



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ESTUDIO DE PROCESO GMAW Y PROCESO DE
FABRICACION DE MAQUINA SEMIAUTOMATICA PARA
GMAW.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ANTONIO BRUGADA VELAZQUEZ

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOZA



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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ANTONIO BRUGADA

VELAZQUEZ

FECHA: 13 de Agosto, 2004

FIRMA: 

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 AV. PASEO DE LA AVENIDA DE
 MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Estudio de proceso GMAW y proceso de fabricación de máquina semiautomática para GMAW".

que presenta el pasante: Antonio Brugada Velázquez
 con número de cuenta: 8837383-8 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de enero de 2007

PRESIDENTE	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	
VOCAL	<u>Ing. Javier Hernández Vega</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Jaime Fuentes Sánchez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.A.I. Pedro Guzmán Jiménez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Jorge Adolfo Palma Saiz</u>	

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A MI DIOS JEHOVA POR LA VIDA.

A MI MADRE POR SUS GRANDES ESFUERZOS Y DESEOS SINCEROS DESDE MI INFANCIA PARA OFRECERNOS A MIS HERMANOS Y A MI UNA EDUCACION

A MIS HERMANOS Y HERMANAS POR SU APOYO MATERIAL Y ANIMICO PARA CONCLUIR MIS ESTUDIOS SUPERIORES.

Y AGRADECIMIENTOS A MIS PROFESORES DE LA FES CUAUTITLAN Y EN ESPECIAL AL ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA, POR SU APOYO DESDE EL INICIO DE LA CARRERA COMO PROFESOR, HASTA EL DIA DE HOY COMO ASESOR DE TESIS.

INDICE TEMATICO

A.- PREFACIO	VII
B.- INTRODUCCION.....	VIII
C.- ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	X
1.- PROCESO DE SOLDADURA GMAW	
1.1 Definición y antecedentes generales.....	2
1.2 Fundamentos del proceso.....	3
1.3 Mecanismos de transferencia.....	5
1.3.1 Corto Circuito.....	5
1.3.2 Globular.....	6
1.3.2 Aspersión.....	7
1.4 Variables del Proceso.....	9
1.4.1 Corriente de soldadura.....	9
1.4.2 Polaridad.....	10
1.4.3 Voltaje de arco.....	11
1.4.4 Velocidad de desplazamiento.....	13
1.4.5 Extensión del electrodo.....	14
1.4.6 Orientación del electrodo.....	14
1.4.7 Posición de la unión a soldar.....	15
1.4.8 Diámetro del electrodo.....	16
1.4.9 Gases de protección.....	16
2.- MAQUINAS ELECTRICAS PARA PROCESO DE SOLDADURA GMAW	
2.1 Definición y antecedentes generales.....	20
2.2 Principios de funcionamiento y requerimientos eléctricos del transformador eléctrico para soldadoras.....	21
2.2.1.1 Transformador con secundario abierto (sin carga).....	22
2.2.1.2 Transformador con carga en secundario.....	22
2.2.1.3 Relación entre espiras, voltaje y corriente.....	23
2.2.1.4 Transformador de secundario múltiple.....	24
2.2.1.5 Transformador de núcleo de hierro.....	25
2.2.1.6 Pérdidas de energía en un transformador.....	25
2.3 Mecanismos y Dispositivos para el control de corriente en máquinas de soldar.....	28
3.3.1 Reactores saturables (impedancias).....	28

3.3.2 Resistencias (desventajas).....	30
3.3.3 Diodos de estado sólido.....	31
3.3.4 El Tiristor (SCR).....	31
3.3.5 Transistores.....	35
3.3.6 Inversor de estado sólido.....	35
2.4 Clasificación de Máquinas soldadoras.....	37
2.4.1 Máquinas de corriente constante (C.C.).....	38
2.4.2 Máquinas de voltaje constante (C.V.).....	38
2.4.2.1 Características eléctricas de las máquinas de voltaje constante.....	40
2.5 Consideraciones generales de diseño para máquinas de voltaje constante.....	41
2.5.1 Voltaje de circuito abierto.....	41
2.5.2 Pendiente.....	43
2.5.3 Inductancia.....	44
2.5.4 Rizo.....	44
2.5.5 Ciclo de trabajo.....	45

3.- NEMA Y NOM PARA MAQUINAS DE SOLDAR EN PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO

3.1 Especificación eléctrica NEMA.....	49
3.1.1 Clase I.....	49
3.1.2 Clase II.....	49
3.1.3 Clase III.....	49
3.1.4 Requisitos de entrada y salida.....	49
3.1.5 Datos de la placa de identificación.....	51
3.2 Norma Oficial Mexicana.....	52
3.2.1 Clasificación.....	52
3.2.2 Especificaciones.....	53
3.2.2.1 Valores nominales de tensión y frecuencia de embobinado primario.....	54
3.2.2.2 Tensión de circuito abierto.....	54
3.2.2.3 Factor de potencia.....	55
3.2.2.4 Eficiencia.....	55
3.2.2.5 Sistemas de aislamiento.....	56
3.2.2.6 Incremento límite de temperatura en sistemas de aislamiento.....	56
3.2.2.7 Terminales y conexiones.....	57
3.2.2.8 Separación mínima entre partes no aisladas.....	59
3.2.2.9 Potencial aplicado.....	59
3.2.3 Métodos de prueba	

3.2.3 Métodos de prueba.....	59
3.2.3.1 Prueba de inspección general.....	59
3.2.3.2 Prueba dieléctrica (de potencial aplicado).....	60
3.2.3.3 Prueba de funcionamiento en circuito abierto.....	61
3.2.3.4 Pruebas de funcionamiento con carga.....	63
3.2.3.5 Pruebas de Temperatura.....	67
3.2.4 Marcado.....	72
4.- PROCESO DE FABRICACION DE MAQUINA PM200 PARA SOLDADURA GMAW	
4.1 Planeación y consideraciones preliminares a la fabricación.....	75
4.1.1 Especificaciones técnicas para los materiales y operaciones del proceso.....	75
4.1.2 Máquinas y Equipos para el proceso.....	76
4.1.3 Requerimientos de materia prima.....	83
4.1.3.1 Proceso de materiales en planta.....	83
4.1.3.2 Proceso de pintura.....	85
4.2 Implementación del control de proceso en línea.....	85
4.2.1 Autoinspección.....	86
4.2.2 Registro de prueba.....	87
4.2.3 Lista de verificación.....	88
4.3 Desarrollo del proceso de fabricación en línea.....	90
4.3.1 Bobina estabilizador.....	91
4.3.2 Ensamble del estabilizador.....	92
4.3.3 Bobina de transformador.....	93
4.3.4 Ensamble de transformador.....	94
4.3.5 Ensamble válvula solenoide.....	95
4.3.6 Ensamble puente rectificador.....	96
4.3.7 Ensamble banco de capacitores.....	97
4.3.8 Ensamble soporte pasacables.....	98
4.3.9 Ensamble bastidor.....	99
4.3.10 Ensamble tapa frontal.....	100
4.3.11 Ensamble tapa posterior.....	101
4.3.12 Ensamble compartimiento de PC.....	102
4.3.13 Subensamble motor de alimentador de alambre.....	103
4.3.14 Alimentador de alambre PM200.....	104
4.3.15 PM200 Estación 1.....	105

4.3.16 PM200 Estación 2.....	106
4.3.17 PM200 Estación 3.....	107
4.3.18 PM200 Estación 4.....	108
4.3.19 PM200 Estación 5.....	109
5.- LA SOLDADURA EN MEXICO Y LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO GMAW	
5.1 Antecedentes de la soldadura en México.....	111
5.2 La soldadura en México hoy.....	111
5.3 La SMS en México.....	111
5.4 Aportaciones de la Industria a la soldadura en México.....	113
5.5 Lo que falta por hacer.....	113
5.6 La transición del proceso SMAW a la automatización del proceso GMAW.....	114
5.7 La automatización del proceso GMAW y su uso.....	116
CONCLUSIONES.....	118
I.- BIBLIOGRAFIA.....	119

A.- PREFACIO

La siguiente tesis se centra en la idea de ofrecer un libro de texto apropiado para los interesados en uno de los procesos de soldadura por arco eléctrico de mayor uso en la industria (metalmecánica principalmente).

Además de enfocarse a los aspectos técnicos básicos generales del proceso GMAW (SOLDADURA POR ARCO DE METAL Y GAS por sus siglas en inglés), la presente tesis ofrece un estudio general de las características técnicas de las fuentes de poder usadas en soldadura para el proceso GMAW, así como un bosquejo del proceso de fabricación de una fuente de poder para dicho proceso.

No es el fin de este trabajo el analizar a detalle los aspectos químicos-metalúrgicos del proceso GMAW, mas bien el propósito de la siguiente tesis es que los interesados en el tema comprendan de manera práctica mas allá de los principios básicos comúnmente conocidos del proceso GMAW, vulgarmente y erróneamente conocido de manera general como MIG. También dado que en nuestro país el uso de este proceso en las pequeñas, medianas y grandes industrias resulta un

proceso por demás usado, se presenta las características eléctricas y físicas de una fuente de poder (POWER MIG 200) que reúne las especificaciones técnicas para el proceso GMAW.

Las fuentes de poder de voltaje constante (fuentes de poder CV) son máquinas de uso común en industrias metalmecánicas. Comprender sus requerimientos de diseño, su proceso de fabricación y su uso para el proceso GMAW, puede resultar en un mejor aprovechamiento de la máquina y de la eficiencia del proceso productivo para la cual se esté usando.

Espero que la siguiente Tesis sea de utilidad para los Técnicos e Ingenieros que se encuentran involucrados en el interesante mundo de la soldadura por arco.

B.- INTRODUCCION

El proceso GMAW (Soldadura por Arco de Metal y Gas) es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión. GMAW puede operar de manera semiautomática o automáticamente.

Los componentes básicos del equipo para un proceso GMAW son: la unidad de pistola soldadora y cables, la unidad de alimentación del electrodo, la fuente de potencia y el depósito del gas protector.

La pistola tiene tres funciones principales: guía al electrodo consumible, conduce la corriente eléctrica y el gas protector hacia la pieza de trabajo, de modo que proporciona la energía para establecer y mantener el arco y fundir el electrodo, además de la protección necesaria contra la atmósfera del entorno.

GMAW puede operar de manera semiautomática o automáticamente. Todos los metales como el acero al carbono, acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodos y variables de soldadura apropiados. La mejor forma de describir las características del proceso GMAW es en término de los tres tipos de transferencia del metal del electrodo a la pieza de trabajo, estos son:

Transferencia cortocircuito

Transferencia globular

Transferencia por aspersion o spray

Una máquina soldadora parte de la constitución y características de un transformador reductor de voltaje. Hasta la aparición de los procesos de soldadura que emplean corriente de pulsos, las fuentes de potencia para soldadura solían clasificarse como de corriente constante o de voltaje constante. Tales características se basan en las características estáticas volt-ampere de la fuente de poder y no en las características dinámicas.

Las fuentes de poder usadas para proceso GMAW (conocidas como fuentes de CV) son consideradas como fuentes de poder de voltaje constante. De acuerdo a la NEMA una máquina de voltaje constante se define como: La fuente de poder que cuenta con un mecanismo para ajustar el voltaje de carga y que tiene una curva volt-ampere estática que tiende a producir un voltaje de carga relativamente constante. La corriente de carga, a un voltaje constante, varía con la rapidez con que un electrodo consumible se alimenta al arco. Las máquinas de voltaje constante normalmente se emplean en procesos de soldadura que utilizan un electrodo consumible de alimentación continua (es decir un alambre). Es en esencia un sistema autorregulado. Tiende a estabilizar la longitud de arco aunque haya cambios momentáneos en la posición del portaelectrodo. La corriente de arco será aproximadamente proporcional a la alimentación de alambre, independientemente del diámetro del alambre.

Una línea de proceso para la fabricación de una fuente de poder para un proceso de soldadura MIG (como vulgarmente se conoce al proceso GMAW), toma en consideración la capacidad del proceso para el número de producción total por día, los alcances de calidad marcados y la demanda futura. El Proceso productivo para este caso considera la planificación, donde se define el objetivo y se determinan las condiciones y métodos requeridos para lograr el objetivo de fabricación. Se crean las condiciones de instalaciones y materiales, así como entrenamiento necesario a los recursos humanos para llevar a cabo dicho objetivo. En general, los materiales, las máquinas, los recursos humanos y los métodos son los considerados para implantar un proceso productivo, que para el caso de una máquina de soldar para proceso GMAW no son la excepción, y son además, los que generalmente para cualquier proceso productivo son considerados.

C.- ESTRUCTURA DE LA TESIS

CAPITULO 1: Presenta en un estudio, las características básicas del proceso conocidas, define los términos técnicos usados en el proceso y presenta de manera detallada el proceso y sus variables, así como sus características de los tres tipos de variantes o transferencias del proceso GMAW.

CAPITULO 2: Contiene – como preámbulo – un estudio de los principios eléctricos requeridos para la comprensión de las fuentes de poder que tienen en común el uso del transformador eléctrico. Además se enfoca en las características técnicas de las fuentes de poder de voltaje constante para el proceso GMAW

CAPITULO 3: Se enfoca a los requerimientos y especificaciones técnicas de la NEMA y de la Norma Oficial Mexicana (NOM) para fuentes de poder de voltaje constante.

CAPITULO 4: Presenta consideraciones generales de procesos previos, funciones y usos de los recursos materiales (máquinas, instrumentos de medición, herramientas, etc), así como el desarrollo del proceso productivo por estaciones o células de trabajo que se lleva a cabo en las líneas de subensamble y ensamble final de la máquina PM200.

CAPITULO 5: Analiza la transición de la soldadura manual a la semiautomática, así como el estado actual del proceso de soldadura GMAW en la industria nacional, y de ésta última a la automatización total del proceso.

CAPITULO 1

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

DEFINICION Y ANTECEDENTES GENERALES

El proceso GMAW (Soldadura por Arco de Metal y Gas) es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión.

El concepto básico de GMAW surgió en la década de 1920, pero apenas en 1948 estuvo disponible comercialmente. En un principio se le consideraba básicamente un proceso de electrodo de metal desnudo de diámetro pequeño con alta densidad de corriente que empleaba un gas inerte para proteger el arco. La aplicación primaria de este proceso fue en la soldadura de aluminio. Por lo anterior se acuñó el término MIG (metal gas inerte) y todos lo usan para referirse a este proceso.

Entre los avances posteriores del proceso están la operación con bajas densidades de corriente y con corriente continua en pulsos, la aplicación a una gama más amplia de materiales y el empleo de gases y mezclas de gases reactivos (como CO₂). Este último avance condujo a la aceptación formal del término SOLDADURA POR ARCO DE METAL Y GAS, ya que se usa para gases inertes como reactivos.

GMAW puede operar de manera semiautomática o automáticamente. Todos los metales como el acero al carbono, acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodos y variables de soldadura apropiados.

USO Y VENTAJAS

Los usos del proceso, desde luego, están regidos por sus ventajas; las más importantes son:

- 1.- Es el único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales.
- 2.- Puede soldarse en todas posiciones a diferencia de arco sumergido
- 3.- Se logran tasas de deposición más altas que en un proceso manual
- 4.- Las velocidades de soldadura son mas altas debido a una alimentación continua
- 5.- Es posible soldaduras más largas sin detenerse.
- 6.- En transferencia spray o por aspersión es posible mayor penetración que en la soldadura manual
- 7.- Casi no requiere limpieza por escoria o chisporroteo.

Estas ventajas hacen el proceso ideal para aplicaciones de soldadura en alto volumen de producción y automatizadas. Esto se ha hecho cada vez más obvio con la llegada de la automatización donde GMAW es el proceso más predominante.

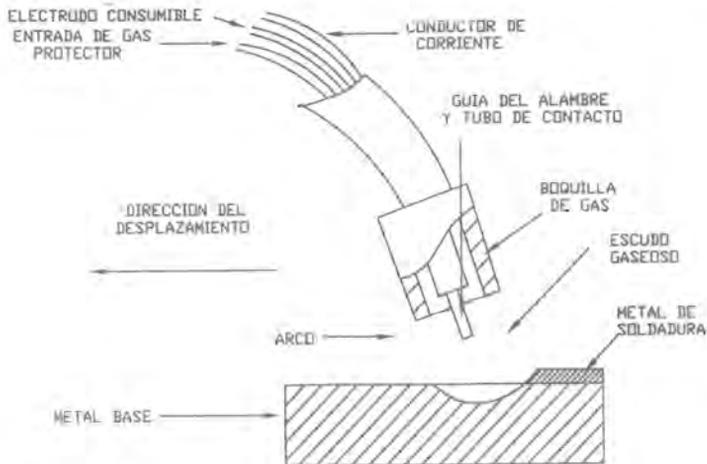
LIMITACIONES

Como en cualquier proceso de soldadura, existen limitaciones que deben considerarse como para el caso del GMAW se tiene:

- 1.- El equipo es más complejo y por consecuencia relativamente más costoso.
- 2.- GMAW resulta más difícil de soldar en lugares de difícil acceso por la incomodidad que presenta la pistola de soldadura.
- 3.- Las corrientes de aire limitan el uso a zonas cerradas o con ausencia de viento que impidiera formar la campana de gas de protección.
- 4.- Se tienen niveles altos de calor radiado, así como la intensidad de arco es más agresivo que con el proceso manual.

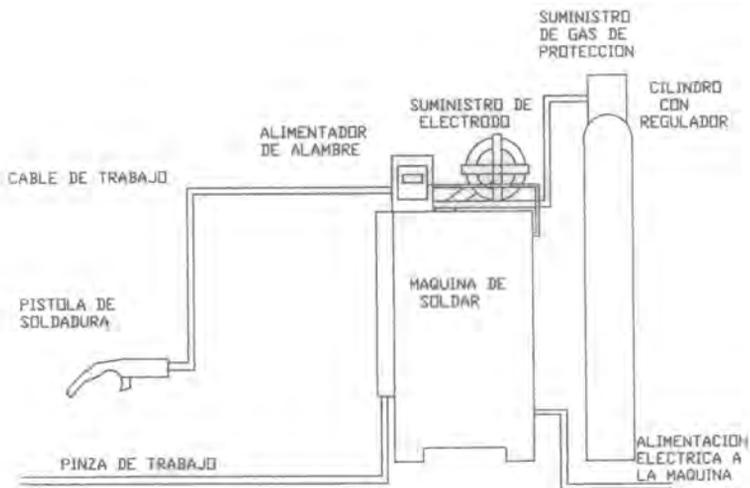
FUNDAMENTOS DEL PROCESO

El proceso se basa en la alimentación constante de una alimentación de consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa. El proceso se ilustra en la siguiente figura:



Una vez que el operador ha hecho los ajustes necesarios al equipo. El equipo regula automáticamente las características eléctricas del arco. Los únicos controles manuales que el operador requiere para la operación semiautomática son la velocidad y dirección del desplazamiento, así como la posición de la pistola. Cuando se cuenta con equipo y ajustes apropiados, la longitud del arco y la corriente (proporcional a la alimentación de alambre) se mantiene automáticamente.

El equipo necesario para GMAW se muestra en la siguiente figura:



Los componentes básicos del equipo son la unidad de pistola soldadora y cables, la unidad de alimentación del electrodo, la fuente de potencia y el depósito del gas protector.

La pistola tiene tres funciones principales: guía al electrodo consumible, conduce la corriente eléctrica y el gas protector hacia la pieza de trabajo, de modo que proporciona la energía para establecer y mantener el arco y fundir el electrodo, además de la protección necesaria contra la atmósfera del entorno.

Se emplean dos combinaciones de unidad de alimentación de electrodo (comúnmente llamado alimentador) y fuente de potencia (propriadmente la soldadora) para lograr la autorregulación de la longitud de arco que se desea. Generalmente esta regulación se efectúa con una fuente de potencia de voltaje constante (o corriente variable).

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL

La mejor forma de describir las características del proceso GMAW es en término de los tres tipos de transferencia del metal del electrodo a la pieza de trabajo, estos son:

Transferencia cortocircuito

Transferencia globular

Transferencia por aspersión o spray

El tipo de transferencia está determinado por varios factores, que dentro de los más influyentes se encuentran:

- 1.- Magnitud y tipo de corriente de soldadura
- 2.- Diámetro del electrodo
- 3.- Composición del electrodo
- 4.- Extensión del electrodo
- 5.- Gas protector

TRANSFERENCIA EN CORTOCIRCUITO

Abarca el intervalo mas bajo de corrientes de soldadura y de diámetros de electrodos asociados al proceso GMAW. Esta transferencia produce un charco de soldadura pequeño, de rápida solidificación, el cual es apropiado para unir secciones delgadas, fuera de posición y tapar aberturas de raíz anchas. El metal se transfiere del electrodo al trabajo solo durante el periodo en que el primero está en contacto con el charco de soldadura; no se transfiere metal a través del espacio del arco

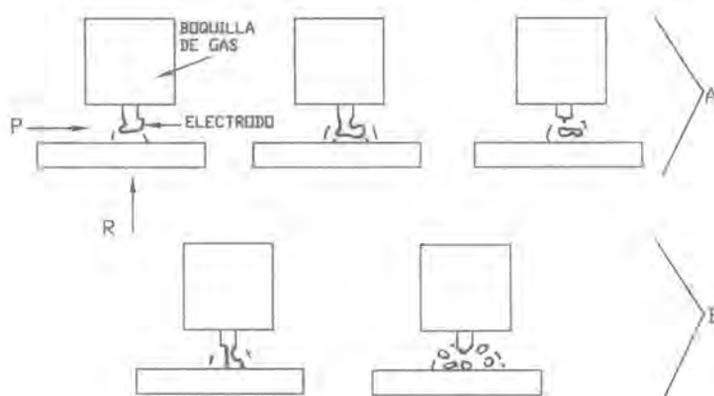
Aunque solo hay transferencia de metal durante el cortocircuito, la composición del gas protector tiene un efecto drástico sobre la tensión superficial del metal fundido. Los cambios en la composición del gas protector pueden afectar notablemente el tamaño de las gotas y la duración

del cortocircuito. Además el tipo de gas influye sobre las características de operación del arco y la penetración en el metal base. El dióxido de Carbono produce generalmente niveles de salpicadura elevados en comparación con los gases inertes, pero el Dióxido de carbono también promueve la penetración.

Para lograr un término medio entre salpicaduras y penetración, a menudo se usan mezclas de Dióxido de carbono con argón al soldar aceros al carbón y de baja aleación. Las adicionales de helio al argón incrementan la penetración en metales no ferrosos, aunque debe de considerarse el costo del helio el cual es mayor al del argón.

TRANSFERENCIA GLOBULAR

La protección con Dióxido de carbono produce transferencia globular en dirección aleatoria cuando la corriente y el voltaje de soldadura están bastante por encima del intervalo para la transferencia en cortocircuito. La desviación respecto a la transferencia axial está regida por fuerzas electromagnéticas, generadas por la corriente de soldadura al actuar sobre la punta fundida como se muestra continuación:



Las más importantes de estas fuerzas son las fuerzas de estrangulamiento electromagnético (P) y la fuerza de reacción del ánodo. La magnitud de la fuerza de estrangulamiento es función directa de la corriente de soldadura y del diámetro del alambre, y por lo regular es la que causa la separación de las gotas. Con protección de Dióxido de carbono, la corriente de soldadura se conduce a través de la gota fundida y el plasma del arco no envuelve la punta del electrodo. Con fotografías de alta velocidad se ha visto que el arco se mueve sobre la superficie de la gota fundida y la pieza de trabajo, porque la fuerza R tiende a sustentar la gota.

No obstante el Dióxido de Carbono, sigue siendo el gas mas utilizado para soldar aceros dulces. La razón es que el problema de la salpicadura puede reducirse de manera significativa "enterrando" el arco. Cuando se hace esto, la atmósfera del arco se convierte en una mezcla de gas y de vapor de hierro, lo que permite una transferencia casi por aspersión.

En transferencia globular, con un electrodo positivo (CCEP), hay transferencia globular cuando la corriente es relativamente baja, sin importar el gas protector empleado. Sin embargo con Dióxido de carbono y Helio este tipo de transferencias ocurre con todas las corrientes de soldadura. La transferencia globular se caracteriza por un tamaño de gota mayor que el diámetro del electrodo. La gravedad actúa fácilmente sobre esta gota grande, por lo que en general solo hay transferencia útil en la posición plana.

TRANSFERENCIA POR ASPERSIÓN

La corriente de transición que depende de la tensión superficial del metal líquido, es inversamente proporcional al diámetro del electrodo, y en menor grado, a la extensión del electrodo. Varía con el punto de fusión del metal de aporte y la composición del gas protector. En la sig. Tabla se dan las corrientes de transición típicas para algunos de los metales más comunes.

Tipo de electrodo de alambre	Diámetro del electrodo		Gas de Protección	Corriente de Arco de rocío
	pulg.	mm.		
Acero dulce	0.030	0.8	98% de Argón, 2% de Oxígeno	150
Acero dulce	0.035	0.9	98% de Argón, 2% de Oxígeno	165
Acero dulce	0.045	1.1	98% de Argón, 2% de Oxígeno	220
Acero dulce	0.062	1.6	98% de Argón, 2% de Oxígeno	275
Acero inoxidable	0.035	0.9	98% de Argón, 2% de Oxígeno	170
Acero inoxidable	0.045	1.1	98% de Argón, 2% de Oxígeno	225
Acero inoxidable	0.062	1.6	98% de Argón, 2% de Oxígeno	285
Aluminio	0.030	0.8	Argón	95
Aluminio	0.045	1.1	Argón	135
Aluminio	0.062	1.6	Argón	180
Cobre desoxidado	0.035	0.9	Argón	180
Cobre desoxidado	0.045	1.1	Argón	210
Cobre desoxidado	0.062	1.6	Argón	310
Bronce al Silicio	0.035	0.9	Argón	165
Bronce al Silicio	0.045	1.1	Argón	205
Bronce al Silicio	0.062	1.6	Argón	270

El modo de transferencia por aspersión produce un flujo altamente direccional de gotas discretas aceleradas por las fuerzas del arco hasta alcanzar velocidades que vencen los efectos de la gravedad. Por esta razón, el proceso puede usarse en cualquier posición. Como las gotas son más pequeñas que la longitud del arco no hay cortocircuitos y las salpicaduras son insignificantes.

Otra característica de la modalidad de aspersión es la penetración de "dedo" que produce. Aunque el dedo puede ser profundo, a causa de los efectos de los campos electromagnéticos, los cuales deben controlarse para que siempre esté situado en el centro del perfil de penetración de la soldadura.

La modalidad de transferencia por arco de rocío puede servir para soldar casi cualquier metal o aleación gracias a las características inertes del escudo de argón. Sin embargo puede ser difícil aplicar el proceso a láminas delgadas por las corrientes tan altas que se necesitan para producir el arco de rocío. Las fuerzas de arco que resultan pueden perforar láminas relativamente delgadas en vez de soldarlas. Además la tasa de deposición alta puede producir un charco de soldadura demasiado grande para sostenerse con la tensión superficial en la posición vertical o cenital.

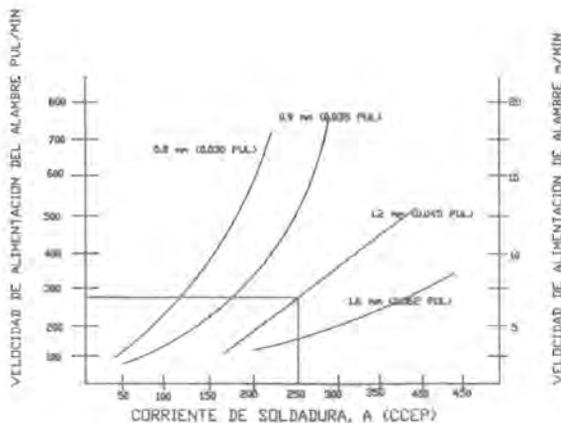
VARIABLES DEL PROCESO

Las siguientes, son las variables que afectan la penetración de la soldadura, la geometría de la franja y la calidad global de la soldadura:

- 1.- Corriente de soldadura (directamente proporcional a la velocidad de alimentación del electrodo)
- 2.- Polaridad
- 3.- Voltaje del arco (longitud del arco)
- 4.- Velocidad del recorrido o de desplazamiento
- 5.- Extensión del electrodo
- 6.- Orientación del electrodo (ángulo respecto a la dirección del desplazamiento)
- 7.- Posición de la unión que se va a soldar
- 8.- Diámetro del electrodo
- 9.- Composición y tasa de flujo del gas protector

CORRIENTE DE SOLDADURA

Si todas las características se mantienen constantes, la corriente de soldadura varía con la velocidad de alimentación del electrodo o con la rapidez de fusión siguiendo una relación no lineal. Al variarse la velocidad de alimentación, la corriente de soldadura varía de manera similar si se emplea una fuente de poder de voltaje constante. Esta relación entre la corriente de soldadura y la velocidad de alimentación de alambre se muestra en la siguiente figura para electrodos de acero al carbono:



En los niveles de baja corriente para cada tamaño del electrodo, la curva es casi lineal, pero con corrientes de soldadura altas, sobre todo si los electrodos son de diámetro pequeño, las curvas dejan de ser lineales y su pendiente aumenta al incrementarse la corriente de soldadura. Esto se atribuye al calentamiento por resistencia de la extensión del electrodo que sobresale del tubo de contacto. Las curvas pueden representarse por medio de la fórmula:

$$WFS = aI + bLI^2 \quad \text{Donde se tiene:}$$

WFS= Velocidad de alimentación del electrodo en (pulg/min)

a= constante de proporcionalidad para el calentamiento anódico o catódico. Su magnitud depende de la polaridad, la composición y otros factores, (pulg/(min-A)).

b= constante de proporcionalidad para el calentamiento por resistencia eléctrica ($\text{min}^{-1}\text{A}^{-2}$)

L= Extensión del electrodo (pulg)

I= Corriente de soldadura (A)

Cuando se aumenta el diámetro del electrodo (manteniendo la misma velocidad de alimentación) se requiere una corriente de soldadura más alta. La relación entre la velocidad de alimentación del electrodo y la corriente de soldadura depende de la composición química del electrodo. Las diferentes posiciones y pendientes de las curvas se deben a diferencias de los puntos de fusión y resistencias eléctricas de los metales. La extensión del electrodo también afecta las relaciones.

Si todas las variables se mantienen constantes, un aumento en la corriente de soldadura producirá lo siguiente:

- 1.- Un aumento en la profundidad y anchura de penetración de soldadura
- 2.- Incremento en la tasa de deposición
- 3.- Aumento en el tamaño de la franja de soldadura.

POLARIDAD

El término polaridad describe la conexión eléctrica de la pistola soldadora en relación con las terminales de conexión a la fuente de poder. Si el cable de la fuente de poder se conecta a la terminal positiva, la polaridad se designa como CORRIENTE CONTINUA CON ELECTRODO AL POSITIVO (CCEP), a la que también se le ha dado el nombre de POLARIDAD INVERSA.

Cuando la antorcha o pistola se conecta a la terminal negativa, la polaridad se designa como CORRIENTE CONTINUA CON ELECTRODO AL NEGATIVO (CCEN), o bien POLARIDAD DIRECTA.

Prácticamente todas las aplicaciones de GMAW emplean la polaridad CCEP. Esta conexión produce un arco estable, una transferencia de metal uniforme, relativamente poca salpicadura, y profundidad máxima de penetración para una gama de corrientes de soldadura.

A su vez la CCEN es poco usada (o prácticamente sin uso) debido a que no puede obtenerse transferencia tipo axial, sin embargo debido a la alta tasa de deposición pero baja penetración, este tipo de conexión se usa ocasionalmente en aplicaciones de recubrimientos leves de soldadura.

En cuanto al tipo de forma de onda de la corriente (como se verá en el siguiente capítulo a detalle), la corriente alterna para un proceso de GMAW no es usada, debido a la onda cíclica que significa que existen interrupciones del arco cuando ésta onda pasa por valores de cero.

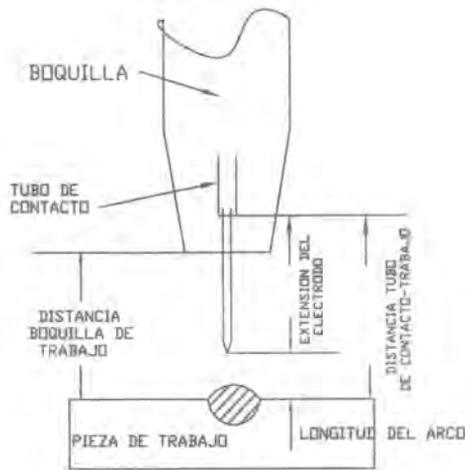
VOLTAJE DEL ARCO (O LONGITUD DEL ARCO)

Estos dos términos se usan de manera frecuente y de manera indistinta. Sin embargo aunque están relacionados entre sí, cabe aclarar que son diferentes.

En GMAW la longitud del arco es una variable crítica que debe controlarse con mucho cuidado. En la transferencia tipo rocío con argón, un arco que es demasiado corto, experimenta cortocircuitos momentáneos que causan fluctuaciones de presión, las mismas que bombean aire hacia el chorro del arco y producen porosidad y pérdida de ductilidad por la absorción de nitrógeno de la atmósfera.

Pero si el arco es demasiado largo, tiende un movimiento lateral aleatorio que afecta tanto la penetración como el perfil de la franja de soldadura, además de que un arco largo puede romper el escudo de gas. Para arcos con protección de CO_2 , un arco largo produce excesivo chisporroteo y como fin porosidad, pero si es más corto el electrodo hará cortocircuitos provocando inestabilidad de arco.

La longitud del arco es la variable independiente, el VOLTAJE DEL ARCO depende de la longitud del arco, así como de otras variables (como dimensiones del electrodo, la técnica de soldadura, el gas protector, la longitud de los cables de la fuente de poder). Y aunque el voltaje del arco y la longitud del arco tienden a igualarlos, lo que ha contribuido a esto es que el voltaje del arco permite expresar de forma relativamente aproximada la longitud física del arco (ya que no se toma en cuenta la caída de voltaje en los cables del portaelectrodo ni en la extensión del electrodo que sobresale de la punta de contacto).



Aunque la variable que interesa y que debe de controlarse es la longitud del arco, es más fácil que un operador pueda vigilar el voltaje en la fuente de poder, por esta razón y siguiendo los procedimientos o instrucciones de trabajo que el operador tiene a su disposición, éste es el término que un soldador usa con mayor frecuencia (que para los soldadores es equivalente a "calor").

Los niveles de voltaje de arco varían dependiendo del gas y tipo de transferencia. A continuación se muestra una tabla que puede servir de referencia para la selección de voltaje de arco, dependiendo del tipo de metal a soldar. Se requieren de pruebas para ajustar el voltaje de arco a fin de producir las características de arco y el aspecto de la franja de la soldadura más convenientes. Esto es importante ya que el voltaje de arco depende de otros factores como son:

espesor del material, tipo de la unión (tope, esquina, de borde, traslape, T, etc), composición del gas, y diámetro del electrodo.

Metal	Transferencia globular/aspersión					Transferencia en cortocircuito			
	Electrodo de 1.6 mm (1/16 pulg)								
	Argón	Helio	25% Ar 75% He	Ar-O ₂ (1-5% O ₂)	CO ₂	Argón	Ar-O ₂ (1-5% O ₂)	75% Ar 25% CO ₂	CO ₂
Aluminio	25	30	29			19			
Magnesio	26		28			16			
Acero al Carbono				28	30	17	18	19	20
Acero de baja aleación				28	30	17	18	19	20
Acero inoxidable	24			26		28	19	21	
Níquel	26	30	28			22			
Aleación Cupro-Níquel	26	30	28			22			
Aleación Níquel Cromo	26	30	28			22			
Cobre	30	36	33			24	22		
Aleación Cobre-Níquel	28	32	30			23			
Bronce de silicio	28	32	30	28		23			
Bronce de aluminio	28	32	30			23			
Bronce Fosforado	28	32	30	23		23			

Para un soldador, un incremento en el voltaje de arco es significado de una franja de soldadura ancha y aplanada, aunque también esto pudiera ocasionar una excesiva porosidad, salpicadura y hasta socavamiento. Por el contrario una reducción del voltaje significa una franja angosta con corona (altura del cordón) alta y una mayor penetración, aunque también puede provocar que el electrodo se embote.

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO

La velocidad de recorrido es la tasa de movimiento lineal del arco a lo largo de la unión que se va a soldar. Si todas las demás variables se mantienen constante, la penetración es máxima a una velocidad relativamente intermedia. Si la velocidad se reduce la deposición de material de aporte se incrementa y puede el arco actuar sobre el charco de soldadura y no sobre el metal de trabajo con lo que se reduce la penetración efectiva y una franja de soldadura ancha.

Al incrementarse la velocidad, en un principio se incrementa la cantidad de energía térmica que transmite el arco al metal base. Si continúa el aumento se transmite al metal base menos energía térmica por unidad de longitud de la soldadura. Por lo tanto al incrementarse la velocidad de recorrido, la fusión del metal base primero aumenta y luego disminuye. Si se aumenta más la

velocidad, aparecerá una tendencia al socavamiento a lo largo de los bordes de la franja de soldadura, porque no se depositará suficiente metal de aporte para rellenar el trayecto fundido por el arco.

EXTENSION DEL ELECTRODO

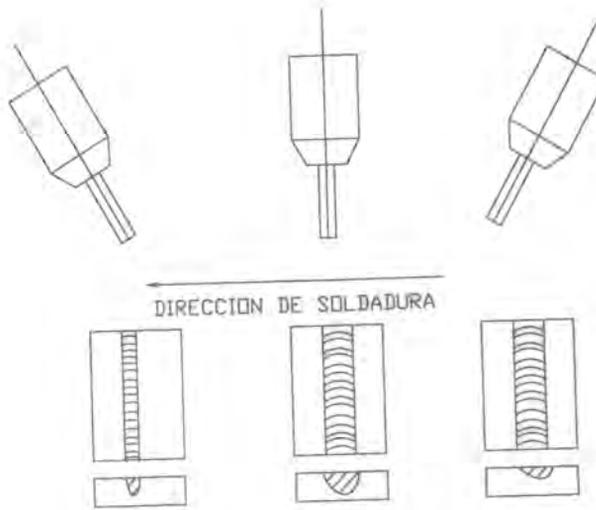
La extensión del electrodo es la distancia entre el extremo de la punta de contacto y la punta del electrodo, como se puede ver en la figura antes descrita. Un aumento en la extensión del electrodo produce un aumento en su resistencia eléctrica, lo que contribuye al aumento proporcional de su calentamiento, esto a su vez aumenta la tasa de fusión del electrodo. La mayor resistencia hace que aumente la caída de voltaje entre la punta de contacto y la pieza del trabajo, situación que es detectada por la fuente de poder, la cual compensa este aumento reduciendo la corriente. Esto de inmediato hace que la tasa de fusión se reduzca y permite que se acorte la longitud física del arco. Por lo tanto a menos que haya en la fuente de poder un incremento de voltaje, el metal de aporte se depositará en una franja de soldadura angosta y de corona alta.

La extensión del electrodo deseable está generalmente entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada para la transferencia en cortocircuito y entre $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada para la transferencia globular y axial.

ORIENTACION DEL ELECTRODO

La orientación del electrodo con respecto a la unión por soldar afecta la forma y la penetración de la franja de soldadura y este efecto puede ser mayor que el voltaje del arco o el de la velocidad de desplazamiento. Esta orientación puede describirse de dos maneras: a) por la relación entre el eje del electrodo y la dirección de desplazamiento (ó ángulo de desplazamiento) y b) por el ángulo entre el eje del electrodo y la superficie adyacente de la pieza de trabajo.

Cuando el electrodo apunta en dirección opuesta a la dirección de desplazamiento, la técnica se denomina SOLDADURA DE REVÉS CON ANGULO DE ARRASTRE, y cuando el electrodo apunta en la dirección de desplazamiento se denomina SOLDADURA DE DERECHA CON ANGULO DE ATAQUE. La orientación del electrodo y su efecto sobre la anchura de la franja y la penetración se ilustra a continuación:



Cuando el electrodo se saca de la perpendicular dándole ángulo de ataque y las demás condiciones se mantienen sin cambio, la penetración disminuye y la franja de soldadura se hace más ancha y plana. La penetración máxima en la posición plana se obtiene con la técnica de arrastre de unos 25 grados respecto a la perpendicular. Esta técnica también produce una franja más convexa y angosta, un arco más estable y menos salpicadura en la pieza de trabajo.

Para todas las posiciones, el ángulo de desplazamiento que se usa normalmente es un ángulo de arrastre del orden de 5 a 15 grados, ya que así se controla y protege mejor el charco de soldadura.

POSICION DE LA UNION A SOLDAR

Casi todas las uniones a soldar en GMAW transferencia por aspersion se efectúan en las posiciones planas u horizontal, pero si el nivel de energía es bajo. La modalidad de GMAW a pulsos y en cortocircuito se puede usar en todas las posiciones. Las soldaduras de filete en posición plana por aspersion son más uniformes, y tienen un perfil más simétrico y convexo que las soldaduras de filete similares en posición horizontal.

A fin de vencer la gravedad sobre el metal de soldadura al soldar en las posiciones vertical y sobre-cabeza (o cenital), por lo regular usan electrodos con diámetro pequeño, con transferencia en cortocircuito o por aspersion con corriente continua a pulsos. Los electrodos con diámetros de 0.045 pulgadas o menores a este son los más apropiados para soldar fuera de posición ya que el

bajo aporte de calor permite al charco de soldadura solidificarse rápidamente. Cuando se suelda lámina en la posición vertical, la dirección de soldadura más efectiva es hacia abajo.

Si se suelda en la posición plana, la inclinación del eje de soldadura respecto al plano horizontal influirá en la forma de la franja de soldadura, en la penetración y en la velocidad de desplazamiento. En la soldadura circular en posición plana, el trabajo gira debajo de la pistola de soldar y la inclinación se obtiene moviendo la pistola en cualquier dirección.

DIAMETRO DEL ELECTRODO

Este influye en la configuración de la franja de soldadura. Un electrodo de mayor tamaño requiere una corriente mayor que un electrodo menor por el efecto $I^2 R$. Como ya se comentó en las posiciones vertical o sobre-cabeza se usa electrodos de menor diámetro para disminuir el efecto de calentamiento y tener problemas de escurrimiento por la mayor fusión del electrodo.

GASES DE PROTECCION

La función principal de un gas de protección es la de crear una campana de protección para impedir que los gases encontrados en la atmósfera entren en contacto con el metal de soldadura fundido, esto debido a que la mayor parte de los metales fundidos al calentarse hasta el punto de fusión en aire, presentan una marcada tendencia a la formación de óxidos y en menor grado a nitruros, además de que el oxígeno reacciona con el carbono del acero para formar CO_2 . Lo anterior físicamente en la aplicación puede dar la formación de porosidad, escoria atrapada, y pérdida de ductilidad del metal de soldadura.

Además de lo antes descrito, la atmósfera del gas de protección tiene efecto importante sobre:

- 1.- Características del arco
- 2.- Penetración y perfil de la franja de soldadura
- 3.- Acción limpiadora
- 4.- Evitar socavamiento
- 5.- Propiedades mecánicas

En la siguiente tabla se muestra los tipos de gas y sus características para cada tipo de transferencia en aspersión y en cortocircuito.

GASES PROTECTORES PARA TRANSFERENCIA POR ASPERSION EN GMAW			
Metal	Gas	Espesor (mm)	Ventajas
Aluminio	100% Ar	0 a 25	Transferencia de metal y estabilidad del arco óptimas; mínimo de salpicaduras
	35% Ar	25 a 76	Más alto aporte de calor que solo con Argón; mejores características de fusión con aleaciones Al-Mg de la serie 5XXX.
	65% He		Máximo aporte de calor; minimiza la porosidad.
	25% Ar	Mas de 76	
75% He			
Magnesio	100% Ar		Excelente acción limpiadora
Acero al Carbono	95% Ar + 3.5% Oxígeno		mejora la estabilidad de arco; produce un charco de soldadura más fluido y controlable, minimiza el socavamiento, permite velocidades altas.
Acero de baja aleación	98% Ar -2% Oxígeno		Minimiza el socavamiento; confiere buena tenacidad.
Acero Inoxidable	99% Ar -1% Oxígeno	Hasta 3.2	Mejora la estabilidad del arco; produce un charco de soldadura más fluido controlable, minimiza el socavamiento en aceros gruesos.
	98% Ar -2% Oxígeno		Ofrece mejor estabilidad de arco, velocidad de soldadura que la mezcla con 1% de oxígeno para piezas de acero inoxidable delgadas.
	100% Ar		Ofrece buen mojado, reduce la fluidez del metal de soldadura.
Níquel, Cobre y Aleaciones	Argón Helio		Mayor aporte de calor que con mezclas con 50 y 75% de helio, lo que compensa la elevada disipación de calor de los calibres gruesos.

GASES PROTECTORES PARA TRANSFERENCIA CORTO-CIRCUITO EN GMAW			
Metal	Gas	Espesor (mm)	Ventajas
Acero al Carbono	75% Ar +25% CO2	Menos de 3.2	Altas velocidades de soldadura sin perforación, mínimo de distorsión y salpicaduras.
	75% Ar +25% CO2	Más de 3.2	Mínimo de salpicaduras, aspecto limpio de la soldadura, buen control del charco en posición vertical y cenital.
Carbono	Ar con 5-10% de CO2		Penetración más profunda, más altas velocidades de soldadura.
Acero inoxidable	90% He + 7.5% Ar + 25% CO2		Ningún efecto sobre la resistencia a la corrosión, zona térmica - mente afectada pequeña, sin socavamiento, mínima distorsión.
Acero de baja aleación	60-70% He +25-35% Ar +4.5% CO2		reactividad mínima, excelente tenacidad, excelente estabilidad del arco, características de mojado y poca salpicadura.
	75% Ar +25%CO2		Buena tenacidad, excelente estabilidad del arco, poca salpicadura.
Aluminio, Cobre y Aleaciones	Ar y Ar+He	Más de 3.2	argón satisfactorio para lámina, se prefiere argón - helio para materiales base.

ARGÓN Y HELIO: Son gases inertes, estos dos y sus mezclas se emplean para soldar metales no ferrosos y aceros inoxidable, aceros al carbono y aceros de baja aleación. Las diferencias físicas entre estos dos gases son su densidad, conductividad térmica y características del arco.

El argón es casi 1.4 veces más denso que el aire, en tanto que la del helio es de .14 veces. El argón al ser más pesado es más efectivo para proteger el arco y cubrir el área de soldadura en la posición plana. El helio requiere de tasas de flujo unas dos o tres veces mayores que las usadas con argón para proporcionar una protección equivalente.

El helio tiene una mayor conductividad térmica que el argón y produce un plasma de arco en el cual la energía del arco está distribuida de manera más uniforme. El plasma del arco de argón – a diferencia – se caracteriza por un núcleo de alta energía y una zona exterior de menor energía. Esta diferencia afecta la franja de soldadura. Un arco con helio produce una franja profunda ancha y con corona muy parabólica. Para el uso de Argón, este produce una característica tipo "dedo", es decir en el que las características antes mencionadas para el helio son uniformes y proporcionales.

Existen ventajas del uso de Argón sobre el helio como se acaba de mencionar, además de que el helio tiene un potencial de ionización más alto que el Argón lo que significa un voltaje de arco más alto, si todas las demás variables no cambian. Además el helio puede presentar problemas al iniciar el arco. Los arcos protegidos con Helio no presentan transferencia por aspersion axial real, a nivel de corriente relativa para esta transferencia. La protección con Argón (incluidas mezclas tan bajas de un 80%), producen transferencias por aspersion cuando la corriente está por encima del nivel de transición.

La protección con Argón puro se usa en muchas aplicaciones de soldadura de materiales no ferrosos. El empleo de helio puro se restringe a áreas más especializadas porque un arco en helio tiene estabilidad muy limitada. Para aplicaciones de transferencia de cortocircuito se usan mezclas Argón – Helio con entre 60 y 90 % de helio a fin de obtener un mayor aporte de calor al metal base y mejorar las características de fusión.

CAPITULO 2

MAQUINAS ELECTRICAS PARA PROCESO DE SOLDADURA GMAW

DEFINICION Y ANTECEDENTES GENERALES

Son muchas y variadas las fuentes de poder en soldadura que se requieren, dependiendo de las exigencias eléctricas para el proceso a usar.

Como primer paso, podemos determinar los requerimientos eléctricos del proceso de soldadura con el cual se utilizará. Entre otros parámetros o factores se deben incluir requerimientos futuros, mantenimiento preventivo, transportabilidad, disponibilidad de acceso al personal, cumplimiento de normas y códigos, así como consideraciones económicas. Sin embargo en este capítulo trataremos los aspectos técnicos de la potencia.

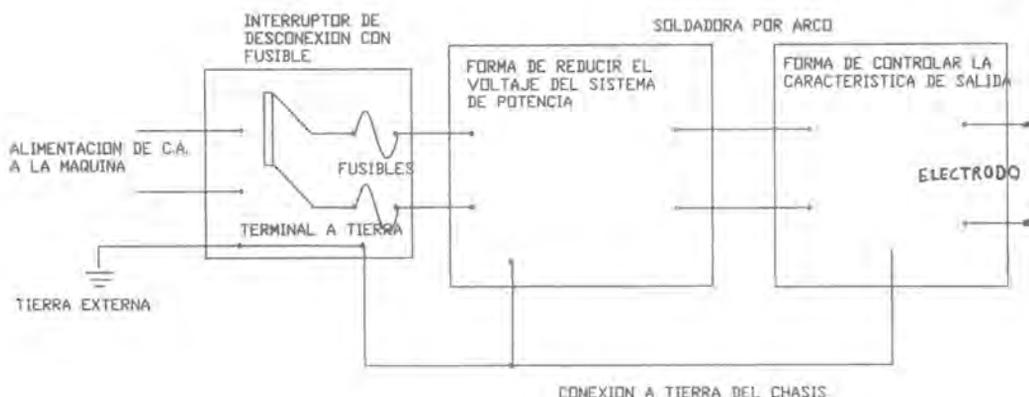
En términos generales, los voltajes suministrados por las compañías eléctricas para fines industriales son relativamente altos como para usarse en una máquina soldadora (fuente de poder). Es decir tenemos voltajes entre los que se encuentran comercialmente 220 V y 440 V en países donde se maneja una frecuencia de 60 Hz. Por lo tanto como primer función de una fuente de poder para soldadora por arco es reducir el voltaje de entrada o de línea a un intervalo de voltaje de salida apropiado (regularmente de 20 a 80 Volts). A su vez la corriente de entrada que es relativamente baja en el primario del transformador es elevada a corrientes del orden de 50 a 1500 Amperes o más.

Se puede utilizar para este caso, ya sea un transformador, un inversor de estado sólido, o un moto-generador para reducir el voltaje de 120, 440, o 480 de línea al voltaje terminal o de circuito abierto especificado para la soldadora de arco. La salida típica de una fuente de poder, puede ser corriente alterna (C.A.) o corriente continua (C.C.) o ambas. Las fuentes de potencia del tipo motor-generador por lo regular tienen una salida de corriente continua (C.C.)

Como alternativa, una máquina soldadora por arco puede derivar su energía de un impulsor primario, como un motor de combustión interna.

Las fuentes de poder pueden ser de Corriente constante, de Voltaje constante o ambas. Puede tener también modo de salida de pulsos.

La siguiente figura muestra los elementos básicos de una máquina soldadora alimentada de una línea eléctrica. Aunque esta no incluye un interruptor de desconexión con fusible, este es un elemento protector necesario. Una máquina impulsada por motor requerirá dispositivos distintos.



PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO Y REQUERIMIENTOS ELECTRICOS DEL TRANSFORMADOR ELÉCTRICO PARA SOLDADORAS

Cuando hay inducción mutua entre dos bobinas o devanados, entonces un cambio de corriente en una de ellas induce una tensión en la otra. Los dispositivos que funcionan con base en este principio reciben el nombre de transformador. Todo transformador tiene un devanado primario y uno o más secundarios. El devanado primario recibe la energía eléctrica de una fuente de energía y acopla esta energía al devanado secundario por medio de un campo magnético variable. La energía aparece como una fem (fuerza electromotriz) en el devanado secundario, y si se conecta una carga al secundario, entonces la energía es transferida a la carga.

La fem inducida en un transformador es proporcional a tres factores: La frecuencia (f), El número de espiras (N), y al flujo magnético máximo instantáneo (ϕ_m). La ecuación de la fem inducida – suponiendo que el flujo varía según una forma senoidal y teniendo en cuenta que, en la senoidal, la relación entre el valor eficaz y el valor medio es 1.11, la fem eficaz inducida es:

$$E = 4.44fN\phi_m 10^{-8} \text{ Volts}$$

El factor 4.44 es igual a 4 veces el factor de forma que vale 1.11 para la curva senoidal.

El flujo Máximo es $\phi_m = B_m A$, siendo B_m la densidad de flujo máxima (webers) y A , la sección transversal del núcleo, por lo que la ecuación anterior puede escribirse como:

$$E = 4.44fN B_m A \text{ Volts } 10^{-8}$$

Esta forma suele ser la más conveniente para el cálculo en el diseño de transformadores, ya que los núcleos de los transformadores se proyectan partiendo de la densidad de flujo admisible.

Es por medio del transformador que se puede transferir energía de un circuito a otro sin que exista conexión física entre ellos. La transferencia de energía se efectúa completamente a través del campo magnético. Entonces el transformador funciona como dispositivo de acoplamiento.

TRANSFORMADOR CON SECUNDARIO ABIERTO (SIN CARGA)

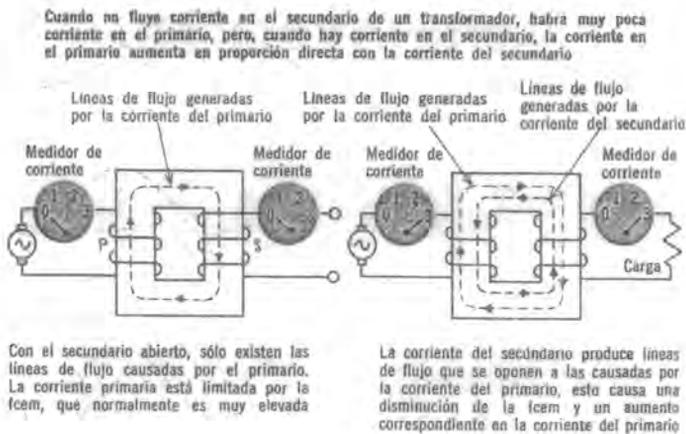
El primario funciona esencialmente como un inductor. Esto significa que la corriente primaria está atrasada 90 grados con respecto a la tensión aplicada y al mismo tiempo está adelantada 90 grados a la fem (fuerza contra electromotriz). Por lo tanto, la tensión aplicada, y la fem inducida son de polaridad opuesta. La mayor parte de los transformadores están diseñados para que tengan una elevada fem inducida en el primario cuando se abre el secundario, de manera que la corriente primaria es muy baja, casi nula.

Como el campo magnético correspondiente al devanado primario y causado por la corriente variable en el primario, se origina y se contrae alternativamente, corta las espiras del devanado secundario, induciendo, en consecuencia, una tensión en el secundario. La tensión inducida en el secundario es máxima cuando la rapidez de cambio de la corriente primaria es máxima (0, 180 y 360 grados); es cero cuando la corriente primaria no cambia (90 y 270 grados).

TRANSFORMADOR CON CARGA EN SECUNDARIO

Cuando se conecta una carga al secundario de un transformador, hay corriente en el secundario. Como en cualquier inductancia, la corriente en el devanado secundario está atrasada 90 grados con respecto a la tensión secundaria que la produce. Por lo tanto, puesto que la tensión secundaria está atrasada 90 grados con respecto a la corriente primaria, y la corriente secundaria está atrasada 90 grados con respecto a la tensión secundaria, entonces la corriente secundaria estará defasada 180 grados con respecto a la corriente primaria. Al cambiar, la corriente secundaria genera su propio campo magnético, cuyas líneas de flujo se oponen a las del campo magnético originado por la corriente primaria. Esto reduce la intensidad del campo magnético primario y, como resultado, la fem inducida es menor en el primario. Con menos fem inducida oponiéndose a la tensión aplicada, la corriente primaria aumenta. El grado del aumento está en proporción directa a la corriente que fluye en el secundario. Así, cuando aumenta la corriente

secundaria en un transformador, la corriente primaria también aumenta automáticamente. Por otra parte cuando disminuye la corriente secundaria, también lo hace la corriente primaria, de lo que se puede apreciar que si el secundario de un transformador se conecta en corto, habrá demasiada corriente tanto en el primario como en el secundario. Entonces no solamente se quemará el transformador, sino que hay la posibilidad de que la fuente de alimentación que alimenta potencia al primario también se dañe. Lo anterior se ilustra gráficamente:



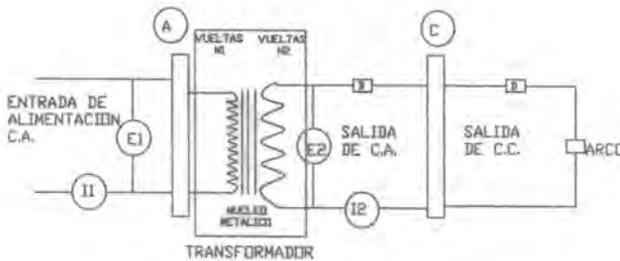
RELACIÓN ENTRE ESPIRAS, VOLTAJE Y CORRIENTE

Con una tensión aplicada dada en el primario, la tensión secundaria depende del número de espiras del devanado secundario, comparado con el número de espiras del devanado primario. Cuando el devanado secundario tiene más espiras que el primario, la tensión secundaria es mayor que la tensión primaria. En este caso ocurre un aumento de tensión y al transformador se le llama transformador elevador de tensión. Así mismo si el devanado secundario tiene menor número de espiras que el primario, la tensión secundaria será menor que la primaria y el transformador se denomina reductor de tensión. La disminución o aumento es debido a que la tensión inducida en una bobina cualquiera es en realidad la suma de las muchas tensiones inducidas en cada espira cortada por las líneas de flujo. Por lo tanto cuanto mayor número de espiras haya, mayor número de tensiones individuales se inducirán y mayor será la suma.

Las relaciones significativas entre el número de vueltas de los devanados y los voltajes y corrientes de entrada y salida son los ya analizados:

$$N_1/N_2 = E_1/E_2 = I_2/I_1$$

La siguiente figura muestra los requerimientos generales en componentes de un transformador para máquina de soldar.

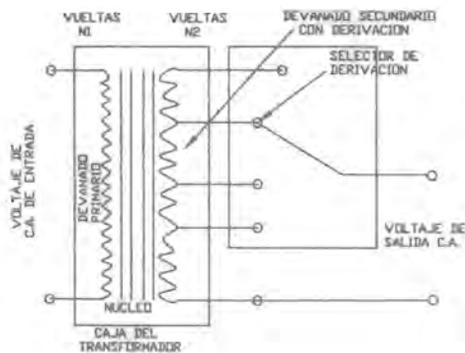


- A Este cuadro indica los componentes de control de estado sólido.
- B Ubicación de los componentes de control en serie, si se emplean.
- C Control de rectificador o SCR, si la fuente de potencia produce salida de cc.
- D Dispositivo de conmutación secundario de estado sólido, o del inductor.

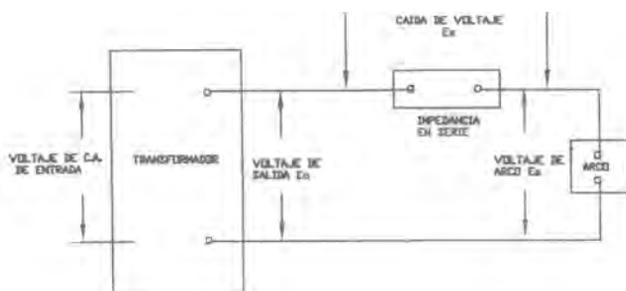
TRANSFORMADORES DE SECUNDARIO MÚLTIPLE

Se pueden usar derivaciones en el devanado secundario del transformador para modificar el número de vueltas del secundario del transformador para modificar el número de vueltas del secundario, como se muestra en la siguiente figura., variando así el voltaje de salida de circuito abierto (sin carga). En este caso, el transformador con derivación permite seleccionar el número de

vueltas, N_2 , del devanado secundario. Si el número de vueltas del secundario disminuye, el voltaje de salida baja porque se está usando una porción menor del devanado secundario del transformador. Por tanto, el selector de derivación controla el voltaje de circuito abierto. Como lo indica la relación de transformación, la razón de corriente primaria a secundario es inversamente proporcional a la razón de voltaje primario a secundario. Esto hace posible obtener corrientes de secundario elevadas (de soldadura) a partir de corrientes de línea relativamente bajas.



El transformador puede diseñarse de modo que el selector de derivación ajuste directamente las características de pendiente volt-amperes de salida para una condición de soldadura correcta. Pese a ello, es más común que se inserte una fuente de impedancias en serie con el devanado secundario del transformador para suministrar esta característica, como se ilustra a continuación:



TRANSFORMADOR DE NÚCLEO DE HIERRO

El nombre se debe al material que se encuentra entre los devanados primarios y secundarios, y a través de los cuales viajan las líneas de flujo. Los núcleos generalmente son de hierro dulce o pulverizado. Los devanados están colocados alrededor del núcleo de hierro y las líneas de flujo se encuentran a través del núcleo entre los devanados. Las líneas de flujo hacen que el núcleo mismo se magnetice en la misma dirección, lo cual tiene como resultado un aumento considerable en el número total de líneas de flujo. Es posible un alto grado de acoplamiento con estos núcleos. Para lograr un mejor acoplamiento, a veces los devanados primarios y secundarios se devanan superpuestos. Se pueden obtener así coeficientes tan altos como 0.98, en transformadores con núcleos de hierro. Estos altos coeficientes dan como resultado que los transformadores de núcleo de hierro tengan características aproximadas a las de un transformador ideal.

PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN UN TRANSFORMADOR

Por Cobre y Fugas: Cuanto más espiras tenga el devanado, mayor será la longitud necesaria del alambre y, por lo tanto, mayor la resistencia. Cuando las corrientes primaria y secundarias fluyen en los devanados, hay potencia disipada en forma de calor. Estas pérdidas I^2R se llaman pérdidas en el cobre. Pueden reducirse devanando el primario y el secundario con alambre que tenga área transversal amplia, pero esto aumenta el tamaño y el peso del transformador.

En un transformador no todas las líneas de flujo producidas por los devanados pasan por el núcleo de hierro. Algunas de las líneas se fugan de los devanados al espacio y por lo tanto, no unen al primario y al secundario. Esta fuga representa energía desperdiciada.

Por Histéresis: El núcleo es magnetizado por el campo magnético originado por la corriente de los devanados. La dirección de la magnetización del núcleo es la misma que la dirección del campo magnético que lo hace magnetizarse. Por lo tanto cada vez que el campo magnético en los devanados se expande y se contrae, también cambia la dirección en que se magnetiza el núcleo, y cada vez que se invierte la dirección, las moléculas del núcleo giran para alinearse en la nueva dirección de las líneas de flujo. Sin embargo, las moléculas no siguen exactamente las inversiones del campo magnético. Cuando el núcleo está magnetizado inicialmente, las moléculas están alineadas en la dirección del campo. Pero cuando el campo magnético baja hasta cero, las moléculas no vuelven a sus orientaciones erráticas originales. Como resultado, aunque la fuerza magnetizante se ha reducido a cero, el núcleo retiene aún parte de su magnetización. El campo magnético tiene que invertir su dirección y aplicar una fuerza magnetizante en la dirección opuesta antes de que el núcleo regrese a su estado desmagnetizado. La energía que debe alimentarse a las moléculas para que "giren" y traten realmente de alinearse con el campo magnético, recibe el nombre de pérdida por histéresis del núcleo.

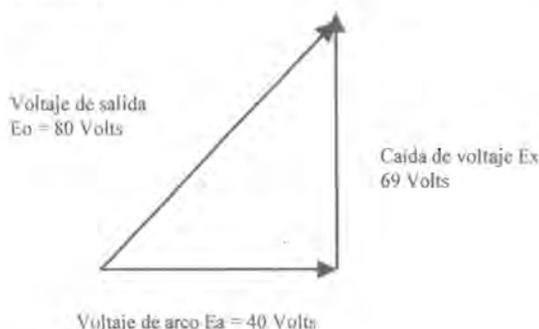
Por Corrientes Parásitas: Puesto que el núcleo de hierro de un transformador es un material conductor, el campo magnético induce una tensión en el núcleo. Entonces esta tensión hace que circulen pequeñas corrientes dentro del núcleo llamadas corrientes parásitas o corrientes de remolino. Las corrientes parásitas se pueden considerar como corrientes de corto circuito, ya que la única resistencia que encuentran es la pequeña resistencia del material del núcleo. Igual que las pérdidas por histéresis las corrientes parásitas toman energía de los devanados del transformador, por lo que representan pérdidas de potencia.

Por Saturación: Cuando empieza a aumentar la corriente, el número de líneas de flujo en el núcleo aumenta rápidamente. Cuanto más se eleva la corriente, mayor es el número de líneas de flujo existentes en el núcleo. Cuando la corriente ha aumentado hasta el punto en que haya gran número de líneas de flujo en el núcleo (alta densidad de flujo), aumentar mas corriente solo producirá otras pocas líneas de flujo. Entonces se dice que el núcleo está saturado. Todo aumento en la corriente primaria (la de alimentación) después de que ha alcanzado la saturación en el núcleo, produce pérdidas de potencia, ya que el campo magnético no puede acoplar la potencia adicional al secundario.

MECANISMOS Y DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE CORRIENTE EN MAQUINAS DE SOLDAR

REACTORES SATURABLES (IMPEDANCIAS)

En las fuentes de poder de voltaje constante, el voltaje de salida es muy cercano al que requiere el arco. La caída de voltaje a través de la impedancia (reactor) apenas se incrementa conforme aumenta la corriente de carga. La reducción en el voltaje de carga es pequeña. El ajuste del valor de la reactancia no permite controlar bien la relación entre la corriente de carga y el voltaje de carga. Este método de control de pendiente con reactores simples también permite controlar el voltaje con reactores saturables o amplificadores magnéticos. La siguiente figura muestra una relación vectorial ideal de voltajes alternantes para el circuito cuando se usa un reactor como dispositivo de impedancia.



La caída de voltaje a través de la impedancia más el voltaje de carga es igual al voltaje sin carga solo cuando la suma se hace vectorialmente. En el ejemplo de la figura, por ejemplo, el voltaje de circuito abierto del transformador es de 80 V; la caída de voltaje a través del reactor es de aproximadamente 69 V cuando el voltaje de carga (equivalente a un resistor) es de 40 V. Es necesario sumar vectorialmente porque los voltajes de carga y de impedancia alternantes no están en fase temporal.

La caída de voltaje a través de una impedancia en serie en un circuito de ca se suma vectorialmente al voltaje de carga para dar el voltaje del secundario del transformador. Si se varía la caída de voltaje a través de la impedancia se podrá modificar el voltaje de carga. Esta característica (suma vectorial) de voltaje de impedancia en los circuitos de ca está relacionada

directamente con el hecho de que se puede usar tanto reactores como resistencias para producir una característica de voltaje descendente que cae. Una ventaja del reactor es que consume muy poca o casi ninguna potencia, aunque por él fluya una corriente y pueda medirse un voltaje a través de él. Cuando se usan resistores se pierde potencia y la temperatura se eleva. En teoría, en un circuito puramente resistivo (sin reactancia), la caída de voltaje a través del resistor podría sumarse aritméticamente al voltaje de carga para dar el voltaje de salida del transformador. Por ejemplo una máquina soldadora con una característica de corriente aproximadamente constante, un circuito abierto de 80 V y un arco que requiere de 25 V y 200 A, tendría que disipar $55 \text{ V} \times 200 \text{ A} = 11\,000 \text{ watts}$ en el resistor para alimentar 5000 W al arco. La razón es que en un circuito resistivo el voltaje y la corriente están en fase. En el circuito reactivo el cambio de fase hace que la pérdida de potencia se reduzca considerablemente. En un circuito así solo intervienen la pérdida del hierro y la pérdida del cobre, que son muy pequeñas.

Puede usarse reactancia inductiva variable o inductancia mutua variable para controlar la característica volt-ampere en fuentes de poder para soldadura por arco de transformador o de transformador-rectificador. La impedancia equivalente de una reactancia inductiva variable o de una inductancia mutua se encuentra en el circuito eléctrico de ca de la fuente de poder, en serie con el circuito secundario del transformador, como en la figura anterior. Otra ventaja importante de la reactancia inductiva es que el cambio de fase producido por el reactor en la corriente alterna mejora la estabilidad del arco para un voltaje de circuito abierto dado. Esta es una ventaja en los procesos de soldadura por arco de metal protegido (GMAW) y de tungsteno y gas (GTAW).

Hay varias maneras de modificar la reactancia de un reactor, una es cambiando de derivación en una bobina o empleando otros métodos eléctrico/mecánicos. Al variar la reactancia se altera la caída de voltaje a través del reactor. Así para cualquier valor de reactancia inductiva se puede graficar una curva volt-ampere específica. Esto crea la función de control dominante de este tipo de fuentes de poder. Además de ajustarse la reactancia, también puede ajustarse la inductancia mutua entre las bobinas del primario y el secundario. Esto puede hacerse desplazando las bobinas una respecto a la otra empleando una derivación móvil que puede insertarse en el transformador o sacarse de él. Estos métodos alteran el acoplamiento de las bobinas produciendo una inductancia mutua ajustable.

En las fuentes de poder ca-cc para soldadura que cuentan con transformador y rectificador, el rectificador se encuentra entre la impedancia ajustable o las derivaciones del transformador y la terminal de salida. Además las fuentes de poder para soldadura por arco tipo transformador-

rectificador por lo regular incluyen una inductancia estabilizadora o choke, situado en el circuito de soldadura de cc, cuyo propósito es mejorar la estabilidad del arco.

Algunos tipos de fuentes de poder emplean una combinación de estos mecanismos, donde las derivaciones ajustan el voltaje de circuito abierto (sin carga) de la máquina de soldar y la impedancia proporciona las características de pendiente volt-ampere deseadas.

En las fuentes de poder de corriente constante, la caída de voltaje, E_x , a través de la impedancia (como se muestra en la figura anterior), aumenta considerablemente al incrementar la corriente de carga. El aumento en la caída de voltaje causa una reducción considerable en el voltaje del arco, E_A . Un ajuste del valor de la impedancia en serie controla su caída de voltaje y la relación entre la corriente de carga y el voltaje de carga. Esto se conoce como control de corriente o, en algunos casos, como control de pendiente. El voltaje E_0 es igual al voltaje sin carga (de circuito abierto) de la fuente de poder.

En las fuentes de poder de voltaje constante, el voltaje de salida es muy cercano al que requiere el arco. La caída de voltaje, E_x , a través de la impedancia (reactor) apenas si se incrementa conforme aumenta la corriente de carga. La reducción en el voltaje de carga es pequeña. El ajuste del valor de la reactancia permite controlar bien la relación entre la corriente de carga y el voltaje de carga.

RESISTENCIAS (DESVENTAJAS)

Cuando se usan resistencias, se pierde potencia y la temperatura se eleva. En teoría, en un circuito puramente resistivo (sin reactancia), la caída de voltaje a través del resistor podría sumarse aritméticamente al voltaje de carga para dar el voltaje de salida del transformador. Por ejemplo, una máquina soldadora con una característica de corriente aproximadamente constante, un circuito abierto de 80 Volts y un arco que requiere de 25 V y 200 A, tendría que disipar $55V \times 200 A = 11 KW$ en el resistor para alimentar 5 KW al arco. La razón es que en un circuito resistivo el voltaje y la corriente están en fase. En el circuito reactivo, el cambio de fase hace que la pérdida de potencia se reduzca considerablemente. En un circuito así solo intervienen la pérdida del hierro y la pérdida del cobre, que son muy pequeñas en comparación con las de una resistivas.

DIODOS DE ESTADO SOLIDO

El término estado sólido proviene de la física del estado sólido: la ciencia de los sólidos cristalinos. Se han desarrollado métodos de tratar ciertos materiales modificando sus propiedades eléctricas. El más importante de estos materiales es el silicio.

Las soldadoras de transformador – rectificador o de alternador rectificador utilizan rectificadores para convertir c.a. en c.c.. Las primeras máquinas empleaban rectificadores de selenio. Pero hoy la mayor parte de los rectificadores se fabrican con silicio por razones de economía, capacidad de transporte de corriente, confiabilidad y eficiencia. Un solo elemento rectificador se le conoce como diodo, que puede ser comparado a una válvula eléctrica de una sola vía. Si un diodo se coloca en un circuito eléctrico, permite que la corriente fluya solo en una dirección, que es en aquella en la que el ánodo del diodo es positivo respecto al cátodo. Si se disponen los diodos de manera adecuada, es posible convertir c.a. en c.c.

La resistencia al flujo de corriente a través de un diodo produce una caída de voltaje entre las terminales del componente y genera calor dentro del diodo. Si el calor no se disipa, la temperatura del diodo puede elevarse lo suficiente para hacer que el componente falle. Por ello, los diodos normalmente se montan sobre soportes o sumideros de calor (disipadores de calor) normalmente en placas de aluminio para disipar el calor.

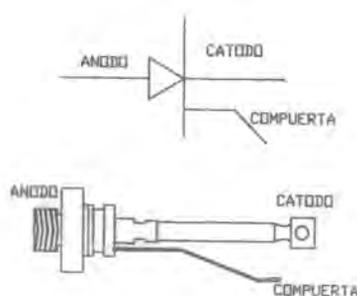
Los diodos tienen límites en cuanto a la magnitud del voltaje que pueden bloquear en la dirección inversa (ánodo negativo y cátodo positivo). Esto se expresa como la especificación de voltaje del dispositivo. Los diodos usados en máquinas de soldar por lo regular se escogen con una especificación de bloqueo de por lo menos el doble del voltaje de circuito abierto, a fin de contar con un margen de operación seguro. Un diodo puede resistir picos de corriente bastante superiores a su especificación normal de estado estacionario, pero un transitorio de alto voltaje inverso puede dañarlo. La mayor parte de las máquinas soldadoras de rectificador tienen una resistencia, un capacitor o una varistor para suprimir los transitorios de voltaje que pudieran dañar a los rectificadores.

EL TIRISTOR (SCR's)

En las máquinas soldadoras en donde se desea salida de c.c., también se emplean dispositivos de estado sólido con características especiales para controlar directamente la potencia de soldadura alterando la corriente, el voltaje o la forma de onda de voltaje. Estos dispositivos de estado sólido

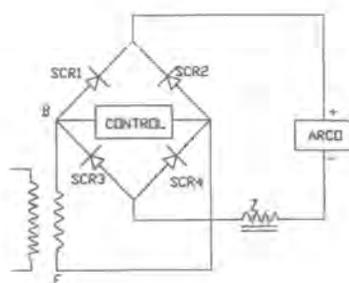
han reemplazado a los reactores saturables, derivaciones móviles, bobinas móviles, etc, que antes se usaban para controlar la salida de corriente de las máquinas de soldar. Uno de los dispositivos más importantes es el rectificador controlado por silicio (por sus siglas en inglés SCR), a veces llamado tiristor.

El SCR es una variación del diodo con un disparador denominado compuerta como se muestra en la sig. Figura.



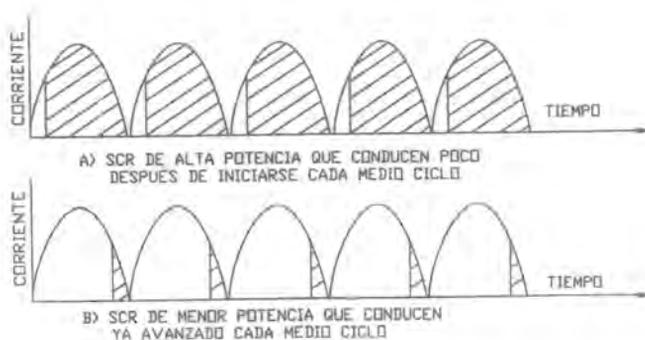
El SCR no conduce en tanto no se aplica una señal eléctrica positiva a la compuerta. Cuando esto sucede, el dispositivo se convierte en un diodo, y conducirá la corriente mientras el ánodo sea positivo con respecto al cátodo. Sin embargo una vez que comienza a conducir, la corriente no puede interrumpirse enviando una señal a la compuerta; la conducción cesará sólo si el voltaje aplicado al ánodo se vuelve negativo con respecto al cátodo. No volverá a haber conducción hasta que se aplique un voltaje positivo al ánodo y la compuerta reciba otra señal.

Los SCR tienen dos aplicaciones principales: en configuraciones de inversor y en modalidad de control de fase con transformadores. Si se emplea la acción de una señal de compuerta para encender selectivamente el SCR, se puede controlar la salida de una máquina soldadora. En la siguiente figura se muestra un circuito de SCR de control de fase típico.



Durante el tiempo que el punto B es positivo con respecto al punto E, no fluirá corriente hasta que tanto SCR1 como SCR4 reciban una señal de compuerta que lo encienda. En ese instante, fluirá corriente a través de la carga. Al término de ese medio ciclo, cuando la polaridad de B y E se invierta, se aplicará un voltaje negativo a través de SCR1 y SCR4, y se apagarán. Con el punto E positivo respecto al punto B, una señal de compuerta aplicada por el control a SCR2 y SCR3 hará que estos dos conduzcan, suministrando una vez más potencia al circuito de carga. Para ajustar la potencia en la carga, es necesario saber en qué preciso momento de cada medio ciclo se debe iniciar la conducción.

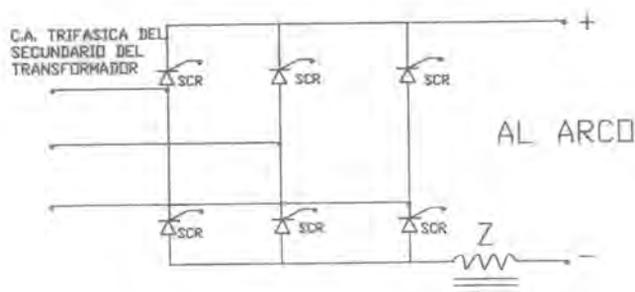
Si se requiere potencia elevada, la conducción se inicia poco después del comienzo del medio ciclo; si el requerimiento es de baja potencia, la conducción se retrasa hasta más avanzado el medio ciclo. Esto se conoce como Control de Fase. El resultado se muestra a continuación:



La potencia resultante se suministra en pulsos a la carga y es proporcional al área sombreada bajo la envoltura de la forma de onda. Se puede observar que puede haber intervalos significativos durante los cuales no se suministran potencia a la carga. Esto puede hacer que se apague el arco, sobre todo a niveles de potencia bajos. Por tanto, es necesario filtrar la onda.

El circuito de la figura anterior muestra una inductancia grande, Z , en el circuito de carga. Para que un circuito monofásico opere dentro de un intervalo de control apreciable, Z debe ser muy grande a fin de alisar los pulsos lo suficiente como para que los tiempos de conducción se incrementen. Por otro lado, si se usan SCR en un circuito trifásico, los intervalos sin conducción se reducirán significativamente. La inductancia Z tendría un tamaño acorde. Por esta razón, los circuitos de SCR trifásicos son más prácticos para las soldadoras, a menos que la salida sea c.a./c.c.

Casi todas las fuentes de poder de soldadura controladas por fase con SCR son máquinas trifásicas, tanto de corriente constante como de voltaje constante. Estas fuentes tienen funciones bien definidas porque las características de salida se controlan electrónicamente. Por ejemplo es muy fácil incluir compensación automática del voltaje de línea, lo que permite mantener la potencia de soldadura en el nivel exacto establecido aunque el voltaje de línea de entrada varíe. Son varias las configuraciones de SCR que pueden usarse en máquinas de soldar. La siguiente figura muestra un puente trifásico con seis SCR. Si la frecuencia de línea es 60 Hz, esta disposición produce una frecuencia de rizo de 360 Hz si hay carga. También ofrece un control preciso y una respuesta rápida; cada medio ciclo de la salida trifásica se controla por separado. La respuesta dinámica mejora porque se reduce el tamaño del inductor requerido para alisar la corriente de soldadura.



TRANSISTORES

El transistor es otro dispositivo de estado sólido que se emplea en soldadoras. Debido a su costo, el empleo de transistores está limitado a máquinas soldadoras que requieren un control preciso de muchas variables. El transistor difiere del SCR en muchos aspectos. Uno es que la conducción a través del dispositivo es proporcional a la señal de control aplicada. Si no hay señal, no hay conducción. Si se aplica una señal pequeña, la conducción será proporcionalmente pequeña; si la señal es grande, la conducción aumentará de manera acorde. A diferencia de los SCR, el control puede apagar el dispositivo sin esperar a que se invierta la polaridad o haya un tiempo "pagado". Como los transistores no tienen la capacidad de transporte de corriente de los SCR, se pueden necesitar varios de ellos para producir la salida de un solo SCR.

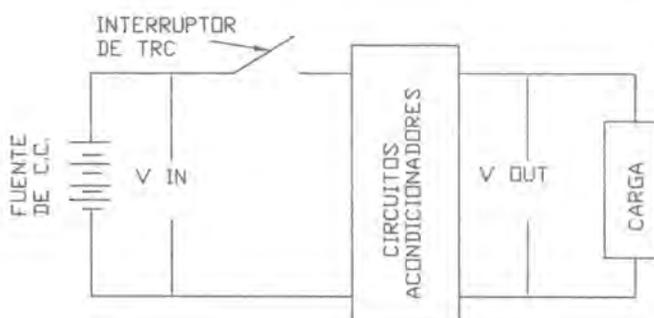
Hay varios métodos para aprovechar los transistores en máquinas de soldar, como la modulación de frecuencia y la modulación de anchura de pulso. Con la primera, la corriente de soldadura se controla variando la frecuencia suministrada al transformador principal, puesto que la frecuencia está variando, el tiempo de respuesta también cambia. El tamaño del transformador y del inductor debe optimizarse para la frecuencia de operación más baja posible. Con modulación de anchura de pulso, la salida de corriente se controla variando el tiempo de conducción del dispositivo conmutador. Puesto que la frecuencia es constante, el tiempo de respuesta es constante y los dispositivos magnéticos pueden optimizarse para una frecuencia de operación.

INVERSOR DE ESTADO SOLIDO

Lo que más contribuye al peso de una máquina de soldar son los componentes magnéticos (transformador, e inductor de filtro). Mientras pasa el tiempo se busca reducir el peso y el tamaño, por ejemplo sustituyendo el cobre por el aluminio en los devanados. El empleo de un circuito inversor puede reducir de manera importante el tamaño y el peso de esos componentes, y también sus pérdidas eléctricas. Una máquina soldadora basada en el inversor es más pequeña y compacta, requiere de menos energía que las máquinas convencionales y ofrece un tiempo de respuesta rápido.

Un inversor es un circuito que se vale de dispositivos de estado sólido (SCR o transistores) para convertir c.c. en c.a. de alta frecuencia, por lo regular entre 1 a 50 kHz. Las máquinas soldadoras convencionales emplean transformadores que operan con una frecuencia de línea de 50 o 60 Hz. Puesto que el tamaño del transformador es inversamente proporcional a la frecuencia de línea

aplicada, es posible reducir el tamaño y el peso de la máquina hasta un 75 % empleando circuitos inversores. Un circuito inversor controla la potencia de salida aprovechando el principio de control de razón de tiempo (time ratio control ó TRC). Los dispositivos de estado sólido (semiconductores) de un inversor actúan como interruptores; o bien están "encendidos" y conducen, o están "apagados" y bloquean. Esta operación de "encendido" y "apagado" a veces recibe el nombre de operación en modo de interruptor. TRC es la regulación de los tiempos de "encendido" y "apagado" de los interruptores para controlar la salida. A continuación se ilustra un circuito de TRC sencillo que controla la salida a una carga que podría ser un arco de soldadura.



Cuando el interruptor está en ON, el voltaje de salida (V_{out}) es igual al voltaje de entrada (V_{in}); cuando el interruptor está en OFF, entonces $V_{out} = 0$. El valor medio de V_{out} es como sigue:

$$V_{out} = (t_{on} \cdot V_{in} + 0 \cdot t_{off}) / (t_{on} + t_{off}) = (V_{in} \cdot t_{on}) / (t_{on} + t_{off}) \quad \text{Por tanto} \quad V_{out} = V_{in} \cdot t_{on} / t_p$$

Donde t_{on} = tiempo encendido (conduciendo), t_{off} = tiempo apagado (bloqueado) y $t_p = t_{on} + t_{off}$ (tiempo de un ciclo). V_{out} se controla regulando la razón de tiempo t_{on} / t_p , puesto que el ciclo encendido/apagado se repite para cada intervalo t_p , la frecuencia (f) de los ciclos encendido/apagado se define como: $f = 1/t_p$. Así pues la fórmula de TRC ya puede escribirse como:

$$V_{out} = V_{in} \cdot T_{on} \cdot f$$

En un inversor empleado para soldadura de c.c., la potencia de entrada trifásica o monofásica de 50/60 Hz se convierte en c.c. mediante un rectificador de onda completa. Esta c.c. se aplica al inversor que, valiéndose de interruptores semiconductores, la invierte para dar c.a. de onda cuadrada de alta frecuencia. En otra variación que también se emplea para soldadura, el inversor produce ondas senoidales mediante una tecnología resonante con control por modulación de frecuencia. La conmutación de los semiconductores se realiza con frecuencia de entre 1 y 50 kHz, dependiendo del componente empleado y del método de control. Este voltaje de alta frecuencia

permite emplear un transformador más pequeño. Una vez transformada, la c.a. se rectifica a c.c. para soldar. Controles de estado sólido permiten al operador seleccionar entre salida de corriente constante y de voltaje constante; además, si se cuenta con las opciones apropiadas, estas máquinas pueden proporcionar salida con pulsos.

CLASIFICACION DE MAQUINAS SOLDADORAS

Si bien las fuentes de poder pueden clasificarse de acuerdo al tipo de salida de corriente (C.A., C.C., CA/CC), estas también pueden clasificarse según subcategorías. Por ejemplo, una máquina soldadora por arco de tungsteno y gas podría identificarse como de transformador-rectificador, corriente constante, ca/cc. Una descripción más completa incluirá la especificación de corriente de soldadura, especificación de ciclo de trabajo, así como de servicio y requerimientos de potencia de entrada. También puede incluirse características especiales, como control remoto, estabilización de alta frecuencia, capacidad de pulsos de corriente, capacidad de balanceo de onda y compensación de voltaje de línea.

Los controles convencionales típicos son las derivaciones móviles, reactores saturables, amplificadores magnéticos, impedancias en serie o devanados con derivación. Los controles de estado sólido pueden ser semiconductores de control de fase o de control de inversor, estos elementos pueden controlarse con un microprocesador.

Hasta la aparición de los procesos de soldadura que emplean corriente de pulsos, las fuentes de potencia para soldadura solían clasificarse como de corriente constante o de voltaje constante. Tales características se basan en las características estáticas volt-ampere de la fuente de poder y no en las características dinámicas. En general la palabra constante es correcta hasta cierto punto como se explicará posteriormente. Las fuentes de poder de voltaje constante por lo regular se acercan más a una salida de voltaje constante que las fuentes de corriente constante. En ambos casos existen fuentes de poder especiales que mantienen el voltaje o la corriente de salida realmente constante. Las fuentes de poder de corriente constante se caracterizan como de voltaje variable, y las de voltaje constante a menudo reciben el nombre de fuentes de poder de potencial constante. La rápida respuesta de las fuentes de estado sólido que han aparecido en años recientes pueden suministrar potencia en pulsos dentro de una amplia gama de frecuencias.

No debe confundirse una máquina de corriente constante con una máquina de corriente continua, si bien puede haber una máquina con estas dos características eléctricas, estas no tienen el mismo significado. Por lo anterior tenemos máquinas de corriente variable (o voltaje constante como es el caso de máquinas para GMAW) con salida de corriente continua.

MAQUINAS DE CORRIENTE CONSTANTE (CC)

Según la NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA) define una máquina soldadora de corriente constante como dispositivo eléctrico convertidor de energía que cuenta con un mecanismo para ajustar la corriente de carga y tiene una curva volt-ampere estática que tiende a producir una corriente de carga relativamente constante, donde el voltaje de carga varía con la rapidez con que un electrodo consumible que suministra el arco, excepto que, cuando se usa un electrodo no consumible, el voltaje de carga varía con la distancia entre el electrodo y la pieza de trabajo.

Estas características son tales que si la longitud del arco (stickout) varía a causa de influencias externas que producen pequeños cambios en el voltaje de arco, la corriente de soldadura permanece más o menos constante. Cada nivel de corriente produce una curva volt-ampere individual cuando se prueba en condiciones estables como una carga resistiva. En la cercanía de los puntos de operación, el cambio porcentual en la corriente es menor que el cambio porcentual en el voltaje.

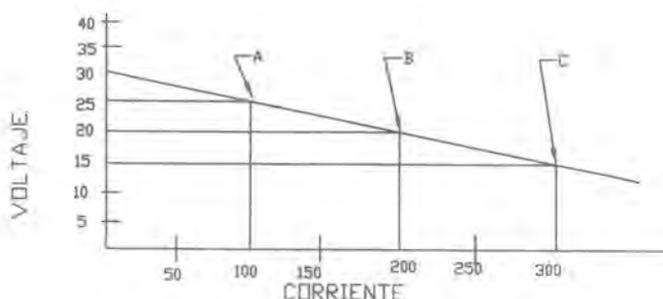
El voltaje sin carga o de circuito abierto de las fuentes de potencia de corriente constante es bastante más alto que el voltaje de arco. Estas fuentes de potencia generalmente se usan para soldadura manual con un electrodo cubierto o uno de tungsteno, donde son inevitables las variaciones en la longitud del arco a causa del elemento humano.

MAQUINAS DE VOLTAJE CONSTANTE (CV)

De acuerdo a la NEMA una máquina de voltaje constante se define como: La fuente de poder que cuenta con un mecanismo para ajustar el voltaje de carga y que tiene una curva volt-ampere estática que tiende a producir un voltaje de carga relativamente constante. La corriente de carga, a un voltaje constante, varía con la rapidez con que un electrodo consumible se alimenta al arco. Las máquinas de voltaje constante normalmente se emplean en procesos de soldadura que utilizan un electrodo consumible de alimentación continua (es decir un alambre). Es en esencia un sistema autoregulado. Tiende a estabilizar la longitud de arco aunque haya cambios momentáneos en la

posición del portaelectrodo. La corriente de arco será aproximadamente proporcional a la alimentación de alambre, independientemente del diámetro del alambre.

En la siguiente figura podemos observar la curva volt-amperé característica para una soldadora de voltaje constante. Esta fuente de potencia no tiene una salida de voltaje verdaderamente constante, tiene una pendiente ligeramente descendente (negativa) porque la impedancia eléctrica interna del circuito causa una ligera caída de voltaje en la salida. Si se modifica esa impedancia se alterará la pendiente de la curva volt-amperé.



Partiendo del punto B de la figura, el diagrama muestra un incremento o decremento de voltaje a A o C (5 V o 25%) produce un cambio considerable en el amperaje. Esta característica de V-A es apropiada para procesos con alimentación continua del electrodo, como la soldadura por arco de metal con gas, por arco sumergido y por arco con núcleo de fundente, y sirve para mantener un arco de longitud constante. Un pequeño cambio en la longitud de arco causará un cambio apreciable en la corriente de soldadura. Esto elevará o reducirá automáticamente la tasa de fusión del electrodo para recuperar la longitud de arco deseada. Este efecto ha recibido el nombre de autorregulación. Algunas fuentes de poder de voltaje constante cuentan con ajustes para modificar la pendiente o la forma de la curva de V-A. Si esto se hace con dispositivos de inducción, las características dinámicas también cambiarán. La figura anterior puede servir para explicar la diferencia entre las características dinámicas y estáticas de las fuentes de poder. Por ejemplo durante la transferencia en cortocircuito de GMAW, la punta del electrodo de soldadura

toca el charco de soldadura, causando un cortocircuito. En este punto, el voltaje de arco se aproxima a cero y solo la resistencia o la inductancia del circuito limita el rápido incremento de la corriente. Si la fuente de potencia respondiera instantáneamente, una corriente muy alta fluiría de inmediato por el circuito de soldadura, derritiendo con rapidez el electrodo en cortocircuito, liberando con fuerza explosiva y dispersando el metal de soldadura como salpicaduras. Las características dinámicas incluidas en el diseño de esta fuente de poder compensan esta acción limitando la rapidez de cambio de la corriente, con lo que se reduce la fuerza explosiva.

Las fuentes de soldar de voltaje constante se usan comúnmente para los procesos GMAW, FCAW y SAW. Pueden ser máquinas de tipo rotatorios, de transformador rectificador, o de tipo inversor. Los generadores que pueden suministrar potencia para soldadura de voltaje constante normalmente son del tipo de devanado compuesto modificado excitado independientemente. La composición de las unidades de voltaje constante es distinta de las de unidades de corriente constante, a fin de producir características volt-ampere de salida planas. Estas máquinas pueden tener dispositivos de estado sólido en el circuito de excitación para optimizar el rendimiento y permitir el control remoto. Para este fin se emplean diversos tipos de circuitos electrónicos, como los de SCR controlados por ángulo de fase y los inversores.

Las fuentes de poder de transformador-rectificador y de inversor normalmente son unidades trifásicas, aunque se venden unidades monofásicas pequeñas por lo regular con especificación de 200 A o menos, para aplicaciones ligeras.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS MÁQUINAS DE VOLTAJE CONSTANTE

Las máquinas soldadoras de voltaje constante se caracterizan por sus curvas volt-ampere típicas planas. Por ejemplo no es rara una pendiente negativa de 1 o 2 volts por cada 100 Amperes. Esto significa que la corriente de cortocircuito máxima casi siempre es muy alta, a veces del orden de miles de amperes. Las máquinas con curvas volt-ampere con pendientes de hasta 8 volts por cada 100 amperes aún se consideran fuentes de poder de voltaje constante. Existen muchas variedades y combinaciones de fuentes de poder de voltaje constante. Es posible construir la fuente de modo que tenga pendiente fija, o que pueda ajustarse para adaptar la pendiente de la curva volt-ampere al proceso de soldadura.

Las características dinámicas de estas fuentes de poder son de importancia primordial. Si se utiliza inductancia para ajustar la pendiente, cambiará no solo las características estáticas de la máquina,

sino también las dinámicas. En algunos casos se emplean inductores ajustables en la porción de cc del circuito para tener un control independiente de las características estáticas y dinámicas. El inductor de cc no alterará las características estáticas pero si afectará las dinámicas, que son muy importantes para la transferencia en cortocircuito durante la soldadura MIG.

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO PARA SOLDADORAS DE VOLTAJE CONSTANTE

VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO

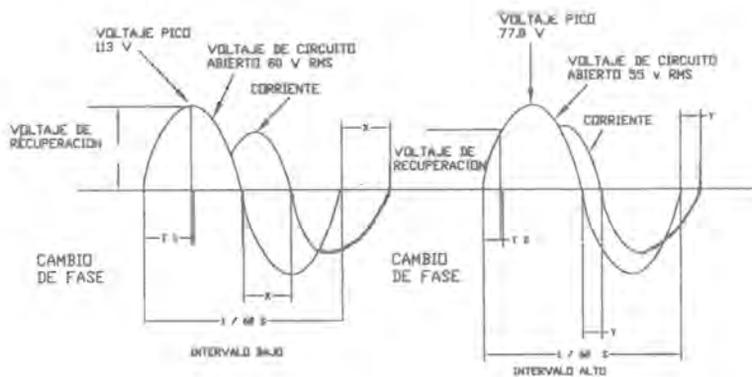
El voltaje de circuito abierto es el voltaje en las terminales de salida de una máquina de soldar cuando se encuentra energizada, pero no se está extrayendo corriente (sin carga). El voltaje de circuito abierto es uno de los factores de diseño que influyen en el rendimiento de todas las máquinas de soldar. En un transformador, el voltaje de circuito abierto es una función del voltaje de entrada primario y de la razón entre las bobinas del primario y del secundario. Aunque desde el punto de vista de la iniciación y estabilidad del arco puede ser deseable un voltaje de circuito abierto elevado, los factores de riesgo eléctrico asociados a los altos voltajes limitan los valores que pueden utilizarse. El costo es otro factor, aunque de menor importancia.

La NEMA contiene requisitos específicos de voltaje de circuito abierto máximos. Cuando se aplica el voltaje de línea especificado al devanado primario de un transformador, el voltaje de circuito abierto no debe exceder los niveles que se muestran en la siguiente tabla:

Voltajes de circuito abierto máximos para diversos tipos de fuentes de poder para soldadura por arco	
Para aplicaciones manuales y semiautomáticas	
Corriente alterna	80 V rms
Corriente Continua-Voltaje de rizo mayor que 10%	80 V rms
Corriente Continua-Voltaje de rizo de 10% o menor.	100 V rms
Para aplicaciones automáticas	
Corriente alterna	100 V rms
Corriente Continua-Voltaje de rizo mayor que 10%	100 V rms
Corriente Continua-Voltaje de rizo de 10% o menor.	100 V prom.

Las máquinas Clase I y II de la NEMA normalmente tienen un voltaje de circuito abierto igual o cercano al máximo especificado. Las Clase III a menudo suministran dos o más voltajes de circuito abierto. Un sistema consiste en tener un intervalo de amperaje de salida de la máquina alto y otro bajo. El intervalo bajo normalmente tiene aproximadamente 80 V en circuito abierto, un poco mayor que el intervalo alto. Otro sistema es el de bobina secundaria con derivación, en el que a cada nivel de corriente, el voltaje de circuito abierto cambia unos 2 a 4 volts.

En México como en E.U.A las máquinas soldadoras de c.c. de tipo transformador producen inversiones en la dirección del flujo de la corriente cada $1/120$ de segundo (60 Hz). En la siguiente figura presenta un diagrama de las formas de onda senoidal típicas de una máquina de soldar de doble intervalo con voltajes de circuito abierto de 80 y 55 rms,



Se muestra las relaciones de fase entre el voltaje de circuito abierto y corrientes iguales para dos diferentes voltajes de circuito abierto, suponiendo el mismo voltaje de arco (que no se muestra) en cada caso. El voltaje pico disponible de 113 V es mayor con 80 V (rms) de circuito abierto. El voltaje pico de 78 V disponible con 55 V (rms) de circuito abierto tal vez no baste para sostener un arco estable. El mayor cambio de fase que se muestra para la condición de intervalo bajo causa una inversión de la corriente a un voltaje de recuperación más alto porque está cerca del pico de la forma de onda del voltaje de circuito abierto, que es la mejor condición para la reignición. No se usa resistencia para regular la corriente de soldadura alterna porque el voltaje y la corriente de la

máquina estaría en fase. Puesto que el voltaje de recuperación sería cero durante la inversión de corriente, sería imposible mantener un arco estable.

Para máquinas semiautomáticas usadas en proceso GMAW se tienen sistemas de c.c., donde una vez establecido el arco, la corriente no pasa por cero. Así un incremento rápido del voltaje no es crítico; los resistores permiten controlar adecuadamente la corriente en las máquinas de c.c. Sin embargo, en algunos procesos las máquinas de corriente continua deben funcionar de manera muy similar en lo tocante a la necesidad de proporcionar un voltaje de circuito abierto cuando la longitud del arco cambia abruptamente. Con frecuencia se incluye una reactancia o inductancia en estas máquinas con el propósito de fomentar este efecto.

De acuerdo a las características eléctricas de un transformador, el voltaje de circuito abierto de algunas máquinas, puede lograrse cambiando la derivación en la salida del secundario de la máquina. Otro tipo de máquinas controla el voltaje de circuito abierto con bobinas secundarias devanadas de modo que escobillas de carbón impulsadas por un tornillo terminal se deslicen a lo largo de los conductores de las bobinas. En muchos casos se incluye además un segundo control para ajustar las características volt-ampere a los requisitos del proceso de soldadura. Debido al efecto adicional sobre la curva volt-ampere de salida, esto se denomina control de pendiente.

Las máquinas de voltaje constante tienen una amplia gama de voltajes de circuito abierto. Las máquinas controladas eléctricamente pueden tener hasta 75 V de circuito abierto. El voltaje de circuito abierto de los equipos de transformador ajustable o con derivaciones puede variarse entre máximo de 30 a 50 V y un mínimo de 10 V.

PENDIENTE

La pendiente generalmente se controla cambiando de derivación en los reactores en serie con la porción de ca del circuito. El control puede efectuarse también con escobillas de carbón conectadas a un tornillo terminal, en contacto con las vueltas del reactor. Este reactor variable permite ajustar de manera continua la pendiente. Otro método de control se vale de amplificadores magnéticos o dispositivos de estado sólido para regular eléctricamente el voltaje de salida. Estas máquinas pueden tener derivaciones de voltaje o bien de pendiente, además del control eléctrico.

Los controles eléctricos tienen algunas ventajas, como la facilidad de ajuste, la posibilidad de emplear control remoto y la ausencia de componentes móviles. Además algunas máquinas controladas eléctricamente permiten ajustar la salida durante la soldadura, esto resulta útil al

llenar cráteres o al modificar las condiciones de soldadura. La combinación de derivaciones con el control eléctrico para un ajuste fino entre una derivación y otra es un sistema apropiado para una aplicación de servicio en la que la máquina requiere poca atención durante la soldadura. Las máquinas totalmente controladas son más fáciles de configurar y reajustar cuando los requerimientos de soldadura cambian rápidamente.

La pendiente puede controlarse electrónicamente en la mayor parte de fuentes de poder por medio de SCR's controlando el ángulo de fase y de inversor. En muchos casos las máquinas controladas eléctricamente no tienen controles a parte para la pendiente, el diseño incluye pendiente fija de propósito general.

En el caso de generadores de voltaje constante, el control de pendiente normalmente se ejerce mediante un resistor con derivaciones en el circuito de soldadura. Esto es deseable en vista de la respuesta dinámica lenta del generador a condiciones de arco cambiantes. Los controles de pendiente del tipo de resistencia limitan la corriente de corto circuito máxima. El control de pendiente por reactor también limita la corriente de corto circuito máxima, sin embargo, hace más lenta la respuesta de la soldadora a condiciones de arco cambiantes que el control de pendiente por resistencia.

Aunque no existe una regla fija en lo referente a pendientes VOLT – AMPERE, la mayor parte de las máquinas tienen pendientes de 1 a 3 V por cada 100 amperes.

INDUCTANCIA

Las máquinas para proceso GMAW en su variante de transferencia de corto-circuito generalmente incluyen una inductancia de cc adicional que mejora el rendimiento al conferir las características dinámicas deseadas. La inductancia puede ser variable o fija.

RIZO

Las fuentes de poder monofásicas generalmente requieren algún sistema de filtro de rizo en el circuito de soldadura. Por lo regular este filtro es un banco de capacitores conectados a la salida del rectificador. Su propósito es producir una salida de cc lisa capaz de despejar un corto-circuito. Se usa un inductor para controlar la salida de los capacitores. Sin algo de inductancia la descarga de los capacitores a través de un cortocircuito sería demasiado violenta para una soldadura satisfactoria.

CICLO DE TRABAJO

Los componentes internos de una máquina de soldar tienden a calentarse debido al factor I^2R . La cantidad de calor que puede tolerarse depende de:

- a) La temperatura de ruptura de los componentes eléctricos y
- b) Los medios aislantes de los devanados del transformador y de otros componentes.

Los fabricantes de dichos componentes y las organizaciones que se ocupan de establecer normas en el campo del aislamiento eléctrico especifican estas temperaturas máximas.

El ciclo de trabajo es la razón entre el tiempo de carga permitido y un tiempo de prueba especificado. Es importante ajustarse a esta razón para que los devanados y componentes internos y sus sistemas de aislamiento eléctrico no se calienten por encima de su temperatura especificada. Estos criterios de temperatura máxima no cambian con el ciclo de trabajo ni con la especificación de corriente de la máquina.

El ciclo de trabajo expresa en forma porcentual, el tiempo máximo que la máquina de soldar puede suministrar su salida especificada durante cada uno de varios intervalos de prueba sucesivos sin que su temperatura exceda un límite preestablecido. En México como en Estados Unidos, los ciclos de trabajo de la NEMA se basan en un intervalo de prueba de 10 minutos. Algunas agencias y fabricantes de otros países emplean intervalos de prueba más cortos, como de 5 minutos. Así un ciclo de trabajo NEMA del 60% significa que la máquina de soldar puede suministrar su salida especificada durante 6 minutos de cada 10 sin sobrecalentarse.

NOTA IMPORTANTE: Una operación ininterrumpida con la carga especificada durante 36 minutos de un lapso de una hora no constituye un ciclo de trabajo del 60% sino de 100%. Lo anterior es porque se tiende a confundir la relación proporcional en tiempo para un ciclo de trabajo. Para este caso significa que la máquina puede dar una salida de su máxima capacidad nominal durante 6 minutos ininterrumpidos y descansar 4 minutos. En la práctica, con las interrupciones al dejar de soldar se toma en cuenta el tiempo que no se está entregando carga la máquina. Pero esto debe ser considerado por los Ingenieros que requieran el uso constante de una fuente de poder para, en su caso, obtener una máquina de 100% ciclo de trabajo, que están diseñadas para producir su salida especificada continuamente sin exceder los límites de temperatura prescritos para sus componentes.

El ciclo de trabajo es un factor importante para determinar el tipo de servicio para el cual está diseñada una máquina soldadora. Las máquinas industriales para proceso SMAW tienen una especificación de ciclo de trabajo del 60 %. Para procesos semiautomáticos como proceso GMAW, o automáticos, la especificación suele ser por lo regular de 100 %. Las máquinas de soldar para trabajo ligero suele ser casi por lo regular de 20 %. Los fabricantes pueden proporcionar especificaciones con otros valores de ciclo de trabajo.

Un punto importante es que el ciclo de trabajo de una fuente de poder se basa en la corriente de salida y no en una especificación de potencia aparente (KVA) ó potencia real (KW). Los fabricantes realizan pruebas e ciclos de trabajo en lo que la NEMA define como condiciones de servicio usuales. Debe tenerse cuidado al basar la operación en otras condiciones que no sean las de servicio usuales. Entre los factores que contribuyen a un rendimiento menor que el calculado o el estimado a partir de las pruebas están una temperatura elevada (tema que se tratará en ampliamente en la NOM), insuficiente aire de enfriamiento y bajo voltaje de línea.

Se dan las siguientes fórmulas para estimar el ciclo de trabajo a salidas distintas de la especificada y para estimar una salida de corriente distinta de la especificada a un ciclo de trabajo determinado:

$$T_a = (I / I_a)^2 \times T, \text{ despejando se tiene que } I_a = I \times (T / T_a)^{1/2}$$

Donde:

T = Ciclo de trabajo especificado en por ciento

T_a = Ciclo de trabajo requerido en por ciento

I = Corriente especificada con el ciclo de trabajo especificado

I_a = Corriente máxima con el ciclo de trabajo requerido

La máquina de soldar nunca debe operarse por encima de su corriente o ciclo de trabajo especificado a menos que se cuente con la aprobación del fabricante.

Ejemplos:

1.- ¿Con qué ciclo de trabajo puede operar una máquina de soldar de 200 A, con una especificación de ciclo de trabajo del 60%, si la potencia de salida debe ser de 250 A?

$$T_a = (200 / 250)^2 \times 60\% = 38\%$$

Por tanto esta unidad no debe operar a 250 A durante más de 3.8 minutos de cada periodo de 10 minutos. Si se usa de esta manera, no se excederá la especificación de corriente de ningún componente de la máquina soldando a 250 A.

2.- Se requiere operar la máquina antes descrita en forma continua (ciclo de trabajo del 100%)
¿Qué corriente de salida no debe excederse?

$$I_a = 200 \times (60 / 100)^{1/2} = 200 \times 0,775 = 155 \text{ A}$$

Esta máquina si se opera de forma continua, entonces la máxima corriente que podrá ofrecer la máquina será de 155 A sin sufrir daños por calentamiento.

CAPITULO 3

NEMA Y NORMA OFICIAL MEXICANA PARA MAQUINAS DE SOLDAR EN PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO

ESPECIFICACION ELECTRICA NEMA

La NEMA (National Electrical Manufacturers Association), en la publicación EW-1 (Fuentes de potencia para soldadura con arco eléctrico), clasifica las máquinas de soldar, sobre la base del ciclo de trabajo y existen tres clases:

CLASE I

Se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclos de trabajo de 60, 80 o 100%. Si una máquina se fabrica de acuerdo con las normas aplicables para la Clase I, se marcará como "NEMA Clase I (60), NEMA Clase I (80) ó NEMA Clase I (100)"

CLASE II

Se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclos de trabajo de 30, 40 o 50%. Si una máquina se fabrica de acuerdo con las normas aplicables para la Clase II, se marcará como "NEMA Clase II (30), NEMA Clase II (40) ó NEMA Clase II (50)"

CLASE III

Se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclos de trabajo de 20%. Si una máquina se fabrica de acuerdo con las normas aplicables para la Clase III, se marcará como "NEMA Clase III (20)"

Adicionalmente las máquinas de soldar NEMA Clase I y II se definen como fuentes de poder para soldadura por arco completamente armadas que abarcan las características de las siguientes máquinas:

- 1.- Fuentes de poder para soldadura por arco de transformador-rectificador de c.c.
- 2.- Fuentes de poder para soldadura por arco de transformador-rectificador c.a./c.c.

REQUISITOS DE ENTRADA Y SALIDA

Además del ciclo de trabajo, la NEMA define las especificaciones de salida y las capacidades de rendimiento de las máquinas de soldar de cada clase. La siguiente tabla muestra las especificaciones de corriente de salida (tamaño) para las máquinas de soldar Clase I, II, y III

CORRIENTE ESPECIFICADA POR NEMA PARA MÁQUINAS DE SOLDAR		
CORRIENTE DE SALIDA		
CLASE I	CLASE II	CLASE III
200	150	180-230
250	175	235-295
300	200	
400	225	
500	250	
600	300	
800	350	
1000		
1200		
1500		

Los volts de carga especificados (E) para las máquinas Clase I y II de menos de 500 A pueden calcularse empleando: $E = 20 + 0.04I$

Donde I es la corriente de carga especificada (que también se analizará en la NOM más adelante). Para máquinas con especificaciones de 600 A y mayores, el voltaje de carga especificado es 44 V. Las especificaciones de salida en amperes y volts de carga, y también las corrientes de salida y volts de carga mínimos y máximos para las máquinas se dan en la publicación de la norma EW-1 (de la NEMA).

Los requisitos de entrada eléctrica para las máquinas de transformador NEMA Clase I y II para 50 y 60 Hz son las siguientes:

60 Hz: 200, 230, 460 y 575 Volts

50 Hz: 220, 380 y 440 Volts

Para las máquinas soldadoras de tipo transformador Clase III, el requisito de entrada eléctrica es 60 Hz, 230 V. El devanado primario del transformador por lo regular tiene derivaciones que permiten seleccionar dos o tres fuentes de voltaje alternativas, como 200, 230 y 460 Volts.

Las máquinas soldadoras de voltaje constante suelen tener un factor de potencia más favorable que las de corriente constante y no requieren corrección de dicho factor. El voltaje de circuito abierto aunque sujeto a las especificaciones de la NEMA, por lo regular está por debajo del máximo establecido. Las especificaciones de corriente de las máquinas NEMA clase I van de 200 a 1500 A. Las fuentes de poder de voltaje constante normalmente se clasifican como NEMA Clase I o Clase II. Se acostumbra darles especificaciones de ciclo de trabajo del 100 % con la excepción

de algunas máquinas ligeras de 200 A o menos, que pueden tener especificaciones de ciclo de trabajo tan bajas como 20%.

DATOS DE LA PLACA DE IDENTIFICACION

Los datos mínimos que deben incluirse en la placa de identificación de una fuente de poder para soldadura por arco, según la EW-1 de la NEMA son los siguientes:

- 1.- Designación de tipo o número de identificación del fabricante, o ambas cosas.
- 2.- Designación de clase NEMA.
- 3.- Voltaje de Circuito abierto (OCV) máximo.
- 4.- Volts de carga especificados.
- 5.- Amperes de carga especificados.
- 6.- Ciclo de trabajo con la carga especificada.
- 7.- Frecuencia de la máquina.
- 8.- Número de fases de la máquina.
- 9.- Voltaje de alimentación.
- 10.- Amperes de entrada con la salida de carga especificada.

El instructivo que acompaña a cada máquina es la fuente primaria de datos relativos a los requisitos de entrada eléctrica. También se dan datos generales en la placa de identificación de la máquina, por lo regular en forma de tabla junto con otros datos pertinentes aplicables a la unidad de que se trate. La siguiente tabla muestra los datos de placa contenidos en una máquina Power Mig 200, que se estará tratando más adelante.

También se ofrecen los datos de entrada de la potencia aparente y potencia real y el factor de potencia, que es la relación de estas dos potencias. El fabricante también proporcionará otros datos relativos a los requisitos de entrada, como los tamaños de conductor primario y de fusibles recomendados. Las máquinas de soldar no pueden protegerse con fusibles cuyo valor sea igual a su demanda de corriente primaria. Si es así, los fusibles se quemarán o los cortocircuitos se botarán continuamente. La siguiente tabla muestra los tamaños de alambre de entrada y fusibles típicos para máquinas de soldar de 300 A.

RECOMENDACIONES DE TAMAÑO TÍPICAS PARA CONDUCTOR PRIMARIO Y FUSIBLES								
TAMAÑO DEL ALAMBRE DE ENTRADA, AWG (a)					TAMAÑO DEL FUSIBLE EN AMPERES			
MODELO	200 V	230 V	460 V	575 V	200 V	230 V	460 V	575 V
300	No. 2	No. 2	No. 8	No. 8				
A	(No. 6) (b)	(No. 6) (b)	(No. 8) (b)	(No. 8) (b)	200	175	90	70

a) American Wire gage (calibre de alambre americano).

b) Indica tamaño del conductor a tierra.

NORMA OFICIAL MEXICANA

La Norma Oficial Mexicana (NOM-J-38-1981) tiene por objeto establecer las especificaciones de calidad, funcionamiento y los métodos de prueba que deben cumplir las fuentes de poder utilizadas en proceso de soldadura y corte por arco eléctrico.

La siguiente norma tiene como referencia las siguientes normas mexicanas:

NOM-J-119 Definición de vocablos Técnicos empleados en la soldadura y corte por arco eléctrico.

NOM-J-153 Clasificación de Materiales aislantes

NOTA IMPORTANTE: A continuación se considera solo la NOM aplicada a fuentes de poder con características de máquinas de voltaje constante, – es decir – las utilizadas para procesos de soldadura GMAW, que es el fin de este libro. Si bien su uso aplica también para otros procesos de soldadura, también se omiten las especificaciones técnicas para fuentes de poder de corriente constante (para procesos de SMAW, GTAW, etc)

I.- CLASIFICACION

Según las características estática volt-ampere, las fuentes de poder pueden ser:

- a) De corriente constante
- b) De tensión constante

Según su ciclo de trabajo las fuentes de poder se clasifican de acuerdo a los siguientes tipos:

Tipó 1 Fuentes de poder con salida de corriente nominal a ciclo de trabajo de 60 a 100 %

Tipo 2 Fuentes de poder con salida de corriente nominal a ciclo de trabajo de 30 a menos de 60%

Tipo 3 Fuentes de poder con salida de corriente nominal a ciclos de trabajo de 20 a menos de 30%

II.- ESPECIFICACIONES

NOTAS

a) - Todos los valores contenidos en esta norma se refieren a la temperatura de estabilización propia a la clase de aislamiento utilizada en cada fuente de poder.

b) - Con el objeto de abreviar el tiempo en la prueba de rutina, se recurre al siguiente criterio:

Para cada modelo de fuente de poder debe efectuarse cuando menos una prueba prototipo en la cual se obtengan todos los valores de especificaciones a la temperatura de estabilización de acuerdo a su clase de aislamiento, así como los valores correspondientes a temperatura ambiente. Estos últimos deben tomarse como referencia de comparación al efectuar pruebas de rutina.

VALORES DE SALIDA NOMINALES DE FUENTES DE PODER TIPO 1, DE VOLTAJE CONSTANTE

Estos valores con salida de Tensión constante, son los que se muestran en la siguiente tabla:

Fuentes de poder de tensión constante, tipo 1 de corriente directa

Salida nominal	
Tensión de carga (1)	Corriente para volts de carga
24	20
27	250
34	400
39	500
44	600 - 1500

NOTAS:

1.- Estas tensiones de carga están basadas en las fórmulas:

$$E = 14 + 0.5 I \quad \text{para } I \leq 600 \text{ A}$$

$$E = 44 \quad \text{para } I > 600 \text{ A}$$

2.- Para fuentes de poder con características de corriente de salida no mostradas en esta tabla, se interpolar de acuerdo a una variación lineal entre los valores establecidos en la misma.

VALORES NOMINALES DE TENSION Y FRECUENCIA DEL EMBOBINADO PRIMARIO PARA LAS PUENTES DE PODER

Las tensiones de alimentación deben ser las que se tienen usualmente en las redes de distribución:

- 127 volts y frecuencia de 60 Hz.
- 220 volts y frecuencia de 60 Hz.
- 440 volts y frecuencia de 60 Hz.

NOTAS:

1.- Este requisito no es aplicable a las máquinas diseñadas para trabajar con fuentes de energía o subestación propia

2.- Para máquinas que requieren para su operación una tensión de 127 V la demanda no debe ser mayor de 5 KVA.

TENSION DE CIRCUITO ABIERTO

La tensión de circuito abierto no debe rebasar los valores siguientes en toda su gama declarada:

- a) Para fuentes de poder de ampliación manual y semi-automática:
 - 1) Con salida de corriente alterna 80 volts eficaces

2) Fuente de poder con salida de corriente directa con una tensión de rizo mayor de 10%, 80 volts eficaces.

3) Fuente de poder con salida de corriente directa con una tensión de rizo igual o menor al 10%, 100 volts (promedio).

b) Para fuentes de poder de aplicación automática:

1) Fuente de poder con salida de CA, 100 volts eficaces.

2) Fuente de poder con salida de CD , 100 volts (promedio)

FACTOR DE POTENCIA ($\cos \phi$)

Debe ser 0.65 como mínimo a su capacidad nominal.

Cuando sea requerido un factor de potencia mayor al mínimo indicado, este debe ser acordado entre fabricante y consumidor.

EFICIENCIA

La eficiencia de las fuentes de poder debe ser como mínimo, la especificada en la tabla para cada uno de los diferentes tipos, y operando éstas a su capacidad nominal.

Tipo	Eficiencia (%)
1	60
2	55
3	50

NOTAS: Para fuentes de poder de cualquier tipo que proporcionan a su salida tanto CA como CD la eficiencia en CD debe ser de cuando menos un 80% de la eficiencia en CA.

SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Para efectos de esta norma, los sistemas de aislamiento se clasifican en las siguientes clases: 105, 120, 155 y 180 que corresponden al mismo valor en grados celsius.

INCREMENTOS LÍMITE DE TEMPERATURA EN LOS SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Se entiende por incremento de temperatura, la elevación de temperatura sobre la temperatura ambiente que debe estar entre 0 y 40 °C. Las fuentes de poder deben tener resistencia térmica adecuada al operar a los incrementos límite de temperatura para cada clase de aislamiento, como se especifica en las siguientes tablas en condiciones normales de operación.

Punto donde se efectúa la medición del incremento de temperatura y método	Incremento máximo permisible de temperatura en °C para:							
	Generadores y excitadores de CA y/o CD con sistemas de aislamiento clase:				Motor de CA con sistemas de aislamiento clase:			
	105	120	155	180	105	120	155	180
1- Embobinados de armadura, de campo y todos los embobinados no considerados en el inciso 2. Método del termómetro y/o termopar. Método de resistencia	50° 60°	70° 85°	90° 110°	110° 135°	60° 85°	85° 110°	110° 135°	135° 155°
2- Embobinados sin aislamiento o conductores con recubrimiento delgado Método del termómetro y/o termopar. Método de resistencia	60° 65°	85° 90°	105° 115°	130° 140°				
3- Núcleos y partes mecánicas en contacto con o adyacentes aislamientos. Método del termómetro y/o termopar.	50°	70°	90°	110°	50°	70°	90°	110°
4- Conmutadores Método del termómetro y/o termopar.	65°	80°	80°	80°				
5- Otras partes tales como porta-escobillas, escobillas, etc. Aparte de aquellas cuyas temperaturas afectan a la temperatura del material aislante, pueden obtener temperaturas								

Incrementos límite permisibles de temperatura para fuentes de poder de transformador y transformador-rectificador.

Método de determinación de la temperatura	Incremento máximo permisible de temperatura en ° C para sistemas de aislamiento clase 105 120 155 180
Método de resistencia Método del termómetro y/o termopar	70° 90° 115° 135° 80° 100° 125° 150°

NOTAS:

- 1.- Las partes metálicas en contacto con cualquier clase de aislamiento no deben alcanzar una temperatura en exceso de la permitida para el aislamiento adyacente.
- 2.- Los bornes de salida de la fuente no deben exceder una temperatura de 50 ° C.
- 3.- En la determinación de los incrementos límite de temperatura pueden usarse indistintamente cualquiera de los métodos mencionados en las tablas 9y10 u otro que demuestre obtener resultados similares.
- 4.- Para las fuentes de poder tipo rectificador, la temperatura máxima en la base de los diodos no debe exceder a la permisible dada por el fabricante.
- 5.- Las partes tales como motores, conectores, capacitores, etc., deben verificarse de acuerdo a sus normas correspondientes.

TERMINALES Y CONEXIONES.

MARCADO

Todas las conexiones de las terminales de soldadura, derivaciones y controles de operación deben estar marcados de una manera sencilla y permanente para designar su propósito y uso correcto.

CAMBIO DE CONEXIONES

Cuando la unidad puede operarse en dos o más tensiones primarias diferentes, debe existir una placa o diagrama que indique claramente como efectuar los cambios, de conexiones apropiadas en cada tensión.

CONEXIONES A TIERRA

La fuente de poder debe disponer de una terminal fácilmente identificable para su conexión a tierra, ésta debe interconectar eléctricamente las estructuras de todas las secciones, unidades y gabinetes, donde se montan dispositivos eléctricamente activos. No debe haber recubrimientos no conductores, con el objeto de asegurar un buen contacto eléctrico, cuando estén firmemente asegurados a la misma estructura. Deben anexarse a cada máquina una placa o letrero que indique el sirio o punta para conexión a tierra, teniendo en cuenta que cualquier conductor de tierra no debe ser de diámetro que el indicado en la siguiente tabla.

Corriente en El primario En amperes	Area de la sección transversal mínima del conductor a tierra para alambres de cobre	
	mm ²	A.W.G
15	2.08	14
20	3.31	12
30	5.26	10
40	5.26	10
60	5.26	10
100	8.37	8
200	13.30	6

ORIFICIO DE SALIDA DE CABLES,

Los orificios hechos en los cubiertos y tapas de la fuente de poder, por donde debe pasar cable flexible, deben estar provistos de una protección que evite el desgaste mecánico del aislante de cable.

SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE PARTES NO AISLADAS

Las distancias mínimas entre pares de polaridad opuesta, tanto en el aire como en la superficie, así como la separación mínima entre partes con tensión y tierra están dadas en la tabla

Tensión Nominal Volts Hasta 600	Separación mínima en mm		
	Entre partes de polaridad opuesta		Entre partes vivas y tierra
	En el aire	Sobre superficie	
	3.1	6.3	9.5

POTENCIAL APLICADO

La tensión eficaz de prueba para todas las fuentes de poder, debe ser de 1000 volts más 2 veces la tensión nominal del circuito bajo prueba, aplicada durante el periodo de tiempo de un minuto.

III.- METODOS DE PRUEBA

PRUEBA DE INSPECCIÓN GENERAL

Apartados y/o Instrumentos

- Calibrador de alambres
- Vernier o pie de rey

Preparación

La fuente de poder se prepara adecuadamente para efectuar la toma de dimensiones e identificación de terminales, conexiones y diagramas.

Procedimiento

- a) Compruébese visualmente el marcado de las terminales de soldadura, derivaciones y controles de operación.
- b) Para fuentes que operen a dos o más tensiones primarias diferentes, compruébese visualmente la existencia de una de una placa o diagrama que indique claramente, como efectuar los cambios de conexiones apropiados en cada tensión.
- c) Compruébese visualmente la identificación de la terminal para conexión a tierra así como que interconecte eléctricamente las estructuras de todas las secciones, unidades y gabinetes, donde se montan dispositivos eléctricamente activos.
- c) Compruébese el calibre mínimo permitido de todo conductor empleado para conexión a la terminal de tierra.
- e) Compruébese la separación mínima permitida entre partes energizadas no aisladas.
- f) Compruébese la visualmente que placa de identificación, contenga todos los datos indicados.

PRUEBA DIELECTRICA (DE POTENCIAL APLICADO)

Se aplica a los devanados principales de la fuente de poder un alto potencial para garantizar su rigidez dieléctrica.

Apartados y/o Instrumentos

- Probador de rigidez dieléctrica, con escala de tensiones iguales o superiores a las requeridas para la prueba.
- Cronómetro

Preparación

- a) La fuente de poder bajo prueba debe ser nueva, seca y completamente ensamblada.

- b) Desconéctese de la línea la fuente de poder bajo prueba.
- c) Los componentes auxiliares como son: rectificadores, instrumentos, equipo electrónico, detectores de tierra, que requieran tensiones mas bajas de pruebas y que no caen dentro del alcance de esta norma, deben ser conectados a tierra, cortocircuitados o desconectados, antes de la aplicación del potencial para evitar su deterioro.

Procedimiento

Las tensiones iguales o inferiores a 1500 volts, son aplicados directamente.

Las tensiones de prueba mayores 1500 volts, deben ser aplicadas progresiva mente hasta alcanzar el valor máximo en aproximadamente 20 segundos

En uno u otro caso, la tensión de prueba se mantiene al valor indicado y de manera continua durante 60 segundos, y luego suprimida tan rápidamente como lo permita la instalación sin provocar sobretensiones.

Aplicuese el potencial en el orden siguiente: entre primario y secundarias (éste último conectado a tierra)

NOTA: En caso de requerirse una segunda prueba de potencial aplicado a la misma fuente de poder, debe ser realizada al 85% del valor de tensión eficaz

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN CIRCUITO ABIERTO

Funcionando la fuente de poder en condiciones nominales de alimentación, sin carga, se verifica que las tensiones de circuito abierto indicados en la de datos, correspondan a las obtenidas durante la prueba.

Apartados y/o Instrumentos

- Voltímetros adecuados para las mediciones de tensiones de entrada y salida de la fuente de poder, con una exactitud de 3%.
- Tacómetro (en el caso de máquinas rotatorias)

Preparación

- a) Verifíquese que la tensión disponible de la línea sea igual a la requerida por la fuente de poder, (en el caso de unidades que puedan operar con dos o más tensiones de alimentación, compruébese que los cambios de conexiones sean adecuadas) y conéctese a una tierra afectiva la terminal destinada para tal fin.
- b) Conéctese los voltímetros a la entrada y salida de la fuente de poder y en caso de máquinas rotatorias, prepárese el tacómetro en el lugar adecuado para tomar la lectura de la velocidad del rotar.

Procedimiento

Para máquinas que requieren para su operación de la tensión eléctrica, se enegiza fuente de poder y se toman las lecturas tanto la tensión de línea como de la salida. Si la alimentación es trifásica, el máximo desbalanceo permisible para ésta prueba como sigue:

$$\pm 5\% \leq \frac{V_{MD} - V_P}{V_P} \times 100$$

donde:

v MD = Tensión que más se aleja del valor promedio de las tres fases en volts

v P = Tensión promedio de las tres fases en volts.

La tensión promedio de las tres fases, se obtiene de la siguiente manera

$$V_p = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

donde:

V_1 , V_2 y V_3 = Valores de tensión de cada una de las fases en volts.

Asimismo, el promedio de los valores de tensión de las tres fases, no debe exceder una desviación de $\pm 10\%$ del valor

nominal. El mismo valor de máxima desviación se aplica para líneas monofásicas.

En el caso de máquinas rotatorias eléctricas, se verifica la velocidad con el tacómetro y ésta, no debe desviarse en \pm de su velocidad nominal.

La fuente de poder se acepta, si las lecturas de la tensión en circuito abierto no difieren de las marcadas en la placa de datos

y a su vez, cumplen, con una tolerancia de $\pm 3\%$.

NOTA: En el caso de que las tensiones de línea en el momento de la prueba no tengan su valor nominal, pero estén dentro de las tolerancias mencionadas, el valor obtenido para la tensión en circuito abierto debe ajustarse por medio de la regla de proporcionalidad, con el valor promedio de la(s) tensión(es) de línea, véase criterio de aceptación según tabla 13.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA

Las pruebas de funcionamiento con carga deben efectuarse a dos temperaturas, según su finalidad:

- Para pruebas de rutina a la temperatura ambiente.
- Para pruebas prototipo a la temperatura ambiente y a la temperatura de estabilización

Conectada la máquina a la línea de alimentación y a una carga resistiva con un factor de potencia no menor a 0.99, se verifica que las tensiones y corrientes mínimas, nominales y máximas de carga, de acuerdo al tipo de fuente de poder, cumplan con el marcado de placa.

Además se verifica que las tensiones y corrientes de línea, así como, el factor de potencia y la eficiencia a carga nominal, cumplan con los marcados en la placa y sus correspondientes valores límites especificados.

En el caso de máquinas rotatorias propulsadas por motor de combustión interna, se verifica la velocidad nominal (RPM) en todos los niveles de carga normalizados.

Aparatos y/o Instrumentos.

a) Para la línea (en el caso de máquinas eléctricas):

- Voltmetro(s) de CA, Ampermetro(s) de CA, Wattmetro(s) o factorímetro de CA, transformadores de corriente y potencial (en caso de requerirse)

b) Para la carga:

- Voltmetro de CA y/o CD, Ampermetro de CA y/o CD, Derivadores (Shunt) y/o transformadores de corriente en de requerirse, Resistencia de carga (con factor de potencia ≥ 0.99), Tacómetro (para el caso de máquinas rotatorias), Termómetro.

NOTA: Todos los instrumentos deben ser de una precisión de 3% o mejor y con las escalas de medición adecuadas a los valores que están midiendo.

Preparación

a) Conexiones

Se conectan los instrumentos en forma convencional, dependiendo del equipo bajo prueba y el sistema de medición adoptado.

b) Tabla para anotación de lecturas

Se debe elaborar una tabla para la anotación de lecturas que contenga todos los parámetros eléctricos siguientes:

Tensión(es) de línea, Corriente de línea, Potencial real de entrada, Tensión de carga, Corriente de carga, Revoluciones por minuto, Factor de potencia, Eficiencia

Procedimiento

a) Determinación de la corriente mínima de salida

- Operando la máquina en condiciones nominales de alimentación y el selector(es) de corriente de salida en posición mínima, se aplica la carga resistiva adecuada para obtener la corriente mínima que es capaz de suministrar la máquina bajo prueba, debiendo cumplir las especificaciones correspondientes al tipo de fuente de poder.

b) Determinación de las características nominales

Operando la máquina en condiciones nominales de alimentación y de carga y el selector(es) de corriente de salida en posición nominal, se aplica la carga y se toman las siguientes lecturas:

- Tensión, corriente, potencia real y línea.
- Volts y amperes de carga.

c) Determinación de la corriente máxima de salida.

Operando la máquina en condiciones nominales de alimentación y el selector(es) de corriente de salida en posición máxima, se aplica la carga para obtener la corriente máxima que es capaz de suministrar la máquina bajo prueba, debiendo cumplir las especificaciones correspondientes al tipo de fuente de poder.

d) Determinación del factor de potencia y la eficiencia

1) Para pruebas de rutina

El fabricante debe proporcionar los valores de factor de potencia y eficiencia, a la temperatura ambiente en la cual fueron determinados y a la temperatura de estabilización, obtenidos para cada

modelo en las siguientes pruebas prototipo. Para las pruebas de rutina, se tomarán como referencia los valores de dichos parámetros.

2) Para pruebas de prototipo

Se deben determinar los valores de factor de potencia y eficiencia tanto a la temperatura ambiente como a la temperatura de estabilización y conservarse como referencia para comprobaciones futuras.

Resultados

- Corriente mínima, nominal y máxima de salida.
- Factor de potencia (sólo para máquinas que requieren para su operación energía eléctrica).

El factor de potencia es la relación de la potencia real consumida por la máquina a la potencia aparente:

$$\cos \varnothing = \frac{P_e}{P_a}$$

donde: $\cos \varnothing$ = Factor de potencia

P_e = Potencia real consumida por la máquina en watts

P_a = Potencia aparente en volt – ampere

La potencia real (P_e) y la potencia aparente (P_a), son determinadas en función del circuito de prueba adoptado.

C) Eficiencia para máquinas eléctricas

La eficiencia es la relación de la potencia de salida a la potencia de entrada:

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \times 100$$

donde:

η = Eficiencia en tanto por ciento

P_s = Potencia de salida en watts

P_e = Potencia de entrada en watts

PRUEBAS DE TEMPERATURA

Método del Termómetro

Consiste en determinar la temperatura por medio de termómetros de mercurio, de alcohol o cualquier otro instrumento para la medición de la temperatura, que será aplicada al punto más caliente accesible a termómetros ordinarios sin alteraciones del bastidor o estructura de la fuente de poder.

Método de Termopar

Consiste en determinar la temperatura por medio de termopar(es), aplicados a los puntos más calientes accesibles o en lugares donde normalmente sería inaccesible para termómetros ordinarios.

Método de Resistencia

Consiste en determinar la temperatura por comparación de la resistencia de un embobinado a la temperatura ambiente contra la resistencia del mismo embobinado a la temperatura de estabilización.

La determinación de la temperatura promedio medida por el método de resistencia, se calcula por la siguiente fórmula para conductores de aluminio y cobre.

$$T2 = \frac{R2}{R1} (K + T1) - K$$

donde:

T2 = Temperatura final en grados centígrados (temperatura de estabilización)

T1 = Temperatura inicial en grados centígrados

R2 = Resistencia en caliente (final)

R1 = Resistencia en frío (inicial)

Para cobre = 234.5, Para aluminio = 225

Aparatos y/o Instrumentos

- Vólmetro de CA, Ampérmetro de CA, Vólmetro de CA y/o CD, Ampérmetro de CA y/o CD, Resistencia de carga, Cronómetro .

Termómetros, termopares, puentes para medición de resistencia o cualquier otro instrumento para medición de temperatura, que sea equivalente a los anteriores en su medición.

Preparación

La prueba debe realizarse en un lugar exento de corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura ambiente. La temperatura ambiente debe permanecer durante la prueba entre 10 y 40°C.

Procedimiento

Al efectuarse las pruebas de temperatura, las fuentes de poder, serán operadas bajo condiciones nominales de suministro en el primario tales como: tensión, frecuencia, velocidad nominal, tensión

nominal de carga y ciclo de trabajo nominal, al estar conectada una carga resistiva. La carga será medida en las terminales de salida de la fuente de poder. Las pruebas se efectuarán conectando o desconectando cíclicamente la carga en el circuito de soldadura, cuya duración debe ser de acuerdo al ciclo de trabajo y manteniendo energizada la fuente de poder y el sistema de ventilación, hasta su estabilidad térmica. Todas las temperaturas serán tomadas al final del período de prueba en el cual, se haya estabilizado la temperatura en los diversos puntos de medición en la fuente de poder (se considera un incremento máximo de temperatura de 2°C por hora).

Para la determinación de la temperatura ambiente se debe contar con 3 elementos (termómetros o termopares) espaciados uniformemente alrededor de la fuente de poder bajo prueba, estarán localizados aproximadamente a la mitad de la altura de la fuente de poder y a una distancia de 1 a 2 m, colocados dentro de recipientes de aceite que los protegen de los cambios rápidos de temperatura.

En los bornes de salida de la fuente de poder se conecta una carga resistiva con un $\cos \phi \geq 0.99$ así como un voltmetro y un amperímetro que nos permita verificar la condición de carga nominal durante la prueba.

Para registrar las sobre elevaciones de temperatura se contará con los suficientes elementos de medición (termómetros, termopares) que nos permitan medir dichos incrementos.

NOTAS:

- 1- Cuando las lecturas subsecuentes a la desenergización de la fuente de poder indiquen un incremento se tomará como valor definitivo de sobre elevación la temperatura máxima tomada
- 2- Cuando las lecturas posteriores al corte indiquen un decremento se elaborará una gráfica tiempo- temperatura, para obtener el valor de la temperatura en el momento del corte.

Cuando la prueba de temperatura se realice a una altitud diferente a 1000 m.s.n.m y/o a una temperatura diferente de 25°C, se aplican las siguientes correcciones:

a) Corrección por altitud:

$$\Delta t_{\text{obt}} = \text{LEC}_{\text{obt}} - \text{TA} \qquad \text{CA} = \frac{t_{\text{obt}} (1000 - A)}{100} \cdot 0,01$$

$$\Delta t^i = \Delta t_{\text{obt}} + \text{CA} \quad \uparrow$$

donde:

Δt_{obt} = Incremento de temperatura obtenido a las condiciones de prueba en grados centígrados.

LEC obt = Lectura obtenida en grados centígrados.

TA = Temperatura ambiente de prueba en grados centígrados.

A = Altitud a la que se realiza la prueba en metros.

CA = Factor de corrección por altitud en grados centígrados.

Δt^i = Incremento de temperatura corregido por altitud, en grados centígrados.

b) Corrección por temperatura:

$$Ct = \frac{K + 25}{K + \text{TA}}$$

$$\Delta t_{\text{final}} = \Delta t^i : Ct$$

donde:

K: Para cobre = 234.5 (grados centígrados), Para aluminio = 225 (en grados centígrados)

Ct = Factor de corrección por temperatura (adimensional)

TA = (Véase inciso a), Δt^i = (Véase inciso a))

Δt final = Temperatura corregida por altitud y temperatura.

Ejemplos:

$$1) \Delta t_{\text{obt}} = 89^{\circ}\text{C}, \quad A = 2300 \text{ m.s.n.m} \quad T_A = 39^{\circ}\text{C}$$

Tipo de aislamiento, 80°C : de cobre, $K = 234.5^{\circ}\text{C}$

$$CA = \frac{\Delta t_{\text{obt}} (1000 - A)}{100} \cdot 0.01$$

$$= \frac{89 (1000 - 2300)}{100} = 89 (0.13) = -11.57^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t^1 = 89 - 11.57 = 77.13^{\circ}\text{C}$$

$$Ct = \frac{234.5 + 25}{234.5 + 39} = 0.984$$

$$\Delta t_{\text{final}} = 77.13 (0.984) = 73.4^{\circ}\text{C}$$

Δt final = Compara con la temperatura permisible del tipo de aislamiento, en este caso 80°C

$$\Delta t_{\text{obt}} = 76^{\circ}\text{C}$$

$$A = 540 \text{ m.s.n.m.}$$

$$T_A = 42^{\circ}\text{C}$$

Tipo de aislamiento, 80°C : de cobre $K = 234.5$

$$CA = \frac{76 (1000 - 540)}{100} \cdot 0.01 = 3.496^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t^1 = 76 + 3.496^{\circ}\text{C}$$

$$Ct = \frac{234.5 + 25}{234.5 + 42} = 0.938$$

$$\Delta t_{\text{final}} = 79.436 (0.938) = 74.6^{\circ} \text{C}$$

Δt_{final} Se compara en la misma forma que ejemplo 1.

Se debe tomar precaución para acortar el período de tiempo al suspender la prueba de temperatura en fuentes de poder del tipo rotatorio. Para mantener la temperatura durante éste lapso, se recomienda proporcionar los medios a ser usados para limitar el período de paro de la fuente de poder, sin exceder los valores siguientes:

Hasta 50 kw (inclusive) - 2 min
 Mayor 50 kw hasta 200 kw - 3 min

Bajo éstas condiciones, no será necesaria ninguna corrección a los valores observados de temperatura

Resultado

Los incrementos máximos de temperatura serán calculados por la máxima temperatura registrada al final de la prueba, menos la temperatura ambiente al termino de dicha prueba. Estos incrementos deben compararse con los correspondientes permisibles en cada parte de la fuente de poder y de acuerdo a su clase de aislamiento.

IV.- MARCADO.

Debe aparecer en forma visible y permanente la siguiente información en idioma español:
 Marca, Nombre del fabricante, Modelo, Tipo, Número de serie, Número de autorización de fabricación, venta y uso, La leyenda "Hecho en México", o país de origen.

Alimentación	Carga
Tensión	Tensión máxima de circuito abierto
Corriente	Tensión (Nominal)
Factor de potencia	Corriente (Nominal)
Potencia real en kw	% de ciclo de trabajo (Nominal)
Eficiencia (%)	% de ciclo de trabajo a (Imáx)
Número de fases	Corriente a 100 % de ciclo de trabajo
Frecuencia en Hz	
Clase de aislamiento	Gama de selección de corriente

1. Para fuentes de poder con 2 o más tensiones de alimentación deben marcarse todas sus características eléctricas en cada una de las tensiones declaradas.
2. Si la tensión de alimentación es de 127 VCA el consumo no debe exceder a 5 KVA y la corriente máxima de salida para cumplir lo anterior se marca el selector de corriente.

Se recomienda que todas las fuentes de poder vayan acompañadas de un instructivo en español debidamente autorizado para su instalación, operación y mantenimiento, que contenga cuando menos los siguientes temas:

A.1 Instalación, A.2 Operación, A.3 Mantenimiento

CAPITULO 4

PROCESO DE FABRICACIÓN DE MÁQUINA PM200 PARA SOLDADURA GMAW

PLANEACIÓN Y CONSIDERACIONES PRELIMINARES A LA FABRICACIÓN

En toda planeación, se debe iniciar considerando los recursos con los que se dispone, a partir de entonces se podrá saber con más precisión, con los recursos que se requerirán a futuro. Podemos hacer una división de estos recursos, que para el caso directo de un proceso de manufactura, se tienen:

Recursos Materiales: Máquinas o equipos para el proceso (son los que realizarán la transformación directa a los materiales), y los mismos Materiales (materia prima), y Otros (documentos, carpetas de trabajo, etc).

Recursos Humanos: Personal (quienes son los responsables directos de la manipulación de los equipos, del control intelectual de las máquinas y los equipos, así como de la Inspección, revisión de los materiales, y la supervisión de los objetivos de fabricación conseguidos)

NOTA: Se da por entendido que dentro de esta división se tienen de forma implícita los Recursos Financieros

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS MATERIALES, Y OPERACIONES DEL PROCESO

Las especificaciones técnicas de los materiales y operaciones del proceso almacenan y transmite la propiedad intelectual y tecnológica de la compañía. Las especificaciones técnicas para la máquina PM200, son documentos en hojas con formato definido, así como dibujos en planos. Las especificaciones técnicas para este caso tienen un alcance, desde los requerimientos de cada uno de los materiales como insumos, hasta los tipos de prueba a los que debe ser sometida la máquina ya ensamblada e instrucciones de servicio más allá de la venta (instrucciones precisas para el servicio de mantenimiento y reparación).

En la fabricación de la máquina PM200, todas las especificaciones técnicas son señaladas por la casa matriz en E.U., quien controla el diseño y la fabricación de esta máquina. Tanto especificaciones de productos, procesos, pruebas y servicio post venta, son recibidas en México por un grupo de Ingenieros que deben interpretarlas, traducirlas y ver su adecuación. Cada una de estas especificaciones son traducidas a instrucciones de trabajo o métodos de operación para que cada operador entienda de forma clara cada una de la actividad a realizar en su estación o célula de trabajo. También sirven para que el supervisor mediante estas directrices consideradas, cumpla

los objetivos de producción que le han sido marcados. Y el Ingeniero de calidad inspeccione si los requerimientos de las especificaciones se llevan a cabo.

Las especificaciones deben describir claramente la calidad del producto (requerimientos técnicos y atributos definidos) y los rendimientos requeridos, así como ofrecer directrices para realizar el trabajo (métodos de operación) de acuerdo con los estándares, además sirven para otros propósitos esenciales en el desarrollo de un proceso productivo, entre los que se encuentran:

- 1.- Mantienen y mejoran la Calidad: Reduce las desviaciones en el sistema de Materiales, Personal, Maquinaria, y Métodos.
- 2.- Reducen costos: Reduce costos y eleva la eficiencia operacional simplificando y reduciendo el número y variedad de los materiales y componentes para bajar los stocks.
- 3.- Mejora la eficiencia: Reducen errores y elevan eficiencia integrando y estipulando apropiadas reglas para procedimientos de trabajo, procesos y métodos.
- 4.- Mantiene la seguridad y bienestar en las condiciones de trabajo: la adherencia a las especificaciones de mantenimiento y de trabajo ayuda a evitar accidentes, asegura el bienestar y la seguridad, protege.

MAQUINAS Y EQUIPOS PARA EL PROCESO

En esta división, podremos observar la distribución de las máquinas y equipos requeridos para la transformación de los materiales, así como de la localización de los equipos de prueba. La primera división es la de HERRERIA, donde se lleva a cabo el corte y la deformación de las láminas de acero. La segunda son las líneas de ensamble donde se lleva a cabo los subensambles y ensambles finales. A continuación se muestra la función de las máquinas del área de herrería, para posteriormente mostrar un layout (o mapa de la distribución de las máquinas) que permite identificar la posición física de las máquinas.

Los equipos se describen más adelante en el subtítulo: Requerimiento de Herramientales e Instrumentos de Prueba

Para el Proceso de Corte y Deformación:

Las máquinas usadas para el proceso de corte y deformación de los materiales (láminas de acero principalmente) son:

- A) Cizalla → Usada para los cortes a escuadra
 B) Prensa → Para realizar corte de formas ya definidas de ventanas o persianas, y punzonado o barrenado
 C) Punzonadora → Punzonado o Barrenado
 D) Dobladoras → Para llevar acabo una deformación permanente (doblado)



MAQUINA	TIPO	CARGA (TON.)	USO
1	CIZALLA CINCINATI	20	CORTES A ESCUADRA, PIEZAS RECTANGULARES
2	PRENSA NIAGARA	125	CORTE CON TROQUEL
3	PRENSA TOLEDO	50	CORTE CON TROQUEL, PUNZONADO, EMBUTIDO
4	PRENSA CERVANTES	30	CORTE CON TROQUEL, PUNZONADO, EMBUTIDO
5	PUNZONADORA WHITNEY	30	PUNZONADO
6	DOBLADORA CHICAGO	50	DOBLADO DE LAMINA
7	PRENSA BLISS	20	PUNZONADO
8	PRENSA JUNDAI	85	CORTE DE LAMINA EN ROLLO

Equipos e Instrumentos de Medición

El entender, manipular y controlar la maquinaria, depende en parte, de la medición. La producción masiva, fundamento de la industria moderna, está basada en la medición y en la intercambiabilidad de partes. Las técnicas de medición están relacionadas con la inspección, el control de calidad y la

supervisión. La fabricación de partes requiere que las mediciones se hagan de acuerdo con las especificaciones de ingeniería.

Los equipos de medición permiten controlar parámetros o variables del proceso que influyen de manera directa o indirecta en el cumplimiento de las especificaciones técnicas planeadas.

Dentro de los instrumentos de medición para la autoinspección, inspección y control del proceso de la PM200, tenemos una división: Dimensionales, Eléctricos y Otros.

DIMENSIONALES	ELECTRICOS	OTROS
1.- Vernier o pie de rey 2.- Micrómetro 3.- Regletas 4.- Flexómetros 5.- Medidor de alturas	1.- Ampérmetro 2.- Voltmetro 3.- Wátmetro 4.- Óhmetro 5.- Osciloscopio con High-Pot 6.- High-Pot (alimentación de Alto potencial)	1.- Hidrómetro 2.- Torquímetro 3.- Tacómetro 4.- Cronómetro.

Los instrumentos de medición dimensionales permiten conocer lecturas de longitud. El uso de cualquiera de los señalados arriba dependerá de la precisión que se desee. Usados para la inspección de materia prima de acuerdo a las especificaciones técnicas, por ejemplo: Diámetros de Cables, longitud y espesores de soleras de acero, altura del cuerpo de tornillos, etc. Así mismo en la línea de proceso son usados principalmente para la revisión y confirmación señalada en planos de la posición que guardan los componentes.

Los instrumentos eléctricos permiten conocer las variables críticas del proceso para la máquina PM200. Las especificaciones señaladas en las pruebas de acuerdo a la NEMA y NOM, pueden ser verificadas mediante el uso de estos instrumentos que señalan parámetros eléctricos como: voltaje, corriente, potencia, Resistencia, formas de onda y rigidez dieléctrica

Si no menos importantes, también se tienen otros instrumentos usados para la inspección de la materia prima, así como en la línea de proceso. El hidrómetro permite conocer el porcentaje de unidad de las cajas donde estarán resguardadas las máquinas para ser enviadas a su destino. El torquímetro permite verificar el par de apriete de la tornillería o la colocación de tuercas en el ensamble de la máquina de acuerdo a lo señalado en las especificaciones, y el cronómetro, por ejemplo, el tiempo de prueba requerido en el potencial aplicado a una bobina o transformador por un High-Pot.

Los datos obtenidos por los instrumentos de medición, permiten conocer el comportamiento de, si el proceso se encuentra bajo control, es decir los estándares de calidad señalados en su planeación.

Medidor de Continuidad:

Prácticamente es un óhmetro con indicador luminoso o de sonido, para conocer si existe contacto eléctrico entre partes que así lo requieran (por ejemplo conocer si un termostato se encuentra cerrado, contacto entre terminales y dispositivos eléctricos, etc) ó bien asegurar que existe aislamiento o "no contacto" eléctrico entre elementos.

Multímetro Digital:

Instrumento de medición eléctrica directo, principalmente es usado para la verificación de los voltajes de alimentación que llega a un equipo de prueba de las estaciones de ensamble o de las mesas de subensamble, si bien cuenta con opciones para medir otros parámetros como corrientes hasta de 10 A (sin uso de gancho), indicador de continuidad, etc., solo es requerido principalmente para medir voltajes de línea de alimentación.

Tablero de Prueba:

A continuación se presenta de forma gráfica el tablero, usado en las pruebas eléctricas y de funcionalidad que se le realiza a la máquina PM200. Este tablero cuenta con instrumentos de medición de: voltaje, corriente, resistencia y potencia. Su función es precisamente, obtener de él lecturas de parámetros eléctricos para compararlos con las especificaciones técnicas señaladas en las hojas de prueba. El tablero está diseñado para que el operador realice mediciones y toma de lecturas.

Equipo de rigidez dieléctrica:

El equipo es usado para conocer el grado de rigidez dieléctrica que presentan los materiales. Para el caso de la máquina PM200, es usado en la subestación de ensamble de transformador para conocer el aislamiento que existe entre grupos de bobinas y de éstas con el núcleo. El procedimiento consiste en aplicar un potencial de 2500 volts, de tal forma que se pueda aplicar un arco de este potencial entre grupo de materiales, a una corriente de 20 mA, en no mas de 3 segundos. Como los aislamientos usados para separar los grupos de estas bobinas (Papel

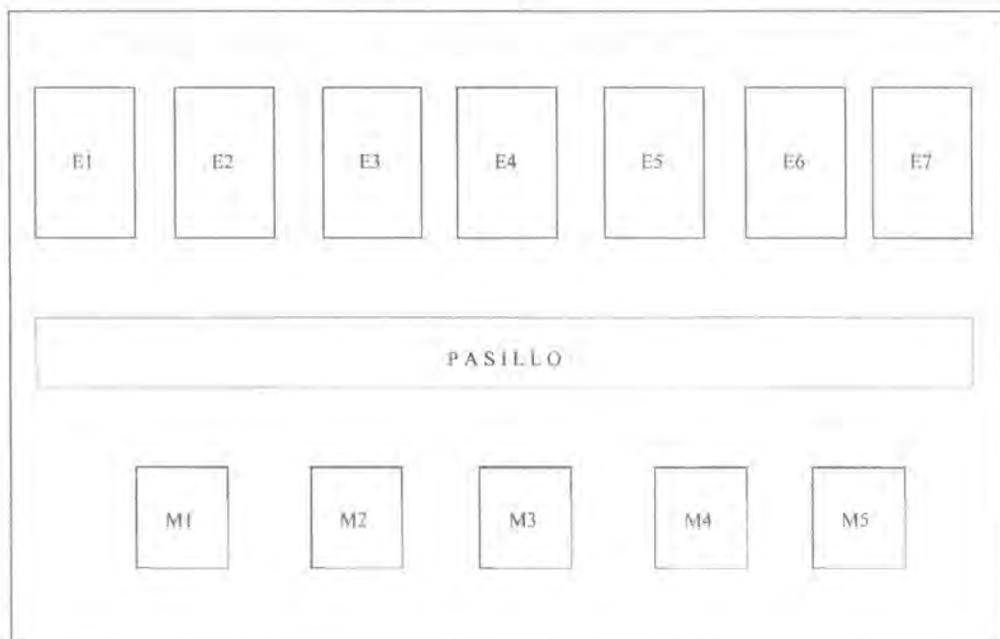
Nomex) tienen especificaciones de soportar una descarga de 5KV, sin romperse. El equipo solo señalará con un indicador de sonido que la prueba ha concluido (cuando esta sea satisfactoria).

La importancia en el uso de este equipo se ve por el hecho de que se puede continuar con el proceso siguiente, asegurando que una vez ensamblado el transformador completo, este no presentará fallas por aislamiento, que pudiera verse reflejado directamente por un corto entre grupo de bobinas, o corto a tierra. Este equipo es usado en la estación de ensamble final para llevar acabo pruebas de rigidez dieléctrica entre el transformador y los componentes eléctricos que conforman la máquina. También es usado antes de llevar acabo el cierre del estabilizador (reactancia inductiva) de la máquina.

Tacómetro:

Este instrumento de medición permite conocer las revoluciones por minuto de un desplazamiento angular. Las especificaciones dadas a la velocidad de los rodillos que alimentan de alambre a la pistola o antorcha de la máquina, es inspeccionada con el tacómetro.

DISTRIBUCION DE ESTACIONES DE ENSAMBLE Y MESAS DE TRABAJO EN LINEA PM200



Herramientales:

La manufactura de cualquier producto, está basada en el uso de herramientas que permiten la manipulación o bien la transformación de los materiales. Hoy en día con la industria que a mayor medida hace uso de la tecnología moderna, los herramientas y equipos como recursos usados en cualquier manufactura, son uno de los factores más importantes que dan la eficiencia en su proceso, por lo que es importante su adecuada selección y uso para su fin.

Dentro de la línea de proceso para la fabricación de la máquina Power Mig 200, entre las principales herramientas usadas por los operadores, se encuentran las de uso común en todo proceso de ensamble, entre ellas tenemos: Desarmadores, Pinzas de electricista, navajas, etc, sin embargo el herramental neumático es uno de los herramientas mas importantes, ya que ofrece la mayor rapidez para el ensamble y subensamble de cada uno de los componentes.

Debido a su importancia, a continuación se describen las herramientas neumáticos por su modelo, el torque de uso, y la aplicación para cada una de las mesas de Trabajo (subensamble) y estaciones de trabajo (ensamble final) en la fabricación de la máquina PM200:

LISTADO DE HERRAMENTAL NEUMÁTICO (PARA TORQUE)

UBICACIÓN	MODELO	TORQUE (lb – in)	APLICACIÓN
MESA No. 1	ALPHA T52	75 – 110	Colocación de Terminales de bobinas
MESA No. 2	ALPHA T45	50 – 60	Colocación de puentes a capacitor
	UX-500	85 – 95	Puente rectificador a soporte
	USLT31PB	10 – 13	Sujeción de abrazadera a soporte
MESA No. 3	ALPHA T50	40 – 45	Tuerca de tierra, apriete de válvula sol.
	USLT31PB-05	25 – 29	Pijas para motor, válvula y ducto
	USLT31PB-05	25 – 29	Sujeción de araña, interruptor
	UXT900	250 – 290	Sujeción tuerca pasa cables de aliment.
MESA No. 4	USLT41PB-21	16 – 18	Colocación de bornes
	ALPHA T50	90 – 100	Compartimento de PC
	USLT31PB-05	24 – 26	Tapa de bastidor para etiqueta
MESA No. 5	UX500C	85 – 100	Fijar motor alimentador
	UX500C	95 – 110	Colocación de rodillo loco
	USLT31PB-05	35 – 38	Tornillo para soporte cuerpo fijo
ESTACION 1	USLT31PB-05	38 – 43	Fijar bancos: capac, rect, base chasis
	ALPHA T60	120 – 140	Fijar base chasis a tarima
	ALPHA T70	150 – 180	Transformador a base, conexión cable
	UXT900	250 – 290	Fijar tornillos a base, soporte tanque
	ALPHA 50D	120 – 140	Fijar tornillos a base chasis (5/16)
ESTACION 2	ALPHA T46	100 – 110	Fijar cables de transformador a selector
	USLT31PB-05	16 – 18	Fijar cable de transformador a interr.
	USLT31PB-05	36 – 38	Conexión a tablero de conexiones
	USLT31PB-05	26 – 30	Fijar tapa posterior y frontal
ESTACION 3	USLT31PB-05	24 – 28	Fijar bastidor y compartimento de alm.
ESTACION 4	ALPHA T45	100 – 110	Fijar cable a puente rectificador
	ALPHA T46	65 – 70	Fijar cable contactor a selector
	USLT31PB-05	26 – 30	Fijar alimentador de alambre
ESTACION 6	USLT51PB-08	50 – 60	Fijar tapas

Estas herramientas neumáticas nos permiten la colocación de tornillos, pijas, clavos y tuercas, auxiliadas con dados y extensiones de diferentes medidas (de acuerdo a la medida de tuercas o tornillos, $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{16}$, $\frac{3}{8}$, etc) . Sus velocidades varían de acuerdo a la junta a aplicar, ya que depende en gran medida de los materiales que se unirán mecánicamente.

Estos dispositivos neumáticos tienen la opción de girar en sentido horario o antihorario, además de poder realizar un paro automático en el momento de llegar a su torque o par con el cual fueron ajustadas. Los tipos de herramientas, como tipo pistola, o tipo "pata de cabra" dependerá de la aplicación que se esté efectuando y de la ergonomía ofrecida al operador para la manipulación de la herramienta.

REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA

De acuerdo a la planeación en el despliegue de la materia prima se tienen, principalmente, cinco diferentes grupos de entrada de Materiales Directos, estos son:

- 1.- Alambres
- 2.- Cables
- 3.- Aislamientos
- 4.- Láminas de acero
- 5.- Componentes varios de proveedor ya procesados.

NOTA IMPORTANTE: No se consideran en esta clasificación los MATERIALES INDIRECTOS, los cuales son imprescindibles también para el proceso de ensamble o de subensamble.

Proceso de Materiales en Planta

A Continuación se describen las funciones principales de los materiales, así como los pasos que se siguen para la transformación de los mismos, antes de llegar a la línea de ensamble y de subensamble.

Alambres

Estos materiales serán procesados de tal forma que cumplirán con el propósito de ser usados principalmente para la elaboración de las bobinas del transformador y del estabilizador de la máquina. Son adquiridos en carretes de diferentes pesos.

- 1.- Entrada del Material
- 2.- Inspección
- 3.- Montaje en máquina
- 4.- Uso en subensamble o ensamble

Cables

Conductores eléctricos, usados para el alambrado de componentes internos de la máquina (entre componentes).

- 1.- Entrada del Material
- 2.- Inspección
- 3.- Corte en tramos de acuerdo al uso en componentes
- 4.- Pelado de extremos
- 5.- Etiquetado
- 6.- Enzapatado
- 7.- Prueba de tensión
- 8.- Uso en subensamble o ensamble

Aislamientos

Son los que ofrecen aislamiento eléctrico entre espiras o bobinas, además de dar sujeción y compactación en la formación y ensamble de las bobinas, aíslan principalmente entre las bobinas y el núcleo del transformador.

- 1.- Entrada del Material
- 2.- Inspección
- 3.- Corte en diferentes medidas
- 4.- Uso en subensambles

Láminas de Acero

Estos materiales transformados ofrecen el soporte de otros materiales o componentes, y dan la forma o estética final a la máquina

- 1 - Entrada del Material
- 2 - Inspección
- 3 - Corte en diferentes medidas
- 4 - Corte por troquel
- 5 - Punzonado o barrenado
- 6 - Troquel para ventanillas
- 7 - Pulido
- 8 - Ingreso a pintura

Componentes de proveedor ya procesados

Son todos los materiales provenientes de proveedores (importados o de fabricación nacional) que solo requieren de una inspección dimensional o inspección de atributos (brillo, textura, etc) para ser usados directamente en la línea de subensamble o de ensamble. Para el caso de la máquina PM200 estos materiales en su mayoría son componentes eléctricos, entre los que se encuentran:

Capacitores, Puentes rectificadores de diodos, Tarjetas electrónicas, Perillas, Motorreductores de velocidad, Contactores, Motores de ventilador, Aspas, Válvulas solenoides, zapatas, etc.

Dentro de los materiales adquiridos por proveedores se tienen componentes que pueden considerarse como críticos, los cuales como se explicará mas adelante requieren de un criterio de inspección para poder dar ingreso a las líneas de subensamble o de ensamble.

Proceso de Pintura

El proceso de pintura al que se somete toda pieza después de ser pulidas ofrece la estética o apariencia final de la máquina, lo que a primera vista será el requerimiento que dará atención el cliente. De allí que sea en esta área donde los criterios de inspección, y a su vez los controles del proceso sean factores para una aplicación eficaz, que reúna y sobrepase los requerimientos del mercado.

El proceso de aplicación de recubrimiento en polvo (aplicado en la Power Mig 200) es similar al tradicional de pintado que se sigue con los recubrimientos líquidos.

Las piezas a pintarse o recubrirse, recorren un trayecto dentro de un túnel (cámara de rociado); donde cada zona de la cámara es alimentada por finas o tanques, normalmente ubicadas externamente y debajo de la cámara de rociado.

El primer tratamiento en la cámara permite asegurarse de que la pieza se encuentre limpia, sin grasa, sin polvo, sin óxido y sin contaminantes en general. Por lo anterior existe una zona de rociado de agua caliente con el fin de eliminar grasas, posteriormente se realiza un enjuague, para después con el fin de mejorar la protección de la limpieza que se ha hecho en la pieza se lleva a cabo un ataque de fosfato de hierro. Después de este paso y el secado, se proceden las piezas a la cabina de aplicación y recuperación de polvos, para posteriormente y después del recubrimiento, ingresan las piezas al horno de curado, donde el recubrimiento se funde y polimeriza.

La pintura en polvo es suministrada a la pistola mediante el equipo de alimentación-recuperación; recuperación, el cual consta de un contenedor de almacenamiento o tolva de alimentación y un dispositivo venturi (de bombeo) que transporta una mezcla de polvo-aire a través de mangueras. Se utiliza un sistema neumático con aire comprimido seco y limpio, por que ayuda a separar el polvo en partículas individuales, más fáciles de transportar.

Las pistolas neumáticas electrostáticas son las que dirigen el flujo de polvo, controlan el patrón y tamaño de la nube del polvo al momento que se libera de la pistola; imparten la carga electrostática al polvo que va hacer aplicado, determinan el índice de depositación y dirección del polvo en el objeto a recubrir.

IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE PROCESO EN LINEA

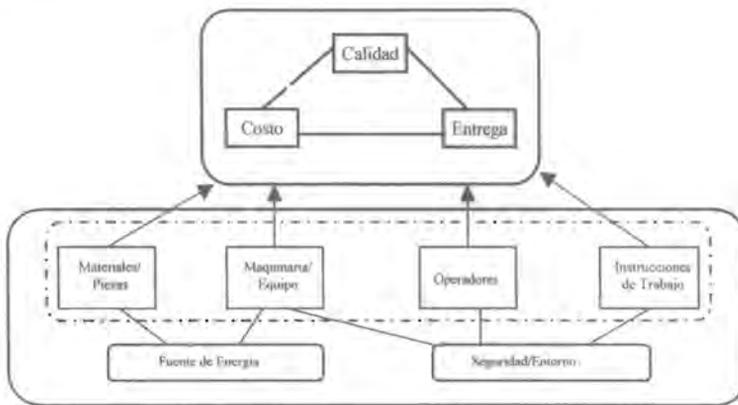
El personal dentro de cualquier organización, es el recurso más importante con el que se cuenta. El factor humano es el determinante para una planeación, dirección, administración y control; y de esta manera se pueda dar a un producto o servicio las características que deban satisfacer los requisitos o especificaciones que exige un cliente o un mercado. El Recurso humano manipula, administra y transforma los materiales, además de llevar a cabo actividades de inspección y supervisión en cada fase del proceso, hasta el producto terminado.

El control del proceso significa: definir el objetivo de trabajo, desarrollar y realizar un plan para cumplir el objetivo, y revisar el plan para determinar si se logran los resultados anticipados. Si no se logran los resultados anticipados se hacen modificaciones en el procedimiento de trabajo para cumplir el plan.

Es mediante la inspección de los inspectores de calidad, así como de técnicas estadísticas (gráficas de control) y los instrumentos de medición, que los Ingenieros de calidad se valen para medir el grado con el que los estándares de calidad planeados se van cumpliendo en, durante y después del proceso productivo.

Después de haber considerado los recursos necesarios para llevar a cabo un proceso productivo dentro de cualquier industria y en este caso especial para la fabricación de la máquina PM200, podemos decir que el Control del proceso en la manufactura de un producto es llevar a cabo un equilibrio entre factores externos (Fuente de energía, seguridad, entorno) y factores internos (Recursos humanos, Equipos, Maquinaria y Materiales).

El control sobre los factores internos permitirá cumplir con los objetivos de la organización y la satisfacción del cliente, así como un conocimiento preciso de los costos (Costos de Prevención, Costos de Evaluación, Fallas Internas y Fallas Externas). Para ilustrarlo, note la relación que existe entre estos:



AUTOINSPECCIÓN (LISTAS DE VERIFICACIÓN)

Un trabajo esencial y como parte de las políticas de la empresa, es la propia revisión de su trabajo que realiza el mismo operador, considerado como parte del control en las líneas de proceso. Esto crea responsabilidad y asegura el cumplimiento de las instrucciones de trabajo que se deben seguir. Esta autoinspección es el procedimiento que sigue el operador basado en una lista de verificación o checklist.

La lista de verificación es un formato viajero, que a medida que va recorriendo el proceso, va llenándose por escrito por cada operador responsable de su estación o célula de trabajo.

A continuación se muestran las listas de verificación que se tiene y se sigue para la inspección que realizan los operadores para los subensambles y ensamble de la máquina PM200.

REGISTRO DE PRUEBAS

Los datos obtenidos en los instrumentos de medición, son vaciados en hojas con formatos específicos por los operadores y los inspectores de calidad. Estos documentos son evidencia, que permiten mostrar que las especificaciones técnicas y métodos de trabajo se están cumpliendo. También estos documentos sirven para conocer el historial de fabricación de la máquina, lo que ayuda en casos de que alguna máquina en su conjunto o parte falle en cualquier etapa de su vida útil.

Como parte de un sistema de calidad, dichos documentos permiten estar en concordancia con los requerimientos de normas, como es el caso de la ISO9000.

A manera de ejemplo se muestra un formato de registro de prueba para la prueba final de la máquina PM200:

REGISTRO DE PRUEBA FINAL DE MAQUINA PM200

SUPERVISOR DE PRODUCCION: _____		FECHA: _____
No. DE TRANSFORMADOR : _____		OPERADOR: _____
ESPECIFICACION		ESP.
230 V, 60 Hz CORRIENTE DEMANDADA EN VACIO		3.2 A MAXIMO
230 V, 60 Hz POTENCIA DEMANDADA EN VACIO		300 WATTS MAXIMO
230 V, 60 Hz SALIDA DE VOLTAJE EN TAP "G"		33.5 -36.2 V CD
SALIDA DE VOLTAJE EN TAP "G", 145 - 155 A DE CARGA		24 V CD MINIMO
SALIDA EN TAP "F" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
SALIDA EN TAP "E" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
SALIDA EN TAP "D" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
SALIDA EN TAP "C" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
SALIDA EN TAP "B" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
SALIDA EN TAP "A" BAJO CARGA		Al menos 1 V menor *
RPM DE RODILLO DE ALIMENTACION CON EL MARCADOR DE VELOCIDAD DE ALAMBRE A 50 PULGADAS POR MINUTO		7 a 14 rpm
RPM DE RODILLO DE ALIMENTACION CON EL MARCADOR DE VELOCIDAD DE ALAMBRE A 700 PULGADAS POR MINUTO		121 a 135 rpm
* DE LO QUE MARCA EL PUNTO ANTERIOR		

LISTAS DE VERIFICACION DE PM200 EN LINEA DE ENSAMBLE

No	EN ESTACION 1
1	Pintura sin rayadura, ni grumos en chasis y soporte para cilindro
2	Bornes del capacitor con penetrox y el borne negativo marcado con pintura roja
3	Placas del puente de diodos no flojas
4	Roldana de presión en el termostato del puente de diodos y con penetrox
5	Bornes del puente rectificador con: tuerca hexagonal, roldana plana y roldana de presión.
6	Laminación de transformador no suelta ni dispereja
7	separación entre bobina del transformador y laminación del transformador mínima de 0.750"
8	Pie de transformador con pelado de conexión a tierra
9	Zapatas de transformador sin barniz, bien firmes y sin safarse
10	Cable X1 con zapata de 5/16 en su extremo exterior
11	Laminación de estabilizador con pelado de conexión a tierra
12	Pie de estabilizador con pelado de conexión a tierra
13	Separación de bobina reactor y laminación reactor mínimo 0.375"
14	Cables de resistencia colocados firmemente

No	EN ESTACION 2
1	Tapa frontal sin defectos, rayones en la pintura
2	Soldadura por puntos resistente entre tapa frontal y jaladera
3	Etiquetas de tapa frontal alineadas y sin burbujas
4	Tapa posterior sin defectos, rayones, marcas en la pintura
5	Soldadura por puntos resistente entre tapa posterior y soporte de cilindro
6	Etiquetas d tapa posterior alineadas y sin burbujas
7	aspa de motor ventilador debe girar libremente y estar sujeta a la flecha
8	Tuerca pasamuros de cable de alimentación firme y apretada
9	Tornillo de tierra con 2 roldanas planas, roldana estrella y tuerca, colocación de etiquetas de tierra
10	Tablero de conexiones sin roturas, sujetado firmemente y con roldanas estrella en tornillos
11	Penetros entre las conexiones de puente de diodos, capacitores, estabilizador
12	Sellador en la picha de válvula
13	Cable X1 conectado al positivo del rectificador
14	Positivo del capacitor conectado al positivo del rectificador
15	Negativo del capacitor conectado a negativo del rectificador
16	Máquina bien fija a tarima y tope de ruedas delanteras bien clavado
17	Candados omega colocados en ruedas traseras y eje

No	EN ESTACION 3
1	Tapa frontal y tapa posterior fijas firmemente a la base
2	Sellador en la picha de válvula y colocación de filtro para válvula
3	Conexión del switch, las puntas H1 y H3 no se deben tocar entre si
4	Espaguetti en taps: 3, 5, 7 del transformador al selector, dejar 1/4" entre espaguetti
5	Portacarrete debe girar libremente con mariposa floja
6	Bastidor fijado correctamente a las tapas
7	Cables conectados firmemente a la parte inferior de los bornes
8	Compartimento de almacenaje fijado al bastidor y alineado a la tapa posterior
9	soporte pasacables sujetado firmemente al bastidor

No	EN ESTACION 4
1	Conexiones de zapatas y conectores molex del arnés bien firmes y con seguros
2	Potenciómetro bien soldado al arnés
3	toroide del arnés colocado alrededor de los cables 112A y 105b
4	Tuerca superior de bornes al bastidor deben ir flojas
5	Conexión disparador de antorcha: cavidad 1 - cable 324
6	Conexión disparador de antorcha: cavidad 2 - cable 325
7	Sellador en pestaña y cables de tacómetro
8	Abrazadera en la manguera del alimentador
9	sellador en la picha del alimentador
10	Conexiones del contactor al puente rectificador con penetrox
11	Conexión del contactor firmes y zapatas no sueltas
12	O-ríng como separador en el potenciómetro de la tapa frontal
13	Distancia mínima de 1/2" entre cables de alto, bajo voltaje y tapas

No	EN ESTACION 5
1	Sopletear la máquina antes y después de cualquier prueba
2	Corte de la roldana portacables hacia arriba en el soporte pasacables
3	Distancia entre puntas y/o conductores: H1 - H3 y H2-H5 mínimo de 1/2"
4	separación mínima de 1/2" entre secundario, primario y laminación
5	Cincho en los cables: Switch - Tablero
6	Cincho en los cables X9 y X10 a la manguera
7	Cincho en los cables del switch
8	Cincho al inicio-fin del espagueti en el soporte pasacables (2 cinchos)
9	Cincho en los cables capacitor-cables válvula-manguera
10	Perillas con prisionero/tornillo bien fijo y deben girar libremente
11	Conexiones de todas las zapatas y cables firmes y sin zafarse
12	Rodillos del motor del alimentador deben girar libremente y sin ruidos
13	Colocación de etiqueta de pistola alineada y sin burbujas
13	Inspección visual a toda la máquina

No	EN ESTACION 6
1	Etiqueta número de serie alineada y con los datos impresos legibles
2	Etiqueta TESTED BY colocada debajo de etiqueta No. Serie
3	Inspeccionar visualmente la apariencia de pintura de toda la máquina
4	Tarjeta y arnés conectados entre sí (ver que el seguro del conector esté sujeto)
5	Etiqueta de conexión colocada en tapa posterior
6	Tapa tablero de conexiones con roldana plana y remache
7	Cable de tierra sujeto firmemente a borne negativo
8	Tapa fija izquierda sin defectos de pintura y con diagrama eléctrico
9	Caja de herramientas atornillada firmemente
10	Cadena envuelta en bolsa de plástico y encintada
11	Brazo de ajuste del alimentador cerrado y en el nivel 2

No	EN ESTACION 7
1	Pintura de la bisagra sin decoloración y que no roce con las tapas
2	Tornillo de tierra en ensamble de puente móvil-panel superior
3	Puerta móvil-panel superior sin defectos de pintura y con etiqueta de precaución
4	Roldana plana y remache en tapa superior
5	Tapa móvil derecha sin defectos de pintura y con etiqueta logo lateral alineada
6	Perillas en su valor mínimo/apagadas/cero y switch en OFF
7	Accesorios bien sujetos y aislante en los tornillos del soporte cilindro
8	Tapas móviles a escuadra y portacandados alineado
9	Inspeccionar visualmente la apariencia de pintura de toda la máquina
10	Caja de cartón no maltratada, con etiquetas colocadas y "DATA CODE"

DESARROLLO DEL PROCESO EN LÍNEA DE ENSAMBLE (INCLUYE SUBENSAMBLE)

Una vez descrita las funciones de los equipos, herramientas, e instrumentos, considerados como los recursos materiales, así como de describir los procesos previos (Herrería, Pintura, etc) que afectan de forma directa la fabricación de la máquina, y de considerar los elementos que permiten llevar el control del proceso en las líneas de ensamble, analizaremos en esta sección, los procesos que se lleva a cabo en cada una de las células de trabajo (llamadas mesas de subensamble).

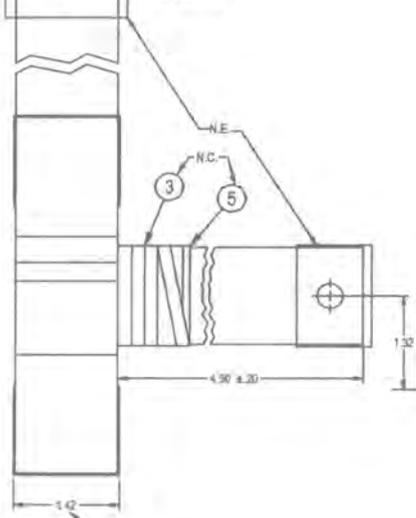
Como se consideró anteriormente, una de las especificaciones técnicas que permiten conocer el trabajo a realizar por los operadores, son los planos (dibujos), también se tienen instrucciones de trabajo conocidas como hojas de proceso (o instrucciones de trabajo). Si bien las hojas de proceso son más detalladas en cuanto a la descripción de las operaciones que realiza el trabajador, y que además describe los códigos de los materiales directos usados, incluyendo los materiales indirectos (cintas de aislar, adhesivo, desarmador, etc); son los planos de cada una de las mesas de trabajo (o línea de subensamble), o de la línea de ensamble final, los que señalan de forma gráfica y escrita las instrucciones de operación precisas y concretas, que además tienen una trazabilidad con las especificaciones técnicas señaladas de quien controla el diseño, que para el caso de la PM200 es la casa matriz en E.U.

A continuación presentamos en dibujos técnicos o planos (que incluyen instrucciones de proceso) las características que definen el trabajo realizado en cada una de las estaciones de trabajo. Se puede apreciar como el título del plano, el trabajo final esperado. Los planos tienen una secuencia lógica de producción que sigue el ensamble de la máquina PM200.

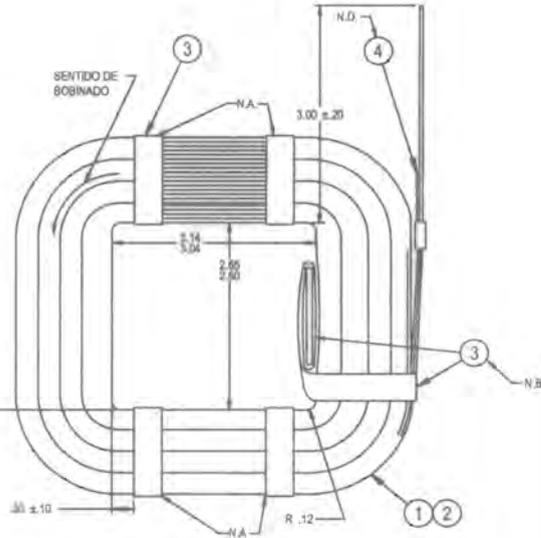
Las Notas técnicas presentadas en los planos (como por ejemplo N.E., N.C.) se refieren a los "focos críticos" que tanto Ingenieros de Calidad, así como los Ingenieros de Manufactura mantienen en Inspección y supervisión para asegurar su cumplimiento directo con las especificaciones técnicas de diseño.

Ø 343
(7 BARRENOS)

685 ± 0.03 TYP.
44 ± 0.03 TYP.

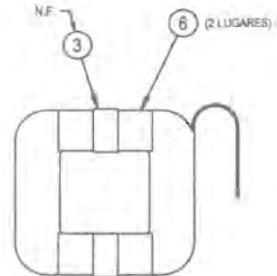


LA BOBINA DEBE TENER 15 VUELTAS EN TOTAL



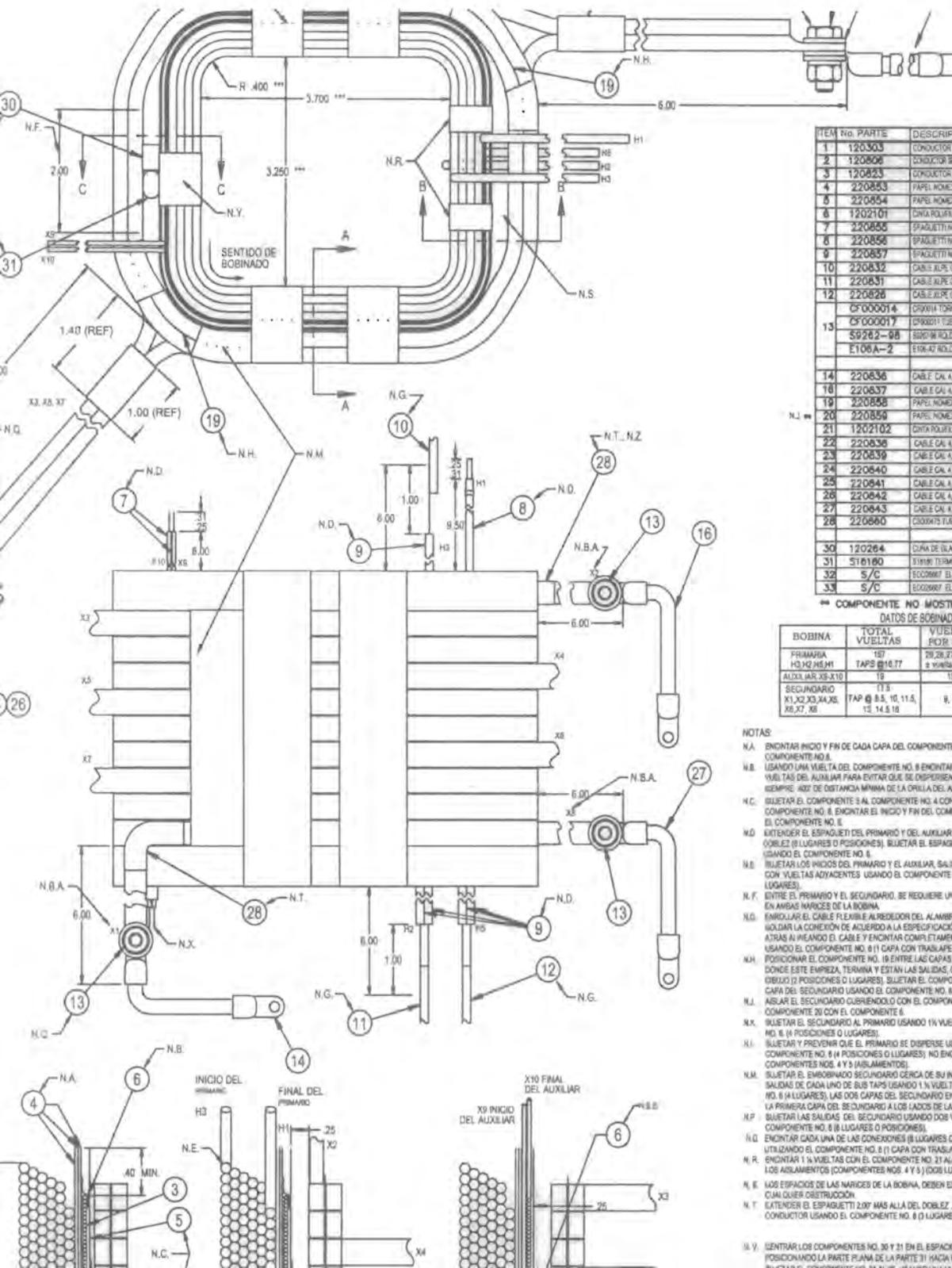
ITEM	No. PARTE	DESCRIPCION	CANT.
1	120319	E1338-1 FIE.FE AL 1350 H14 0.062 X 1.370	1.247 kg
2	1202106	ROLLO DE PAPEL NOMEX .003x1.510	0.015 kg
3	1202102	CINTA POLI/FILM/GLASS#46X3/8X60YDS	2.28 m
4	220861	C1000614 AISL. E2070-.010-1.5-3.75 PM200	1 PZ.
5	220862	C1000453 AISL. E2070-.010-2-6.3 PM200	1 PZ.
6	220863	C1001486 AISL. E2070-.010-3.05-5.5 PM200	2 PZ.

- N.A. ENCINTAR LA BOBINA EN CUATRO LUGARES DEJANDO UN TRASLAPE POR DENTRO DE 1/2".
- N.B. SUJETAR LA PUNTA DEL INICIO DE LA BOBINA ENVOLVIENDO 1.5 VUELTAS DE CINTA ALREDEDOR DE LA MISMA, DESPUES CONTINUAR ENCINTANDO 2 VUELTAS ALREDEDOR DE LA BOBINA COMO SE MUESTRA.
- N.C. DOBLAR ITEM 5 POR LA MITAD Y DESLIZAR SOBRE LA PUNTA DE INICIO. ENCINTAR ITEM 5 A LA PUNTA DE INICIO CON 3 VUELTAS DE CINTA (ITEM 3) COMO SE MUESTRA.
- N.D. AISLAR LA PUNTA FINAL CON ITEM 4 EN ESTA POSICION. ENCINTAR ITEM 4 A LA PUNTA FINAL COMO SE MUESTRA.
- N.E. NO ESTAMAR LAS TERMINALES. SE LES APLICARA PENETROX AL CONECTAR EN LA LINEA DE ENSEMBLE.
- N.F. APLICAR UNA VUELTA DE CINTA PARA SUJETAR EL AISLAMIENTO A LA BOBINA. EL TRASLAPE DEL AISLAMIENTO DEBE QUEDAR HACIA AFUERA.



DETALLE COLOCACION DE AISLAMIENTOS

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN: J --- ± .001 ANGULO ± 10° JJ --- ± .002 OTRAS FILAS A 1/2" JXX --- ± .001 SUP. MODO 1/2" FRACC. ± .001	REF. LECO M19244-1	Y MODIFICACION ZM5024A XA XB XC-RW	Hoja Construida Fecha: HC-02E AGO-04-00 HC-05F AGO-22-00 HC-653 JUN-17-01 REV 4 MAR-15-02 REV 5 MAR-22-02	DIB: JFF REV: MA APRO: RC	ACOT: PULG. ESC: S/E FECHA: MAY-25-00	TIT: BOBINA ESTABILIZADOR 208/230V 60HZ PM200 MATERIAL: VER TABLA CODIGO:	CANT: USO: PM200 PLANTA: MAQUINAS	COD: 220851
	FECHA: 9-16-99							
	REV: J.B./							
	DIB: JFF							



ITEM	No. PARTE	DESCRIPCIÓN
1	120303	CONDUCTOR
2	120806	CONDUCTOR
3	120823	CONDUCTOR
4	220853	PAPIL NOMEX
5	220854	PAPIL NOMEX
6	1202101	CAÑA ROULETTE
7	220850	ESPAQUETTI
8	220856	ESPAQUETTI
9	220857	ESPAQUETTI
10	220832	CABLE CAL. 4
11	220831	CABLE CAL. 2
12	220828	CABLE CAL. 2
13	CF 000014	CRIMPI TORN
	CF 000017	CRIMPI TORN
	59282-98	59282-98
	E106A-2	E106A-2
14	220836	CABLE CAL. 4
16	220837	CABLE CAL. 4
18	220858	PAPIL NOMEX
19	220859	PAPIL NOMEX
20	220850	PAPIL NOMEX
21	1202102	CAÑA ROULETTE
22	220838	CABLE CAL. 4
23	220839	CABLE CAL. 4
24	220840	CABLE CAL. 4
25	220841	CABLE CAL. 4
26	220842	CABLE CAL. 4
27	220843	CABLE CAL. 4
28	220860	CONEXIÓN
30	120264	CAÑA DE BLAN
31	516180	316180
32	S/C	516180
33	S/C	516180

COMPONENTE NO MOSTRADO

DATOS DE BOBINADO

BOBINA	TOTAL VUELTAS	VUELTAS POR C.
PRIMARIA	187	29,28,27
H3 H2 H5 H1	TAPS @ 15,17	+ 10/10
SECUNDARIO	173	17,3
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8	TAP @ 8,5, 11,5, 13, 14,5, 16	8, 11, 13, 14,5, 16

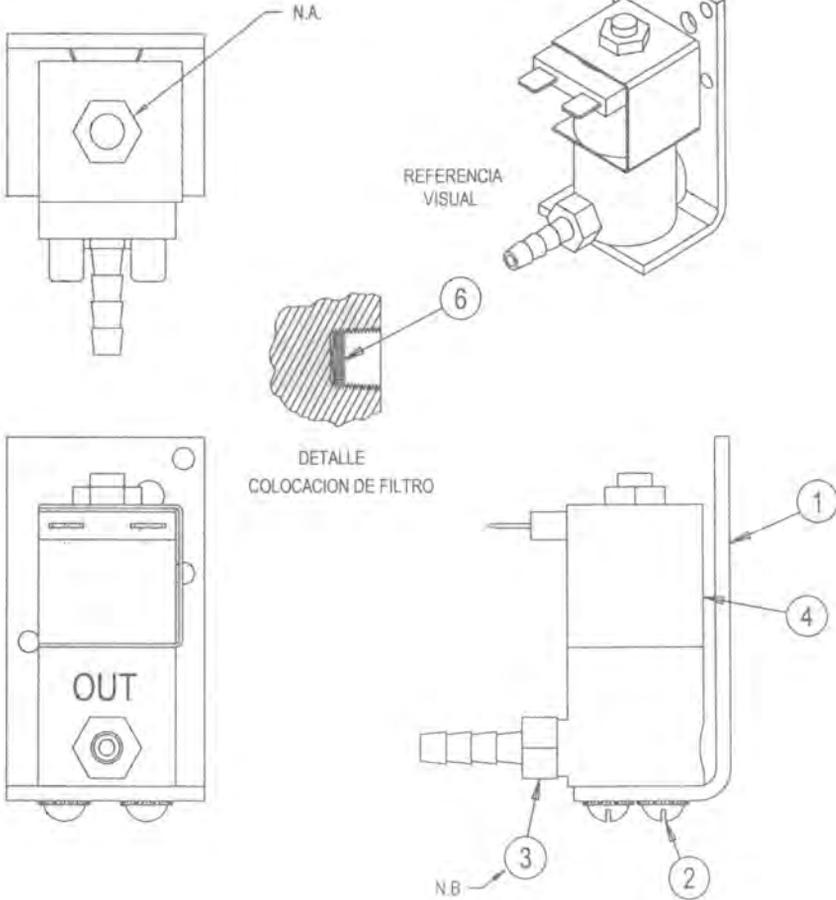
- NOTAS**
- N.A. ENCONTAR INICIO Y FIN DE CADA CAPA DEL COMPONENTE NO. 8.
 - N.B. USANDO UNA VUELTA DEL COMPONENTE NO. 8 ENCONTAR LAS VUELTAS DEL ALAMBIL PARA EVITAR QUE SE DISPERSIONEN SIEMPRE 400 DE DISTANCIA MINIMA DE LA OBLADA.
 - N.C. SUIJETAR EL COMPONENTE NO. 4 CON EL COMPONENTE NO. 8 ENCONTAR EL INICIO Y FIN DEL COMPONENTE NO. 8.
 - N.D. ENTENDER EL ESPAGUETTI DEL PRIMARIO Y DEL AUXILIAR (OBLAZ) (8 LUGARES O POSICIONES). SUIJETAR EL ESPAGUETTI USANDO EL COMPONENTE NO. 8.
 - N.E. SUIJETAR LOS INICIOS DEL PRIMARIO Y EL AUXILIAR SIN CON VUELTAS ADYACENTES USANDO EL COMPONENTE NO. 8 (LUGARES).
 - N.F. ENTRE EL PRIMARIO Y EL SECUNDARIO, SE REQUIERE UN EN AMBAS NAPICES DE LA BOBINA.
 - N.G. ENROLAR EL CABLE FLEXIBLE AL REDOR DEL ALAMBIL AJUSTAR LA CONEXIÓN DE ALZADO DE LA OBLADA.
 - N.H. POSICIONAR EL COMPONENTE NO. 19 ENTRE LAS CAPAS DONDE ESTE EMPREZA, TERMINA Y ESTAN LAS SALIDAS O OBLAZ (2 POSICIONES O LUGARES). SUIJETAR EL COMPONENTE NO. 8 (LUGARES O POSICIONES).
 - N.I. AISLAR EL SECUNDARIO CUBRIENDOLO CON EL COMPONENTE NO. 20 CON EL COMPONENTE NO. 8 (LUGARES O POSICIONES).
 - N.J. SUIJETAR EL SECUNDARIO AL PRIMARIO USANDO 1/2 VUELTAS NO. 6 (4 POSICIONES O LUGARES).
 - N.K. SUIJETAR Y PREVENIR QUE EL PRIMARIO SE DISPERSIE USANDO EL COMPONENTE NO. 4 (4 POSICIONES O LUGARES) NO EN LOS COMPONENTES NOS. 4 Y 5 (AISLANTES).
 - N.L. SUIJETAR EL ENBOBINADO SECUNDARIO CERCA DE SU INICIO SALIDAS DE CADA UNO DE SUS TAPS USANDO 1/2 VUELTA NO. 6 (4 LUGARES). LAS DOS CAPAS DEL SECUNDARIO EN LA PRIMERA CAPA DEL SECUNDARIO A LOS JADOS DE LA OBLADA (2 POSICIONES O LUGARES). SUIJETAR EL COMPONENTE NO. 8 (LUGARES O POSICIONES).
 - N.M. ENCONTAR CADA UNA DE LAS CONEXIONES (8 LUGARES O POSICIONES) UTILIZANDO EL COMPONENTE NO. 8 (1 CAPA CON TRABAJO).
 - N.N. ENCONTAR 1/2 VUELTAS CON EL COMPONENTE NO. 21 AJUSTAR LOS AISLANTES (COMPONENTES NOS. 4 Y 5) (DOS LUGARES).
 - N.O. LOS ESPACIOS DE LAS NAPICES DE LA BOBINA, DEBEN ESTAR SIN CUER OBLACION.
 - N.P. ENTENDER EL ESPAGUETTI 2,00" MAS ALLA DEL OBLAZ, CONDUCTOR USANDO EL COMPONENTE NO. 8 (1 LUGAR).
 - N.Q. ENCONTAR LOS COMPONENTES NO. 30 Y 31 EN EL ESPACIO POSICIONANDO LA PARTE PLANA DE LA PARTE 31 HACIA...

NOTAS:

N.A. SI LA VALVULA ESTÁ EQUIPADA CON HORQUILLA Y TUERCA, POSICIONAR A 90° EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ VISTA POR ARRIBA, COMO SE MUESTRA, Y APRETAR LA TUERCA CON TORQUE DE 20-30 LBS. X PULG.

N.B. APLICAR SELLADOR PARA JUNTAS EN LAS CUERDAS DE AJUSTE ANTES DE INSTALAR.

NUM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
1	228042	SOPORTE VALVULA SOLENOIDE PINTADO	1
2	152802	T10082-27 TORNILLO	2
3	120518	T14557-8 PICHA MACHO 1/8-27 NPT	1
	SIC	E2442 LOCTITE PARA JUNTAS EN TUBERIA	0.4 CC
4	151903MEX	M17526-4 VALVULA SOLENOIDE	1



A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN:

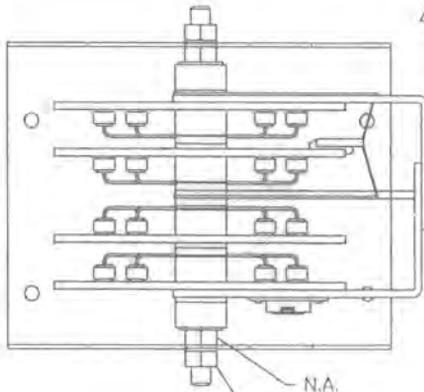
.X — ± .020"
.XX — ± .010"

.XXX ± .005"
FRACC. ± 1/64"

ANGULOS
QUITAR FILDOS A 0.10R*

SUPERFICIE MAQS 125 ✓

REF. LECO.	INFORMACION	Fig. Camb. No.	TIT: ENSAMBLE VALVULA SOLENOIDE		
M17294-6	XM5567-A	3-12-99	MATERIAL: VER TABLA		
DIB: C.S./	XA		DIB: JFF	ACOT: PULG.	CANT:
REV. P.F./	Fig. Camb. No.	FECHA	REV: JFF	ESC: S/E	
FECHA: 10-22-98	HC-542	MAR-02-01	APRO: SC	FECHA: JUN-03-00	
			USO: PM200 PLANTA: MAQUINAS		COD: 228046



NUM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
1	228026	SOPORTE DE RECTIFICADOR PINTADO	1
2	L114411-2	PUNTE RECTIFICADOR	1
3	151909	T13359-24 TERMOSTATO	1
	152909	E106A-13 ROLDANA DE PRESION #6 (ESTRELLA)	2
	152812	S8025-80 TORNILLO AUTORROSCANTE	2
	S/C	E1866 PENETROX	0.002 OZ

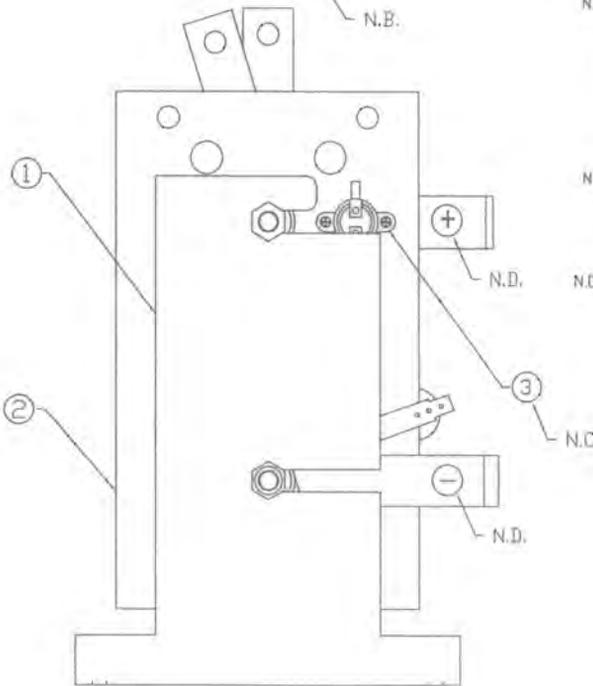
NOTAS:

N.A. EL TORQUE EN LAS TUERCAS QUE MANTIENEN JUNTAS LAS PLACAS DE DIODOS LO APLICA EL FABRICANTE. LEM NO DEBE AFLOJAR ESAS TUERCAS.

N.B. EL PUNTE RECTIFICADOR TIENE TRES BORNES DE MONTAJE. CADA BORNE LLEVA DOS TUERCAS HEXAGONALES, UNA ROLDANA PLANA Y UNA ROLDANA DE PRESION. LAS FIJACION SE REALIZA CON ROLDANA PLANA, ROLDANA ESTRELLA Y TUERCA (EN ESTE ORDEN) SOBRE EL SOPORTE.

N.C. APLICAR UNA DELGADA CAPA DE PENETROX A LA SUPERFICIE DE CONTACTO DEL TERMOSTATO. ORIENTAR LAS TERMINALES EN POSICION VERTICAL COMO SE MUESTRA.

N.D. LAS ETIQUETAS VIENEN INCLUIDAS EN EL DISPOSITIVO



A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN:

.X — ± .020"
.XX — ± .010"

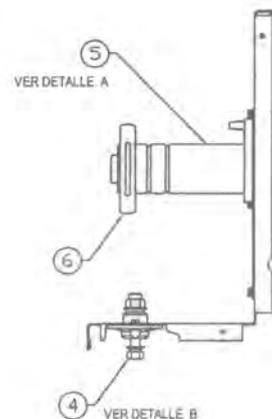
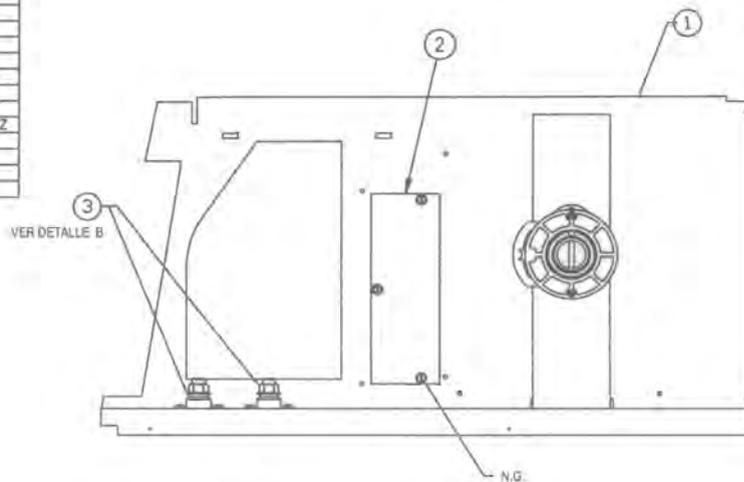
.XXX ± .005"
FRACC. ± 1/64"

ANGULOS 1/2
QUITAR FILOS A 0.10R"

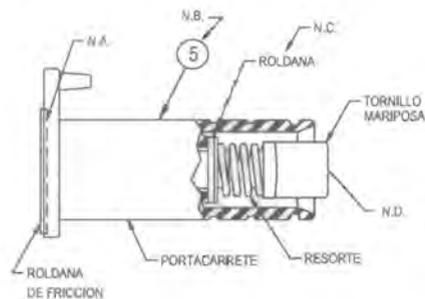
SUPERFICIE MAQS 125 ✓

Cam.No.	Fecha.	Cam.No.	Fecha.			TITULO: ENSAMBLE PUNTE RECTIFICADOR	
HC-013	JUL-31-00					MATERIAL: VER TABLA	
HC-013	JUL-31-00			DIB: JFF	ACOT: PULG.	CODIGO:	
Δ 034-02	JUL-22-02			REV: SCG	ESC: S/E	USO: PM200 PLANTAMAQUINAS	COD: 228044
				APRO: JLA	FECHA: JUN-03-00		

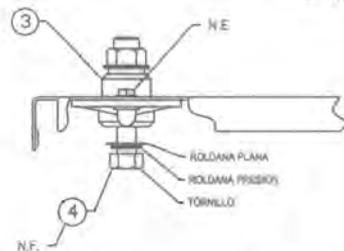
NUM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
1	228031	BASTIDOR PINTADO	1
	220120	S24393 PUERTA PM200 PINTADA	1
2	152807MEX	S8025-91 PUA #10-0.50 HEX	3
	151910MEX	M1390-4 TERMINAL DE BORNE	2
3	152807MEX	S8025-91 PUA #10-0.50 HEX	4
	122918	CF000034 TORNILLO 3/8-16x.75 HEX-GR2	2
4	152904	S9267-76 ROLDANA PLANA 3/8	2
	122823	E106A-16 ROLDANA DE PRESION 3/8	2
	151907MEX	L10560-1 PORTACARRETE	1
	S17435	FRICION WASHER	1
	1709413	E2287 LOCTITE 485-02 20 Gr	0.002 OZ
5	152900MEX	T12965-2 ROLDANA DE SEGURO	1
	T11862-14	RESORTE DE COMPRESION	1
	152803MEX	T14511-B TORNILLO MARIPOSA	1
6	150929MEX	S23911 RETEN DE CARRETE DE ALAMBRE	1



DETALLE A



DETALLE B



NOTAS:

- N.A. APLICAR TRES GOTAS DE PEGAMENTO ESPACIADAS EN LA SUPERFICIE MATE DEL PORTACARRETE ANTES DE COLOCAR LA ROLDANA DE FRICION.
- N.B. EL PORTACARRETE DEBE GIRAR LIBREMENTE SOBRE SU FLECHA. DESPUES DE INSTALAR EL TORNILLO DE MARIPOSA.
- N.C. LA REBABA DE LA ROLDANA VA HACIA EL RESORTE.
- N.D. DAR UNA VUELTA COMPLETA, COMPRIMIENDO EL RESORTE, AL TORNILLO DE MARIPOSA.
- N.E. APRETAR TORNILLOS A 17 LBS X PULG.
- N.F. DEJAR FLOJOS ESTOS TORNILLOS PARA POSTERIOR CONEXION DE TERMINALES.
- N.G. APRETAR TORNILLOS A 28 LBS X PULG.

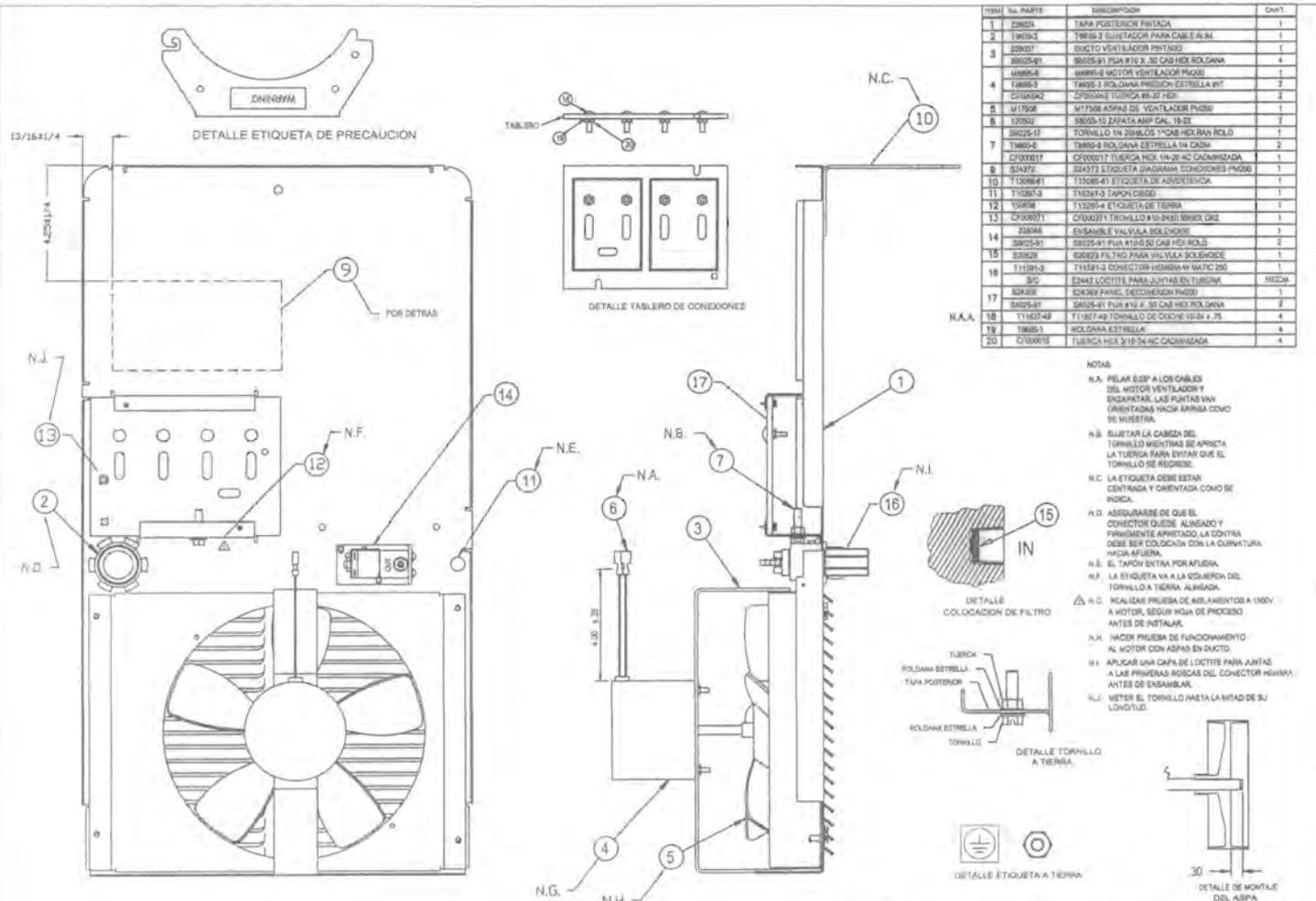
A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA (ASí COMO EN LOS DIBUJOS DE MANUFACTURA SERIA):

X
JA — ± .030 ANGLAS ± 10°
JOS ± .020 QUINER PLUS A 8 GP
FENC ± .005 3R MADE 10

REF. LECO	2º INFORMACION	Comb.No.	Fecha.
G 3753	3M 9200-11		REVISION 1 JUN-12-00
DIB: C.S./	XE-RW		REVISION 2 JUL-05-00
REV: P.F./	XF-UP	HC-843	JUN-05-01
FECHA: 7-7-89	XG-RW		

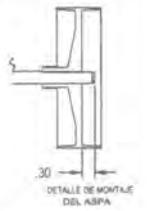
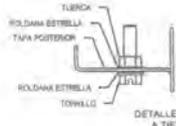
DIB: MAJ	ACOT: PULG.
REV: RC	ESC: S/E
APRO: SC	FECHA: 03-JUN-00

TIT: ENSAMBLE BASTIDOR		CANT:
MATERIAL: VER TABLA		
USO: PM200	PLANTA: MAQUINAS	228049



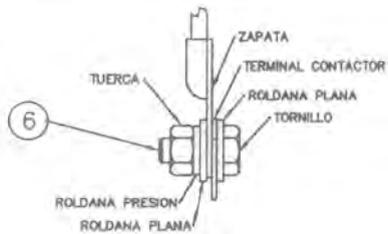
ITEM	Nº PARTE	DESCRIPCION	CANT.
1	22825	TAPA POSTERIOR PINTADA	1
2	190543	19853-3 SUJETADOR PARA CABLE ALUM.	1
3	28037	DUCTO VENTILADOR PINTADO	1
4	38025-01	38025-01 PUNA #10 X .30 CAB HEX ROL-DANA	4
5	48895-0	48895-0 MOTOR VENTILADOR PUNZO	1
6	14885-3	14885-3 BOLDANA PUNZO ESTRELLA WIT	2
7	0210042	0210042 TUERCA #8-32 HD	2
8	U17926	U17926 ASPIAS DE VENTILADOR PUNZO	1
9	120007	38025-10 ZAFATA AMP CAL. 10-02	7
10	38025-17	TORNILLO 1/4 288BLOS 1" CAB HEX-RAN ROLD	1
11	19860-2	19860-2 BOLDANA ESTRELLA 1/4 CAB	2
12	C200021	C200021 TUERCA HEX 1/4-20 AC CACAMIZADA	4
13	324372	324372 ETIQUETA DIAGRAMA CONEXIONES PUNZO	1
14	1100841	1100841 ETIQUETA DE ADVERTENCIA	1
15	110367-3	110367-3 TAPON CIEGO	1
16	104826	112291-4 ETIQUETA DE TIERRA	1
17	0200071	0200071 TORNILLO #10-32X1.50 HEX DRZ	1
18	22826	22826 ENSAMBLAJE VALVULA SOLENOIDE	1
19	38025-01	38025-01 PUNA #10X.30 CAB HEX ROLD	2
20	324372	324372 FILTRO PARA VALVULA SOLENOIDE	1
1	111591-3	111591-3 CONECTOR HEMBRA W MATC 250	1
2	82429	82429 CONECTOR PARA JUNTAS EN TUBERIA	1/200M
3	82429	82429 PANEL DECONEXION PUNZO	1
4	38025-01	38025-01 PUNA #10 X .30 CAB HEX ROLD	2
5	1118748	1118748 TORNILLO DE CRACHE 1/8" X .75	4
6	19860-2	19860-2 BOLDANA ESTRELLA	4
7	0200071	0200071 TUERCA HEX 3/16-24-NC CACAMIZADA	4

- NOTAS:
- N.A. PELAR 0.2P A LOS CABLES DEL MOTOR VENTILADOR Y ENCAJATAR LAS PUNTAS VAN ORIENTADAS HACIA ARRIBA COMO SE MUESTRA.
 - N.B. AJUSTAR LA CABESA DEL TORNILLO MIENTRAS SE APRIETA LA TUERCA PARA EVITAR QUE EL TORNILLO SE REGRES.
 - N.C. LA ETIQUETA DEBE ESTAR CONTRADA Y ORIENTADA COMO SE MUESTRA.
 - N.D. ASEGURARSE DE QUE EL CONECTOR QUEDA ALINEADO Y FIRMEMENTE APRIETADO. LA CONTRA DEBE SER COLOCADA CON LA CURVATURA HACIA AFUERA.
 - N.E. EL TAPON DEBE IR POR FUERA.
 - N.F. LA RIQUETA VA A LA IZQUIERDA DEL TORNILLO A TIERRA ALINEADA.
 - N.G. REALIZAR PRUEBA DE ABRAZAMIENTOS A 100V A MOTOR, SEGUN HOJA DE PROCESO ANTES DE INSTALAR.
 - N.H. HACER PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO AL MOTOR CON ASPIAS EN DUCTO.
 - N.I. APLICAR UNA CAPA DE L.0CTITE PARA JUNTAS A LAS PRIMERAS RODAS DEL CONECTOR HEMBRA ANTES DE ENSAMBLAR.
 - N.L. METER EL TORNILLO HASTA LA UNIDAD DE SU L.0CTITE.



APROBACIONES Y REVISIONES				REF. LECO	ESTADO	FECHA	DET. ENSAMBLAJE TAPA POSTERIOR
1	1	1	1	L10552	01	01/01/01	VER TABLA
2	2	2	2				
3	3	3	3				
4	4	4	4				
5	5	5	5				
6	6	6	6				
7	7	7	7				
8	8	8	8				
9	9	9	9				
10	10	10	10				
11	11	11	11				
12	12	12	12				
13	13	13	13				
14	14	14	14				
15	15	15	15				
16	16	16	16				
17	17	17	17				
18	18	18	18				
19	19	19	19				
20	20	20	20				

0000
PLANTER MAQUINAS
228048



DETALLE A

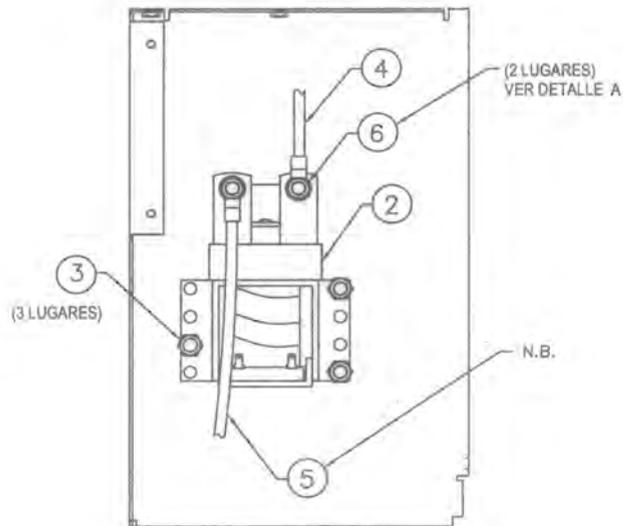
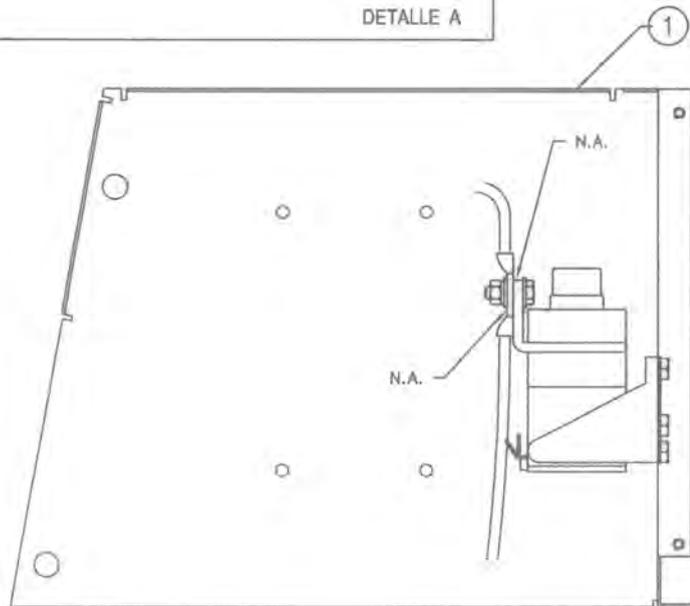
NOTAS:

N.A. LIMPIAR LAS TERMINALES DE COBRE DEL CONTACTOR CON XLOL ANTES REALIZAR CONEXIONES.

N.B. CONECTAR AL CONTACTOR EL EXTREMO CON LA ZAPATA DE Ø1/4.

N.C. APLICAR UNA DELGADA PELICULA DE PENETROX EN AMBAS CARAS DE LAS TERMINALES DE COBRE DEL CONTACTOR. (EVITAR QUE PENETRE EN LOS BARRENOS).

HUM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
1	228030	COMPARTIMIENTO DE PC PINTADO	1
2	151904	CONTACTOR 200A 12V	1
	CF000012	CF000012 1/4-20X50H-HCS-FULL-GR2-1427	3
3	E106A-2	E106A-2 ROLDANA DE PRES. 1/4 CADM	3
	CF000017	CF000017 TUERCA HEX. 1/4 NC CADM	3
4	220847	CABLE CAL.4 LONG.12	1
5	220848	CABLE CAL.4 LONG.18.5	1
	CF000014	TORNILLO FE.1/4X3/4NC CADMIN	2
	S9262-98	S9262-98 ROLDANA PLANA SAE 1/4 CADM	4
6	E106A-2	E106A-2 ROLDANA DE PRES. 1/4 CADM	2
	CF000017	CF000017 TUERCA HEX. 1/4 NC CADM	2
	E1868	PENETROX	0.003 OZ



A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN:

.X — ± .020" ANGULOS ± 12°
 .XX — ± .010" QUITAR FILEAS A C.10R°
 .XXX ± .005" SUP. MAQS 125
 FRACC. ± 1/64"

Rev.	Fecha	Cont.	Fe
REV. 1	JUN-12-00		
REV. 2	JUL-05-03		
HC-232	OCT-27-90		
000505	NOV-27-01		

DIE: JFF ACOT: PULG.
 REV: RC ESC: 3/E
 APROB: RFM FECHA: JUN-03-00

TITULO: ENSAMBLE COMPARTIMIENTO PC

MATERIAL: VER CUADRO

CODIGO:

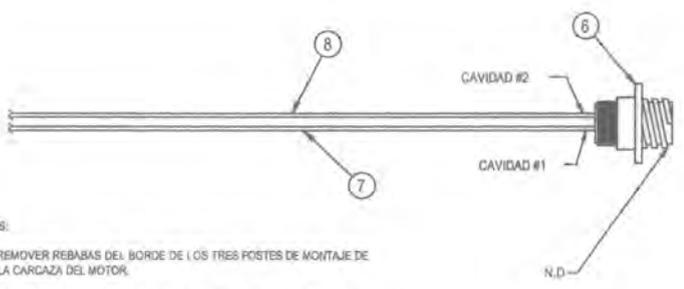
CANT:



USO PM200
 PLANTA: MAQUINAS

COO:

228051

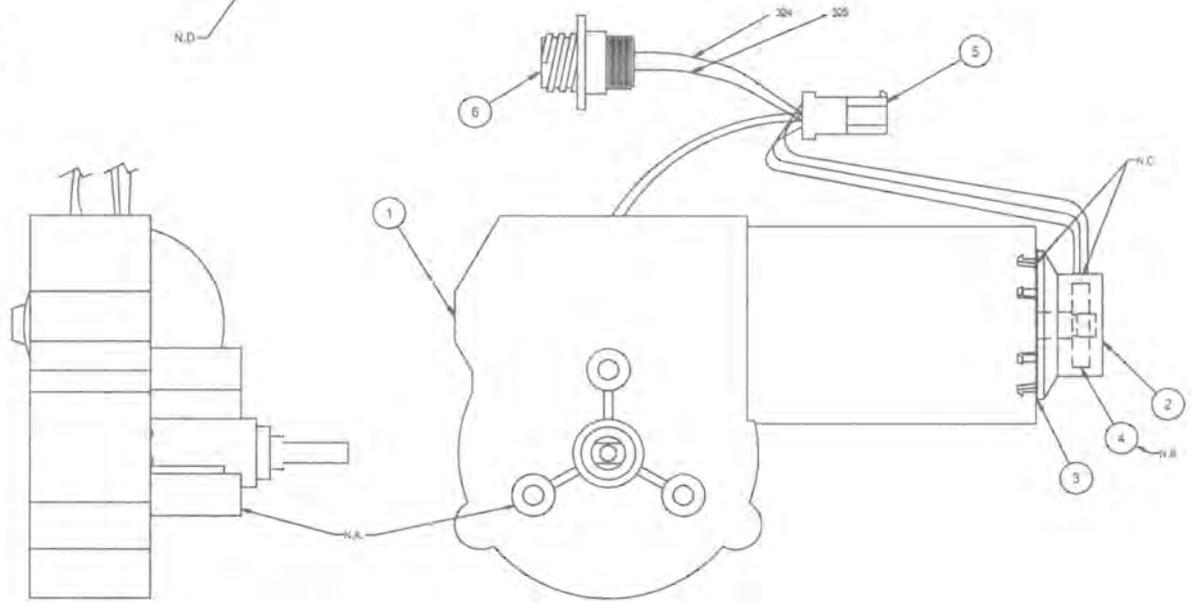


ITEM E CAVIDAD	ITEM	CABLE
1		324
2		325
3	2	ROJO
4	2	AZUL
5	2	NEGRO
6		
7	1	NEGRO
8	1	BLANCO

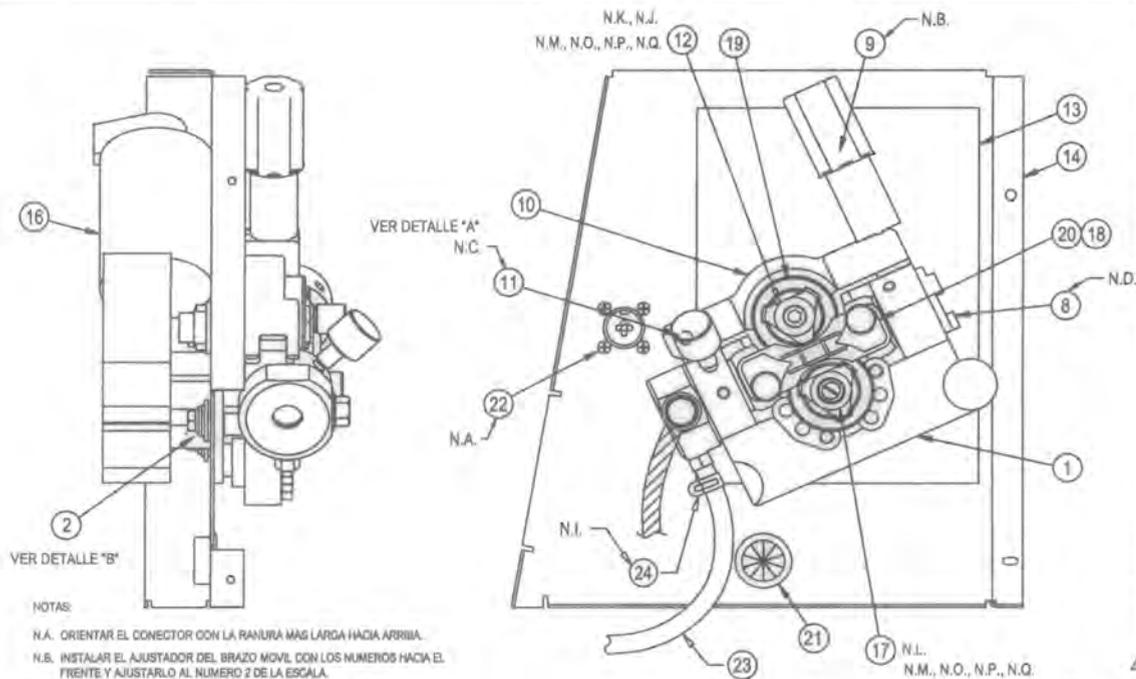
NUM	COOIGO	DESCRIPCION	CANT
1	50142	M15813-1 MOTOR ALIMENTADOR PM200	1
	S8053-122	S8053-122 MOLEX PIN 39-00-0040	2
2	M17669	M17669 TACOMETRO	1
3	1709411	E2681 LOCTITE 595-45 300 ml	0.07 oz
	S18011-1	S18011-1 ANILLO MAGNETICO	1
4	1709412	E1777-8 LOCTITE 880-31 50 ml	0.05 cc
	150518	S24018-8 CONECTOR MOLEX 8-PIN	1
5	150520	S24019-8 SEGURO PICONECTOR 8-CAV.	1
6	S18657	S18657 CONECTOR AMP 4 CAV. REDONDO	1
7	220801	CABLE CAL 16 (324) LONG 8" PM200	1
8	220802	CABLE CAL 18 (325) LONG 8" PM200	1

NOTAS:

- N.A. REMOVER REBBAS DEL BORDE DE LOS TRES POSTES DE MONTAJE DE LA CARCAZA DEL MOTOR.
- N.B. APLICAR 2 GOTAS DE ADHESIVO AL DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO MAGNETICO Y ENSAMBLAR.
- N.C. APLICAR SELLADOR A TODO AL REDEDOR DE LA PESTAÑA DE LA CUBIERTA DEL TACOMETRO, Y TAMBIEN AL REDEDOR DE LOS 3 CABLES.
- N.D. LA ROSCA MAS GRANDE DEL CONECTOR VA DE ESTE LADO COMO SE MUESTRA.



A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN:		REF. LECO	Y	CAMBIO No.	FECHA	TIT. SUBENSAMBLE MOTOR DE ALIMENTADOR DE ALAMBRE	
X	± 0.01	M19563	XMSB-A	REV 1	MAR-15-02	MATERIAL: VER TABLA	
XX	± 0.02	DIR: C.S.J	JA			CODIGO: _____ CANT: _____	
XXX	± 0.05	REV: P.F.J	XB-RV			USO: PM200	
FRACC.	± 0.15	FECHA: 12-8-89				PLANTA: MAQUINAS	
						COD: 228045-A	



NOTAS:

- N.A. ORIENTAR EL CONECTOR CON LA RANURA MAS LARGA HACIA ARRIBA.
- N.B. INSTALAR EL AJUSTADOR DEL BRAZO MOVIL CON LOS NUMEROS HACIA EL FRENTE Y AJUSTARLO AL NUMERO 2 DE LA ESCALA.

N.C. INSERTAR EL PASADOR DE MODO QUE QUEDE AL RAS DE LA SUPERFICIE POSTERIOR DEL BRAZO MOVIL. IMPREGNAR EL PASADOR APROXIMADAMENTE 1/4 CON EL ITEM 25 POR EL EXTREMO QUE ENTRA PRIMERO.

N.D. ORIENTAR EL SOPORTE GUIA DE MANERA QUE EL PRISIONERO ASIENDE COMPLETAMENTE SOBRE UNA SUPERFICIE EXTERIOR SOLIDA.

N.O. APRETAR CON TORQUE DE 36 LBS X PULG

N.H. LAS RANURAS DEL PASADOR DEBEN QUEDAR DE ESTE LADO.

N.I. DESLIZAR LA MANGUERA SOBRE LA PICHA HASTA EL TOPE. LA ABRAZADERA DEBE QUEDAR SITUADA A 1/4" DEL FINAL DE LA MANGUERA.

N.J. ROLDANA PLANA S9262-159 SE COLOCARA ENTRE EL BRAZO MOVIL Y EL ENGRANE INDUCIDO.

N.K. APRETAR TORNILLO ALLEN CON TORQUE 36-39 lb-pulg.

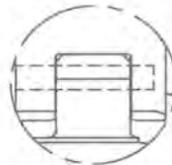
N.L. APLICAR UNA PEQUEÑA GOTA DE LOCTITE 222MS A LAS 2 O 3 PRIMERAS CUERDAS DEL TORNILLO CF000047 Y APRETAR A 16-21 lb-pulg. DE TORQUE

N.M. LIMPIAR CON ALCOHOL ISOPROPILICO LA SUPERFICIES DE CONTACTO DEL ENGRANE ENGRANE CON EL INSERTO.

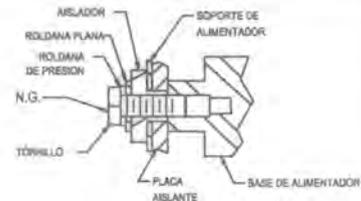
N.O. COLOCAR EL INSERTO EN EL SEGURO ANTES DE INTRODUCIRLO EN EL ENGRANE CUIDAR LA ALINEACION DE LAS DEJAS DE SUJECION

N.P. APLICAR TRES PEQUEÑAS GOTAS DE DE LOCTITE 401 AL DIAMETRO INTERIOR DEL ENGRANE. NO APLICAR EN EXESO, MENOR CANTIDAD FUNCIONA MEJOR.

N.Q. EL HEXAGONO DEL INSERTO DEBE ESTAR ALINEADO CON LA FORMA DEL ENGRANE, PARA PODER POSICIONAR EL SEGURO.



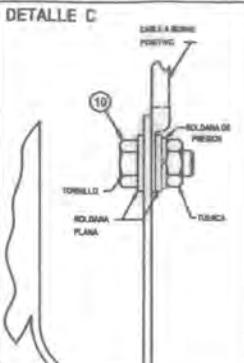
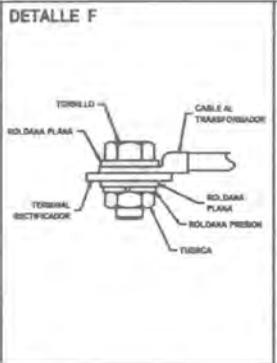
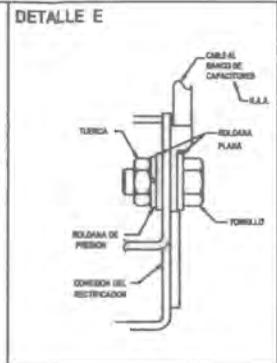
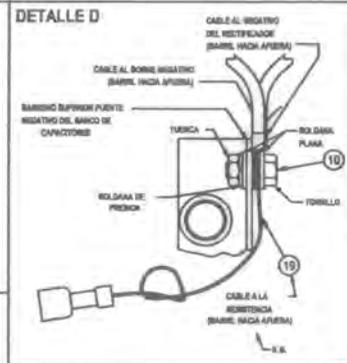
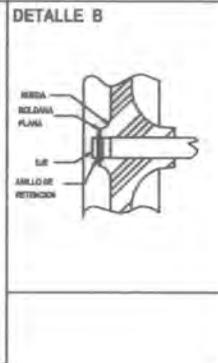
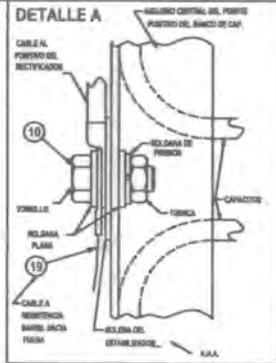
DETALLE "A"



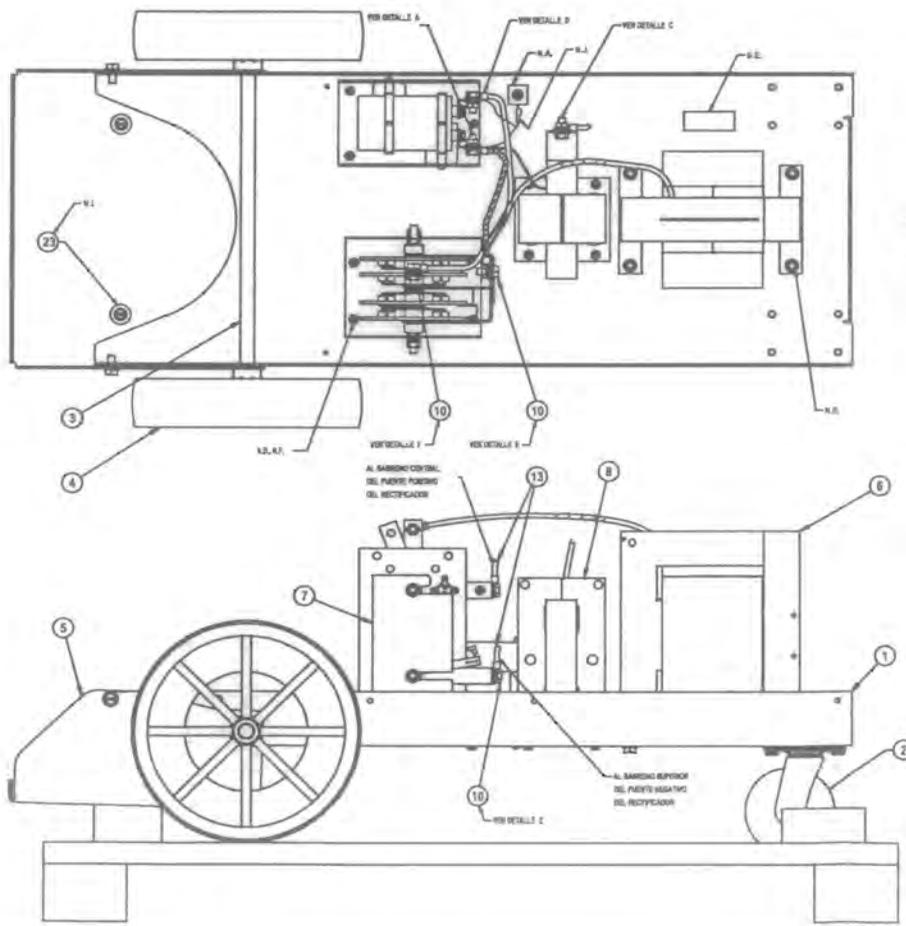
DETALLE "B"

ITEM	No.PARTE	DESCRIPCION	CANT
1	S/C	ENSAMBLE BASE DE ALIMENTADOR	1
	CF000015	CF000015 TORNILLO 1/4-20x1.00HEX GR2	3
	E106A-2	E106A-2 ROLDANA DE PRESION 1/4 CADM.	3
2	S9262-98	S9262-98 ROLDANA PLANA SAE 1/4 CADM.	3
	9E11267-A	T11267-A BIJE AISLANTE	3
3	9EM18945	M18945 SOPORTE GUIA PARA ALAMBRE	1
	S11604-21	S11604-21 PRISIONERO 1/4-20 x 0.38	1
	M19179	M19179 PERILLA DE AJUSTE	1
4	T8967-10	T8967-10 PASADOR DE PRESION P.-BRAZO	1
10	9EL10546-1	L10546-1 BRAZO DE ALIMENTADOR	1
11	122896	T1392-13 PIN 1/4" PARA ALIMENTADOR	1
	9EM18158-4	M18158-4 ENGRANE INDUCIDO PM200	1
12	1230103	S25307 INSERTO ALIMENTADOR PM200	1
	9ES25308	S25308 SEGURO INSERTO ALIM PM200	1
	123163	LOCTITE 401	INDIRECTO
	S9262-159	S9262-159 ROLD PLANA 5/16 x .553 x .055	1
	T8447-20	T8447-20 TORNILLO DE CAJA 5/16-18X1.25	1
13	50104	M19229 PLACA AISLANTE PM200	1
14	Z28029	COMP. ALIMENTADOR ALAMBRE PINTADO	1
	S/C	ENSAMBLE MOTOR M19963	1
16	T14731-18	T14731-18 TORNILLO METRICO(PHIL.) M6 X1.0	3
	E106A-2	E106A-2 ROLDANA DE PRESION 1/4 CADM.	3
	9EM18158-5	M18158-5 ENGRANE INDUCTOR PM200	1
	1230103	S25307 INSERTO ALIMENTADOR PM200	1
	9ES25308	S25308 SEGURO INSERTO ALIM PM200	1
	123163	LOCTITE 401	INDIRECTO
17	CF000047	CF000047 TORN 3/16-24x.50 GR2 C.GOTA	1
	S9262-27	S9262-27 ROLDANA PLANA 0.218" X 0.500"	1
	E106A-1	E106A-1 ROLDANA PRESION #10	1
18	9EM18970-1	M18970-1 GUIA DE ALAMBRE INT. PM200	1
19	9ES2944-0363	S2944-0363 RODILLO IMPULSOR PM200	1
20	9ES22737-2	S22737-3 GUIA EXT. DE ALAMBRE PM200	1
21	T14614-1	BIJE AISLANTE	1
22	S8025-96	S8025-96 TORN PHIL. AUTORDOSC.#6 C HEX	4
23	120276	T10642-208 MANGUERA 29"	1
24	T13777-6	T13777-6 SEGURO PARA MANGUERA	2
25	T709020	SOLUBLE CID D	N/A

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN: REF. LECD: L11423 3-30-2001E Cambio No. REV 1 Fecha MAR-15-02 CI 079-02 JUN-17-02		TIT: ALIMENTADOR DE ALAMBRE PM200 MATERIAL: VER TABLA COORD:		CANT: 228045	
J ± .007 ANULOS ±10° XX ± .005 QUITAR FLORA @ 150° XXX ± .002 S/P MAGN 135° FINOC ± .001	DES: F1 ING. PEDK-3-16-2001	DIB: JFF REV: DGH APRO: JJA	ACOT: PULG. ESC: 5/E FECHA: NOV-26-01	USO: PM200 PLANTA: MAQUINAS	COD:



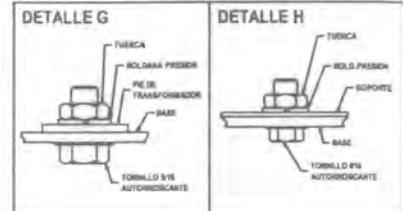
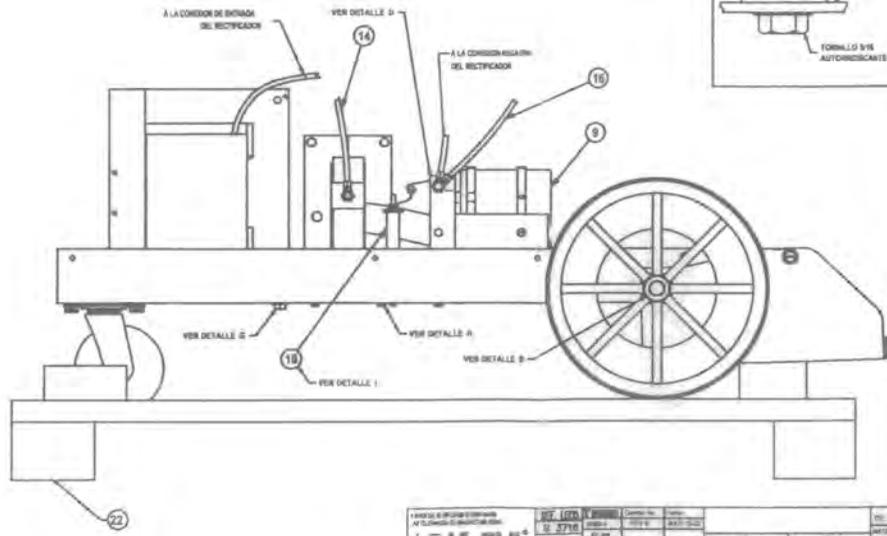
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
1	20000	BASE PUNZO	1
2	3600-18	SECCION TORNO #18 DIAM. 05 T. 0.18 X 1.80	1
3	100115	MUELDA (COPAL)	2
4	3600-22	SECCION TORNO #22 DIAM. 0.18 X 1.80	1
5	100120	E.L.H. PUNZO	1
6	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
7	3600-40	SECCION TORNO #40 DIAM. 0.18 X 1.80	2
8	3600-41	SECCION TORNO #41 DIAM. 0.18 X 1.80	2
9	3600-46	SECCION TORNO #46 DIAM. 0.18 X 1.80	2
10	20007	SOPOORTE TUBERIA PLANA	1
11	3600-48	SECCION TORNO #48 DIAM. 0.18 X 1.80	2
12	20007	SOPOORTE TUBERIA PLANA	1
13	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
14	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
15	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
16	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
17	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
18	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
19	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
20	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
21	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
22	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
23	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
24	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
25	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
26	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
27	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
28	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
29	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
30	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
31	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
32	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
33	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
34	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
35	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
36	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
37	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
38	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
39	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
40	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
41	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
42	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
43	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
44	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
45	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
46	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
47	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
48	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
49	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
50	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
51	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
52	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
53	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
54	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
55	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
56	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
57	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
58	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
59	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
60	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
61	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
62	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
63	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
64	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
65	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
66	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
67	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
68	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
69	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
70	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
71	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
72	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
73	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
74	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
75	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
76	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
77	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
78	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
79	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
80	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
81	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
82	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
83	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
84	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
85	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
86	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
87	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
88	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
89	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
90	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
91	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
92	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
93	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
94	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
95	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
96	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
97	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
98	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
99	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
100	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1



- NOTAS:
1. OBSERVAR TAL Y COMO SE MUESTRA.
 2. HACER UN NUDO AL CABLE ANTES DE CONECTARSE A LA RESISTENCIA.
 3. SOPORTAR LA CARGA DEL TORNELLO MEDIANTE EL APRIETADO DE LA TUBERIA PARA EVITARQUE EL TORNELLO RESBALLE Y SE SALGA (ELONGARSE).
 4. PONER ALMORZA DE BOMBA AGUA.
 5. APRIETAR CON UN TORQUE DE 20 LB.FUET (11.33 N.M).
 6. COLOCAR LA ROLDANA CON LA RESINA HACIA ARRIBA.
 7. CONECTAR LA TUBERIA CON LA PARTE PLANA HACIA EL LADO DE LA RESINA DE LA TERMINAL DE LA RESISTENCIA.
 8. APLICAR PRESION DE CONTACTO AL TRANSFORMADOR Y AL TERMINAL ANTES DE ENHEMALAR EN LA BASE.
 9. A.A. LAMPARA DE ALARME Y APLICAR UNA CAPA DE PROTECCION A LA CONDENS.
 10. LUBR. PENETRAX.

DISTRIBUCION POSICION DE TORNELLOS EN LA BASE

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
1	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
2	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
3	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
4	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
5	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
6	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
7	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
8	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
9	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
10	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
11	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
12	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
13	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
14	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
15	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
16	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
17	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
18	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
19	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
20	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
21	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
22	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
23	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
24	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
25	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
26	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
27	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
28	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
29	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
30	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
31	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
32	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
33	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
34	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
35	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
36	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
37	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
38	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
39	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
40	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
41	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
42	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
43	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
44	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
45	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
46	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
47	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
48	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
49	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
50	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
51	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
52	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
53	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
54	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
55	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
56	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
57	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
58	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
59	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
60	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
61	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
62	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
63	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
64	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
65	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
66	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
67	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
68	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
69	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
70	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
71	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
72	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
73	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
74	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
75	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
76	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
77	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
78	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
79	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
80	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
81	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
82	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
83	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
84	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
85	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
86	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
87	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
88	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
89	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
90	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
91	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
92	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
93	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
94	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
95	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
96	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
97	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
98	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
99	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1
100	100125	RESIST. P. ALUMINIO 1W	1

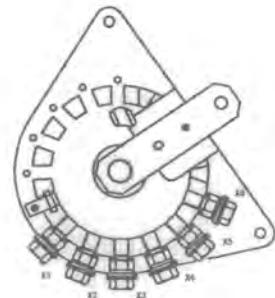
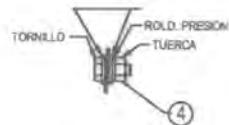
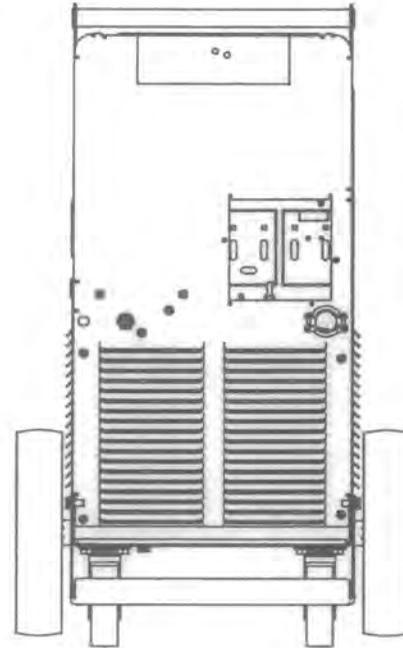


PM200 ESTACION I

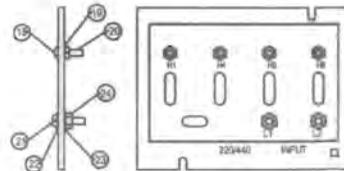
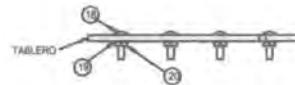
VER TABLA

PM200-E1

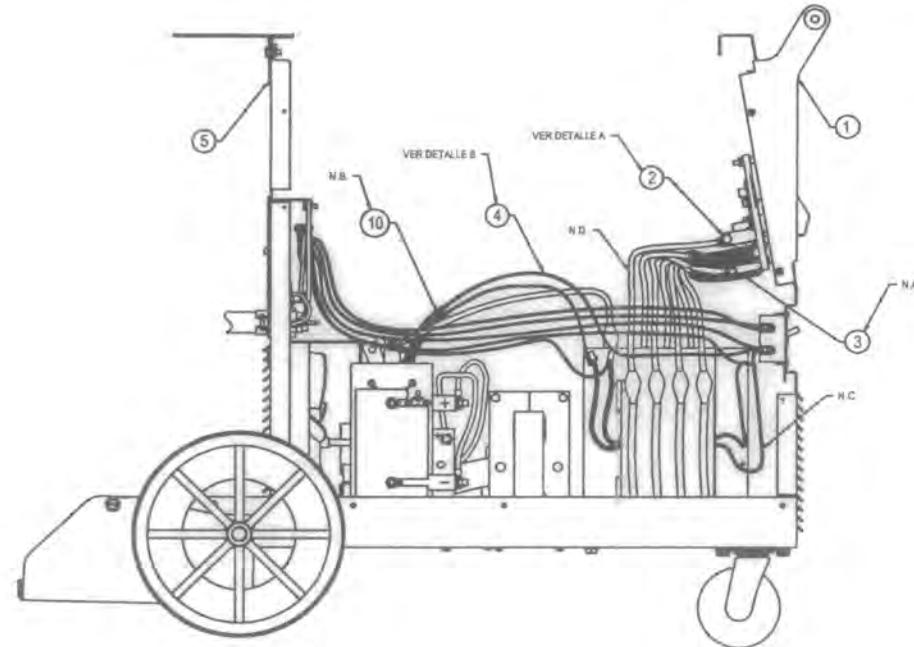
NUM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
1	22947	ENSAMBLE TAPA FRONTAL	1
	S8025-91	S8025-91 PLA #10 X .50 CAB HEX ROLDANA	2
	123123	CF000013 TORNILLO CAB HEX 1/4-20 x	7
	152910	S8027-95 ROLDANA PLANA SAE CADM	14
2	E106A-2	E106A-2 ROLDANA DE PRES: 1/4 CADMINZADA	7
	CF000017	CF000017 TUERCA HEX 1/4 NC	7
3	120259	E11594B-750-3.25 (ESPAGUITI 3/4)	3
4	22947	CABLE HTB	1
5	22948	ENSAMBLE TAPA POSTERIOR	1
	S8025-91	S8025-91 PLA #10 X .50 CAB HEX ROLDANA	2
	S13699-8	S13699-8 CABLE DE ALIMENTACION PM200	1
6	120259	ROLDANA PLANA 1/4" INT 1/2" EXT CAD	2
7	CF000017	CF000017 TUERCA HEX 1/4 NC	1
8	CF000092	CF000092 TUERCA DE LATON 3/16 NC HEX	4
9	CF000010	CF000010 TUERCA HEX 3/16NC CADMIN	3
10	120260	E11594B-750-10.0 (ESPAGUITI 3/4)	1



ENSAMBLE TÍPICO DE TERMINALES



DETALLE TABLERO DE CONEXIONES



REFERENCIAS APLICABLES	
1100	CONDICIONES ELECTRICAS
1100	MANUAL DE ALIAS US. PLUMA
1100	MANUAL DE CABLES Y PUNTERAS DE BOMBA
1100	MANUAL DE INSTALACION DE EQUIPOS
1100	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
1100	MANUAL DE OPERACION DE EQUIPOS
1100	MANUAL DE REPARACION DE EQUIPOS
1100	MANUAL DE SERVICIO DE EQUIPOS

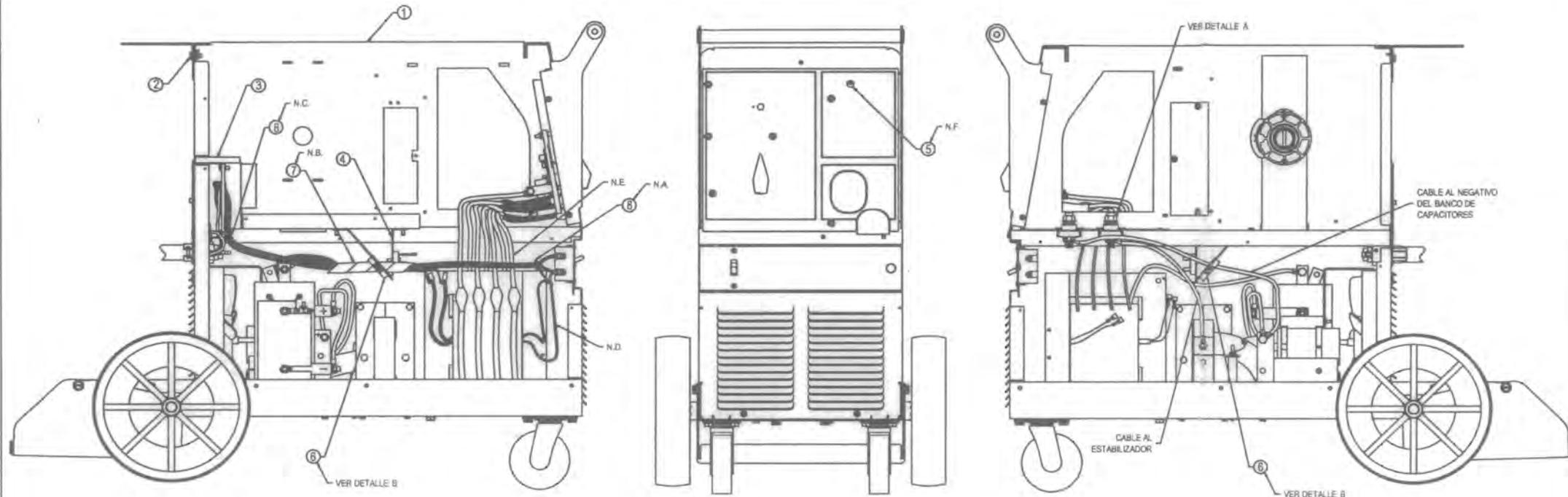
NOTAS

- N.A. MANTENER LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE, EXCEPTO H
- N.B. COLGAR EL ESPIRAL ABLANTE SOBRE TODOS LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE LOS DEL MOTOR VENTILADOR, DESIZALO A TRAVES DEL SOPORTE PASAJERA ES Y SIFONAR LOS DORTES HICIA AFUERA DE LA MAQUINA.
- N.C. PROTEGER LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE AL TABLERO CONEXIONES.
- N.D. MANTENER LAS PUERTAS DEL PRIMARIO LEJOS DE LAS PUERTAS DEL SECUNDARIO Y DE LA LAMINACION, Y DE LA TAPA POSTERIOR, DEJANDO UNA SEPARACION MINIMA DE 3". MANTENER UNA SEPARACION MINIMA DE 6.3" ENTRE LAS PUNTERAS Y EL TODO EL TIEMPO.
- N.E. CONSERVAR UNA SEPARACION MINIMA DE 2" ENTRE LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE Y LOS CABLES DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.
- N.F. MANTENER EL TOP DE UNA DESDE EL INTENOR Y CONTAR AL PASO EL EXTERIOR.

REF. LECD	T. MODIFICACION	Por Quien	FECHA	TIT: PM200 ESTACION 2	
G 3753	AMEND-A	HC-204	02/27-00	MATERIAL: VER TABLA	
DIR: C.S.J.	JE-RW	HC-304	NOV-28-00	DIB: JFF	ACOT: PULG.
REV: P.F.J.	JT-SP	HC-517	MAR-05-01	REV: MA	ESC: 3E
REV: T.F.W.	XD-RW	REV 4	MAR-30-01	REV: RC	FECHA: JUL-23-00
	XU-RW	REV 5	MAR-15-02		

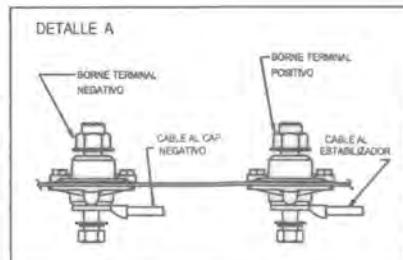
A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SERAN:
 J ± .005
 K ± .010
 M ± .015
 N ± .020
 P ± .030
 R ± .040
 S ± .050
 T ± .060
 U ± .070
 V ± .080
 W ± .090
 X ± .100
 Y ± .120
 Z ± .150

CANT. CODIGO PLANTA: MAQUINAS PM200-E2



4	12007	CONDO TUBO MEDIO NEGRO	7
7	12008	CONDO TUBO T. SUPERIOR	1
8	12009	TUBO A BARRAS PLATE	2
9	12010	TUBO A BARRAS PLATE	1
1	20001	ENSAMBL. E SOPORTE PASACABLES	1
2	20002	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	4
3	20003	CONEXIONES DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
4	20004	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	4
5	20005	CONEXIONES DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
6	20006	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
7	20007	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
8	20008	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
9	20009	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
10	20010	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
11	20011	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
12	20012	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
13	20013	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
14	20014	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
15	20015	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
16	20016	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
17	20017	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
18	20018	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
19	20019	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1
20	20020	SECC. DE ALTA PRES. A BARRAS PLATE	1

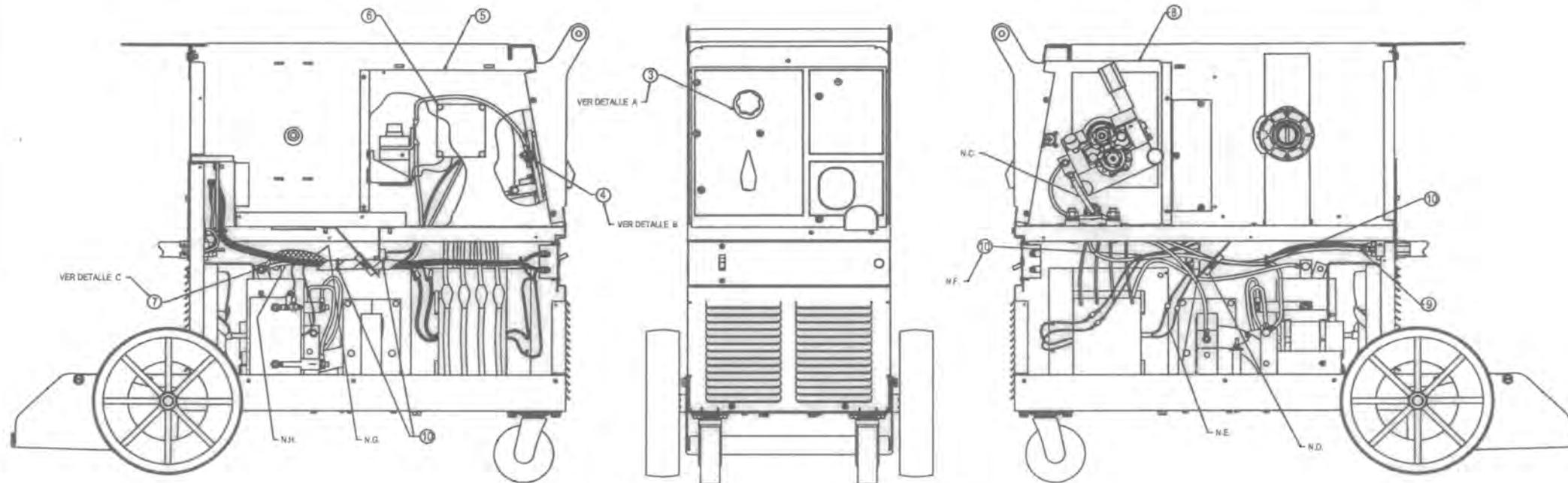
ESPECIFICACIONES APLICABLES	
12000	CONDICIONES ELECTRICAS
12001	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12002	CONDICIONES DE SEGURIDAD
12003	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12004	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12005	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12006	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12007	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12008	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12009	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO
12010	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO



NOTAS

- N.A. PROTEGER LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE, EXCEPTO 10.
- N.B. COLOCAR EL ISOLANTE SOBRE TODOS LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE LOS DEL MOTOR VENTILADOR DESPUES DE A TRAVES DEL SOPORTE PASACABLES Y SITUAR LOS CORTES HACIA AFUERA DE LA MAQUINA.
- N.C. PROTEGER LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE AL TAB ENDE CONEXIONES.
- N.D. MANTENER LAS PLATAS DEL PRIMARIO Y LAS DE LAS PLATAS DEL SECUNDARIO Y DE LA LAMPARA, Y DE LA TAPA PROTETA, DEJANDO UNA SEPARACION MINIMA DE 30". MANTENER UNA SEPARACION MINIMA DE 50" ENTRE LAS PLATAS EN Y EN TODA EL TIEMPO.
- N.E. CONSERVAR UNA SEPARACION MINIMA DE 10" ENTRE LOS CABLES DE ALTO VOLTAJE Y LOS CABLES DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.
- N.F. MANTENER EL TIPO DE BARRAS SOBRE EL INTERIOR Y CENTRAL, NO EL EXTERIOR.

REVISIONES		FECHA	REVISOR	PROYECTISTA	APROBADO	VER	PM200 ESTACION 3
1	01	01/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
2	02	02/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
3	03	03/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
4	04	04/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
5	05	05/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
6	06	06/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
7	07	07/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
8	08	08/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
9	09	09/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA
10	10	10/01/00	03703	03703	03703	03703	VER TABLA



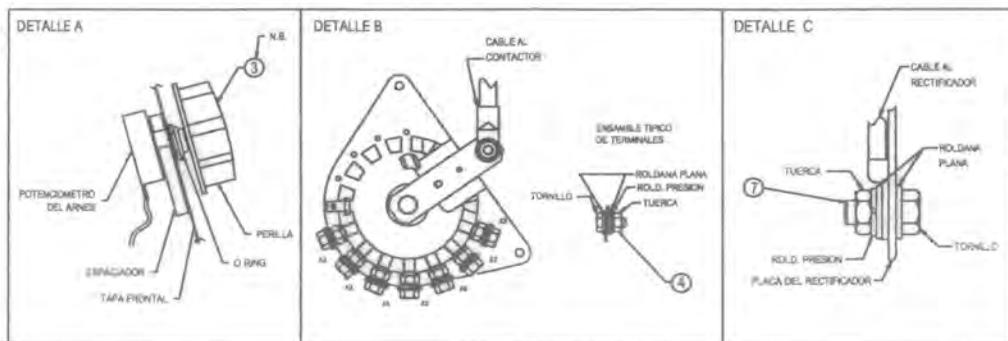
ESPECIFICACIONES APLICABLES	
1138	CONDICIONES DE INSTALACION
1428	MANUAL DE HOJAS DE PRENSION
1735	MANUAL DE CODIGOS Y NUMEROS DE SERIE
1736	RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO
1737	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE EMERGENCIAS

NOTAS

- N.A. EL PUENTE DEBE CONECTARSE AL ANILLO.
- N.B. ASEGURARSE QUE LA MANERA EN LA PERILLA COINCIDA CON LOS VALORES DE LA ETIQUETA FRONTAL.
- N.C. PASAR LA MANGUERA DE GAS, DESDE LA PIERNA DEL ALIMENTADOR DE ALAMBRE, A TRAVES DEL ORO DEL SOPORTE DEL MOTOR, A TRAVES DEL AGUJERO DEL DEL COMPARTIMENTO DE ALMACENAJE Y LUEGO POR EL BUEY DE PASADABLES HASTA ACOPLAR CON LA PIERNA DE LA VALVULA SOLENOIDE. ASEGURAR A LA PIERNA CON UN SIEGRO PARA MANGUERA.
- N.D. ASEGURARSE DE QUE LA MANGUERA DE GAS Y TODOS LOS CABLES PASARON A TRAVES DE LOS PASADABLES.
- N.E. LOS CABLES QUE VAN A LA VALVULA SOLENOIDE Y LOS DEL TERMOSTATO DEBEN PASAR POR EL CINCHO COLOCADO EN EL PASADABLES.
- N.F. LOS CABLES DEL PUENTE RECTIFICADOR COLOCADO EN LA PANTALLA DEL TRANSFORMADOR DEBEN SUJETARSE CON UN CINCHO A LA MANGUERA DE GAS COMO SE INDICA.
- N.G. EL ESPAGUETTI QUE PROTEGE LOS CABLES DEL MOTOR DEL VENTILADOR DEBE QUEDAR DENTRO DEL ESPALDA (ENTRE 1 Y 15 P.L.G.) Y POR DETRAS DE LAS CABLES QUE VAN AL TABLERO DE CONEXIONES.
- N.H. EL CABLE QUE VA DEL RECTIFICADOR AL CONTACTOR DEBE PASAR POR EL SOPORTE PASADABLES DEBE QUEDAR ATRAS DE LOS CABLES QUE VAN AL TABLERO, DETRAS DEL ESPAGUETTI DE LOS CABLES DEL VENTILADOR Y SUJETO POR LOS CINCHOS QUE SE MUESTRAN.

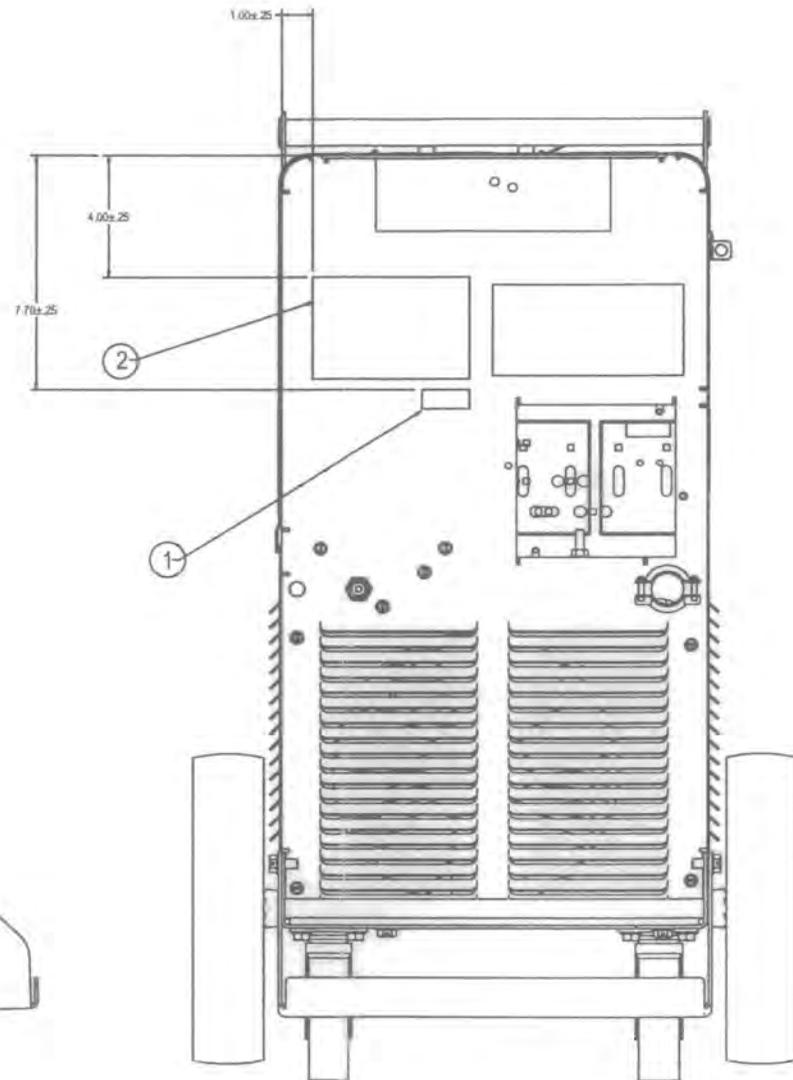
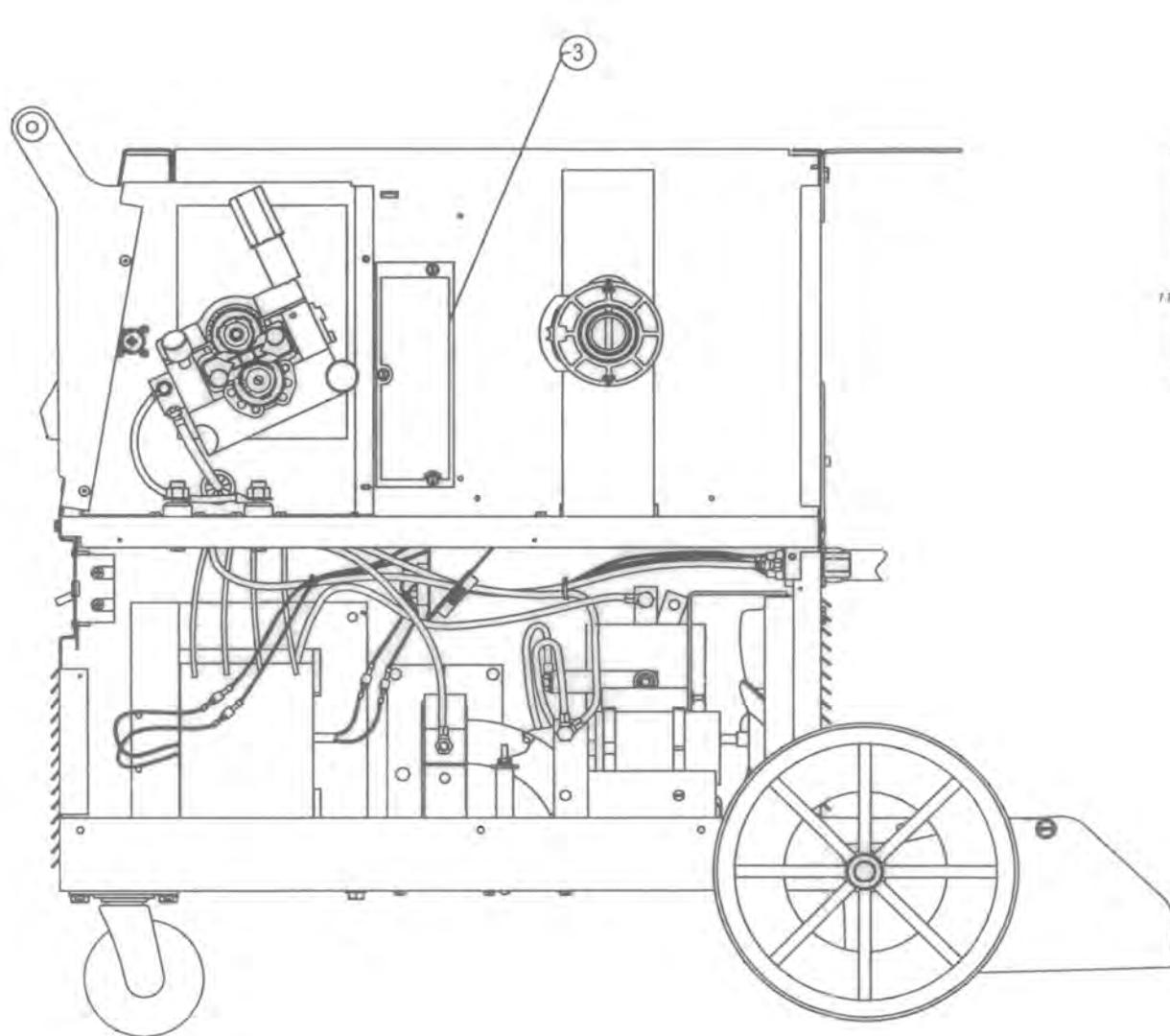
* ELEMENTO NO MOSTRADO.

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	
10	133102	CINCHO 3/8" x 1/2" x 1/4" EN ACERO	4
11	1131774	1131774 SEGURO FI MANGUERA	1
12	173605	ENLACE E ALIMENTADOR DE ALAMBRE	1
13	380208	380208 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	3
14	173610	173610 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
15	380230	380230 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	2
16	173614	173614 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
17	173615	173615 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
18	173616	173616 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
19	173617	173617 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
20	173618	173618 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
21	173619	173619 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
22	173620	173620 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
23	173621	173621 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
24	173622	173622 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
25	173623	173623 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
26	173624	173624 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
27	173625	173625 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
28	173626	173626 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
29	173627	173627 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
30	173628	173628 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
31	173629	173629 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
32	173630	173630 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
33	173631	173631 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
34	173632	173632 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
35	173633	173633 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
36	173634	173634 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
37	173635	173635 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
38	173636	173636 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
39	173637	173637 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
40	173638	173638 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
41	173639	173639 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
42	173640	173640 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
43	173641	173641 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
44	173642	173642 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
45	173643	173643 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
46	173644	173644 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
47	173645	173645 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
48	173646	173646 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
49	173647	173647 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
50	173648	173648 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
51	173649	173649 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
52	173650	173650 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
53	173651	173651 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
54	173652	173652 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
55	173653	173653 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
56	173654	173654 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
57	173655	173655 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
58	173656	173656 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
59	173657	173657 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
60	173658	173658 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
61	173659	173659 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
62	173660	173660 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
63	173661	173661 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
64	173662	173662 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
65	173663	173663 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
66	173664	173664 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
67	173665	173665 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
68	173666	173666 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
69	173667	173667 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
70	173668	173668 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
71	173669	173669 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
72	173670	173670 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
73	173671	173671 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
74	173672	173672 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
75	173673	173673 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
76	173674	173674 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
77	173675	173675 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
78	173676	173676 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
79	173677	173677 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
80	173678	173678 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
81	173679	173679 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
82	173680	173680 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
83	173681	173681 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
84	173682	173682 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
85	173683	173683 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
86	173684	173684 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
87	173685	173685 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
88	173686	173686 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
89	173687	173687 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
90	173688	173688 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
91	173689	173689 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
92	173690	173690 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
93	173691	173691 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
94	173692	173692 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
95	173693	173693 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
96	173694	173694 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
97	173695	173695 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
98	173696	173696 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
99	173697	173697 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1
100	173698	173698 TORX AUTOMATICO PUNTA DE CABLE	1



REVISIONES		NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	OTRO	PM200 ESTACION 4	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

8013 001 100



*ELEMENTO NO MOSTRADO.

NIM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT
*	4	G3851-180 TARJETA DE CONTROL PM200	1
	3	150639 ETIQUETA DE PISTOLA PM200	1
	2	228056 ET.IMPRESA C/NO.SERIE PM200 208/230	1
	1	121362 ETIQUETA No. DE SERIE SILVER 1.5" x .625	1

ESPECIFICACIONES APLICABLES	
E1388	CONEXIONES ELECTRICAS
E439	MANEJO DE HOJAS DE PRUEBA
E760	IMPRESION DE CODIGOS Y NUMEROS DE SERIE
E2268	REQUERIMIENTOS DE BOBINADO
E3876	PRUEBA E INSPECCION COMPLETA
F117	PRUEBA FINAL Y ETIQUETAS O.A.

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA LAS TOLERANCIAS DE MANUFACTURA SON:		REF. LECO	INFORMACION	FECHA	FECHAS	LINCOLN ELECTRIC MEXICANA, S.A DE C.V.		TI: PM200 ESTACION 5
3	± .007	G 3753	JMS24-A	HC-367	NOV-28-00	MATERIAL: VER TABLA		CANT
Ø	± .007		AE-RV	REV 2	MAR-15-02	CODIGO		
Ø	± .007		AE-LF			DISE: JFF		
FRAC.	± .184		X3-RV			ACOT: PULG.		
			X1-RV			REV: MA		
						APRO: RC		
						FECHA: JUL-23-00		
						USO PM200 PLANTA MAQUINAS		PM200-E5

E040-850(1/0)

CAPITULO 5

LA SOLDADURA EN MEXICO Y LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO GMAW

ANTECEDENTES DE LA SOLDADURA EN MEXICO

La soldadura en nuestro país, que solo fue necesaria después de que algunas empresas transnacionales se empezaron a asentar durante la década de los 60, presenta hoy un atraso considerable con respecto a países de la zona norte de nuestro continente, e incluso de manera relativa, con algunos países en vías de desarrollo como Chile, Brasil y Argentina.

Lo anterior fue marcado, considerando que México fue una nación cerrada a la economía de la industria extranjera, y el avance en cuanto a la tecnología de la soldadura de nuestro país dependía solo en gran medida de empresas parastatales. En nuestro país solo algunas excepciones como la industria de la construcción, la industria petrolera (PEMEX), y algunas otras industrias metalmeccánicas pequeñas arraigadas en nuestro país, se agrupaban como las líderes en cuanto al manejo de la soldadura, así como en la adquisición de tecnología para sus procesos productivos, haciendo a un lado a la industria automotriz quien se presentaba como la única de las industrias que no solo usaba ya el proceso de soldadura GMAW, sino también otros procesos de soldadura como el GTAW.

En general, la soldadura en México solo se percibía dentro del ámbito "herrero", es decir, solo los que efectuaban trabajo de pailería o herrería tenían al alcance la soldadura (consumible) importada de otros países o soldadura nacional de baja calidad. Además, la tecnología para este proceso (SMAW), solo requería de una fuente de poder relativamente sencilla, que en muchos casos bien pudiera ser un simple transformador que provocara un cortocircuito a la salida, para establecer un arco que permitiera realizar el aporte, sin considerar la calidad del cordón.

LA SOLDADURA EN MEXICO HOY

Actualmente con el ingreso de México al tratado de libre comercio de Norteamérica, se puso de relieve el atraso en cuanto al campo de la soldadura que presenta nuestro país con respecto a los dos países del bloque.

La industria actualmente en nuestro país, obliga a homologar procesos productivos con los de las industrias europeas o norteamericanas, que implican un cambio en los procesos de soldadura. Siendo aún usado el proceso SMAW, cada vez más industrias, con el fin de reducir tiempo en sus procesos, reducir la mano de obra, y aumentar la calidad en sus procesos mismos; ha optado por cambiar de un proceso manual (SMAW) a un proceso semiautomático como el GMAW (conocido vulgarmente como MIG), lo que incluye la adquisición de tecnología en fuentes de poder y soldadura en presentaciones diferentes a las del proceso manual.

No solo el GMAW presenta una gran ventaja con respecto a la soldadura manual, también dentro de algunas pocas industrias el uso de procesos de soldadura como el GTAW (o TIG), que es usado de forma frecuente en procesos que requieren unir piezas de bajos espesores y además con limpieza. También en industrias donde se requieren grandes cantidades de aporte, se ha cambiado a proceso de soldadura SAW (conocido como arco sumergido).

LA SMS EN MEXICO

La Sociedad Mexicana para la Soldadura, nace en 1999 ante la necesidad de que exista en México un organismo que agrupe a los sectores interesados en la soldadura.

SMS existe por y para el sector relacionado con la soldadura, teniendo como objetivo el apoyar a la industria mexicana mediante la información, desarrollo, certificación, calificación, formación y difusión de las tecnologías, todo esto en el desarrollo de la comunidad.

SMS tiene presente que México es un país de gran trascendencia en el área de soldadura y que ante la apertura a los mercados internacionales, así como la tendencia hacia una globalización comercial, posee la gran responsabilidad de estar acorde con las necesidades y requerimientos de mercadeo internacional.

SMS es representante en México de AWS (organización The American Welding Society AWS). Es miembro de PACWI (Pan American Coalition of Welding Institutions) y de AWS como Institución Educativa en Soldadura. Se han establecido acuerdos de cooperación internacional con otras Sociedades del extranjero con el objetivo de intercambiar experiencias y en algunos casos tecnologías que coadyuvan al cumplimiento de nuestros objetivos comunes. En nuestras instalaciones se ha denotado la sede de la Sección Internacional México de AWS.

La SMS ha apoyado la creación de un organismo certificador de competencias y otras actividades de la soldadura en México como es el "Organismo Mexicano de la Soldadura A.C.

Según la SMS, el sector de la soldadura en México presenta un atraso tecnológico de más de 20 años y sólo cinco por ciento de quienes desempeñan esa labor están certificados, aseguró el presidente de la Sociedad Mexicana de la Soldadura (SMS), Jesús López Padilla.

Durante el evento para anunciar la exposición Weldmex 2003, que se desarrolló del 4 al 5 de febrero pasado, López Padilla comentó que México está en desventaja competitiva frente a sus socios comerciales (Estados Unidos y Canadá) en la rama de la soldadura.

Ambos países, dijo, han trabajado en procesos de modernización y capacitación desde la Segunda Guerra Mundial, mientras que la industria mexicana incursionó en este ámbito sólo después de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Indicó que 95 por ciento de los soldadores en México no son calificados o están reconocidos por pseudo inspectores, y sólo cinco por ciento se prepara y es requerido por la industria nacional o extranjera. Asimismo, indicó que la zona metropolitana de la ciudad de México ocupa el primer lugar en producción de soldadura, mientras que Monterrey se ubica en segundo sitio seguido de Guadalajara.

En la exposición que se tuvo durante el año 2003, se dieron a conocer las nuevas tecnologías y procesos para agilizar, economizar, elevar la calidad del servicio y competitividad de los soldadores en el mercado nacional e internacional.

López Padilla comentó que la soldadura es parte fundamental de cualquier proceso de producción, aunque las industrias en las cuales tiene uso cotidiano son la alimenticia, construcción, automotriz, electrónica, electrodomésticos, aire acondicionado, petrolera, energía, restaurantera, metal-mecánica, entre otras.

Como parte del evento se ofrecieron cursos y certificaciones a obreros mexicanos, a fin de que los empresarios ahorren en capacitación o seminarios que sólo se ofrecen en Estados Unidos o Europa.

Dijo por último que México fue elegido como sede de la exposición porque es el segundo socio comercial de Estados Unidos y, además, se comprobó que existe un mercado fértil debido a que no hay industria que no utilice la soldadura en sus procesos.

APORTACIONES DE LA INDUSTRIA A LA SOLDADURA EN MEXICO

Miller de México y Lincoln Electric Mexicana, por mencionar algunas, son 2 de las industrias que comercializan y fabrican máquinas de soldar para procesos de soldadura SMAW y GMAW, además de realizar reventa de máquinas que se importan para otros procesos menos conocidos GTAW, SAW, FCAW; los cuales provienen de países de Europa y Estados Unidos.

Por experiencia personal, Lincoln Electric Mexicana como una de las industrias mexicanas líderes en la comercialización de máquinas y consumibles para soldar, empezó con un programa de capacitación a clientes prospectos y clientes cautivos a finales de 1995.

Los cursos incluían un programa donde se analizaban cada uno de los procesos de soldadura por arco de mayor uso en México (SMAW, GTAW, GMAW), así como procesos menos usados en industrias pequeñas (FCAW y SAW). Además se daba capacitación en las instalaciones de Lincoln Eléctric Mexicana a trabajadores, Jefes de personal, Maestros y a empresarios que no pertenecían a la empresa, pero interesados en eficientizar sus procesos, ampliar sus conocimientos y mejorar su aplicación.

El apoyo que Lincoln Electric brinda no solo es a la Industria, sino también a las Instituciones de educación media superior y superior del país, teniendo por ejemplo el apoyo brindado a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Instituto Politécnico Nacional, entre otras instituciones de educación superior, al apoyarlas con cursos en temas específicos de procesos y al permitir divulgar los avances en tecnologías "nuevas" de procesos de soldadura y de corte como en procesos FCAW, SAW, CAC-A, AAC, PAW.

Sin embargo no puede pasarse por alto que los intereses reales de fondo de ésta y de cualquier industria dedicada a la comercialización de la soldadura y de máquinas de soldar, es el crear una necesidad de sus productos a futuro. Lo anterior no es extraño, sin embargo se puede ver que este proceso de conocimiento de la soldadura se extiende solo a una baja población, por lo que no se puede dar a la industria de la soldadura la responsabilidad de divulgar y educar a México en los estudios de la soldadura.

LO QUE FALTA POR HACER

Con el nacimiento en México de la SMS, se tiene la oportunidad de llevar a cabo un estudio de las necesidades reales de la Industria en lo que se refiere a la soldadura.

Se tiene la oportunidad de alcanzar los avances tecnológicos que se han tenido en los últimos 10 años de equipos o máquinas de soldar y de las variantes que ofrecen los procesos de soldadura. Lo anterior solo será posible si se tiene realmente una planeación de los objetivos que se desean alcanzar con respecto a la soldadura en México.

De inicio, las instituciones de educación en México, principalmente las universidades, tienen el compromiso de recabar los requerimientos de las industrias, para conocer realmente sus exigencias y adaptar éstas a sus planes y programas de estudios, siendo en casos sugeridos una especialización que permita a corto plazo el desarrollo de estudios específicos en el ancho mundo de la soldadura.

No tendría ningún sentido la SMS si no se cuenta con un apoyo real, también, de la industria en general. El apoyo de la Industria puede verse al permitir su apertura de los "nuevos egresados" de la soldadura en sus procesos, enriquecida esta con la estrecha relación que pueden tener las instituciones de educación superior con las mismas industrias.

Falta aún la consolidación de un organismo dedicado internamente a mantener revisiones de los procedimientos usados en la industria para los procesos de soldadura, así como a la capacitación y seguimiento de la certificación de soldadores. Lo anterior permitirá homologar el uso de procesos de soldadura, lo que facilitará el conocimiento de parámetros o variables críticas específicas en máquinas de soldar para cualquier proceso de soldadura.

El organismo de certificación podrá realizar auditorías de calidad en procesos de soldadura, lo que beneficiaría a la industria y motivaría a la creación de carreras dedicadas a la Ingeniería de la soldadura en México, lo que ya es muy común en países desarrollados.

En resumen, la dedicación de las instituciones de educación superior y el apoyo de los centros de investigación y la Industria a la soldadura, permitiría la evolución de procesos de soldadura convencionales a procesos más usados con tecnología de punta.

LA TRANSICION DEL PROCESO SMAW A LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO GMAW

EL PROCESO SMAW

La soldadura por arco de metal protegido (shielded metal arc welding, por sus siglas en inglés SMAW), es el proceso de soldadura que mas predomina en México de acuerdo a la SMS (Sociedad Mexicana de Soldadura). Lo anterior es lógico considerando el atraso tecnológico en cuanto a la soldadura se tiene en nuestro país.

De allí que sea el proceso SMAW o proceso manual como vulgarmente se le conoce, el de mayor difusión y "conocimiento relativo" del que se tiene. La tendencia a futuro movido por los acuerdos comerciales y la creación recientemente de la SMS, a que este proceso disminuya y se incremente el uso del proceso GMAW, aunque bien esta evolución tarde todavía algunos años.

Ya se asoma algunas señales de esto, al observar algunos talleres de soldadura o centros de herrería especializados de pasar de máquinas robustas usadas en proceso SMAW al uso de máquinas más compactas usadas para proceso GMAW.

Por lo anterior se justifica el repasar con un esbozo del proceso de soldadura SMAW y de esta manera ir adelantándonos a las bondades y ventajas que ofrece el proceso GMAW y más aún si este es automatizado.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO SMAW

La soldadura por arco de metal protegido es por mucho el mas ampliamente utilizando de los procesos de soldadura por arco. Aprovecha el calor de arco para derretir el metal base y la punta de un electrodo consumible cubierto. El electrodo y el trabajo forman parte de un circuito eléctrico. Este circuito comienza con la fuente de potencia eléctrica e incluye los cables de soldadura, un portaelectrodos, una conexión con la pieza de trabajo, la pieza de trabajo (soldamento) y un electrodo de soldadura por arco. Uno de los cables de la fuente de potencia se conecta al trabajo; el otro se conecta al portaelectrodos.

La soldadura se inicia cuando se enciende un arco eléctrico entre la punta del electrodo y el trabajo. El intenso calor del arco derrite la punta del electrodo y la superficie de trabajo cerca del arco. En la punta del electrodo se forman con rapidez pequeños glóbulos de metal fundido los

cuales se transfieren a través del chorro del arco hasta el charco de soldadura fundida. De esta forma se deposita metal de aporte conforme el electrodo se va consumiendo. El arco se mueve sobre el trabajo con una longitud de arco y velocidad de desplazamiento apropiadas, derritiendo y fusionando una porción del metal base y añadiendo continuamente metal de aporte. Puesto que el arco es uno de los más calientes que producen las fuentes de calor comerciales (se han medido temperaturas por encima de los 5000 °C en su centro), la fusión del metal base se efectúa en forma casi instantánea al iniciarse el arco. Si las soldaduras se hacen en posición plana u horizontal, la transferencia de metal es inducida por la fuerza de la gravedad, la expansión del gas, fuerzas eléctricas y electromagnéticas y la tensión superficial. Si se suelda en otras posiciones, la gravedad actuará oponiéndose a las demás fuerzas.

El proceso requiere suficiente corriente eléctrica para derretir tanto el electrodo como una cantidad adecuada del metal base. También requiere un espacio apropiado entre la punta del electrodo y el metal base o el charco de soldadura. Estos requisitos son necesarios para establecer las condiciones en que se llevará a cabo la coalescencia. Los tamaños y tipos de los electrodos para soldadura por arco de metal protegido definen los requerimientos de voltaje (dentro del intervalo global de 20 a 550 A) del arco. La corriente puede ser alterna o continua, dependiendo del electrodo empleado, pero la fuente de poder debe ser capaz de controlar el nivel de corriente dentro de un intervalo razonable para responder a las complejas variables del proceso de soldadura en sí.

CAPACIDADES Y LIMITACIONES DEL PROCESO SMAW

La soldadura por arco de metal protegido es uno de los procesos más ampliamente utilizados, sobre todo para soldaduras cortas en trabajos de producción, mantenimiento y reparación, y para construcción en el campo. Las siguientes son las ventajas del proceso:

- 1.- El equipo es relativamente sencillo, económico y portátil
- 2.- el electrodo cubierto proporciona el metal de aporte y el mecanismo para proteger dicho metal y el metal de soldadura contra una oxidación perjudicial durante la soldadura.
- 3.- No se requiere protección con gas auxiliar ni un fundente granular.
- 4.- El proceso es menos sensible al viento y las corrientes de aire que los procesos de soldadura por arco protegidos con gas.
- 5.- Se puede utilizar en áreas de acceso limitado
- 6.- El proceso es adecuado para la mayor parte de los metales y aleaciones de uso común.

Dentro de las limitaciones se tiene que al encender inicialmente el arco, la corriente fluye a lo largo de todo el electrodo; por tanto, la cantidad de corriente que puede aprovecharse está limitada por la resistencia eléctrica del alambre del núcleo. Un amperaje excesivo sobrecalienta el electrodo y descompone su cobertura. Esto a su vez, altera las características del arco y de la protección que se obtiene. Por esta limitación, las tasas de deposición suelen ser más bajas con un proceso como el GMAW.

También el ciclo de trabajo del operador y las tasas de deposición globales para los electrodos cubiertos suelen ser menores que los alcanzables con un proceso de electrodo continuo como GMAW. Esto se debe a que los electrodos sólo pueden consumirse hasta una cierta longitud mínima. Una vez alcanzada esa longitud, el soldador deberá desechar la cola del electrodo no consumida e insertar un electrodo nuevo en el portaelectrodo, lo que significa apenas un aprovechamiento del 70% de la longitud del electrodo.

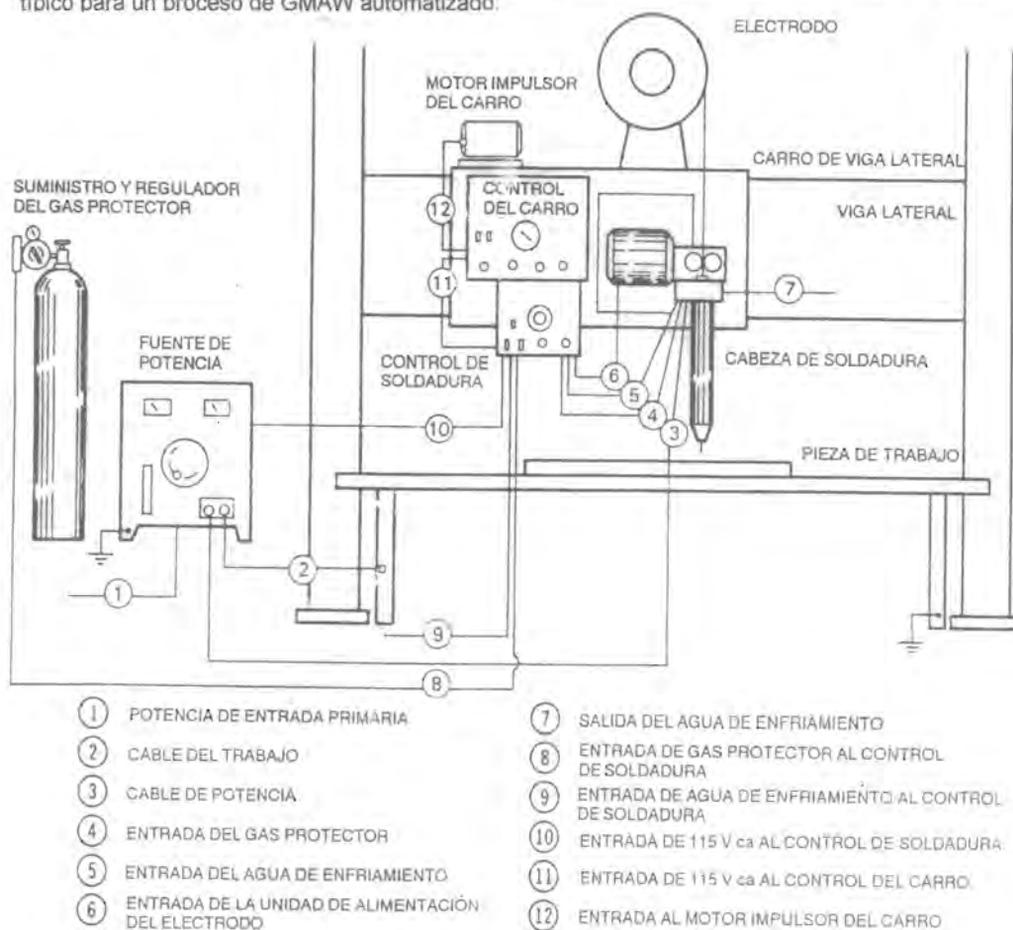
Además, casi siempre debe eliminarse escoria en los puntos donde se inicia y se detiene, y antes de depositar una franja de soldadura junto a otra previamente depositada, o sobre ella.

LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO GMAW Y SU USO

El control consiste en el uso de un brazo mecanizado o neumático que permite libre movimiento de la pistola o antorcha, sin embargo el propósito del control de alimentación del alambre es suministrar el electrodo continuo al arco de soldadura con una velocidad constante previamente establecida. La rapidez de alimentación del electrodo determina el amperaje de soldadura suministrado por una fuente de potencia de voltaje constante. Si esta rapidez se modificara, la máquina soldadora se ajustaría automáticamente para mantener el voltaje de arco preestablecido. La velocidad de alimentación del electrodo se puede controlar por medios electrónicos principalmente.

Este tipo de automatización requiere del uso de rodillos impulsores que no aplanen ni distorsionen de alguna otra manera el electrodo. Se pueden emplear, también, por ejemplo, diversos rodillos con superficies ranuradas o moleteadas para adelantar el electrodo.

Algunos alimentadores de alambre tienen solo un par de rodillos impulsores, mientras que otros cuentan con dos pares en los que por lo menos uno de los rodillos están motorizados, el alambre se podrá adelantar ejerciendo menos presión con los rodillos. A continuación se muestra el equipo típico para un proceso de GMAW automatizado:



La fuente de poder recomendada es una máquina de cc de voltaje constante diseñada para un ciclo de trabajo del 100%. El tamaño de la fuente de poder está determinado por la corriente que requiere el trabajo por realizar. Es de entender que como pueden ser necesarios electrodos grandes, tasas de alimentación de electrodo elevadas y tiempos de soldadura prolongados, los alimentadores de electrodo tienen motores impulsores más impulsores de mayor capacidad y componentes para trabajo más pesado aún que un equipo para proceso semiautomático.

Las boquillas usadas también requieren de ciertas características. Estas pueden diseñarse de modo que formen un escudo lateral o concéntrico alrededor del electrodo. El escudo lateral permitirá soldar en surcos angostos y profundos y minimiza la acumulación de salpicaduras en la boquilla, las unidades de boquillas bien pueden enfriarse con aire o con agua. En general se prefieren boquillas enfriadas por aire para soldar corrientes hasta de 600 A. Si la corriente sería mayor, entonces se recomienda usar una boquilla enfriada por agua. Es posible usar pistolas soldadoras en tándem (o por pares) para lograr mayores tasas de deposición más altas.

Para aumentar la productividad se puede optar por un oscilador con múltiples electrodos, todo esto dependiendo del tipo de configuración de la pieza de trabajo a soldar.

Estas instalaciones pueden incluir un manipulador montado sobre rieles que sostiene una cabeza soldadora oscilante de múltiples electrodos con alimentadores de electrodo individuales y un rodillo giratorio motorizado también montado en rieles, además de una fuente de potencia, controles electrónicos y sistemas de suministro de electrodo, como lo mostró la figura anterior.

Además es importante la inclusión de otros equipos como:

- 1.- Extractores de humo
- 2.- Equipos para protección con gas (tanques de suministro de gran capacidad)
- 3.- Pistolas adaptables al brazo neumático o mecanizado.

CONCLUSIONES

México tiene la oportunidad de estar a la vanguardia en cuanto a los procesos de soldadura, impulsado por las necesidades de la Industria, y el interés de las Instituciones de educación y los centros de investigación e este mundo de la soldadura (principalmente procesos de soldadura y máquinas o fuentes de poder). Sin duda, un paso importante es la creación de la Sociedad Mexicana de Soldadura recientemente, lo que será el inicio de un gran trabajo que falta por hacer y en donde las Industrias dedicadas a la comercialización de los productos de soldar pueden ser importantes para alcanzar un rápido desarrollo en este rubro.

Considero oportuno el que con esta tesis o a trabajos previos del grado de licenciatura, se pueda dar inicio a trabajos más extensos en temas específicos que aporten conocimientos, y por lo tanto un desarrollo a la soldadura en nuestro país. El desarrollo requerido -por ejemplo - en materiales usados en accesorios para soldadura como boquillas, puntas de contacto, difusores, etc, que permitan trabajar a temperaturas mayores en ciertos procesos de soldadura específicos y en donde los consumidores tienen un gasto considerable en estos accesorios consumibles; o bien modelos de sistemas de equipo adaptables, para la versatilidad en los procesos de soldadura, reduciendo al mínimo los tiempos por cambios para pasar de un proceso a otro; o también el desarrollo de tecnología nacional en máquinas de soldar para procesos GMAW, FCAW o SAW.

La presente tesis, presenta en su contenido las características del proceso de soldadura, así como detalles específicos de la estructura interna de las fuentes de poder para proceso GMAW, lo que puede contribuir a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán a ser un material didáctico en el laboratorio de manufactura, para tener un texto básico que explica el proceso (MIG), además de contener parámetros de soldadura sugeridos que permite evitar el tanteo de datos para ajustar la máquina a ciertas características de soldadura requeridas, y de esta manera eficientizar una práctica de soldadura. También, para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en el área eléctrica, la tesis es un manual sencillo de los requerimientos previos de diseño y descripción general de la manufactura de una máquina eléctrica de soldar, lo que facilita la comprensión clara de las características generales de una máquina eléctrica.

El proceso de soldadura GMAW con sus tres variantes, son de los procesos que mayor uso tienen en las medianas y grandes empresas en nuestro país, con sus opciones en procesos semiautomáticos y automáticos. Para este proceso son realmente pocas fuentes de poder fabricadas en nuestro país, debido a que la mayor parte de esta tecnología proviene del extranjero. Con todo esto se puede tener buenas expectativas de poder iniciar en nuestro país el desarrollo de tecnología en este proceso de soldadura y contribuir con este trabajo escrito a motivar el interés en este campo.

I.- BIBLIOGRAFIA

THE PROCEDURE HANDBOOK OF ARC WELDING
THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY
CLEVELAND, OHIO

TRATADO DE ELECTRICIDAD 2 CORRIENTE ALTERNA
CHESTER L. DAWES
EDICIONES G GILI

MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES
IRVING L. KOSOW D.
PRENTICE—HALL HISPANOAMERICANA

CIENCIA Y TECNICA DE LA SOLDADURA
W. J. PATTON
URMO, S.A. DE EDICIONES

LAS SOLDADORAS TECNICA – CONTROL
SOLDABILIDAD DE LOS METALES
D. SEFERIN, P. CHEVERNARD
URMO, S.A. DE EDICIONES

FUENTES DE POTENCIA PARA SOLDADURA POR ARCO
M. J. TOMSIC, J. F. GRIST, N. CRUMP

SOLDADURA PROCEDIMIENTOS Y APLICACIONES
L. CARL LOVE
EDITORIAL DIANA

SOLDADURA APLICACIONES Y PRACTICA
HENRY HORWITZ, P.E.
ALFAOMEGA

PROCESOS DE MANUFACTURA

B. H. AMSTEAD, PHILLIP F. OSTWALD

MYRON L. BEGEMAN

CIA. EDITORIAL CONTINENTAL

MANUAL DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD

TESUICHI ASAKA

TECNOLOGIAS DE GERENCIA Y PRODUCCION