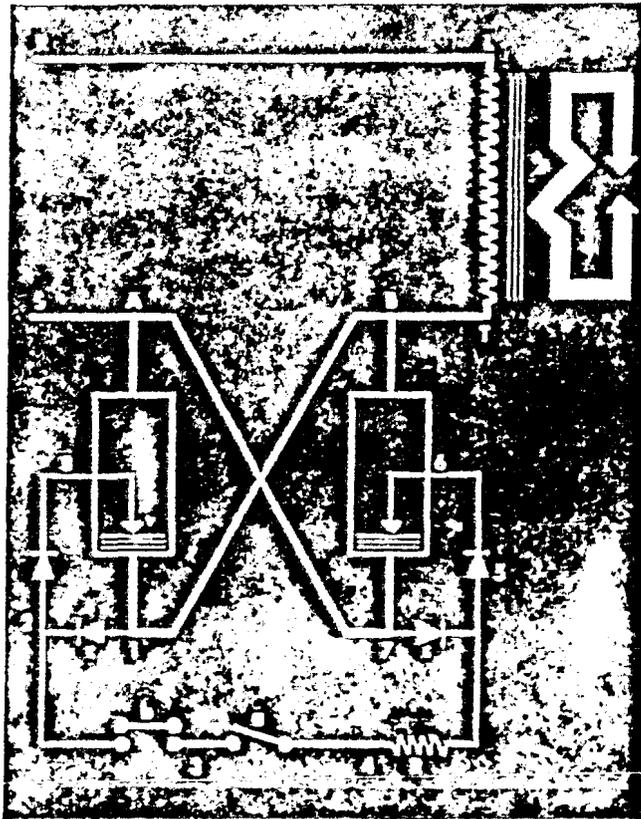


FIG. No. 21 - ESQUEMA TIPICO DE UN CONTACTOR IONICO

Como consecuencia de sus pequeñas dimensiones y si se compara con las intensidades habituales de soldadura, la corriente de régimen de un ignitrón no es muy elevada, pero como en la soldadura se requieren grandes intensidades de corriente en tiempos muy cortos (desde ciclos hasta segundos), pueden admitirse intensidades de corriente mucho más elevadas y hacer funcionar el tubo bajo fuertes sobrecargas instantáneas.

Los tubos mayores admiten, por ejemplo, 700 Amp. en régimen continuo y 10,000 Amp. durante 0.5 seg. bajo 220 V. Sus dimensiones son 150 mm. de diámetro y 400 mm. de altura. Su duración normal es de 3 años.

Los tubos ignitrones están refrigerados por circulación de agua. Según el tipo, varía de 5 a 15 litros por minuto.

El contactor iónico así descrito presenta las siguientes ventajas:

- Posibilidad de establecer la corriente durante un tiempo inferior a un período, gracias a la ausencia total de inercia.
- Corte de corrientes en el punto "0" de la sinusoide.
- Corte de corrientes de gran intensidad.
- Funcionamiento silencioso.

Presenta, por el contrario, las mismas desventajas que un contactor electromagnético, desde el punto de vista del inicio de paso de la corriente y no elimina las fenómenos transitorios.

Ya hemos visto que un contactor iónico puede ser mandado por un interruptor colocado en el circuito del ignitor. Este interruptor puede estar conectado en serie con los contactos normalmente cerrados de un relevador mandado por un temporizador electrónico.

Esta concepción es la base de los controles electrónicos de soldadura iónica.

Este tipo de control es el más adecuado para la soldadura iónica de alta potencia y es el más adecuado para la soldadura iónica de alta potencia y es el más adecuado para la soldadura iónica de alta potencia.

del punto de encendido ϕ será siempre superior al ángulo de defasamiento φ del circuito.

Para $\phi = \varphi$, la forma de la corriente es sinusoidal, para $\phi > \varphi$, se obtienen, como indica la Fig. No. 19, corrientes con transitorios que es conveniente eliminar.

Es por tanto, que el ángulo ϕ será siempre igual o superior a φ . (Notemos (Fig. No. 22), que para valores ϕ_2 y ϕ_3 se obtienen corrientes transitorias inscritas en el interior de la sinusoidal de la corriente y cuya amplitud es cada vez menor.

De lo anterior se deduce que defasando cada vez más el punto de encendido de los ignitrones, se va limitando la corriente que recorre el primario del transformador de soldadura.

Encontramos de esta forma el medio de regular electrónicamente y con precisión la energía desarrollada en el circuito de soldadura, por el control de las corrientes transitorias. En otros términos, el defasamiento del punto de encendido de los ignitrones permite la regulación electrónica de la potencia de la máquina de soldar.

El control síncrono comprenderá siempre cuatro elementos a saber:

- Circuito electrónico de encendido de los tubos ignitrones con vistas a eliminar la menor inercia, que haría imposible la sincronización.
- Circuito de sincronización del encendido.
- Circuito de defasamiento.
- Circuito de regulación síncrona.

En la Fig. No. 23 se representan los ciclos de controles síncronos dispuestos, los cuales son capaces de controlar diferentes parámetros de soldadura.

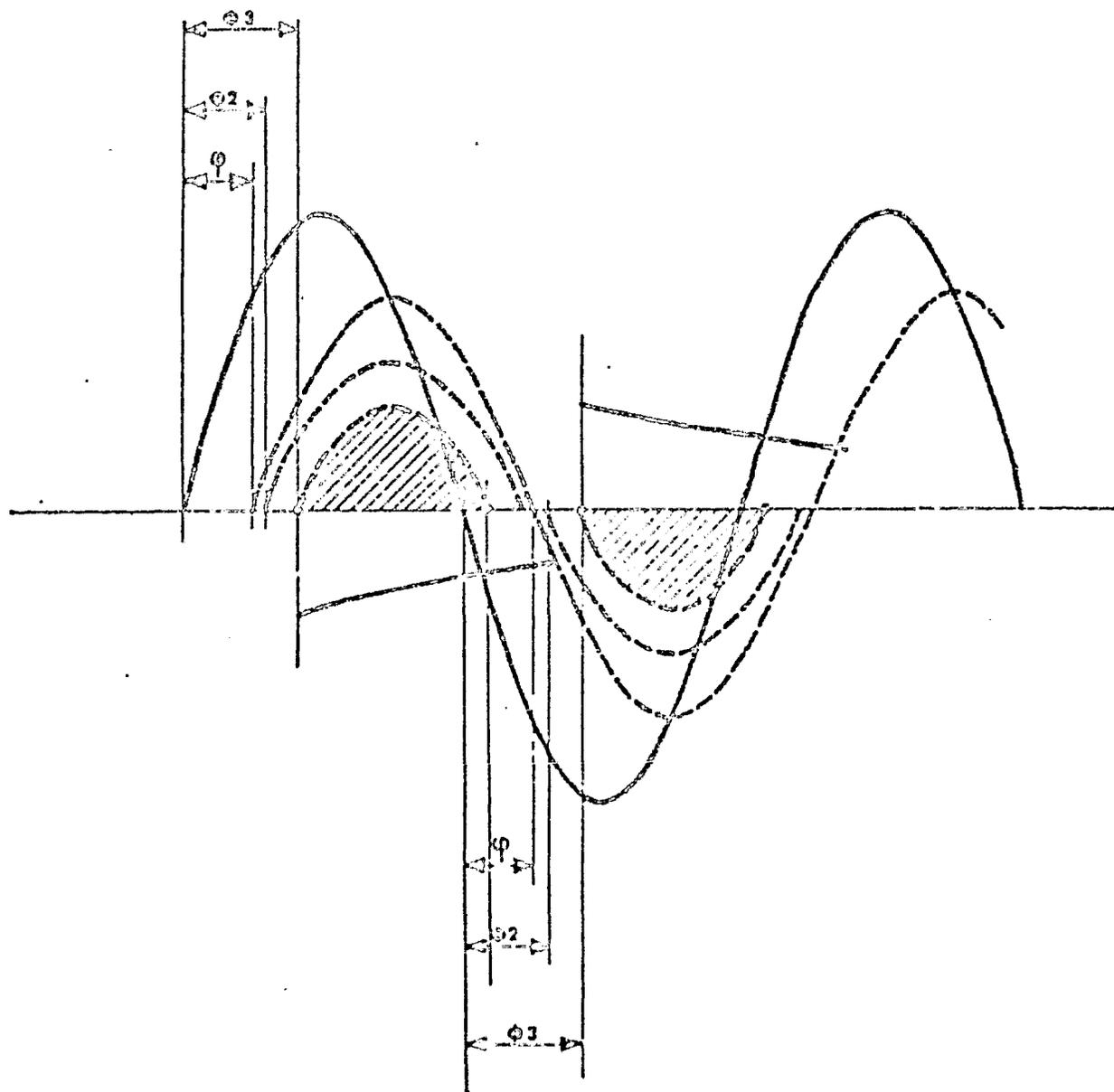
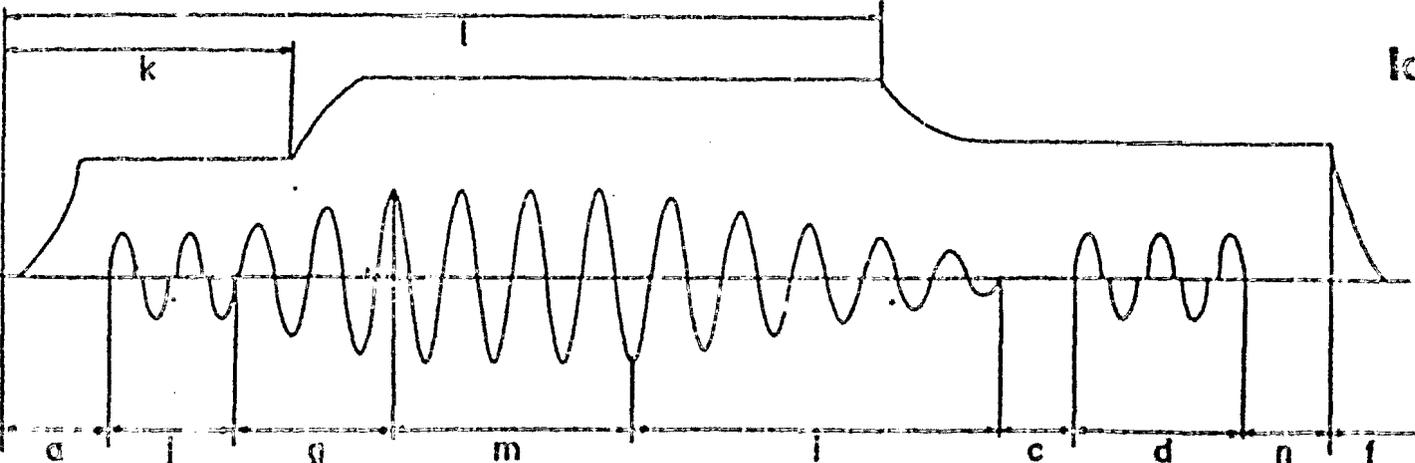
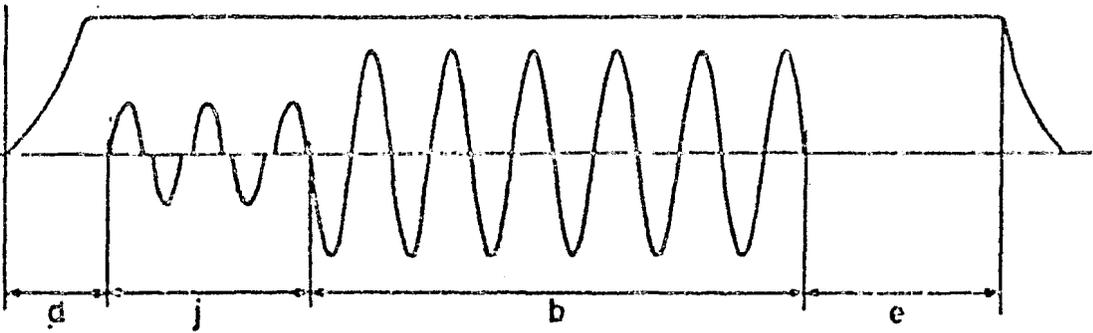
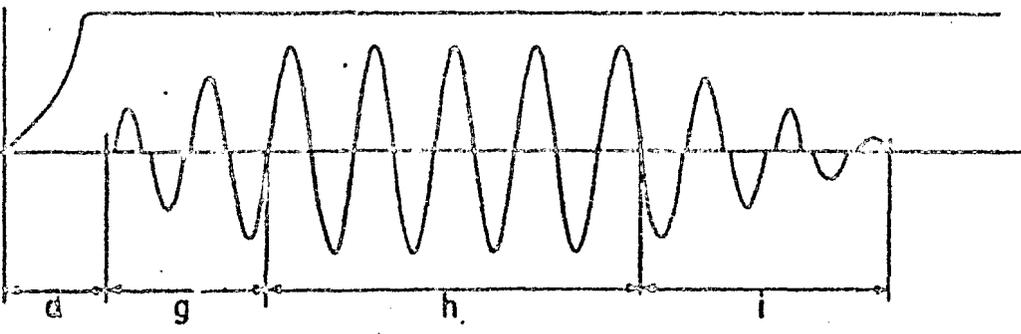
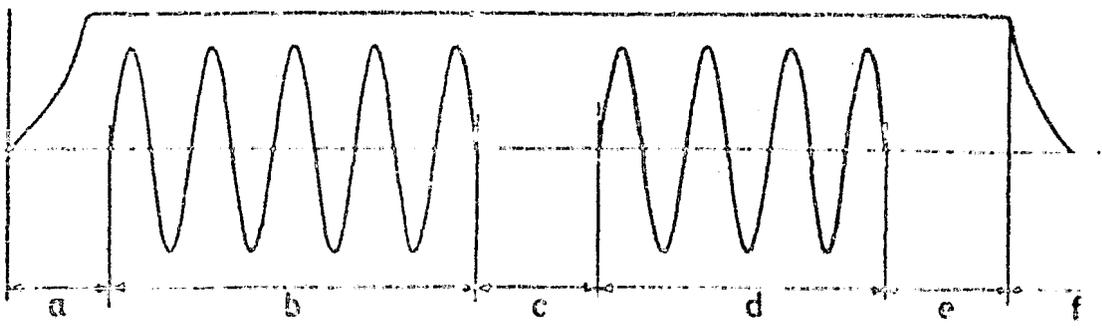


FIG. No. 22 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA COMPONENTE INDICADA EN EL CASO DE DESPLAZAMIENTO



a) descenso del electrodo. — b) soldadura. — c) pausa. — d) recocido. — e) mantenimiento a presión. — f) intervalo. — g) establecimiento progresivo. — h) tiempo de calentamiento. — i) enfriamiento controlado. — j) precalentamiento. — k) primera variación de presión. — l) segunda variación de presión. — m) calentamiento. — n) forjado.

En algunos casos estos controles están dotados de una regulación automática de intensidad y de una compensación de tensión para eliminar todas las irregularidades del ciclo que pudieran provenir de variaciones de la corriente de soldadura o de variaciones de tensión sufridas por la red de alimentación.

Para terminar, es necesario aclarar que el desarrollo de controles en la última década ha sido impresionante y que en la actualidad el 95% de las partes componentes de un control, se hacen con circuitos integrados y substituyendo los tubos como el ignitrón y el tiratrón por SCR'S.

En las Figs. Nos. 24 y 25 , se muestra un circuito típico de entrada y salida respectivamente a la lógica de un control, que como se indicó anteriormente para el caso específico de control de punteadora, el más común es de cuatro entradas. (Ver la Fig. No. 26.

También se muestran diagramas comparativos entre el contactor iónico (con tubos ignitrones) y el contactor con SCR'S. (Ver Fig. No. 27).

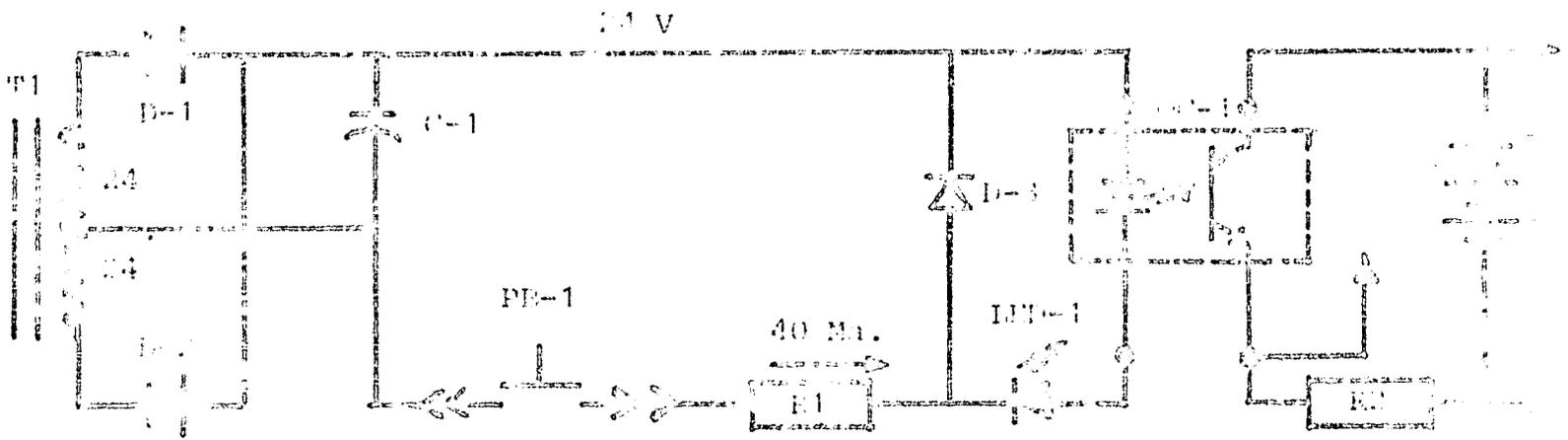


FIG. No. 24 - CIRCUITO TIPO DE ENTRADA A LA LOGICA DE UN CONTROL ELECTRONICO

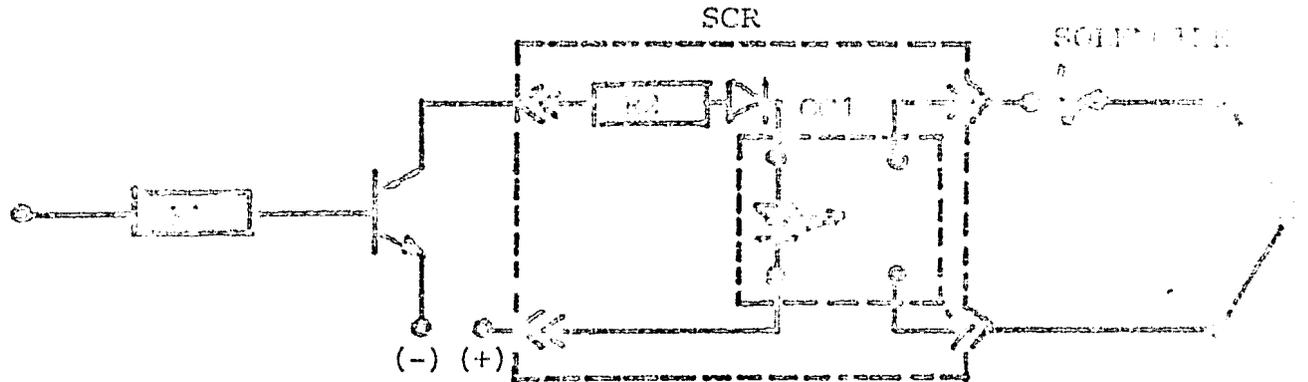


FIG. No. 25 - CIRCUITO TIPO DE SALIDA A LA LOGICA DE UN CONTROL ELECTRONICO

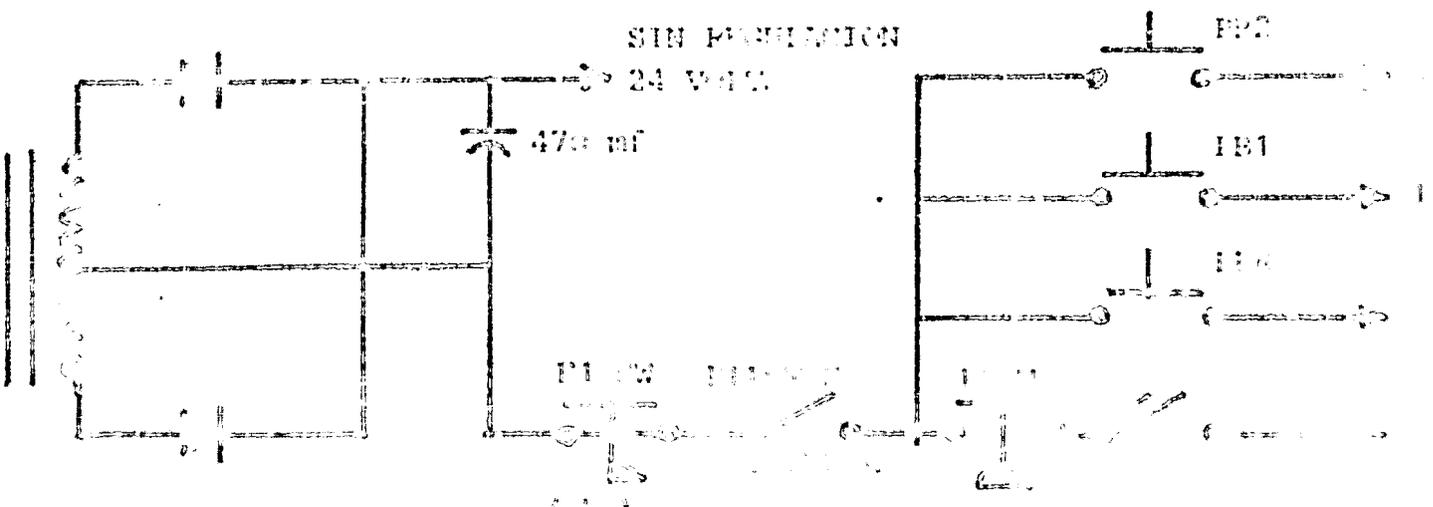
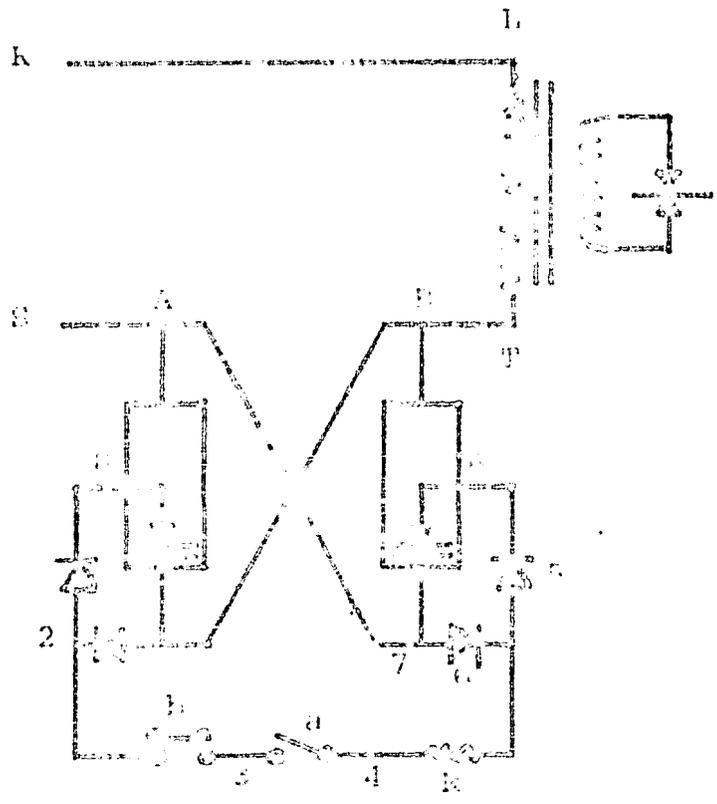
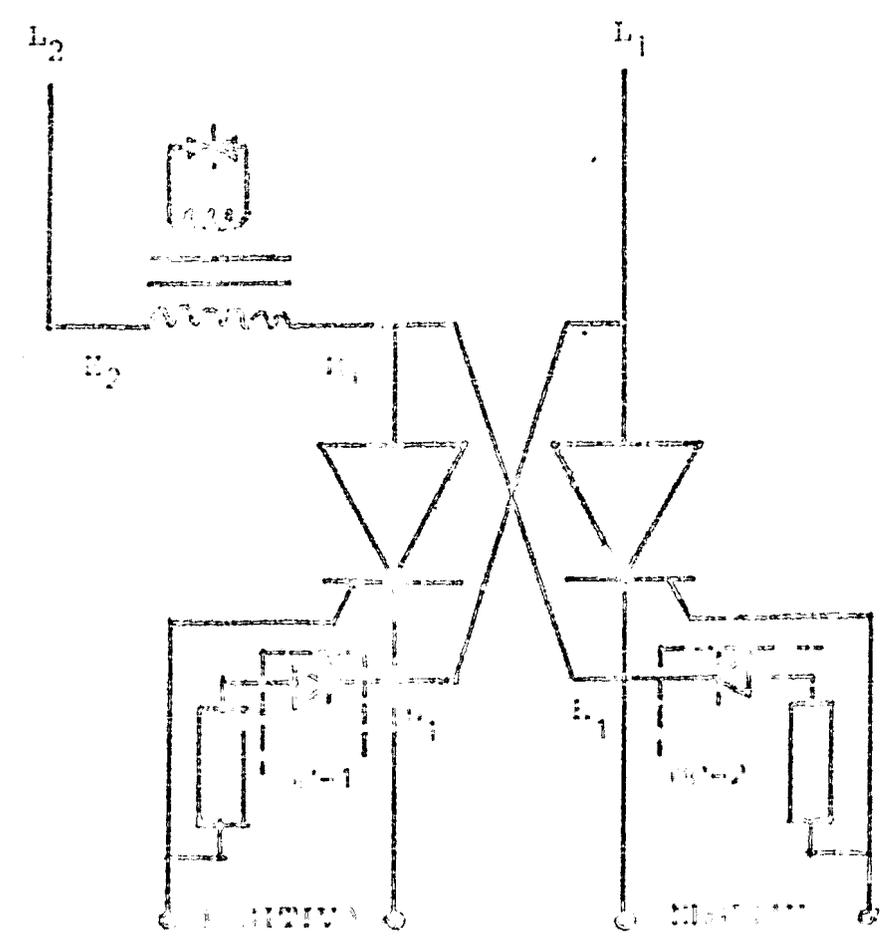


FIG. No. 26 - CIRCUITO TIPO DE SALIDA A LA LOGICA DE UN CONTROL ELECTRONICO



(A)



(B)

FIG. 2. ...

CAPÍTULO VII

EVOLUCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO DE CONTROL DE FRENO DE EMERGENCIA

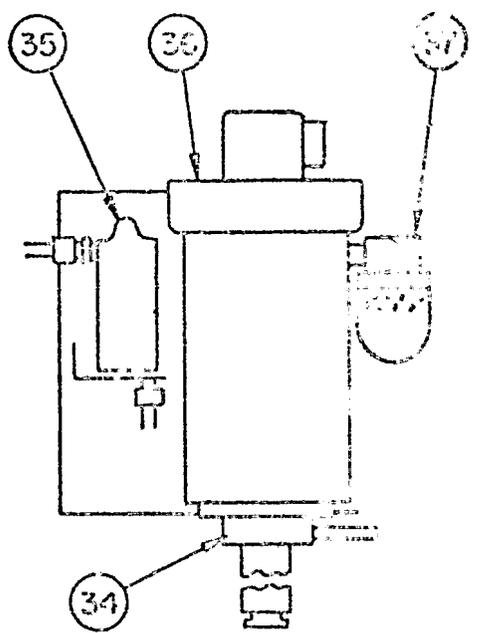
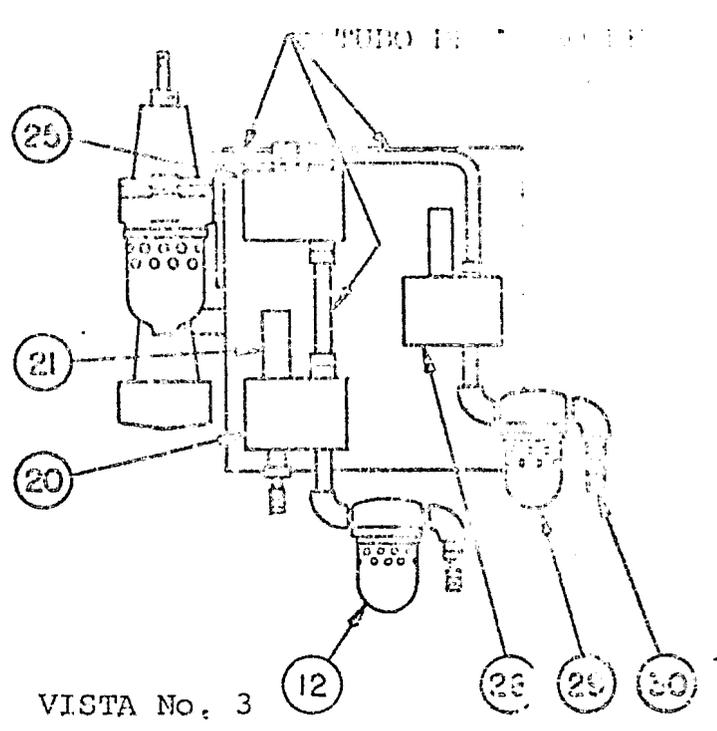
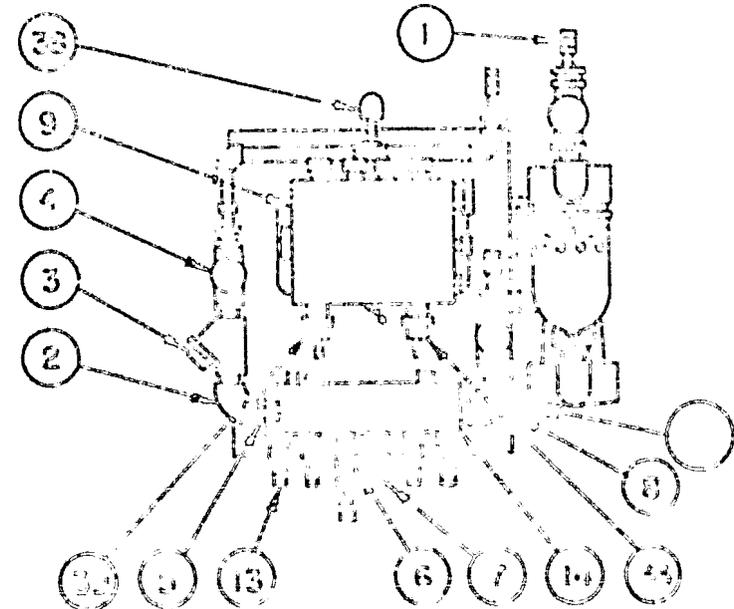
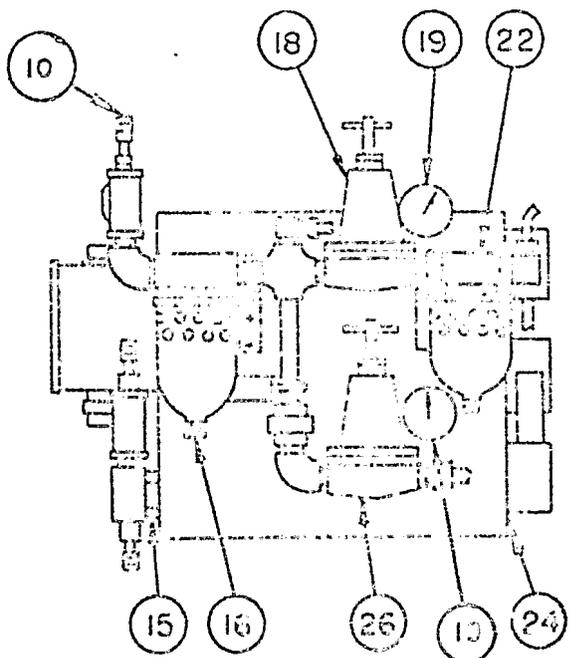
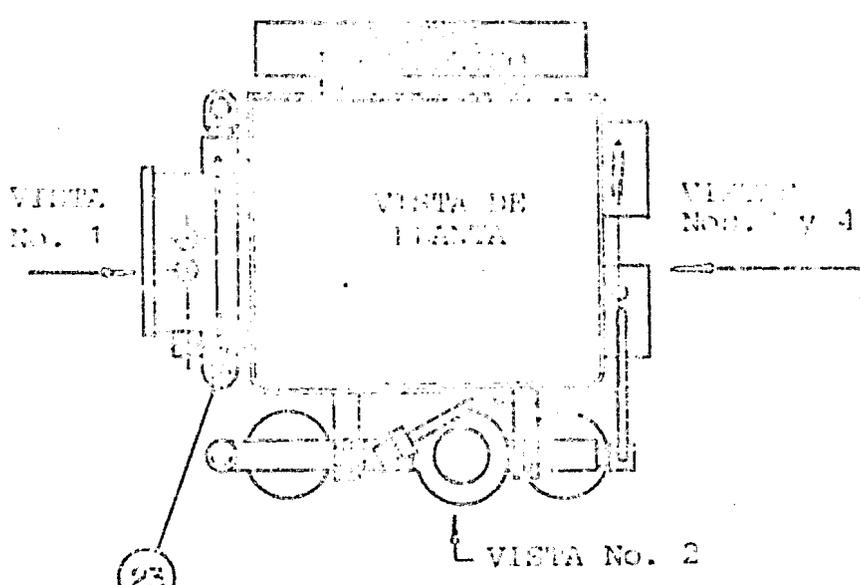
Una vez descritos los componentes más importantes de una estación de frenado por fricción por resistencia y conociendo cómo y cuál es la función que desempeñan cada uno de ellos, resultará más sencillo el trabajar con este equipo, manejarlo y ajustarlo para obtener el resultado que esperamos de él en la forma más eficiente y segura.

Dentro de la industria autocarroz existen 72 arreglos de estaciones de frenado y si se consideran las diferentes operaciones de voltaje y frecuencia disponibles en todo el mundo, se llegaría a 432 arreglos diferentes.

Estos diferentes arreglos han sido originados por las necesidades específicas de una operación de una planta. A pesar de ello, se han estandarizado, con el objeto de optimizar las experiencias vividas y de asegurar su funcionalidad, de tal forma que para determinar un arreglo se consideran las siguientes características:

1. Seleccionar la forma de colgar (suspender en el espacio) la estación, la cual podrá ser: a) en un riel, de una barra horizontal y de un bucle.
2. Seleccionar las características de operación requeridas por regular, las cuales podrán ser:
 - A) Una sola cédula, sin retracción.
 - B) Una sola cédula, con retracción.
 - C) Doble cédula, sin retracción.
 - D) Doble cédula, con retracción.
 - E) Una sola cédula y cilindro hidráulico.
 - F) Doble cédula y cilindro hidráulico.

Los tipos de frenos, A, B, C, D, E y F, se describen en los capítulos 1, 2 y 3 de este manual. Los tipos de frenos, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, se describen en el capítulo 4.



VISTA No. 4
INSTALACION HIDRAULICA

NOTA: LA LINEA DE MEDIDA DE LA
LARGURA DE LA TUBERIA...

Las opciones B y F solo se usan cuando por la fuerza requerida en los electrodos, resulta impráctico utilizar cilindros accionados por aire.

3. Seleccionar el tipo de estación por tamaño requerido para efectuar la operación, pudiendo ser:

- 150 FVA y equipo de 3/4"
- 150 FVA y equipo de 1/2"
- 75 FVA y equipo de 3/4"
- 75 FVA y equipo de 1/2"

Al decir equipo, nos referimos a: Filtros de aire, reguladores de aire, lubricadores, conectores, tubería y a herrajes y accesorios en general.

4. Seleccionar el tamaño del trolley (carretilla suspensora), según las Vigas "I" (estructura disponible en el área a instalar). En este caso se tiene como restricción el peso de la estación; en general se requiere disponer de vigas "I" de 4" a 6".
5. Seleccionar el voltaje de operación y frecuencia del área, en la cual se instalará la estación.
6. Seleccionar el calibre y longitud del cable. Los más comúnmente usados van de 400 a 600 MCMIL. de calibre y de 6 a 9 pies de longitud.

Una forma estándar de definir una estación completa se muestra en la Fig. No. 20.

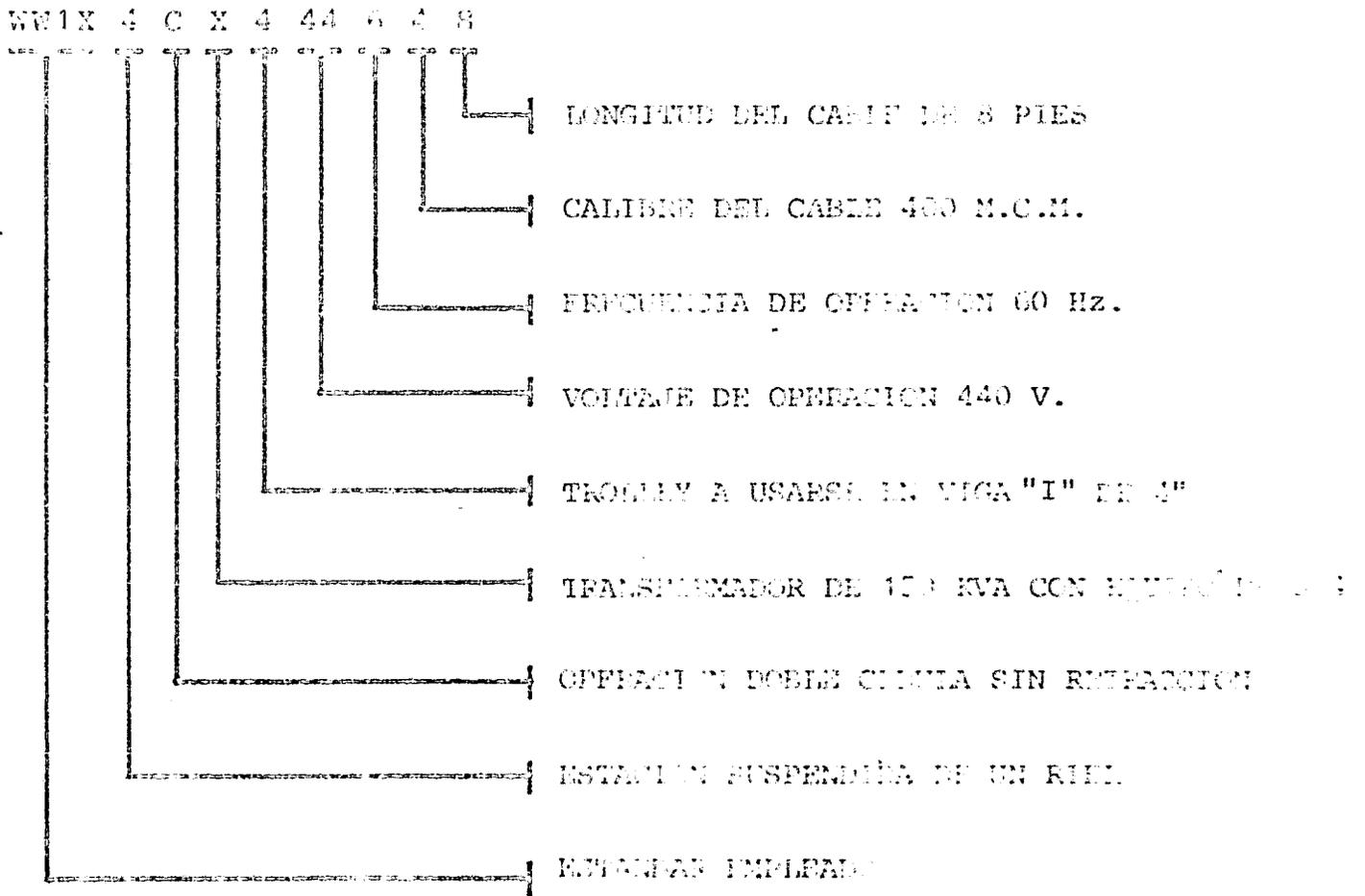


FIG. No. 29 - FORMA ESTABLE DE DEFINIR UNA ESTACION COMPLETA DE SOBRECARRILERA

LISTA DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DE UNA LINEA PUNTEADA
PUNTEADA

CANTIDAD SUJETA A SUJETOS DEL
PROYECTO

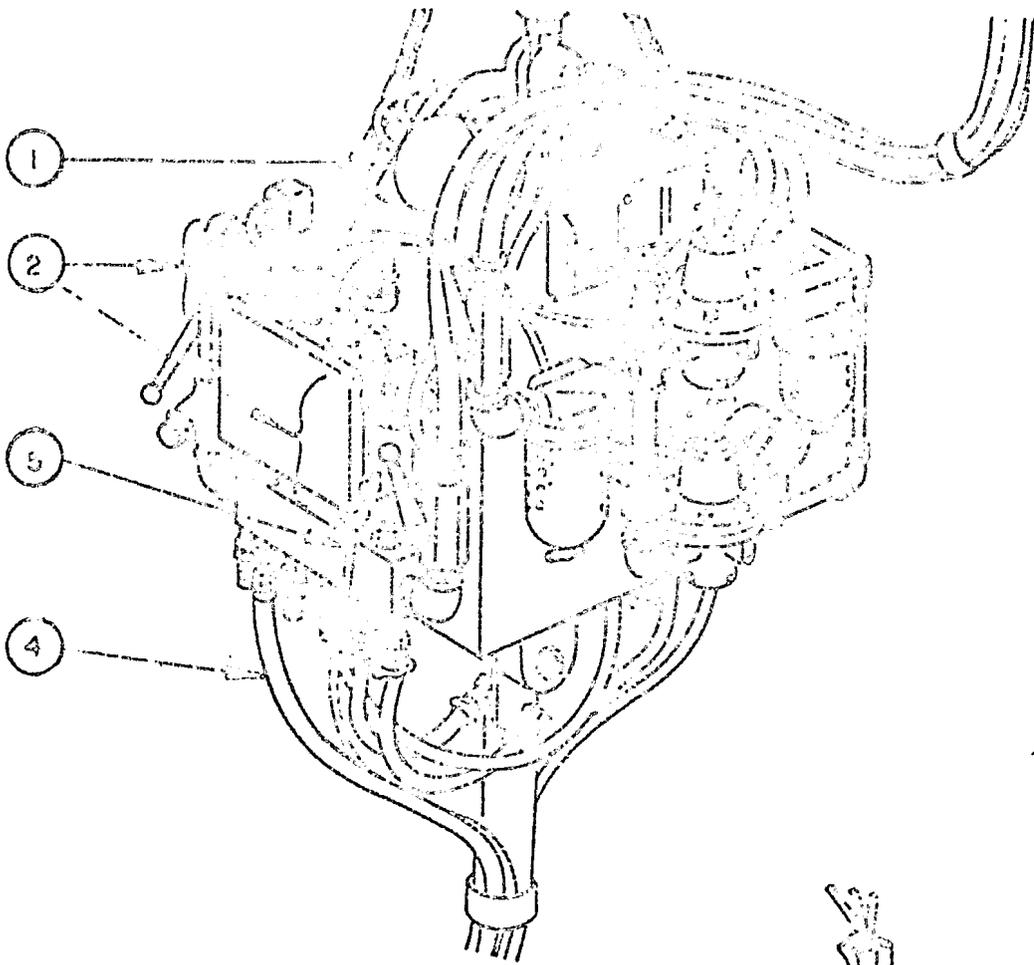
NUM.	REF.	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	1	1	Transformador de soldadura completa.
2	1	1	1	Unidad de accesorios o caja de conexiones (ver lista de accesorios).
3		Como se requiera		Manguera de aire trenzado simple con cubierta resistente al aceite y 150 psi.
4	2	2	2	Manguera de agua iguales características a la de aire.
5		Como se requiera		Cable calibre AWG # 16 G.H.
6	1	1	1	Cable bipolar de soldadura 4/0 M.C.M.
7	4	4	4	Correa de deslizamiento o fricción.
8	1	1	-	Tope o defensa de protección.
9	1	1	-	Carretilla.
10	1	-	-	Carretilla.
11	1	1	1	Balaceador.
12	-	-	1	Unite.
13	-	1	-	Barra Balaceadora.
14	1	1	1	Aislador de amarre.
15		Como se requiera		Alambre de tierra AWG # 6.
16		Como se requiera		Cable de aparato.
17		Como se requiera		Cadena de seguridad 1/2" M.C.M.-33.
18	-	-	6	Carretilla.
19	1	1	1	Indufo desmontable.
20	1	1	1	Control electrónico.

NOTAS:

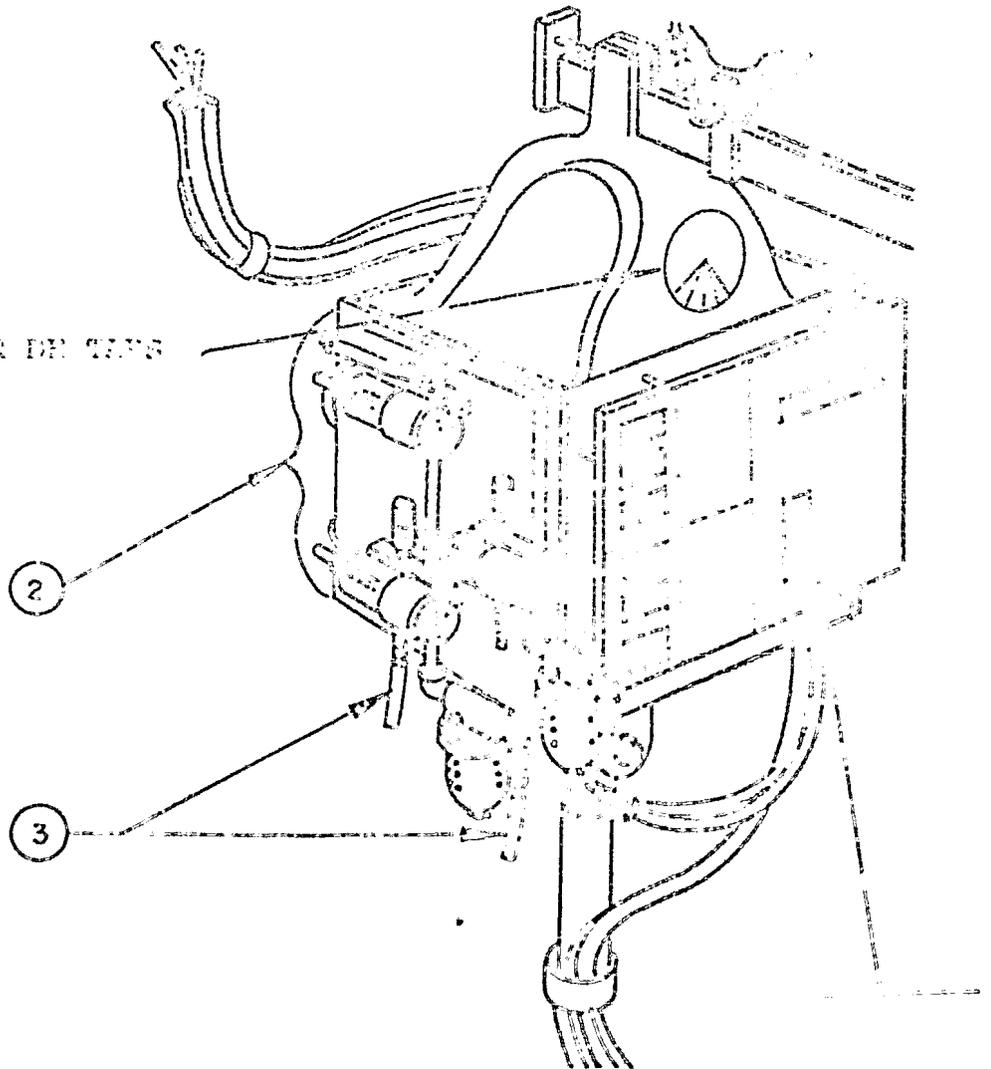
Para facilitar la identificación, generalmente se usa el Código de colores para las diferentes circuitos, a saber:

- AZUL - Aire
- VERDE - Manguera de Agua
- ROJO - Manguera de Gas
- AMARILLO - Manguera de Gas

Este documento es propiedad de la Empresa y no debe ser distribuido fuera de ella.

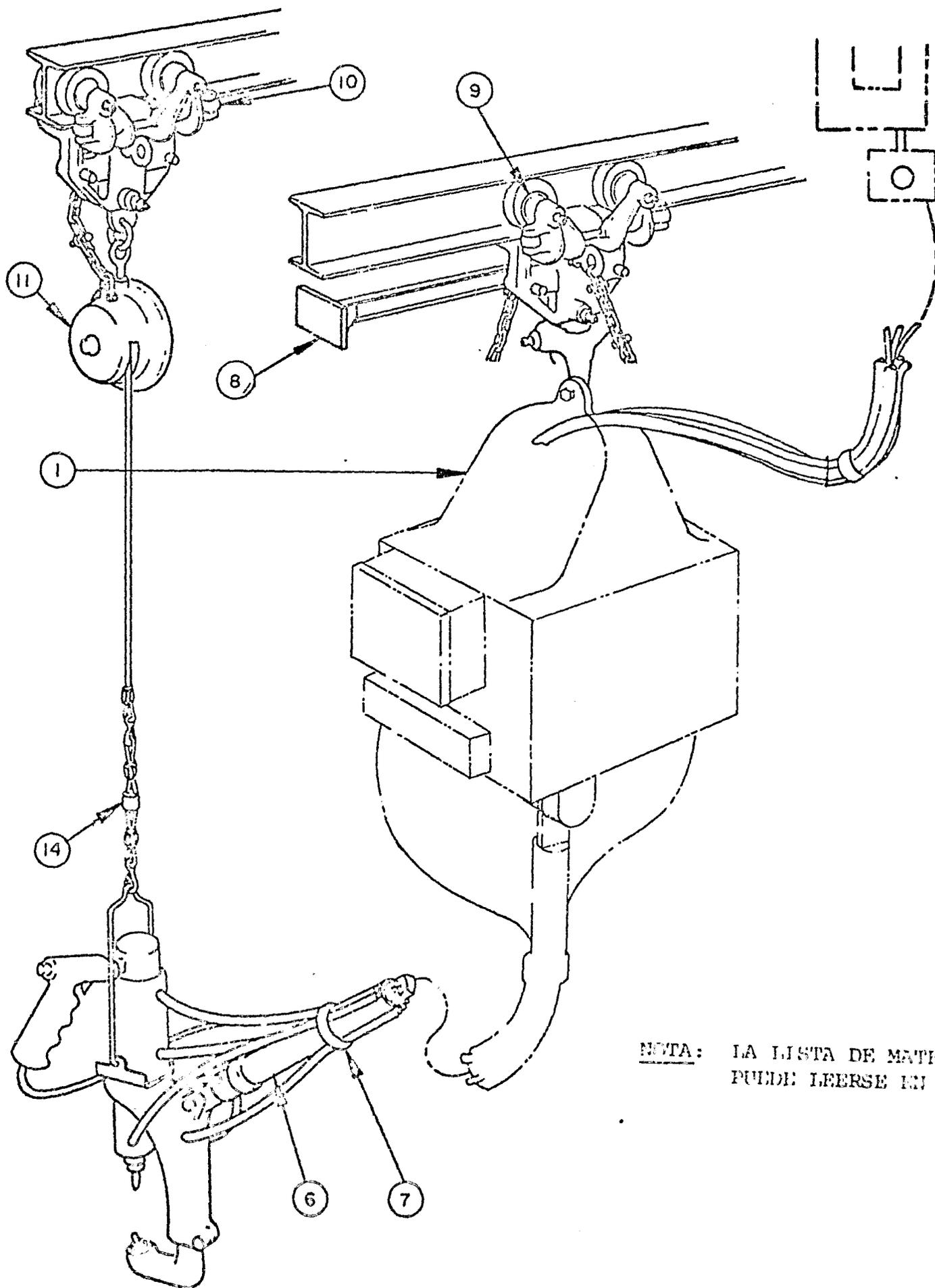


CONEXION DE TIPO



LEGA:

LA LEVA DE INTERFERENCIA
 EN LA PARTE DE LA LEVA



NOTA: LA LISTA DE MATERIALES
 PUEDE IRERSE EN LA PAG. 11

FIG. No. 11 - EQUIPO DE CRANEO PARA PORTAR EL PIANO

LISTA DE ACCESORIOS PARA UNA ESTACION DE UNA PISTOLA PUNTEADORA
PORTATIL (LA NUMERACION SE REFIERE A LAS FIGS. NOS. 28, 34, 35 Y 36)

NUM.	CANTIDAD POR OPCION						DESCRIPCION
	A	B	C	D	E	F	
1	2	2	2	2	2	2	Conexión para manguera.
2	1	1	1	1	1	1	Conexión "T" de bronce con tapón.
3	1	1	1	1	1	1	Conexión "Y" de bronce con filtro de malla monel.
4	3	3	3	3	3	3	Válvula de bola de 1/4 de giro.
5	5	5	5	5	5	5	Niple de bronce.
6	1	1	1	1	1	1	Válvula de control de flujo.
7	6	6	6	6	6	6	Conexión para manguera.
8	1	1	1	1	1	1	Charola para accesorios.
9	1	1	1	1	1	1	Caja de conexiones.
10	1	1	1	1	1	1	Conexión para manguera.
12	1	1	1	1	1	1	Lubricador.
13	4	4	4	4	4	4	Conexión para manguera.
14	1	1	1	1	1	1	Múltiple de agua.
15	4	4	4	4	4	4	Espaciador.
16	1	1	1	1	1	1	Filtro de aire.
17	1	1	1	1	1	1	Conexión "L" o codo de bronce.
18	1	1	1	1	1	1	Regulador de presión de aire.
19	1	1	2	2	1	2	Manómetro de 0-160 psi.
20	1	1	1	1	-	-	Válvula de 4 vías y 2 pasos.
21	1	1	1	1	1	1	Mofle o silenciador.
22	-	-	1	1	1	1	Lubricador de líneas de aire.
23	4	4	4	4	4	4	Espaciador.
24	4	8	8	12	-	-	Juego tornillo, tuercas y soldana.
25	-	-	1	1	-	-	Válvula selectora de dos posiciones.
26	-	-	1	1	-	-	Regulador de presión de aire.
28	-	1	-	1	-	-	Válvula para retracción. 4 vías 2 posiciones.
29	-	1	-	1	-	-	Lubricador.
30	-	2	-	2	-	-	Conexión para manguera.
33	-	1	1	1	-	1	Indicador eléctrico
34	-	-	-	-	1	1	Reactor agua-aire 10:1
35	-	-	-	-	-	1	Válvula selectora de 4 vías 2 posiciones.
36	-	-	-	-	1	1	Válvula de conexión de 4 vías 2 posiciones.
37	-	-	-	-	1	1	Lubricador.
38	1	1	1	1	1	1	Indicador de bronce para flujo de agua.

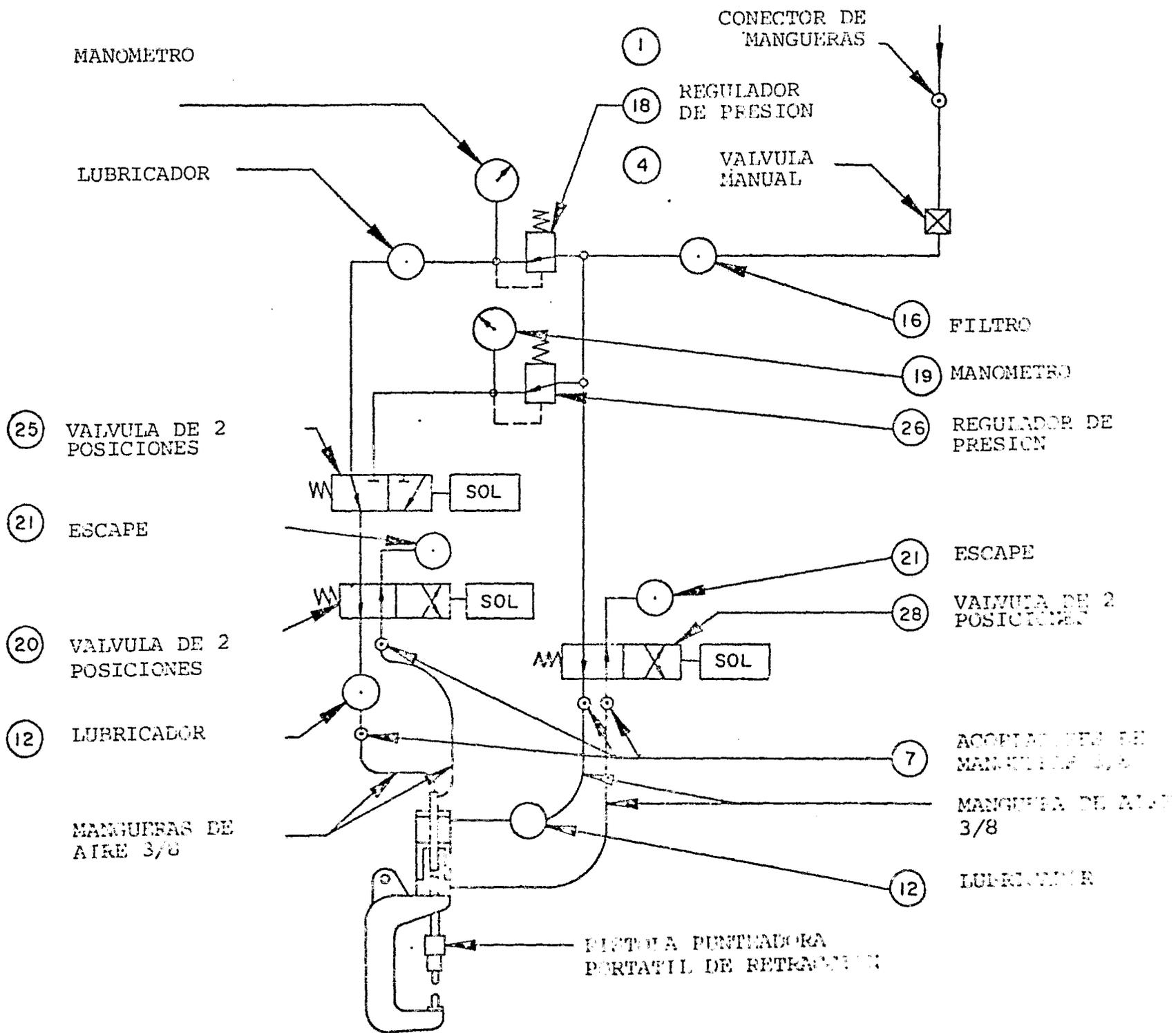


FIG. No. 34 - DIAGRAMA DEL CIRCUITO NUMERICO DE UNA ESTACION DE SOLDADURA PORTATIL CON DOBLE CILINDRO Y RETRACCION.

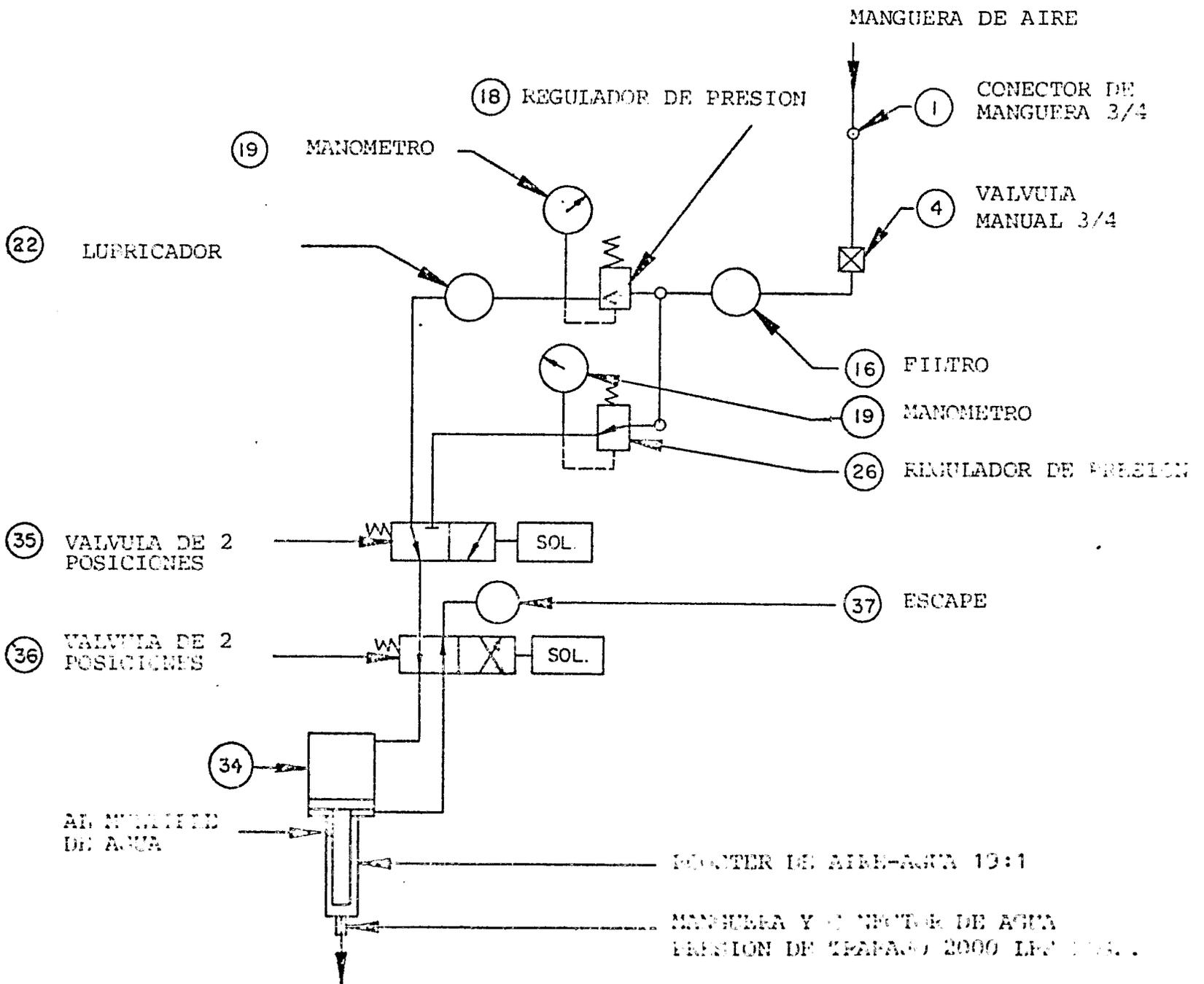


FIG. No. 35 - CIRCUITO MANTENEDOR - HIDRAULICO DE UNA ESTACION DE MANTENEDOR POTENCIAL CON DOBLE CELULA

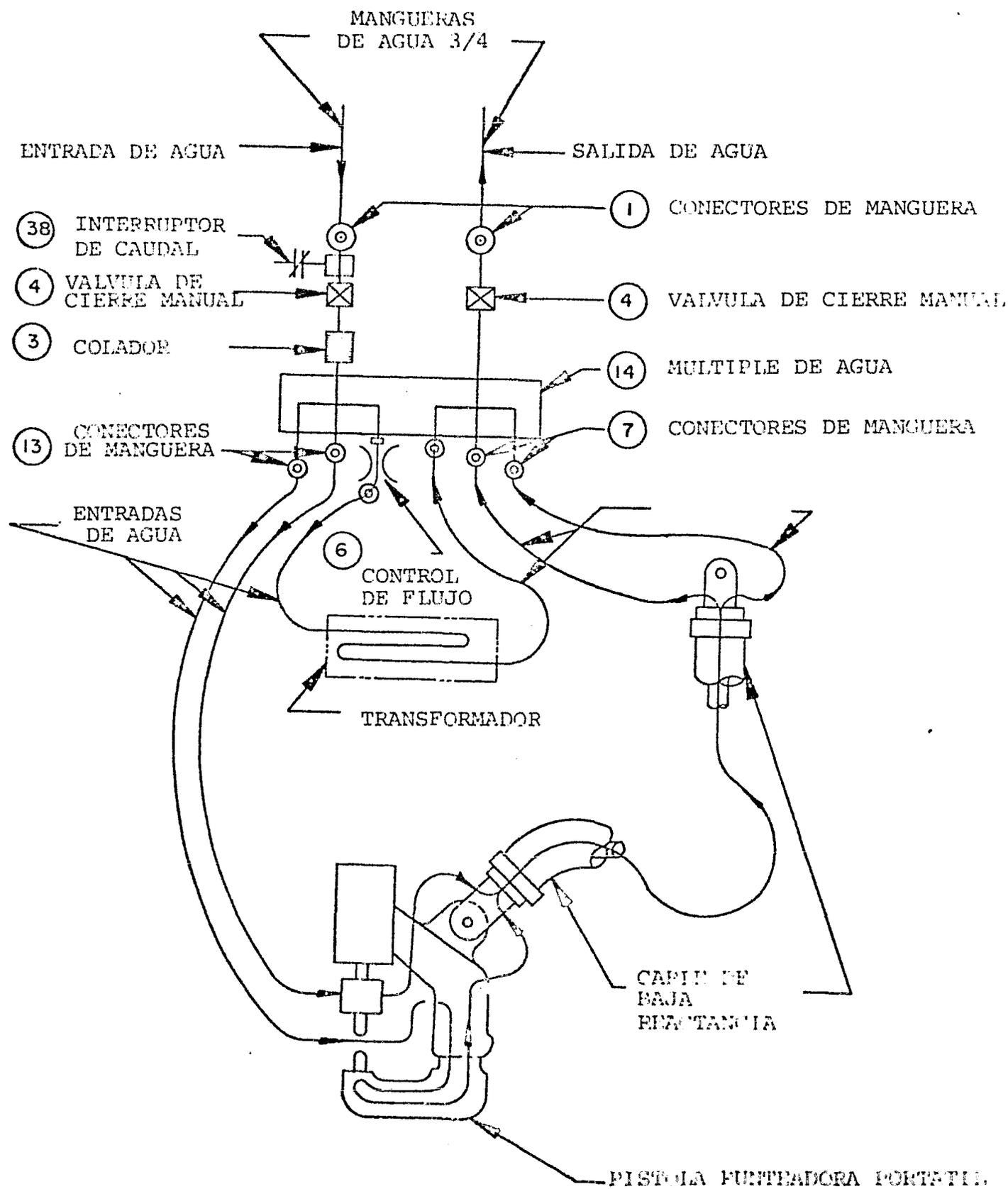
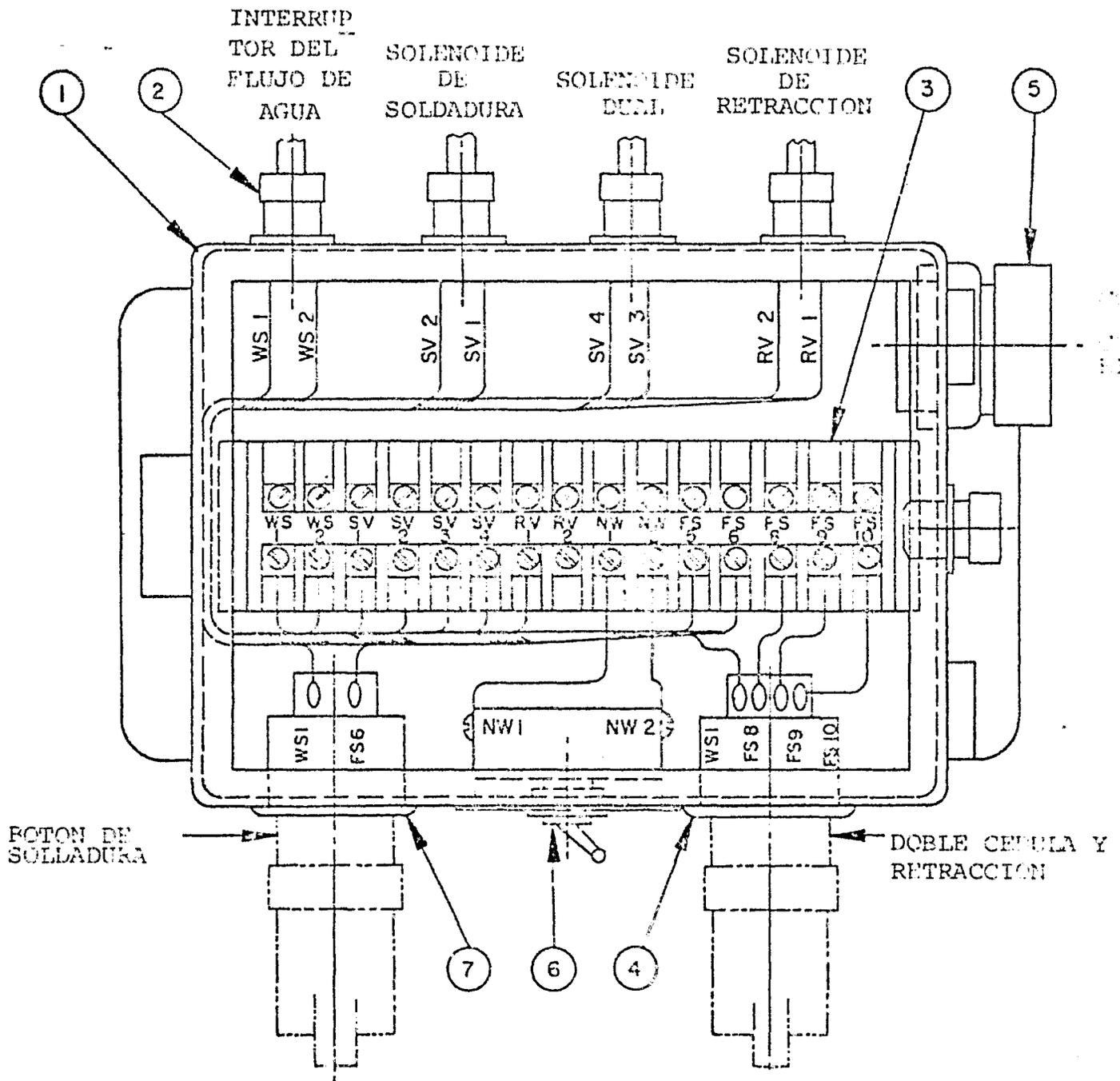


FIG. NO. 36 - CIRCUITO TIPO DE AGUA DE UNA ESTACION DE SOMBREA DE FUMIGACION

Enseguida se muestran las Figuras Nos. 37 y 38 en las que se puede observar el ensamble de la caja de conexiones de una estación de soldadura portátil y un diagrama de conexiones eléctricas.

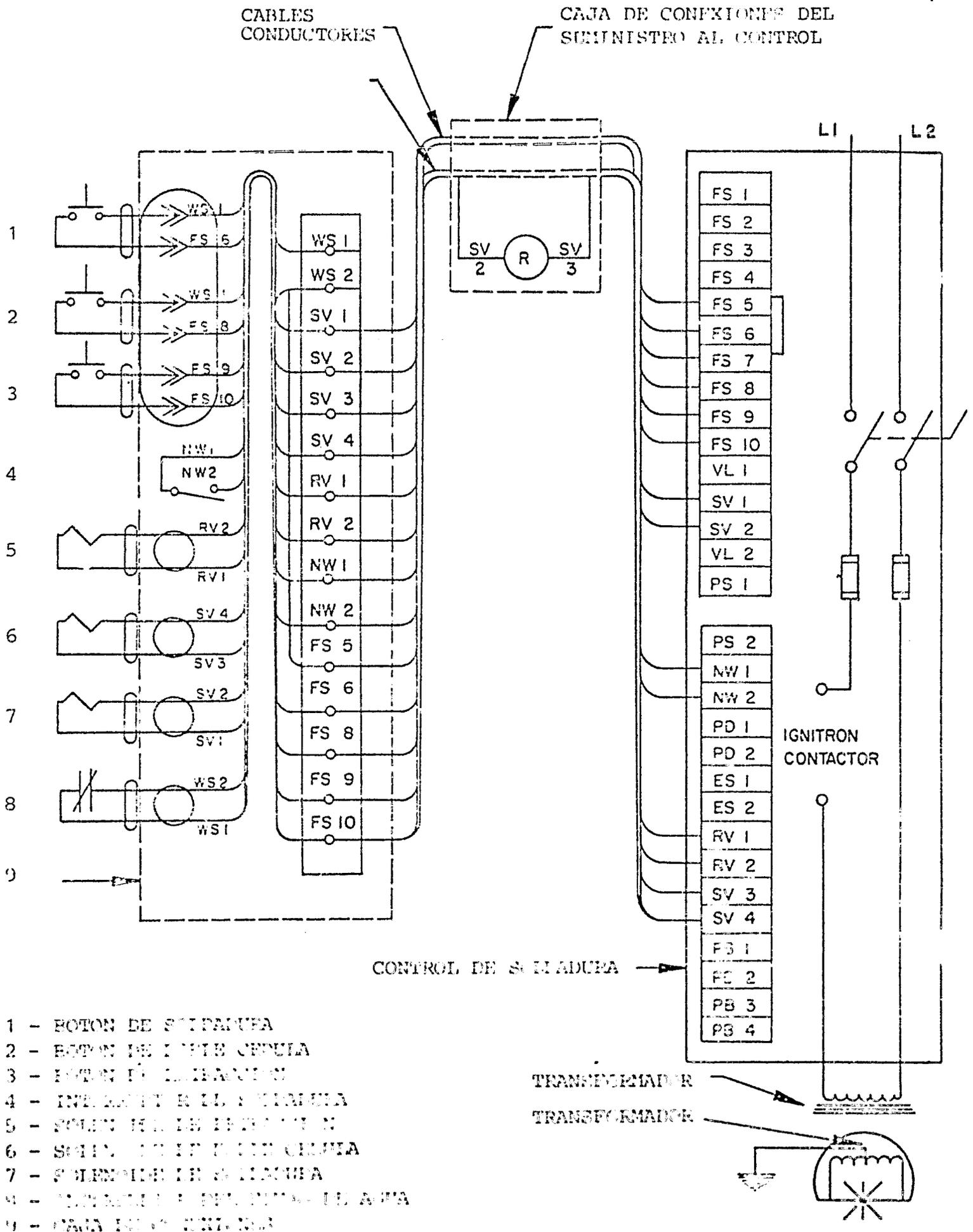
Hasta aquí, hemos definido en forma parcial cada uno de los elementos componentes principales de una estación de soldadura y su interconexión para formar un todo, que es como físicamente estaría trabajando la máquina, mostrando en forma detallada la relación de partes y su conexión, con lo cual estaríamos en condiciones de establecer una estación de soldadura por resistencia completa, que es el equipo actualmente usado en las plantas armadoras de carrocerías en México.



LISTA DE MATERIALES

SIMBOLO	CANTIDAD	
1	1	CAJA DE CONEXIONES
2	5	CONECTOR
3	1	TERMINAL
4	1	RECEPTACULO DE 4 POLOS
5	1	CUBIERTA
6	1	INTERRUPTOR
7	1	RECEPTACULO DE 2 POLOS

FIG. No. 40 - DETALLE DE LA CAJA DE CONEXIONES DE UNA ESTACION DE TRATAMIENTO POPULAR.



- 1 - BOTON DE SOLDADURA
- 2 - BOTON DE LIMPIE CENIZA
- 3 - BOTON DE CALIBRACION
- 4 - INTERRUPTOR DE LA SOLDADURA
- 5 - SOLENOIDO DE LA SOLDADURA
- 6 - SOLENOIDO DE LA LIMPIE CENIZA
- 7 - SOLENOIDO DE LA SOLDADURA
- 8 - INTERRUPTOR DEL NIVEL DE AGUA
- 9 - CABLES CONDUCTORES

Fig. 1. - Esquema de la línea de control para el ignitron en una estación de control manual.

Una vez que hemos conocido todos los componentes de una soldadora portátil por resistencia, es conveniente revisar algunos aspectos que nos auxiliarán para obtener el mejor uso de nuestra máquina soldadora y por consiguiente una soldadura de calidad.

Diremos que las principales causas de defectos o mala calidad en soldadura, son por falta de control en uno o más de los siguientes puntos:

1. Calor (corriente de soldadura)
2. Tiempo.
3. Fuerza entre los electrodos.
4. Diámetro de la cara de los electrodos.
5. Espacio entre puntos de soldadura.
6. Condiciones de los metales.
7. Posición de las punteadoras.

1. CALOR

El calor es función de la corriente y está controlado por la posición del tap del transformador, así como por el control electrónico. Ambos deben ser ajustados para obtener la corriente de soldadura adecuada en los materiales a soldar.

Suponiendo condiciones idénticas de soldadura, el ajuste de calor variará con el tipo de instalación en sus partes, tal como la condición del cable bipolar, la corriente de la punteadora, etc., de tal forma que: Demasiado calor producirá quemaduras y quemaduras; insuficiente calor producirá soldaduras débiles y con fallas.

2. TIEMPO

Son funciones del tiempo en un ciclo de soldadura el aprietado, soldadura, tiempo fuera y tiempo fuera, los cuales se ajustan.

el control electrónico y cada uno de ellos juega un papel preponderante en la calidad de la soldadura.

- a) Apriete.- Es el período que se da para que los electrodos se junten y den la presión de soldadura requerida antes de que circule corriente. Tiempos cortos de apriete causan: Arcos, chisporroteos y expulsiones de metal y fallas en la soldadura. Tiempos largos de apriete causan: Una operación muy lenta de soldadura.

- b) Soldadura.- Es el tiempo durante el cual se permite la circulación de corriente a través del metal a soldar y debe proporcionar la correcta cantidad de calor para soldar, la cual depende del espesor de los materiales y de la condición de su superficie; excesivo tiempo de soldadura causará: Quemaduras, quebraduras y fallas. Corto tiempo causará soldaduras de pobre calidad.

Es importante aclarar que, en operaciones donde una misma pistola punteadora tiene que soldar bajo dos diferentes juegos de parámetros o condiciones simultáneamente, se requiere doble cédula de soldadura.

Una de las fallas más comunes en pistolas punteadoras con doble cédula, se origina por la equivocación del operario al seleccionar cuál de las dos cédulas debe accionar en una operación determinada.

- c) Retención.- Es el período durante el cual se retienen los electrodos con presión (después de cortar la corriente) hasta que la soldadura se ha enfriado. Un período insuficiente de retención causará soldaduras débiles, y un período excesivo sólo ocasionará pérdida de tiempo innecesaria.

- d) Tiempo total.- Este tiempo simplemente proporciona un balance entre los períodos de apriete y retención en el momento preciso. Un tiempo total muy corto ocasiona:

pérdidas de tiempo; ésto es, no afecta a la calidad de la soldadura, por lo que puede ajustarse para adecuarla a la habilidad del operario.

3. FUERZA ENTRE ELECTRODOS

Esta es controlada por un regulador de presión, el cual es parte de los accesorios que ya vimos instalados en un transferrador. Esta fuerza es función de los espesores de material a soldar y se ajusta según el tipo de pistola utilizada como se vió en capítulos anteriores.

La fuerza entre electrodos así ajustada, puede tener variaciones originadas por mangueras, conexiones o reguladores en malas condiciones o con fugas; o bien, por pobre lubricación de cilindros, aspectos que deberán cuidarse para obtener una buena soldadura.

4. DIAMETRO DE LA CARA DE LOS ELECTRODOS

Para tener una soldadura resistente, se deberá tener un determinado tamaño de pepita; éste, en función del diámetro de los electrodos y del espesor de los materiales a soldar. (Ver tabla de la Fig. No. 39, para diámetros de cara).

Un diámetro menor causa una pepita menor y una pobre soldadura o resistencia a la tensión.

Un diámetro muy grande causará que la corriente se distribuya en una área muy grande y por consiguiente fallará en la soldadura. Es importante por lo tanto, seleccionar y mantener el tamaño de la cara del electrodo correctamente, para lograr una soldadura de calidad.

5. LONGITUD DE LA UNIDAD SOLDADURAS

El espacio mínimo entre puntos de soldadura, es función

VALORES MINIMOS

ESPESOR DEL METAL	ELECTRODOS			FUERZA ENTRE ELECTRODOS (LBS.)	TIEMPO DE SOLDADURA (CICLOS) 60 CPS	CORRIENTE EN EL SECUNDARIO (APROX.) AMPERES	ESPACIO MINIMO ENTRE SOLDADURAS \bar{L} a \bar{L}	DIAMETRO DEL BOTON EN LA PRUEBA DESTRUCTIVA	
	D	d	RADIO ESFERICO (r)					DESPRENDIMIENTO MINIMO PRODUCIDO	FRAGUADO MINIMO
.030	.62	.18	-	450	8	10,000	.50	.12	.19
.036	.62	.25	-	550	9	11,000	.50	.15	.25
.042	.62	.25	-	700	10	12,500	.75	.18	.25
.048	.62	.25	-	800	12	13,000	.75	.18	.25
.060	.62	.25	-	980	15	14,250	1.0	.18	.25
.075	.75	.31	2.0	1,220	18	15,000	1.25	.25	.31
.090	.75	.31	2.0	1,450	24	16,000	1.375	.25	.31
.106	.75	.35	2.0	1,720	30	17,000	1.5	.25	.35
.118	.75	.35	2.0	1,880	36	18,000	1.75	.31	.35
.125	.75	.35	2.0	2,000	40	19,000	1.75	.31	.35
.132	.75	.35	2.0	2,120	46	20,000	2.0	.31	.35

NOTAS:

1. EL ESPESOR DEL METAL CONSIDERADO ES EL MAS DELGADO DE LOS QUE SE UNIRAN
2. PARA ESPESORES DE .30 a .60 EL ANGULO "A" DEL CORTE DEL ELECTRODO SERA 90° Y DE .75 a .132 SERA 140°
3. LAS MEDIDAS QUE NO MUESTRAN UNIDADES SON PULGADAS

FIG. No. 39 - PARAMETROS ESTANDAR PARA SOLDADURA POR RESISTENCIA

espesor de los materiales, como se muestra en la tabla de la Fig. No. 39. El uso de un patrón de puntos de soldadura más cerrados al patrón mostrado en la tabla, resultará en soldaduras débiles, debido a desviaciones con otras soldaduras rotas.

Cuando la soldadura se hace con tres espesores de material, el espacio se deberá incrementar entre 25% y 30% del mostrado en la tabla.

Cuando por requerimientos del producto, los puntos deban ser muy cerrados o de costura, los parámetros de soldadura deberán ajustarse para cubrir el incremento por la acción de desviaciones.

6. CONDICIONES DE LOS METALES

Todos los metales a ser punteados, deben estar limpios de suciedad o grasa y libres de escamas y acondicionados para que las zonas a soldar estén en contacto; cualquier falla de estas condiciones causará una mala soldadura, ya que las punteadoras no son herramientas de formado.

7. POSICION DE LA PUNTEADORA

La pistola debe ser colocada aproximadamente a 90° de la superficie de trabajo a ser soldada. Si se mantiene la pistola en un ángulo diferente se produce un deslizamiento y una distribución de calor sobre él, lo que invariablemente causará fallas en la soldadura.

Ajustando la estación de soldadura de tal forma que se incluyan las características anteriores, se lograrán soldaduras de calidad.

Para terminar, un breve comentario clasificatorio de soldadura por punto, la cual la soldadura se realiza en un medio seco.

trar las condiciones requeridas para un tipo de superficie; ésta es: Clase 1, 2 y 3.

Soldadura Clase 1.- Es para superficies que no deben tener huella de soldadura después de darles un acabado que no exceda el 10% del espesor del material soldado y que la marca se quite totalmente con la pintura.

Soldadura Clase 2.- Es para superficies que aceptan un desplazamiento mínimo de metal; ésto es, entre 10 y 15% del espesor del material; no aceptan expulsiones sobre la cara de la superficie y el lado opuesto se gobierna por la soldadura Clase 3.

Generalmente las máquinas soldadoras requieren de alguna de las siguientes ayudas, para lograr la soldadura Clase 2:

- a) Mascarillas de cobre.
- b) Electrodo giratorios.
- c) Electrodo de bloque.
- d) Electrodo planos.

Las superficies de contacto de estas ayudas, deben mantenerse en condiciones adecuadas a la forma de la parte.

Soldadura Clase 3.- Cubre superficies que aceptan marcas normales; ésto es, que no excedan el 25% del espesor del material a soldar.

En casos en los que por seguridad sea inaceptable la expulsión de soldadura o desplazamiento de material o bien por apariencia, se usará el tipo de soldadura llamado Clase 3 libre de expulsiones.

CAPITULO VIII

ARREGIO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE DE CARROCERIAS CON ESTACIONES DE SOLDADURA POR RESISTENCIA

Comenzaremos por describir en forma muy general cómo es el proceso de ensamble de una carrocería. Para nuestros fines, seleccionaremos una carrocería del tipo compacto; ésto es, que no requiere chasis (aunque se pudo seleccionar cualquier otro tipo, ya que la mecánica a seguir es la misma) y diremos que el ensamble de una carrocería se compone fundamentalmente de los siguientes subensambles o grupos de operaciones:

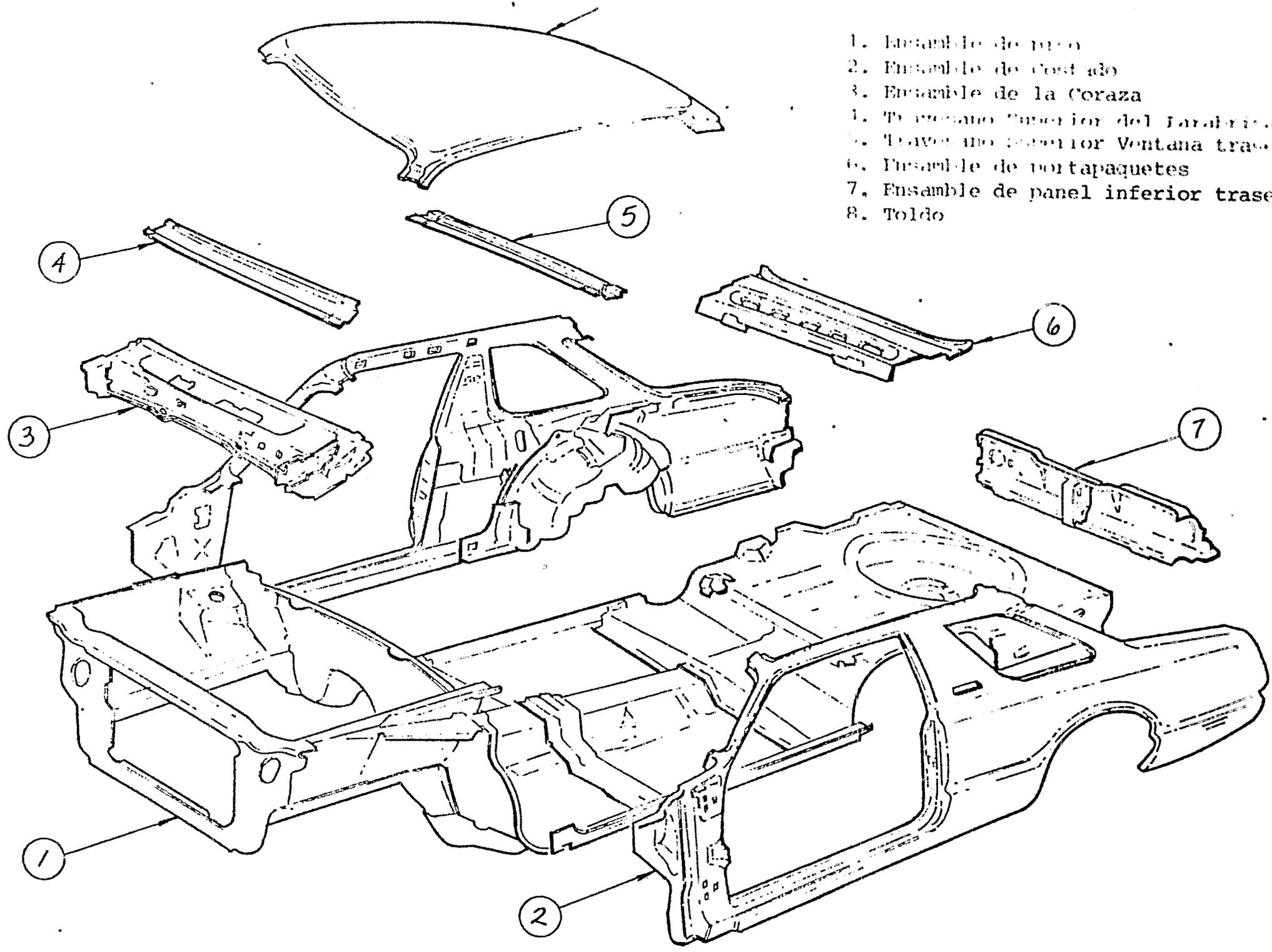
- Subensamble de conchas (alojamiento de ruedas traseras).
- Subensamble de cuarto trasero.
- Subensamble de costados.
- Subensamble de compartimiento de motor.
- Subensamble de piso.
- Subensamble de portapaquetes.
- Subensamble de cubierta inferior trasera.
- Ensamble principal de carrocería (en esta prensa se unen el piso con los costados y el toldo).
- Repunteo de carrocería.

En cada uno de los subensambles anteriores, se requiere disponer de una prensa o herramienta de fijación de las diferentes partes que se van a unir, de tal forma que garantice la correcta unión y uniformidad de los componentes a ensamblar en ella. En las Figs. Nos. 40 y 41 se muestra un ejemplo de las partes a ensamblar y la prensa correspondiente.

Las prensas o herramientas de fijación sujetan las partes a unir en puntos de control maestro, a partir de los cuales se ha hecho el diseño de todos y cada uno de los componentes de la carrocería particular y del automóvil en general. De ahí que su localización tenga que ser invariable para poder conseguir ensambles de calidad.

El modo de usar las prensas es como sigue:

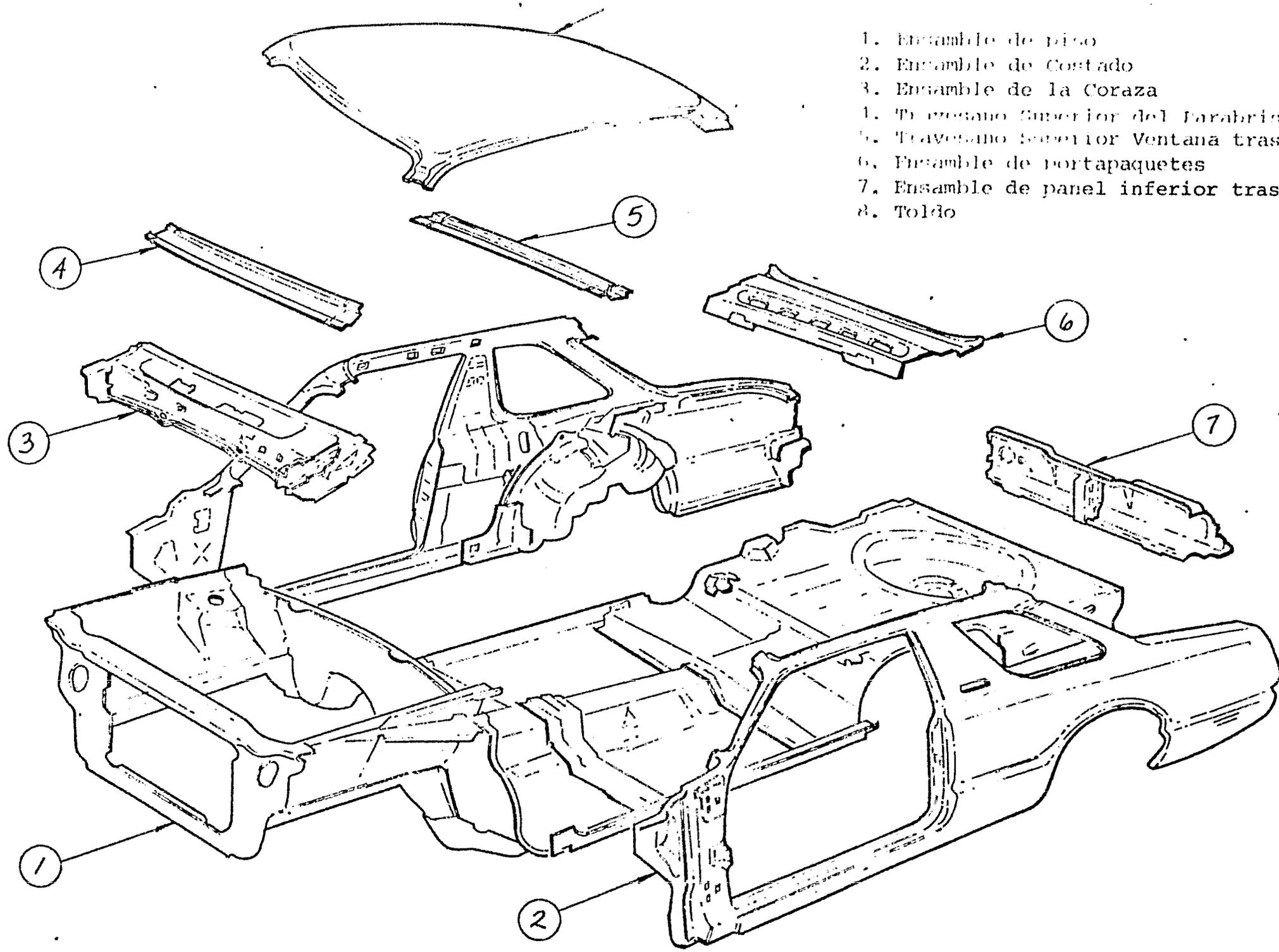
(11)



- 1. Ensamble de pino
- 2. Ensamble de costado
- 3. Ensamble de la Coraza
- 4. Travesaño Superior del Tarabita
- 5. Travesaño Inferior Ventana trasera
- 6. Ensamble de portapaquetes
- 7. Ensamble de panel inferior trasero
- 8. Toldo

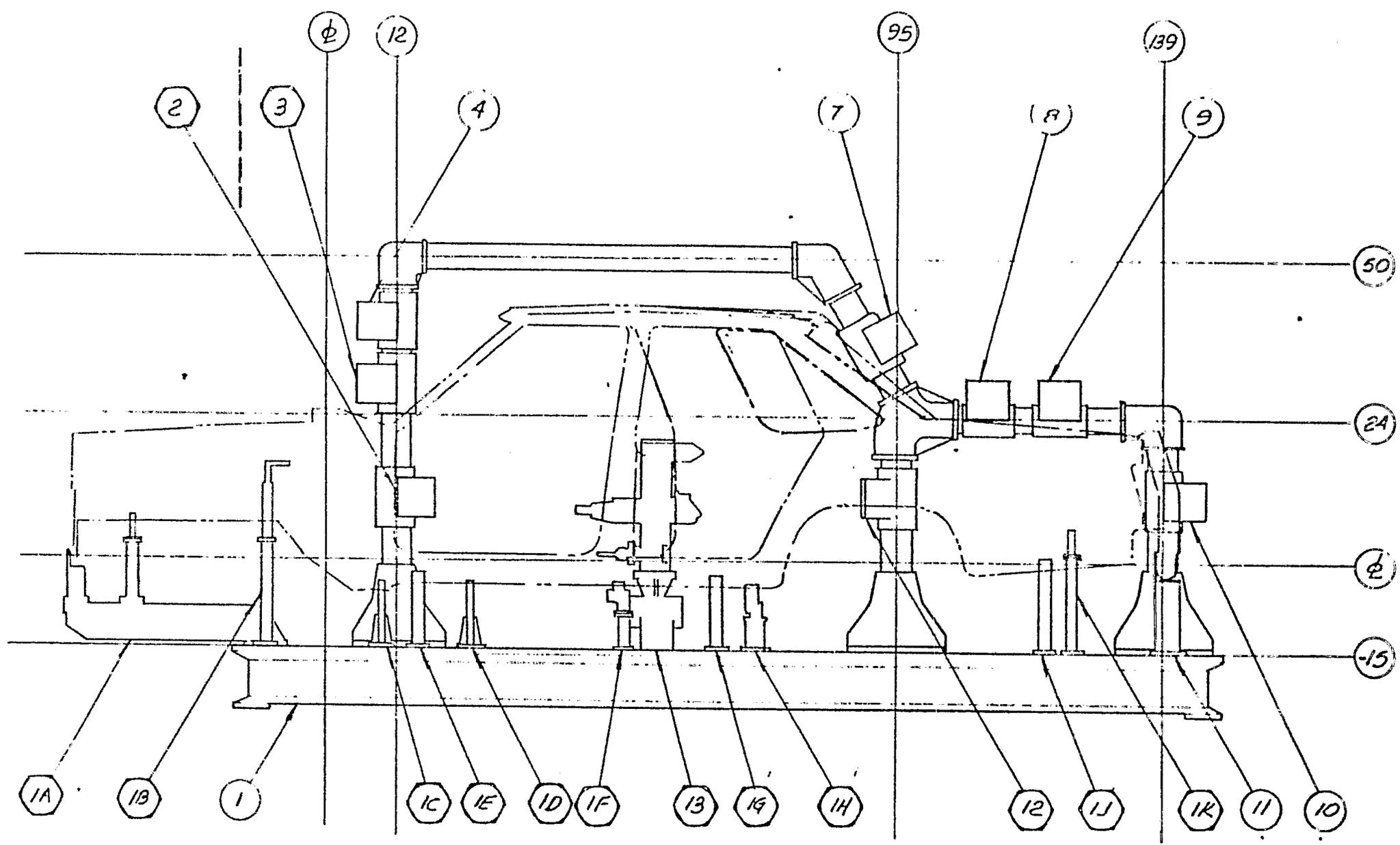
Fig. No. 44 - PARTES COMPONENTES DEL ENSAMBLE DE UNA CARROCERIA

(10)



- 1. Ensamble de piso
- 2. Ensamble de Costado
- 3. Ensamble de la Coraza
- 4. Travesaño Superior del Parabrisas
- 5. Travesaño Inferior Ventana trasera
- 6. Ensamble de portapaquetes
- 7. Ensamble de panel inferior trasero
- 8. Toldo

FIG. NO. 40 - PARTES COMPONENTES DEL ENSAMBLE DE UNA CARROCERIA



NOTA: LA LISTA DE COMPONENTES ESTE IMPRIME EN LA PAG. NO. 77

FIG. NO. 41 - MECANISMO PARA ELIMINAR DE LA CARROCILLA

RELACION DE COMPONENTES DE LA PRENSA DE ENSAMBLE
PRINCIPAL MOSTRADA EN LA FIGURA No. 41

1. BASE PRINCIPAL DE LA ESTRUCTURA
 - 1A. TORRE FRONTAL CON GUIA
 - 1B. TORRE LATERAL DELANTERA CON SUJETADOR
 - 1C. TORRE SOPORTE DEL MIEMBRO LATERAL Y GUIA
 - 1D. TORRE SOPORTE DEL MIEMBRO LATERAL TRASERO Y GUIA
 - 1E. TORRE SOPORTE LATERAL EXTERIOR
 - 1F. TORRE SOPORTE DEL PISO DELANTERO
 - 1G. TORRE SOPORTE DEL CIMIENTO
 - 1H. TORRE SOPORTE Y LOCALIZADOR DEL PISO TRASERO
 - 1J. TORRE SOPORTE DEL CUARTO TRASERO
 - 1K. TORRE SOPORTE Y LOCALIZADOR DEL PISO TRASERO
2. UNIDAD SUJETADORA Y LOCALIZADORA DEL PILAR DELANTERO
3. UNIDAD SUJETADORA Y LOCALIZADORA DE LA CORAZA SUPERIOR
4. UNIDAD SUJETADORA Y LOCALIZADORA DEL SOPORTE DE PARABRISAS
7. UNIDAD SUJETADORA Y LOCALIZADORA DE LA VENTANA TRASERA
8. UNIDAD SUJETADORA Y LOCALIZADORA DEL PORTAFUQUETES
9. UNIDAD SUJETADORA DEL CUARTO TRASERO
10. UNIDAD LOCALIZADORA DEL CUARTO TRASERO A REFUERZO DE CAJONERA Y CUBIERTA INFERIOR TRASERA
11. UNIDAD LOCALIZADORA Y SUJETADORA DE LA CUBIERTA INFERIOR TRASERA AL PISO
12. UNIDAD LOCALIZADORA Y SUJETADORA DEL PILAR PARA EL CIERRE DE LA PUERTA
13. UNIDAD LOCALIZADORA Y SUJETADORA DEL PILAR CENTRAL Y PILAR DEL CIERRE DE LA PUERTA

1. Asegurar que todas las unidades que componen la herramienta de sujeción, estén en su posición correcta (abiertas o cerradas según sea su diseño).
2. Colocar las partes a unir en la secuencia que pida el proceso y actuar las unidades de sujeción que mantengan fijas estas partes.
3. Tomar la máquina punteadora que se requiera, para efectuar una operación determinada y soldar.
4. Una vez soldadas las partes, actuar las unidades de fijación de la prensa para liberar el ensamble efectuado y trasladarlo a la siguiente operación.
5. Estas acciones se repiten en cada una de las prensas, donde se realizan operaciones subsecuentes hasta llegar a la parte final del ensamble, que es el repunteo de la carrocería. En esta etapa, no se cuenta con herramientas de sujeción; aquí la carrocería ya está armada y sólo se dan puntos de soldadura adicionales (repunteo), para reforzar aquellas zonas de la carrocería en las que no se tenía accesibilidad para que las máquinas punteadoras portátiles pudieran soldar, debido a la obstrucción de las propias prensas utilizadas en los diferentes subensambles.

Una vez que hemos descrito cómo es el proceso de ensamble, analicemos cuáles son los aspectos a considerar para determinar qué tipo de estaciones de soldadura y cuántas se requieren en cada prensa para efectuar un subensamble; éste es, qué aspectos son importantes para determinar el arreglo de la línea de ensamble en lo que a equipo de soldadura se refiere.

En los capítulos anteriores se ha establecido que existe una gran variedad de máquinas punteadoras portátiles, así como diferentes métodos de estaciones de soldadura y que esta diversidad se relaciona con la necesidad de satisfacer las necesidades más caprichosas de solda-

dura y facilitar su ejecución, de tal manera que resulta complejo hacer una selección adecuada del equipo a instalar en una línea para ensamblar carrocerías, por lo que, es indispensable tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- A) Determinar los parámetros de soldadura requeridos para cada operación (fuerza entre electrodos y corriente de soldadura).
- B) Determinar las características eléctricas con que cuenta la planta o lugar donde se pretenda efectuar el ensamble de la carrocería (frecuencia y tensión en las líneas de alimentación eléctrica).
- C) Determinar las características dimensionales y de forma, de las partes a soldar.
- D) Determinar las características dimensionales y de forma de las prensas o herramientas de fijación, para los diferentes subensambles de que se compone la carrocería.
- E) Determinar las características estructurales de la planta o lugar donde se fabricarán las carrocerías.
- F) Determinar el número de unidades o subensambles a fabricar en una prensa dada.

Del análisis de los puntos "A" y "B", se determinan las características eléctricas del transformador de soldadura, éstas es: Capacidad en KVA's (150 ó 75 KVA's), Tensión (220 ó 440 V.), frecuencia en Hz. (50 ó 60). Obviamente, la capacidad en KVA's requerida, dependerá del parámetro de soldadura (intensidad de corriente entre electrodos), para producir el calor que permita la unión de metales.

La intensidad de corriente requerida para soldar carrocerías, generalmente está entre 7,000 y 35,000 amps., pudiendo variar este rango dependiendo; como ya se vió en capítulos anteriores, del espesor y tipo de material a unir.

Es importante aclarar que los parámetros de soldadura son aplicables a los electrodos de la máquina punteadora y no al secundario del transformador.

Una vez determinada la capacidad en KVA's del transformador, las demás características eléctricas quedan condicionadas a las de la planta o lugar donde se hará la instalación.

Del análisis de los puntos "A", "C" y "D", se determina el tipo de pistola punteadora a utilizar, para efectuar las operaciones del subensamble en análisis.

Resulta evidente que el análisis dimensional y de forma, tanto de las partes a soldar, como de la herramienta de fijación, nos darán la geometría de la pistola punteadora que se requiera y que los parámetros de soldadura nos darán la capacidad eléctrica y mecánica de la punteadora. Esto es, la intensidad de corriente determina la sección de conducción eléctrica a usar para los electrodos de la pistola y la fuerza entre electrodos determina la sección de resistencia mecánica a utilizar entre ellos, además de permitir seleccionar el cilindro capaz de proporcionar dicha fuerza entre electrodos.

Del análisis de los puntos "C", "D" y "E", se determina el tipo de estación de soldadura; ésto es, la forma en que se suspenderá (riel, barra balanceadora o puente, trolley); la forma de operar (una o dos cédulas, con o sin retracción); la longitud y calibre del cable secundario, etc.

Se debe señalar que para llegar a este punto, previamente debió quedar determinada la máquina punteadora a instalar, ya que sus características físicas y su funcionamiento se deben sumar al análisis de los puntos "C", "D" y "E", para definir el tipo de estación.

Finalmente, del análisis del punto "E" se obtendrá información para decidir cuántas estaciones del mismo tipo deberán instalarse en cada prensa y en cuántas prensas se requieren para satisfacer las necesidades de producción.

Debemos notar que existe una interrelación entre todos los aspectos a considerar en la selección de una estación de soldadura. Esta interrelación, impide que el análisis de un solo aspecto, determine por sí solo alguna característica de la estación de soldadura por instalar.

Con el seguimiento de la secuela anterior, para todas y cada una de las prensas de ensamble, se llega a determinar la totalidad de estaciones de soldadura requeridas para ensamblar una carrocería.

El siguiente paso para tener el arreglo de la línea para ensamblar las carrocerías será: Establecer un diagrama donde se les dé orden a todas las prensas, ordenándolas de tal forma que se optimice el espacio disponible y se siga una secuencia lógica para ir efectuando los subensambles, tal y como lo pida el proceso de ensamble. Después de tener la disposición de las prensas, se localizarán las estaciones de soldadura, de acuerdo a los requerimientos ya obtenidos para cada una de las prensas.

De la distribución de estaciones de soldadura (cargas eléctricas) así obtenida, se parte para determinar el alimentador eléctrico que satisfaga los requerimientos de carga instalada.

De esta forma, queda totalmente definido un arreglo de estaciones de soldadura por resistencia para ensamblar carrocerías. En la Fig. No. 42, se muestra el arreglo de estaciones de soldadura y de las prensas requeridas para ensamblar una carrocería, en la que existen instaladas 56 estaciones de soldadura.

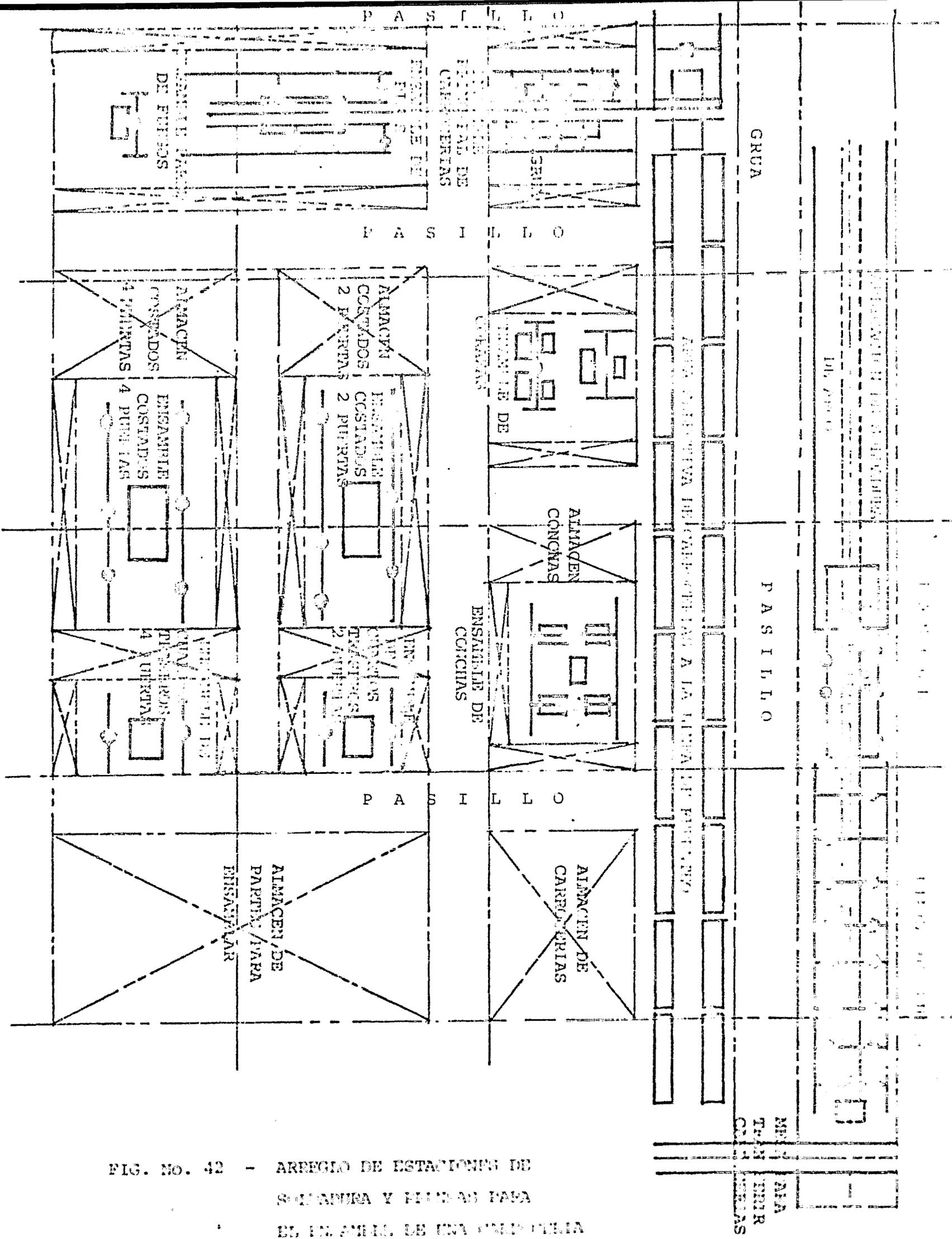


FIG. No. 42 - ARREGIO DE ESTACIONES DE
 MANEJO Y REUNION PARA
 EL PLANEO DE UNA CONDUCTORIA

(●) PUNTO DE MANEJO

CAPITULO IX

SOLDADORAS PORTATILES MANEJADAS POR REBOTE

En secciones anteriores se mencionó que la soldadura por resistencia es la más confiable, ya que se tiene forma de controlar con exactitud los parámetros que la determinan. También se dijo que uno de los defectos más comunes en la soldadura por resistencia, se origina por el uso incorrecto de las máquinas punteadoras, pudiendo ser:

- . Colocación deficiente de la punteadora en las partes a soldar (se dijo que los electrodos deben mantenerse perpendiculares a las superficies por unir).
- . Equivocación del operador de la punteadora al seleccionar el botón actuador de la cédula de soldadura requerida, para una operación determinada.

También se debe señalar que en ocasiones las fallas de soldadura se dan por operaciones de difícil acceso, por fatiga del operador, por negligencia; en general por condiciones físicas, anímicas o de capacitación inadecuadas del personal encargado de ejecutar la soldadura.

Este tipo de problemas que se presentan en el ensamble de carrocerías, son los más difíciles de superar, ya que no se tiene una forma eficaz de controlarlos.

Ante esa dificultad, la ciencia ha emprendido desde sus inicios, una lucha por facilitar el trabajo al hombre y por vencer los planteamientos anteriores. Así es como ha logrado en los últimos 10 años un importante adelanto con el uso de los rebotes industriales, que en los últimos 5 años se ha diversificado aún más, siendo en la actualidad un aparato cuyo uso es el habitual en el mundo para el ensamble de partes de alta producción (esto es que en un espacio de 1.500 pulgadas cúbicas por hora) en las operaciones de soldadura por

ner un nivel de calidad mundialmente competitivo.

En la actualidad existen robots industriales de diferentes configuraciones y capacidades; desde un simple dispositivo que toma y coloca una pieza, hasta uno dirigido por computadora servo controlado punto a punto en sus desplazamientos, con controles programables, memoria y hasta siete articulaciones que le dan un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad para el manejo de objetos y herramientas.

Los robots industriales han encontrado su mejor uso en operaciones de pintura y soldadura, así como en aquellas condiciones ambientales que son muy peligrosas para el género humano.

En el Instituto Tecnológico de Massachussets y la Universidad de Stanford de Estados Unidos, los científicos están desarrollando robots que serán capaces de tomar decisiones. Esta es la nueva ciencia de la inteligencia artificial. Ciencia que promete revolucionar la industria y hacer realidad el sueño de tener una fábrica automática.

En general, se puede decir que un robot, aunque existe un amplio rango de capacidades y configuraciones, consiste de tres componentes mayores, a saber:

1. El manipulador o unidad mecánica, que ejecuta las funciones de manipuleo.
2. El controlador o cerebro, el cual almacena datos y dirige los movimientos del manipulador, y
3. La fuente de poder, la cual proporciona energía al manipulador.

El manipulador es una serie de varillas y articulaciones mecánicas capaces de moverse en varias direcciones, para constituir el brazo del robot. Estas mecánicas son movidas por cilindros actuadores hidráulicos o neumáticos, actuadores hidráulicos rotatorios o

motores eléctricos. Los actuadores pueden estar acoplados directamente a los mecanismos y articulaciones o indirectamente a través de engranes, cadenas o tornillos sin fin. En el caso de manejo hidráulico o neumático, el flujo de aceite o aire al actuador, se controla por válvulas montadas sobre el manipulador.

Se usan diferentes dispositivos de realimentación para determinar la posición de las varillas y articulaciones y así transmitir esa información al controlador. Estos dispositivos de realimentación pueden ser desde simples microswitchs accionados por los brazos del robot o dispositivos que verifican la posición, tales como encoders, potenciómetros y/o tacómetros para medir la velocidad. Dependiendo del dispositivo de realimentación usado, la información puede ser analógica o digital.

El controlador tiene tres funciones, a saber:

- 1a. Inicia y termina el movimiento del manipulador en la secuencia y puntos deseados.
- 2a. Almacena en la memoria los datos de secuencia y posición, y
- 3a. Interfiere con el mundo exterior.

Los controladores de robots van desde la gama de simples series de pases (pasos secuenciales), sistemas neumáticos lógicos, tablas matriciales de diodos, series electrónicas (electrónica secuencial) y microprocesadores hasta minicomputadoras. Los controladores pueden ser parte integral del manipulador o estar en una cabina por separado.

La complejidad de un controlador determina y es determinada por la capacidad del robot.

Dispositivos simples no servo, generalmente emplean alguna forma de reloj o secuencial. Robots servocontrolados usan una combinación de un reloj o secuencia y almacenamiento o memoria.

Puede ser tan simple como un contador electrónico, un tablero de conexiones o matriz de diodos y series de potenciómetros o tan sofisticado como una minicomputadora con memoria.

Otros dispositivos de memoria usados emplean cintas o discos magnéticos, alambre estañado y semiconductores (estado sólido RAM). Procesadores o computadoras basados en el sistema de operación del controlador, se pueden alambrear y almacenar en núcleos de memoria o programados en ROM (Read Only Memory).

La función de la fuente de poder, es proporcionar energía a los actuadores del manipulador. En el caso de robots manejados eléctricamente, la fuente de poder funciona básicamente, para regular la energía eléctrica entrante. La energía para robots que trabajan con circuitos neumáticos, generalmente es proporcionada por un compresor a control remoto, el que a su vez puede dar servicio a otros equipos.

Los robots que trabajan con circuitos hidráulicos, normalmente incluyen una fuente de poder o unidad hidráulica, la cual puede formar parte del manipulador o existir por separado como unidad. El sistema hidráulico, generalmente sigue una práctica industrial sencilla, que consiste de un motor eléctrico que acciona una bomba, filtro, tanque de reserva y generalmente un cambiador de calor (ya sea de agua o aire). Estos robots por lo general, operan con fluidos hidráulicos derivados del petróleo; sin embargo, la mayoría está disponible con selladores especiales que operan en fluidos retardadores de fugas.

Los robots disponibles en la actualidad, tienen un manipulador con arreglos mecánicos muy variados, al igual que la terminología usada para describirlos y sus movimientos. Los arreglos más comunes se describen mejor en relación a sus sistemas coordenados: Cilíndricos, esféricos y articulación esférica.

Los robots de configuración cilíndrica incluyen el marca-pisos (Pallet) y los de tipo SCARA y ARTICULATED. La configuración de un brazo horizontal montado sobre una columna vertical, la cual a su vez es montada

sobre una base rotatoria. El brazo horizontal se mueve hacia adentro y hacia afuera y se desliza hacia arriba y abajo sobre una columna vertical, la que a su vez gira sobre la base; así el área de trabajo o envolvente es una porción de un cilindro.

Los robots con sistema de coordenadas esféricas, son típicos de PRAB y UNIMATE. Su configuración es similar al del revólver de un tanque. El brazo se mueve hacia adentro y hacia afuera en un mismo plano vertical y gira en un plano horizontal alrededor de la base, siendo el área de trabajo o envolvente una porción de esfera.

El tercer sistema de coordenadas usado en robots, el de articulación esférica o brazo articulado, es utilizado por los fabricantes ASEA y CINCINNATI MILACRON. Esta configuración consiste de una base o tronco y un brazo superior, un antebrazo, el cual se mueve en un plano vertical a través del tronco, un codo unión se localiza entre el brazo superior y el tronco que da el movimiento rotacional en un plano horizontal. Su envolvente se aproxima a una porción de esfera.

Estos miembros componen los ejes mayores o grados de libertad de un robot. Tres grados de libertad adicionales se proporcionan en el extremo del brazo de un robot, en una unidad que usualmente se le llama "WRIST" pasador o distribuidor.

Los ejes del Wrist (distribuidor) incluyen el "ROLL" (Rotación en un plano perpendicular al extremo del brazo), el "PITCH" (Rotación en un plano vertical a través del brazo) y el "YAW" (Rotación en un plano horizontal a través del brazo).

Se pueden conseguir movimientos adicionales, montando el robot sobre una mesa de dos ejes (X - Y) sobre un riel de rodamientos, ya sea en el piso o elevado.

Muchos de los robots disponibles, son de diseño modular; ésto es, que el usuario puede utilizar una porción u otra desde dos hasta siete u ocho grados de libertad, dependiendo de sus necesidades.

Finalmente, con el último eje del "WRIST" (Distribuidor), se proporciona una superficie de montaje, para la instalación de una herramienta o mordaza con la que el robot ejecutará el trabajo que se pretenda.

Estos dispositivos son generalmente únicos para una aplicación determinada y los da el usuario (en nuestro caso, este dispositivo será la máquina punteadora portátil); sin embargo, algunos fabricantes de robots ofrecen una serie de dispositivos, los cuales pueden ser directamente aplicables o adaptables al trabajo en particular que deberán desarrollar los robots.

Los robots pueden ser clasificados como no servocontrolados y servocontrolados. Estos últimos pueden subdividirse en: Los que son controlados de punto a punto en sus movimientos y los que son controlados continuamente en sus desplazamientos.

Las características que los diferencian son como sigue:

ROBOTS NO SERVOCONTROLADOS

- Cada uno de los miembros del manipulador, se mueve hasta alcanzar el límite de su viaje (tope). Generalmente se tienen sólo dos posiciones para cada eje.
- El seguidor se puede programar para efectuar diferentes movimientos, pero solamente en los puntos extremos de cada eje.
- La desaceleración al aproximarse a los altos, se logra por válvulas o amortiguadores.
- El programa del seguidor puede ser modificado condicionalmente a través de sensores externos apropiados; sin embargo, ésta clase de robots generalmente se usa con programas simples.
- En unidades pequeñas se logra repetibilidad cada 0.25 mm.

- Debido a que generalmente el tamaño de los manipuladores y el flujo total de aire o aceite a través de las válvulas de control son pequeños, se logran velocidades relativamente altas.
- Estos robots tienen limitada flexibilidad, en lo que a capacidad de programación y de posicionamiento se refiere.

Los fabricantes de este tipo de robots en Estados Unidos actualmente son: KELATE, PICKOMATIC y PRAB.

ROBOTS SERVOCONTROLADOS

- Cada uno de los miembros del manipulador se mueve y se detiene en cualquier posición dentro de los límites de su viaje, en lugar de sólo dos posiciones, característica de los no servo.
- Sus servoválvulas moduladoras de flujo hacen posible controlar la velocidad, aceleración y desaceleración de los diferentes ejes en que se mueven entre los puntos programados.
- Generalmente la capacidad de la memoria es mayor que en los no servo para almacenar posiciones.

ROBOTS SERVOCONTROLADOS PUNTO A PUNTO

Este tipo de robots es el más ampliamente usado en la industria por su variedad de aplicaciones en manejo de materiales y manejo de herramientas.

En los robots que emplean el método de enseñanza y operación "Grabación - Reproducción", el inicio del programa es relativamente fácil y rápido; sin embargo, la modificación de las posiciones programadas, no puede lograrse rápidamente durante la ejecución del programa.

Los robots que emplean el método "Seguidor - Potenciómetro", son más difíciles de programar; sin embargo, las posiciones programadas pueden modificarse fácilmente durante la ejecución del programa, simplemente actuando los potenciómetros.

La ruta a través de la cual se mueven los miembros del manipulador de un punto a otro, no está programada o controlada, siendo en algunos casos diferente a la seguida durante la enseñanza.

Los fabricantes de este tipo de robots en Estados Unidos, son actualmente: ASEA, CINCINNATI MILACRON, PACER, UNIMATE y VERSATRAN.

ROBOTS SERVOCONTROLADOS DE CAMPO CONTINUO

Este tipo de robots generalmente son más pequeños y ligeros que los controlados punto a punto y su capacidad de carga inferior a los 10 Kg. Sus aplicaciones comunes son: Pintura en spray y operaciones similares y soldadura de arco.

En estos robots durante la programación y reproducción, los datos son muestreados sobre un tiempo base, en lugar de puntos discretos determinados; la frecuencia del muestreo es de 60 a 80 Hz.

Debido al gran número de muestreos de posiciones, muchas posiciones del espacio deben ser almacenadas en la memoria, por lo que generalmente se usa una cinta magnética o disco.

Durante la reproducción y debido a la histéresis de las servoválvulas y la inercia del manipulador, no se detecta cambio en la velocidad de punto a punto; el resultado es un movimiento suave y continuo sobre un campo controlado.

El método usual de programación incluye, mover físicamente los brazos del manipulador hasta el extremo a través de la ruta deseada, con la grabación automática de las posiciones muestreadas.

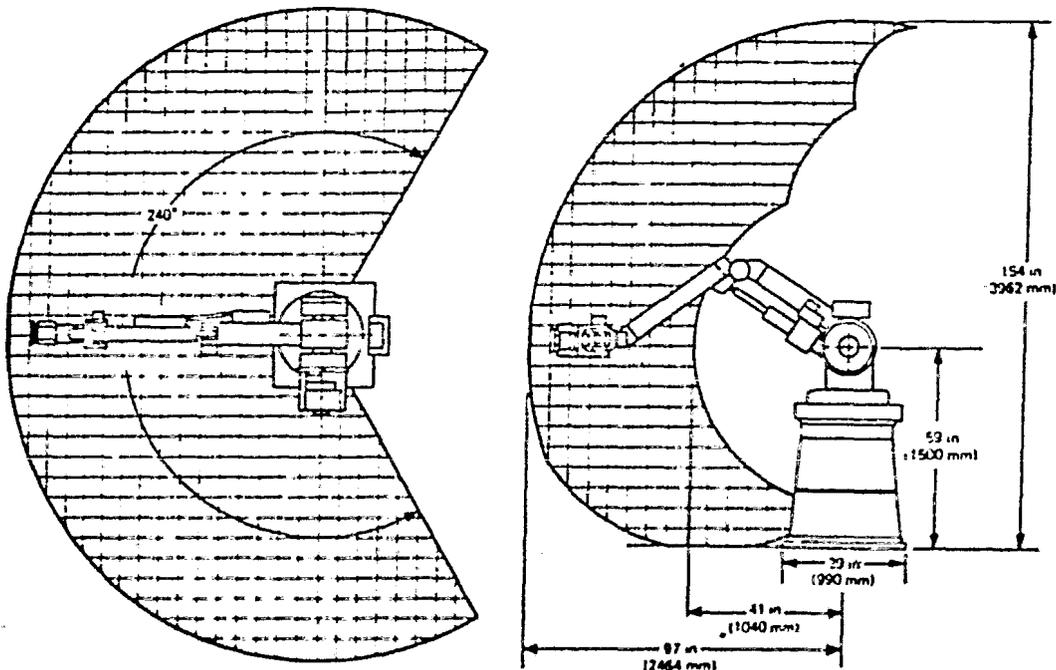
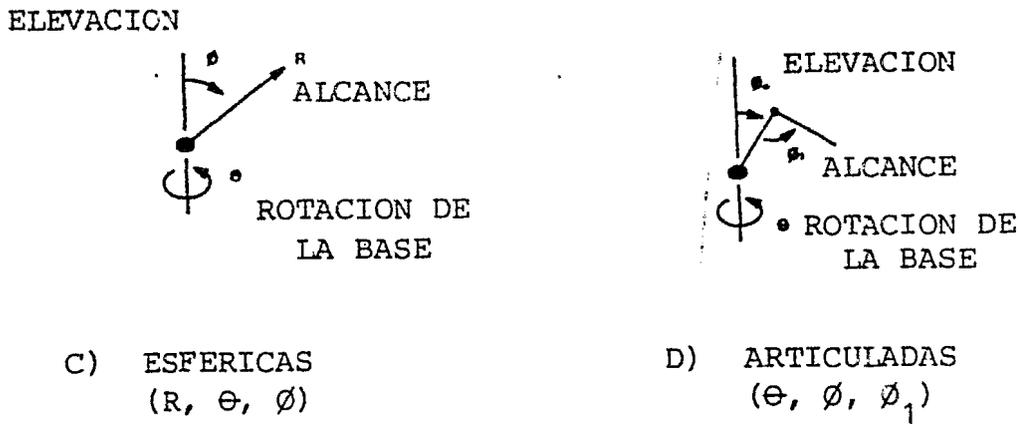
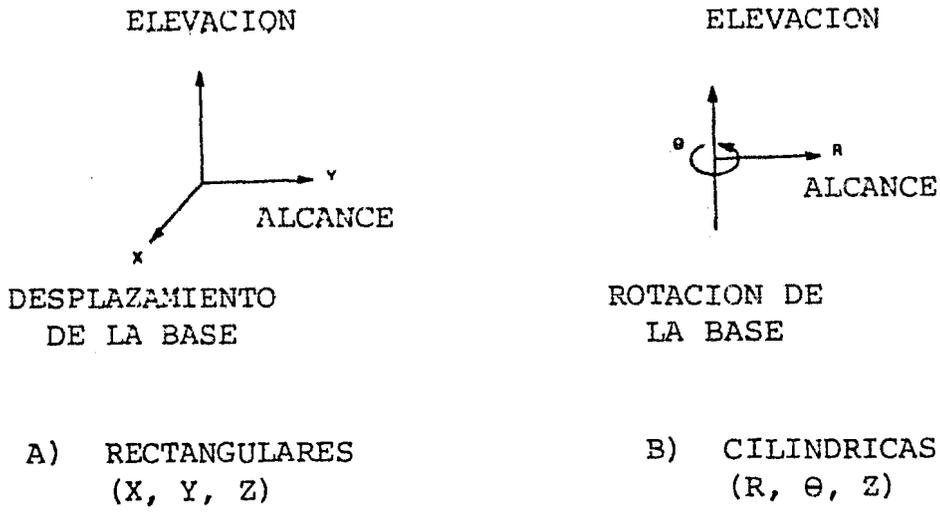
La velocidad del manipulador durante la ejecución del programa, se puede variar de la velocidad a la que se movió en su programación, reproduciendo los datos a diferente razón de la usada para la grabación.

Los fabricantes actuales en Estados Unidos de este tipo de robots son: ASEA, BINKS, RETAB, TRALLFA y VERSATRAN.

Una vez que hemos establecido en términos generales lo que es un robot, cuáles son sus componentes principales, cuántos tipos de robots existen actualmente y cuáles son sus características principales que los distinguen, es fácil deducir que los robots que se han estado empleando en los países más adelantados en automatización industrial para la aplicación de soldadura por resistencia, son del tipo servocontrolado punto a punto. Enseguida se muestran algunas figuras donde se pueden apreciar los diferentes movimientos de que disponen estos robots, Ver Figs. Nos. 43, 44 y 45.

En la última conferencia mundial sobre robots, llevada a cabo en Detroit, Mich. en 1982, el Instituto de Robots Americano y la Sociedad de Ingenieros de Manufactura, presentaron la información que se muestra en la tabla de la Fig. No. 46, en la que se indica cuál ha sido el desarrollo industrial con robots en los diferentes países del mundo y su proyección al año 1986. Como se podrá notar, no se tiene conocimiento de actividad alguna con robots en países subdesarrollados o en vías de desarrollo, lo cual los pone en desventaja aún más grande, ante los países altamente industrializados.

El alto costo de los robots (Ver Fig. No. 46) y la insuficiente infraestructura para diseñar algo equivalente en México, hacen casi imposible su uso; sin embargo, se propone adquirir un robot del tipo servocontrolado de punto a punto, para emplearlo a nivel experimental, tanto en el campo de aplicación de soldadura por resistencia, como para familiarizarse con él en lo que a diseño se refiere, estar en posibilidades de dominar su uso y por qué no, diseñar y construir algo similar que esté a nuestro alcance y resuelva no sólo



E) FLEXIBILIDAD Y ALCANCE DE UN BRAZO ARTICULADO

FIG. No. 43 - DIFERENTES SISTEMAS COORDENADOS DE QUE DISPONEN LOS ROBOTS (A, B, C Y D) Y ALCANCE Y FLEXIBILIDAD DE UN ROBOT CINCINNATI MILACRON HT3 (E).

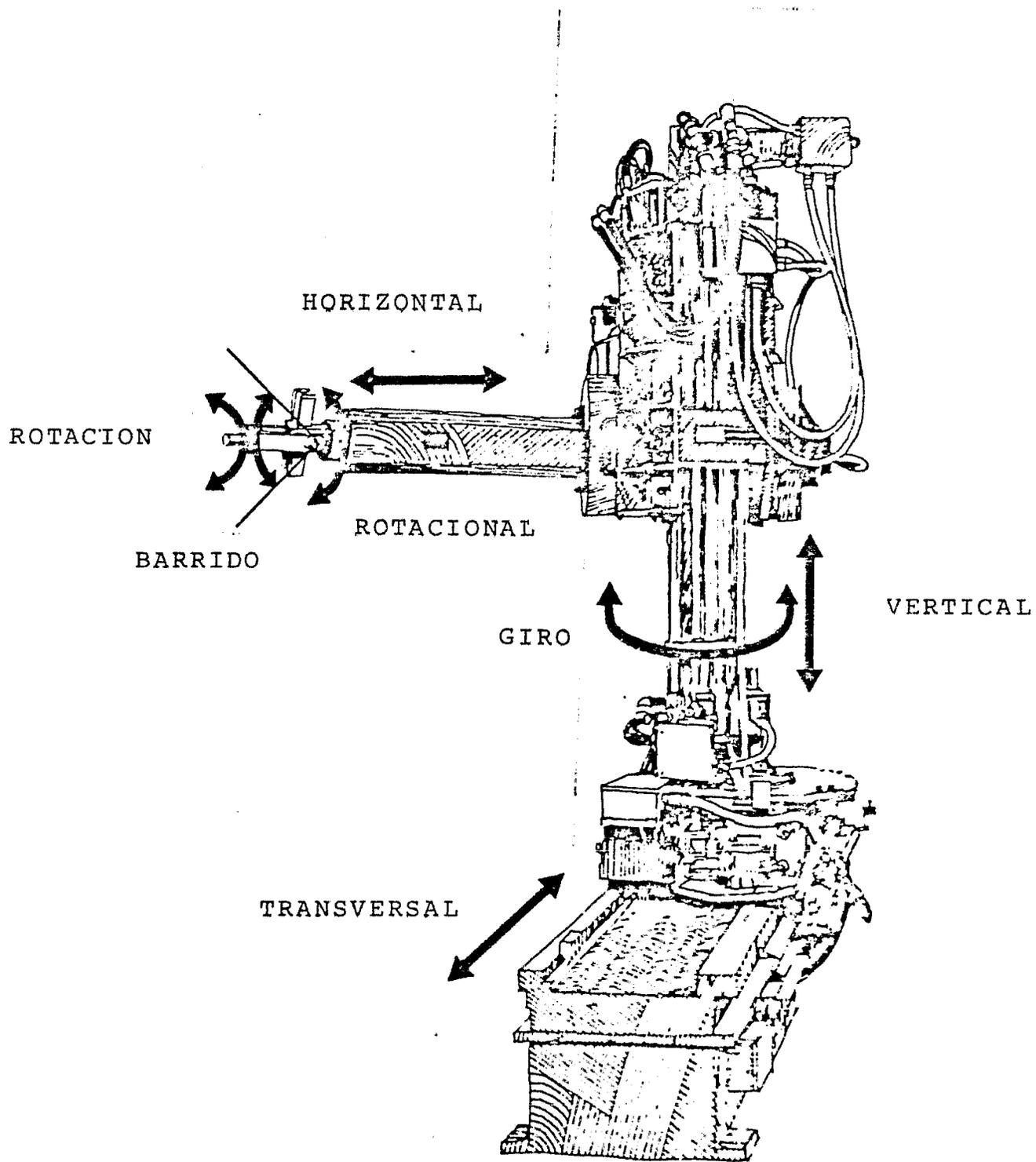


FIG. No. 44 - EJES DE MOVIMIENTO DE UN ROBOT MECANICO
"VERSATRAM"

EXTENSION ANGULAR

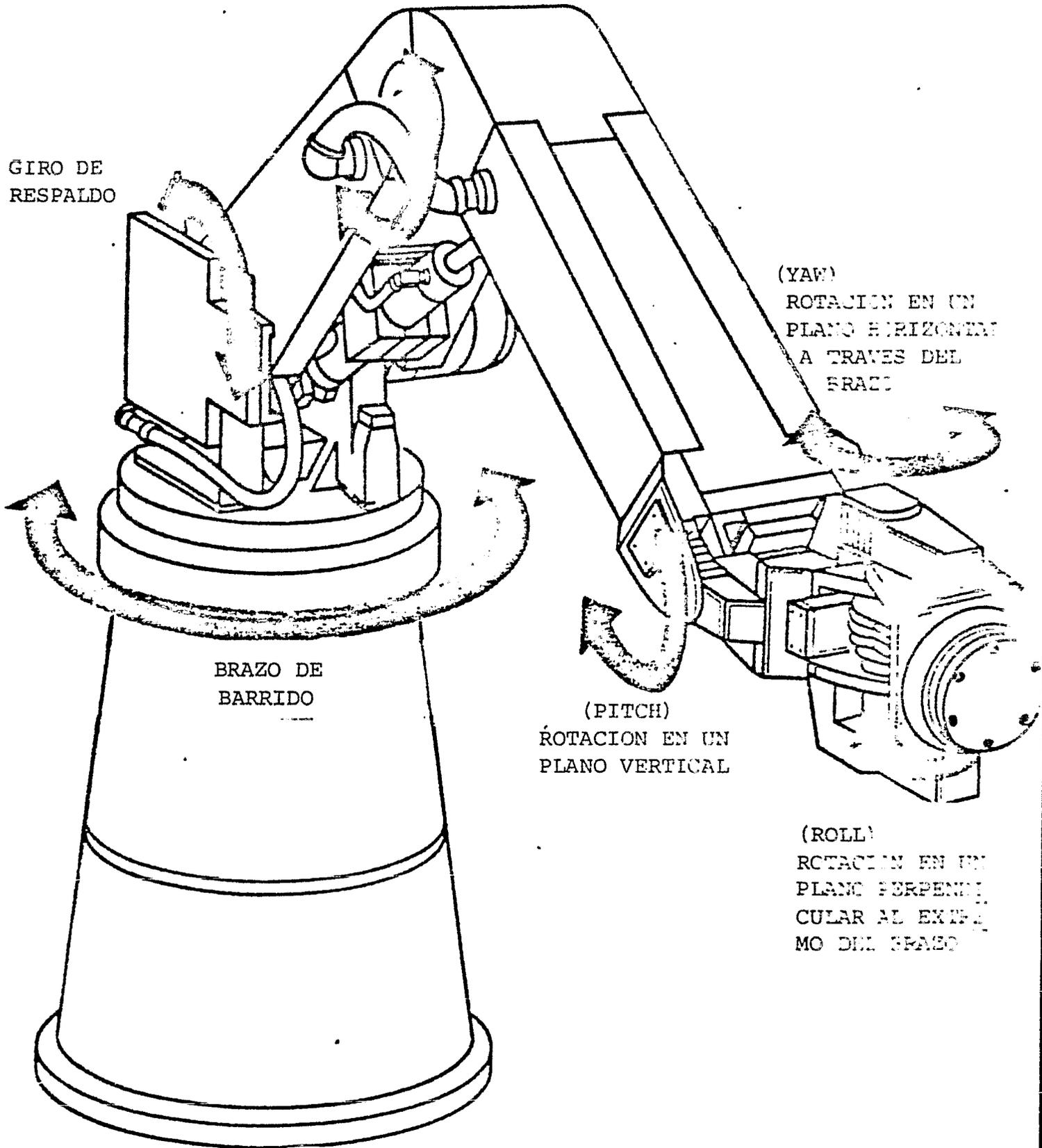
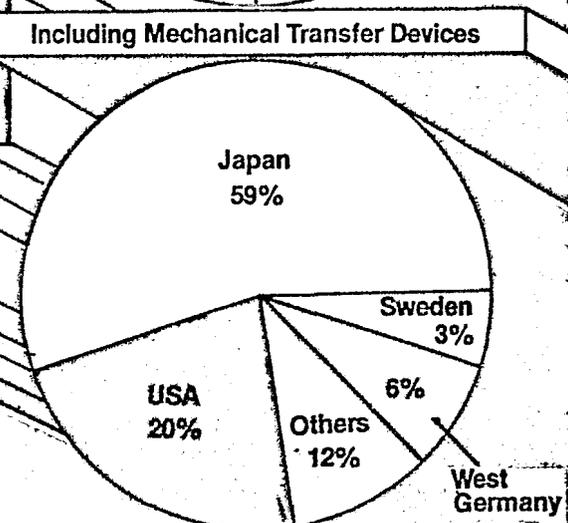
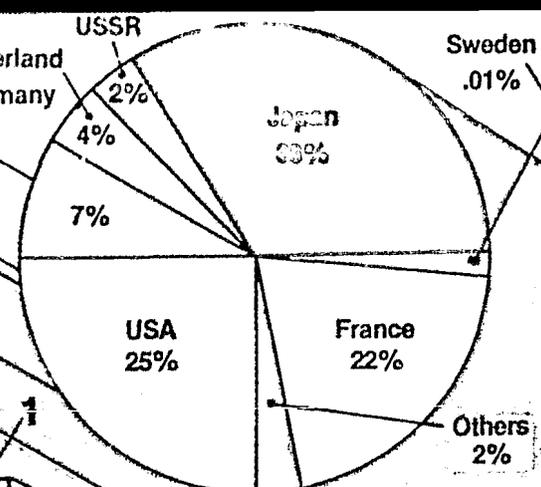
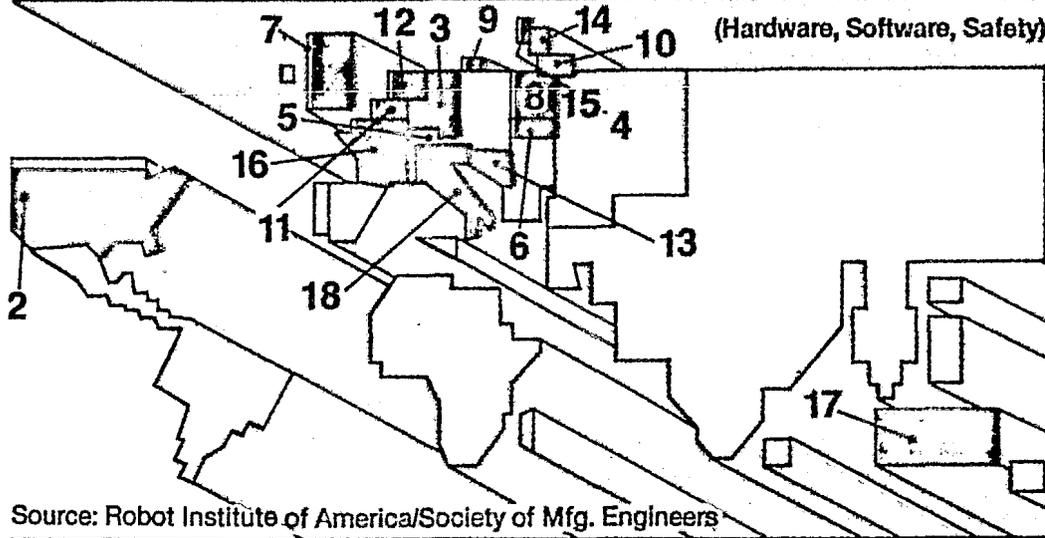


FIG. No. 45 - EJES DE MOVIMIENTO DE UN ROBOT "CINCINNATI MILACRON"

Robots: A World View

Where Countries Stand on Robot Standards



Yes	No	Figures Not Available
1. Japan	5. Switzerland	8. Poland
2. USA	6. Czechoslovakia (Research Institute Project)	9. Denmark
3. W. Germany	7. Great Britain	10. Finland
4. USSR		11. Belgium
		12. Netherlands
		13. Yugoslavia
		14. Sweden
		15. Norway
		16. France
		17. Australia
		18. Italy

Country	Population Breakdown on Five Types of Robots						Robot Prices		Robot Growth*			
	Type A	B	C	D	E	Total	U.S. Dollars	1985	Inventory Value	1990	Inventory Value	
Japan		6,899		7,347	53,189	67,435	\$6,825-\$100,000	16,000	\$1.0 billion	29,000	\$1.9 billion	
USA	400	3,000	1,700	600	40,000	44,700	\$10,000-\$150,000	7,715	\$445 million	31,350	\$2.1 billion	
West Germany	290	830	200	100	10,000	11,420	\$13,200-\$123,200	5,000	\$350 million	12,000	\$950 million	
USSR						3,000*	Figures not available				Figures not available	
Switzerland	10	40			8,000	8,050	\$35,000-\$100,000	600	\$30 million	5,000	\$125 million	
Czechoslovakia	150	50	100	30	200	530	\$14,000-\$130,000	3,000		12,000		
Great Britain	356	223	54	80		713	\$17,400-\$110,400	3,000		21,500		
Poland	60	115	15	50	120	360	\$30,000	200	\$20 million	1,200-1,500		
Denmark	11	25	30	0	110	176	Figures not available	110		250		
Finland	35	16	43	22	51	167	\$15,000-\$200,000	950		3,000		
Belgium	22	20	0	0	82	124	\$52,000-\$103,000	150-200				
Netherlands	48	3	5	0	15	71	Figures not available				Figures not available	
Yugoslavia	2	3	5	0	15	25	\$5,000-\$45,000	100-150		300		
Sweden	250	150	250	50	100	800	\$8,860-\$90,000	2,500	\$88.6 million	5,000	\$177.2 million	
Norway	20	50	120	20	50	260	\$8,519-\$85,175	1,000	\$51.11 million	2,000	\$102.21 million	
France	120	500			38,000	38,620	\$4,000-\$160,000	1,000		1,300		
Australia			62		120	182	\$10,000-\$150,000	320-600			Figures not available	
Italy					400	753	\$10,000-\$150,000				Figures not available	
Total	1,774	10,024	2,584	8,299	150,452	177,386					*Excluding storage robots and mechanical transfer devices	

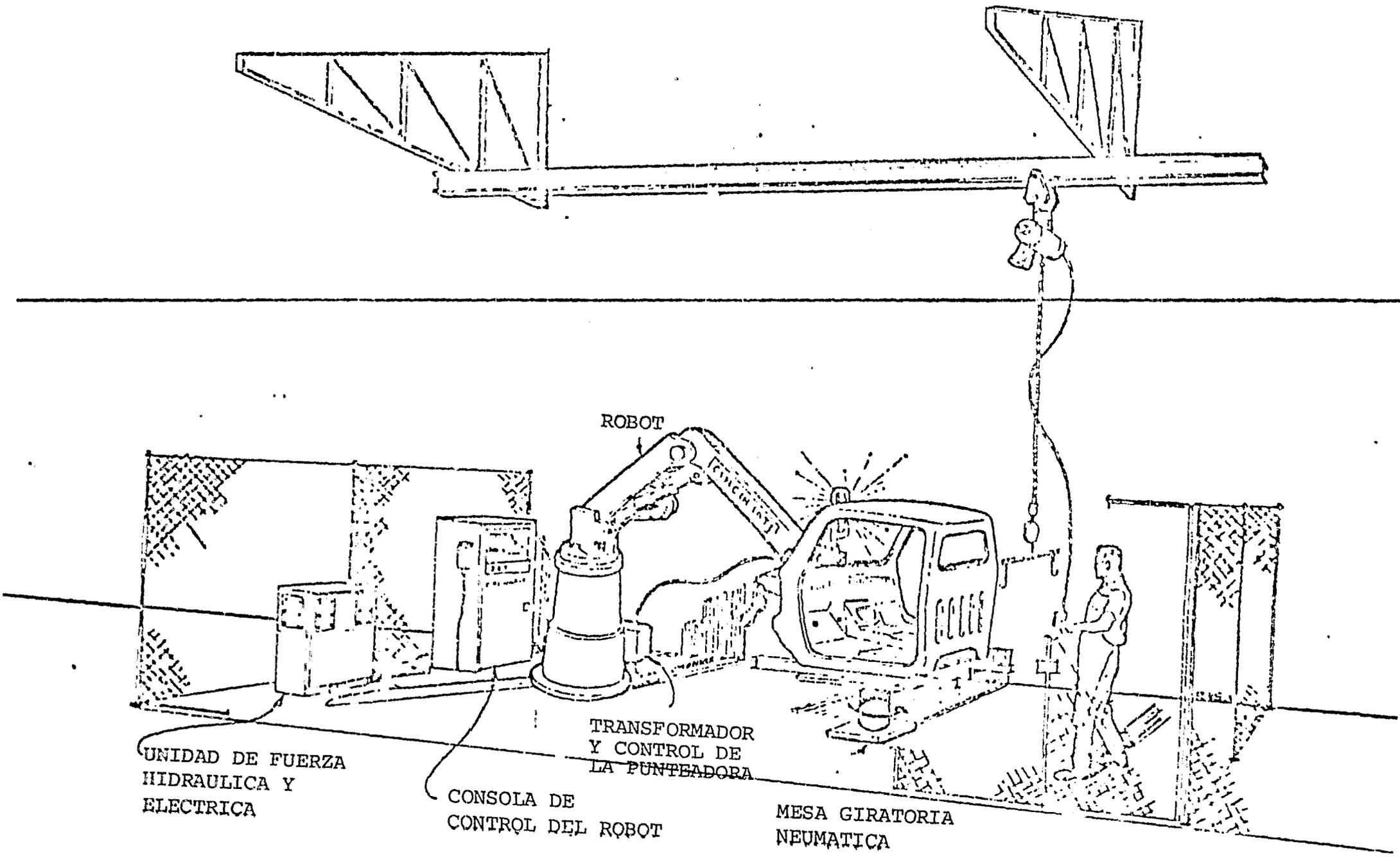
*Figures on the Soviet Union were supplied by Duma Securities, New York, NY.
 *Italian figures based on 1980 completed survey.
 Type A - Programmable, servo controlled, continuous path.
 Type B - Programmable, servo controlled, point-to-point.
 Type C - Programmable, non-servo controlled, point-to-point.
 Type D - Programmable, non-servo robots for die casting and molding machines.
 Type E - Machine transfer devices (pick and place).

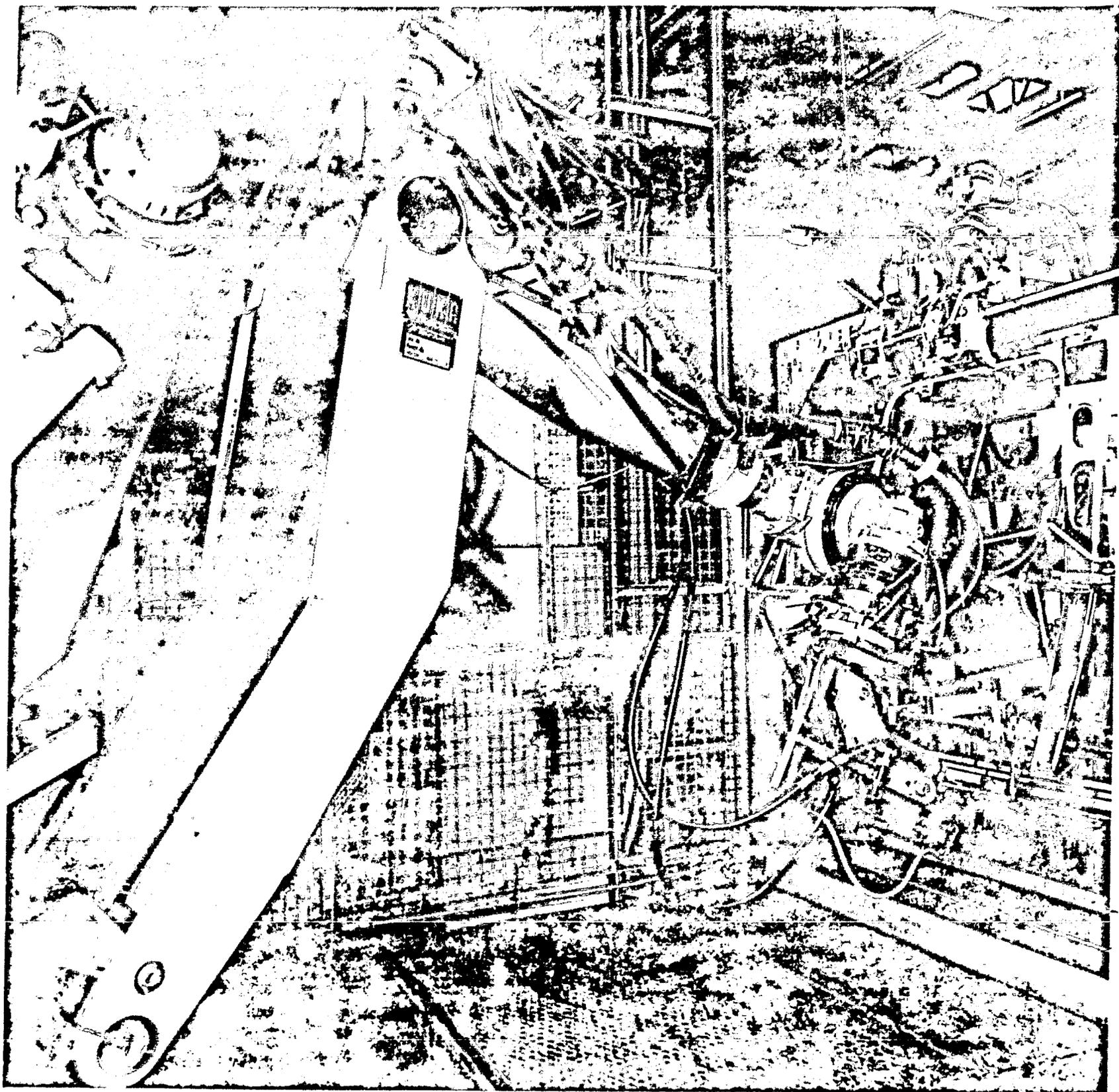
FIG. No. 46 - DESARROLLO INDUSTRIAL CON ROBOTS EN EL MUNDO Y SU PROYECCION AL AÑO DE 1986.

problemas de soldadura, sino de cualquier índole donde el trabajo sea pesado y/o se ponga en riesgo la vida del trabajador.

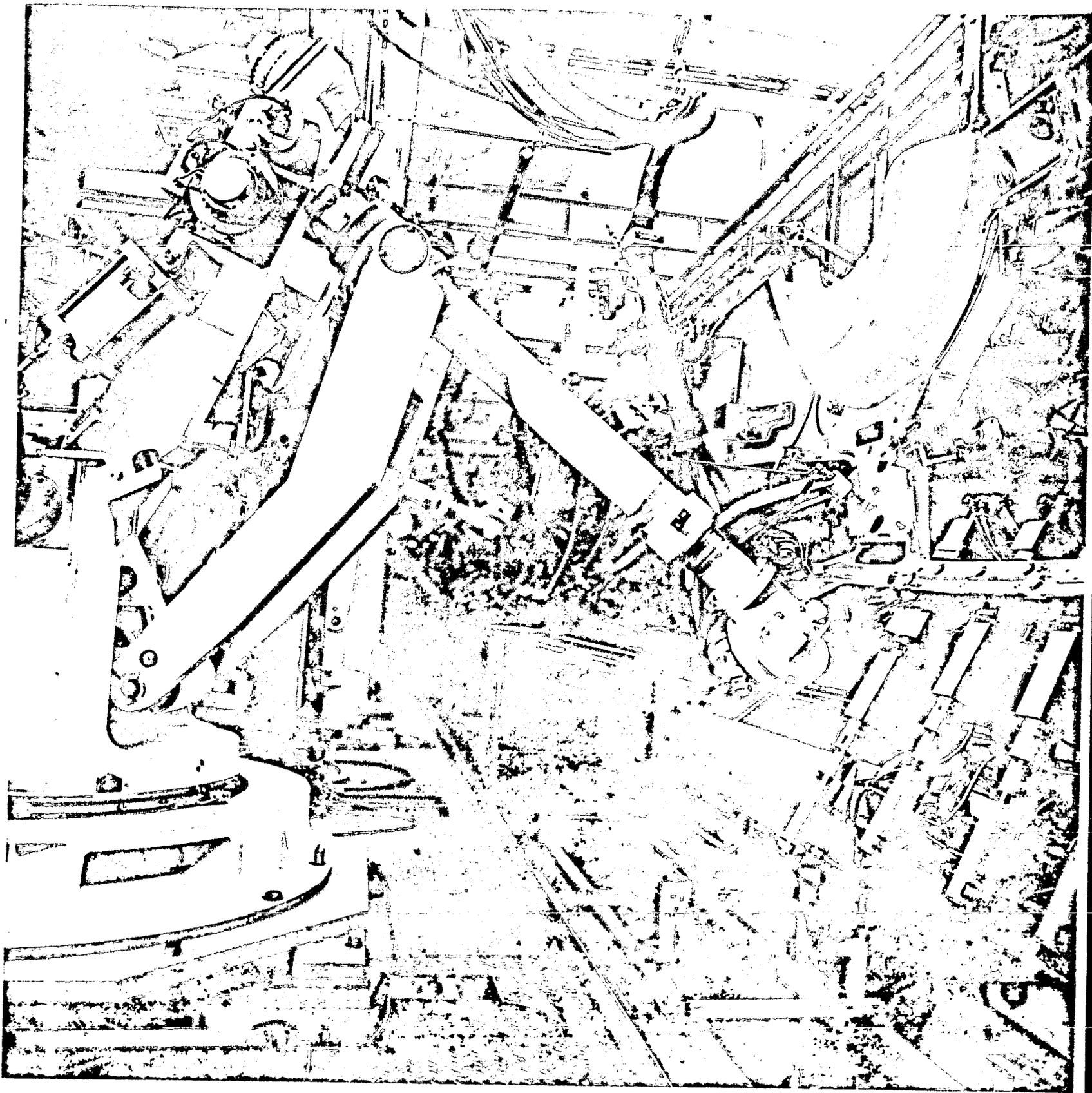
Enseguida, se muestra un arreglo para una estación de soldadura experimental con robot (Ver Fig. No. 47).

FIG. No. 47 - PROPUESTA PARA UNA ESTACION DE SOLDADURA POR FUSION EXPERIMENTAL CON UN ROBOT INDUSTRIAL CINCINNATI MILACRON HR3.

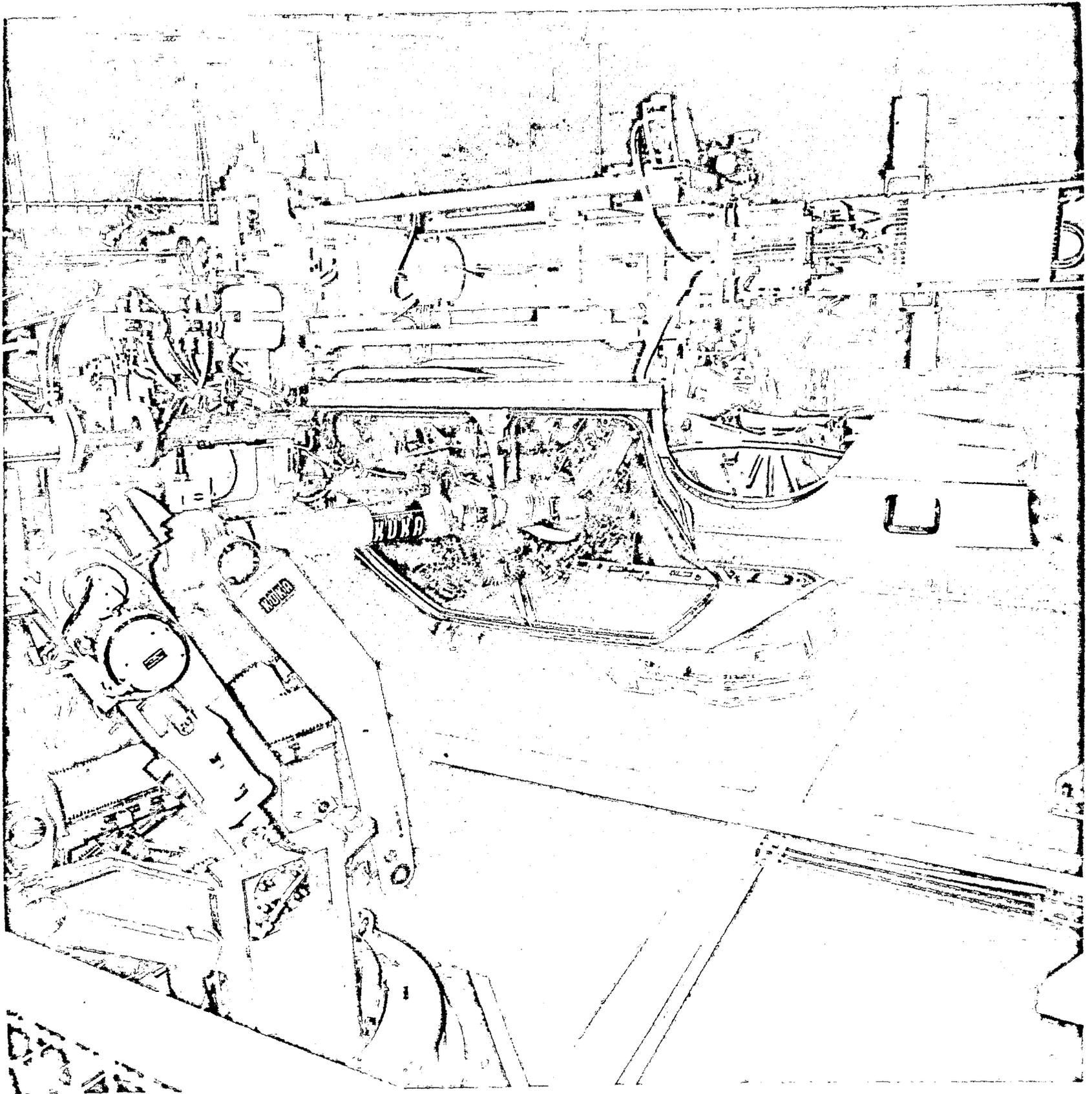




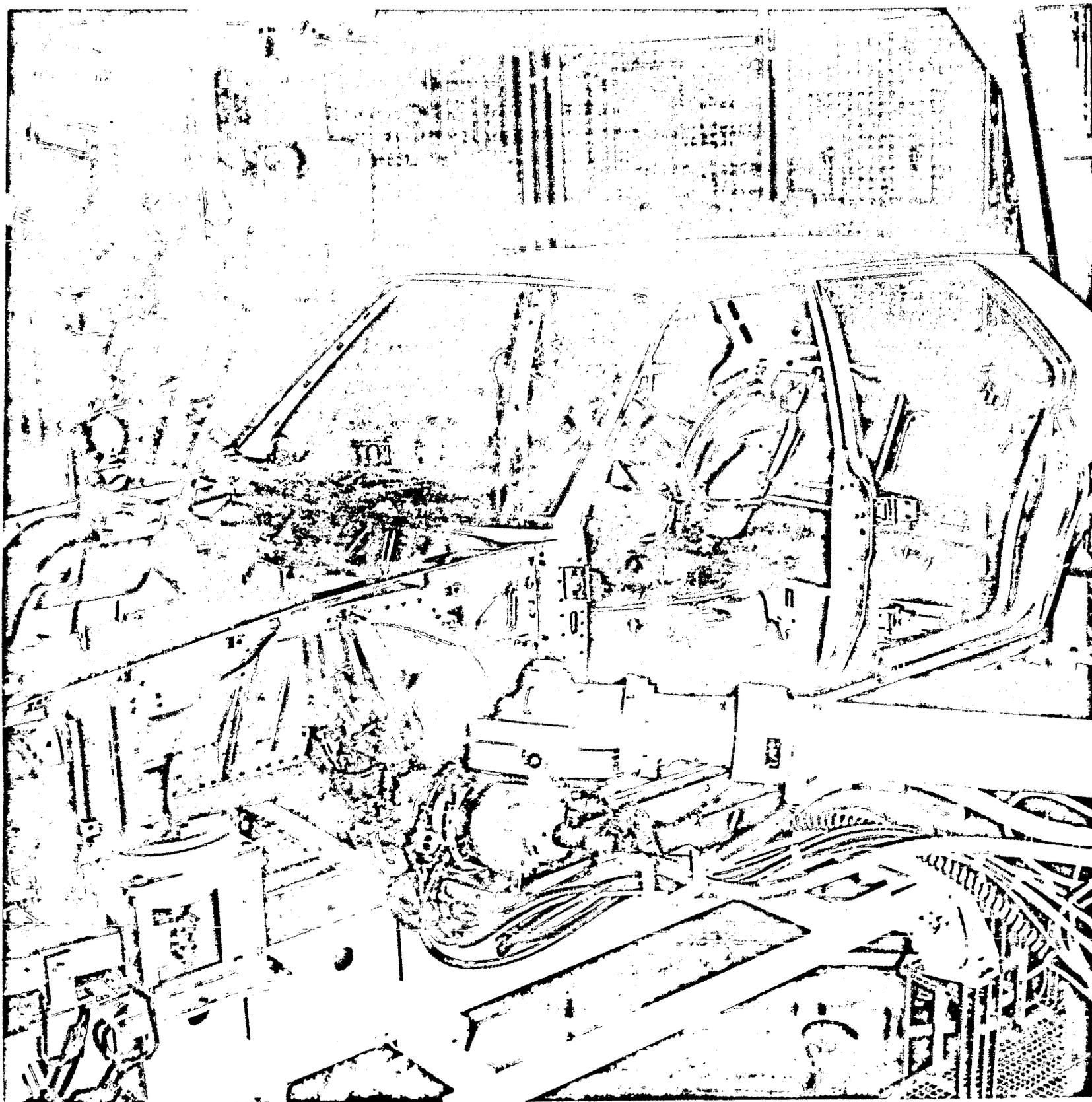
LINEA TRANSFER PARA ENSAMBLE DE COSTADOS DE
CARROCERIA CON ROBOTS INDUSTRIALES DE UNA
LINEA DE ENSAMBLE EN ALEMANIA.



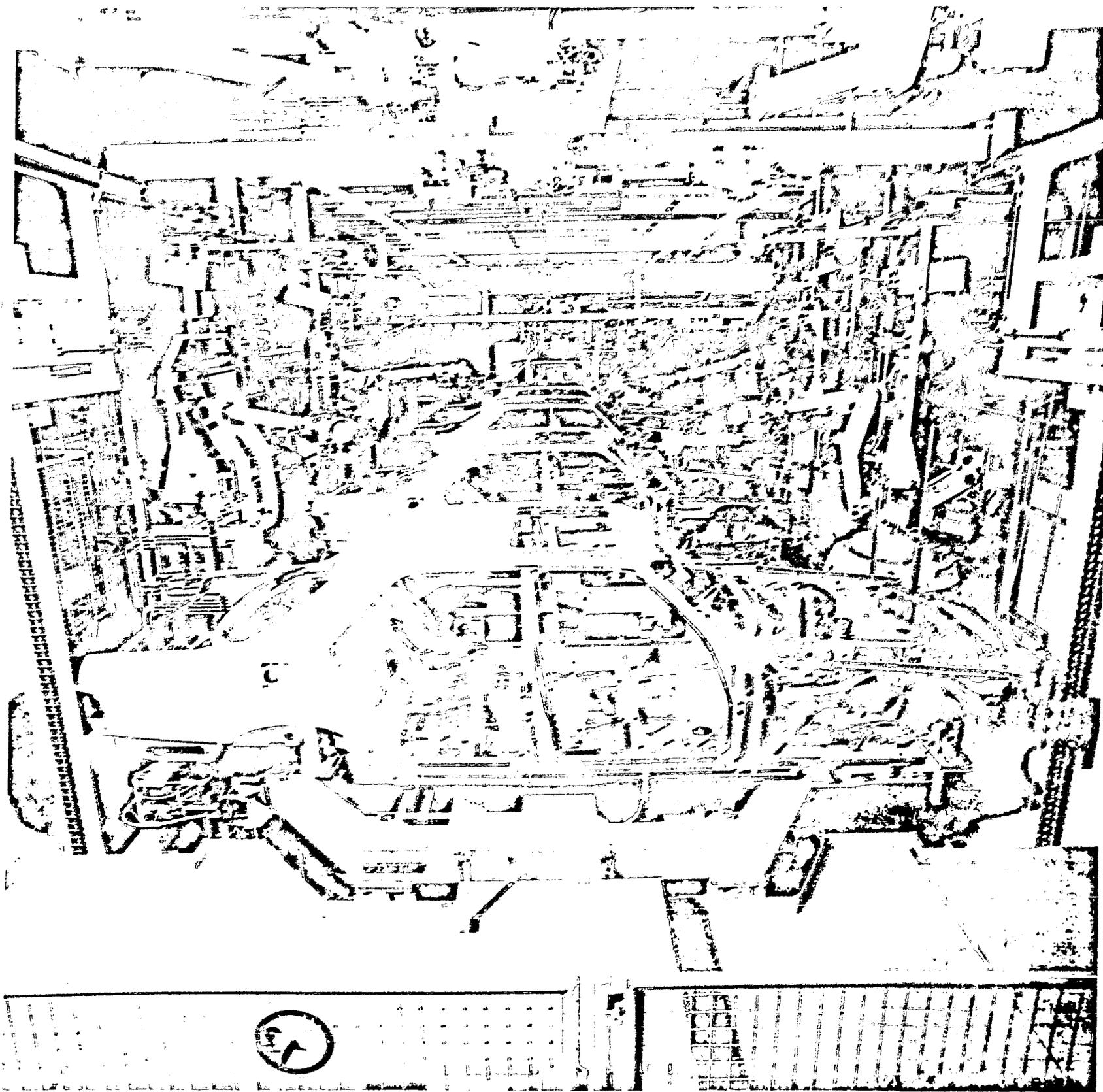
LINIA TRANSFER PARA ENSAMBLE DE COSTADOS
DE CARROCERIA CON ROBOTS INDUSTRIALES DE
UNA LINEA DE ENSAMBLE EN ALEMANIA.



LINIA TRANSFER PARA ENSAMBLE PRINCIPAL
DE CARROCERIAS CON ROBOTS INDUSTRIALES



SOLDADURA DE CARROCERIAS CON ROBOTS INDUSTRIALES



SOLDADURA FINAL DE CARROCERIAS EN UNA
LINEA TRANSFER CON ROBOTS INDUSTRIALES

