

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

ESTUDIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

RICARDO DAVID AGUIRRE GRANDA

DIRECTOR: ING. HOMERO BARRAGÁN

Quito, Septiembre 2006

DECLARACIÓN

Yo, RICARDO DAVID AGUIRRE GRANDA declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

RICARDO AGUIRRE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por RICARDO DAVID AGUIRRE GRANDA, bajo mi supervisión.

Ing. Homero Barragán

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por ser quien me guía e ilumina.
A mis padres por todo su apoyo, amor y comprensión.
A mis hermanos por ser mis amigos y compañeros de vida.
A María Belén por su amor, paciencia y preocupación.
Al Ing. Homero Barragán por su acertada dirección.
A todo el personal docente por impartir generosamente sus conocimientos.
Al personal administrativo por toda su ayuda y amistad.
A los Makenkos y amigos en general por tantos recuerdos y momentos alegres.

¡SENCILLAMENTE GRACIAS!

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y abuelitos.

A María Belén.

A la Gloriosa Carrera de Ingeniería Mecánica. Nunca olvidaré aquellos
años.

Tres rases, un chispún y un carajo por Mecánica!!!

INDICE

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
PRESENTACIÓN	xvi

CAPÍTULO 1

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS FUENTES DE POTENCIA PARA SOLDADURA POR ARCO..... 1

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	GENERALIDADES	1
1.3	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	2
1.3.1	TRANSFORMADOR PARA SOLDADURA	2
1.3.2	GENERADOR Y ALTERNADOR	5
1.3.3	DIODOS DE ESTADO SÓLIDO	6
1.3.4	RECTIFICADOR CONTROLADO POR SILICIO (SCR) O TIRISTOR ...	6
1.3.5	TRANSISTORES	8
1.3.6	INVERSOR DE ESTADO SÓLIDO	9
1.4	CARACTERÍSTICAS VOLTAJE-AMPERAJE	10
1.4.1	CARACTERÍSTICAS DE VOLTAJE CONSTANTE	11
1.4.2	CARACTERÍSTICAS DE CORRIENTE CONSTANTE	13
1.4.3	CARACTERÍSTICAS COMBINADAS DE CORRIENTE Y VOLTAJE CONSTANTES	15
1.5	VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO (OCV)	16
1.6	CICLO DE TRABAJO	17
1.7	CLASIFICACIONES DE LA NEMA	18

CAPÍTULO 2

FUENTES DE POTENCIA PARA SOLDADURA POR ARCO..... 20

2.1	FUENTES DE POTENCIA DE CORRIENTE ALTERNA	20
2.1.1	FUENTES DE POTENCIA TIPO ALTERNADORES	20
2.1.2	FUENTES DE POTENCIA DE TRANSFORMADOR	21
2.1.2.1	Control por bobina móvil	21
2.1.2.2	Control de derivación móvil	22
2.1.2.3	Control de bobina secundaria derivada	23
2.1.2.4	Control de reactor saturable	23

2.1.2.5	Control por amplificador magnético	25
2.1.2.6	Factor de potencia.....	26
2.1.2.7	Reactor de núcleo móvil.....	26
2.1.3	FUENTES DE POTENCIA DE CA DE ONDA CUADRADA.....	27
2.1.3.1	Núcleo de memoria.....	28
2.1.3.2	Inversor con salida de CA	29
2.2	FUENTES DE POTENCIA DE CORRIENTE CONTINUA.....	31
2.2.1	CORRIENTE CONSTANTE.....	31
2.2.1.1	Diseño general	31
2.2.2	FUENTES DE POTENCIA DE VOLTAJE CONSTANTE.....	32
2.2.2.1	Características eléctricas.....	33
2.2.2.2	Diseño general	33
2.2.2.2.1	<i>Voltaje de circuito abierto</i>	33
2.2.2.2.2	<i>Pendiente</i>	34
2.2.2.2.3	<i>Inductancia</i>	34
2.2.2.2.4	<i>Rizo</i>	35
2.2.2.3	Especificación eléctrica	35
2.2.3	FUENTE DE POTENCIA DE INVERSOR	35
2.2.4	GENERADORES	36
2.2.4.1	Características de salida.....	37
2.2.4.2	Fuentes de potencia mecánica	39
2.2.4.3	Funciones auxiliares	40
2.2.5	FUENTES DE POTENCIA A PULSOS Y A PULSOS SINÉRGICOS	41
2.2.5.1	Fuentes de potencia a pulsos para GMAW	41
2.2.5.2	Fuentes de potencia a pulsos para GTAW.....	44

CAPÍTULO 3

PRUEBAS Y REQUISITOS PARA CERTIFICAR

MÁQUINAS SOLDADORAS.....45

3.1	INTRODUCCIÓN.....	45
3.2	GENERALIDADES	46
3.2.1	OPERACIÓN ADECUADA.....	46
3.2.2	CONDICIONES USUALES DE SERVICIO	46
3.2.3	CONDICIONES INUSUALES DE SERVICIO.....	47
3.2.4	INSTALACIÓN Y OPERACIÓN.....	47
3.3	REQUERIMIENTOS MECÁNICOS	48
3.3.1	CARCASA Y ARMAZÓN	48
3.3.2	PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	48
3.3.3	MANGUERAS DE LÍNEAS DE SERVICIO.....	48
3.3.4	AGUA DE ENFRIAMIENTO	49
3.3.5	ESCOBILLAS	49
3.3.6	PRUEBAS DE JALÓN Y CAÍDA.....	49
3.3.6.1	Prueba de jalón	49
3.3.6.2	Prueba de caída.....	50
3.3.6.3	Conformidad de las pruebas	50
3.4	CONSIDERACIONES ELÉCTRICAS.....	50
3.4.1	CONEXIÓN DEL SUMINISTRO DE PODER.....	50
3.4.2	SUMINISTRO DE PODER A TRAVÉS DE UN CORDÓN	

FLEXIBLE	52
3.4.3 SUMINISTRO DE PODER POR MEDIO DE UN SISTEMA PERMANENTE	54
3.4.4 PUESTA A TIERRA.....	54
3.4.5 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	55
3.4.6 PROVISIONES DE ELEMENTOS EXTERNOS.....	55
3.4.6.1 Cables de soldadura	56
3.4.6.2 Terminales de soldadura.....	56
3.4.7 REQUERIMIENTOS DEL CABLEADO INTERNO	58
3.4.7.1 Conductores aislados	58
3.4.7.2 Conductores sin aislamiento.....	59
3.4.7.3 Aislamiento de partes vivas.....	59
3.4.8 ESPACIAMIENTOS.....	59
3.4.9 REQUERIMIENTOS PARA COMPONENTES ESPECÍFICOS	59
3.4.9.1 Transformadores.....	59
3.4.9.2 Condensadores.....	60
3.4.9.3 Interruptores.....	60
3.4.9.4 Marca de conexiones y controles de operación.....	60
3.4.10 DERIVACIONES DE REGULACIÓN DE LA SALIDA	61
3.4.11 SUMINISTRO AUXILIAR DE PODER.....	61
3.4.11.1 Tomacorrientes	61
3.4.11.2 Protección	62
3.4.11.3 Circuito auxiliar de suministro de poder	62
3.4.12 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO	62
3.5 RANGOS Y DESEMPEÑO.....	63
3.5.1 RANGOS DE ENTRADA DE UNA FUENTE DE PODER QUE OPERA CON SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	63
3.5.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	63
3.5.3 VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO	63
3.5.3.1 Fuentes de poder para soldadura manual y semiautomática	64
3.5.3.2 Fuentes de poder para soldadura automática.....	64
3.5.4 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE I.....	64
3.5.4.1 General.....	64
3.5.4.2 Fuentes de poder de corriente alterna o corriente continua.....	65
3.5.4.3 Fuentes de poder de CA/CC	65
3.5.5 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE II	67
3.5.5.1 General.....	67
3.5.5.2 Fuentes de poder de corriente alterna o corriente continua.....	68
3.5.5.3 Fuentes de poder de CA/CC	68
3.5.6 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE III.....	70
3.5.6.1 General.....	70
3.5.7 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE VOLTAJE CONSTANTE NEMA CLASE I.....	72
3.5.8 OPERACIÓN SIN CARGA.....	74
3.5.9 NIVELES DE TEMPERATURA.....	74
3.5.10 PLACA DE DATOS	76

3.6	PRUEBAS DE TEMPERATURA	77
3.6.1	PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA PARA FUENTES DE PODER DE SOLDADURA POR ARCO	77
3.6.2	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DEL TERMÓMETRO	77
3.6.2.1	Definición	78
3.6.2.2	Medición	78
3.6.3	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DE RESISTENCIA	78
3.6.3.1	Definición	78
3.6.3.2	Medición	78
3.6.3.3	Determinación de la temperatura media por el método de la resistencia	79
3.6.4	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DE TERMOCUPLA	79
3.6.4.1	Definición	79
3.6.4.2	Medición	80
3.6.5	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE	80
3.6.6	TEMPERATURA DEL AIRE DE ENFRIAMIENTO DURANTE LA PRUEBA 81	
3.6.7	CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL TIEMPO DE PARADA	81
3.6.8	PARADA DE FUENTES DE PODER TIPO GENERADOR PARA PRUEBAS DE TEMPERATURA	81
3.7	PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL	82
3.7.1	PRUEBA DE ALTO POTENCIAL	82
3.7.2	VOLTAJE DE PRUEBA	82
3.7.3	DURACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL VOLTAJE DE PRUEBA	82
3.7.4	PUNTOS DE APLICACIÓN DEL VOLTAJE DE PRUEBA	82
3.7.5	TEMPERATURA A LA CUAL DEBE SER HECHA LA PRUEBA DE ALTO POTENCIAL	83
3.7.6	PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE ALTO POTENCIAL PARA COMPONENTES Y ACCESORIOS	83
3.7.7	PRUEBA DE ALTO POTENCIAL EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	84
3.8	EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	85
3.8.1	MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA Y DEL FACTOR DE POTENCIA	85
3.8.1.1	Condiciones para la prueba	85
3.8.1.1.1	<i>Entrada</i>	85
3.8.1.1.2	<i>Salida</i>	85
3.8.1.1.3	<i>Temperatura</i>	85
3.8.1.1.4	<i>Pérdidas varias</i>	85
3.8.1.2	Eficiencia	86
3.8.1.3	Factor de potencia de entrada	86
3.9	FUENTES DE PODER A SER USADAS CON GTAW	86
3.9.1	GENERALIDADES	86
3.9.2	RELACIÓN VOLTIO-AMPERIO PARA GTAW	86
3.9.3	CATEGORIAS DE FUENTES DE PODER DE GTAW	87
3.9.3.1	Fuentes de poder de corriente continua	87

3.9.3.2	Fuentes de poder de corriente alterna	87
3.9.3.3	Fuentes de poder de CA/CC	88
3.9.4	PLACA DE DATOS	89
3.10	FUENTES DE PODER CON ARRANCADORES DEL ARCO DE ALTA FRECUENCIA Y/O ESTABILIZADORES	89
3.10.1	GENERALIDADES	89
3.10.2	DEFINICIONES.....	90
3.10.2.1	Zona de soldadura.....	90
3.10.2.2	Alta frecuencia.....	90
3.10.2.3	Carcasa.....	90
3.10.3	PRINCIPIOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE INSTALACIONES DE ESTABILIZADORES DE ALTA FRECUENCIA DE SOLDADURA POR ARCO.....	90
3.10.3.1	Suministro primario de energía	90
3.10.3.2	Puertas de acceso y cubiertas.....	91
3.10.3.3	Protección del cableado en la zona de soldadura	91
3.10.3.4	Materiales conductores en la zona de soldadura	92
3.10.3.5	Circuito de soldadura.....	92
3.10.3.6	Puesta a tierra del circuito de soldadura	93
3.11	SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO CONTINUO PARA SOLDADURA POR ARCO	93
3.11.1	CONDICIONES DE SERVICIO	93
3.11.2	REQUERIMIENTOS MECÁNICOS	94
3.11.3	REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS.....	94
3.11.3.1	Unidad de alimentación de electrodo y control.....	94
3.11.3.1.1	<i>Rango de entrada de voltaje de control.....</i>	94
3.11.3.1.2	<i>Selección de los componentes eléctricos.....</i>	95
3.11.3.1.3	<i>Espaciamientos.....</i>	95
3.11.3.1.4	<i>Puesta a tierra.....</i>	95
3.11.3.1.5	<i>Protección de sobrecarga.....</i>	96
3.11.3.2	Montaje de la pistola y montaje del cable de la pistola.....	96
3.11.3.2.1	<i>Líneas de suministro.....</i>	97
3.11.3.3	Resistencia del aislamiento.....	97
3.11.4	RANGO Y DESEMPEÑO	98
3.11.4.1	Rangos del sistema de alimentación de electrodo	98
3.11.4.2	Desempeño	98
3.11.4.2.1	<i>Alimentación.....</i>	98
3.11.4.2.2	<i>Cargamento.....</i>	99
3.11.4.3	Temperatura alcanzada.....	99
3.11.4.3.1	<i>Sistema de alimentación de alambre.....</i>	99
3.11.4.3.2	<i>Ensamblajes de la pistola y del cable de la pistola.....</i>	100
3.11.4.4	Otros datos de desempeño	101
3.11.4.4.1	<i>Otros rangos.....</i>	104
3.11.5	MARCACIÓN.....	104
3.11.5.1	Placa de datos del alimentador de alambre.....	104
3.11.5.2	Marcación del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola.....	104

CAPÍTULO 4

EQUIPOS NECESARIOS Y SECUENCIA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS	106
4.1 SECUENCIA DE PRUEBAS	106
4.2 SECTORES O ESPACIOS PARA LAS PRUEBAS	107
4.3 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 1	107
4.3.1 RECEPCIÓN, ALMACENAJE Y ENTREGA.....	107
4.4 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 2	108
4.4.1 PRUEBAS VISUALES	108
4.4.2 PRUEBA DE JALÓN Y CAÍDA	110
4.4.3 PRUEBAS DE FUERZA EXTERNA Y TORQUE.....	110
4.5 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 3	112
4.5.1 MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES....	112
4.5.2 COMPROBACIÓN DE PUESTA A TIERRA	113
4.5.3 MEDICIÓN DE RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	114
4.5.4 PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN.....	115
4.5.5 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	116
4.6 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 4	116
4.6.1 PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL.....	116
4.6.2 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO	117
4.7 CERTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA SOLDADORA	118
4.8 ALMACENAJE PARA ENTREGA	119
4.9 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS.....	119

CAPÍTULO 5	
ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTOS DEL CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS	123
5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO DE CERTIFICACIÓN.....	123
5.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	126

CAPÍTULO 6	
ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL.....	240
6.1 INVERSIÓN INICIAL EN INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	240
6.2 INVERSIÓN INICIAL EN ESPACIO FÍSICO	242
6.2.1 ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN.....	242
6.2.1.1 Infraestructura del lugar.....	243
6.2.1.2 Transporte	244
6.2.1.3 Factores sociales	244
6.2.1.4 Disponibilidad de terrenos.....	244
6.2.2 TAMAÑO DE LA PLANTA	245
6.3 INVERSIÓN INICIAL TOTAL.....	246

CAPITULO 7	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	247

7.1	CONCLUSIONES.....	247
7.2	RECOMENDACIONES	250
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	254
	ANEXOS.....	255

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Principales elementos eléctricos de una fuente de potencia tipo transformador.....	3
Figura 1.2 Relación vectorial ideal de la salida de voltaje alternante empleando control de reactor	4
Figura 1.3 Fuente de potencia de CC monofásica controlada mediante un puente de SCR.....	7
Figura 1.4 Puente trifásico que emplea seis SCR (control de onda completo)	8
Figura 1.5 Puente trifásico híbrido con tres SCR y cuatro diodos (control de media onda)	8
Figura 1.6 Diagrama de inversor que muestra las secciones de la fuente de potencia y las formas de onda del voltaje.	10
Figura 1.7 Relación de salida voltaje-amperaje de una fuente de potencia de voltaje constante	13
Figura 1.8 Características voltaje-amperaje típicas de una fuente de potencia “de caída” con voltaje de circuito abierto ajustable	14
Figura 1.9 Curva voltaje-amperaje combinada.....	16
Figura 2.1 Esquema de una fuente de potencia del tipo alternador que incluye un reactor con derivaciones para el control burdo de la corriente y un amperaje de campo magnético ajustable para el control fino de la corriente de salida.....	21
Figura 2.2 Fuente de potencia de CA de bobina móvil.....	22
Figura 2.3 Fuente de potencia de CA de derivación móvil.....	23
Figura 2.4 Fuente de potencia de CA para soldadura del tipo de reactor saturable	24
Figura 2.5 Control de corriente de soldadura por amplificador magnético	26
Figura 2.6 Fuente de potencia de CA del tipo de reactor de núcleo móvil	27
Figura 2.7 Formas de onda típicas producidas por control de balance de potencia de onda cuadrada.....	28
Figura 2.8 Circuito inversor empleado con fuentes de potencia de CC duales para controlar el balance calorífico en GTAW	30

Figura 2.9 Forma de onda de corriente típica para la fuente de potencia de inversor dual con balance ajustable.	30
Figura 2.10 Relación voltaje-amperaje para una fuente de potencia rotatoria de corriente constante.....	37
Figura 2.11 Efecto de las variaciones de control de corriente sobre la salida del generador	38
Figura 2.12 Efecto de las variaciones en el control de voltaje sobre la salida del generador	39
Figura 2.13 Curvas características típicas de una fuente de potencia de motor-generador de 300 amperios de CC.....	40
Figura 2.14 Salida de corriente de una fuente de potencia a pulsos para GMAW.....	42
Figura 2.15 Circuito base para la operación a pulsos sinérgicos	43
Figura 2.16 Programa de GTAW a pulsos típico	44
Figura 4.1 Mecanismo de poleas.	111
Figura 6.1 Distribución de la planta.	245

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Métodos de variación de la impedancia	32
Tabla 3-1 Medida de los cables conductores flexibles	51
Tabla 3-2 Medida de conductores aislados de cobre (no más de tres conductores por cable).....	52
Tabla 3-3 Fuerza Externa.....	53
Tabla 3-4 Diámetro del agujero ciego o agujero para el conducto y ancho de la superficie plana circundante.....	54
Tabla 3-5 Espacios en fuentes de poder para soldadura	57
Tabla 3-6 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA o CC ...	66
Tabla 3-7 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA/CC	67
Tabla 3-8 Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA o CC ..	69
Tabla 3-9 Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA/CC	69
Tabla 3-10 Fuentes de Poder NEMA Clase III de Corriente Constante	71
Tabla 3-11 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Voltaje Constante, CA o CC	73
Tabla 3-12 Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder tipo generadores de CC, generador-rectificador de CA y generador de CA.	75
Tabla 3-13 Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder de tipo transformadores de CA, transformador-rectificador de CC y transformador-rectificador de CA o CC.	76
Tabla 3-14 Temperaturas máximas en superficies externas.....	100
Tabla 4-1 Pesos equivalentes.	112
Tabla 4.2 Instrumentos y Herramientas necesarias	120
Tabla 4.3 Equipos Seleccionados.	121
Tabla 6-1 Cotización de Instrumentos, Herramientas y Equipos.....	241
Tabla 6-2 Cotización de accesorios para realizar las pruebas	242
Tabla 6-3 Análisis de los factores de ubicación de la empresa.....	243
Tabla 6-4 Inversión Inicial Total.....	246

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es: desarrollar los procedimientos para realizar la certificación de máquinas soldadoras y brindar una guía en cuanto a la estructura organizacional y física de un Centro de Certificación de máquinas soldadoras.

Se inicia con el estudio de las diferentes fuentes de poder para soldadura por arco para los procesos SMAW, GMAW, GTAW y FCAW debido a que es indispensable conocer el funcionamiento de las máquinas soldadoras para que, con criterio, y en base a las pruebas que se les realiza, poder determinar si las soldadoras pueden o no obtener la certificación.

Posteriormente se detallan todos los requisitos y pruebas exigidos por las normas NEMA EW-1 y EW-3 que deben cumplir las máquinas soldadoras para que puedan ser certificadas.

Luego, se ordenan secuencialmente las pruebas en sectores para evitar demoras y pérdidas de tiempo, y en base a estas pruebas, se determinan los instrumentos, herramientas y equipos necesarios para realizar los ensayos de certificación.

Una vez que se conocen los sectores y el orden de las pruebas se procede a redactar los procedimientos con los cuales se deben llevar a cabo los diferentes ensayos y se da una guía de la posible estructura organizacional de un centro de certificación.

Finalmente, se pasa hacer la estimación de la inversión inicial que se necesitaría para implantar un Centro de Certificación de máquinas soldadoras, cumpliendo así con los objetivos planteados inicialmente.

PRESENTACIÓN

La actual situación económica del país, requiere que la industria ecuatoriana se muestre innovadora, competitiva y capaz de afrontar los nuevos desafíos que exige la globalización, es por eso que el presente proyecto ha buscado cumplir con todas estas exigencias y lo ha logrado, debido a que este es un proyecto completamente nuevo dentro de nuestro país y que se proyecta a ser muy competitivo, tanto a nivel nacional como internacional.

En la actualidad la industria local se encuentra en vías de desarrollo y está buscando ser competitiva, no solo a nivel nacional, sino también internacional, y para lograrlo necesita que sus productos sean de alta calidad, es por eso que las empresas están implementando sistemas de calidad total y, dentro de las empresas que emplean los procesos de soldadura, el primer paso que tienen que dar para cumplir con su sistema de calidad es el certificar sus máquinas soldadoras, de ahí que se ha visto la necesidad de llevar a cabo este proyecto.

El proyecto ha sido desarrollado en base a normas internacionales, las cuales cuentan con aceptación mundial, y garantizan la calidad de la certificación de las máquinas soldadoras. Este proyecto será de gran ayuda para dar una idea clara de todos los pasos que se deben seguir para implantar un centro de certificación y de cómo debe ser llevada a cabo la certificación de las máquinas soldadoras.

CAPÍTULO 1

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS FUENTES DE POTENCIA PARA SOLDADURA POR ARCO

1.1 INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es servir como guía para entender los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de fuentes de potencia utilizados en los procesos de soldadura por arco, así como de los dispositivos de control que emplean dichas fuentes.

El primer paso consiste en determinar los requerimientos eléctricos del proceso de soldadura con el cual se utilizará la fuente de potencia, no obstante, este capítulo tratará únicamente los aspectos técnicos de la potencia y no los teóricos.

Cabe destacar que se requieren muchos tipos de fuentes de potencia para satisfacer las singulares exigencias eléctricas de los diversos procesos de soldadura por arco. Además, existen configuraciones tanto pulsadas como no pulsadas de estas fuentes de potencia, controladas ya sea manual o automáticamente, por lo que estudiar el funcionamiento de las soldadoras es una tarea amplia y en este proyecto se expondrá más de aquellas utilizadas en los procesos de soldadura por arco más comunes.

1.2 GENERALIDADES

La primera función de las máquinas soldadoras es disminuir el voltaje de entrada a un intervalo de voltaje de salida apropiado que por lo regular es de 20 a 40 voltios ya que el voltaje proporcionado por las compañías eléctricas con fines industriales es muy alto para usarse directamente en la soldadura por arco.

El dispositivo, ya sea transformador o motor-generador, proporciona también una corriente de soldadura elevada, generalmente comprendida de 30 a 1500 amperios (A) y cuya salida típica puede ser corriente alterna (CA), corriente continua (CC) o ambas.

Las fuentes de potencia pueden ser de corriente constante, de voltaje constante o ambas y también puede tener un modo de salida de pulsos.

En realidad, las fuentes de potencia no tienen características ciento por ciento constantes, sino que sus curvas características son relativamente constantes en comparación con el cambio que se produce en el voltaje (para las de corriente constante) o en el amperaje (para las de voltaje constante). Se puede decir que las fuentes de potencia de voltaje constante por lo regular se acercan más a una salida de voltaje constante que las fuentes de corriente constante a una salida de corriente constante.

1.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La soldadura por arco emplea arcos de bajo voltaje y alto amperaje. Esto se puede lograr a través de un transformador, un generador eléctrico o un alternador impulsado por un motor eléctrico.

Los generadores eléctricos empleados en soldadura por arco la mayoría de veces se destinan únicamente a soldadura con corriente continua (CC), mientras que los alternadores proporcionan una salida de corriente alterna (CA) que debe ser rectificadas para obtener una salida de CC.

1.3.1 TRANSFORMADOR PARA SOLDADURA

Una fuente de potencia para soldadura por arco tipo transformador utiliza un transformador con la bobina primaria y la secundaria separadas.

La siguiente ecuación es fundamental en los transformadores:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (1.1)$$

Donde

N_1 = número de vueltas del devanado primario del transformador

N_2 = número de vueltas del devanado secundario

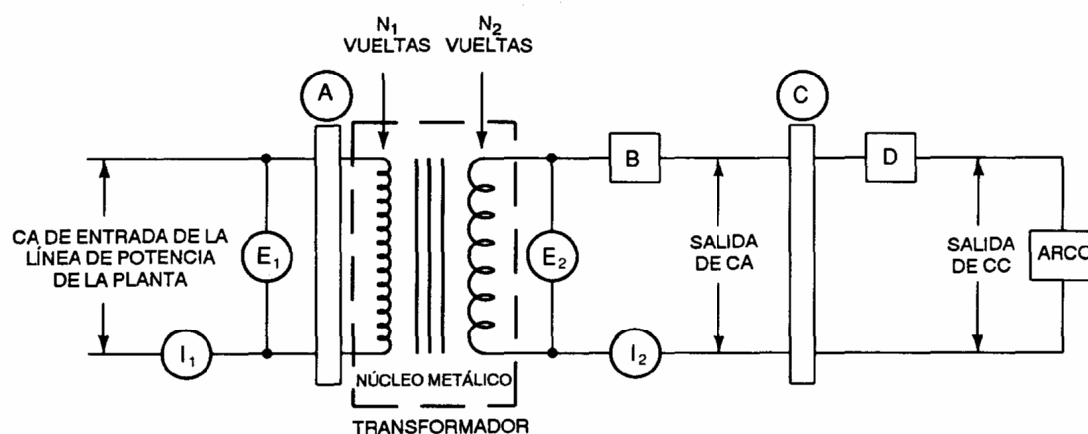
E_1 = voltaje de entrada

E_2 = voltaje de salida

I_1 = corriente de entrada

I_2 = corriente de salida (de carga)

La figura 1.1 muestra los elementos básicos de un transformador para soldadura y sus componentes asociados.



(A) Si se emplea un inversor primario de estado sólido, 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 si se emplea control tipo conmutador. También indica la posición del resistor de pendiente, si se usa, o del inductor para el circuito de ca.

Figura 1.1 Principales elementos eléctricos de una fuente de potencia tipo transformador

Para controlar el OCV y disminuir el voltaje de salida de la máquina se pueden usar derivaciones en el devanado secundario del transformador para seleccionar un menor número de vueltas del secundario.

El selector de derivación puede ajustar directamente las características de salida del transformador, pero es más común que se inserte en el devanado secundario del transformador una fuente de impedancia en serie a la que puede ajustarse su valor para suministrar esta característica. Algunos tipos de fuentes de potencia combinan estos dos mecanismos de la siguiente manera: las derivaciones se encargan de ajustar el voltaje de circuito abierto de la máquina soldadora, y la impedancia proporciona las características de pendiente voltaje-amperaje deseadas. Esto es conocido como control de corriente o control de pendiente.

La figura 1.2 muestra una relación vectorial ideal de los voltajes alternantes cuando se usa un reactor como dispositivo de impedancia. Es necesario sumar vectorialmente debido a que los voltajes de carga y de impedancia alternantes no están en fase temporal.

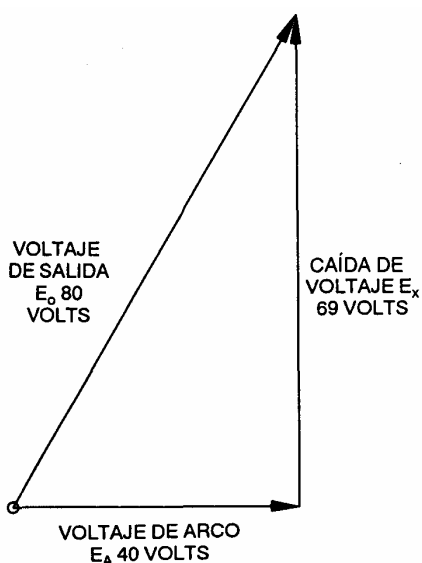


Figura 1.2 Relación vectorial ideal de la salida de voltaje alternante empleando control de reactor

Se puede usar tanto reactores como impedancias para producir una característica de voltaje descendente. Una ventaja del reactor es que prácticamente no consume potencia, esto se debe a que el cambio de fase que existe entre el

voltaje y la corriente hace que las pérdidas se reduzcan considerablemente, teniendo como únicas pérdidas las del hierro y las del cobre, que son muy pequeñas. 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. Ésta es una ventaja en los procesos de soldadura SMAW y GTAW.

Puede usarse también resistores pero la desventaja de este es que se producen pérdidas importantes de potencia por encontrarse en fase la corriente y el voltaje.

Existen varias maneras de modificar la reactancia de un reactor y al hacerlo se altera la caída de voltaje a través de este, obteniendo distintos valores de reactancia inductiva, pudiendo graficar una curva voltaje-amperaje específica para cada uno de estos valores, con lo cual se crea la función de control dominante de este tipo de fuentes de potencia.

Además de ajustarse la reactancia, también puede ajustarse la inductancia mutua entre las bobinas del primario y el secundario.

En las soldadoras de CA-CC que cuentan con transformador y rectificador, el rectificador está entre la reactancia variable o las derivaciones del transformador y la terminal de salida.

1.3.2 GENERADOR Y ALTERNADOR

Los generadores producen corriente continua y los alternadores producen corriente alterna y se usan como fuente de potencia para soldadura por arco.

En estos equipos por lo regular no se necesita un inductor o reactor de filtro para mejorar la estabilidad del arco debido a que las múltiples vueltas del devanado en serie del campo del generador proveen suficiente inductancia para garantizar la estabilidad del arco.

En un generador de CC, así como en un alternador, el voltaje de circuito abierto se controla por medio de una pequeña corriente variable aplicada en el devanado de campo principal o en paralelo y es la que controla la salida del devanado de campo en serie que es el que provee la corriente de soldadura.

Para invertir la polaridad basta con cambiar la conexión entre el excitador y el campo principal.

1.3.3 DIODOS DE ESTADO SÓLIDO

Un diodo es un elemento electrónico que tiene dos terminales denominados ánodo y cátodo.

Es un elemento unidireccional, es decir que permite la circulación de la corriente en un solo sentido, de ánodo a cátodo. Si se disponen los diodos de manera adecuada, es posible convertir CA en CC. En su estructura interna está constituido por la unión de dos materiales semiconductores, el uno de tipo P y el otro de tipo N.

Los diodos bloquean un voltaje inverso limitado, por lo que para seleccionarlos para el circuito rectificador de las fuentes de potencia, estos deben bloquear por lo menos el doble del voltaje de circuito abierto, lo que garantiza un margen de operación seguro.

La mayor parte de las fuentes de potencia de rectificador tienen un resistor, condensador u otro dispositivo electrónico para suprimir los transitorios de voltaje inverso debido a que un diodo puede sufrir daños por un voltaje alto transitorio.

1.3.4 RECTIFICADOR CONTROLADO POR SILICIO (SCR) O TIRISTOR

Estos dispositivos son muy parecidos a los diodos, solo que los SCR cuentan con una compuerta por medio de la cual ingresa un pulso que indica por cuanto

tiempo pasa corriente a través del SCR con lo que controla directamente la potencia de soldadura, alterando la forma de onda del voltaje o la corriente.

En su estructura está constituido con cuatro capas de material semiconductor, dos de tipo P y dos de tipo N colocadas alternadamente.

Se puede encender selectivamente los SCR aplicándoles una señal de compuerta. Los SCR también pueden ser empleados en configuraciones de inversor.

El circuito de la figura 1.3 funciona igual que un circuito rectificador de onda completa de diodos con la diferencia de que es necesario aplicar una señal de compuerta a los SCR para activarlos selectivamente.

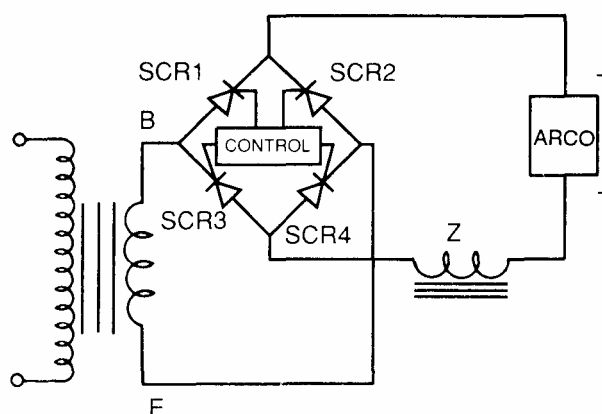


Figura 1.3 Fuente de potencia de CC monofásica controlada mediante un puente de SCR

Por medio del control de fase se puede controlar la potencia entregada, y funciona de la siguiente manera:

Si se requiere potencia elevada, la conducción se inicia poco después del inicio del medio ciclo; si el requerimiento es de baja potencia, la conducción se retrasa hasta más avanzado el medio ciclo.

La sincronización de las señales de compuerta deben ser controladas con mucha precisión.

Existen varias configuraciones de SCR que pueden usarse en soldadura por arco tales como: un puente trifásico con seis SCR mostrado en la figura 1.4; puente trifásico con tres diodos y tres SCR como se muestra en la figura 1.5.

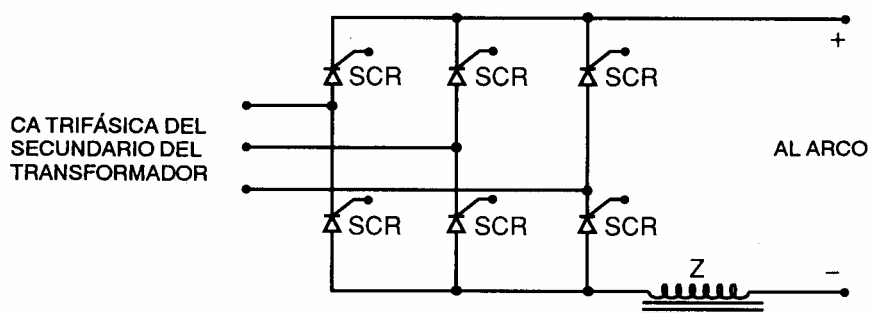


Figura 1.4 Puente trifásico que emplea seis SCR (control de onda completo)

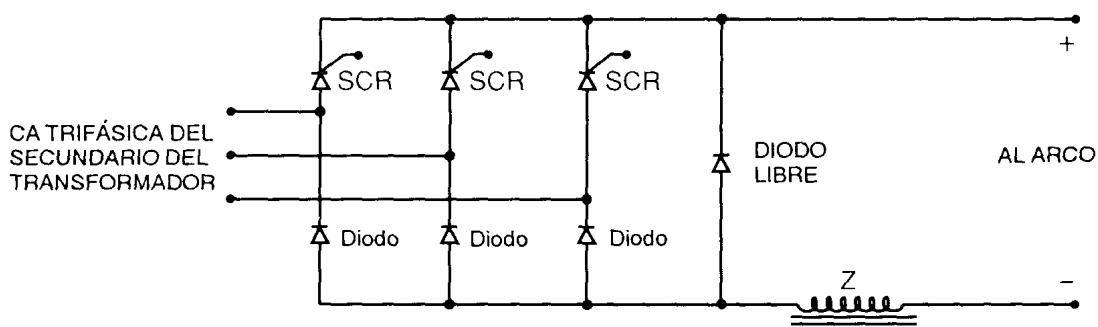


Figura 1.5 Puente trifásico híbrido con tres SCR y cuatro diodos (control de media onda)

1.3.5 TRANSISTORES

Estos elementos difieren del SCR en varios aspectos, tales como: la conducción es proporcional a la señal de control aplicada; y, se puede apagar sin esperar que se invierta la polaridad.

Presenta algunas desventajas en comparación con el SCR, entre las cuales están: mayor costo; menor capacidad de transporte de corriente. Por estos

motivos se emplean transistores solo cuando se requiere controlar muchas variables y se debe hacerlo con gran precisión.

Los transistores pueden realizar la modulación de frecuencia y la modulación de anchura de pulso en fuentes de potencia de soldadura.

1.3.6 INVERSOR DE ESTADO SÓLIDO

El uso de un circuito inversor puede ayudar a reducir sustancialmente el tamaño, peso y las pérdidas eléctricas de los componentes magnéticos de las fuentes de poder, además, ofrece un tiempo de respuesta más rápido y requiere menos electricidad.

Un inversor convierte CC en CA de alta frecuencia con la ayuda de dispositivos de estado sólido (SCR o transistores). La frecuencia que se puede obtener va desde 1000 a 50000 Hz y, ya que el tamaño del transformador es inversamente proporcional a la frecuencia, se puede conseguir reducir el peso y el tamaño de las fuentes de potencia hasta en un 75% con el uso de circuitos inversores.

La potencia de salida en un circuito inversor se controla aprovechando el principio de control de razón de tiempo o TRC (time ratio control). El TRC es la regulación de los tiempos de “encendido” y “apagado” de los dispositivos de estado sólido.

La fórmula de TRC es:

$$V_{out} = V_{in} \times t_{on} \times f \quad (1.2)$$

Esta fórmula muestra que existen dos métodos para controlar una fuente de potencia de inversor: variando el tiempo encendido t_{on} , o la frecuencia. Al variar t_{on} se modula la anchura de pulso, en tanto que, al variar la frecuencia el TRC la modula a esta.

La figura 1.6 es un diagrama de bloques de un inversor empleado para soldadura con CC.

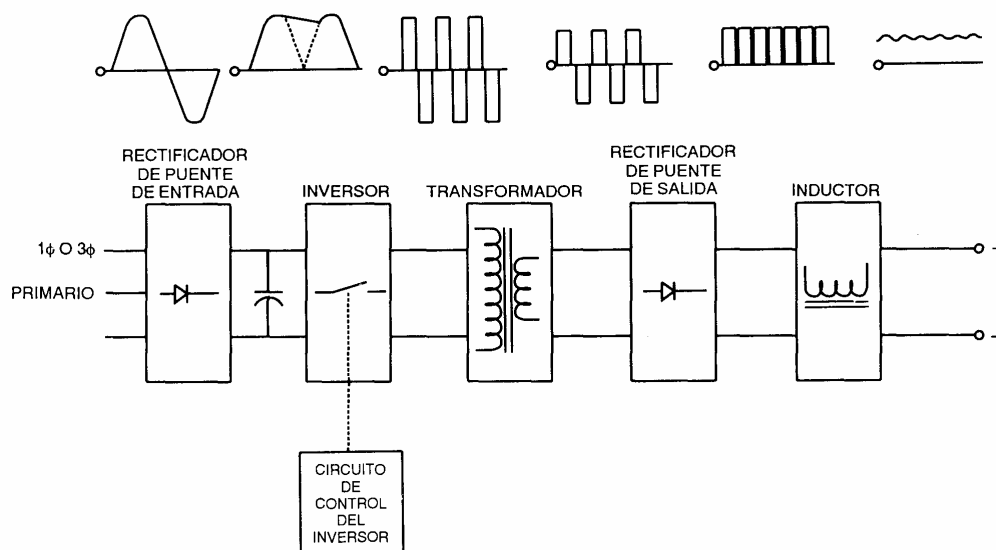


Figura 1.6 Diagrama de inversor que muestra las secciones de la fuente de potencia y las formas de onda del voltaje.

Lo que primero se hace es convertir la CA en CC por medio de un rectificador de onda completa, luego esta corriente ingresa al circuito inversor el cual la convierte en CA de onda cuadrada de alta frecuencia (entre 1 y 50 KHz.). Este voltaje de alta frecuencia permite emplear un transformador más pequeño y una vez transformada, la corriente se rectifica de CA a CC para soldar.

1.4 CARACTERÍSTICAS VOLTAJE-AMPERAJE

Las características estática y dinámica, afectan la estabilidad del arco, pero de manera distinta, dependiendo del proceso de soldadura, y además determinan la efectividad de las soldadoras.

Para obtener las características estáticas de una soldadora se emplean un conjunto de curvas de voltaje de salida vs corriente de salida, las cuales se llaman curvas voltaje-amperaje y se miden fácilmente sin carga empleando procedimientos de prueba convencionales con cargas resistivas.

Las características dinámicas son variaciones que ocurren en milésimas de segundo y se las determina midiendo las variaciones transitorias en la corriente y el voltaje de salida que existen en el arco.

La generalidad de los arcos de soldadura opera en condiciones que cambian continuamente. En particular, hay transitorios:¹

1. Durante el encendido del arco
2. Cuando la longitud del arco cambia rápidamente
3. Durante la transferencia de metal a través del arco, y
4. Durante la extinción del arco y la reignición en cada medio ciclo en el caso de soldadura con CA.

La fuente de potencia debe estar en la capacidad de responder con prontitud a las demandas que generan los transitorios. Es importante controlar las características dinámicas de una máquina soldadora.

Entre las características de diseño de las fuentes de potencia para soldadura por arco que sí afectan las características dinámicas son las que ofrecen: ¹

1. Almacenamiento local de la energía transitoria, como circuitos de capacitancia en paralelo o inductancia en serie de CC.
2. Controles de retroalimentación en sistemas regulados automáticamente.
3. Modificaciones de la forma de onda o de las frecuencias de operación del circuito.

El objetivo al modificar o controlar estas características casi siempre es mejorar la estabilidad del arco. Entre los resultados benéficos están: ¹

1. Transferencia de metal más uniforme.
2. Reducción en las salpicaduras de metal.
3. Menor turbulencia en el charco de soldadura.

1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE VOLTAJE CONSTANTE

Según la norma EW-1 de la NEMA, se define a una fuente de potencia de voltaje constante como sigue: “Una fuente de potencia de voltaje constante para soldadura por arco es una fuente de potencia que cuenta con un mecanismo para ajustar el voltaje de carga y que tiene una curva estática voltaje-amperaje que tiende a producir un voltaje de carga relativamente constante. La corriente de carga, a un voltaje de carga dado, varía dependiendo de la tasa a la cual un electrodo consumible se alimenta al arco.”² Esto quiere decir que la variación de la corriente es mayor a la variación que sufre el voltaje del arco. Las máquinas de voltaje constante normalmente se emplean en procesos de soldadura que utilizan un electrodo consumible de alimentación continua, como son los procesos GMAW, FCAW y SAW.

En la figura 1.7 se observa una curva voltaje-amperaje de voltaje constante. Las fuentes de potencia con este tipo de curvas no tienen una salida de voltaje verdaderamente constante, ya que tiene una pendiente ligeramente descendente debido a la impedancia eléctrica interna del circuito de soldadura, pero se la puede modificar variando la impedancia.

Con este tipo de curvas al producirse un pequeño cambio en el voltaje (25%), el amperaje cambia abruptamente (50%), tal como se muestra en la figura 1.7. esto sirve para mantener un arco de longitud constante debido a que la tasa de fusión del electrodo se elevará o reducirá automáticamente para recuperar la longitud del arco (voltaje) deseada. Este efecto se conoce como autorregulación.

Algunas fuentes de potencia incluyen en sus características dinámicas un limitador de la rapidez de cambio de la corriente, lo cual es muy útil en el proceso GMAW durante la transferencia en cortocircuito ya que reduce la fuerza explosiva cuando la punta del electrodo toca el charco de soldadura.

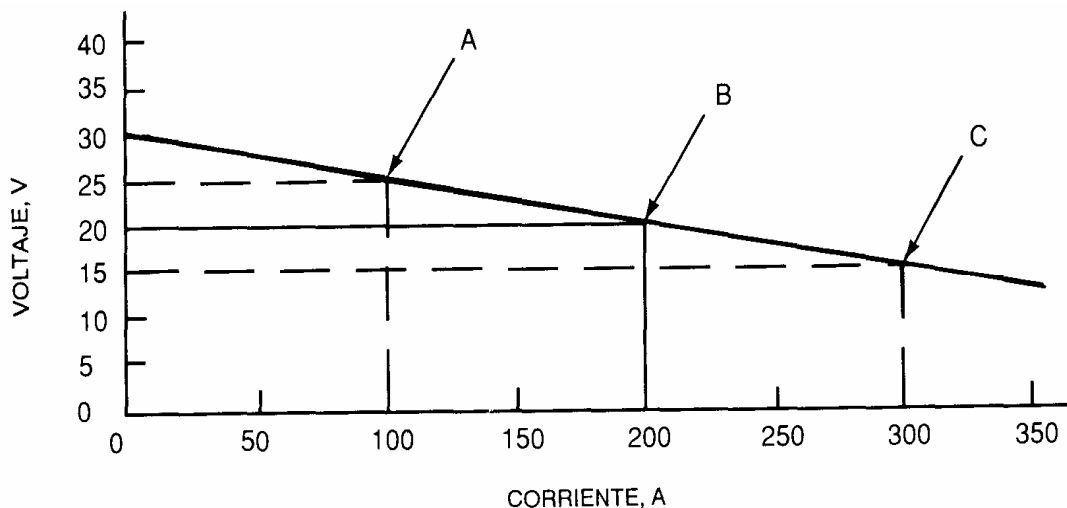


Figura 1.7 Relación de salida voltaje-amperaje de una fuente de potencia de voltaje constante

1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE CORRIENTE CONSTANTE

Según la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) en su norma EW-1, “Fuentes de potencia para soldadura con arco eléctrico”, se define a una fuente de poder de soldadura por arco de corriente constante como una que “...cuenta con un mecanismo para ajustar la corriente de carga y tiene una curva estática voltaje-amperaje que tiende a producir una corriente de carga relativamente constante. El voltaje de carga, a una corriente de carga dada, varía rápidamente dependiendo de la tasa a la cual un electrodo consumible alimenta al arco, excepto, cuando se usa un electrodo no consumible, entonces el voltaje de carga varía dependiendo de la distancia entre el electrodo y la pieza de trabajo”.²

Esto quiere decir que si la longitud del arco varía, produciendo cambios en el voltaje del arco, la corriente de soldadura permanece más o menos constante. Se debe tener en cuenta que cada nivel de corriente produce una curva voltaje-amperaje distinta cuando se prueba en condiciones estables, como con una carga resistiva. En los alrededores del punto de operación, el cambio porcentual en la corriente es menor que el cambio porcentual en el voltaje.

Estas fuentes de potencia generalmente se usan para soldadura manual (SMAW y GTAW), donde son inevitables las variaciones en la longitud del arco a causa del elemento humano.

En la figura 1.8 se muestran curvas de salida voltaje-amperaje (V-A) para una soldadora “de caída” de corriente constante. La máquina soldadora puede tener regulación del voltaje de circuito abierto aparte del control de la corriente de salida, con esto se modificará la pendiente de la curva voltaje-amperaje si se varía cualquiera de estos controles.

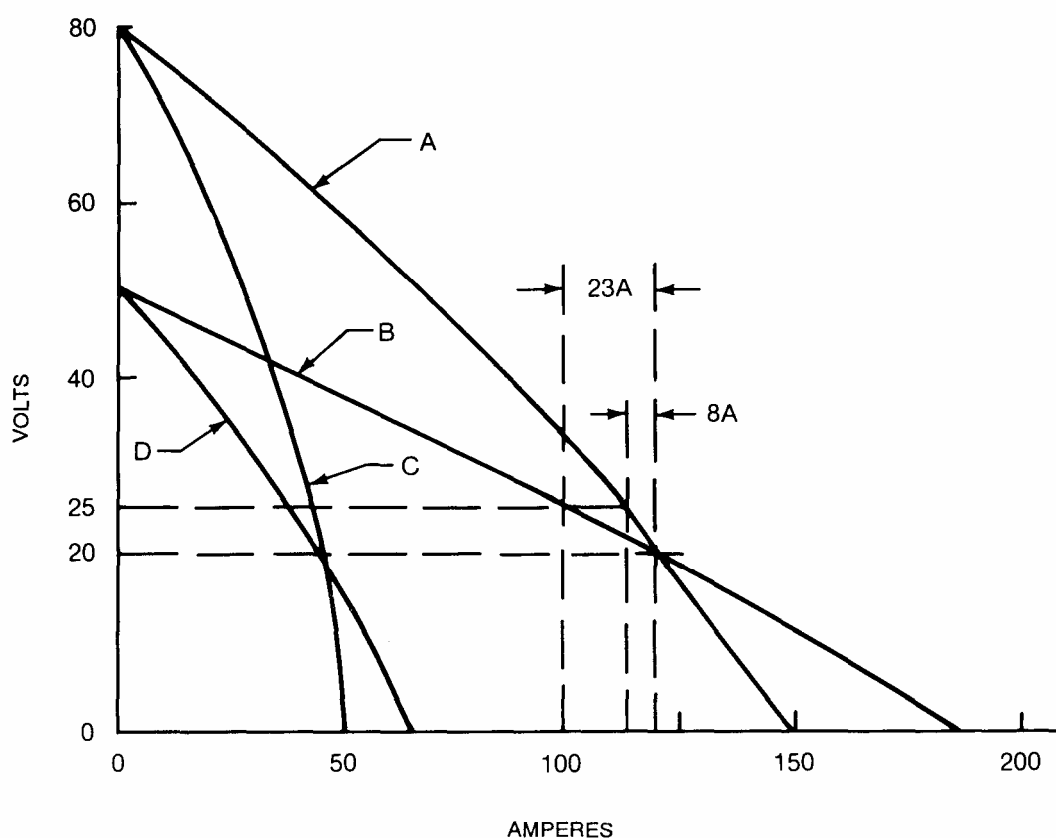


Figura 1.8 Características voltaje-amperaje típicas de una fuente de potencia “de caída” con voltaje de circuito abierto ajustable

El efecto de la pendiente de la curva V-A sobre la potencia de salida se observa claramente en la figura 1.8. Con un OCV de 80 V el porcentaje de variación de la corriente es de 6.5% (de 123 a 115 A) cuando el voltaje del arco aumenta de 20 a 25 V (25%), mientras que con un OCV de 50 V, para el mismo incremento de voltaje, el amperaje disminuye en un 19% (de 123 a 100 A) esto nos muestra que

con una curva más plana, el soldador puede variar sustancialmente la corriente modificando la longitud del arco lo cual puede ser muy útil para soldar fuera de posición porque se podría controlar la tasa de fusión del electrodo y el tamaño del charco de soldadura.

El control de corriente sirve para suministrar una salida más baja con la ventaja de que se obtienen curvas voltaje-amperaje con pendiente más abrupta (curvas C y D), las cuales ofrecen una salida de corriente casi constante que permite mayores cambios en el voltaje con pequeñas variaciones en la corriente, lo cual es significativamente importante en los procesos manuales como el SMAW y GTAW.

1.4.3 CARACTERÍSTICAS COMBINADAS DE CORRIENTE Y VOLTAJE CONSTANTES

De una misma fuente de potencia es posible suministrar una salida ya sea de voltaje constante o de corriente constante a través de controles eléctricos.

Algunos diseños pueden realizar automáticamente el cambio de corriente constante a voltaje constante o de voltaje constante a corriente constante.

Las salidas controladas electrónicamente también pueden producir curvas de salida mixta, o sea de corriente constante y voltaje constante tal como se muestra en la figura 1.9. La parte superior de la curva es en esencia de corriente constante; sin embargo, al llegar a cierto voltaje de disparo, la curva cambia a voltaje constante. Este tipo de curva es bueno para SMAW porque ayuda al arranque del arco y a evitar que el electrodo se pegue en el charco si el soldador reduce demasiado la longitud del arco.¹

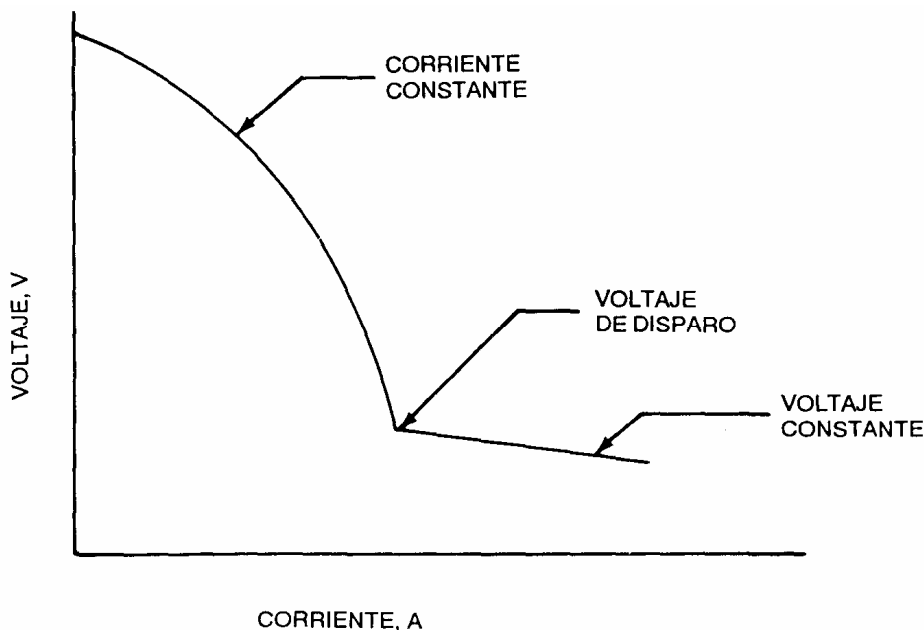


Figura 1.9 Curva voltaje-amperaje combinada

También existen máquinas en las cuales se puede seleccionar para que trabajen sea a intensidad constante o a voltaje constante. Estas se conocen como multiprocesos y sirven para la soldadura de todos los procesos por arco eléctrico sean manuales, semiautomáticos o automáticos.

1.5 VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO (OCV)

El voltaje de circuito abierto u OCV por sus siglas en inglés, es el voltaje que se mide a la salida de una soldadora cuando está energizada, pero no se está extrayendo corriente. El voltaje de circuito abierto influye directamente en el rendimiento de todas las máquinas soldadoras.

El voltaje sin carga o de circuito abierto (OCV) de las fuentes de potencia de corriente constante es bastante más alto que el voltaje del arco.

El OCV de los generadores o alternadores se relaciona con la fuerza del campo magnético, la velocidad de rotación, el número de vueltas de las bobinas de carga, etc. En estas máquinas soldadoras generalmente se permite variar el OCV.

Las soldadoras de las clases I y II de la NEMA normalmente tienen un OCV igual o cercano al máximo especificado, mientras que, las soldadoras clase III a menudo suministran dos o más voltajes de circuito abierto.

1.6 CICLO DE TRABAJO

El ciclo de trabajo es uno de los puntos más importantes en la especificación de una fuente de poder para soldadura. Expresa (en porcentaje) la porción de tiempo durante el cual la fuente de poder debe entregar su capacidad nominal en cada uno de los intervalos de trabajo sucesivos sin que su temperatura exceda un límite preestablecido. Los ciclos de trabajo de la NEMA se basan en un intervalo de prueba de 10 minutos (ver ecuación 1.3). Así, un ciclo de trabajo NEMA del 80% (que es una especificación industrial estándar) significa que la fuente de potencia puede suministrar su salida especificada durante 8 de cada 10 minutos sin sobrecalentarse. Una fuente de potencia con ciclo de trabajo del 100% está diseñada para producir su salida especificada continuamente sin exceder los límites de temperatura prescritos para sus componentes.

$$f = \frac{t_s}{t_T} \times 100\% \quad (1.3)$$

Donde:

f = Factor de marcha o ciclo de trabajo

t_s = Tiempo de soldadura

t_T = 10 minutos

Las unidades industriales diseñadas para soldadura manual normalmente tienen una especificación de ciclo de trabajo del 60%. Para procesos automáticos o semiautomáticos, el ciclo de trabajo suele ser del 100%. Las fuentes de potencia para trabajo ligero por lo regular tienen ciclo de trabajo del 20%. Los fabricantes pueden proporcionar especificaciones con otros valores de ciclo de trabajo.

Con las siguientes fórmulas se calcula el ciclo de trabajo a salidas distintas de la

especificada (ecuación 1.4) y una salida de corriente distinta de la especificada a un ciclo de trabajo determinado (ecuación 1.5):

$$f_a = \left(\frac{I}{I_a} \right)^2 x f \quad (1.4)$$

$$I_a = I x \left(\frac{f}{f_a} \right)^{1/2} \quad (1.5)$$

Donde:

f = ciclo de trabajo especificado en por ciento

f_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 fuente de potencia nunca debe operarse por encima de su corriente o ciclo de trabajo especificados a menos que se cuente con la aprobación del fabricante.

1.7 CLASIFICACIONES DE LA NEMA

La NEMA clasifica a las máquinas soldadoras en tres clases, basándose en el ciclo de trabajo:

1. NEMA Clase I: se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclos de trabajo de 60, 80 o 100%.
2. NEMA Clase II: se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclos de trabajo de 30, 40 o 50%.
3. NEMA Clase III: se caracteriza por su capacidad para suministrar la salida especificada con ciclo de trabajo de 20%.

Adicionalmente, las fuentes de potencia NEMA Clase I y II se definen como fuentes de potencia para soldadura por arco completamente armadas que abarcan las características de las siguientes máquinas: ¹

1. Una máquina de corriente constante, voltaje constante o corriente constante/voltaje constante.
2. Una máquina de un solo operador.
3. Una de las siguientes:
 - a) Fuente de potencia para soldadura por arco de generador de CC.
 - b) Fuente de potencia para soldadura por arco de generador de CA.
 - c) Fuente de potencia para soldadura por arco de generador-rectificador de CC.
 - d) Fuente de potencia para soldadura por arco de generador-rectificador de CA/CC.
 - e) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador de CA.
 - f) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador-rectificador de CC.
 - g) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador-rectificador de CA/CC.

Para las fuentes de potencia NEMA Clase III, estas tienen las siguientes características:

1. Una máquina de corriente constante.
2. Una máquina de un solo operador.
3. Una de las siguientes:
 - a) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador de CA.
 - b) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador-rectificador de CC.
 - c) Fuente de potencia para soldadura por arco de transformador-rectificador de CA/CC.

CAPÍTULO 2

FUENTES DE POTENCIA PARA SOLDADURA POR ARCO

Una vez que ya se conocen los principios de funcionamiento de las fuentes de potencia para soldadura por arco se procederá a hacer una descripción más detallada de los diferentes tipos de fuentes con la finalidad de conocer el funcionamiento de cada una de ellas.

Las fuentes de potencia para soldadura por arco que se describen en este capítulo incluyen las que se usan para los procesos de arco de metal protegido (SMAW), arco de metal y gas (GMAW), arco con núcleo de fundente (FCAW) y arco de tungsteno y gas (GTAW).

2.1 FUENTES DE POTENCIA DE CORRIENTE ALTERNA

2.1.1 FUENTES DE POTENCIA TIPO ALTERNADORES

Un alternador convierte energía mecánica, proveniente de un motor de combustión interna o de un motor eléctrico, en energía eléctrica apropiada para soldadura. Las bobinas del campo magnético se encuentran en el rotor mientras que el estator contiene las bobinas de la corriente de soldadura devanadas en ranuras del núcleo de hierro. Para producir el campo magnético rotatorio se usan anillos deslizantes por medio de los cuales se suministra una CC baja al rotor. La potencia de soldadura de CA en estas bobinas se genera por la rotación del campo.

La frecuencia de la corriente de soldadura producida está en función de la velocidad de rotación del rotor y del número de polos que tiene el alternador.

Pueden usarse reactores saturables o de núcleo móvil o, el más común, un reactor con derivaciones combinado con un control del campo magnético del

alternador para el control del amperaje de salida. Estos controles se muestran en la figura 2.1.

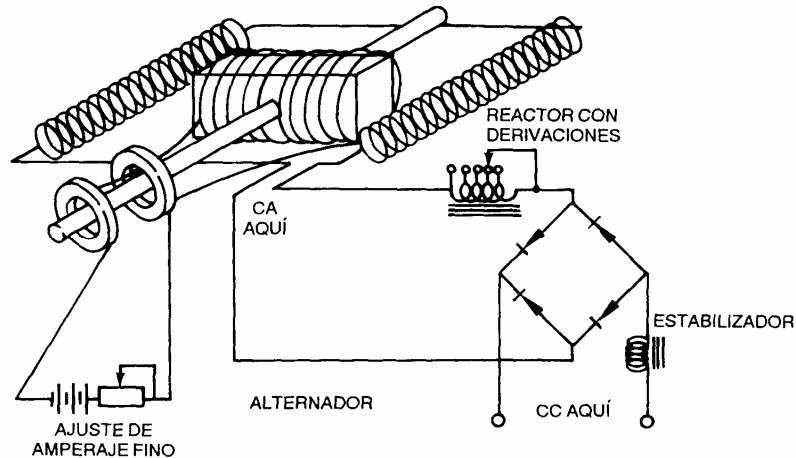


Figura 2.1 Esquema de una fuente de potencia del tipo alternador que incluye un reactor con derivaciones para el control burdo de la corriente y un amperaje de campo magnético ajustable para el control fino de la corriente de salida

2.1.2 FUENTES DE POTENCIA DE TRANSFORMADOR

Normalmente se emplean transformadores monofásicos que se conectan con las líneas de potencia de CA y transforman el voltaje y el amperaje de entrada a niveles adecuados para la soldadura por arco. La máquina soldadora de tipo transformador debe incluir un mecanismo para controlar la corriente de soldadura o el voltaje del arco, o ambas cosas debido a que las diversas aplicaciones tienen distintos requerimientos de potencia de soldadura.

2.1.2.1 Control por bobina móvil

Un transformador de este tipo está compuesto por dos bobinas, la primaria y la secundaria y con este tipo de control una de ellas es móvil y la otra fija. La gran mayoría de los transformadores de CA que siguen este diseño tienen la bobina

primaria móvil, la cual normalmente se conecta a un tornillo terminal que acerca o aleja la bobina primaria de la bobina secundaria.

La variación de la distancia entre las dos bobinas regula el acoplamiento inductivo de las líneas de fuerza magnética que hay entre ellas.¹

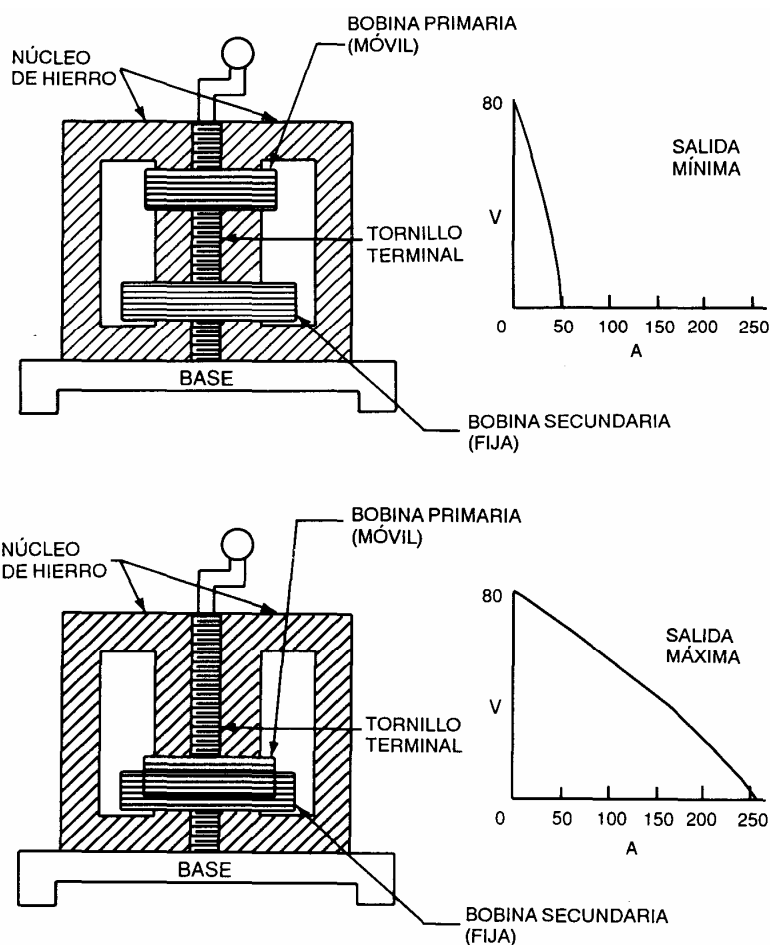


Figura 2.2 Fuente de potencia de CA de bobina móvil

2.1.2.2 Control de derivación móvil

Aquí, el control se lo hace con una derivación móvil del núcleo hecho del mismo material del núcleo del transformador. Las bobinas primaria y secundaria permanecen fijas.

Al colocar la derivación móvil entre las bobinas primarias y secundarias, esto produce una curva voltaje-amperaje con una pendiente más empinada y menor corriente de soldadura. Dependiendo de la cantidad que ingresa de la derivación entre las bobinas, se tendrá menos corriente de soldadura.

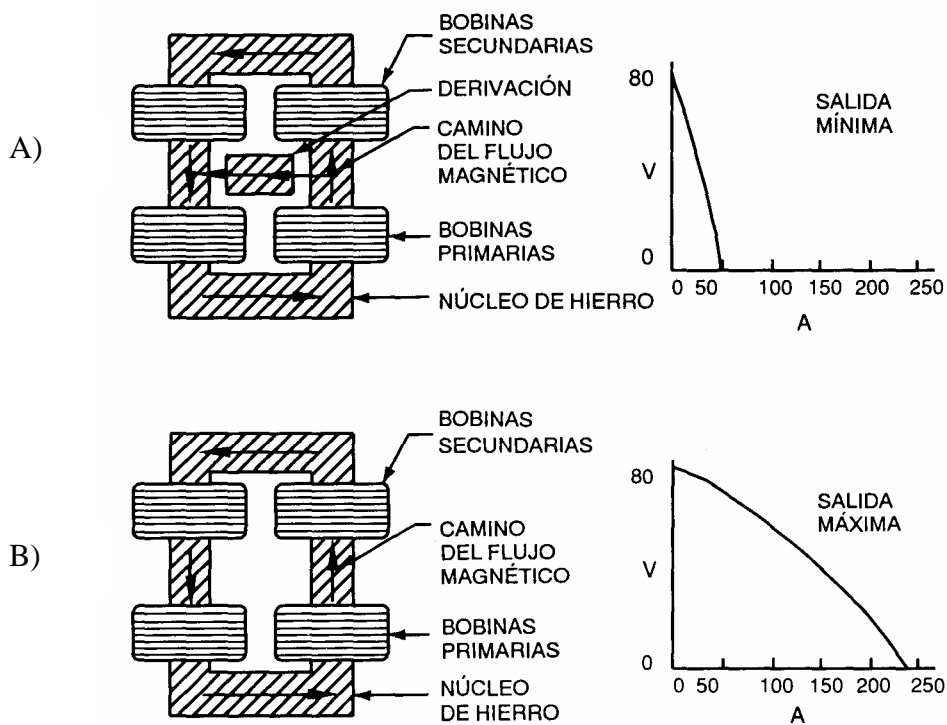


Figura 2.3 Fuente de potencia de CA de derivación móvil

2.1.2.3 Control de bobina secundaria derivada

Este sistema de control se emplea a menudo en las fuentes de potencia NEMA Clase III. Su construcción básica se parece a la del tipo de derivación móvil, solo que la derivación está permanentemente dentro del núcleo principal y las bobinas secundarias tienen derivaciones que permiten ajustar el número de vueltas.

2.1.2.4 Control de reactor saturable

El control se lo hace por medio de un circuito de CC de bajo voltaje y bajo amperaje que modifica las características magnéticas efectivas de los núcleos reactores.

Aquí no tiene partes móviles el transformador principal. Las características voltaje-amperaje dependen de las configuraciones del transformador y del reactor saturable. El circuito de CC de control del sistema reactor permite ajustar la curva voltaje-amperaje de salida desde el mínimo hasta el máximo de salida.

Las bobinas del reactor se conectan en oposición a las bobinas de control de CC como se ve en la figura 2.4. Los reactores saturables tienden a distorsionar severamente la onda senoidal, pero existen métodos que puede reducir esta distorsión: el primero consiste en introducir un espacio de aire en el núcleo del reactor; otro en insertar un choke grande en el circuito de control de CC.

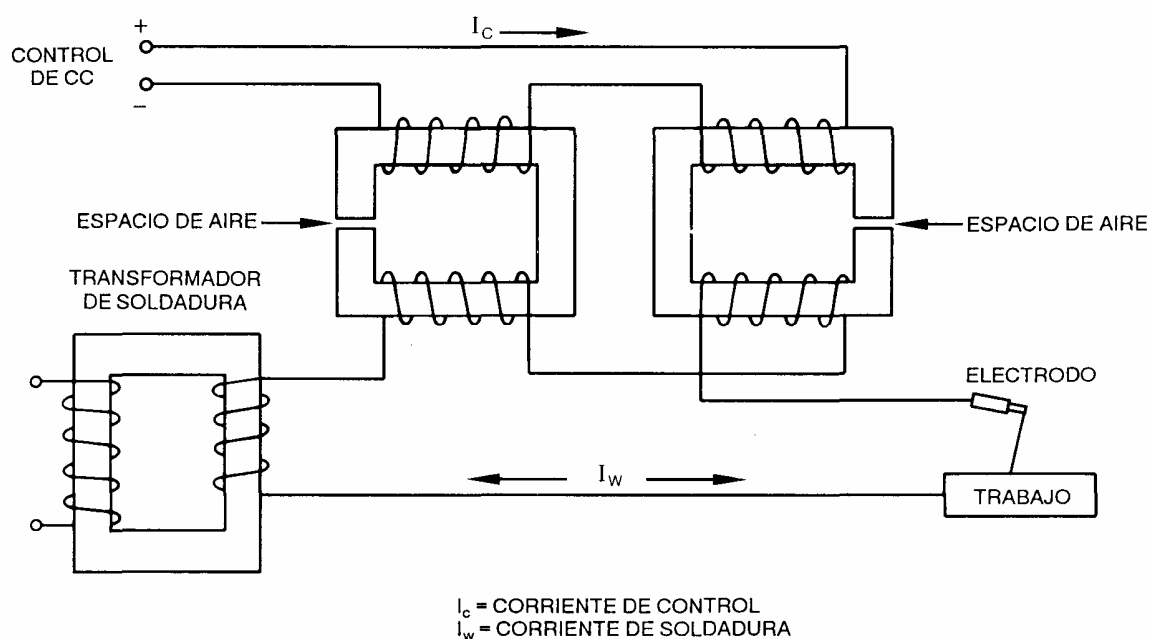


Figura 2.4 Fuente de potencia de CA para soldadura del tipo de reactor saturable

En el circuito debe fluir una corriente para poder aumentar la salida del circuito de soldadura. La magnitud del cambio se puede aproximar con la siguiente ecuación:

$$I_w = \frac{I_c N_c}{N_w} \quad (2.1)$$

Donde

I_w = cambio en la corriente de soldadura, A

I_c = cambio en la corriente en el circuito de control, A

N_c = número de vueltas en el circuito de control

N_w = número de vueltas en el circuito de corriente de soldadura

2.1.2.5 Control por amplificador magnético

Los reactores saturables de auto-saturación se conocen como amplificadores magnéticos porque un cambio relativamente pequeño en la potencia de control produce un cambio considerable en la potencia de salida. El amplificador magnético confiere una magnetización adicional a los reactores con el uso de la corriente de salida de la fuente de potencia, con la ventaja de que las corrientes de control se reducen y las bobinas de control pueden ser más pequeñas.

Los intervalos de control pueden ser mucho más amplios que los que pueden obtenerse con un control de reactor saturable ordinario aunque en muchos casos las máquinas de amplificador magnético tienen múltiples intervalos.

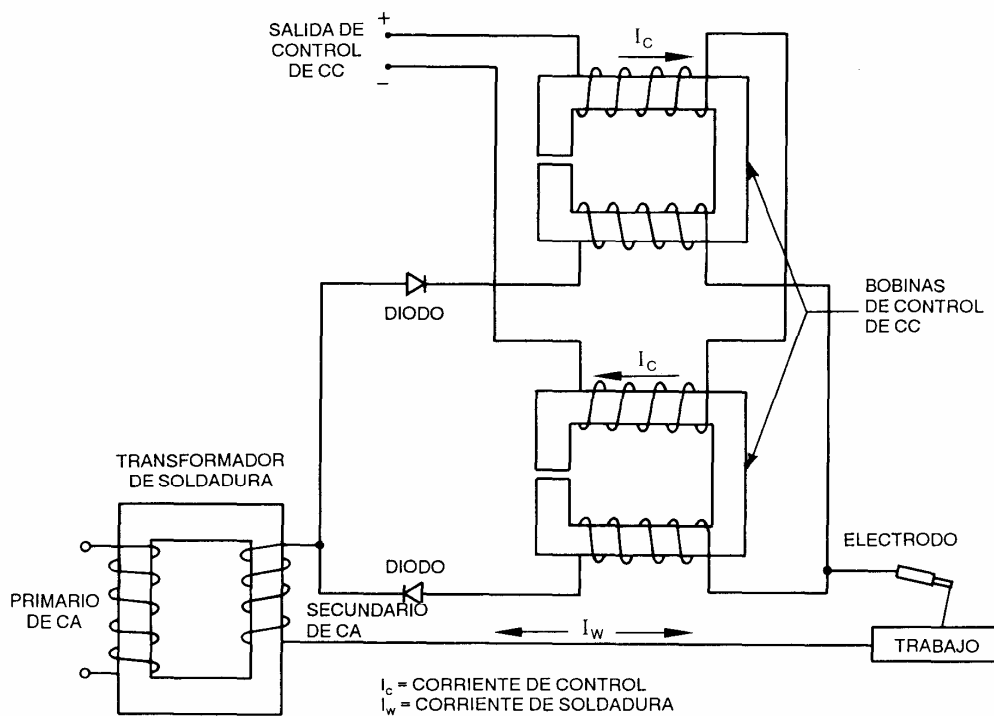


Figura 2.5 Control de corriente de soldadura por amplificador magnético

2.1.2.6 Factor de potencia

El factor de potencia en las máquinas de CA de corriente constante es bajo debido a que tienen una reactancia inductiva relativamente grande cuando la demanda de corriente es alta y al ser el factor de potencia bajo se tiene que pagar una tarifa de consumo eléctrico mayor. Se puede corregir el factor de potencia a aproximadamente el 75% con la carga especificada, añadiendo condensadores al circuito primario de cargas inductivas de los transformadores de soldadura.

Si se emplea potencia trifásica, se debe equilibrar la carga en cada fase del sistema primario a fin de obtener un rendimiento óptimo. En condiciones normales, la corrección del factor de potencia no afecta el rendimiento de la soldadura.

2.1.2.7 Reactor de núcleo móvil

Consiste en un transformador de voltaje constante y un reactor en serie. La inductancia del reactor se modifica moviendo mecánicamente una sección de su núcleo de hierro. Cuando la sección móvil del núcleo está fuera, la permeabilidad del trayecto magnético es muy baja, el resultado es una reactancia inductiva baja que permite el flujo de una corriente de soldadura grande, sucede lo contrario cuando la sección móvil del núcleo penetra en el núcleo estacionario, por lo que se reduce la corriente de soldadura.

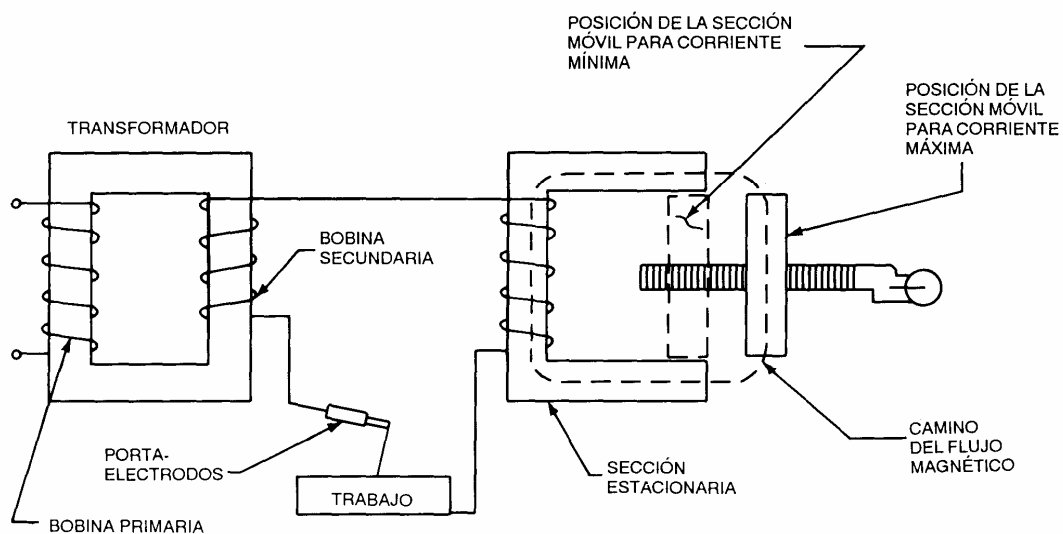


Figura 2.6 Fuente de potencia de CA del tipo de reactor de núcleo móvil

2.1.3 FUENTES DE POTENCIA DE CA DE ONDA CUADRADA

Para evitar la des-ionización del arco que se produce con la onda senoidal se emplea una corriente de onda cuadrada, ya que con su rápido cruce por cero, es posible que la des-ionización no ocurra o que, por lo menos, la reignición del arco se fomente a tal grado que no haya necesidad de usar sistemas de reignición de alta frecuencia. Estas características son importantes en las instalaciones en las que conviene eliminar la alta frecuencia.

Se han empleado varios enfoques de diseño para producir formas de onda de CA cuadradas. Algunas máquinas emplean entrada monofásica y otras trifásica. Dos estrategias comunes consisten en emplear un núcleo de memoria y circuitos inversores.

2.1.3.1 Núcleo de memoria

Es un dispositivo magnético que mantiene el flujo de la corriente en un valor constante (una especie de volante eléctrico). Junto con un grupo de cuatro SCR de potencia, puede servir para crear una corriente alterna de onda cuadrada.

Se utiliza el forzado de corriente, en el que el núcleo de memoria almacena energía en proporción con la corriente del medio ciclo previo, y luego bombea esa misma cantidad de corriente al arco al principio de cada nuevo medio ciclo de polaridad opuesta. Una vez que el gas se ha re-ionizado, sólo puede suponerse un valor de la corriente. Éste es el valor de corriente media “recordado” de múltiples ciclos mantenido por el dispositivo de núcleo de memoria.¹

El control de equilibrio en realidad ajusta la anchura de cada polaridad, sin modificar la amplitud ni la frecuencia de la corriente. El sistema regulador mantiene la proporción de equilibrio constante mientras se seleccionan otros valores de amperaje.

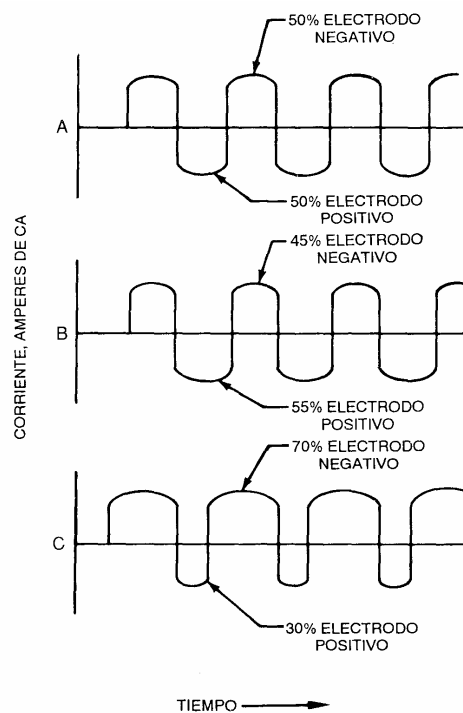


Figura 2.7 Formas de onda típicas producidas por control de balance de potencia de onda cuadrada

2.1.3.2 Inversor con salida de CA

También se puede usar circuitos inversores para obtener una salida de CA de onda cuadrada los cuales son: (1) fuentes duales con conmutación de inversor, (2) fuente única con conmutación de inversor y (3) inversor rectificador síncrono.

La fuente dual con conmutación de inversor utiliza tecnología de SCR de estado sólido. Este tipo de equipos utiliza dos fuentes de potencia de corriente continua trifásica ajustable. La una se controla con SCR y es de 300 A y 50 V, y es la que suministra la corriente de soldadura principal y funciona tanto en polaridad directa (CCEN) como en polaridad inversa (CCEP), es decir durante todas las fases de operación. La otra fuente es una controlada por reactor y con salida de CC de 5 a 100 A y 50 V. Esta fuente solamente aporta su corriente durante las fases de polaridad inversa (CCEP) con la finalidad de mejorar la acción limpiadora, ya que mientras más alta sea esta corriente será mejor la limpieza y se la deberá aplicar por un tiempo mucho más corto que la de CCEN. Debido a que el voltaje de arco real durante la fase CCEP puede aproximarse a los 50 V, ambas fuentes deben producir una salida de 50V para asegurar una regulación de corriente satisfactoria al soldar.

La conmutación y combinación de la corriente de las dos fuentes de potencia se controla por medio de cinco SCR (véase la figura 2.8). Cuatro de estos SCR se disponen de modo que operen en pares y forman parte de un circuito inversor que conmuta la polaridad de la corriente alimentada al arco. Para evitar que se sume la corriente de la segunda fuente a la corriente de soldadura se utiliza un SCR de cortocircuito (SCR5) con un diodo de bloqueo con lo que se evita que pase la corriente de la segunda fuente por el circuito inversor durante la porción de CCEN del ciclo.¹

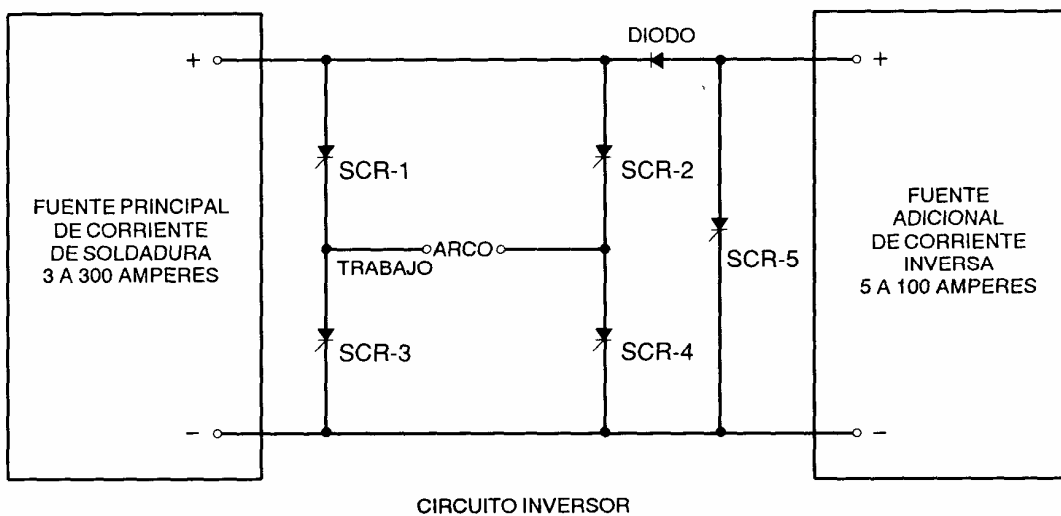


Figura 2.8 Circuito inversor empleado con fuentes de potencia de CC duales para controlar el balance calorífico en GTAW

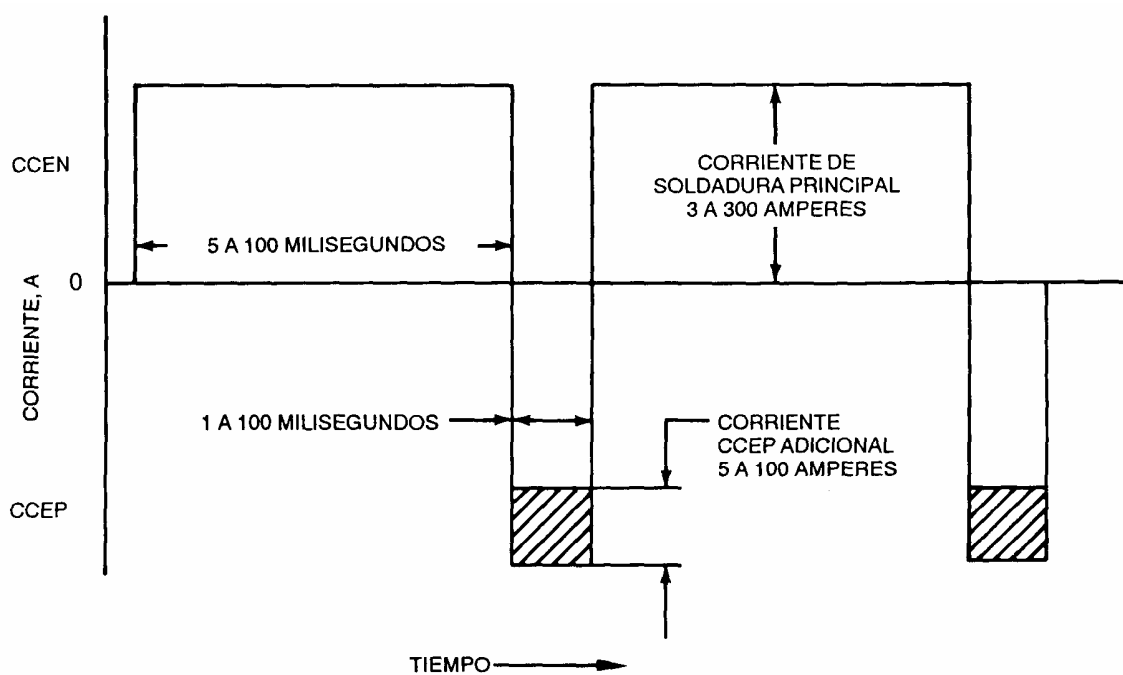


Figura 2.9 Forma de onda de corriente típica para la fuente de potencia de inversor dual con balance ajustable.

La fuente única con conmutación de inversor es mucho más sencilla y menos voluminosa que el sistema de fuente dual, y esta es una fuente del tipo de CC de corriente constante. Un inversor de CA de onda cuadrada con fuente única que utiliza transistores en vez de SCR no necesita un quinto transistor ni un diodo de bloqueo debido a que no hay una fuente adicional de corriente inversa. El balance de CA se puede controlar como en la fuente de núcleo de memoria y en el inversor de fuente dual. Una ventaja de los inversores sobre la fuente de núcleo de memoria es que pueden variar la frecuencia de salida de CA.

Un tercer enfoque utiliza un dispositivo llamado rectificador síncrono. Aquí, se parte de una fuente de potencia con un inversor en el primario que produce una salida de CA de alta frecuencia. Esta CA de alta frecuencia se aplica al circuito rectificador síncrono que, según se le ordene, rectifica la CA para dar una salida CCEN o bien CCEP. Conmutando en forma alternada el rectificador síncrono entre CCEN y CCEP, es posible crear una salida de CA sintetizada de más baja frecuencia.¹

2.2 FUENTES DE POTENCIA DE CORRIENTE CONTINUA

2.2.1 CORRIENTE CONSTANTE

Las máquinas soldadoras caracterizadas como máquinas de corriente constante se usan comúnmente para SMAW, GTAW, PAC, PAW y SAW y pueden ser inversores, transformador-rectificadores o generadores. Las máquinas estáticas son las de transformador-rectificador y de inversor, y transforman potencia de CA a CC, mientras que los generadores convierten energía mecánica de rotación en potencia eléctrica.

2.2.1.1 Diseño general

Los transformadores están diseñados para trabajar con los voltajes usuales de las líneas principales de alimentación. Para igualar el voltaje de línea de entrada se

disponen las bobinas primarias en secciones con derivaciones; así, las terminales de cada sección pueden conectarse en serie o en paralelo con otras secciones.

El control de la corriente por lo general se lo realiza en la sección que está entre el transformador y los rectificadores y se basa en el principio de la inductancia o impedancia variable. La siguiente tabla muestra los métodos para variar la impedancia y así controlar la corriente:

Tabla 2-1 Métodos de variación de la impedancia

CONTROL	TIPO DE CONTROL
Bobina móvil.	Mecánico
Derivación móvil.	Mecánico
Núcleo de reactor móvil.	Mecánico
Reactor saturable o amplificadores magnéticos	Eléctrico
Estado sólido	Eléctrico
Reactor con derivaciones	De Derivación

Aparte de los sistemas de control antes descritos, existe un tipo que emplea resistores en serie con la porción de CC del circuito de soldadura y es un control de derivación. Estos mismos métodos sirven también para controlar las fuentes de transformador de corriente constante.

Para controlar los picos excesivos en la corriente de carga que pueden producirse por cambios dinámicos en la carga del arco, se incluye por lo regular una inductancia en el circuito de soldadura de CC. Esta inductancia también sirve para reducir el rizo inherente que se observa después de rectificar la corriente alterna. Los inductores de los rectificadores monofásicos son de mayor tamaño que el de los trifásicos de la misma especificación.

2.2.2 FUENTES DE POTENCIA DE VOLTAJE CONSTANTE

Las fuentes de potencia de voltaje constante son máquinas de los tipos rotatorio, de transformador rectificador o de inversor y se usan comúnmente para GMAW, FCAW y SAW.

2.2.2.1 Características eléctricas

Las fuentes de potencia de voltaje constante se caracterizan por tener curvas estáticas planas. Estas máquinas presentan pendientes negativas que pueden ir de 8V a 1V por cada 100 A, esto significa que la corriente de corto circuito máxima casi siempre es muy alta y puede alcanzar el orden de miles de amperios.

Se puede encontrar muchas variedades y combinaciones de fuentes de potencia de voltaje constante. Se puede tener fuentes con pendiente fija u otras que pueden ajustarse para adaptar la pendiente de la curva al proceso de soldadura.

2.2.2.2 Diseño general

Dependiendo de la aplicación para la cual vaya a ser ocupada la fuente de potencia y de las expectativas del usuario existen distintas máquinas de voltaje constante.

2.2.2.2.1 Voltaje de circuito abierto

Las fuentes de potencia de voltaje constante tienen una amplia gama de voltajes de circuito abierto.

El OCV de algunas soldadoras tipo transformador-rectificador se ajusta cambiando de derivación en el transformador, mientras que otro tipo de máquina controla el OCV 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.

2.2.2.2.2 *Pendiente*

Para controlar la pendiente se cambia de derivación en los reactores que se encuentran en serie con la porción de CA del circuito, también puede efectuarse con escobillas de carbón, conectadas a un tornillo terminal, que esté en contacto con las vueltas del reactor, el cual permite ajustar de manera continua la pendiente. También, para regular eléctricamente el voltaje de salida se utiliza otro método de control, que se vale de amplificadores magnéticos o dispositivos de estado sólido. Estas máquinas pueden tener derivaciones de voltaje o bien de pendiente, además del control eléctrico.

Algunas máquinas dentro de su diseño incluyen una pendiente fija de propósito general.

En los generadores de voltaje constante, el control de pendiente normalmente se ejerce mediante un resistor con derivaciones en el circuito de soldadura. Los controles de pendiente del tipo de resistencia limitan la corriente de cortocircuito máxima. El control de pendiente por reactor también limita la corriente de cortocircuito máxima; sin embargo, hace más lenta la respuesta de la fuente de potencia a condiciones de arco cambiante que el control de pendiente del tipo resistivo.

No existe una regla fija en lo correspondiente a la pendiente voltaje-amperaje en el intervalo de soldadura, pero la mayor parte de las máquinas tienen pendientes de 1 a 3 V por cada 100 A.

2.2.2.2.3 *Inductancia*

Las máquinas para GTAW diseñadas para la transferencia en cortocircuito generalmente incluyen una inductancia de CC adicional, la cual puede ser

variable o fija y sirve para mejorar el rendimiento al conferir las características dinámicas deseadas.

2.2.2.2.4 *Rizo*

Las soldadoras monofásicas generalmente requieren algún filtro de rizo en el circuito de soldadura. Este filtro por lo general es un banco de condensadores electrolíticos conectado a través de la salida del rectificador y la salida de estos condensadores es controlada por un inductor, el cual no permite que la descarga de los condensadores a través de un cortocircuito sea demasiado violenta y se obtenga una soldadura satisfactoria. El propósito de los condensadores es producir una salida de CC lisa y despejar un cortocircuito.

2.2.2.3 **Especificación eléctrica**

Las especificaciones primarias son similares a las que se estudiaron antes. Las máquinas de voltaje constante no requieren corrección del factor de potencia y este es mayor que el de las máquinas de corriente constante.

Las fuentes de potencia de voltaje constante normalmente son NEMA Clase I o NEMA Clase II aunque algunas de las unidades ligeras de 200 A o menos, pueden tener especificaciones de ciclo de trabajo tan bajas como 20%.

2.2.3 **FUENTE DE POTENCIA DE INVERSOR**

Una fuente tipo inversor es diferente de una del tipo de transformador-rectificador en el sentido de que el inversor rectifica la corriente alterna de línea de 60 Hz, luego por medio de un circuito conmutador transforma a la CC en CA de alta frecuencia para después a través de un transformador reducir el voltaje y finalmente rectificarla para obtener la salida de CC requerida. Como se dijo en el capítulo anterior, el incremento de la frecuencia ayuda a reducir considerablemente el tamaño del transformador y las pérdidas del mismo.

2.2.4 GENERADORES

Tienen un miembro que gira, llamado rotor o armadura, y un miembro estacionario, llamado estator; también requieren un sistema de excitación.

El principio en que se basan todas las máquinas soldadoras rotatorias es que cuando un conductor se desplaza a través de un campo magnético se produce una corriente dentro del conductor. No importa si el que se mueve es el conductor o el campo magnético, lo importante es que exista una intensidad magnética cambiante. En la práctica, un generador tiene un campo estacionario y conductores móviles.

La conversión de la CA en CC en los generadores se lo hace a través de un sistema conmutador-escobillas. Normalmente, este generador es un dispositivo eléctrico trifásico. Los sistemas trifásicos producen la potencia de soldadura más uniforme de todas las fuentes de potencia electromecánicas.

Los conductores del rotor de un generador son relativamente gruesos porque transportan la corriente de soldadura. El conmutador se encuentra en un extremo de la armadura y este no es más que un grupo de barras conductoras que se colocan paralelas al eje rotatorio para establecer un contacto de conmutación con un juego de escobillas de carbón estacionarias. Estas barras están conectadas a los conductores de la armadura. El conmutador realiza una función de rectificación mecánica por lo cual todos estos componentes se disponen con la sincronización debida con el campo magnético y capta cada medio ciclo de la CA generada. Cabe anotar que cada barra del conmutador está aislada respecto a las otras.

Tanto el alternador como el generador puede ser auto-excitado o excitado externamente, dependiendo de la fuente de la potencia para el campo. Para proveer la potencia de excitación para el campo, tanto del alternador como del

generador, se puede valer de un alternador o generador auxiliar pequeño que tiene su rotor en el mismo eje del rotor principal.

2.2.4.1 Características de salida

Las soldadoras tanto del tipo de generador como de alternador permiten ajustar la corriente de soldadura en intervalos o niveles discretos amplios, y para realizar un ajuste fino dentro de cada intervalo de la potencia de salida se coloca un reóstato u otro control en el circuito de campo para ajustar la fuerza del campo magnético interno con lo cual se modifica también el voltaje de circuito abierto. Si el ajuste se hace cerca del límite inferior del intervalo, el voltaje de circuito abierto normalmente será bastante más bajo que en el extremo superior del intervalo.

En la figura 2.10 se muestra una familia de curvas características voltaje-amperaje para una fuente de potencia ya sea del tipo de generador o de alternador.

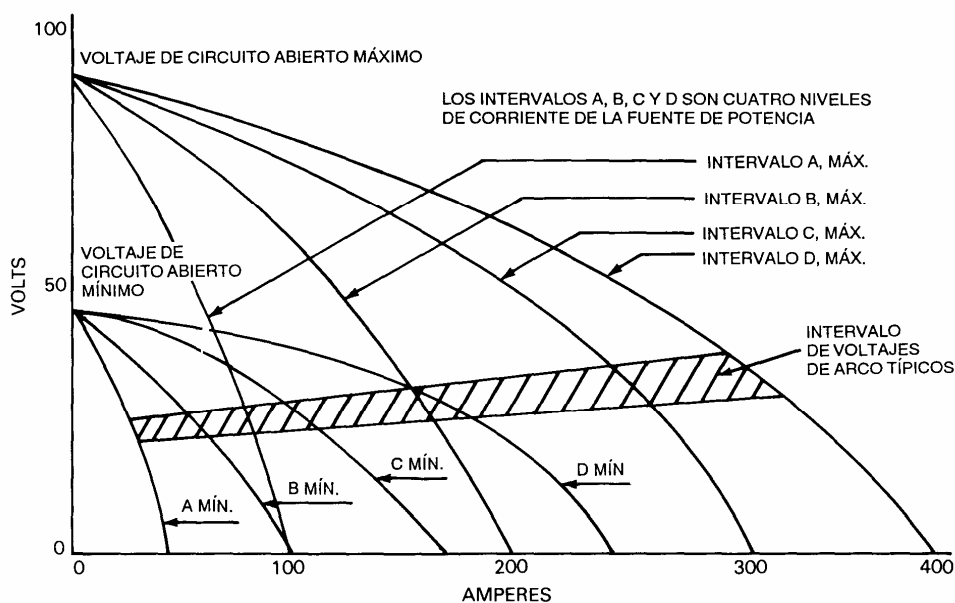


Figura 2.10 Relación voltaje-amperaje para una fuente de potencia rotatoria de corriente constante

Los generadores para soldadura por lo regular no necesitan un inductor como en el caso de los alternadores.

Si se selecciona un voltaje de circuito abierto bajo, la pendiente de la curva sería menos empinada con lo que se conseguiría un mejor control del charco de soldadura al poder variar sustancialmente la corriente con un pequeño cambio en la longitud del arco. El equipo rotatorio normalmente tiene asociado un intervalo de traslape limitado en el que es posible obtener la corriente de soldadura deseada con una gama de voltajes de circuito abierto.

Existen otros generadores que no se limitan solo a lo antes descrito, tal es el caso de los generadores con devanado compuesto y controles de corriente y voltaje independientes y continuos con los cuales se ofrecen al soldador varias curvas voltaje-amperaje y puede fijar el voltaje de arco deseado con un control y la corriente con otro. Esto garantiza que el generador puede adaptarse al trabajo dentro de casi todo su intervalo.

Las curvas voltaje-amperaje que se obtienen cuando cada control se modifica de manera independiente se muestran en las figuras 2.11 y 2.12

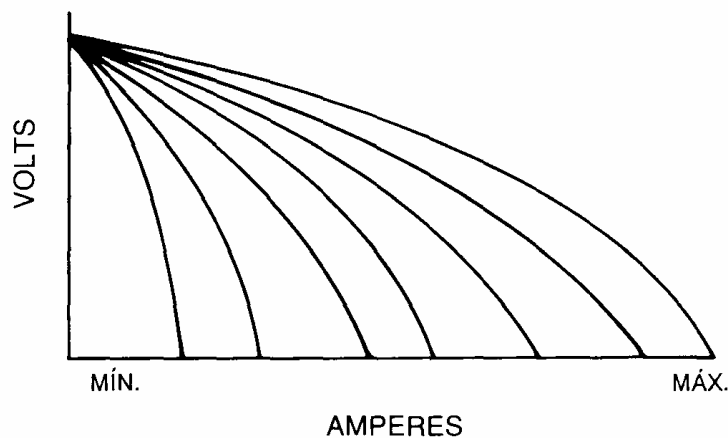


Figura 2.11 Efecto de las variaciones de control de corriente sobre la salida del generador

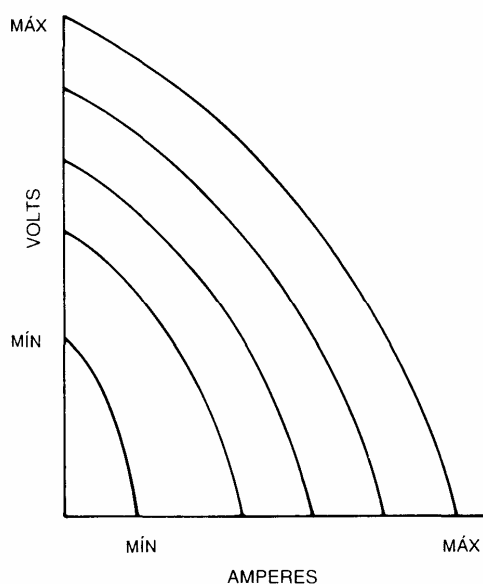


Figura 2.12 Efecto de las variaciones en el control de voltaje sobre la salida del generador

Existen fuentes de potencia que producen tanto corriente constante como voltaje constante y se las emplea en aplicaciones de campo donde no se dispone de electricidad y se requieren ambos modos de operación. Además, muchos diseños nuevos se valen de circuitos electrónicos de estado sólido para obtener diversas características voltaje-amperaje.

2.2.4.2 Fuentes de potencia mecánica

En la figura 2.13 se resumen algunas de las características eléctricas de un conjunto motor-generador trifásico típico de 60Hz de 230/460 V.

Para mejorar el factor de potencia de los generadores impulsados por motor de inducción puede emplearse condensadores estáticos similares a los que se usan en los transformadores para soldadura. Con la finalidad de corregir el bajo factor de potencia se han construido generadores para soldadura con motores impulsores síncronos.

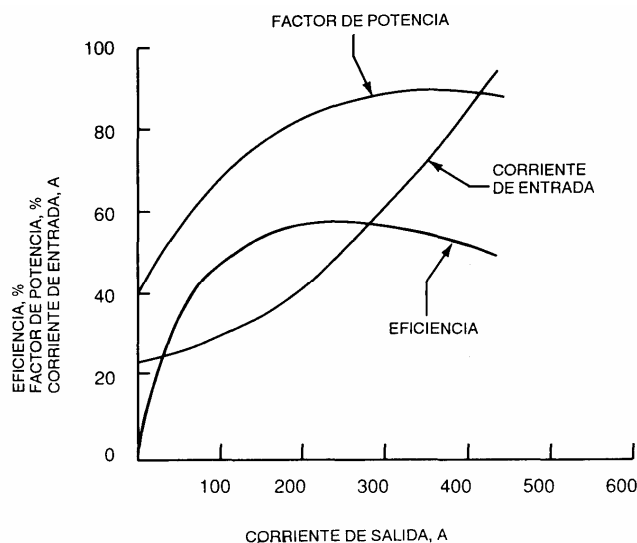


Figura 2.13 Curvas características típicas de una fuente de potencia de motor-generador de 300 amperios de CC

El empleo de las fuentes de tipo rotatorio se da sobre todo en el campo donde no se dispone de energía eléctrica y son impulsadas por motores de combustión interna.

2.2.4.3 Funciones auxiliares

Las unidades pueden estar equipadas con varias funciones auxiliares, tal como un aditamento de control remoto o mando a distancia, el cual sirve para ajustar la fuente de potencia mientras suelda y puede ser controlado desde la mano o el pie.

Los motores de gas por lo general cuentan con dispositivos de marcha en vacío cuya finalidad es ahorrar combustible.

Otras funciones auxiliares con que cuentan muchas máquinas soldadoras impulsadas por motor son los conmutadores de polaridad (para cambiar fácilmente de CCEN a CCEP), medidores de tiempo de funcionamiento, medidores de combustible, cargadores de baterías, iniciadores de arco de alta frecuencia, tacómetros y medidores de salida.

2.2.5 FUENTES DE POTENCIA A PULSOS Y A PULSOS SINÉRGICOS

Las fuentes de potencia a pulsos se han empleado con SMAW, GTAW, GMAW, FCAW y SAW. Las más comunes son las que se usan para GMAW y GTAW.

2.2.5.1 Fuentes de potencia a pulsos para GMAW

El concepto de estas fuentes se basa en que el metal se transfiere desde el electrodo con dos tasas distintas, las que dependen de la corriente de soldadura, teniendo así una por aspersion la cual alcanza unos cientos de gotas por segundo cuando la corriente excede la corriente de transición, y otra globular la cual no es mayor de diez gotas por segundo cuando la corriente es menor que la de transición. La corriente de transición es la corriente crítica. Si se pulsa la corriente entre estas dos regiones, es posible obtener las cualidades deseables de la transferencia por aspersion y también reducir la corriente media y la tasa de deposición significativamente, lo cual permite usar el proceso GMAW en todas las posiciones y para soldar piezas de lámina.

Se emplean este tipo de fuentes en el proceso GMAW para disminuir la potencia del arco y la rapidez de deposición del alambre pero sin perder la transferencia por aspersion que es deseable.

En la práctica, el nivel de corriente durante el intervalo globular se mantiene tan bajo que no hay transferencia de metal, pero lo bastante alto como para mantener la ionización en las regiones del arco. Por esta razón, se le conoce como “corriente de supervivencia”, aunque el término más común es corriente de fondo. Durante el intervalo de aspersion, la corriente se eleva por encima del nivel de transición durante el tiempo suficiente para transferir una o dos gotas; ésta es la corriente de pulso. Se han diseñado fuentes de potencia con los controles necesarios para producir la salida regulada que necesita la GMAW a pulsos. ¹

Estas fuentes producen pulsos a 60 o 120 Hz; consiste en una fuente de potencia de corriente constante para la corriente de fondo y una de SCR controlado por ángulo de fase para ajustar la corriente pico (figura 2.14).

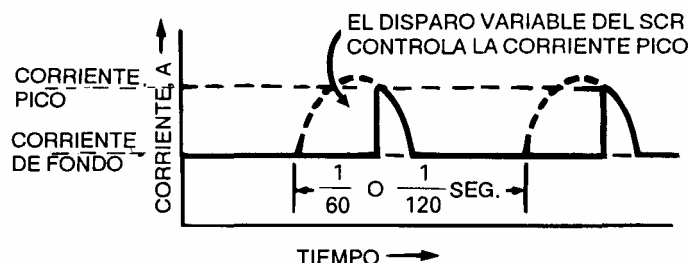


Figura 2.14 Salida de corriente de una fuente de potencia a pulsos para GMAW

Puede surgir el problema en las fuentes con controles individuales de que cuando ya están establecidas las condiciones de operación a pulsos se vea la necesidad de hacer un ajuste en la velocidad de alimentación ya que esto significaría que se debe reajustar cierto número de variables. Esto puede evitarse empleando controles electrónicos o de microprocesador para que en base a la velocidad de alimentación del alambre se establezcan las condiciones óptimas para el funcionamiento a pulsos. Los elementos de circuito típicos para esta clase de fuentes de potencia se presentan en forma de diagrama en la figura 2.15.

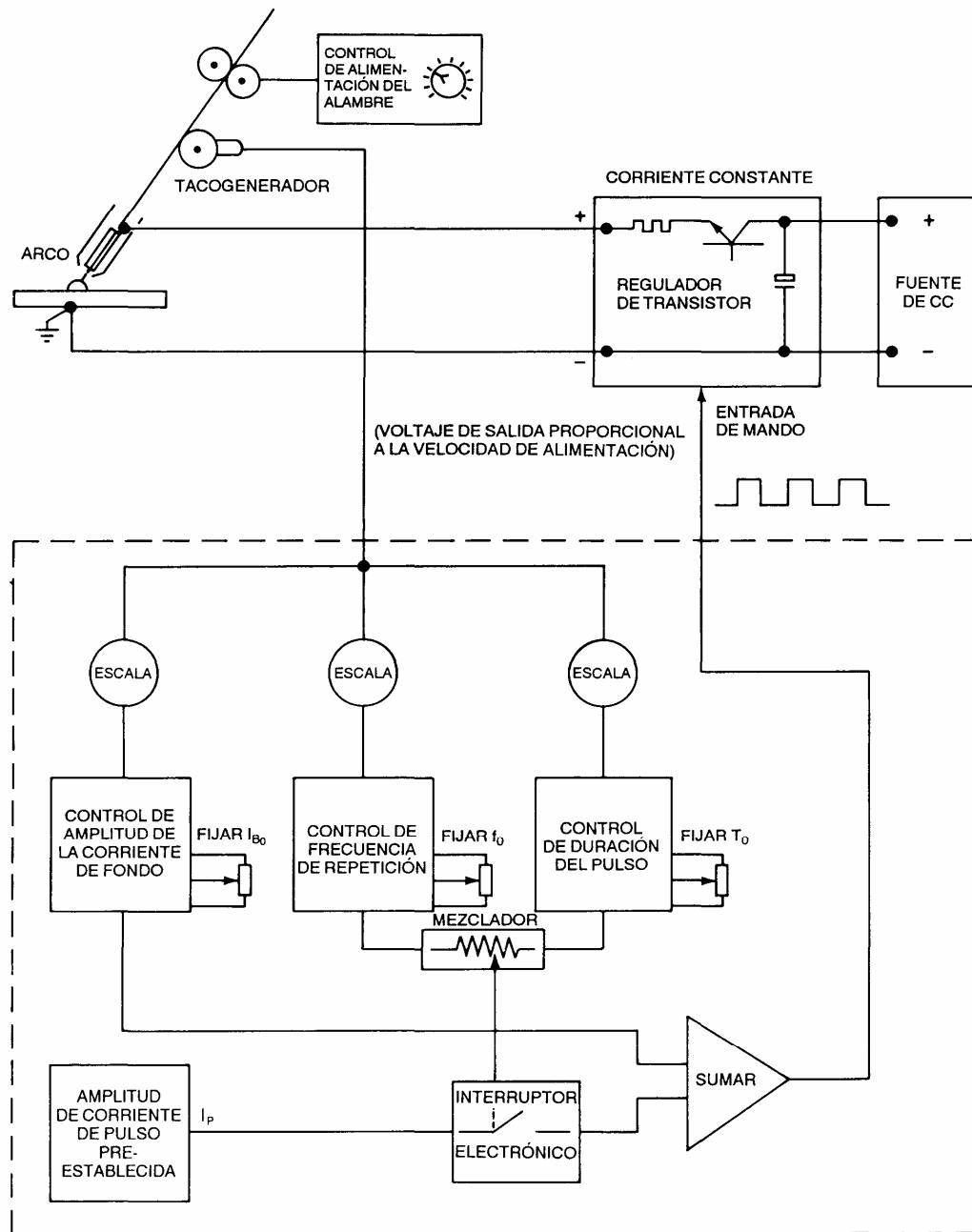


Figura 2.15 Circuito base para la operación a pulsos sinérgicos

Si se desea modificar la tasa de aportación es posible efectuar cambios proporcionales en la frecuencia de los pulsos manteniendo fijas las demás variables, o también podría variarse la anchura de los pulsos de acuerdo con las demandas del arco. En vez de cambiar la frecuencia, algunas fuentes de potencia se diseñan de modo que dependiendo de la velocidad de alimentación del alambre ajusten tanto la frecuencia de los pulsos como la corriente de fondo.

A las máquinas de GMAW a pulsos que establecen las variables del proceso con base en la velocidad de alimentación del alambre se las describe con la palabra sinérgico (varias cosas actuando al mismo tiempo). Usando controles electrónicos, es posible elegir entre varias curvas sinérgicas para satisfacer las necesidades de aplicaciones específicas.

La mayor parte de las fuentes de potencia de inversor para soldadura puede usarse para GMAW a pulsos. Las fuentes de potencia de GMAW a pulsos típicamente alcanzan hasta 500 A de corriente pico, y la frecuencia varía entre 60 y 200 Hz.

2.2.5.2 Fuentes de potencia a pulsos para GTAW

Las frecuencias usadas para este proceso difieren de las de GMAW y van desde 1 pulso cada dos segundos hasta 10 pulsos cada segundo, siendo las frecuencias bajas las de uso más común. En la figura 2.16 se presenta un diagrama que muestra la forma cómo puede variarse la corriente al programar una soldadura con tales máquinas.

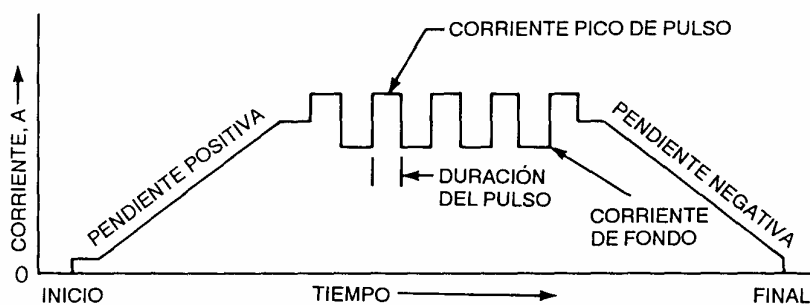


Figura 2.16 Programa de GTAW a pulsos típico

La soldadura GTAW a pulsos se caracteriza por una variación repetitiva de la corriente del arco desde un valor de fondo (bajo) hasta un valor pico (alto). Los niveles de corriente, tanto de pico como de fondo, se pueden ajustar dentro de un intervalo amplio y también se puede ajustar su duración de manera independiente. La duración de un ciclo de pulso es la suma de la duración de la corriente pico más la de la corriente de fondo.

CAPÍTULO 3

PRUEBAS Y REQUISITOS PARA CERTIFICAR MÁQUINAS SOLDADORAS

3.1 INTRODUCCIÓN

Una vez que se conoce acerca de las fuentes de potencia para soldadura se debe proceder a detallar las diferentes pruebas y los diferentes requisitos que deben cumplir las fuentes de potencia para que puedan ser certificadas.

Las pruebas que se describen en este capítulo son las exigidas por la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) en sus normas del año 1991: EW-1 “Electric Arc Welding Power Sources” y EW-3 “Semiautomatic Wire Feed Systems For Arc Welding”, estas normas se encuentran en el Anexo 1.

La norma EW-1 define los requerimientos mecánicos y eléctricos mínimos de construcción y desempeño aplicados a las siguientes fuentes de poder para soldadura por arco:

1. Transformador de una sola fase o transformador-rectificador.
2. Transformador polifásico o transformador-rectificador.
3. Generador de corriente continua.
4. Generador de corriente alterna (CA) o generador de CA con rectificador.
5. Accesorios eléctricos asociados.
6. Fuentes de poder con sistema continuo de alimentación de electrodo.

La norma EW-3 se aplica a los sistemas de alimentación de electrodo continuo usados en los procesos de soldadura semiautomática tales como GMAW, FCAW con gas, FCAW sin gas, SAW, GTAW con adición de alambre de relleno.

La unidad de alimentación puede ser una unidad independiente, conectada a una fuente de poder para soldadura separada o una, en donde la fuente de poder de

soldadura y la unidad de alimentación son colocadas en una sola carcasa. La norma EW-3 no aplica a los sistemas de soldadura por arco automáticos o a las máquinas de GTAW sin la adición de alambre de relleno.

La NEMA es la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos y su sede está en Estados Unidos. Las normas antes mencionadas no son mandatorias pero son en las que la mayoría de fabricantes de máquinas soldadoras se basan para hacer sus máquinas soldadoras, tal es el caso de la Lincoln Electric, Miller, ESAB, Hobart, Pow Con, entre otras.

3.2 GENERALIDADES

3.2.1 OPERACIÓN ADECUADA

Todas las máquinas soldadoras que cumplan con las Normas EW-1 y EW-3 se caracterizan por que siendo empleadas por un soldador calificado o un equipo apropiado controlado mecánicamente y siguiendo las recomendaciones de instalación y operación del fabricante, pueden soldar satisfactoriamente dentro del rango especificado de operación de la fuente de poder con el proceso de soldadura para el que está destinada a ser utilizada.

3.2.2 CONDICIONES USUALES DE SERVICIO

La Norma NEMA EW-1 dice que una fuente de poder de soldadura construida de acuerdo con esta Norma debe ser capaz de operar cuando prevalecen las condiciones usuales de servicio, las cuales son:

1. Rango de temperatura ambiente entre 0 °C y 40 °C.
2. Altitud entre 0 m y 1000 m (en el caso de moto-generadores).
3. Exposición a gases y polvo solamente en el grado de los producidos por el arco de soldadura.
4. Variación del voltaje de línea de entrada dentro del rango de $\pm 10\%$ del voltaje nominal de entrada.

5. La base de la fuente de poder debe estar en un ángulo no mayor de 15 grados con la horizontal.

3.2.3 CONDICIONES INUSUALES DE SERVICIO

Otras condiciones de servicio aparte de las especificadas como usuales, pueden tener algún efecto perjudicial en la fuente de potencia para soldadura y dependen de cuan separadas estén de las condiciones usuales de servicio y de la severidad del medio ambiente al que está expuesta la máquina.

Lo que principalmente concierne a esto son las condiciones anormales de funcionamiento, las cuales pueden causar el deterioro inusual del sistema de aislamiento, malfuncionamiento eléctrico, o deterioro mecánico, resultando en una falla prematura. Los fabricantes de las fuentes de poder deben ser consultados para entregar información más amplia con respecto a cualquier condición de servicio inusual y conocer el impacto que puede tener sobre la máquina soldadora.

Las condiciones inusuales de servicio son todas aquellas que no se especifican como normales, por ejemplo:

1. Lluvia, vapor de agua o vapor de aceite.
2. Medioambiente muy sucio, corrosivo, explosivo o abrasivo.
3. Golpeteo anormal o vibración.
4. Radiación nuclear.
5. Condiciones climáticas severas.
6. Continua humedad relativa sobre 90% y bajo 10%.
7. Altitudes superiores a 1000 metros.

3.2.4 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN

Las fuentes de potencia deben ser instaladas y operadas de acuerdo al Código Eléctrico Nacional, códigos locales, las instrucciones del fabricante y las especificaciones de seguridad aplicables.

3.3 REQUERIMIENTOS MECÁNICOS

Los requerimientos mecánicos son aquellos que tienen que ver con el buen funcionamiento de todas las partes que mantienen en pie a la fuente de poder.

3.3.1 CARCASA Y ARMAZÓN

Una fuente de poder para soldadura debe estar formada y ensamblada de tal manera que tenga la resistencia y rigidez necesaria para soportar las condiciones normales de servicio a las que puede estar sujeta sin que exista riesgos de incendios o accidentes. La fuente de poder debe estar provista de carcasa o cabina que encierre todas las partes conductoras de corriente y partes móviles peligrosas (como motores, poleas, bandas, ventiladores, engranajes y otras) excepto las siguientes que no necesitan estar encerradas:

1. Un cable flexible de abastecimiento y los cables de soldadura.
2. Los terminales de salida para la conexión de los cables de soldadura, conectores de lagarto, o partes similares conectadas al circuito de salida y limitadas en el voltaje de circuito abierto de acuerdo con el punto 3.5.3 si están protegidas adecuadamente contra el contacto no intencional.

3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Todas las partes metálicas deben ser pintadas, blindadas o protegidas de otro modo contra la corrosión si el deterioro de estas partes desprotegidas puede resultar probablemente en una condición de peligro.

3.3.3 MANGUERAS DE LÍNEAS DE SERVICIO

Si son suministradas como parte de la fuente de potencia para soldadura, las mangueras de líneas de servicio y las conexiones de las mangueras, estas deben cumplir con las publicaciones de la Rubber Manufacturers Association Inc. número IP-7 "Specification for Rubber Welding Hose", o con la publicación número IP-2 "Hose Handbook" , y con las publicaciones número E1 de la Compressed Gas Association "Standard Connections for Regulators, Outlets, Torches, and Fitted Hose for Welding and Cutting Equipment" o la E2 "Hose Line Check Value Standards for Welding and Cutting"

3.3.4 AGUA DE ENFRIAMIENTO

Cualquier mecanismo o sistema que usa agua para enfriamiento, a parte de un sistema integrado de recirculación, debe ser capaz de operar en un rango de presión interna del agua de 30 psi a 75 psi y una temperatura del agua interna superior a 49 °C. Para propósitos de medición la presión del agua debe ser de 30 psi a una temperatura de 49 °C.

3.3.5 ESCOBILLAS

Las escobillas utilizadas como parte de una fuente de potencia para soldadura deben cumplir con la norma ANSI/NEMA número CB 1, "Brushes for Electrical Machines"

3.3.6 PRUEBAS DE JALÓN Y CAÍDA

3.3.6.1 Prueba de jalón

Si un ojo u oreja está provisto con el propósito de levantar una fuente de poder para soldadura ensamblada, este accesorio debe ser capaz de soportar una prueba de jalón de caída libre. Esta prueba debe ser hecha con la fuente de poder equipada con todos los accesorios asociados (excluyendo remolques, carretas,

etc.) que deberían estar instalados y, en el caso de fuentes de poder equipadas con motores, completamente en servicio y listas para operar.

La unidad debe ser suspendida de un miembro rígido por una cadena o cable fijo al ojo u oreja de izaje, y debe ser posicionada para una caída libre directa. El montaje de cadena o cable debe ser preparado para proveer una caída libre de al menos seis pulgadas antes de que la unidad quede suspendida dando la máxima fuerza de la caída la cual es soportada en el ojo u oreja de izaje. Tres de estas pruebas deben ser hechas.

3.3.6.2 Prueba de caída

Una fuente de poder para soldadura ensamblada y equipada con todos los accesorios (excluyendo remolques, carretas, etc.) que deberían ser instalados y, en el caso de fuentes de poder equipadas con motores, completamente en servicio y listas para operar, deben ser capaces de soportar una prueba de caída. Esta prueba consiste de tres caídas sobre una superficie dura y rígida de una altura de no menos de 6 pulgadas (152 mm). Estas caídas deben ser hechas de manera que cada una golpee en un borde del fondo de la fuente de poder diferente al otro.

3.3.6.3 Conformidad de las pruebas

Después de realizar las pruebas descritas, la fuente de poder debe seguir conforme con las provisiones de la Norma y en todos los aspectos nivelada aunque puede haber algunas deformaciones de las partes estructurales de la caja.

3.4 CONSIDERACIONES ELÉCTRICAS

3.4.1 CONEXIÓN DEL SUMINISTRO DE PODER

Donde los conductores de suministro de poder pasan a través de una abertura en una carcasa, los bordes de la abertura deben ser alisados suavemente o provistos con un pasamuros (bushing) seguro y suavemente redondeado.

La ampacidad usada para la selección del conductor debe ser calculada de la siguiente ecuación:

$$I_r = \sqrt{I_a^2 d + I_b^2 (1-d)} \quad (3.1)$$

Donde

I_r = requerimiento de ampacidad en amperios (para el conjunto del conductor)

I_a = corriente de entrada de placa al voltaje nominal y a la salida nominal

I_b = Corriente de entrada al voltaje nominal de entrada y sin carga

$$d = \frac{\text{Ciclo de trabajo nominal}(\%)}{100}$$

Cuando se usa un cordón flexible para la conexión de suministro de poder, este debe ser seleccionado de acuerdo con la Tabla 3-1.

Donde sean provistos terminales del circuito o terminales de soldadura, estos deben ser apropiados para la conexión de los conductores de suministro de poder y estos conductores deben ser seleccionados de acuerdo a la Tabla 3-2

Tabla 3-1 Medida de los cables conductores flexibles^(b)

Ampacidad Requerida (I_r) ^(a)		Medida del Cable, AWG
Dos conductores	Tres conductores	
10	7	18
13	10	16
18	15	14
25	20	12
30	25	10
40	35	8
55	45	6
70	60	4
95	80	2

(a) Las ampacidades son aplicadas a los conductores de corriente de acuerdo con la Tabla 400-5 del Código Eléctrico Nacional de 1987 de los EE.UU. Las ampacidades listadas arriba están basadas sobre una temperatura ambiente de 30 °C. Un conductor usado para la conexión a tierra del equipo no es considerado como un conductor de corriente.

(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 13.

Tabla 3-2 Medida de conductores aislados de cobre (no más de tres conductores por cable)^(b)

Ampacidad Requerida (Ir) ^(a)	Medida del Cable, AWG	Ampacidad Requerida (Ir) ^(a)	Medida del Cable, AWG
15	14	150	0
20	12	175	00
30	10	200	000
50	8	230	0000
65	6	255	250 kcmil
85	4	285	300 kcmil
100	3	310	350 kcmil
115	2	335	400 kcmil
130	1	380	500 kcmil

(a) La ampacidad en esta tabla está basada sobre una temperatura ambiente de 30°C y un rango de temperatura de los conductores de 75 °C de acuerdo a la Tabla 310-16 del Código Eléctrico Nacional de 1987 de los EE.UU. Un conductor usado para la conexión a tierra del equipo no es considerado como un conductor de corriente.

(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 13.

3.4.2 SUMINISTRO DE PODER A TRAVÉS DE UN CORDÓN FLEXIBLE

Cuando un cordón flexible es usado como parte de la conexión de suministro de energía de la fuente de poder, este debe ser del tipo S, SO, ST, o STO excepto para una fuente de poder NEMA clase III, la cual puede ser provista alternativamente con un cable flexible tipo SJ, SJO, SJT, SJTO, o SPT-3. Los cables flexibles no deben tener menos de 5 pies (1.52 m) de longitud medidos

desde la protección contra jalones de la carcasa de la fuente de poder hasta el terminal del enchufe provisto para la conexión al tomacorriente de suministro de energía.

Una fuente NEMA clase III que tiene ruedas u otros instrumentos para movilizarlas deben ser equipadas con cordones flexibles. Un enchufe debe ser provisto en el cordón flexible y debe ser seleccionado en conformidad con la publicación de la NEMA número WD-1 “General-Purpose Wiring Devices” para los rangos de voltaje y corriente de la fuente de poder. El enchufe debe ser capaz de conectarse a tierra. Cuando una fuente de poder NEMA clase III tiene un interruptor o un circuito de corte que cumple con 3.4.9.3, el rango de corriente del accesorio no debe ser menor del 75% del rango de entrada de corriente de la fuente de poder.

Los cordones flexibles deben ser provistos con una protección contra jalones, de modo que una fuerza externa que hale y sea ejercida por un minuto en cualquier dirección, no sea transmitida a los terminales, empalmes, o cableado interno de la fuerza de poder. Esta fuerza se especifica en la Tabla 3-3.

Se deben proveer accesorios que fijen el conductor para prevenir que el cable flexible sea empujado dentro de la carcasa a través del agujero del cordón si dicho desplazamiento puede ser probable que: (1) someta al cordón a daño mecánico, (2) exponga al cordón a una temperatura mayor para la cual está diseñado, o (3) reduzca los espacios por debajo de los especificados en la Tabla 3-5.

Tabla 3-3 Fuerza Externa^(a)

Medida del cable, AWG	Fuerza Aplicada	
	Lbs	N
16-18	35	155.9
12-14	50	222.4
10 o mayor	100	444.8

(a) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 14.

3.4.3 SUMINISTRO DE PODER POR MEDIO DE UN SISTEMA PERMANENTE

Si una fuente de poder no esta provista con un cable flexible para el suministro de potencia, será provista con terminales del cableado interno o terminales de los cables de soldadura los cuales serán encerrados y se accederá a ellos solamente con instrumentos apropiados.

Un agujero, agujero ciego, o conector deberá ser provisto para facilitar la conexión del sistema de cableado permanente. El diámetro y la medida de la superficie plana circundante de un agujero o agujero ciego deberán estar en concordancia con la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Diámetro del agujero ciego o agujero para el conducto y ancho de la superficie plana circundante^(a)

Medida del conductor de suministro, AWG		Medida comercial del conducto nominal	Espacio del agujero ciego					
			Mínimo		Nominal		Máximo	
Una fase	Tres fases		Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm
14-10	14-10	½	0.859	21.82	0.875	22.22	0.906	23.01
8	8	¾	1.094	27.79	1.109	28.17	1.141	28.98
6-4	6-4	1	1.359	34.52	1.375	34.92	1.406	35.17
3-1	3-2	1 ¼	1.719	43.66	1.734	44.04	1.766	44.86
1/0-2/0	1-1/0	1 ½	1.958	49.73	1.984	50.39	2.016	51.21
3/0-4/0	2/0-3/0	2	2.433	61.80	2.469	62.71	2.500	63.50
250-300 kcmil	4/0-200 kcmil	2 ½	2.938	74.62	2.969	75.41	3.000	76.20

(a) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 14.

3.4.4 PUESTA A TIERRA



Todas las partes conductivas expuestas de los conductores sin corriente, las cuales serán energizadas bajo el rigor del uso normal y manipulación deben tener

contacto metal con metal o deben ser unidos de otra manera y conectados a instrumentos de puesta a tierra comunes.

Los instrumentos de puesta a tierra deben ser:

1. Una parte de la fuente de poder.
2. Empleado solo para propósitos de puesta a tierra.
3. Improbable que sea desensamblado durante operación o servicio.
4. De la medida adecuada para el conductor a tierra tal como lo especifica la Tabla 250-95 y el artículo 250-51(2) del Código Eléctrico Nacional de 1987 de los EE.UU.
5. Localizado en la cercanía de las conexiones de suministro.

Los instrumentos de puesta a tierra deben ser un tornillo metálico, borne, conector de presión, borne roscado, cables con o sin aislamiento, o instrumentos equivalentes. No se debe utilizar solamente soldadura para la conexión a tierra, sino que se debe emplear un instrumento para conexiones a tierra.

Cuando el instrumento de puesta a tierra es un conductor aislado, este debe tener una superficie verde con una o varias rayas amarillas. En todos los demás casos debe ser identificado por coloraciones verdes o por una marca legible con los símbolos  o , alternadamente, con cualquiera de las letras G, GR, GRD, GND o GROUND.

3.4.5 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Cuando los materiales sujetos a la corrosión como el hierro, acero, o aluminio, etc, son usados como parte de los terminales del cableado o instrumentos de puesta a tierra, estas partes deben estar protegidas con una lámina de material anticorrosivo o tener otro tipo de protección para mantener la integridad de la conexión eléctrica.

3.4.6 PROVISIONES DE ELEMENTOS EXTERNOS

3.4.6.1 Cables de soldadura

Los cables de soldadura suministrados con la fuente de poder deben tener el tamaño suficiente para que la temperatura de estos no sobrepase los 85 °C o el rango de temperatura del aislamiento del cable, cualquiera que sea menor, cuando la fuente de poder está operando con la corriente de carga nominal y con su ciclo de trabajo.

Cuando los cables de soldadura son provistos como parte integral de la fuente de poder, los accesorios de estos cables deben ser construidos para soportar una fuerza tirante externa, aplicada por un minuto en cualquier dirección, tal como lo especifica la Tabla 3-3, sin reducir los espacios eléctricos por debajo de los especificados en la Tabla 3-5, o causando daño a cualquier parte interna de la fuente de poder. Como sea, la fuerza aplicada no debe ser mayor que la especificada para el cable usado para la conexión del suministro de energía.

En los lugares donde un cable de soldadura pasa a través de una barrera o de la carcasa, la abertura debe ser redondeada suavemente o debe ser provista con un pasamuros suavemente redondeado y asegurado.

3.4.6.2 Terminales de soldadura

Las conexiones roscadas usadas para la conexión de los cables de soldadura deben soportar un torque como el que está dado en las ecuaciones 3.2 y 3.3 sin disminuir el espacio interno por debajo de los dados en la Tabla 3-5 o sin deformar permanentemente los terminales o las partes adyacentes.

$$\text{Para diámetro en pulgadas} \quad T = 100 \times D^2 \text{ (lb-ft)} \quad (3.2)$$

$$\text{Para diámetro en milímetros} \quad T = 0.0175 \times D^2 \text{ (N-m)} \quad (3.3)$$

Donde:

T = Torque

D = Diámetro mayor de la rosca

Los terminales de soldadura no deben alcanzar los 60 °C cuando la fuente de poder está operando con la corriente de carga nominal y con su ciclo de trabajo. Cuando se hace la prueba de temperatura, los cables de soldadura deben estar conectados a los terminales de acuerdo al punto 3.4.6.1. Las conexiones roscadas usadas para contener los cables de soldadura deben ser ajustadas con un torque mínimo según las siguientes ecuaciones.

$$\text{Para diámetro en pulgadas} \quad T = 60 \times D^2 \text{ (lb-ft)} \quad (3.4)$$

$$\text{Para diámetro en milímetros} \quad T = 0.0175 \times D^2 \text{ (N-m)} \quad (3.5)$$

Donde:

T = Torque

D = Diámetro mayor de la rosca

Tabla 3-5 Espacios en fuentes de poder para soldadura^{(a) (h)}

Voltaje r.m.s entre las partes envueltas ^(d,e)	En los terminales del circuito ^(b)				En otros que no sean los terminales del circuito							
					Otros que no sean las paredes de la carcasa				En las paredes de la carcasa metálica ^(f,g)			
	En aire		Sobre superficie		En aire ^(c)		Sobre superficie		En aire		Sobre superficie	
	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	Mm	Pulg	mm
0-50	½	12.7	½	12.7	⅛	3.18	⅛	3.18	½	12.7	½	12.7
51-150	½	12.7	½	12.7	⅛	3.18	¼	6.35	½	12.7	½	12.7
151-300	½	12.7	½	12.7	¼	6.35	⅜	9.53	½	12.7	½	12.7
301-600	1	25.4	1	25.4	⅜	9.53	½	12.7	½	12.7	½	12.7

^(a)Los valores no se aplican para una vuelta de alambre en un rollo o a espacios entre: (1) dos conductores de un rollo, (2) un rollo y su núcleo, (3) un rollo y cualquier otra parte de polaridad opuesta incluyendo los conductores de

soldadura que cruzan. Los espacios dados en la Tabla 3-5 no se aplican a elementos de cableado, motores, placas de circuitos impresos, u otros accesorios para los cuales hay normas establecidas.

^(b) Los terminales del circuito son considerados ser terminales en los cuales las conexiones de suministro son hechas en el campo.

^(c) Los espacios entre los terminales de tipo roscado de polaridad opuesta no deben ser menores de 0.25 pulgadas (6.35 mm) si los terminales están en el mismo plano.

^(d) Cuando el voltaje pico repetitivo, en el cual el elemento es usado, es más de 1.5 veces los voltios rms, el voltaje pico debe ser dividido para dos para obtener un rango rms equivalente en voltios.

^(e) Para sistemas de potencia conectados a tierra, como los sistemas de tres fases cuatro conductores, el espacio y las distancias de conducción superficial a tierra deben ser gobernados por el voltaje a tierra.

^(f) Una pieza de metal unida a la carcasa es considerada ser parte de la carcasa si la deformación de la carcasa pueda reducir los espacios y las distancias de conducción superficial entre la pieza de metal y las partes vivas sin aislamiento o cable con película protectora.

^(g) Para carcasas subensambladas en donde los espacios y las distancias de conducción superficial son rígidamente mantenidos y cuando es montada dentro de otra carcasa, debe usarse en lugar de las distancias para “otros que no sean las paredes de la carcasa” las distancias a “las paredes de la carcasa metálica” pero en ningún caso debe ser menor que 0.1 pulgada (2.54 mm).

^(h) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 15.

3.4.7 REQUERIMIENTOS DEL CABLEADO INTERNO

3.4.7.1 Conductores aislados

El cableado debe ser preparado o protegido para que no ocurra daño en el aislamiento del conductor por contacto con cualquier parte áspera, aguda o móvil.

Todas las juntas y conexiones deben ser aseguradas mecánicamente y deben proveer contacto eléctrico sin tensión mecánica en el conductor.

3.4.7.2 Conductores sin aislamiento

Cuando se utilizan conductores sin aislamiento dentro de la carcasa, estos deben mantener los espacios dados en la Tabla 3-5.

3.4.7.3 Aislamiento de partes vivas

Las partes vivas son las partes que se encuentran a un potencial diferente del de tierra, el cual puede proveer un choque eléctrico.

Las arandelas, pasamuros, láminas y todos los elementos con aislamiento que sirven para el montaje y aislamiento de las partes vivas no deben sufrir daño en su funcionalidad a la temperatura a la cual estos deben estar sujetos durante la operación a la carga nominal durante las condiciones usuales de servicio.

3.4.8 ESPACIAMIENTOS

El espaciamiento mínimo entre cualquier parte viva sin aislamiento y otra parte viva, puesta a tierra, o aislada, no debe ser menor que el mostrado en la Tabla 3-5.

3.4.9 REQUERIMIENTOS PARA COMPONENTES ESPECÍFICOS

3.4.9.1 Transformadores

Una fuente de poder de transformador que está suministrando corriente de soldadura debe tener la bobina (bobinas) secundaria aislada eléctricamente de la

bobina (bobinas) primaria cuando la fuente de poder está diseñada para ser operada desde líneas de suministro de poder.

3.4.9.2 Condensadores

Si un condensador contiene un líquido aislante, su contenedor no debe gotear bajo las condiciones usuales de servicio. Si el líquido es flamable, la cantidad será limitada a un cuarto y el condensador deberá ser protegido contra la ruptura de su contenedor.

Un capacitor debe ser provisto con un instrumento de descarga automático capaz de reducir el potencial a través del capacitor a 50 V dentro del tiempo necesario para ganar acceso a cualquier parte conductora de corriente, no en el circuito de salida de la máquina después de desconectar la máquina. Si el potencial a través del capacitor existe en el conductor móvil del interruptor de un accesorio de enchufe desconectado, el tiempo de acceso es considerado de 2 segundos.

3.4.9.3 Interruptores

Se debe observar el buen funcionamiento del interruptor y que este desconecte todos los conductores de corriente que no están conectados a tierra. Deben ser provistos con instrumentos que indiquen si el interruptor a sido encendido o apagado.

Excepción: No se cubre en este párrafo a los transformadores de control que tienen bobinas aisladas que proveen voltaje de operación para el elemento interruptor del suministro primario.

3.4.9.4 Marca de conexiones y controles de operación

Todos los terminales de conexiones, conexiones de derivación y controles de operación deben ser plenamente y permanentemente marcados para designar su propósito y correcto uso.

3.4.10 DERIVACIONES DE REGULACIÓN DE LA SALIDA

Cuando se proveen interruptores de regulación de derivaciones, deben tener establecidas posiciones de contacto. Interruptores, escobillas o contactos deslizantes no deben, si se los deja entre dos posiciones de contacto, hacer cortocircuito con ninguna bobina de giro al menos que la prueba muestre que este corto circuito no cause un incremento de temperatura que exceda a los especificados en 3.5.9.

Cuando las derivaciones de regulación del voltaje de carga o de corriente de carga involucran el uso de enchufes y tomacorrientes, o equivalentes, externos a la carcasa, los voltajes en estos lugares no deben exceder a los dados para los terminales de soldadura en el punto 3.5.3. Cualquier conductor flexible utilizado debe ser apropiado para el servicio de soldadura. Cualquier instrumento provisto deberá estar en conformidad con los requerimientos del punto 3.3.1 en lo relativo a la protección y levantamiento.

3.4.11 SUMINISTRO AUXILIAR DE PODER

3.4.11.1 Tomacorrientes

Un tomacorriente de suministro utilizado para proveer poder a 115V o 230V a equipos auxiliares como alimentadores de alambre, taladros, y otros, debe ser del tipo con conexión a tierra, y el contacto de puesta a tierra del tomacorriente debe ser eléctricamente conectado a la carcasa de la fuente de poder. La corriente y el voltaje medido de la fuente de poder auxiliar debe ser marcada en el lugar del tomacorriente.

3.4.11.2 Protección

La corriente nominal del fusible debe estar marcada en el la caja de fusibles.

3.4.11.3 Circuito auxiliar de suministro de poder

El circuito auxiliar de suministro de poder debe estar aislado eléctricamente del suministro de entrada de poder.

3.4.12 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Un sistema de aislamiento es un montaje de materiales aislantes en asociación con los conductores y las partes estructurales de soporte de una fuente de poder. Los sistemas de aislamiento están divididos dentro de clases de acuerdo a la resistencia térmica del sistema para propósitos de rangos de temperatura.

Los sistemas de aislamiento se clasificarán como Clase 105, Clase 130, Clase 155, Clase 180, Clase 200, o Clase 220. Cada sistema de aislamiento es uno que por experiencia o pruebas aceptadas pueden demostrar tener la resistencia térmica apropiada cuando están operando a la temperatura especificada en las Tablas 3-12 y 3-13 de los límites de temperatura.

Cuando sea apropiado para la construcción, las pruebas deben ser hechas de acuerdo a los siguientes procedimientos de prueba de la IEEE:

1. Publicación número 117 de la IEEE "Standard Test Procedure For Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-wound AC Electric Machinery"
2. Publicación número 304 de la IEEE "Test Procedure Evaluation and Classification of Insulation System for DC Machines"

3.5 RANGOS Y DESEMPEÑO

3.5.1 RANGOS DE ENTRADA DE UNA FUENTE DE PODER QUE OPERA CON SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La corriente de entrada de una fuente de poder para soldadura operando con un suministro de energía eléctrica deberá ser determinada a la salida nominal cuando son aplicados el voltaje de entrada nominal y la frecuencia nominal.

Para fuentes de poder con derivaciones de regulación, la corriente de entrada debe ser determinada bajo las condiciones con las cuales se tenga la máxima entrada de corriente cuando la salida es la corriente de carga nominal al voltaje de carga nominal de la fuente de poder.

La corriente de entrada actual determinada no debe variar de la corriente de entrada mostrada en la placa de datos, en más de 10% para las fuentes NEMA Clase I y Clase II, y en 25% para las fuentes de poder NEMA Clase III.

3.5.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Cuando se provee corrección del factor de potencia, el valor corregido debe ser medido a la carga nominal, voltaje de entrada nominal y frecuencia nominal. El valor corregido no debe ser menor de 75% al menos que el valor corregido esté especificado en la placa de datos.

3.5.3 VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO

El voltaje de circuito abierto de una fuente de poder, excluyendo el voltaje de alta frecuencia de estabilización, usando un voltímetro dentro del rango de 100 ohms/voltio y 1000 ohms/voltio, no deberán exceder los valores que se especifican en los puntos siguientes cuando se aplica el voltaje de entrada nominal o cuando una fuente de poder de tipo generador es operada a la velocidad nominal máxima sin carga.

3.5.3.1 Fuentes de poder para soldadura manual y semiautomática

- | | |
|---|----------|
| 1. Fuente de poder de CA | 80 V rms |
| 2. Fuente de poder de CC con voltaje de rizo > 10% | 80 V rms |
| 3. Fuente de poder de CC con voltaje de rizo \leq 10% | 100 V |

Los dos primeros puntos se miden en voltaje rms porque el alto contenido de voltaje de rizo puede provocar que el voltaje promedio leído pueda ser erróneo, por eso, es usado el valor rms.

3.5.3.2 Fuentes de poder para soldadura automática

- | | |
|---|-----------|
| 1. Fuente de poder de CA | 100 V rms |
| 2. Fuente de poder de CC con voltaje de rizo > 10% | 100 V rms |
| 3. Fuente de poder de CC con voltaje de rizo \leq 10% | 100 V |

3.5.4 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE I

3.5.4.1 General

Las fuentes de poder de corriente constante NEMA Clase I que tienen un rango de ciclo de trabajo de 60, 80 o 100% deben tener un rango de salida en amperios de carga y voltaje de carga en concordancia con la columna 1 de la Tabla 3-6 o 3-7. Estas deben ser capaces de proveer los amperios de carga a los voltajes de carga para la mínima y máxima posición de salida asociado con el amperaje de carga nominal y el voltaje de carga nominal dados en la columna 1 de las Tablas 3-6 y 3-7. Ver los puntos 3.5.4.2 y 3.5.4.3, cuando:

1. Los terminales de soldadura están conectados a una carga resistiva que tenga un factor de potencia de 0.99 o mayor.
2. Una fuente de poder tipo generador está operando a la velocidad de carga nominal.
3. El voltaje de entrada nominal a la frecuencia nominal es aplicado a la fuente de poder.
4. La temperatura alcanzada especificada en 3.5.9 no es excedida.

Para una fuente de poder que tiene salida de corriente continua, los amperios de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores promedio. Para una fuente de poder que tiene una salida de corriente alterna, los amperajes de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores rms.

3.5.4.2 Fuentes de poder de corriente alterna o corriente continua

Cuando la fuente de poder está operando en el punto de salida máxima mostrado en la columna 3 de la Tabla 3-6, el ciclo de trabajo no debe ser menor que la mitad del ciclo de trabajo nominal de la fuente de poder.

3.5.4.3 Fuentes de poder de CA/CC

Cuando la fuente de poder está operando en el punto de salida máxima mostrado en la columna 3 de la Tabla 3-7, el ciclo de trabajo para la salida de CC debe ser el nominal, mientras que para la salida de CA el ciclo de trabajo no debe ser menor que la mitad del ciclo de trabajo nominal.

Tabla 3-6 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA o CC^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3	
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)	
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)
200	28	40	22	250	30
250	30	50	22	312	32
300	32	60	22	375	35
400	36	80	23	500	40
500	40	100	24	625	44
600	44	120	25	750	44
800	44	160	26	1000	44
1000	44	200	28	1250	44
1200	44	240	30	1500	44
1500	44	300	32	1875	44

Notas de las Tablas 3-6 y 3-7:

^(a) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 250 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 250 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. En estos casos, los valores para la salida de corriente mínima será de 20% de la corriente de carga nominal y para la salida máxima será de 125% de los amperios de carga nominal excepto para aquellas fuentes de poder que sean cubiertas por la Tabla 3-7, la corriente de salida máxima de CC será de 100% de los amperios nominales de carga. Los voltios de carga en cada caso deben ser determinados por la ecuación en la nota (d).

^(b) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.

^(c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que, pero no podrán ser menores que los valores listados en la tabla.

^(d) Estos valores de voltajes están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga. Para corrientes de carga mayores que 600 amperios, el voltaje de carga es 44 voltios.

(e) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 20.

Tabla 3-7 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA/CC ^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3			
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)			
CA/CC		CA/CC		CA		CC	
Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)
200	28	40	22	250	30	200	28
250	30	50	22	312	32	250	30
300	32	60	22	375	35	300	32
400	36	80	23	500	40	400	36
500	40	100	24	625	44	500	40
600	44	120	25	750	44	600	44
800	44	160	26	1000	44	800	44
1000	44	200	28	1250	44	1000	44
1200	44	240	30	1500	44	1200	44
1500	44	300	32	1875	44	1500	44

3.5.5 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE II

3.5.5.1 General

Las fuentes de poder de corriente constante NEMA Clase II que tienen un ciclo de trabajo de 30, 40 o 50% deben tener una salida nominal en amperios de carga y voltaje de carga en concordancia con la columna 1 de la Tabla 3-8 o 3-9. Estas deben ser capaces de proveer los amperios de carga a los voltajes de carga para la posición mínima y máxima de salida asociada con el amperaje de carga nominal y el voltaje de carga nominal dados en la columna 1 de las Tablas 3-8 y 3-9, por ejemplo: Si una fuente de poder NEMA Clase II de CA tiene una salida

nominal de 250 amperios, entonces su voltaje de carga nominal de salida debe ser de máximo 30 voltios; su punto mínimo de salida debe ser de 50 amperios y máximo 22 voltios y su punto máximo de salida de 275 amperios y máximo 31 voltios. La Tabla 3-8 es para máquinas soldadoras de CA o de CC, mientras que la Tabla 3-9 es para máquinas soldadoras que funcionan con CA como con CC.

Ver notas B y C de la Tabla 3.9 cuando:

1. Los terminales de soldadura están conectados a una carga resistiva que tiene un factor de potencia de 0.99 o mayor.
2. Una fuente de poder tipo generador está operando a la velocidad de carga nominal.
3. El voltaje de entrada nominal a la frecuencia nominal es aplicado a la fuente de poder.
4. La temperatura alcanzada especificada en 3.5.9 no es excedida.

Para una fuente de poder que tiene salida de corriente continua, los amperios de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores promedio. Para una fuente de poder que tiene una salida de corriente alterna, los amperajes de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores rms.

3.5.5.2 Fuentes de poder de corriente alterna o corriente continua

Cuando la fuente de poder está operando en el punto de salida máxima mostrado en la columna 3 de la Tabla 3-8, el ciclo de trabajo no debe ser menor que la mitad del ciclo de trabajo nominal de la fuente de poder.

3.5.5.3 Fuentes de poder de CA/CC

Cuando la fuente de poder está operando en el punto de salida máxima mostrado en la columna 3 de la Tabla 3-9, el ciclo de trabajo para la salida de CC debe ser

el nominal, mientras que para la salida de CA el ciclo de trabajo no debe ser menor que la mitad del ciclo de trabajo nominal.

Tabla 3-8 Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA o CC^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3	
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)	
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)
150	26	30	21	165	27
175	27	35	21	193	28
200	28	40	22	220	29
225	29	45	22	248	30
250	30	50	22	275	31
300	32	60	22	330	33
350	34	70	23	385	36

Tabla 3-9 Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA/CC^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3			
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)			
CA/CC		CA/CC		CA		CC	
Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)
150	26	30	21	165	27	150	26
175	27	35	21	193	28	175	27
200	28	40	22	220	29	200	28
225	29	45	22	248	30	225	29
250	30	50	22	275	31	250	30
300	32	60	22	330	33	300	32
350	34	70	23	385	36	350	34

Notas de las Tablas 3-8 y 3-9:

- (a) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 150 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 350 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. En estos casos, los valores para la salida de corriente mínima será de 20% de la corriente de carga nominal y para la salida máxima será de 110% de los amperios de carga nominal excepto para aquellas fuentes de poder que sean cubiertas por la Tabla 3-9, la corriente de salida máxima de CC será de 100% de los amperios nominales de carga. Los voltios de carga en cada caso deben ser determinados por la ecuación en la nota (d).
- (b) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.
- (c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que, pero no podrán ser menores que los valores listados en la tabla.
- (d) Estos valores de voltajes están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga.
- (e) Tablas tomadas de la norma NEMA EW-1, páginas 21 y 22.

3.5.6 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE CORRIENTE CONSTANTE NEMA CLASE III

3.5.6.1 General

Las fuentes de poder de corriente constante NEMA Clase III que tienen un ciclo de trabajo nominal de 20% deben tener una salida nominal en amperios de carga y voltaje de carga en concordancia con la columna 1 de la Tabla 3-10. Estas deben ser capaces de proveer los amperios de carga a los voltajes de carga para la posición mínima y máxima de salida asociada con el amperaje de carga nominal y el voltaje de carga nominal dados en la columna 1 de la Tablas 3-10 cuando:

1. Los terminales de soldadura están conectados a una carga resistiva que tiene un factor de potencia de 0.99 o mayor.

2. Una fuente de poder tipo generador está operando a la velocidad de carga nominal.
3. El voltaje de entrada nominal a la frecuencia nominal es aplicado a la fuente de poder.
4. La temperatura alcanzada especificada en 3.5.9 no es excedida.

Para una fuente de poder que tiene salida de corriente continua, los amperios de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores promedio. Para una fuente de poder que tiene una salida de corriente alterna, los amperajes de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores rms.

Para una fuente de poder que tiene salida de CA solamente o de CC solamente, los valores dados en la Tabla 3-10 se aplican. Para una fuente de poder que tiene salida de CA/CC los valores dados en la Tabla 3-10 se aplican para la salida de CA; la salida de CC no debe ser menor que el 80% de la salida de CA hacia adelante en la columna 1 de la Tabla 3-10, mientras que los valores en la columna 2 de la Tabla 3-10 se aplican directamente a la salida de CC.

Tabla 3-10 Fuentes de Poder NEMA Clase III de Corriente Constante ^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3
Salida Nominal ^(c)		Puntos mínimos de Salida ^(d)		Puntos máximos de salida ^(c)
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	
180 hasta 230 ^(a)	25	Multiplicar el amperaje de carga nominal por 1/6 ^(b)	20	Igual que la salida nominal dada en la columna 1
235 hasta 295 ^(a)	30	Multiplicar el amperaje de carga nominal por 1/6 ^(b)	22	Igual que la salida nominal dada en la columna 1

^(a) Expresado en múltiplos de 5.

^(b) Si el número no es un múltiplo de 5, subir al número siguiente que sea múltiplo de 5.

- (c) Los amperios de carga medidos a los voltios de carga medidos no deben ser menores que el 95% de los amperios de carga nominales mostrados en la placa de datos.
- (d) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.
- (e) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 22.

3.5.7 RANGOS DE SALIDA DE FUENTES DE PODER DE VOLTAJE CONSTANTE NEMA CLASE I

Las fuentes de poder de voltaje constante NEMA Clase I que tienen un ciclo de trabajo de 60, 80 o 100% deben tener un rango de salida en amperios de carga y voltaje de carga en concordancia con la Tabla 3-11, cuando:

1. Los terminales de soldadura están conectados a una carga resistiva que tiene un factor de potencia de 0.99 o mayor.
2. Una fuente de poder tipo generador está operando a la velocidad de carga nominal.
3. El voltaje de entrada nominal a la frecuencia nominal es aplicado a la fuente de poder.
4. La temperatura alcanzada especificada en 3.5.9 no es excedida.

Para una fuente de poder que tiene salida de corriente continua, los amperios de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores promedio. Para una fuente de poder que tiene una salida de corriente alterna, los amperajes de carga y los voltajes de carga deben ser expresados como valores rms.

Tabla 3-11 Fuentes de Poder NEMA Clase I de Voltaje Constante, CA o CC ^(g)

Columna 1		Columna 2	
Salida Nominal ^{(a)(b)}		Puntos mínimos de Salida ^{(c)(d)}	
Amp de carga	Volt de carga ^(e)	Amp de carga	Volt de carga ^(f)
200	28	50	14
250	30	62	15
300	32	75	15
400	36	100	16
500	40	125	17
600	44	180	19
800	44	240	22
1000	44	300	24
1200	44	360	24
1500	44	450	24

(a) Los amperios máximos de carga, voltajes máximos de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que los valores listados en la Tabla.

(b) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 500 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 500 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. Para los voltios de carga ver la nota (c). Para la corriente de carga mínima y voltaje ver la nota (d).

(c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser mayores que, los valores listados en la tabla.

(d) Para las corrientes de carga descritas en la nota (b), los valores para la salida de corriente mínima será de 25% de la corriente de carga nominal para fuentes de poder con amperaje nominal de 550 amperios y menores y 30% de la corriente de carga nominal para fuentes de poder con amperaje nominal mayores de 550 amperios. Para voltajes mínimos de carga, ver nota (f).

(e) Los voltajes de carga están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga, pero en ningún caso deberá exceder los 44 voltios.

^(f) Los voltajes de carga están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga, pero en ningún caso deberá exceder los 24 voltios.

^(g) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 23.

3.5.8 OPERACIÓN SIN CARGA

Las fuentes de poder para soldadura deben ser capaces de operar continuamente sin carga a cualquier punto de salida sin exceder los niveles de temperatura especificados en el punto 3.5.9.

3.5.9 NIVELES DE TEMPERATURA

Cuando una fuente de poder, está operando a la velocidad nominal (si se aplica) o con el voltaje de entrada nominal a la frecuencia nominal aplicada, está conectada a una carga resistiva (factor de potencia de 0.99 o mayor), y es operada:

- a) A la corriente nominal y voltaje nominal con el ciclo de trabajo nominal y;
- b) Al máximo punto de salida con el ciclo de trabajo nominal específico hasta que se alcance una temperatura constante.

Los niveles de temperatura alcanzados por varias partes no deben exceder los valores dados en las Tablas 3-12 y 3-13. Las fuentes de poder auxiliares enfocadas a ser utilizadas mientras se suelda deben ser cargadas a sus niveles nominales.

En el caso de fuentes de poder con derivaciones de regulación de salida ya sea en el circuito de entrada, el circuito de salida, o ambos, la temperatura debe ser medida con la derivación que produzca la temperatura más alta a la salida nominal o por debajo.

Tabla 3-12 Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder tipo generadores de CC, generador-rectificador de CA y generador de CA. ^(c)

	Niveles de Temperatura							
	Motores con fuente de energía primaria de CC, generadores de CC y excitadores				Generadores de CA, generador-rectificador de CA y motores de fuente primaria de energía			
	Clases del sistemas de aislamiento				Clases del sistemas de aislamiento			
	105	130	155	180	105	130	155	180
1. Devanados incluidos, bobinas multicapas, y todas las bobinas que no esten cubiertas en 2 ^(a)								
Por el método del termómetro ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	-	-	-	-
Por el método de la resistencia	60°C	85°C	110°C	135°C	60°C	85°C	110°C	135°C
2. Bobinas de una capa con conductores expuestos sin aislamiento o con capa de protección ^(a)								
Por el método del termómetro ^(b)	60°C	85°C	105°C	130°C	-	-	-	-
Por el método de la resistencia	65°C	90°C	115°C	140°C	-	-	-	-
3. Núcleos y partes mecánicas en contacto o adyacentes al aislamiento								
Por el método del termómetro ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	50°C	70°C	90°C	110°C
4. Conmutadores								
Por el método del termómetro ^(b)	65°C	85°C	85°C	85°C	-	-	-	-
5. Todas las partes cuya temperatura afecta la temperatura del material de aislamiento se permitirá alcanzar tales temperaturas siempre y cuando no dañe la fuente de poder, o las partes componentes en ningún aspecto.								
6. Rotores de jaula de ardilla no deben alcanzar las temperaturas que causen daño mecánico a la fuente de poder.								
7. Para las temperaturas de los cables de soldadura y terminales de soldadura, ver el punto 3.4.6								

(a) En donde los dos métodos de medición de temperatura son listados, una temperatura alcanzada dentro de los valores en la Tabla 3-12, medido por cualquier método, debe demostrar conformidad con esta norma.

(b) Una termocupla será permitida ser sustituta de un termómetro donde sea aplicable. Para los procedimientos de prueba, ver la sección 3.6. Para ver la descripción de los sistemas de aislamiento, ver el punto 3.4.12.

(c) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 24.

Tabla 3-13 Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder de tipo transformadores de CA, transformador-rectificador de CC y transformador-rectificador de CA o CC. ^(b)

Método de determinación de la temperatura ^(a)	Temperatura alcanzada					
	Clase de sistema de aislamiento					
	105	130	155	180	200	220
Resistencia	70°C	90°C	115°C	135°C	155°C	170°C
Termocupla aplicada	80°C	100°C	125°C	150°C	170°C	190°C
Las partes metálicas en contacto con cualquier tipo de aislamiento no deben alcanzar una temperatura que exceda la permitida para el aislamiento adyacente.						
Para las temperaturas de los cables de soldadura y los terminales de soldadura, ver 3.4.6						
Todas las partes cuya temperatura afecta la temperatura del material de aislamiento se permitirá alcanzar tales temperaturas siempre y cuando no dañe la fuente de poder, o las partes componentes en ningún aspecto.						

(a) La temperatura alcanzada dentro de los valores listados en la Tabla 3-13, medido por cualquier método, debe demostrar conformidad con esta norma. Para bobinas, bobinas de transformador y reactores, el método de la resistencia para determinar la temperatura es preferido.

(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 25.

3.5.10 PLACA DE DATOS

La siguiente información mínima debe ser dada en la placa de datos de una fuente de poder, siempre y cuando sea aplicable:

1. Tipo de designación del fabricante y/o número de identificación;
2. "NEMA EW-1";
3. Voltaje de Circuito Abierto máximo; Cuando una fuente de poder tiene un voltaje de circuito abierto de acuerdo con el punto 3.5.3.2, un aviso preventivo debe ser provisto indicando que la fuente de poder no está diseñada para uso semiautomático o manual.
4. Voltaje de carga nominal;
5. Corriente de carga nominal;
6. Ciclo de trabajo a la carga nominal;

7. Velocidad máxima del generador en rpm cuando está sin carga;
8. Frecuencia nominal del suministro de energía;
9. Número de fases del suministro de energía;
10. Voltaje de entrada nominal del suministro de energía;
11. Valor rms de los amperios de la corriente de entrada a la salida de carga nominal;
12. Velocidad sin carga de la fuente primaria de energía en rpm si es diferente de 3.5.10.7, y;
13. Valor del factor de potencia tal como se requiere en 3.5.2.

3.6 PRUEBAS DE TEMPERATURA

3.6.1 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA PARA FUENTES DE PODER DE SOLDADURA POR ARCO

Cuando a las fuentes de poder se les realiza las pruebas para medir los niveles de temperatura de acuerdo con 3.5.9, la corriente de carga y el voltaje de carga deben ser mantenidos simultáneamente excepto en el caso de las fuente de poder NEMA Clase III en las que no es necesario que se mantenga el voltaje de carga. El voltaje de carga debe ser medido en los terminales de soldadura de la fuente de poder.

Para las fuentes de poder que tienen un ciclo de trabajo menor del 100%, la prueba debe ser realizada iniciando y deteniendo el circuito de soldadura de acuerdo a su ciclo de trabajo, esto quiere decir que si una fuente de soldadura tiene un ciclo de trabajo de 60% entonces la máquina debe estar encendida 6 minutos y luego dejarla reposar 4 minutos, y así sucesivamente hasta alcanzar una temperatura estable. Todas las temperaturas deben ser medidas al final del tiempo de carga del último ciclo después de obtener una temperatura constante.

3.6.2 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DEL TERMÓMETRO

3.6.2.1 Definición

El método del termómetro consiste en determinar la temperatura por medio de termómetros de mercurio o alcohol u otro instrumento apropiado de medición de la temperatura que deben ser aplicados a las partes más calientes que sean accesibles a los termómetros ordinarios de mercurio sin alteración de su estructura.

3.6.2.2 Medición

Cuando son hechas mediciones de temperatura a las fuentes de poder de tipo motor generador y generador con motor de combustión interna, la prueba debe ser hecha, excepto con lo indicado en 3.6.1, 3.6.7 y 3.6.8, en concordancia con la última revisión de los siguientes códigos aplicables:

1. Publicación número 112 de la IEEE "Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generator"
2. Publicación número 113 de la IEEE "Guide on Test Procedures for DC Machines"

3.6.3 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DE RESISTENCIA

3.6.3.1 Definición

El método de la resistencia consiste en determinar la temperatura por comparación de la resistencia de una bobina a la temperatura a ser determinada con la resistencia a una temperatura conocida.

3.6.3.2 Medición

Cuando las mediciones de la temperatura de una fuente de poder son hechas por el método de la resistencia, la prueba debe ser hecha, excepto con lo indicado en 3.6.1, 3.6.7 y 3.6.8, en concordancia con la última revisión de los siguientes códigos aplicables:

1. Publicación número 112 de la IEEE "Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generator"
2. Publicación número C57.12.90 de la ANSI/IEEE "Distribution Power and Regulating Transformers, Test Code for Liquid Immersed"

3.6.3.3 Determinación de la temperatura media por el método de la resistencia

La temperatura media medida de una bobina de cobre o aluminio debe ser determinada por la siguiente ecuación:

$$t_h = \frac{R_h}{R_c} (K + t_c) - K \quad (3.6)$$

Donde:

t_h = temperatura de la bobina en grados Celsius cuando R_h fue medida

t_c = temperatura de la bobina en grados Celsius cuando R_c fue medida

R_h = resistencia caliente en ohmios

R_c = resistencia fría en ohmios

K = para el aluminio= 225; para el cobre= 234.5

3.6.4 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL MÉTODO DE TERMOCUPLA

3.6.4.1 Definición

El método de la termocupla consiste en determinar la temperatura por termocuplas u otros instrumentos apropiados de medición de temperatura de tamaño comparable, aplicada a las partes más calientes accesibles a las termocuplas en lugares que son normalmente inaccesibles a los termómetros de vidrio.

Dependiendo del espesor de la separación entre el aislamiento y los conductores de corriente, las termocuplas pueden dar lecturas comparables con las obtenidas por el método de la resistencia o puede dar lecturas considerablemente menores a las del método de termómetro. En la medición de temperaturas de bobinas por el método de las termocuplas, el método será definido como “método de las termocuplas” solo si las termocuplas son aplicadas directamente a los conductores o son separadas del circuito metálico solamente por el aislamiento aplicado integralmente del mismo conductor.

3.6.4.2 Medición

Cuando las medidas de la temperatura de una fuente de poder son hechas por el método de la termocupla, la prueba debe ser hecha, excepto con lo indicado en 3.6.1, 3.6.7 y 3.6.8, en concordancia con la publicación número ANSI/IEEE C57.12.90.

3.6.5 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Cuando son hechas mediciones de temperatura, la temperatura ambiente debe ser determinada por al menos tres termocuplas o termómetros, espaciados uniformemente alrededor de la fuente de poder que está sometida a prueba. Estos deben ser colocados a aproximadamente una mitad de la altura de la fuente de poder y a una distancia de 3 a 6 pies (1 a 2 metros) de la fuente de poder y deben ser protegidos contra corrientes de aire y calentamiento anormal.

3.6.6 TEMPERATURA DEL AIRE DE ENFRIAMIENTO DURANTE LA PRUEBA

La prueba de temperatura debe ser hecha a cualquier temperatura de aire de enfriamiento, preferiblemente no por debajo de 10 °C. Debe asumirse que la temperatura alcanzada es la misma para todas las temperaturas de aire de enfriamiento entre los límites de 10 °C y 40 °C.

3.6.7 CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA POR EL TIEMPO DE PARADA

Cuando un tiempo suficiente ha pasado entre el instante de parada y el tiempo de medición de la temperatura final que permita que la temperatura caiga, correcciones apropiadas deben ser aplicadas para obtener tan cercano como sea practicable la temperatura al instante de la parada. Un método aceptable para determinar la temperatura aproximada al instante de la parada es graficando una curva, con las lecturas de temperatura en las ordenadas y el tiempo en las abscisas, y extrapolando hacia atrás al instante de la parada.

En el caso en que sucesivas mediciones muestren un incremento de temperatura después de la parada, el mayor valor será tomado.

3.6.8 PARADA DE FUENTES DE PODER TIPO GENERADOR PARA PRUEBAS DE TEMPERATURA

Deben ser tomadas precauciones para acortar el período de parada de la fuente de poder tipo generador y mantener la temperatura durante el período de parada. Es recomendable que instrumentos sean usados para limitar la parada y el periodo de medición a un valor que no excedan a aquellos especificados para los rangos dados como siguen:

Sobre 50 kilovatios incluido el 50:	3 minutos
Sobre 50 kilovatios e incluyendo 200 kilovatios:	5 minutos

3.7 PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL

3.7.1 PRUEBA DE ALTO POTENCIAL

Cada fuente de poder completamente ensamblada debe ser capaz de pasar la prueba de alto potencial descrita en esta sección.

3.7.2 VOLTAJE DE PRUEBA

El voltaje rms de prueba de CA para todas las fuentes de poder para soldadura nuevas debe ser 1000 voltios más el doble del voltaje nominal del circuito bajo prueba, excepto para los voltajes alternativos especificados para pruebas en líneas de producción en el punto 3.7.7. La frecuencia de todos los voltajes de prueba deben ser 50 o 60 Hz, y la forma de la onda debe ser esencialmente sinusoidal.

No es recomendado repetir la aplicación del voltaje de prueba de alto potencial. Si es necesario someter a la fuente de poder a una prueba de alto potencial subsecuente, el voltaje de prueba debe ser 85% del voltaje de prueba para una fuente de potencia nueva.

3.7.3 DURACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL VOLTAJE DE PRUEBA

El voltaje de prueba para las fuentes de poder debe ser aplicado continuamente por un periodo de un minuto excepto para los periodos de tiempo alternativos especificados para pruebas en líneas de producción.

3.7.4 PUNTOS DE APLICACIÓN DEL VOLTAJE DE PRUEBA

Excepto para la prueba de línea de producción especificada en 3.7.7.2, el voltaje de prueba debe ser aplicado sucesivamente entre el circuito de entrada de la fuente de poder y la armazón y carcasa; entre el circuito de salida y la armazón y carcasa; y entre otros circuitos tales como los de control o circuitos auxiliares y la

armazón y carcasa. Todas las bobinas y circuitos que no están bajo prueba, y el núcleo y otras partes conductoras sin corriente, deben ser conectadas al armazón y carcasa. Cualquier circuito eléctrico que está aislado de la prueba de voltaje de alto potencial por un interruptor, relé, o contactor debe ser probado separadamente, o deben ser cerrados.

Alternativamente, todos los circuitos deben ser probados por la aplicación sucesiva del voltaje de prueba directamente entre cualquiera de los dos circuitos y entre cualquier circuito y la armazón y carcasa.

Para propósitos de la prueba de alto potencial, un circuito eléctrico consiste en todas las bobinas y otras partes vivas que están conectadas conductivamente a cada uno de los terminales de entrada, a los terminales de salida de la fuente de poder, o a cada uno de los terminales de algún tomacorriente o terminal auxiliar o de control.

3.7.5 TEMPERATURA A LA CUAL DEBE SER HECHA LA PRUEBA DE ALTO POTENCIAL

La prueba de alto potencial debe ser hecha a la temperatura del cuarto o a cualquier temperatura mayor conseguida durante la prueba a la temperatura de operación de carga nominal de la fuente de poder.

3.7.6 PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE ALTO POTENCIAL PARA COMPONENTES Y ACCESORIOS

Excepto para las pruebas de líneas de producción especificadas en 3.7.7.2, los artefactos que no están dentro del alcance de la norma EW-1 pero para los cuales hay normas para pruebas de alto potencial, tales como medidores, rectificadores, capacitares, portalámparas, interruptores, equipamiento electrónico, etc., y que requieren voltajes de prueba más bajos que los indicados en esta publicación, deben ser conectados a tierra, cortocircuitados o desconectados antes de que la prueba de alto potencial sea hecha en la fuente de poder.

3.7.7 PRUEBA DE ALTO POTENCIAL EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Una de las dos pruebas especificadas en 3.7.7.1 y 3.7.7.2 deben ser utilizadas en pruebas de líneas de producción como una alternativa a la prueba de alto potencial de un minuto especificado en 3.7.2, 3.7.3, y 3.7.4.

3.7.7.1 Las fuentes de poder para las cuales el voltaje de prueba de fuentes de potencia nuevas es de 2500 voltios o menor debe ser probada de acuerdo con los puntos 3.7.2 hasta 3.7.6 exceptuando que el voltaje de prueba debe ser de 1.2 veces el voltaje de prueba de un minuto y el tiempo de prueba reducido a un segundo.

3.7.7.2 Para esta prueba alternativa todas las siguientes pruebas deben ser hechas:

1. Previo al montaje final de la fuente de poder, los componentes como transformadores, reactores (incluyendo los saturables), amplificadores magnéticos, motores, montajes de rectificadores, y cualquier otro elemento que está diseñado para ser conectado eléctricamente al suministro de entrada de energía debe ser probado de acuerdo con 3.7.2 y 3.7.3. La aplicación del voltaje de prueba a algún elemento debe ser entre sus partes de entrada conectadas y su carcasa o partes de montaje.
2. Los circuitos internos conectados que no son accesibles durante la operación usual no necesitan ser probados; sin embargo, si esos circuitos derivan su potencia de transformadores conectados al suministro de entrada de energía, estos transformadores deben ser probados de acuerdo con 3.7.7.1.
3. La fuente de poder completamente ensamblada debe ser probada a 1000 voltios por un minuto o a 1200 voltios por un segundo de acuerdo con los puntos 3.7.2 a 3.7.5

Durante la prueba, los circuitos que emplean componentes de estado sólido deben ser eléctricamente puenteados o desconectados para minimizar la probabilidad de daño de estos componentes.

3.8 EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA

3.8.1 MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA Y DEL FACTOR DE POTENCIA

3.8.1.1 Condiciones para la prueba

3.8.1.1.1 Entrada

La eficiencia y el factor de potencia de entrada de la fuente de poder para soldadura deben ser determinados al voltaje de entrada nominal, a la frecuencia nominal y a la corriente de entrada medida.

3.8.1.1.2 Salida

La eficiencia y el factor de potencia deben ser determinados a la salida nominal cuando la fuente de poder está conectada a una carga resistiva que tiene un factor de potencia de 0.99 o mayor.

3.8.1.1.3 Temperatura

La eficiencia y el factor de potencia deben ser medidos solo previamente a la conclusión de la prueba de temperatura.

3.8.1.1.4 Pérdidas varias

La potencia consumida por los resistores, reactores, estabilizadores, ventiladores, reóstatos de inductor y control, y otros componentes, incluyendo inductores excitados y bobinas de control, que desempeñan una función esencial en la operación de la fuente de poder y que están incluidas como parte integral de la fuente de poder deben ser incluidas en la determinación de la eficiencia y del factor de potencia.

3.8.1.2 Eficiencia

La eficiencia de una fuente de poder para soldadura debe ser determinada por mediciones simultáneas de potencia de entrada y potencia de salida.

3.8.1.3 Factor de potencia de entrada

El factor de potencia de entrada de una fuente de potencia para soldadura debe ser determinada por mediciones simultáneas de corriente de entrada, voltaje nominal de entrada, y vatios. Alternativamente, un medidor de factor de potencia debe ser usado.

3.9 FUENTES DE PODER A SER USADAS CON GTAW

3.9.1 GENERALIDADES

Consideraciones especiales deben ser dadas cuando una fuente de potencia para soldadura es proporcionada para usarse con el proceso GTAW.

Las provisiones de esta sección van en adición a todas las anteriores dadas en este capítulo (desde la sección 3.1 hasta la 3.8) exceptuando las incluidas.

3.9.2 RELACIÓN VOLTIO-AMPERIO PARA GTAW

Para el propósito de esta sección, la relación entre el voltaje de salida (V) y la corriente de salida (I) será dada por la ecuación siguiente:

$$V(GTAW) = 13 + 0.12I \quad (3.7)$$

3.9.3 CATEGORIAS DE FUENTES DE PODER DE GTAW

Las fuentes de poder de GTAW deben ser categorizadas por una de las siguientes:

- a) CC
- b) CA
- c) CA/CC

En algunos casos, las fuentes de poder que van de acuerdo con la Norma EW-1 pueden ser equipadas para producir corrientes pulsadas de salida. Cuando se provee salida de corriente pulsada, los parámetros de la fuente de poder pueden ser afectados y se deben consultar las recomendaciones del fabricante.

3.9.3.1 Fuentes de poder de corriente continua

El rango y desempeño para una fuente de poder de GTAW de CC debe ser determinada en concordancia con la sección 3.5. Excepción: transformadores de control que tienen las bobinas aisladas que proveen voltaje de operación para el elemento interruptor de suministro primario no se cubre en este párrafo.

Cuando la corriente de carga mínima, rangos de corriente de soldadura, y calibración de corriente por perilla son dadas para GTAW, la relación de corriente de carga/voltaje de carga debe estar de acuerdo con la ecuación 3.7.

3.9.3.2 Fuentes de poder de corriente alterna

El rango y desempeño para una fuente de poder de GTAW de CC debe ser determinada en concordancia con la sección 3.5 excepto las que siguen:

- a) La salida máxima y nominal que son específicamente para valores de GTAW deben ser determinados de acuerdo con la ecuación 3.7.
- b) Los terminales de corriente son conectados a una carga resistiva que tiene un factor de potencia de 0.99 o mayor. Adicionalmente, la carga debe tener una característica parcial rectificadora tal como cuando el terminal del electrodo es negativo con respecto al terminal de la pieza, el voltaje de medio ciclo debe ser 16 voltios más o menos; 0.5 voltios menos que el voltaje cuando el terminal del electrodo es positivo.

Cuando la corriente de carga mínima, rangos de corriente de soldadura, y calibración de corriente por perilla son dadas para GTAW, la relación de corriente de carga/voltaje de carga debe estar de acuerdo con la ecuación 3.7.

Las diferencias entre las características de emisión entre el electrodo y el trabajo pueden causar un voltaje desbalanceado que ocurre a través del arco. El voltaje requerido para provocar el flujo de electrones desde el electrodo hacia el trabajo es menor que el voltaje requerido para provocar el flujo de electrones desde el trabajo hacia el electrodo. Al menos que instrumentos sean incorporados para prevenir esto, este voltaje desbalanceado causaría corriente desbalanceada llamada componente de CC. La componente de CC puede tener un efecto adverso en la operación y rangos de una fuente de poder para soldadura.

El proceso GTAW de CA debe ser llevado a cabo solo en fuentes de poder diseñadas específicamente o recomendadas por el fabricante para este propósito.

3.9.3.3 Fuentes de poder de CA/CC

Las fuentes de poder de CA/CC de GTAW deben cumplir con el punto 3.9.3.1 cuando proporcionan CC a la carga y deben cumplir con el punto 3.9.3.2 cuando proporcionan CA a la carga.

3.9.4 PLACA DE DATOS

Las fuentes de poder especificadas para usar con GTAW de CA requieren datos de placa de ciclo de trabajo reducido y rangos de corriente de salida en adición a los dados en 3.5.10, al menos que la fuente de poder tenga los mismos rangos de salida que para GTAW de CC. Los datos de placa apropiados serán:

1. "GTAW (amperios de carga nominales)"; o,
2. "GTAW (ciclo de trabajo a la carga nominal)."

3.10 FUENTES DE PODER CON ARRANCADORES DEL ARCO DE ALTA FRECUENCIA Y/O ESTABILIZADORES

3.10.1 GENERALIDADES

El voltaje de circuito abierto máximo dado en el punto 3.5.3 puede no ser suficiente para ciertos procesos de soldadura. Un voltaje mayor puede ser requerido para mantener un arco estable, el cual es especialmente necesario para el proceso GTAW con CA.

Muchos procesos utilizan voltajes de circuito abierto que son suficientes para hacer saltar el arco desde el electrodo hacia el trabajo sin que hagan contacto. En procesos como el GTAW, esto puede requerir varios miles de voltios para provocar el salto del arco entre el espacio que existe entre el electrodo y el trabajo creando una trayectoria inicial de ionización en la cual puede fluir la corriente del arco.

De este modo los estabilizadores e iniciadores del arco pueden requerir voltajes de circuito abierto más grandes que los máximos valores del punto 3.5.3. Para

proveer estos voltajes altos, es una práctica común el superponer un voltaje de circuito abierto alto en la salida de la fuente de poder de soldadura mediante el uso de técnicas de alta frecuencia. El voltaje de alta frecuencia es considerado ser más seguro que el mismo voltaje a la frecuencia de línea o de CC.

3.10.2 DEFINICIONES

3.10.2.1 Zona de soldadura

La zona de soldadura es el espacio dentro de un rango de 50 pies (15 metros) en todas las direcciones desde el punto medio entre la fuente de poder y el arco de soldadura.

3.10.2.2 Alta frecuencia

La alta frecuencia es energía de radio frecuencia, ya sea continua o pulsada, usada para iniciar o estabilizar un arco de soldadura.

3.10.2.3 Carcasa

La carcasa debe ser metálica o de un polímero metalizado de esa naturaleza para proveer una protección que pueda ser conectada a tierra.

3.10.3 PRINCIPIOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE INSTALACIONES DE ESTABILIZADORES DE ALTA FRECUENCIA DE SOLDADURA POR ARCO

3.10.3.1 Suministro primario de energía

Los suministros de alta frecuencia como una unidad separada (HFAU) o como parte integral de la fuente de poder (HFPS) deben ser conectadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Al menos que la HFAU o HFPS sea suministrada con un cable flexible para las conexiones al suministro primario de poder, los conductores del suministro primario de poder localizados dentro de la zona de soldadura deben ser completamente aislados dentro de conductos metálicos sólidos o con “protección equivalente”. La protección debe ser eléctricamente continua a lo largo de toda su longitud. La protección debe ser conectada a la carcasa de la HFPS o HFAU viendo que tenga un buen contacto eléctrico entre la protección y la carcasa.

Cuando una HFPS o HFAU es proporcionada con un cable flexible fijo para la conexión al suministro primario de energía, no se requiere normalmente protección adicional. Los conductores de la fuente primaria de energía deben ser protegidos de acuerdo con el párrafo anterior sobre el punto de conexión del cable flexible de poder. El conductor de tierra del cable flexible debe ser usado para proveer una buena conexión entre la protección del suministro primario de energía y la carcasa de la HFPS. En el caso de una HFAU, puede ser necesario proteger el cordón de poder de excitación conectado a la fuente de poder o reemplazarlo con conductores de suministro primario completamente encerrados en conductos metálicos sólidos o con protección equivalente. Consultar las instrucciones del fabricante para la instalación de ambas fuentes de poder y HFAU.

3.10.3.2 Puertas de acceso y cubiertas

Cuando la HFPS o HFAU está operando, todas las puertas de acceso y cubiertas deben ser cerradas y aseguradas apropiadamente. Excepto para los cambios o ajustes cubiertos en las instrucciones del fabricante, las unidades no deben ser alteradas en ninguna forma.

3.10.3.3 Protección del cableado en la zona de soldadura

La conexión a tierra de la protección del cableado que se encuentra en la zona de soldadura debe estar en el lugar más próximo al punto medio entre los terminales de soldadura y el arco. Las secciones del conducto deben ser unidas unas con otras eléctricamente.

Los conductores metálicos sin conexión a tierra que están en la zona de soldadura pueden actuar como antenas que pueden subir, conducir y radiar nuevamente la energía de alta frecuencia transmitida por el circuito de soldadura. Por lo tanto, los conductores que están con protección pueden estar localizados dentro de la zona de soldadura. Esto significa que todos los conductores de iluminación, poder, teléfono, comunicación y otros conductores dentro de la zona de soldadura deben ser encerrados en conductos rígidos metálicos soldados y conectados a tierra o a algún otro material que tiene una eficiencia equivalente de protección. Los conductos metálicos ordinarios flexibles arrollados helicoidalmente generalmente no son apropiados.

3.10.3.4 Materiales conductores en la zona de soldadura

Los materiales conductores no deben estar localizados en la zona de soldadura. Aquellos materiales que no puedan ser excluidos deben ser conectados a tierra.

3.10.3.5 Circuito de soldadura

Los cables de soldadura deben ser mantenidos tan cortos como sea posible y no deben exceder los 25 pies (7.6 metros) de longitud. Estos cables deben ser posicionados juntos uno del otro y deben ser mantenidos muy cerca de tierra o al piso como sea posible. El uso de elementos innecesarios, tal como torchas de reserva, estuche de electrodos, etc., en el circuito de soldadura no deben ser permitidos.

La magnitud de la energía de alta frecuencia transmitida así como el espectro de frecuencia de esas transmisiones pueden ser alteradas substancialmente por cambios de la longitud o posición de los cables de soldadura.

3.10.3.6 Puesta a tierra del circuito de soldadura

La conexión a tierra más importante es aquella que está unida al terminal del trabajo de una HFPS o HFAU. Por lo tanto, al menos que el fabricante especifique otra cosa, el usuario debe proveer esta conexión de acuerdo a la ANSI Z49.1 como sigue:

- a) Una impedancia de no más de dos ohmios a la frecuencia fundamental y de un décimo del armónico de la frecuencia fundamental debe ser conectado entre el terminal del trabajo y la carcasa de la HFPS o HFAU.
- b) Adicionalmente, la carcasa deberá ser conectada a una varilla conductora a tierra o a una tubería metálica de agua, cualquiera de estos que pueda entrar en la tierra 10 pies (3 metros) desde la carcasa de la fuente de soldadura.
- c) Todas las conexiones eléctricas deberán ser hechas con superficies metálicas limpias y pulidas.

3.11 SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO CONTINUO PARA SOLDADURA POR ARCO

Esta sección es cubierta por la norma EW-3 de la NEMA. Lo que se dice en la norma EW-3 tiene que estar en adición a la norma EW-1 y no en lugar de la norma EW-1.

3.11.1 CONDICIONES DE SERVICIO

Para las condiciones de servicio del sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo para soldadura por arco se aplican los puntos: 3.2.1 al 3.2.4.

3.11.2 REQUERIMIENTOS MECÁNICOS

Los requerimientos mecánicos del sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo para soldadura por arco son cubiertos por los puntos: 3.3.1 al 3.3.4; y 3.3.6.

3.11.3 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS

Los requerimientos eléctricos del sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo para soldadura por arco son cubiertos por los puntos: 3.4.2; 3.4.7.1; 3.4.7.2; 3.4.7.3 y 3.7

Se debe modificar el punto 3.4.2 en cuanto a los tipos de cables flexibles, ya que para el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo se utilizan los cables flexibles de tipo S, SO, SJ, o SJO.

Para el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo no se deben utilizar los valores de espacios dados en el punto 3.4.7.2, sino los que se dan en punto 3.11.3.1.3.

Además de los requerimientos dados arriba, se requieren otros, los cuales se enlistan a continuación.

3.11.3.1 Unidad de alimentación de electrodo y control

3.11.3.1.1 Rango de entrada de voltaje de control

Cuando la unidad de alimentación de electrodo y control no está dentro de la carcasa de la fuente de poder para soldadura, el rango de entrada de voltaje de control del sistema de alimentación de electrodo no deberá exceder los 115 voltios rms.

3.11.3.1.2 Selección de los componentes eléctricos

Los componentes eléctricos deben ser seleccionados de tal manera que su temperatura nominal no sea excedida cuando el sistema de alimentación de electrodo está operando a la carga nominal bajo las condiciones usuales de servicio y teniendo en cuenta que los rangos eléctricos de los componentes sean apropiados para la aplicación.

3.11.3.1.3 Espaciamientos

Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre una parte viva sin aislamiento y la carcasa o armazón no deben ser menores que 1/8 de pulgada (3.2 mm).

Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre los terminales de una parte viva sin aislamiento con una diferencia de potencial no deben ser menores que 1/8 de pulgada (3.2 mm).

Los espacios dados anteriormente no se aplican a elementos de cableado, conectores, interruptores, motores, placas de circuitos impresos, u otros componentes para los cuales hay normas establecidas.

3.11.3.1.4 Puesta a tierra

Todas las partes de los transportadores metálicos expuestos sin corriente, los cuales probablemente puedan ser energizados por la energía de control (otra que la del circuito de poder de soldadura) bajo condiciones anormales, debe tener contacto metal con metal o en otros aspectos ser unida eléctricamente y ser provista con instrumentos para la puesta a tierra. Los instrumentos de puesta a tierra deben ser asegurados a la carcasa o armazón por un tornillo o un fijador que no debe ser removido durante cualquier operación de servicio más que por la

extracción de la línea de servicio. No debe ser usado para asegurar los instrumentos de puesta a tierra solo soldadura.

3.11.3.1.5 Protección de sobrecarga

Fusibles, circuitos interruptores (breakers) y mecanismos similares deben ser provistos a limitar el control eléctrico de poder durante prolongados periodos en el cableado interno o componentes eléctricos de la unidad que puedan causar fuego u otras condiciones peligrosas.

3.11.3.2 Montaje de la pistola y montaje del cable de la pistola

Excepto donde el sistema de alimentación de electrodo es energizado solamente por el circuito de poder de soldadura, el voltaje de cualquier circuito interruptor de la pistola debe ser suministrado desde una fuente de voltaje aislada y no debe exceder los 35 voltios rms o 50 voltios de corriente continua. Cuando el sistema de alimentación de electrodo es energizado solamente por el arco de soldadura, el voltaje de cualquier circuito interruptor de la pistola no debe exceder el rango de voltaje de circuito abierto de la fuente de poder.

Cuando la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas en el montaje de la pistola constituya un peligro, estas partes no deben ser conectadas a tierra.

Los espaciamentos a través del aire o sobre superficies entre una parte viva sin aislamiento y las partes metálicas no deben ser menor que 1/16 de pulgada (1.6 mm).

Los espaciamentos a través del aire o sobre superficies entre partes vivas metálicas sin aislamiento con una diferencia de potencial no deben ser menor que 1/16 de pulgada (1.6 mm).

Los espacios dados anteriormente no se aplican a elementos de cableado, conectores, interruptores, motores, placas de circuitos impresos, u otros componentes para los cuales hay normas establecidas.

El aislamiento de partes transportadoras de corriente debe ser de un material resistente a la humedad el cual no debe ser dañado por la temperatura a la cual las partes deben ser sometidas cuando están operando a la carga nominal bajo las condiciones usuales de servicio.

3.11.3.2.1 Líneas de suministro

Los cables que transportan la corriente de soldadura a la pistola, sea enfriado por agua o por convección o incorporado dentro de un montaje unificado, debe ser seleccionado de tal manera que la temperatura de la superficie del cable o del montaje unificado no exceda las temperaturas dadas en la Tabla 3-14. La prueba debe ser hecha de acuerdo con el punto 3.11.4.3.1.2

Las conexiones en cada extremo del cordón o conductores de control deben prevenir cualquier esfuerzo mecánico que sea transmitido a los terminales, juntas o cableado interno de la pistola o de la unidad de alimentación de electrodo continuo.

3.11.3.3 Resistencia del aislamiento

La resistencia del aislamiento de la pistola de soldadura y otras partes que son normalmente manipuladas a mano no deben ser menores a 1 mega ohmio cuando un voltaje de prueba de CC de 500 voltios es aplicado entre las partes vivas y las superficies externas las cuales son normalmente tocadas durante el proceso de soldadura.

Antes de empezar la prueba, una unidad de muestra debe ser mantenida dentro de un encierro por 48 horas a la temperatura del cuarto y a una humedad relativa

de 90 a 95%. Inmediatamente después de que es removida del encierro, la unidad debe ser arrollada en una hoja metálica. La hoja metálica debe estar en contacto íntimo con el mango y con todas las partes metálicas expuestas que sean normalmente accesibles. Un voltaje de CC de 500 voltios debe ser aplicado entre la hoja metálica y las partes vivas de la potencia de soldadura y circuitos de control.

3.11.4 RANGO Y DESEMPEÑO

3.11.4.1 Rangos del sistema de alimentación de electrodo

Los rangos de un sistema de alimentación de electrodo continuo y sus elementos deben incluir la siguiente información mínima donde sea aplicable.

1. Corriente nominal
2. Tamaño máximo y mínimo del alambre de aporte
3. Tipos de alambre de aporte
4. Rango nominal de velocidad para cada medida de alambre de aporte
5. Ciclo de trabajo
6. Voltaje, amperaje y frecuencia de control de entrada
7. Gas de protección

3.11.4.2 Desempeño

3.11.4.2.1 Alimentación

El sistema de alimentación de alambre debe ser capaz de alimentar a través de la pistola y el cable de la pistola en una manera suave y uniforme cada medida y tipo de alambre de aporte sobre su rango de velocidad nominal tal como lo recomendado por el fabricante bajo las siguientes condiciones:

1. El conducto del alambre de aporte, cuando se use, debe ser posicionado de tal manera de tener una curva de 12 pulgadas (0.3 metros) de radio empezando en el alimentador de alambre. Si el conducto es lo suficientemente largo para formar una vuelta completa, cualquier longitud restante debe ser recta.
2. Si el suministro de alambre de relleno tiene un mecanismo limitador del exceso, el mecanismo debe ser ajustado de tal manera que no más de 40° de la rotación del carrete tenga lugar cuando la unidad de alimentación de alambre sea detenida, con la cantidad máxima de alambre de aporte almacenada en el carrete.
3. Condiciones usuales de servicio.
4. Todos los componentes están en su lugar, ajustados y en las condiciones a las cuales son normalmente proporcionados para soldadura.

3.11.4.2.2 Cargamento

Bajo las condiciones enlistadas en 3.11.4.2.1 y con la medida del alambre de aporte y velocidad nominal que producen las condiciones de carga más severas dentro del rango de la unidad de alimentación de alambre, el cargamento en la unidad no debe ser mayor que el 75% de su carga máxima.

3.11.4.3 Temperatura alcanzada

3.11.4.3.1 Sistema de alimentación de alambre

3.11.4.3.1.1 Cuando un sistema de alimentación de alambre es una unidad separada, este debe ser capaz de operar indefinidamente bajo la carga máxima a ciclos de trabajo repetitivos de 6 minutos encendida y 4 minutos apagada sin causar que cualquier componente exceda su límite de temperatura. Una fuente de

poder con una unidad integral de alimentación de alambre debe ser capaz de operar indefinidamente a su corriente nominal y ciclo de trabajo sin causar que cualquier componente exceda su límite de temperatura. Sin embargo, para aparatos con refrigeración de agua ver 3.3.4.

Bajo estas condiciones, la temperatura en cualquier superficie externa que puede ser tocada por el usuario (otras aparte de las partes de la pistola del manubrio al extremo del tubo de contacto o tobera) no deben exceder los valores dados en la Tabla 3-14 a una temperatura ambiente de 25 °C. Si la prueba se realiza a una temperatura ambiente diferente de 25 °C, los resultados deben ser corregidos para la temperatura de 25 °C.

Tabla 3-14 Temperaturas máximas en superficies externas

Ubicación y/o tipo de superficie	Composición de la superficie	
	Metálico	No metálico
1. Mango o perilla para levantar, transportar o sostener.	50 °C	60 °C
2. Mango, perilla o superficie de la carcasa que está diseñada para ser tocada durante el uso normal pero que no requiere sostenerse continuamente.	60 °C	85 °C
3. Superficies sujetas a contacto ocasional.	70 °C	95 °C

3.11.4.3.1.2 Adicionalmente, el sistema de alimentación de alambre debe reunir los requerimientos de 3.11.4.3.1 cuando este está sometido a ciclos de 4 segundos encendido y 2 segundos apagado durante 6 minutos sobre el tiempo del ciclo de trabajo especificado en los párrafos superiores de este punto.

3.11.4.3.2 Ensamblajes de la pistola y del cable de la pistola.

La prueba del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola para las temperaturas especificadas en el punto 3.11.4.3.1 debe ser conducida como sigue:

1. Una pepita de soldadura debe ser depositada en la superficie de la pieza de trabajo horizontal la cual debe ser enfriada por agua.

2. La tasa de viaje debe ser seleccionada de tal manera que un continuo y seguido charco de soldadura sea mantenido.
3. La entrada al charco de soldadura del metal de relleno debe ser perpendicular a la superficie horizontal y el mango de la pistola debe estar a 90° de la dirección del movimiento.
4. Los parámetros de soldadura deben ser aquellos mostrados en:
 - Anexo2 Figura 3.1, Parte 1- para FCAW sin gas
 - Anexo2 Figura 3.1, Parte 2- para FCAW con CO2
 - Anexo2 Figura 3.2, Parte 1- para GMAW con CO2 y electrodo sólido
 - Anexo2 Figura 3.3 - para GTAW con alambre de rellenoEl voltaje de soldadura mostrado en las curvas del Anexo 2 figuras 3.1 y 3.2 son medidas desde el mecanismo de la pistola a la pieza de trabajo. Los parámetros del proceso de soldadura tienen una tolerancia de $\pm 5\%$.
5. Para validar la corriente nominal del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola para el proceso de arco sumergido (SAW), el electrodo debe ser recubierto de cobre y la polaridad de soldadura debe ser electrodo positivo.
6. En cada caso, la prueba debe ser realizada con la medida del alambre de relleno dentro del rango nominal del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola que produzca la temperatura más alta.

3.11.4.4 Otros datos de desempeño

Cuando se dan datos de desempeño para otros gases, u otros ciclos de trabajo, o ambos, en adición al ciclo de trabajo especificado de 60%, la prueba desarrollada debe cumplir con los procedimientos y límites dados en esta sección en todos los demás aspectos.

Cuando se dan datos de desempeño para la máxima regulación de la velocidad del alambre de aporte con respecto a la carga, voltaje de entrada de control y calentamiento, estos deben ser calculados como sigue:

1. Regulación máxima de la velocidad del alambre de aporte con respecto a la carga:

La variación máxima en la velocidad del alambre de alimentación a cualquier velocidad actual dentro del rango de velocidad nominal debe ser determinada por:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R(\text{carga}) \quad (3.8)$$

Donde:

${}^R(\text{carga})$ = Regulación de velocidad debido a cambios de carga (en porcentaje)

S_1 = Velocidad de alimentación de alambre a la mitad de la carga máxima.

S_2 = Velocidad de alimentación de alambre a la carga máxima.

La unidad de alimentación de alambre y la de control de alimentación de alambre deben ser operadas por al menos media hora a la mitad de su carga máxima antes de realizar esta prueba.

2. Regulación máxima de la velocidad del alambre de relleno con respecto al voltaje de entrada de control (VEC):

La variación máxima en la velocidad de alimentación del alambre a través de todas las cargas y velocidades dentro del rango de velocidad nominal cuando el voltaje de control de entrada es variado dentro de $\pm 10\%$ del voltaje nominal de entrada de control debe ser determinado por:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R (VEC) \quad (3.9)$$

Donde:

${}^R (VEC)$ = Regulación de velocidad debido a cambios del VEC (en porcentaje)

S_1 = Velocidad de alimentación de alambre a $\pm 10\%$ del VEC.

S_2 = Velocidad de alimentación de alambre al VEC nominal.

La unidad de alimentación de alambre y la de control de alimentación de alambre deben ser operadas por al menos media hora a la mitad de su carga máxima antes de realizar esta prueba.

3. Regulación máxima de la velocidad del alambre de relleno con respecto al calentamiento:

La variación máxima en la velocidad de alimentación del alambre a la carga máxima a través del rango de velocidad nominal debido al incremento de temperatura de los componentes desde la temperatura ambiente a la temperatura de operación debe ser determinado por:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R (T.Alcanzada) \quad (3.10)$$

Donde:

${}^R (T.Alcanzada)$ = Regulación de velocidad debido a cambios de la temperatura (en porcentaje)

S_1 = Velocidad de alimentación de alambre a temperatura ambiente.

S_2 = Velocidad de alimentación de alambre a la temperatura de operación.

La temperatura ambiente debe ser mantenida dentro de una tolerancia de $\pm 5^{\circ}\text{C}$

3.11.4.4.1 Otros rangos

Cuando el mecanismo de la pistola y el cable de la pistola deben ser medidos para gases enriquecidos de argón, los parámetros de soldadura deben ser aquellos mostrados el Anexo 2 Figura 3.2, Parte 2, para GMAW con gas Argón y electrodo sólido.

3.11.5 MARCACIÓN

3.11.5.1 Placa de datos del alimentador de alambre

La unidad de alimentación de alambre, o el mayor elemento del sistema, cuando no forma parte de la fuente de poder con unidad integral de alimentación de alambre, debe ser plenamente marcado en un lugar donde las marcas sean visibles y legibles, con la siguiente información mínima:

1. Número de modelo y nombre del fabricante.
2. Voltaje de entrada de control.
3. Frecuencia de entrada de control.
4. Corriente de control de entrada en amperios a la carga máxima.
5. Las palabras "NEMA EW-3"

3.11.5.2 Marcación del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola

Cualquier pistola o cable de la pistola diseñados para uso con sistemas de alimentación, los cuales pueden ser usados con fuentes de poder para soldadura de diferentes rangos de salida deben tener una sola placa de datos localizada en

donde sea visible y legible y plenamente marcada con la siguiente información mínima:

1. Rangos de corriente de soldadura en amperios a un ciclo de trabajo del 60%.
2. Las palabras “Ciclo de Trabajo de 60% - CO₂” para pistolas diseñadas para usarse con gas, o las palabras “Ciclo de Trabajo de 60%” para pistolas diseñadas para usarse sin gas. Si se abrevia, Ciclo de Trabajo debe ser mostrado como “D/C”.
3. Las palabras “NEMA EW-3”

CAPÍTULO 4

EQUIPOS NECESARIOS Y SECUENCIA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Después de conocer las pruebas que se deben realizar para certificar una máquina soldadora es necesario agrupar las pruebas en sectores afines y siguiendo una secuencia lógica con el propósito de: 1) tener una distribución óptima del espacio; 2) disminuir la inversión en equipos, instrumentos y herramientas; y 3) disminuir los tiempos muertos.

4.1 SECUENCIA DE PRUEBAS

En el Capítulo 3 los requerimientos y las pruebas para las máquinas soldadoras están en el orden en que las redactan las Normas EW-1 y EW-3, pero eso no significa que se las deba realizar en ese orden. Es por eso que en este Capítulo se van a agrupar y ordenar secuencialmente las pruebas.

Las actividades y pruebas a realizarse se pueden ordenar en los siguientes grupos:

1. Recepción y Almacenaje
2. Pruebas Visuales
3. Pruebas de Jalón y Caída
4. Pruebas de Fuerza Externa y Torque
5. Medición de Distancias y Capacidad de los Cables
6. Comprobación de Puesta a Tierra
7. Medición de Rangos de Entrada y Salida
8. Pruebas de Temperaturas y Presión
9. Medición de la Eficiencia y Factor de Potencia
10. Pruebas de Alto Potencial
11. Prueba de Resistencia del Aislamiento
12. Certificación de la Máquina Soldadora

13. Almacenaje

14. Entrega

4.2 SECTORES O ESPACIOS PARA LAS PRUEBAS

Existen ciertas pruebas de las descritas en el punto 4.1 que se las pueden realizar en un mismo sector debido a que no necesitan un lugar específico y único para llevarlas a cabo.

Los sectores son los siguientes:

Sector 1: Recepción, Almacenaje y Entrega

Sector 2: Pruebas Visuales, Pruebas de Jalón y Caída; Pruebas de Fuerza Externa y Torque.

Sector 3: Medición de Distancias y Capacidad de los Cables; Comprobación de Puesta a Tierra; Medición de Rangos de Entrada y Salida; Pruebas de Temperatura y Presión; y Determinación de la Eficiencia y Factor de Potencia.

Sector 4: Pruebas de Alto Potencial y Resistencia del Aislamiento

Como se puede observar solo se necesitan de cuatro sectores dentro de los cuales se pueden realizar todas las pruebas necesarias para la certificación. Las pruebas deben ser realizadas en el orden que se exponen en los siguientes puntos.

4.3 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 1

4.3.1 RECEPCIÓN, ALMACENAJE Y ENTREGA

Al momento de recibir la máquina soldadora se debe crear una orden de trabajo numerada con la cual se identificará y etiquetará a la máquina, además, el cliente debe proporcionar la información de las condiciones de servicio más comunes en las que ha sido empleada la misma.

La máquina debe ser transportada con el equipo apropiado hacia el lugar donde será almacenada hasta que se le puedan realizar las pruebas. En el transporte y almacenaje se debe procurar no golpear la máquina para no alterar las condiciones en las que ha sido entregada por el cliente y evitar que los datos de las pruebas de certificación se vean afectados.

Cuando se va a proceder a realizar las pruebas a la máquina esta debe ser transportada con el mismo cuidado con el que fue almacenada.

El almacenaje para entrega se lo describe en el punto 4.8.

4.4 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 2

4.4.1 PRUEBAS VISUALES

Estas son las primeras pruebas que se deben realizar a la máquina soldadora debido a su facilidad y a que no se necesita de instrumentos o que la máquina sea abierta. Existen algunas pruebas visuales que necesitan que la máquina esté abierta para poder realizarlas, estas se describen en el sector 3.

Las pruebas visuales que se deben llevar a cabo son las que se detallan en los siguientes puntos del Capítulo 3:

1. Punto 3.3.1. Las partes conductoras de corriente y partes móviles peligrosas (como motores, poleas, bandas, ventiladores, engranajes y otras) deben estar dentro de la carcasa, excepto aquellas que se indican en este punto.
2. Punto 3.3.2.
3. Punto 3.4.1 y 3.4.6.1. Los bordes de la abertura a través de la cual pasan los conductores de suministro de poder o los cables de soldadura, deben ser alisados suavemente o provistos con un pasamuros (bushing) asegurado y suavemente redondeado.

4. Punto 3.4.2. El cordón flexible de suministro de poder debe ser provisto con algún instrumento para prevenir que sea empujado hacia el interior de la carcasa a través del agujero.
5. Punto 3.4.3.
6. Punto 3.4.5.
7. Punto 3.4.7.1.
8. Punto 3.4.9.1.
9. Punto 3.4.9.3.
10. Punto 3.4.9.4.
11. Punto 3.4.10. Cuando se proveen interruptores de regulación de derivaciones, estos deben tener establecidas posiciones de contacto.
12. Punto 3.4.11.1.
13. Punto 3.4.11.2.
14. Punto 3.5.10.
15. Punto 3.9.4.
16. Punto 3.10.3.1.
17. Punto 3.10.3.2.
18. Punto 3.10.3.3.
19. Punto 3.10.3.4.
20. Punto 3.11.2.
21. Punto 3.11.3.
22. Punto 3.11.3.1.5.
23. Punto 3.11.3.2. Los materiales de la pistola no deben tener ninguna fisura o presentar algún otro daño, si esto se da, se debe reemplazar la parte afectada.
24. Punto 3.11.3.2.1. Las conexiones en cada extremo del cordón o conductores de control deben prevenir cualquier esfuerzo mecánico que sea transmitido a los terminales, juntas o cableado interno de la pistola o de la unidad de alimentación de electrodo continuo.
25. Punto 3.11.4.1.
26. Punto 3.11.5.1.
27. Punto 3.11.5.2.

4.4.2 PRUEBA DE JALÓN Y CAÍDA

Esta prueba debe ser llevada a cabo de acuerdo con lo expuesto en el punto 3.3.6 y se la debe realizar tanto a las máquinas soldadoras como a los sistemas de alimentación de electrodo continuo.

Para realizar estas pruebas se necesitan los siguientes instrumentos y herramientas:

- Un pórtico grúa para el tecele y el trolley.
- Un tecele.
- Un trolley.
- Cable metálico para sujetar la máquina soldadora.
- Una placa metálica de 2m x 2m y 10 mm de espesor.
- Un flexómetro.

Estas herramientas e instrumentos se ensamblarán de la siguiente manera, sobre la estructura metálica se colocará el trolley y sobre este el tecele el cual sujetará los cables colocados en las orejas de la máquina soldadora, luego se la subirá a la máquina a una altura de 6 pulgadas y se la dejará caer sobre la placa metálica.

Para la prueba de jalón se hará lo mismo solo que se elevará a la máquina 10 pulgadas y se la dejará caer solo 6 pulgadas, para dejarla finalmente suspendida.

4.4.3 PRUEBAS DE FUERZA EXTERNA Y TORQUE

Después de realizar la prueba de jalón y caída, se debe proceder con estas pruebas, las cuales se las deben hacer de acuerdo a lo expuesto en los puntos 3.4.2, 3.4.6.1, 3.4.6.2.

Para estas pruebas se va a necesitar:

- Un mecanismo de poleas para disminuir el peso que se debe aplicar para conseguir la fuerza que se expresa en la Tabla 3.3.
- Cable metálico.
- Una mordaza para sujetar el cable.
- Tres poleas.
- Sacos con arena para ejercer la fuerza.
- Un cronómetro.
- Un torquímetro

El mecanismo de poleas es como el que se muestra en la Figura 4.1.

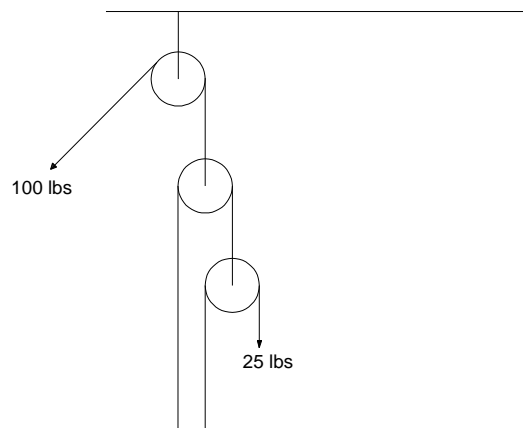


Figura 4.1 Mecanismo de poleas.

El cable se lo colocará en la polea y se lo preparará con un dinamómetro en el extremo que sujetará el cable de suministro de energía o los cables de soldadura y en el otro se colocará el mecanismo que llevará las pesas. Las poleas se las montarán sobre la estructura metálica y luego de sujetar los cables que serán probados se procederá a colocar las pesas de acuerdo a la Tabla 4-1 para conseguir los pesos equivalentes a los de la Tabla 3-3 (el peso en libras que indica la tabla) y con el cronómetro se tomará el tiempo de un minuto que debe ser aplicada la carga.

Tabla 4-1 Pesos equivalentes.

Medida del cable (AWG)	Fuerza obtenida en los cables (lbs)	Peso que se debe aplicar (lbs)
16-18	35	8.75
12-14	50	12.5
10 o mayor	100	25



Las pesas pueden ser hechas llenando arena en un saco hasta obtener los pesos que se piden en la columna tres de la Tabla 4-1.

Con el torquímetro se aplicarán los torques descritos en los puntos 3.4.6.1 y 3.4.6.2.

4.5 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 3

4.5.1 MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES

Antes de proceder con las mediciones, existen algunas pruebas visuales que se deben realizar primero y se las ha dejado para este sector debido a que se necesita que la máquina esté abierta para poder realizarlas, estas son:

1. Punto 3.4.4. Cuando el instrumento de puesta a tierra es un conductor aislado, este debe tener una superficie verde con una o varias rayas amarillas. En todos los demás casos debe ser identificado por coloraciones verdes o por una marca legible con los símbolos  o , alternadamente, con cualquiera de las letras G, GR, GRD, GND o GROUND.
2. Punto 3.4.7.3. Todas las partes con aislamiento que sirven para el montaje y aislamiento de las partes vivas no deben presentar daño en su funcionalidad.
3. Punto 3.4.9.2. El contenedor de los condensadores no debe gotear si contiene un líquido aislante. Si el líquido es inflamable la cantidad del líquido será de un cuarto de su contenedor.

Una vez que las máquinas hayan pasado las pruebas de jalón y caída y las de fuerza externa y torque, entonces estarán listas para que se les realice las mediciones que deben cumplir con las Normas EW-1 y EW-3.

Las mediciones que se deben realizar son las que cubren los siguientes puntos:

1. Punto 3.4.1. Calcular la ampacidad requerida y comprobar que el tamaño del cable de suministro de energía esté de acuerdo a la Tabla 3.1.
2. Punto 3.4.1. Calcular la ampacidad requerida y comprobar que el tamaño de los cables de soldadura están de acuerdo a la Tabla 3.2.
3. Punto 3.4.2. Verificar que la longitud del cable flexible de suministro de energía no sea menor de 5 pies.
4. Punto 3.4.3. Medir el diámetro y la superficie plana circundante del agujero de acuerdo con la Tabla 3.4. Se deben aproximar las medidas a la décima de milímetro superior para que estas medidas se puedan realizar con un calibrador y no se necesite un micrómetro, el cual es mucho más costoso.
5. Punto 3.4.6.1. Medir los espaciamientos internos de acuerdo a la Tabla 3.5.
6. Punto 3.4.7.2. Medir los espaciamientos entre conductores sin aislamiento de acuerdo a la Tabla 3.5.
7. Punto 3.4.8. Los espaciamientos deben estar de acuerdo a la Tabla 3.5.
8. Punto 3.11.3.1.3.
9. Punto 3.11.3.2.

Para realizar estas mediciones se necesita de:

- Un calibrador.
- Un medidor de cable AWG.
- Un flexómetro.

4.5.2 COMPROBACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Antes de proceder a realizar las mediciones de rangos de entrada y salida, se debe comprobar que las conexiones a tierra están bien hechas, esto se lo puede

hacer con ayuda de un instrumento electrónico que ha sido diseñado para este propósito.

Los puntos siguientes requieren que se compruebe la puesta a tierra:

1. Punto 3.4.4.
2. Punto 3.10.3.6.
3. Punto 3.11.3.1.4.

Para esto se necesitará:

- Comprobador de puesta a tierra

4.5.3 MEDICIÓN DE RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA

Luego de comprobar que la puesta a tierra está funcionando correctamente, se puede proceder con la medición de los rangos de entrada y salida de las máquinas soldadoras. Los siguientes puntos deben ser cubiertos por estas pruebas:

1. Punto 3.5.1.
2. Punto 3.5.3.
3. Punto 3.5.4.
4. Punto 3.5.5.
5. Punto 3.5.6.
6. Punto 3.5.7.
7. Punto 3.9.3.1.
8. Punto 3.9.3.2.
9. Punto 3.11.3.1.1.
10. Punto 3.11.3.2.

Se necesitarán los siguientes instrumentos y herramientas para estas pruebas:

- Dos pinzas amperimétricas
- Un multímetro
- Un multímetro de 100 ohmios/volt a 1000 ohmios/volt
- Carga Resistiva con factor de potencia de 0.99 o mayor
- Medidor de velocidad angular (rpm)

4.5.4 PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN

Estas pruebas se pueden realizar conjuntamente con las pruebas de medición de los rangos ya que para realizar tanto las pruebas de medición de los rangos como las de temperatura, las máquinas deben llegar a la temperatura estable. Las pruebas de temperatura deben ser realizadas de acuerdo a los siguientes puntos:

1. Punto 3.3.4. Se puede realizar la medición de la presión en este punto.
2. Punto 3.4.6.1.
3. Punto 3.4.6.2.
4. Punto 3.5.9.
5. Punto 3.6.1. En la prueba de temperatura se debe mantener simultáneamente el voltaje y la corriente de carga, excepto para las NEMA Clase III en las que no se necesita mantener el voltaje de carga.
6. Punto 3.6.5.
7. Punto 3.6.6.
8. Punto 3.11.3.2.1. Temperatura de la superficie de la línea de suministro no mayor que la dada en la Tabla 3-14.
9. Punto 3.11.4.3.

Se necesitarán los siguientes instrumentos:

- Termocuplas
- 12 Termómetros
- Un flexómetro
- Un cronómetro
- Un termómetro digital de rayo infrarrojo

4.5.5 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA

Después de finalizar la prueba de temperatura, según la recomendación de la Norma EW-1 de la NEMA, se debe proceder con la determinación de la eficiencia y factor de potencia.

Las mediciones que se deben realizar y las recomendaciones que se deben seguir son las expuestas en los siguientes puntos:

1. Punto 3.8.1.1. Estas son las condiciones de entrada.
2. Punto 3.8.1.2.
3. Punto 3.8.1.3.

Para realizar estas mediciones se necesitarán:

- Un medidor de Factor de Potencia
- Una pinza amperimétrica
- Un voltímetro
- Dos vatímetros trifásicos
- Una carga resistiva con factor de potencia de 0.99 o mayor.

Se deben conectar a la entrada la pinza amperimétrica, el voltímetro, el medidor de factor de potencia y un vatímetro, y a la salida se debe conectar el otro vatímetro. Luego de esto se deben conectar los terminales de soldadura a la carga resistiva y energizar la fuente de soldadura, tal como se especifica en el punto 3.8.1.1, para proceder a tomar las mediciones que deben ser hechas al mismo tiempo.

4.6 ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL SECTOR 4

4.6.1 PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL

Esta prueba debe ser llevada de acuerdo a lo indicado en la sección 3.7 y cumpliendo cada uno de sus puntos siguientes, los cuales son:

1. Punto 3.7.2. El voltaje de prueba que se aplicará deberá ser del 85% del voltaje de prueba obtenido en este punto, debido a que la máquina ya fue sometida a una de estas pruebas por el fabricante.
2. Punto 3.7.3. Tiempo de aplicación del voltaje de prueba.
3. Punto 3.7.4. Puntos de aplicación del voltaje de prueba.
4. Punto 3.7.5. Temperatura de la prueba.
5. Punto 3.7.6. Procedimiento de la prueba para componentes y accesorios.
6. Punto 3.7.7. Pruebas de alto potencial en líneas de producción.
7. Punto 3.11.3.

Para realizar esta prueba se van a necesitar los siguientes instrumentos y equipos:

- Un generador de CA de 2KVA con sistema variable de elevación de voltaje de hasta 2500V
- Un multímetro
- Un cronómetro
- Herramientas manuales de taller (destornilladores y llaves)

Se debe abrir la máquina y conectar los cables del generador de CA en los puntos de aplicación que se indican en 3.7.4. Antes de aplicar el voltaje de prueba se debe medir la frecuencia del voltaje del generador y este debe ser de 50 o 60 Hz. Después de medir la frecuencia se procede a aplicar el voltaje de prueba durante un minuto y al finalizar el intervalo de tiempo se debe seguir el mismo procedimiento para el siguiente circuito eléctrico a ser probado.

4.6.2 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO

Las unidades semiautomáticas de alimentación de electrodo continuo contempladas en la Norma EW-3 de la NEMA, deben ser sometidas a esta prueba, tal como se indica en el punto 3.11.3.3. Para esto se necesitarán:

- Comprobador de Aislamiento
- Un medidor de Humedad relativa
- Una caja para realizar la humidificación de 48 horas
- Chapas metálicas
- Un multímetro. Para medir la frecuencia.

4.7 CERTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA SOLDADORA

Una vez que se hayan realizado todas las pruebas a la máquina soldadora y que esta las haya pasado satisfactoriamente y cumpliendo con lo estipulado en las respectivas Normas, se puede proceder a dar el Certificado de la máquina soldadora.

Se deben realizar todas las pruebas a las máquinas y en caso de que existan algunas pruebas que no sean pasadas por la máquina soldadora, se pueden realizar las modificaciones necesarias para que lo haga, siempre y cuando no se necesite de materiales, instrumentos o herramientas especiales para realizar tales correcciones. Si la máquina necesitara de algún tipo de calibración especial para que pueda obtener la certificación, entonces no sería posible dar el certificado, pero se le puede entregar al cliente las recomendaciones de calibración que se le deben realizar a la máquina para que esta obtenga la certificación.

Una vez que se hayan hecho las calibraciones respectivas, la máquina deberá ser sometida nuevamente a todas las pruebas exigidas por las Normas para poder obtener su certificación.

Esta certificación contendrá el resultado de las pruebas y los tiempos de realización y expiración bajo condiciones de trabajo adecuadas.

4.8 ALMACENAJE PARA ENTREGA

Después de realizar todas las pruebas se debe proceder a colocar el adhesivo de certificación en la máquina, el cual debe tener su respectiva numeración, para luego pasar al almacenaje de la máquina soldadora en el lugar de entrega. Se debe entregar al cliente también la documentación de todas las pruebas realizadas a la máquina soldadora.

Si la máquina no consiguió la certificación no se debe colocar ningún adhesivo, sino, entregarle al cliente un documento en el cual se le indique cuales fueron los motivos por los cuales no se pudo dar la certificación.

4.9 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Todos los instrumentos necesarios para realizar las pruebas deben ser calibrados y elaborados bajo las respectivas normas que garanticen su correcto funcionamiento y medición, para que de esta manera las mediciones hechas durante el proceso de certificación estén garantizadas.

Luego de haber organizado la secuencia de pruebas que se deben realizar a las máquinas soldadoras y de haber detallado cada uno de los instrumentos que se deben utilizar ahora se hará una recopilación de la cantidad total de instrumentos que se deben emplear en las pruebas, y debido a que algunas pruebas se realizan en un mismo sector, se puede optimizar el número de equipos a utilizar. Los instrumentos se muestran en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Instrumentos y Herramientas necesarias

Cantidad	Descripción	Especificación
1	Pórtico grúa	2 Toneladas
1	Tecle	2 Toneladas
1	Trolley	2 Toneladas
10 m	Cable metálico	2 Toneladas
10 m	Cable metálico	100 lbs
1	Dinamómetro	100 lbs
1	Grillete para sujetar el cable	N.A
1	Mecanismo para sujetar las pesas	N.A
3	Poleas	1 canal
1	Saco con arena	25 lbs
1	Saco con arena	12.5 lbs
1	Saco con arena	8.75 lbs
3	Cronómetros	1 segundo
1	Torquímetro	150 lbs-ft
1	Calibrador	0.02 mm
3	Flexómetro	5 m
1	Placa metálica	2m x 2m x 10mm
12	Termómetros de Mercurio	10 - 100 °C
1	Medidor de velocidad angular (rpm)	500 - 3600 rpm
1	Comprobador de puesta a tierra	N.A
2	Pinzas amperimétricas	1000 A
1	Multímetro de 100 ohm/volt a 1000 ohm/volt	10 A; 1000 V
3	Termocuplas	Hasta 150 °C
1	Medidor de Factor de Potencia	N.A
1	Amperímetro	1000 A
1	Voltímetro	1500 V
2	Vatímetros trifásicos	10000 W
2	Multímetros	N.A

Cantidad	Descripción	Especificación
2	Carga resistiva	$f_p \geq 0.99$
1	Medidor de Humedad relativa	N.A
1	Generador de CA	2500 V rms
1	Comprobador de Aislamiento	500 V CC
1	Caja de Herramientas	N.A
1	Caja para prueba de resistencia del aislamiento	N.A
	Chapas metálicas	N.A

Conociendo los instrumentos y la cantidad se puede proceder a la selección de los mismos, la cual se hace primeramente por los requerimientos específicos para cada prueba y luego por los costos de cada uno de ellos.

En la Tabla 4.3 se detallan los equipos seleccionados.

Tabla 4.3 Equipos Seleccionados.

Cant.	Equipo	Marca	Modelo	Proveedor
1	Pórtico grúa	SPANCO	F4000	Acero Comercial
1	Tecla Manual	Kito	TF2	Acero Comercial
1	Trolley	Kito	TFP2 020	Acero Comercial
1	Pinza Amperimétrica	Fluke	336	Proteco Coasin
1	Pinza Amperimétrica	Fluke	337	Proteco Coasin
1	Multímetro	Fluke	175	Proteco Coasin
1	Comprobador Puesta a Tierra	Fluke	GEO 30	Proteco Coasin
1	Termómetro Digital	Fluke	51 II	Proteco Coasin
1	Termocupla	Fluke	80 PK 3A	Proteco Coasin
1	Termohigrómetro	Fluke	971	Proteco Coasin
1	Vatímetro Trifásico	Fluke	Analyst 3P	Proteco Coasin
1	Comprobador de Aislamiento	Fluke	1503	Proteco Coasin

Tabla 4.3 Continuación				
Cant.	Equipo	Marca	Modelo	Proveedor
1	Dinamómetro	-----	-----	Castillo Hnos.
1	Estrobo para sujetar el cable	Ingecable	O - GC	INGECABLES
1	Mecanismo para sujetar las pesas	-----	-----	-----
3	Poleas	-----	-----	Castillo Hnos.
1	Torquímetro	IRIMO	15-80 lbs/ft	Castillo Hnos.
1	Calibrador	Alemania	6"-150mm	Castillo Hnos.
3	Flexómetro	KINKON	589E-6W	Castillo Hnos.
12	Termómetros de Mercurio	Boeco	10 ^o -150 ^o C	HR Represent.
1	Medidor de rpm			
1	Generador de CA de 2KVA	PERKINS	10 A	COMATECNICA
3	Cajas de Herramientas	IRIMO	39 piezas	Castillo Hnos.
1	Elevador Hidráulico	SFH	-----	MHCA
1	Caja para prueba de resistencia del aislamiento	-----	-----	-----
10m	Cabo de nylon	-----	2 Ton	INGECABLES
10	Chapas metálicas	1mm	2mx2m	Acero Comercial

En el Anexo 3 se encuentran las especificaciones técnicas de los instrumentos seleccionados.

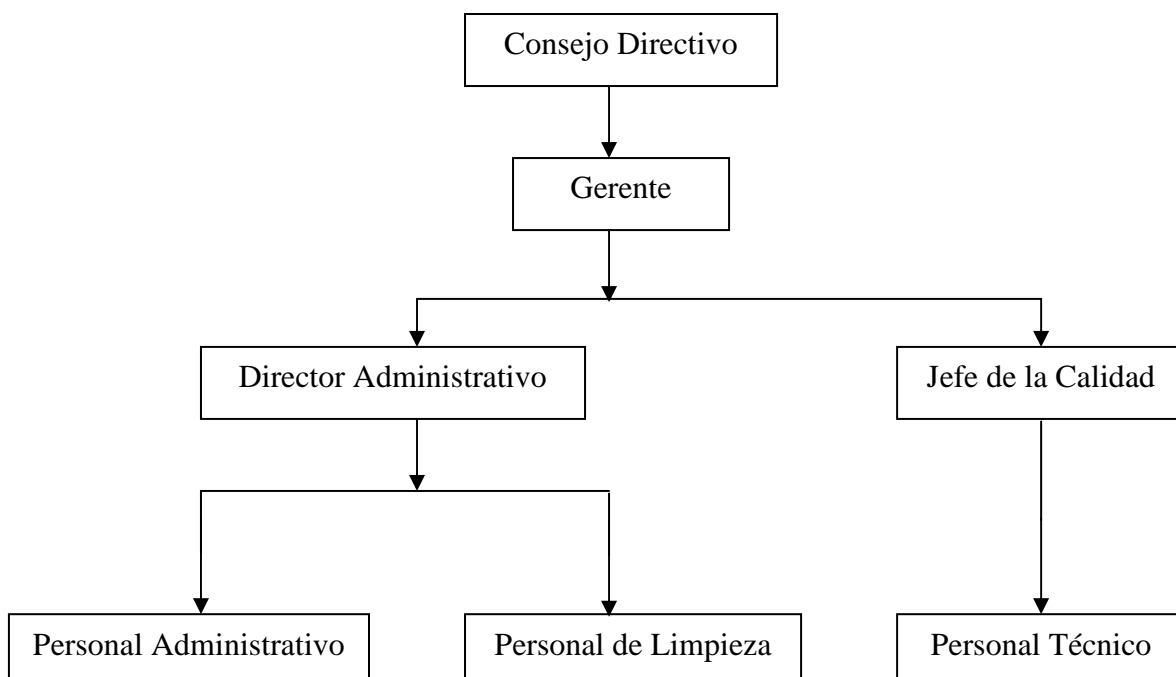
CAPÍTULO 5

ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTOS DEL CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS

En este Capítulo se describirá con detalle cada uno de los procedimientos que se deben seguir para realizar las pruebas con las cuales se puede proceder a certificar la máquina soldadora, además se dará recomendaciones acerca de la estructura organizacional del Centro de Certificación y cuales son las funciones que cada uno de los miembros debe desempeñar dentro de este.

5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO DE CERTIFICACIÓN.

La Dirección del Centro de Certificación puede ser establecida de muchas maneras, y depende del punto de vista organizacional de cada persona o empresa, sin embargo se da una sugerencia de estructura organizacional, la cual es la siguiente:



El Consejo Directivo está conformado por: el Gerente, Director Administrativo y Jefe de la Calidad. Este organismo está encargado de:

- Elaborar las políticas, misión y objetivos del centro y adaptar los procedimientos para implementarlos y valorar su cumplimiento.
- Crear y aprobar los diferentes Procesos, Informes, Formatos y demás documentación que se necesite dentro del Centro de Certificación para su correcto desempeño.
- Acoger las sugerencias dadas por el personal técnico para la modificación de algún proceso.
- Realizar inmediatamente la revisión del proceso que necesita modificaciones y hacer las correcciones necesarias.
- Autorizar la contratación o despido de todo el personal que labora dentro del Centro.
- Otras que sean de su competencia.

El Gerente desempeña las siguientes funciones:

- Crear y hacer cumplir las políticas que garanticen el buen desempeño del Centro de Certificación, tanto en la parte de Recursos Humanos, administrativa, como en la monetaria.
- Autorizar al Director Administrativo la compra de materiales e instrumentos para el Centro.
- Aprobar o negar la solicitud de ensayo.
- Establecer el contrato con el cliente.
- Validar, conjuntamente con el Jefe de la Calidad, los certificados de Aprobación de Ensayo o los Informes de No Aprobación.
- Archivar toda la documentación de las diferentes máquinas soldadoras, esto incluye los informes de resultados, contrato, orden de trabajo, solicitud de ensayo, etc.

El Director Administrativo cumple con las siguientes funciones:

- Es el responsable del manejo de todo el personal de planta.
- Elaborar los Contratos con el personal, tanto nuevo como antiguo.
- Autorizar o negar permisos solicitados por el personal de planta.
- Manejar la parte económica y financiera del Centro, tal como: pagos al personal, pagos de impuestos, recepción de los abonos por parte de los clientes, compra de materiales e instrumentos, etc.
- Crear formas de incentivar al personal.

El Jefe de la Calidad desempeña las siguientes funciones:

- Recibir de los encargados de cada sector, todos los informes de resultados de las diferentes pruebas y analizarlas.
- Emitir, conjuntamente con el Gerente, los certificados de Aprobación de Ensayo o los Informes de No Aprobación.
- Autorizar fotocopiar o distribuir los Procesos, Informes, Formatos y demás documentación del Centro de Certificación.
- Controlar que todos los Procedimientos se cumplan según lo expuesto.
- Entregar al Gerente los informes de resultados de las pruebas realizadas.
- Llevar las sugerencias del personal técnico al Consejo Directivo, acerca de modificaciones a los procedimientos.
- Verificar que los equipos se encuentren funcionando de manera correcta.
- Solicitar al Director Administrativo la compra de nuevos instrumentos o materiales que se necesiten para realizar las pruebas.
- Implementar políticas tendientes a mejorar permanentemente la calidad de los servicios del centro.

El personal técnico está conformado por los Ingenieros encargados de cada sector y los ayudantes. Estos están encargados de:


- Llevar a cabo las diferentes pruebas para realizar la certificación.
- Cumplir a cabalidad con cada uno de los procedimientos.

- Cumplir con las responsabilidades que se les ha asignado en cada procedimiento.
- Sugerir al Jefe de la Calidad modificaciones a los procedimientos debido a que estos no cumplen con el objetivo de la prueba o porque ya son obsoletos.
- El ingeniero encargado del sector debe ser quien llene los Informes de resultados, así como aprobar o no estos informes.
- Entregar al Jefe de la Calidad los Informes de Resultados de las Pruebas.
- Cuidar los equipos y herramientas que se encuentran en su sector.
- Informar al Jefe de la Calidad sobre el mal funcionamiento de algún equipo o sobre la falta de material para realizar las pruebas.

El personal administrativo está conformado por las secretarias, mensajero, bodeguero y contador. Están encargados de realizar todas las tareas pertinentes a sus funciones, las cuales serán asignadas por el Director Administrativo.

5.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Una vez que se han detallado todas las actividades que deben realizar cada persona dentro del Centro de Certificación, se puede proceder con la realización del Manual de Procedimientos en el que se encuentran los diferentes Procedimientos, Informes de Resultados y demás documentos que se necesitan para el funcionamiento del Centro de Certificación.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	S0 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


SO – P – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	S0 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el contexto dentro del cual se deberán elaborar los diferentes procedimientos para un Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras, con el propósito de asegurar la claridad y la facilidad en la aplicación de los procedimientos.

ALCANCE

Se aplica a la elaboración de todos los procedimientos de un Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras.


DOCUMENTOS RELACIONADOS**DEFINICIONES****AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES**

- El Consejo Directivo, conformado por el Gerente, Director Administrativo y el Jefe de la Calidad, serán los responsables de la elaboración y aprobación de los procedimientos.

DESARROLLO

Los Procedimientos constarán de las siguientes partes:


1. Carátula: en esta se indicará el nombre del procedimiento, así como las fechas de elaboración, aprobación y revisión, con los nombres de los responsables de cada una de estas acciones.
2. Objetivo: este cubrirá los puntos que el procedimiento pretende cumplir.
3. Alcance: son los límites dentro de los cuales el procedimiento es aplicable.
4. Documentos Relacionados: son los procedimientos o demás documentos que se encuentran relacionados con el presente procedimiento

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	S0 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

5. Definiciones: son las explicaciones a las palabras poco usuales que se encuentran dentro del procedimiento y que tienen esencial importancia para el entendimiento del procedimiento.
6. Autoridades y Responsabilidades: en este punto se detallan las personas encargadas y el grado de responsabilidad que tienen para llevar a cabo o hacer cumplir el procedimiento.
7. Desarrollo: aquí se describen los pasos que se deben seguir para garantizar el éxito del procedimiento.
8. Registros: son los formatos, registros u otros documentos generados para el procedimiento.

REGISTROS

Formato S0 – F – 01: “Formato de los Documentos”

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página #/#
			Revisión N° ##
	FORMATO DE LOS DOCUMENTOS	S0 – F – 01	Ultima Revisión DD-MM-AAAA


S0 – F – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN


Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página #/#
			Revisión N° ##
	FORMATO DE LOS DOCUMENTOS	S0 – F – 01	Ultima Revisión DD-MM-AAAA

ESTA HOJA INDICA EL ROTULADO DE LOS DOCUMENTOS

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS	S0 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006


SO – P – 02

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS	S0 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Crear un sistema de codificación de los diferentes documentos que se generen para el Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras y facilitar su ubicación dentro del Manual de Procedimientos.

ALCANCE

Se aplicará a toda la Documentación, sin excepción alguna.

DOCUMENTOS RELACIONADOS**DEFINICIONES****AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES**

- El Consejo Directivo es el responsable de la codificación, debido a que ellos son los que elaboran los diferentes procedimientos.
- Todo el personal debe estar familiarizado con la codificación.

DESARROLLO


1. La codificación tendrá el siguiente formato:

SX – A – WZ

Donde:

- S: Letra de Identificación del Sector
- X: Número del Sector donde se utilizará el Documento
- A: Letra de Identificación del Documento
- WZ: Números que indican el orden en el que deben ser hechas las diferentes acciones dentro del mismo sector.

2. El número X será colocado de acuerdo al Sector para el que se necesite el documento, los sectores son los siguientes:

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS	S0 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Sector 0: Oficinas

Sector 1: Recepción, Almacenaje y Entrega

Sector 2: Pruebas Visuales, Pruebas de Jalón y Caída; Pruebas de Fuerza Externa y Torque.

Sector 3: Medición de Distancias y Dimensiones; Comprobación de Puesta a Tierra; Medición de Rangos de Entrada y Salida; Pruebas de Temperatura y Presión; y Determinación de la Eficiencia y Factor de Potencia.

Sector 4: Pruebas de Alto Potencial y Resistencia del Aislamiento

3. La letra de identificación del documento será una de las siguientes, dependiendo del documento:

P: Procedimiento

I: Informe

R: Registro

F: Formato


T: Tablas

4. Los números WZ iniciarán desde el 01 y se extenderán tanto como se lo necesite. En cada sector se reiniciará la numeración, empezando desde el 01. De la misma manera, la numeración de los diferentes documentos (P, F, I y R) se hará por separado, por ejemplo:

S0 – P – 01: Esto quiere decir que este es el primer (01) procedimiento (P) del Sector 0 (S0). Si se necesitara otro procedimiento su código será el S0 – P – 02.

S0 – F – 01: Como se puede observar, la numeración reinicio a pesar de que se encuentra en el mismo sector (S0) y después del procedimiento S0 – P – 01, debido a que este es un formato y no un procedimiento.

REGISTROS

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/5
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS A LAS MÁQUINAS SOLDADORAS	S0 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


S0 – P – 03

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/5
			Revisión Nº 01
	PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS A LAS MÁQUINAS SOLDADORAS	S0 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que se debe seguir cuando el cliente solicita la realización del ensayo.

ALCANCE

Se detallan cuales son las condiciones que debe cumplir el cliente antes de iniciar con el proceso de pruebas para certificar a la máquina soldadora, así como también se indican los pasos para verificar si el centro tiene la disponibilidad de realizar las pruebas. También se indican los pasos a seguir para expedir o no el Certificado de Aprobación de Ensayo.

DOCUMENTOS RELACIONADOS**AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES**


- El Gerente es el responsable de aprobar o negar la solicitud de trabajo, establecer el contrato con el cliente y validar los Certificados de Aprobación de Ensayo.
- El Jefe de Calidad es el encargado de verificar que este procedimiento se cumpla, controlar toda la documentación de las pruebas realizadas, validar los Informes de Resultados y conjuntamente con el Gerente, los Certificados de Aprobación de Ensayo.
- El personal técnico es el responsable de realizar las pruebas y redactar los Informes de Resultados.
- El personal administrativo es el responsable de emitir las órdenes de trabajo, facturas y entrega de resultados a los clientes.

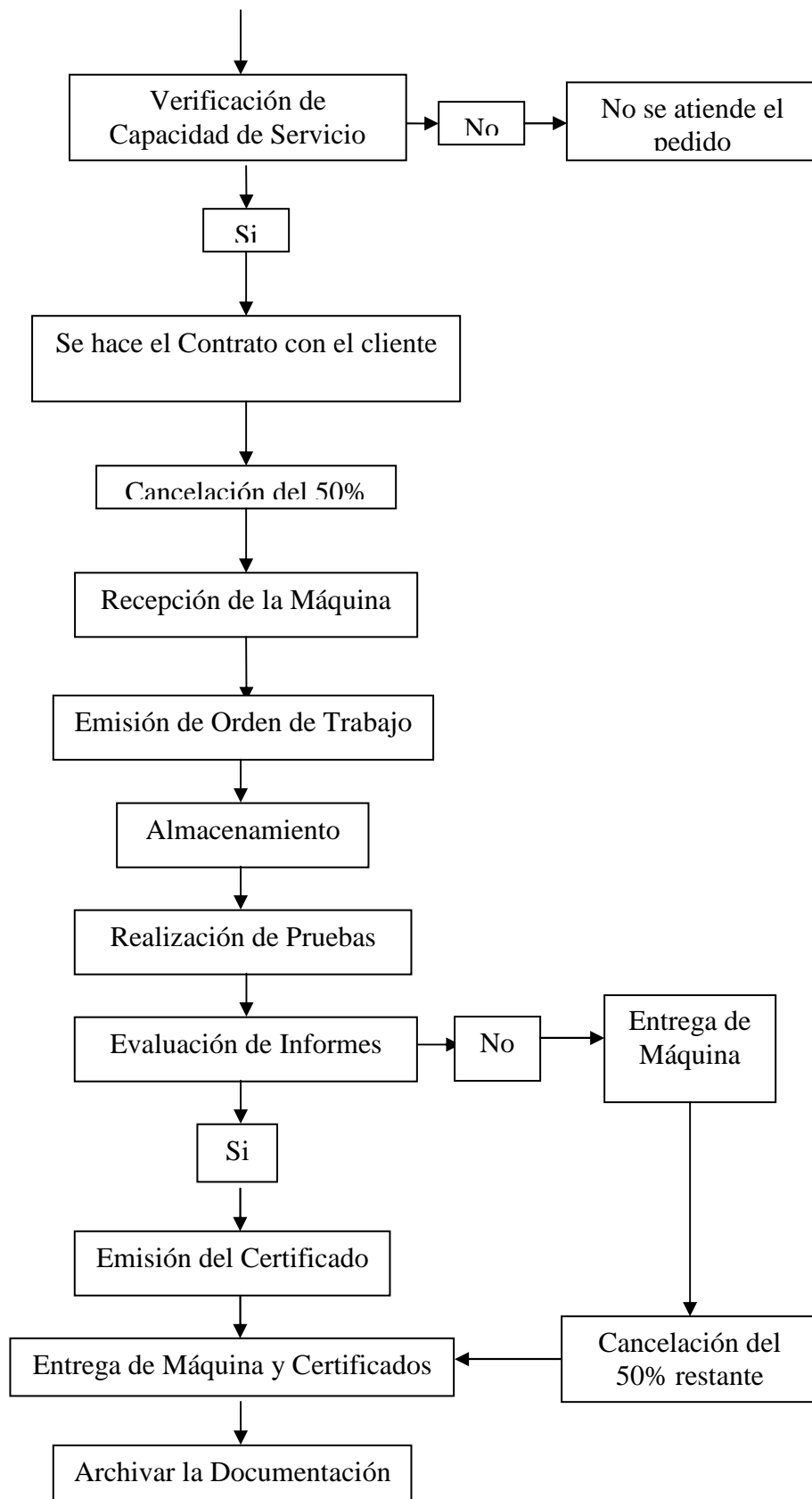
DESARROLLO


1. El procedimiento para la realización de Ensayos es el siguiente:


Solicitud de Ensayo



	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/5
			Revisión Nº 01
	PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS A LAS MÁQUINAS SOLDADORAS	S0 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006



	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/5
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS A LAS MÁQUINAS SOLDADORAS	S0 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006
<p>2. Si un cliente hace la Solicitud de Ensayo, primero se debe constatar la capacidad del laboratorio para realizar el ensayo, teniendo en cuenta el número de máquinas que se encuentran en proceso de ensayo y las máquinas que están en espera de ser ensayadas, luego de esto se puede llenar el Formulario “Solicitud de Ensayo de Certificación” S0 – F – 02.</p> <p>3. Una vez que se ha elaborado la Solicitud de Ensayo se debe proceder a la discusión de los términos del Contrato, y si las dos partes están de acuerdo se puede firmar el mismo. Hacer referencia al Formato S0 – F – 03 “Contrato de Realización de Ensayo”</p> <p>4. Una vez que se ha firmado el Contrato, el cliente debe cancelar el 50% del valor total del ensayo para que se pueda proceder a la recepción de la máquina.</p> <p>5. Para la recepción de la máquina referirse al procedimiento S1 – P – 01 y para el almacenaje al procedimiento S1 – P – 02.</p> <p>6. Una vez que se ha recibido la máquina, se debe crear la “Orden de Trabajo”, para lo cual se debe hacer referencia al Formato S0 – F – 04, al cual se le debe adjuntar el “Registro de Ubicación” S1 – R – 01.</p> <p>7. Una vez que se ha creado la Orden de Trabajo se debe colocar en el costado derecho de la máquina el adhesivo de “Identificación Interna”, para lo cual se debe hacer referencia al Formato S0 – F – 05.</p> <p>8. La máquina esperará en almacenaje hasta que se le puedan realizar las pruebas. El Jefe de Calidad será el responsable de recopilar los Informes de Pruebas entregados por el personal técnico y evaluará si la máquina cumple o no con la respectiva Norma. Si cumple emitirá el “Certificado de Aprobación de Ensayo”, Formato S0 – F – 06, y si no lo hace emitirá el “Informe de No Aprobación”, Formato S0 – F – 07.</p> <p>9. Si se emite el “Certificado de Aprobación de Ensayo” se le debe colocar a la máquina el adhesivo de “Certificado de Buen Funcionamiento” que se muestra en el Formato S0 – F – 08, pero si se emite el “Informe de No Aprobación” no se debe colocar ningún adhesivo.</p> <p>10. Antes de entregar los resultados y las máquinas al cliente, este debe cancelar el 50% restante.</p>			

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 5/5
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS A LAS MÁQUINAS SOLDADORAS	S0 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

11. Una vez que ha salido la máquina se debe archivar toda la documentación creada para la realización del Ensayo, esto incluye todos los informes de pruebas realizadas, Orden de Trabajo, Contrato, etc.

REGISTROS

Formato: S0 – F – 02 “Solicitud de Ensayo de Certificación”

Formato: S0 – F – 03 “Contrato de Realización de Ensayo”


Formato: S0 – F – 04 “Orden de Trabajo”

Formato: S0 – F – 05 “Identificación”

Formato: S0 – F – 06 “Certificado de Aprobación de Ensayo”

Formato: S0 – F – 07 “Informe de No Aprobación”

Formato: S0 – F – 08 “Certificado de Buen Funcionamiento”

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	SOLICITUD DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN	S0 – F – 02	Última Revisión 03-08-2006

SOLICITUD DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN

Quito, de del 20.....

Solicitud N°:.....

Nombre del Solicitante:.....

Dirección:..... RUC:.....

Teléfono:..... Representante:.....

Por medio de la presente, solicito al Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras “CECMASOL”, realice los Ensayos de Certificación a la máquina con las siguientes características:

Marca:.....

Modelo:.....

Identificación de Placa:.....


Observaciones:

.....

.....

.....

Solicitante

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión Nº 01
	CONTRATO DE REALIZACIÓN DE ENSAYO	S0 – F – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

CONTRATO DE REALIZACIÓN DE ENSAYO


Quito, a de del 20.....

PRIMERA: Por una parte, el señor
en calidad de Gerente del Centro De Certificación de Máquinas Soldadoras CECMASOL,
que de ahora en adelante se lo conocerá como EL CENTRO y por otra, el señor
..... con C.I/R.U.C
representante de la compañía y
que de ahora en adelante se lo conocerá como EL CLIENTE, acuerdan en forma libre y
voluntaria celebrar el presente CONTRATO DE REALIZACIÓN DE ENSAYO.

SEGUNDA: EL CENTRO recibe de EL CLIENTE la máquina soldadora de marca
..... con identificación de placa
para que EL CENTRO proceda, con autorización de EL CLIENTE, a realizar los Ensayos
de Certificación en esta máquina.

TERCERA: EL CENTRO se compromete en finalizar los Ensayos de Certificación el día
..... de del 20....., fecha en la cual EL CLIENTE puede acercarse
a retirar la máquina soldadora.

CUARTA: EL CENTRO cobrará por los Ensayos de Certificación la cantidad de
..... dólares americanos, los cuales EL
CLIENTE se compromete a pagar de la siguiente manera: 50% a la firma de este contrato
y el 50% restante una vez que se hayan concluido todos los Ensayos de Certificación.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	CONTRATO DE REALIZACIÓN DE ENSAYO	S0 – F – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


QUINTA: EL CLIENTE libra de cualquier responsabilidad a EL CENTRO por algún daño que la máquina soldadora sufiere como consecuencia de la realización de los Ensayos de Certificación en la máquina, así mismo, EL CENTRO se hará responsable del costo de los daños si estos fuesen causados por una mala realización de los ensayos de Certificación.

Para constancia de lo estipulado en este Contrato, las partes firman por duplicado, en documentos de igual tenor y valor.

EL CLIENTE

C.I./R.U.C.:.....

EL CENTRO

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	ORDEN DE TRABAJO	S0 – F – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

ORDEN DE TRABAJO

N°.....

Fecha: de del 20.....

Cliente:.....

Representante:.....

Dirección:.....

Teléfono:..... Fax:..... R.U.C/C.I:.....

Trabajo Solicitado:.....

Observaciones:.....

Precio: \$..... Total a Pagar (incluido 12% I.V.A.) \$.....


Anticipo (50%): \$..... A la entrega (50%): \$.....

Factura N°:.....

Fecha de Entrega:..... de del 20.....

Bodeguero:.....

(f) Jefe de la Calidad

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	IDENTIFICACIÓN INTERNA	S0 – F – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

ADHESIVO DE IDENTIFICACIÓN

**CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS
SOLDADORAS “CECMASOL”**

IDENTIFICACIÓN INTERNA


Orden de Trabajo N°:.....

Cliente:.....

Fecha de Entrada:.....

Fecha de Entrega:.....

Ubicación:.....

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE ENSAYO	S0 – F – 06	Ultima Revisión 03-08-2006

CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”

Quito, de del 20.....

Una vez concluidos todos los Ensayos de Certificación en la máquina soldadora con las siguientes características: Marca:.....

Modelo:..... Identificación de Placa:.....

El Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras “CECMASOL” procede a extender el presente


CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE ENSAYO

en vista de que esta máquina ha superado exitosamente todos los Ensayos a los que ha sido sometida.

Este CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE ENSAYO tiene una validez de
..... a partir de su expedición.

(f) GERENTE

(f) JEFE DE LA CALIDAD

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE NO APROBACIÓN	S0 – F – 07	Última Revisión 03-08-2006

INFORME DE NO APROBACIÓN

Quito, de del 20.....

Una vez concluidos todos los Ensayos de Certificación en la máquina soldadora con las siguientes características: Marca:.....

Modelo:..... Identificación de Placa:.....

El Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras “CECMASOL” ha encontrado las siguientes fallas en esta máquina:

.....

.....

.....

.....


.....

.....

Por estos motivos no se puede extender el respectivo Certificado de Aprobación de Ensayo hasta que se corrijan estas fallas y la máquina sea sometida a nuevos Ensayos de Certificación.

(f) GERENTE

(f) JEFE DE LA CALIDAD

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	CERTIFICADO DE BUEN FUNCIONAMIENTO	S0 – F – 08	Ultima Revisión 03-08-2006

ADHESIVO DE CERTIFICADO DE BUEN FUNCIONAMIENTO

**CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS
SOLDADORAS “CECMASOL”**

CERTIFICACIÓN

Esta Máquina cumple con todos los Requisitos para tener un Buen Funcionamiento.


Marca:.....

Modelo:.....

Identificación de Placa:.....

Fecha de Emisión:.....

Válido Hasta:.....

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCIÓN DE MÁQUINAS A SER INSPECCIONADAS	S1 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


S1 – P – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCIÓN DE MÁQUINAS A SER INSPECCIONADAS	S1 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para conseguir una transportación segura de la máquina soldadora a ser ensayada desde la camioneta o transporte en el que haya llegado hasta el lugar de almacenamiento.

ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para el transporte de todas las máquinas soldadoras cuyo peso no sea superior a 1 tonelada.


AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El bodeguero será la persona encargada de realizar el transporte y almacenaje, así como también de colocar el adhesivo con la respectiva codificación de la máquina.

DESARROLLO

1. La máquina deberá ser entregada por el cliente sobre un tablero de madera, esto con el propósito de facilitar el transporte de la máquina.
2. El bodeguero, con ayuda del elevador hidráulico, elevará a la máquina 15 centímetros sin mover el elevador y verificará que la máquina está lo suficientemente estable sobre el elevador.
3. El bodeguero moverá el elevador hacia atrás hasta que este quede fuera de la camioneta o transporte en el cual haya llegado la máquina e inmediatamente bajará la máquina hasta que esta quede a 15 centímetros del suelo.
4. La máquina será transportará hasta el sitio de almacenaje, donde se procederá de acuerdo al procedimiento S1 – P – 02 y se tomará nota de los elementos externos con los que llega la máquina.
5. Colocar el adhesivo de “Identificación Interna” S0 – F – 05.

REGISTROS

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAJE DE MÁQUINAS A SER INSPECCIONADAS	S1 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006


S1 – P – 02

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAJE DE MÁQUINAS A SER INSPECCIONADAS	S1 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para almacenar de una manera apropiada a las máquinas soldadoras, la cual permita conocer rápidamente la ubicación de las mismas y evitar pérdidas de tiempo.

ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para el almacenaje de todas las máquinas soldadoras.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES


- El bodeguero será el responsable del almacenaje y de la creación del “Registro de ubicación”.

DESARROLLO

1. La máquina soldadora a ser inspeccionada deberá ser colocada en un espacio vacío del sector de almacenaje, el cual se encontrará dividido y codificado como lo indica el siguiente croquis:

2.


A	C	E	G	I	K	M	O	Q
B	D	F	H	J	L	N	P	R...
CORREDOR								
AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	HH	II...

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAJE DE MÁQUINAS A SER INSPECCIONADAS	S1 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

3. Los espacios que están designados con una sola letra (A,B,C,...) son para las máquinas pequeñas, cuya base no sea mayor de 80 x 60 cm., mientras que los espacios que están designados con doble letra (AA,BB,CC,...) son para las máquinas grandes, cuya base sea de hasta 100 x 180 cm.
4. En caso de que existan máquinas con dimensiones mayores, se deberá ubicar la máquina en dos espacios, de tal manera que una máquina no se encuentre a menos de 30 cm. de otra.
5. Una vez que la máquina ha sido almacenada, se debe indicar en el “Registro de Ubicación” el lugar de esta con la ayuda de un círculo alrededor de la letra del espacio donde se encuentra la máquina soldadora.
6. El “Registro de Ubicación” será entregado al Jefe de la Calidad para que este lo anexe a la orden de trabajo mientras que una copia será mantenida por el bodeguero dentro del área de almacenamiento y será archivada, por orden alfabético, durante el tiempo en que la máquina permanezca en el centro de certificación, luego de esto la copia del bodeguero será desechada.
7. Este espacio será ocupado únicamente por la misma máquina desde que ingresa al centro hasta el momento en que sea entregada al cliente luego de haber sido inspeccionada.

REGISTROS

Registro: S1 – R – 01: “Registro de Ubicación”

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	REGISTRO DE UBICACIÓN	S1 – R – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

REGISTRO DE UBICACIÓN

ORDEN DE TRABAJO N°:

FECHA DE INGRESO: HORA DE INGRESO:

FECHA DE SALIDA: HORA DE SALIDA:

DATOS DE LA MÁQUINA SOLDADORA

MARCA: MODELO:


N° DE SERIE:

Accesorios con los que Ingresa la Máquina Soldadora:.....

.....

A	C	E	G	I	K	M	O	Q
B	D	F	H	J	L	N	P	R...
CORREDOR								
AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	HH	II...

BODEGUERO

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE MÁQUINAS INSPECCIONADAS	S1 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


S1 – P – 03

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE MÁQUINAS INSPECCIONADAS	S1 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que se debe seguir para la entrega de las máquinas que fueron sometidas a los Ensayos de Certificación dentro del Centro de Certificación de Máquinas Soldadoras.

ALCANCE


Este procedimiento es aplicable para la entrega de todas las máquinas soldadoras cuyo peso sea de hasta 1 tonelada.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El bodeguero será el responsable de la entrega de la máquina soldadora, una vez verificada la orden por parte del Jefe de Calidad y la cancelación respectiva y elaborará el Registro de Entrega.

DESARROLLO


1. La máquina deberá ser entregada por el bodeguero sobre un tablero de madera, esto con el propósito de facilitar el transporte de la máquina.
2. El bodeguero, con ayuda del elevador hidráulico, elevará a la máquina 15 centímetros del suelo sin mover el elevador y verificará que la máquina está lo suficientemente estable sobre el elevador.
3. La máquina será transportada hasta el sitio de entrega.
4. El bodeguero con ayuda del elevador hidráulico subirá la máquina hasta que esta quede 15 centímetros sobre el nivel del cajón de la camioneta o transporte en el cual el cliente vaya a llevar la máquina.
5. El elevador hidráulico será movido hacia adelante por el bodeguero hasta que la máquina quede completamente dentro del cajón de la camioneta, luego procederá a bajarla sobre este hasta que el elevador hidráulico quede libre de la máquina.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE MÁQUINAS INSPECCIONADAS	S1 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

6. Se retirará el elevador hidráulico y se lo bajará hasta que quede a una altura de 15 centímetros del suelo para proceder a llevarlo hasta el lugar de almacenaje.

REGISTROS

Registro: S1 – R – 02: “Registro de Entrega”

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	REGISTRO DE ENTREGA	S1 – R – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

REGISTRO DE ENTREGA

Fecha:de del 20.....

Hora de Entrega :

Factura de Cancelación N°:.....

Yo, con C.I./R.U.C

responsable de la máquina soldadora con las siguientes características:


Marca:.....

Modelo:.....

Identificación de Placa:.....

Declaro haber recibido la máquina antes descrita y estoy conforme en la manera como fue entregada.

Responsable de la Máquina

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS VISUALES	S2 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS VISUALES	S2 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que garantice la calidad de las pruebas visuales a las que tiene que ser sometida la máquina soldadora como parte de los Ensayos de Certificación.

ALCANCE

Se tratarán únicamente las pruebas visuales a las que debe ser sometida la máquina soldadora.

DOCUMENTOS RELACIONADOS**DEFINICIONES**

Pruebas Visuales: Pruebas que no necesitan de ningún tipo de instrumento para cumplir con su objetivo. Se realiza únicamente con la observación por parte del personal técnico encargado.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES


- El ingeniero encargado del Sector 2 será el responsable de realizar estas pruebas y de llenar el respectivo “Informe de Resultados”.

DESARROLLO

1. La máquina soldadora debe ser llevada por el bodeguero hasta el Sector 2 donde el ingeniero encargado de este sector se hará responsable por la máquina.
2. Verificar que la máquina no esté conectada a ningún suministro de poder.
3. Proceder a realizar las pruebas visuales descritas en el “Informe de Resultados de Pruebas Visuales” S2 – I – 01.
4. Llenar el “Informe de Resultados de Pruebas Visuales”, S2 – I – 01, de acuerdo a como van avanzando las pruebas.

REGISTROS

Informe: S2 – I – 01 “Informe de Resultados de Pruebas Visuales”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/4
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS VISUALES	S2 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS VISUALES

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de las Pruebas:.....

CUMPLE CON LAS PRUEBAS: SI..... NO.....

1. ¿Todas las partes conductoras de corriente y partes móviles peligrosas como motores, poleas, bandas, ventiladores, engranajes y otras, están dentro de la carcasa?

SI..... NO.....

2. ¿Un cable flexible de abastecimiento y los cables de soldadura, así como los terminales de salida sin conexión a tierra para la conexión de los cables de soldadura, conectores de lagartos, lagartos o partes similares no están dentro de la carcasa pero están protegidos contra el contacto no intencional?

SI..... NO.....

3. ¿Todas las partes metálicas que puedan ocasionar peligro si se corroen están pintadas, blindadas o protegidas de otra forma para evitar la corrosión?

SI..... NO.....

4. ¿Los bordes de las aberturas a través de las cuales pasan los conductores de suministro de poder o los cables de soldadura, están alisados o provistos con pasamuros asegurados y suavemente redondeados (bushing)?


SI..... NO.....


5. ¿El cordón flexible de suministro de poder está provisto con algún instrumento que prevenga que sea empujado a través del agujero hacia el interior de la carcasa?

SI..... NO.....

6. Para máquinas con sistema permanente de suministro de energía, ¿los terminales del cableado interno o terminales de los cables de soldadura están encerrados y se accede a ellos solo con instrumentos apropiados?

SI..... NO.....

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/4
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS VISUALES	S2 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006
<p>7. ¿Las partes de los terminales del cableado o instrumentos de puesta a tierra no presentan deterioro por corrosión?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>8. ¿Las juntas y conexiones están aseguradas mecánicamente y proveen contacto eléctrico sin tensión mecánica en el conductor?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>9. ¿El interruptor desconecta los conductores de corriente que no están conectados a tierra?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>10. ¿Los terminales de conexión, conexiones de derivación y controles de operación están plenamente y permanentemente marcados para designar su propósito y correcto uso?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>11. Cuando se proveen interruptores de regulación de derivaciones, ¿tienen establecidas posiciones de contacto?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>12. En el caso de suministro auxiliar de poder, ¿el tomacorriente tiene marcado la corriente y el voltaje medido?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>13. ¿La corriente nominal del fusible de protección está marcada en la caja de fusibles?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>14. ¿Se encuentra la Placa de Datos ubicada en la máquina soldadora?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p> <p>15. En los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo ¿Todas las partes conductoras de corriente y partes móviles peligrosas como motores, poleas, bandas, ventiladores, engranajes y otras están dentro de la carcasa?</p> <p style="text-align: center;">SI..... NO.....</p>			

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/4
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS VISUALES	S2 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

16. En los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo ¿Un cable flexible de abastecimiento y los cables de soldadura, así como los terminales de salida sin conexión a tierra para la conexión de los cables de soldadura, conectores de lagartos, lagartos o partes similares no están dentro de la carcasa pero están protegidos contra el contacto no intencional?

SI..... NO.....

17. En los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo ¿Las juntas y conexiones están aseguradas mecánicamente y proveen contacto eléctrico sin tensión mecánica en el conductor?

SI..... NO.....

18. En los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo ¿Están provistos fusibles, circuitos interruptores (breakers) o mecanismos similares de control eléctrico?

SI..... NO.....

19. ¿Los materiales de la pistola no presentan ninguna fisura u otro tipo de daño?

SI..... NO.....

20. En los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo ¿Las conexiones en cada extremo del cordón o conductores de control previenen cualquier esfuerzo mecánico evitando que sea transmitido a los terminales, juntas o cableado interno de la pistola o la unidad de alimentación de electrodo continuo?


SI..... NO.....

21. ¿Se encuentra la Placa de Datos ubicada en el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo?

SI..... NO.....

22. ¿La pistola tiene la placa de datos en un sitio visible y legible?

SI..... NO.....

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/4
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBAS VISUALES	S2 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

Con la máquina abierta:

23. Cuando el instrumento de puesta a tierra es un conductor aislado, este debe tener una superficie verde con una o varias rayas amarillas. En todos los demás casos debe ser identificado por coloraciones verdes o por una marca legible con los símbolos \equiv o \oplus , alternadamente, con cualquiera de las letras G, GR, GRD, GND o GROUND. ¿Cumple con esto la máquina soldadora?

SI..... NO.....

24. Todas las partes con aislamiento que sirven para el montaje y aislamiento de las partes vivas no deben presentar daño en su funcionalidad. ¿Cumple con esto la máquina soldadora?

SI..... NO.....

25. El contenedor de los condensadores no debe gotear si contiene un líquido aislante. Si el líquido es inflamable la cantidad del líquido será de un cuarto de su contenedor. ¿Cumple con esto la máquina soldadora?

SI..... NO.....

26. Cuando la fuente de poder tipo transformador opera desde líneas de suministro de poder ¿La bobina secundaria está aislada eléctricamente de la bobina primaria?

SI..... NO.....

NOTA:


En caso de que alguna pregunta no sea aplicable para la máquina soldadora que está siendo ensayada, no se responderá la pregunta.

La máquina pasará la prueba si se han respondido **SI** a todas las preguntas.

Observaciones:

.....

(f) Ingeniero encargado del Sector 2

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE IZAJE DE MÁQUINAS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE JALÓN	S2 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 02

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE IZAJE DE MÁQUINAS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE JALÓN	S2 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento para izar las máquinas soldadoras con el propósito de realizar las pruebas de jalón.

ALCANCE

Se cubrirá únicamente lo relacionado con el izaje para realizar la prueba de jalón de las máquinas soldadoras.

DOCUMENTOS RELACIONADOS

Procedimiento: S2 – P – 03 “Procedimiento Para realizar la Prueba de Jalón”


DEFINICIONES**AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES**

- El ayudante del Sector 2 será el encargado de izar las máquinas.
- El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento.

DESARROLLO

1. Colocar las cadenas en las orejas de la máquina soldadora.
2. Colocar los extremos de la cadena en el terminal abierto del estrobo.
3. Colocar un ojo de la cuerda de nylon preparada (8 pulg.) en el gancho del estrobo.
4. Colocar el otro ojo de la cuerda de nylon en el gancho del teclé.
5. Colocar el ojo del estrobo de soporte (14 pulg.) en el gancho del estrobo.
6. Colocar el otro ojo del estrobo de soporte en el gancho del teclé.
7. Elevar la máquina 20 pulgadas con ayuda del teclé.

REGISTROS

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE JALÓN	S2 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 03


ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE JALÓN	S2 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006
<p>OBJETIVO</p> <p>Establecer el procedimiento para garantizar que la prueba de jalón se desarrolle de manera segura, tanto para el personal como para la máquina soldadora.</p> <p>ALCANCE</p> <p>Este procedimiento tratará desde el momento de soltar la máquina hasta cuando se cree el “Informe de Resultados de la Prueba de Jalón”</p> <p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p> <p>Procedimiento: S2 – P – 02 “Procedimiento de izaje de máquinas para realizar la prueba de jalón”</p> <p>DEFINICIONES</p> <p>AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ayudante del Sector 2 será el encargado de llevar a cabo esta prueba. • El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba. <p>DESARROLLO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Izar la máquina de acuerdo al procedimiento S2 – P – 02 “Procedimiento para el izaje de máquinas para realizar la prueba de jalón”. 2. Cortar la cuerda de nylon. 3. Repetir los pasos 1 y 2 dos veces más y para cada repetición cambiar la cuerda de nylon. 4. Llenar el “Informe de Resultados de la Prueba de Jalón” S2 – I – 02. <p>REGISTROS</p> <p>Informe: S2 – I – 02 “Informe de Resultados de la Prueba de Jalón”.</p>			

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE JALÓN	S2 – I – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE JALÓN

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

PRIMER JALÓN

¿Resistieron las orejas? SI..... NO.....

¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....

Observaciones:

SEGUNDO JALÓN

¿Resistieron las orejas? SI..... NO.....

¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....

Observaciones:

TERCER JALÓN

¿Resistieron las orejas? SI..... NO.....


¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....

Observaciones:

Responsable de la Prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 2

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE IZAJE DE MÁQUINAS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CAÍDA	S2 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 04


ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO DE IZAJE DE MÁQUINAS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CAÍDA	S2 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006
<p>OBJETIVO</p> <p>Establecer el procedimiento para izar las máquinas soldadoras con el propósito de realizar las pruebas de caída.</p> <p>ALCANCE</p> <p>Se cubrirá únicamente lo relacionado con el izaje para realizar la prueba de caída de las máquinas soldadoras.</p> <p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p> <p>Procedimiento: S2 – P – 05 “Procedimiento Para realizar la Prueba de Caída”</p> <p>DEFINICIONES</p> <p>AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ayudante del Sector 2 será el encargado de izar las máquinas. • El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento. <p>DESARROLLO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar las cadenas de diferentes longitudes en las orejas de la máquina soldadora. 2. Colocar los extremos de la cadena en el terminal abierto del estrobo. 3. Colocar un ojo de la cuerda de nylon preparada en el gancho del estrobo. 4. Colocar el otro ojo de la cuerda de nylon en el gancho del teclé. 5. Elevar la máquina 6 pulgadas con ayuda del teclé. <p>REGISTROS</p>			

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CAÍDA	S2 – P – 05	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 05

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE CAÍDA	S2 – P – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento para garantizar que la prueba de caída se desarrolle de manera segura, tanto para el personal como para la máquina soldadora.

ALCANCE

Este procedimiento tratará desde el momento de soltar la máquina hasta cuando se cree el “Informe de Resultados de la Prueba de Caída”

DOCUMENTOS RELACIONADOS

Procedimiento: S2 – P – 04 “Procedimiento de izaje de máquinas para realizar la prueba de caída”

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES


- El ayudante del Sector 2 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Izar la máquina de acuerdo al procedimiento S2 – P – 04 “Procedimiento para el izaje de máquinas para realizar la prueba de caída”.
2. Cortar la cuerda de nylon.
3. Repetir los pasos 1 y 2 dos veces más y para cada repetición cambiar la cuerda de nylon y verificar que la próxima caída sea en una esquina del fondo diferente de la anterior.
4. Llenar el “Informe de Resultados de la Prueba de Caída” S2 – I – 03.

REGISTROS

Informe: S2 – I – 03 “Informe de Resultados de la Prueba de Caída”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CAÍDA	S2 – I – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CAÍDA

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

PRIMERA CAÍDA

¿Se presentó alguna deformación? SI..... NO..... ¿Dónde?.....

¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....

Observaciones:

.....

SEGUNDA CAÍDA

¿Se presentó alguna deformación? SI..... NO..... ¿Dónde?.....

¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....

Observaciones:

.....

TERCERA CAÍDA

¿Se presentó alguna deformación? SI..... NO..... ¿Dónde?.....

¿Alguna parte fue afectada? SI..... NO..... ¿Cuál?.....


Observaciones:

.....

Responsable de la Prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 2

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE FUERZA EXTERNA	S2 – P – 06	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 06

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE FUERZA EXTERNA	S2 – P – 06	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento a seguir para la realización de la Prueba de fuerza externa sobre los cordones flexibles tanto de suministro de energía como de soldadura.

ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todos los cordones flexibles de la máquina soldadora.

DOCUMENTOS RELACIONADOS**DEFINICIONES****AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES**


- El ayudante del Sector 2 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Sujetar a la mordaza del mecanismo de poleas el cable flexible a ser probado.
2. Colocar el peso correspondiente, de acuerdo a la siguiente tabla, en el otro extremo del mecanismo de poleas.

Medida del cable (AWG)	Fuerza obtenida en los cables (lbs)	Peso que se debe aplicar (lbs)
16-18	35	8.75
12-14	50	12.5
10 o mayor	100	25


3. Dejar el peso suspendido durante un minuto. El tiempo se lo toma con ayuda de un cronómetro.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE FUERZA EXTERNA	S2 – P – 06	Ultima Revisión 03-08-2006

4. Descargar el peso del mecanismo de poleas.
5. Soltar el cable que ha sido probado y colocar otro que necesite ser probado.
6. Repetir los pasos del 1 al 5 con todos los cables flexibles de la máquina soldadora.
7. Llenar el “Informe de Resultados de la Prueba de Fuerza Externa” S2 – I – 04.

REGISTROS

Informe: S2 – I – 04 “Informe de Resultados de la Prueba de Fuerza Externa”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FUERZA EXTERNA	S2 – I – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE FUERZA EXTERNA

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

CABLE DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

Diámetro externo:mm Medida AWG: Peso Aplicado: lbs

¿Presenta algún tipo de deterioro el revestimiento? SI NO....

¿Cuál?

Observaciones:

CABLE DE SOLDADURA 1

Diámetro externo:mm Medida AWG: Peso Aplicado: lbs

¿Presenta algún tipo de deterioro el revestimiento? SI NO....

¿Cuál?

Observaciones:

CABLE DE SOLDADURA 2

Diámetro externo:mm Medida AWG: Peso Aplicado: lbs

¿Presenta algún tipo de deterioro el revestimiento? SI NO....


¿Cuál?

Observaciones:

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 2

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE APLICACIÓN DE TORQUE	S2 – P – 07	Ultima Revisión 03-08-2006


S2 – P – 07

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE APLICACIÓN DE TORQUE	S2 – P – 07	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento a seguir para la realización de la Prueba de aplicación de torque de tal manera que se garantice su exitosa aplicación.

ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las conexiones roscadas usadas para conectar los cables de soldadura de la máquina soldadora.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 2 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 2 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Desconectar los cables de soldadura de sus respectivos terminales.
2. Con un calibrador medir el diámetro externo de la conexión roscada.
3. Calcular el torque, de acuerdo con la siguiente ecuación, que se debe aplicar a la conexión roscada.


$$\text{Para diámetro en pulgadas} \quad T = 100 \times D^2 \quad (lb - ft) \quad (3.2)$$

$$\text{Para diámetro en milímetros} \quad T = 0.0175 \times D^2 \quad (N - m) \quad (3.3)$$

Donde:

T = Torque


D = Diámetro mayor de la rosca

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE APLICACIÓN DE TORQUE	S2 – P – 07	Ultima Revisión 03-08-2006

4. Con el torquímetro aplicar el torque obtenido en el punto 3.
5. Repetir los pasos del 1 al 4 con el otro terminal de soldadura de la máquina soldadora.
6. Llenar el “Informe de Resultados de la Prueba de Aplicación de Torque” S2 – I – 05.

REGISTROS

Informe: S2 – I – 05 “Informe de Resultados de la Prueba de Aplicación de Torque”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE APLICACIÓN DE TORQUE	S2 - I - 05	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE APLICACIÓN DE TORQUE

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

TERMINAL DEL CABLE DE SOLDADURA 1

Diámetro externo:in $T = 100 \times D^2$ (lb - ft) T= lb - ft

¿Se deformó o aflojó el terminal? SI NO....

Observaciones:

.....

.....

TERMINAL DEL CABLE DE SOLDADURA 2

Diámetro externo:in $T = 100 \times D^2$ (lb - ft) T= lb - ft

¿Se deformó o aflojó el terminal? SI NO....

Observaciones:


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 2

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


S3 – P – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para realizar una correcta medición de las distancias y dimensiones de la máquina soldadora y verificar si cumple o no con las respectivas normas.

ALCANCE

Se detallan todas las medidas y capacidades que debe cumplir y se le deben realizar a la máquina soldadora que está siendo ensayada.

DEFINICIONES

Parte Viva: son las partes que se encuentran a un potencial diferente del de tierra, el cual puede proveer un choque eléctrico.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 3 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Calcular la ampacidad requerida de acuerdo a la siguiente ecuación y comprobar que el tamaño del cable de suministro de energía está de acuerdo con la Tabla 1 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.


$$I_r = \sqrt{I_a^2 d + I_b^2 (1-d)} \quad (3.1)$$

Donde

I_r = requerimiento de ampacidad en amperios


I_a = corriente de entrada de placa al voltaje nominal y a la salida nominal

I_b = Corriente de entrada al voltaje nominal de entrada y sin carga

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

$$d = \frac{\text{Ciclo de trabajo nominal}(\%)}{100}$$

2. Calcular la ampacidad requerida con la ecuación del punto 1 y comprobar que el tamaño de los cables de soldadura están de acuerdo con la Tabla 2 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.
3. Verificar que la longitud del cable flexible de suministro de energía no sea menor de 5 pies.
4. En caso de que el suministro de energía se lo haga por medio de un sistema permanente y no con un cable flexible, se debe medir el diámetro del conducto y el espacio libre alrededor del agujero y se debe verificar que cumpla con la Tabla 3 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.
5. Comprobar que los espacios internos cumplan con lo requerido en la Tabla 4 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.
6. Comprobar que los espaciamientos entre los conductores sin aislamiento cumplan con lo requerido por la Tabla 4 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.
7. Comprobar que los espaciamientos entre cualquier parte viva sin aislamiento y otra parte viva, puesta a tierra, o aislada no sea menor que lo requerido por la Tabla 4 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.
8. Para el caso de sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo se debe comprobar lo siguiente:
 - Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre una parte viva sin aislamiento y la carcasa o armazón no deben ser menores que 1/8 de pulgada (3.2 mm).
 - Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre los terminales de una parte viva sin aislamiento con una diferencia de potencial no deben ser menores que 1/8 de pulgada (3.2 mm).
 - Los espacios dados anteriormente no se aplican a elementos de cableado, conectores, interruptores, motores, placas de circuitos impresos, u otros componentes para los cuales hay normas establecidas.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

9. Para el caso de la pistola de alimentación de electrodo continuo y para el montaje del cable de la pistola se deben comprobar los siguientes espaciamientos:

- Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre una parte viva sin aislamiento y las partes metálicas no deben ser menor que 1/16 de pulgada (1.6 mm).
- Los espaciamientos a través del aire o sobre superficies entre partes vivas metálicas sin aislamiento con una diferencia de potencial no deben ser menor que 1/16 de pulgada (1.6 mm).
- Los espacios dados anteriormente no se aplican a elementos de cableado, conectores, interruptores, motores, placas de circuitos impresos, u otros componentes para los cuales hay normas establecidas.

REGISTROS

Tablas: S3 – T – 01 “Tablas de Comparación para las Pruebas de Medición de Distancias y Capacidad de los Cables”

Informe: S3 – I – 01 “Informe de Resultados de la Prueba de Medición de Distancias y Capacidad de los Cables”.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – T – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla 1. Medida de los cables conductores flexibles^(b)


Ampacidad Requerida (Ir) ^(a)		Medida del Cable, AWG
Dos conductores	Tres conductores	
10	7	18
13	10	16
18	15	14
25	20	12
30	25	10
40	35	8
55	45	6
70	60	4
95	80	2

^(a) Las ampacidades son aplicadas a los conductores de corriente de acuerdo con la Tabla 400-5 del Código Eléctrico Nacional de 1987 de los EE.UU. Las ampacidades listadas arriba están basadas en una temperatura ambiente de 30 °C. Un conductor usado para la conexión a tierra del equipo no es considerado como un conductor de corriente.

^(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 13.

Tabla 2. Medida de conductores aislados de cobre (no más de tres conductores por cable)^(b)

Ampacidad Requerida (Ir) ^(a)	Medida del Cable, AWG	Ampacidad Requerida (Ir) ^(a)	Medida del Cable, AWG
15	14	150	0
20	12	175	00
30	10	200	000
50	8	230	0000
65	6	255	250 kcmil
85	4	285	300 kcmil
100	3	310	350 kcmil
115	2	335	400 kcmil
130	1	380	500 kcmil

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 2/3	
			Revisión N° 01	
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES		S3 – T – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

(a) La ampacidad en esta tabla está basada sobre una temperatura ambiente menor o igual a 30°C y un rango de temperatura de los conductores de 75 °C de acuerdo a la Tabla 310-16 del Código Eléctrico Nacional de 1987 de los EE.UU. Un conductor usado para la conexión a tierra del equipo no es considerado como un conductor de corriente.

(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 13.


Tabla 3. Diámetro del agujero ciego o agujero para el conducto y ancho de la superficie plana circundante^(a)

Medida del conductor de suministro, AWG		Medida comercial del conducto nominal	Espacio libre alrededor del agujero ciego					
			Mínimo		Nominal		Máximo	
Una fase	Tres fases		Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm
14-10	14-10	½	0.859	21.82	0.875	22.22	0.906	23.01
8	8	¾	1.094	27.79	1.109	28.17	1.141	28.98
6-4	6-4	1	1.359	34.52	1.375	34.92	1.406	35.17
3-1	3-2	1 ¼	1.719	43.66	1.734	44.04	1.766	44.86
1/0-2/0	1-1/0	1 ½	1.958	49.73	1.984	50.39	2.016	51.21
3/0-4/0	2/0-3/0	2	2.433	61.80	2.469	62.71	2.500	63.50
250-300 kcmil	4/0-200 kcmil	2 ½	2.938	74.62	2.969	75.41	3.000	76.20

(a) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 14.

Tabla 4. Espacios en fuentes de poder para soldadura^{(a) (h)}

Voltaje r.m.s entre las partes envueltas ^(d,e)	En los terminales del circuito ^(b)				En otros que no sean los terminales del circuito							
					Otros que no sean las paredes de la carcasa				En las paredes de la carcasa metálica ^(f,g)			
	A través de aire ^(c)		Sobre superficie		A través de aire ^(c)		Sobre superficie		A través de aire ^(c)		Sobre superficie	
	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm
0-50	½	12.7	½	12.7	⅛	3.18	⅛	3.18	½	12.7	½	12.7
51-150	½	12.7	½	12.7	⅛	3.18	¼	6.35	½	12.7	½	12.7
151-300	½	12.7	½	12.7	¼	6.35	⅜	9.53	½	12.7	½	12.7
301-600	1	25.4	1	25.4	⅜	9.53	½	12.7	½	12.7	½	12.7

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – T – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

(a) Los valores no se aplican para una vuelta de alambre en un rollo o a espacios entre: (1) dos conductores de un rollo, (2) un rollo y su núcleo, (3) un rollo y cualquier otra parte de polaridad opuesta incluyendo los conductores de soldadura que cruzan. Los espacios dados en la Tabla 3-5 no se aplican a elementos de cableado, motores, placas de circuitos impresos, u otros accesorios para los cuales hay normas establecidas.

(b) Los terminales del circuito son considerados ser terminales en los cuales las conexiones de suministro son hechas en el campo.

(c) Los espacios entre los terminales de tipo roscado de polaridad opuesta no deben ser menores de 0.25 pulgadas (6.35 mm) si los terminales están en el mismo plano.


(d) Cuando el voltaje pico repetitivo, en el cual el elemento es usado, es más de 1.5 veces los voltios rms, el voltaje pico debe ser dividido para dos para obtener un rango rms equivalente en voltios.

(e) Para sistemas de potencia conectados a tierra, como los sistemas de tres fases cuatro conductores, el espacio y las distancias de conducción superficial a tierra deben ser gobernados por el voltaje a tierra.

(f) Una pieza de metal unida a la carcasa es considerada ser parte de la carcasa si la deformación de la carcasa pueda reducir los espacios y las distancias de conducción superficial entre la pieza de metal y las partes vivas sin aislamiento o cable con película protectora.

(g) Para carcasas subensambladas en donde los espacios y las distancias de conducción superficial son rígidamente mantenidos y cuando es montada dentro de otra carcasa, debe usarse en lugar de las distancias para “otros que no sean las paredes de la carcasa” las distancias a “las paredes de la carcasa metálica” pero en ningún caso debe ser menor que 0.1 pulgada (2.54 mm).

(h) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 15.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/5
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y DIMENSIONES

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

TABLAS DE RESULTADOS

CABLE DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

Ampacidad Requerida Calculada:

Medida AWG Teórica: Medida AWG Real:

Observaciones:

.....

CABLES DE SOLDADURA

Ampacidad Requerida Calculada:

Medida AWG Teórica: Medida AWG Real:

Observaciones:

.....

LONGITUD DEL CABLE DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

Longitud Teórica: 5 pies mínimo Longitud Real:

SUMINISTRO DE ENERGÍA POR MEDIO DE UN SISTEMA PERMANENTE

Se deben aproximar las medidas a la décima de milímetro superior para que estas medidas sean hechas con el calibrador.

Las medidas teóricas se las obtiene de la Tabla 3 de las Tablas de Comparación S3 – T – 01.



CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS
“CECMASOL”

Página 2/5

Revisión N° 01

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE
MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS
CABLES

S3 – I – 01

Ultima Revisión
 03-08-2006

El conductor de suministro de energía es: Monofásico..... Trifásico.....

Medida AWG del conductor de suministro: Real: Teórica:

Medida del conducto: Real: Teórica:


Espacio libre alrededor del agujero ciego: Real: Teórica:

¿Cumple? SI NO

MEDICIÓN DE LOS ESPACIOS INTERNOS

Voltaje rms entre		Distancias Teóricas		Distancias Reales		Cumple	
Partes	V rms	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	SI	NO
Terminales del circuito							

NOTA: Las distancias se miden en milímetros (mm).

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 3/5
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


DISTANCIA EN SISTEMAS SEMIAUTOMÁTICOS DE ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO CONTINUO

Partes Involucradas		Distancias Teóricas		Distancias Reales		Cumple	
Parte Viva sin Aislamiento	Carcasa	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	SI	NO
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				
	Carcasa	3.2	3.2				

NOTA: Las distancias se miden en milímetros (mm).

Partes Involucradas		Distancias Teóricas		Distancias Reales		Cumple	
Entre los Terminales de una Parte Viva sin Aislamiento		A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	SI	NO
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				
		3.2	3.2				

NOTA: Las distancias se miden en milímetros (mm).

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/5
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES	S3 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


DISTANCIA EN LA PISTOLA DE ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO CONTINUO Y EN EL MONTAJE DEL CABLE DE LA PISTOLA

Partes Involucradas		Distancias Teóricas		Distancias Reales		Cumple	
Parte Viva sin Aislamiento	Parte metálica	A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	SI	NO
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				

NOTA: Las distancias se miden en milímetros (mm).

Partes Involucradas		Distancias Teóricas		Distancias Reales		Cumple	
Entre los Terminales de una Parte Viva sin aislamiento		A través de aire	Sobre superficie	A través de aire	Sobre superficie	SI	NO
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				
		1.6	1.6				

NOTA: Las distancias se miden en milímetros (mm).

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 5/5
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN DE DISTANCIAS Y CAPACIDAD DE LOS CABLES		Revisión N° 01 Última Revisión 03-08-2006
		S3 – I – 01	

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 3

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA	S3 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006


S3 – P – 02

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA	S3 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que permita determinar de manera correcta si las conexiones a tierra se encuentran bien hechas.

ALCANCE

Se tratará lo correspondiente a la verificación de la puesta a tierra tanto para las máquinas soldadoras, así como para los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES


- El ayudante del Sector 3 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Verificar que la máquina no esté conectada a algún suministro de energía.
2. Observar que el accesorio de puesta a tierra:
 - Sea una parte de la fuente de poder.
 - Se use solo para propósitos de puesta a tierra.
 - Sea improbable que sea desensamblado mientras está en servicio.
 - Esté localizado en las cercanías de las conexiones de suministro.
3. Con el Comprobador de puesta a tierra verificar que las instalaciones a tierra estén bien hechas.
4. Llenar el “Informe de Resultados de la Prueba de Puesta a Tierra” S3 – I – 02.

REGISTROS

Informe: S3 – I – 02 “Informe de Resultados de la Prueba de Puesta a Tierra”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/2
			Revisión Nº 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PUESTA A TIERRA	S3 – I – 02	Ultima Revisión 03-08-2006



INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PUESTA A TIERRA


Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo Nº:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

1. ¿El instrumento de puesta a tierra es parte de la fuente de poder?
SI NO
2. ¿El instrumento de puesta a tierra se usa solo para estos propósitos?
SI NO
3. ¿El instrumento de puesta a tierra es improbable que sea desensamblado mientras está en servicio?
SI NO
4. ¿El instrumento de puesta a tierra está localizado en las cercanías de las conexiones de suministro?
SI NO
5. ¿El instrumento de puesta a tierra es un tornillo metálico, borne, conector de presión, borne roscado, cables con o sin aislamiento o algún instrumento similar?
SI NO
6. Si el instrumento de puesta a tierra es un conductor aislado ¿Tiene una superficie verde con una o varias líneas amarillas?
SI NO
7. ¿El instrumento de puesta a tierra está identificado con los símbolos  o , alternadamente, con cualquiera de las letras G, GR, GRD, GND o GROUND?
SI NO
8. ¿El instrumento de puesta a tierra no está solo soldado?
SI NO

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión Nº 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PUESTA A TIERRA	S3 – I – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

9. ¿Las verificaciones hechas con el comprobador de puesta a tierra dicen que la conexión está bien hecha en la máquina soldadora?
SI NO

10. ¿Las verificaciones hechas con el comprobador de puesta a tierra dicen que la conexión está bien hecha en el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continua?
SI NO

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....


Responsable de la prueba:

.....

.....

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 3

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


S3 – P – 03

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que permita realizar de manera correcta y segura las mediciones de los rangos de entrada y salida.

ALCANCE

Se tratará la manera de colocar los instrumentos de medición así como la forma de definir si la máquina soldadora cumple o no con los requerimientos de la norma y finalmente se terminará con el “informe de resultados”


AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 3 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser quien conecte los instrumentos.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

Determinación de la Corriente de Entrada a la máquina soldadora.

1. Conectar una pinza amperimétrica y un multímetro en el cable de suministro de energía.
2. Conectar la carga resistiva con factor de potencia de 0.99 o mayor a los terminales de los cables de soldadura.
3. Seleccionar la salida de corriente nominal de la máquina soldadora.
4. Conectar la máquina soldadora y encenderla.
5. Medir la frecuencia de la corriente de entrada con ayuda de la pinza amperimétrica.
6. Medir el voltaje de entrada con la pinza amperimétrica.
7. Medir la corriente de entrada con la pinza amperimétrica.
8. Apagar y desconectar todos los instrumentos y la máquina soldadora.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

Medición del Voltaje de Circuito Abierto (OCV)

1. Conectar el terminal negativo del multímetro en el terminal del cable de soldadura negativo.
2. Conectar el terminal positivo del multímetro en el terminal del cable de soldadura positivo.
3. Verificar que sea aplicado el voltaje de entrada nominal de la máquina soldadora y encender la máquina.
4. El soldador debe generar un arco instantáneo rozando el electrodo en la placa para pruebas.
5. En el multímetro seleccionar la función MAX/MIN y tomar la medida máxima obtenida, este es el OCV.
6. Apagar y desconectar todos los instrumentos y la máquina soldadora.
7. Llenar el Informe de Resultados con estos datos.

Medición de los Rangos de Salida de las Máquinas Soldadoras

1. Conectar los terminales de los cables de soldadura a la carga resistiva.
2. Conectar la pinza amperimétrica al cable de soldadura del portaelectrodos.
3. Conectar el multímetro en los terminales de los cables de soldadura.
4. Seleccionar la salida nominal de la máquina soldadora y encender la máquina.
5. Tomar las medidas de voltaje y amperaje de salida.
6. Apagar la máquina.
7. Seleccionar la salida mínima de la máquina soldadora y encender la máquina.
8. Tomar las medidas de voltaje y amperaje de salida.
9. Apagar la máquina.
10. Seleccionar la salida máxima de la máquina soldadora y encender la máquina.
11. Tomar las medidas de voltaje y amperaje de salida.
12. Apagar la máquina y desconectar todos los instrumentos.
13. Llenar el Informe de Resultados con estos datos.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – P – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

Medición de los Rangos de Salida de las Máquinas Soldadoras para GTAW

1. Conectar los terminales de los cables de soldadura a la carga resistiva con característica parcial rectificadora.
2. Repetir los pasos del 2 al 13 de la Medición de los Rangos de Salida de las Máquinas Soldadoras.
3. De acuerdo a la siguiente ecuación calcular el voltaje de salida y comparar con el voltaje medido.

$$V(GTAW) = 13 + 0.12I$$


Mediciones para el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo.

1. Conectar un multímetro en los terminales de los cables de voltaje de control.
2. Conectar otro multímetro al circuito interruptor de la pistola.
3. Encender la máquina soldadora.
4. El soldador debe proceder a soldar de una manera constante hasta terminar de realizar la medición del voltaje de control y de la pistola.
5. Tomar las medidas de voltaje.
6. Apagar la máquina y desconectar todos los instrumentos.
7. Llenar el Informe de Resultados con estos datos.

REGISTROS

Tablas: S3 – T – 02 “Tablas de Comparación para las Pruebas de los rangos de Entrada y Salida”

Informe: S3 – I – 03 “Informe de Resultados de la Medición de los Rangos de Entrada y de Salida”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/5
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – T – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Tablas de Referencia

Tabla 1. Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA o CC^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3	
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)	
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)
200	28	40	22	250	30
250	30	50	22	312	32
300	32	60	22	375	35
400	36	80	23	500	40
500	40	100	24	625	44
600	44	120	25	750	44
800	44	160	26	1000	44
1000	44	200	28	1250	44
1200	44	240	30	1500	44
1500	44	300	32	1875	44

Notas de las Tablas 1 y 2:

^(a) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 250 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 250 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. En estos casos, los valores para la salida de corriente mínima será de 20% de la corriente de carga nominal y para la salida máxima será de 125% de los amperios de carga nominal excepto para aquellas fuentes de poder que sean cubiertas por la Tabla 2, la corriente de salida máxima de CC será de 100% de los amperios nominales de carga. Los voltios de carga en cada caso deben ser determinados por la ecuación en la nota (d).

^(b) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.

^(c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que, pero no podrán ser menores que los valores listados en la tabla.

^(d) Estos valores de voltajes están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga. Para corrientes de carga mayores que 600 amperios, el voltaje de carga es 44 voltios.

^(e) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 20.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/5
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – T – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla 2. Fuentes de Poder NEMA Clase I de Corriente Constante, CA/CC ^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3			
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)			
CA/CC		CA/CC		CA		CC	
Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)
200	28	40	22	250	30	200	28
250	30	50	22	312	32	250	30
300	32	60	22	375	35	300	32
400	36	80	23	500	40	400	36
500	40	100	24	625	44	500	40
600	44	120	25	750	44	600	44
800	44	160	26	1000	44	800	44
1000	44	200	28	1250	44	1000	44
1200	44	240	30	1500	44	1200	44
1500	44	300	32	1875	44	1500	44

Tabla 3. Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA o CC^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3	
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)	
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)
150	26	30	21	165	27
175	27	35	21	193	28
200	28	40	22	220	29
225	29	45	22	248	30
250	30	50	22	275	31
300	32	60	22	330	33
350	34	70	23	385	36


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/5
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – T – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla 4. Fuentes de Poder NEMA Clase II de Corriente Constante, CA/CC ^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3			
Salida Nominal ^(a)		Puntos mínimos de Salida ^(b)		Puntos máximos de salida ^(c)			
CA/CC		CA/CC		CA		CC	
Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)	Amp de carga	Volt de carga ^(d)
150	26	30	21	165	27	150	26
175	27	35	21	193	28	175	27
200	28	40	22	220	29	200	28
225	29	45	22	248	30	225	29
250	30	50	22	275	31	250	30
300	32	60	22	330	33	300	32
350	34	70	23	385	36	350	34

Notas de las Tablas 3 y 4:

^(a) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 150 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 350 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. En estos casos, los valores para la salida de corriente mínima será de 20% de la corriente de carga nominal y para la salida máxima será de 110% de los amperios de carga nominal excepto para aquellas fuentes de poder que sean cubiertas por la Tabla 4, la corriente de salida máxima de CC será de 100% de los amperios nominales de carga. Los voltios de carga en cada caso deben ser determinados por la ecuación en la nota (d).

^(b) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.

^(c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que, pero no podrán ser menores que los valores listados en la tabla.

^(d) Estos valores de voltajes están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga.

^(e) Tablas tomadas de la norma NEMA EW-1, páginas 21 y 22.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/5
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – T – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla 5. Fuentes de Poder NEMA Clase III de Corriente Constante ^(e)

Columna 1		Columna 2		Columna 3
Salida Nominal ^(c)		Puntos mínimos de Salida ^(d)		Puntos máximos de salida ^(c)
Am de carga	Volt de carga ^(d)	Am de carga	Volt de carga ^(d)	
180 hasta 230 ^(a)	25	Multiplicar el amperaje de carga nominal por 1/6 ^(b)	20	Igual que la salida nominal dada en la columna 1
235 hasta 295 ^(a)	30	Multiplicar el amperaje de carga nominal por 1/6 ^(b)	22	Igual que la salida nominal dada en la columna 1

Notas de la Tabla 5:

^(a) Expresado en múltiplos de 5.

^(b) Si el número no es un múltiplo de 5, subir al número siguiente que lo sea.


^(c) Los amperios de carga medidos a los voltios de carga medidos no deben ser menores que el 95% de los amperios de carga nominales mostrados en la placa de datos.

^(d) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser más que, los valores listados en la tabla.

^(e) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 22.


Tabla 6. Fuentes de Poder NEMA Clase I de Voltaje Constante, CA o CC ^(g)

Columna 1		Columna 2	
Salida Nominal ^{(a)(b)}		Puntos mínimos de Salida ^{(c)(d)}	
Amp de carga	Volt de carga ^(e)	Amp de carga	Volt de carga ^(f)
200	28	50	14
250	30	62	15
300	32	75	15
400	36	100	16
500	40	125	17
600	44	180	19
800	44	240	22
1000	44	300	24
1200	44	360	24
1500	44	450	24

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 5/5
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – T – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

Notas de la Tabla 6:

- (a) Los amperios máximos de carga, voltajes máximos de carga, o ambos, se permitirá que sean mayores que los valores listados en la Tabla.
- (b) Esta tabla enlista los valores preferidos de rangos de amperios de carga. Otras corrientes de carga nominal deben permitir ser usadas como sigue: Para menos de 500 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 25 amperios; para más de 500 amperios, la corriente de carga puede estar en pasos de 50 amperios. Para los voltios de carga ver la nota (c). Para la corriente de carga mínima y voltaje ver la nota (d).
- (c) Los amperios de carga o los voltios de carga, o ambos, se permitirá que sean menores que, pero no podrán ser mayores que, los valores listados en la tabla.
- (d) Para las corrientes de carga descritas en la nota (b), los valores para la salida de corriente mínima será de 25% de la corriente de carga nominal para fuentes de poder con amperaje nominal de 550 amperios y menores y 30% de la corriente de carga nominal para fuentes de poder con amperaje nominal mayores de 550 amperios. Para voltajes mínimos de carga, ver nota (f).
- (e) Los voltajes de carga están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga, pero en ningún caso deberá exceder los 44 voltios.
- (f) Los voltajes de carga están basados en la ecuación $E = 20 + 0.04I$, donde E es el voltaje de carga e I es los amperios de carga, pero en ningún caso deberá exceder los 24 voltios.
- (g) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 23.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/4
			Revisión Nº 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – I – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y DE SALIDA

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo Nº:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE ENTRADA A LA MÁQUINA SOLDADORA.

Valores Nominales			Valores Medidos			% de variación de la corriente		Cumple	
Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Permitido	Medido	Si	No

NOTAS:

Para fuentes de poder con derivaciones de regulación, la corriente de entrada debe ser determinada bajo las condiciones con las cuales se tenga la máxima entrada de corriente cuando la salida es la corriente de carga nominal al voltaje de carga nominal de la fuente de poder.

La corriente de entrada actual determinada no debe variar de la corriente de entrada mostrada en la placa de datos, en más de 10% para las fuentes NEMA Clase I y Clase II, y en 25% para las fuentes de poder NEMA Clase III.

MEDICIÓN DEL VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO (OCV)


Voltaje de Entrada		Tipo de Fuente de Poder			Tipo de Corriente que usa (CA, CC con $V_{\text{rizo}} > 10\%$)	OCV	
Nominal	Medido	Manual	Semiaut.	Automát.		Permitido	Medido

Ver notas en la siguiente hoja.

Cumple:

SI

NO

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/4
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LOS RANGOS DE ENTRADA Y SALIDA	S3 – I – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

ser suministrado desde una fuente de voltaje aislada y no debe exceder los 35 voltios rms o 50 voltios de corriente continua. Cuando el sistema de alimentación de electrodo es energizado solamente por el arco de soldadura, el voltaje de cualquier circuito interruptor de la pistola no debe exceder el rango de voltaje de circuito abierto de la fuente de poder.

OBSERVACIONES:

.....


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 3

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006


S3 – P – 04

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento que garantice que tanto la prueba de temperatura como la de presión se realicen de una manera segura, manteniendo la calidad para obtener los resultados esperados.

ALCANCE


Se tratará lo concerniente a las pruebas de temperatura y de presión, tanto para las máquinas soldadoras, así como para el sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES


- El ayudante del Sector 3 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser quien conecte los instrumentos.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Verificar que la máquina soldadora esté desconectada.
2. Abrir la máquina soldadora.
3. Colocar el manómetro en el sistema de agua de enfriamiento.
4. Colocar una termocupla en el sistema de agua de enfriamiento.
5. Colocar un termómetro en el extremo de cada uno de los dos cables de soldadura y estos deben estar en contacto directo.
6. Colocar un termómetro en cada uno de los terminales de los cables de soldadura, estos deben estar en contacto directo.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

7. Colocar un termómetro en cada uno de los devanados, bobinas, núcleos, partes metálicas adyacentes al aislamiento, conmutadores y todas las demás partes cuya temperatura afecte la temperatura del material del aislamiento.
8. Conectar un multímetro y una pinza amperimétrica en los terminales de los cables de soldadura, esto para verificar que se tenga la salida nominal de corriente y voltaje.
9. Conectar un voltímetro y una pinza amperimétrica en la línea de entrada de suministro de energía para medir la corriente, voltaje y frecuencia de entrada y poder verificar que sean los valores nominales.
10. Conectar la carga resistiva, con factor de potencia de 0.99 o mayor, a los cables de soldadura.
11. Colocar tres termómetros alrededor de la fuente de poder, esto para determinar la temperatura ambiente, deben estar ubicados a la mitad de la altura de la fuente de poder y a 1 metro de distancia de la fuente de poder.
12. Colocar un termómetro en la salida del aire de enfriamiento.
13. En el caso del sistema de alimentación de electrodo continuo, colocar un termómetro en el mango de levantamiento, otro sobre la carcasa que puede ser tocada, y otros en las superficies que pueden ser tocadas ocasionalmente.
14. Seleccionar la salida nominal de la máquina soldadora.
15. Encender la máquina soldadora y operarla durante el tiempo que indique su ciclo de trabajo. Hacerlo las veces que sean necesarias para obtener una temperatura estable.
16. Una vez que se ha obtenido una temperatura estable se debe proceder a tomar las lecturas de temperatura y presión de las diferentes partes de la máquina soldadora y del sistema de alimentación de electrodo continuo.
17. Llenar el Informe de Resultados.
18. Apagar la máquina soldadora y desconectar la carga resistiva, luego encenderla por 20 minutos seguidos sin apagarla y verificar que la temperatura de la máquina no sube.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 4/4
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – P – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

19. Apagar y desconectar la máquina soldadora.

20. Desconectar todos los instrumentos.


Procedimiento para realizar la prueba de Temperatura en el mecanismo de la pistola y del cable de la pistola del sistema de alimentación de electrodo continuo.

1. Una pepita de soldadura debe ser depositada en la superficie de la pieza de trabajo horizontal la cual debe ser enfriada por agua.
2. La velocidad de soldadura debe ser seleccionada de tal manera que un continuo y seguido charco de soldadura sea mantenido.
3. La entrada al charco de soldadura del metal de relleno debe ser perpendicular a la superficie horizontal y el mango de la pistola debe estar a 90° de la dirección del movimiento.
4. Los parámetros de soldadura deben ser aquellos mostrados en:
 - i. Tabla S3 – T – 03 Figura 3.1, Parte 1- para FCAW sin gas
 - ii. Tabla S3 – T – 03 Figura 3.1, Parte 2- para FCAW con CO₂
 - iii. Tabla S3 – T – 03 Figura 3.2, Parte 1- para GMAW con CO₂ y electrodo sólido
 - iv. Tabla S3 – T – 03 Figura 3.3 - para GTAW con alambre de relleno
5. El voltaje de soldadura mostrado en las curvas de las “Tablas de Comparación para las pruebas de temperatura y presión” figuras 3.1 y 3.2 son medidas desde el mecanismo de la pistola a la pieza de trabajo. Los parámetros del proceso de soldadura tienen una tolerancia de $\pm 5\%$.
6. En cada caso, la prueba debe ser realizada con la medida del alambre de relleno dentro del rango nominal del mecanismo de la pistola y del cable de la pistola que produzca la temperatura más alta.

REGISTROS

Tablas: S3 – T – 03 “Tablas de Comparación para las pruebas de temperatura y presión”

Informe: S3 – I – 04 “Informe de Resultados de las Pruebas de Temperatura y Presión”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/8
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – T – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

Tablas de Referencia

Tabla 1. Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder de tipo transformadores de CA, transformador-rectificador de CC y transformador-rectificador de CA o CC. ^(b)

Método de determinación de la temperatura ^(a)	Temperatura alcanzada					
	Clase de sistema de aislamiento					
	105	130	155	180	200	220
Resistencia	70°C	90°C	115°C	135°C	155°C	170°C
Termocupla aplicada	80°C	100°C	125°C	150°C	170°C	190°C
Las partes metálicas en contacto con cualquier tipo de aislamiento no deben alcanzar una temperatura que exceda la permitida para el aislamiento adyacente.						
Para las temperaturas de los cables de soldadura y los terminales de soldadura, ver 3.4.6						
Todas las partes cuya temperatura afecta la temperatura del material de aislamiento se permitirá alcanzar tales temperaturas siempre y cuando no dañe la fuente de poder, o las partes componentes en ningún aspecto.						

NOTAS DE LA TABLA 1:

^(a) La temperatura alcanzada dentro de los valores listados en la Tabla 1, medido por cualquier método, debe demostrar conformidad con esta norma. Para bobinas, bobinas de transformador y reactores, el método de la resistencia para determinar la temperatura es preferido.

^(b) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 25.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/8
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – T – 03	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla 2. Máxima temperatura alcanzada por fuentes de poder tipo generadores de CC, generador-rectificador de CA y generador de CA. ^(c)

	Niveles de Temperatura							
	Motores con fuente de energía primaria de CC, generadores de CC y excitadores				Generadores de CA, generador-rectificador de CA y motores de fuente primaria de energía			
	Clases del sistemas de aislamiento				Clases del sistemas de aislamiento			
	105	130	155	180	105	130	155	180
1. Devanados incluidos, bobinas multicapas, y todas las bobinas que no esten cubiertas en 2 ^(a)								
Por el método del termómetro ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	-	-	-	-
Por el método de la resistencia	60°C	85°C	110°C	135°C	60°C	85°C	110°C	135°C
2. Bobinas de una capa con conductores expuestos sin aislamiento o con capa de protección ^(a)								
Por el método del termómetro ^(b)	60°C	85°C	105°C	130°C	-	-	-	-
Por el método de la resistencia	65°C	90°C	115°C	140°C	-	-	-	-
3. Núcleos y partes mecánicas en contacto o adyacentes al aislamiento								
Por el método del termómetro ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	50°C	70°C	90°C	110°C
4. Conmutadores								
Por el método del termómetro ^(b)	65°C	85°C	85°C	85°C	-	-	-	-
5. Todas las partes cuya temperatura afecta la temperatura del material de aislamiento se permitirá alcanzar tales temperaturas siempre y cuando no dañe la fuente de poder, o las partes componentes en ningún aspecto.								
6. Rotores de jaula de ardilla no deben alcanzar las temperaturas que causen daño mecánico a la fuente de poder.								

NOTAS DE LA TABLA 2

(a) En donde los dos métodos de medición de temperatura son listados, una temperatura alcanzada dentro de los valores en la Tabla 2, medido por cualquier método, debe demostrar conformidad con esta norma.

(b) Una termocupla será permitida ser sustituta de un termómetro donde sea aplicable.

(c) Tabla tomada de la norma NEMA EW-1, página 24.


	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/8
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – T – 03	Ultima Revisión 03-08-2006


Tabla 3. Temperaturas máximas en superficies externas

Ubicación y/o tipo de superficie	Composición de la superficie	
	Metálico	No metálico
1. Mango o perilla para levantar, transportar o sostener.	50 °C	60 °C
2. Mango, perilla o superficie de la carcasa que está diseñada para ser tocada durante el uso normal pero que no requiere sostenerse continuamente.	60 °C	85 °C
3. Superficies sujetas a contacto ocasional.	70 °C	95 °C

NOTAS DE LA TABLA 3:

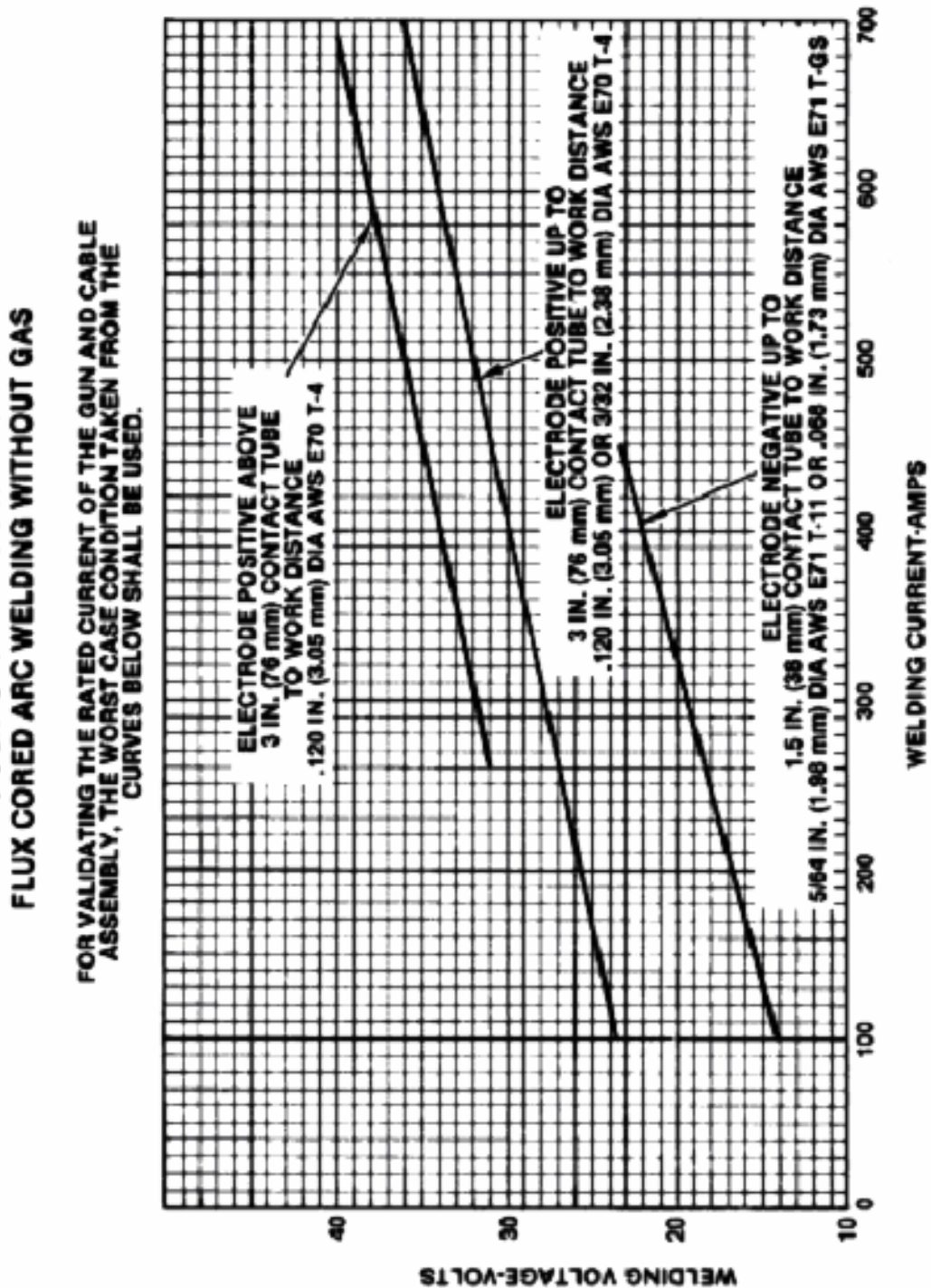
Cuando un sistema de alimentación de alambre es una unidad separada, este debe ser capaz de operar indefinidamente bajo la carga máxima a ciclos de trabajo repetitivos de 6 minutos encendida y 4 minutos apagada sin causar que cualquier componente exceda su límite de temperatura. Una fuente de poder con una unidad integral de alimentación de alambre debe ser capaz de operar indefinidamente a su corriente nominal y ciclo de trabajo sin causar que cualquier componente exceda su límite de temperatura.

Bajo estas condiciones, la temperatura en cualquier superficie externa que puede ser tocada por el usuario (otras aparte de las partes de la pistola del manubrio al extremo del tubo de contacto o tobera) no deben exceder los valores dados en la Tabla 3 a una temperatura ambiente de 25 °C. Si la prueba se realiza a una temperatura ambiente diferente de 25 °C, los resultados deben ser corregidos para la temperatura de 25 °C.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 4/8
			Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 - T - 03	Última Revisión 03-08-2006

**PARÁMETROS DE SOLDADURA PARA LA PRUEBA DE LA PISTOLA Y DEL CABLE
DE LA PISTOLA**

Figura 3.1. Parte 1- para FCAW sin gas




	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 5/8
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN		Revisión N° 01 Última Revisión 03-08-2006

Figura 3.1. Parte 2- para FCAW con CO2

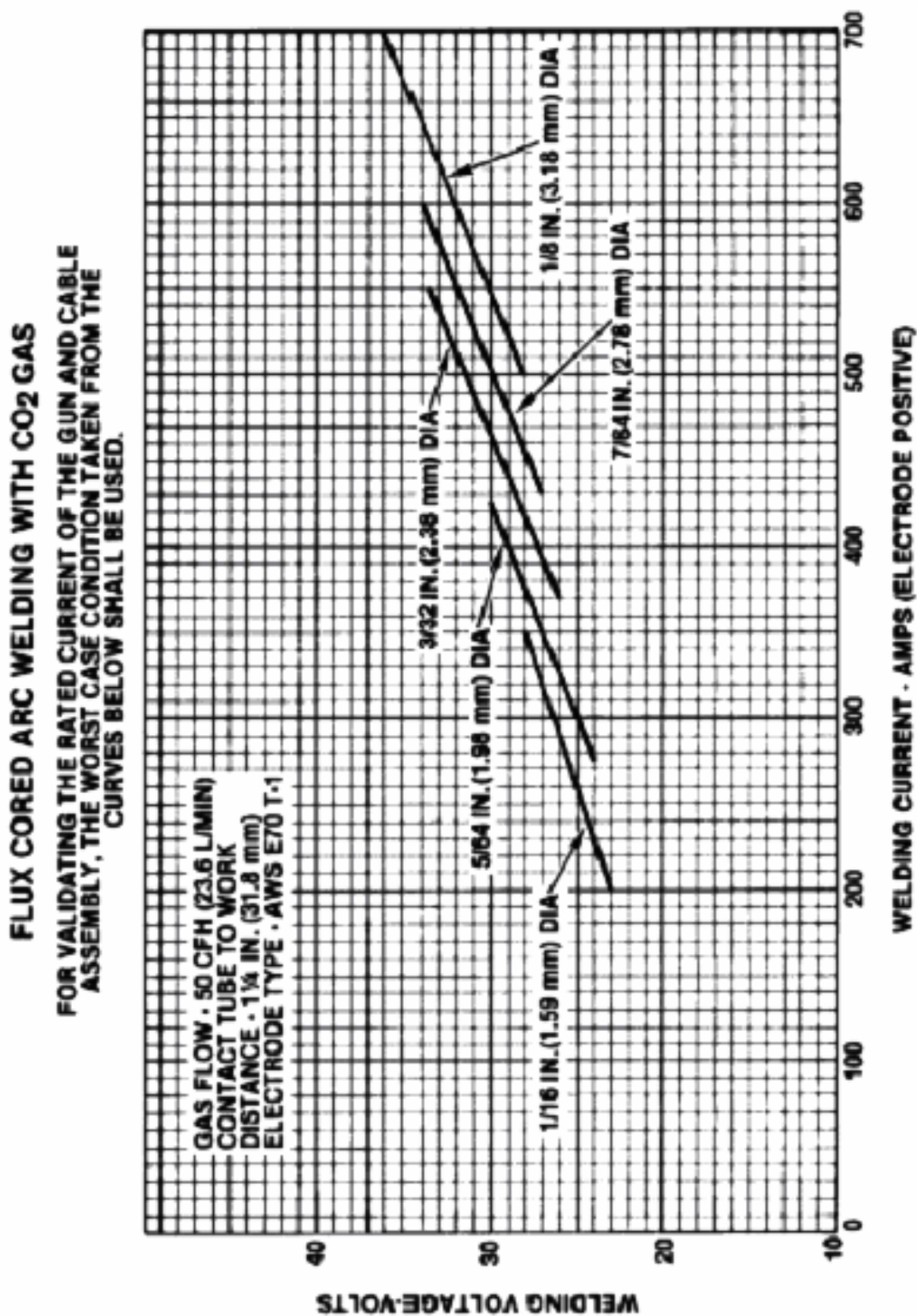
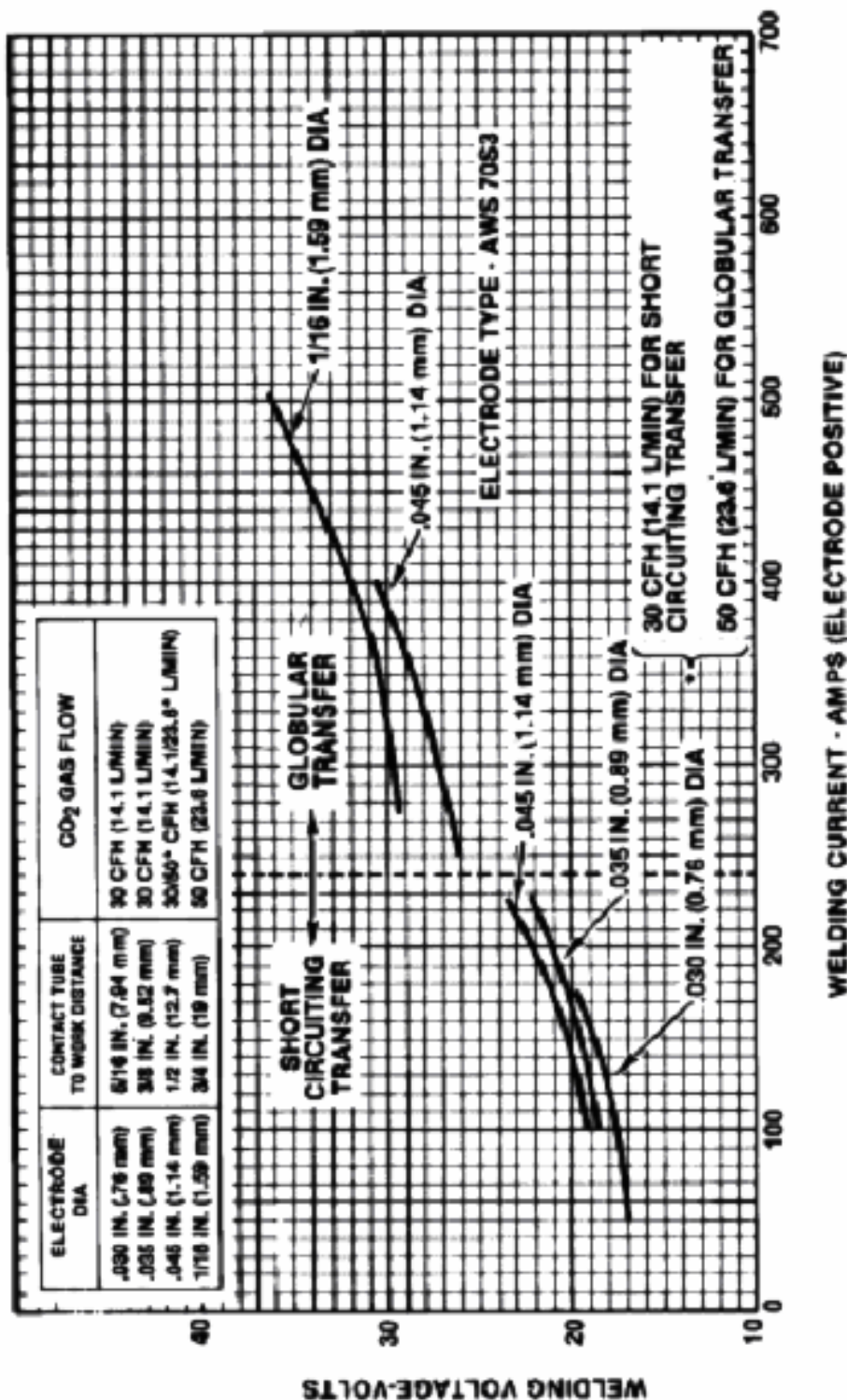




Figura 3.2. Parte 1- para GMAW con CO2 y electrodo sólido

GAS METAL ARC WELDING WITH CO₂ GAS AND SOLID ELECTRODE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.




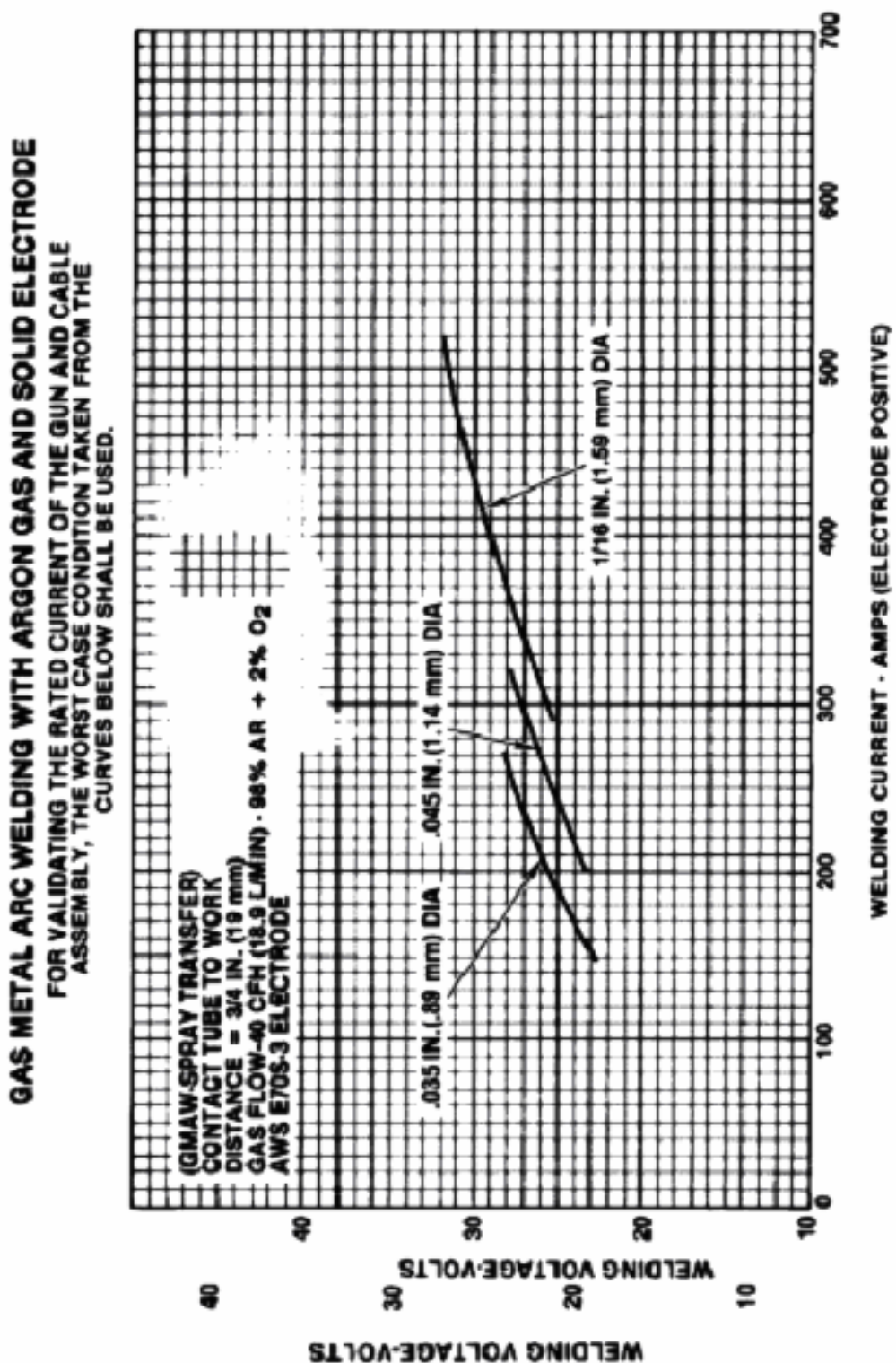
	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 7/8
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN		Revisión N° 01 Última Revisión 03-08-2006

Figura 3.2. Parte 2, para GMAW con gas Argón y electrodo sólido.




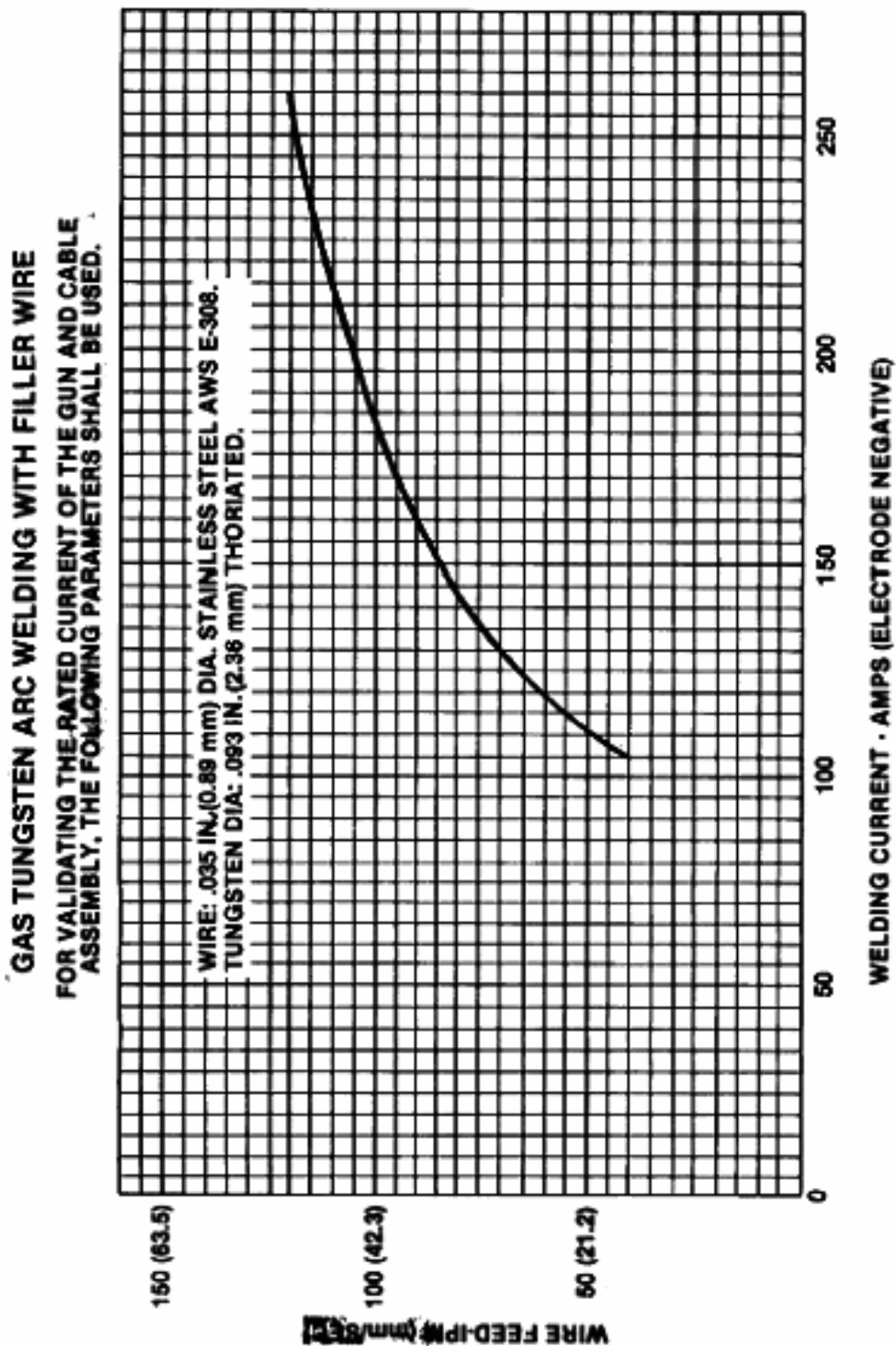

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"	Página 8/8
		Revisión N° 01
	TABLAS DE COMPARACIÓN PARA LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 - T - 03

Figura 3.3. Para GTAW con alambre de relleno



	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión Nº 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – I – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo Nº:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

AGUA DE ENFRIAMIENTO:

Medición de:	Permitido	Medido	Cumple	
			Si	No
Temperatura (°C)	49-60			
Presión (Psi)	30-75			

TEMPERATURA DE VARIOS EQUIPOS Y ACCESORIOS:

Temperatura Ambiente Promedio (°C):..... Ciclo de Trabajo:.....

Número de Ciclos cumplidos hasta alcanzar la temperatura constante:

Mediciones de Energía Eléctrica de Entrada

Valores Nominales de Entrada			Valores Medidos de Entrada			% de variación de la corriente		Cumple	
Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Permitido	Medido	Si	No
						5%			

Mediciones de Corriente de Soldadura

Valores Nominales de Salida		Valores Medidos de Salida		% de variación de la corriente		Cumple	
Volt. (V)	Amp (A)	Volt. (V)	Amp (A)	Permitido	Medido	Si	No
				5%			



	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – I – 04	Ultima Revisión 03-08-2006

Tabla de Temperaturas Medidas

Equipo o Accesorio	Temperatura Permitida (°C)	Temperatura Medida (°C)	Cumple	
			Si	No
Cable de soldadura 1	≤85			
Cable de soldadura 2	≤85			
Terminal de Soldadura 1	60			
Terminal de Soldadura 2	60			
Bobina primaria				
Bobina secundaria				
Núcleo principal				
Carcasa				
Aire de enfriamiento				
Mango o perilla para levantar				
Superficie de la carcasa a ser tocada durante el uso normal				
Superficies sujetas a contacto ocasional				

NOTA:

En caso de que existan otras partes a las cuales se les realice esta prueba y que no están contempladas en la tabla de arriba, se debe colocar el nombre del equipo o accesorio en los espacios en blanco de la Tabla y colocar las respectivas temperaturas.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión Nº 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TEMPERATURA Y PRESIÓN	S3 – I – 04	Última Revisión 03-08-2006

¿Existe aumento de la temperatura cuando la máquina trabaja por 20 minutos sin carga?
 SI..... NO.....

En caso de que SI exista aumento de temperatura, ¿en donde y cuanto es el aumento?

Equipo o Accesorio	Temperatura Medida (°C)	Aumento de Temperatura	Cumple	
			Si	No

OBSERVACIONES:

.....


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 3

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	S3 – P – 05	Ultima Revisión 03-08-2006


S3 – P – 05

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	S3 – P – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento a seguir para realizar las mediciones de eficiencia y factor de potencia de la máquina soldadora.

ALCANCE


Se cubrirá todo lo relacionado con las pruebas de factor de potencia y eficiencia para las máquinas soldadoras en general, indicando como se deben conectar los equipos, realizar las pruebas y finalizando con el informe de resultados.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 3 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser quien conecte los instrumentos.
- El ingeniero encargado del Sector 3 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO


1. Verificar que la máquina soldadora está apagada.
2. Conectar en el cable de suministro de energía de entrada, una pinza amperimétrica, un voltímetro, un medidor de factor de potencia y un vatímetro.
3. Conectar a los cables de soldadura un vatímetro.
4. Conectar a los cables de soldadura la carga resistiva con factor de potencia de 0.99 o mayor.
5. Seleccionar la salida nominal de la máquina soldadora.
6. Encender la máquina soldadora y tomar las medidas.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	S3 – P – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

7. Llenar el Informe de Resultados.
8. Apagar la máquina soldadora y desconectar los instrumentos.

REGISTROS

Informe: S3 – I – 05 "Informe de Resultados de la Prueba de Eficiencia y Factor de Potencia".

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/2	
			Revisión N° 01	
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA		S3 – I – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

Importante: Las mediciones de la Corriente y voltaje tanto de entrada como de salida deben ser hechas en Valores efectivos o rms.

Mediciones de Energía Eléctrica de Entrada

Valores Nominales de Entrada			Valores Medidos de Entrada			% de variación de la corriente		Cumple	
Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Volt. (V)	Frec (Hz)	Amp (A)	Permitido	Medido	SI	NO

Mediciones de Corriente de Soldadura


Valores Nominales de Salida		Valores Medidos de Salida		% de variación de la corriente		Cumple	
Volt. (V)	Amp (A)	Volt. (V)	Amp (A)	Permitido	Medido	SI	NO

Mediciones de Eficiencia

Potencia de Entrada (W)	Potencia de Salida (W)	Eficiencia Calculada (%)	Eficiencia Teórica (%)	% de variación	Cumple	
					SI	NO

La Eficiencia se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \times 100$$

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/2
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EFICIENCIA Y FACTOR DE POTENCIA	S3 – I – 05	Ultima Revisión 03-08-2006

Donde:

E = Eficiencia

Psalida = Potencia de Salida

Pentrada = Potencia de Entrada

Mediciones de Factor de Potencia de Entrada

Factor de Potencia Medido	Factor de Potencia Calculado	Factor de Potencia de Placa	% de variación		Cumple	
			Permitido	Calculado	SI	NO
			5%			

El Factor de Potencia se calcula con la siguiente fórmula:

$$fp = \frac{P_{entrada}}{V_{ent} \times I_{ent}}$$

Donde:

fp = Factor de Potencia

Pentrada = Potencia de Entrada

Vent = Voltaje rms de Entrada

Ient = Corriente rms de Entrada

NOTA: Si el Factor de Potencia es corregido, este no debe ser menor a 75% o al valor especificado en la Tabla de Datos.

OBSERVACIONES:

.....


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 3

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL	S4 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


S4 – P – 01

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL	S4 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento a seguir para realizar las pruebas de alto potencial de la máquina soldadora, garantizando la seguridad del personal y la calidad de la prueba.

ALCANCE


Se cubrirá todo lo relacionado con las pruebas de alto potencial para las máquinas soldadoras en general y los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo, indicando como se deben conectar los equipos, realizar las pruebas y finalizando con el informe de resultados.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 4 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 4 debe ser quien conecte los instrumentos.
- El ingeniero encargado del Sector 4 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO

1. Verificar que la máquina soldadora esté apagada.
2. Abrir la máquina soldadora y desconectar, poner a tierra o puentear, todos los artefactos que no van a intervenir en la prueba, tales como medidores, rectificadores, capacitares, interruptores, equipamiento electrónico, etc.
3. Calcular los voltajes de prueba que se deben aplicar a las diferentes partes de la máquina soldadora.
4. Conectar los terminales del generador de CA entre la entrada del circuito que va a ser probado y su carcasa o partes de montaje, por ejemplo: el circuito de entrada y la carcasa.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL	S4 – P – 01	Ultima Revisión 03-08-2006


5. Verificar en el generador de CA que la frecuencia del voltaje de prueba a ser aplicado sea de 60 Hz.
6. Antes de encender el generador de CA asegurarse de que ninguna persona se encuentre a menos de dos metros de la máquina soldadora.
7. Encender el generador de CA y aplicar el voltaje de prueba calculado para el circuito que está siendo probado por un minuto.
8. Apagar el generador y esperar 10 segundos antes de acercarse a la máquina soldadora.
9. Repetir los pasos del 4 al 8 para los demás circuitos que deben ser probados.
10. Repetir los pasos del 1 al 9 para los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo.
11. Llenar el Informe de Resultados.

NOTA:

La temperatura a la cual debe ser hecha esta prueba es a la temperatura ambiente o a cualquier temperatura superior obtenida durante la Prueba de Temperatura y Presión.

REGISTROS

Informe: S4 – I – 01 “Informe de Resultados de las Pruebas de Alto Potencial”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 2/2
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL	S4 – I – 01	Ultima Revisión 03-08-2006

PARA EL SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO CONTINUO.

Cálculo de los voltajes de Prueba:

El voltaje de prueba a ser aplicado se lo calcula de la siguiente manera:

$$V = [1000 + (2 \times V_c)] \times 0.85 \quad (V_{rms})$$

Donde:

V = Voltaje de Prueba

V_c = Voltaje nominal del circuito bajo prueba.

Voltaje Aplicado Entre:		Voltaje Nominal del circuito bajo prueba	Voltaje de Prueba (V _{rms})	Cumple	
				SI	NO
	Carcasa				
	Carcasa				
	Carcasa				
	Carcasa				
	Carcasa				
	Carcasa				

OBSERVACIONES:

.....


.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 4

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS "CECMASOL"		Página 1/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO	S4 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006


S4 – P – 02

ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN

Ing. Homero Barragán

Ing. Ricardo Aguirre

REVISIÓN N°	REVISADO POR	OBSERVACIONES

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 2/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO	S4 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

OBJETIVO

Establecer el procedimiento a seguir para realizar la prueba de resistencia del aislamiento del sistema de alimentación de electrodo continuo, garantizando la seguridad del personal y la calidad de la prueba.

ALCANCE


Se cubrirá todo lo relacionado con la prueba de resistencia del aislamiento del sistema de alimentación de electrodo continuo, indicando como se deben conectar los equipos, realizar las pruebas y finalizando con el informe de resultados.

AUTORIDADES Y RESPONSABILIDADES

- El ayudante del Sector 4 será el encargado de llevar a cabo esta prueba.
- El ingeniero encargado del Sector 4 debe ser quien conecte los instrumentos.
- El ingeniero encargado del Sector 4 debe ser el responsable de ver que se cumpla a cabalidad con este procedimiento y de ser quien juzgue si la máquina pasa o no la prueba, así como de llenar el Informe de Resultados de la Prueba.

DESARROLLO


1. Verificar que la máquina soldadora está desconectada.
2. Colocar la unidad de alimentación de electrodo continuo, incluida la pistola y todos los accesorios, dentro de la caja de humedad.
3. Conectar el higrómetro a la caja de humedad y encenderlo.
4. Encender el sistema de humidificación y mantener la humedad relativa en el rango de 90 a 95% durante 48 horas.
5. Apagar el sistema de humidificación.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 3/3
			Revisión N° 01
	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO	S4 – P – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

6. Extraer la unidad de la caja de humedad e inmediatamente envolverla con la chapa metálica.
7. El voltaje de prueba debe ser aplicado entre: las partes vivas, circuitos de control y partes manipuladas a mano normalmente y la chapa metálica.
8. En el Comprobador de Aislamiento seleccionar el voltaje de prueba de 500 V de CC y medir la resistencia de la pistola de soldadura y de todas las demás partes que son normalmente manipuladas a mano. Estas no deben ser menores a 1 Mega ohmio.
9. Llenar el Informe de Resultados.

REGISTROS

Informe: S4 – I – 02 “Informe de Resultados de la Prueba de Resistencia del Aislamiento”.

	CENTRO DE CERTIFICACIÓN DE MÁQUINAS SOLDADORAS “CECMASOL”		Página 1/1
			Revisión N° 01
	INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO	S4 – I – 02	Ultima Revisión 03-08-2006

INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO

Fecha: de del 20.....

Orden de Trabajo N°:.....

Hora de Finalización de la Prueba:.....

CUMPLE CON LA PRUEBA: SI..... NO.....

Fecha y hora de Inicio de la Humidificación: de Hora:.....

Fecha y hora de Finalización de la Humidificación: de Hora:.....

Humedad Relativa MAX medida con el Higrómetro durante la prueba:

Humedad Relativa MIN medida con el Higrómetro durante la prueba:

Voltaje de Prueba a aplicar: 500 V de CC.

Voltaje Aplicado entre:		Resistencia		Cumple	
		Mínimo	Medido	SI	NO
Pistola de Soldadura	Chapa Metálica	1 Mohm			
Orejas de transportación	Chapa Metálica	1 Mohm			
Carcasa	Chapa Metálica	1 Mohm			
	Chapa Metálica	1 Mohm			
	Chapa Metálica	1 Mohm			
	Chapa Metálica	1 Mohm			

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Responsable de la prueba:

(f) Responsable de la Prueba

(f) Ingeniero encargado del Sector 4

CAPÍTULO 6

ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL

En este capítulo se expondrá la inversión inicial que se necesita para la implantación del centro de certificación de máquinas soldadoras, más no se hablará de flujos de caja ni de proyecciones a futuro debido a que ese no es el propósito de este proyecto.

La inversión inicial será solo un estimado debido a que las cotizaciones de los instrumentos, herramientas, equipos, mobiliario de oficina, etc. son hechas en cierta fecha y las ofertas que hacen los proveedores tienen una validez de quince a treinta días, además existen otros parámetros que pueden influir, pero la estimación que se haga en este capítulo es muy cercana a la inversión real que se haría en un futuro próximo.

6.1 INVERSIÓN INICIAL EN INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La inversión inicial en instrumentos, herramientas y equipos con los cuales se realizarán las pruebas de certificación de las máquinas soldadoras es la más elevada. Esto es razonable tomando en cuenta la cantidad de instrumentos que se necesitan y considerando que el costo de los instrumentos aumenta con la especialización de los mismos para realizar algunas mediciones.

Estos ítems son esenciales en la implantación del centro de certificación de máquinas soldadoras, por lo cual, luego de realizar el Manual de Procedimiento y de conocer cuales son los instrumentos y las cantidades que se necesitan de estos, se recomienda adquirirlos en el número indicado en la Tabla 6.1.

Tabla 6-1 Cotización de Instrumentos, Herramientas y Equipos

Cant.	Equipo	Marca	Modelo	Val. Unit.	Val. Tot.
1	Pórtico grúa	SPANCO	F4000	1500.00	1500.00
1	Tecle Manual	Kito	TF2	438.39	438.39
1	Trolley	Kito	TFP2 020	216.00	216.00
1	Elevador Hidráulico	SFH	-----	1692.16	1692.16
1	Pinza Amperimétrica	Fluke	336	329.46	329.46
1	Pinza Amperimétrica	Fluke	337	373.21	373.21
1	Multímetro	Fluke	175	241.96	241.96
1	Comprobador Puesta a Tierra	Fluke	GEO 30	1643.75	1643.75
1	Termómetro Digital	Fluke	51 II	206.25	206.25
1	Termocupla	Fluke	80 PK 3A	104.47	104.47
1	Termohigrómetro	Fluke	971	196.43	196.43
2	Vatímetro Trifásico	Fluke	Analyst 3P	2674.11	2674.11
1	Comprobador de Aislamiento	Fluke	1503	473.21	473.21
1	Dinamómetro	-----	100 lbs	10.00	10.00
4	Estrobo para sujetar el cable	Ingecable	O - GC	70.00	280.00
1	Mecanismo para sujetar pesas	-----	-----	20.00	20.00
3	Poleas	-----	100 lbs	5.00	15.00
1	Torquímetro	IRIMO	15-80 lbs/ft	235.00	235.00
2	Calibrador	Alemania	6"-150mm	34.80	69.60
3	Flexómetro	KINKON	589E-6W	3.20	9.60
12	Termómetros de Mercurio	Boeco	10°-150°C	5.00	60.00
1	Generador de CA de 2KVA	PERKINS	10 A	5000.00	5000.00
3	Cajas de Herramientas	IRIMO	39 piezas	341.51	1024.53
1	Caja para prueba de resistencia del aislamiento	-----	-----	200.00	200.00
8	Certificaciones de equipos para mediciones electrónicas	-----	-----	50.00	400.00
SUBTOTAL					17413.13
I.V.A 12%					2089.58
TOTAL					19502.71

NOTAS DE TABLA 6-1:

- Los instrumentos para mediciones electrónicas no vienen certificados, es por eso que se incluye el costo adicional de la certificación la cual la hace la misma empresa a un valor de \$50.00 cada equipo.
- Las cotizaciones se encuentran en los Anexos 4 y 5.

Tabla 6-2 Cotización de accesorios para realizar las pruebas

Cant.	Equipo	Marca	Modelo	Val. Unit.	Val. Tot.
10	Chapas metálicas	-----	0.8 mm	15.25	152.50
10m	Cabo de nylon	-----	2 Ton	7.00	70.00
16	Pares de Pilas	Energizer	AAA	1.80	28.80
				TOTAL	251.30

6.2 INVERSIÓN INICIAL EN ESPACIO FÍSICO

6.2.1 ANALISIS DE LOCALIZACIÓN

Primero se debe hacer la macro localización, teniendo como lugar idóneo la ciudad de Quito, debido a que en esta ciudad se encuentran la mayor parte de empresas que emplean máquinas soldadoras para sus procesos, así como su ubicación central ya que se encuentra relativamente cerca de la Costa como del Oriente por lo cual también se puede atraer a los sectores industriales de estas regiones.

Para escoger el lugar apropiado de la planta dentro de la ciudad de Quito se ha visto principalmente dos opciones en diferentes sectores de la ciudad y en donde en la actualidad se encuentran ubicados los dos sectores industriales más grandes; el primero ubicado en el sector del Parque de los Recuerdos al norte de la ciudad y el otro ubicado en el sector de Guamaní en el sur de la ciudad.

A continuación se adjunta un cuadro comparativo entre las dos opciones para la localización de la empresa:

Tabla 6-3 Análisis de los factores de ubicación de la empresa

FACTORES	CALIFICACIÓN IDEAL	ZONA INDUSTRIAL NORTE	ZONA INDUSTRIAL SUR
Cercanía al mercado	500	420	380
Transporte	400	390	380
Cercanía a fuentes de abastecimiento	350	320	270
Suministro de energía	350	270	260
Oportunidad de combinar con instalaciones existentes	200	190	130
Costo de los inmuebles	200	110	190
Tarifas salariales	150	130	140
Disponibilidad de personal de ingeniería y ejecutivos	100	80	65
Oferta de mano de obra	100	80	85
Espacio para expansión	100	75	85
Cercanía a centros de investigación	50	45	38
Comunicaciones	20	16	15
Clima	10	8	7
Topografía del lugar	10	8	7
SUMA	2540	2142	2052
$\frac{\sum \text{de las alternativas}}{\sum \text{calificación ideal}}$	1	0,843	0,808

Basándose en el análisis anterior se observa que el sector industrial norte obtuvo la mayor calificación luego de que se asignara un valor ponderado, de acuerdo a su importancia, a cada uno de los factores que influyen en la decisión de la localización de la planta. A continuación se explican algunos de los factores más importantes que se tomaron en cuenta para tomar esta decisión.

6.2.1.1 Infraestructura del lugar

El lugar escogido para la instalación de la planta está ubicado al norte de la ciudad de Quito en el sector industrial de la ciudad, debido a que presenta todas

las facilidades tales como: servicios básicos, cercanía del sector residencial, vías de acceso, gran crecimiento industrial, (posibles clientes, proveedores, etc.), terrenos y galpones disponibles para arriendo, y facilidades para la industria en general. En este sector se encuentran algunos complejos industriales como Parkenor en donde se pueden encontrar varios tamaños de locales con todas las facilidades que un complejo industrial puede ofrecer tales como: seguridad, servicios básicos, infraestructura e inclusive clientes potenciales.

6.2.1.2 Transporte

Otro aspecto que se vería beneficiado sería el de la recepción y entrega de las máquinas soldadoras debido a que en este lugar se ubican muchas de las empresas que utilizan procesos de soldadura y el cliente ahorra en transporte, además al estar ubicado en Quito, como ya se dijo anteriormente, se puede abarcar también a las regiones de la Costa y Oriente.

6.2.1.3 Factores sociales

Dentro de los factores sociales se debe tomar en cuenta variables demográficas como: distribución de la población, actitud hacia la nueva industria, disponibilidad de trabajadores, etc. Ninguno de estos aspectos será un problema al ubicar la planta al norte de Quito, ya que es una zona industrial con todas las facilidades necesarias, y la población del sector es la idónea para el proyecto.

6.2.1.4 Disponibilidad de terrenos

Debido al gran desarrollo de este sector en los últimos años junto con la ampliación de la Av. Eloy Alfaro y 6 de Diciembre, se han efectuado importantes inversiones en construcciones, tal es el caso de las bodegas Parkenor, y varios galpones aislados que se pueden encontrar en la zona.

6.2.2 TAMAÑO DE LA PLANTA

De acuerdo a la demanda que se esperaría, se estima que la planta deberá tener entre 200 a 300 metros cuadrados y una bodega de 160 metros cuadrados donde se deberá almacenar las máquinas soldadoras y los insumos necesarios. En la figura 6.1 se puede observar la distribución de la planta.

Para iniciar con el proyecto se lo puede hacer arrendando un galpón o espacio físico para la instalación del centro de certificación y de esta manera se evita la inversión en la compra o construcción del galpón. Un galpón que cumpla con los requerimientos de espacio dados en el párrafo anterior se lo puede alquilar en un monto aproximado de 1500 dólares mensuales en el sector de Parkenor.

Debido a que se debe pagar por adelantado el primer mes y dar una garantía igual a un mes de arriendo, la inversión inicial en Espacio Físico es de \$3000.

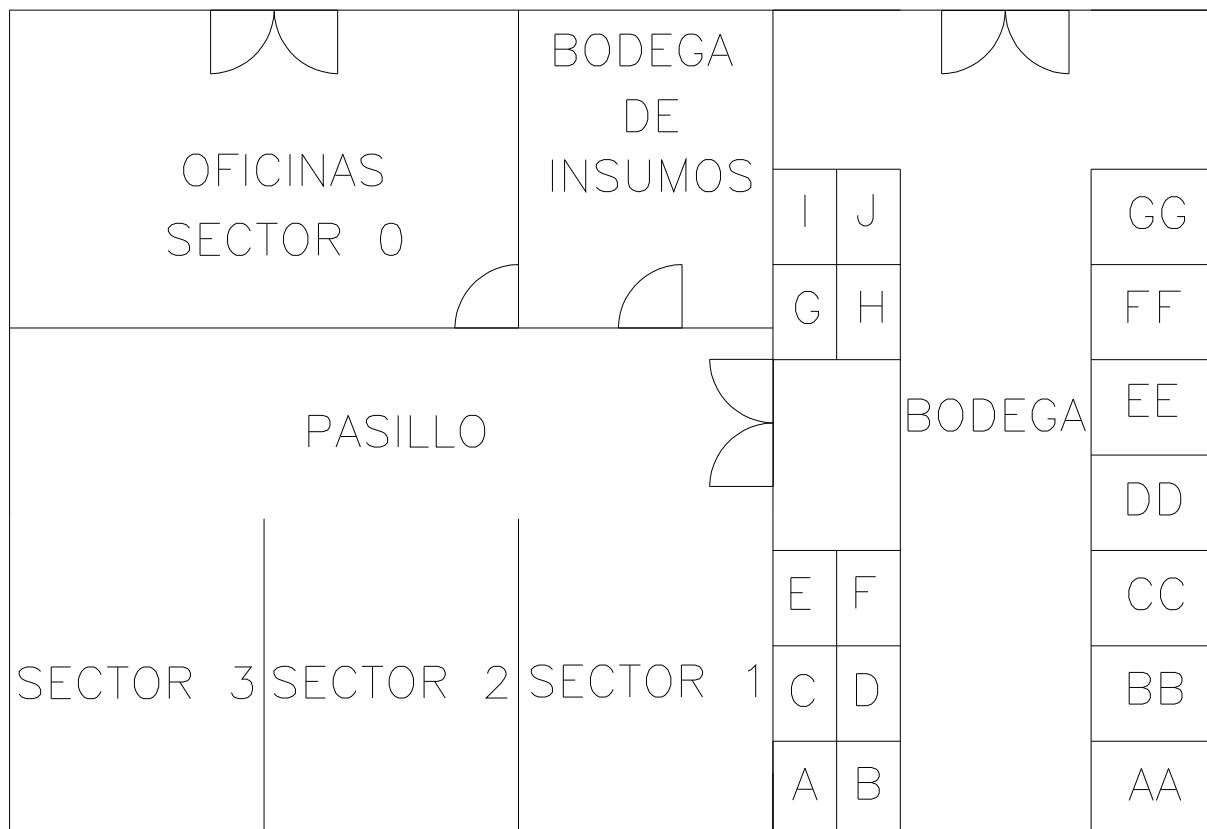


Figura 6.1 Distribución de la planta.

6.3 INVERSIÓN INICIAL TOTAL

Una vez que se conocen con exactitud las diferentes inversiones que se deben hacer para la implantación del centro de certificación de máquinas soldadoras, se puede proceder a realizar el cálculo de la inversión total.

Dentro de la inversión total también se debe incluir el rubro de mobiliario de oficina el cual se estima que sea de \$3500 (tres mil quinientos dólares). Dentro de este rubro están contemplados: cinco escritorios con sus respectivas sillas, tres computadores, modulares, teléfonos, sillas de espera, persianas y otros.

En la Tabla 6-4 se puede encontrar los datos de inversión inicial total.

Tabla 6-4 Inversión Inicial Total

Inversión Inicial en:	Monto
Instrumentos, Herramientas y Equipos	20000.00
Espacio Físico	3000.00
Mobiliario de Oficina	3500.00
Accesorios para realizar las pruebas	251.30
INVERSIÓN TOTAL	26751.30

Como se puede observar, la inversión inicial es cerca de \$27000 (veinte y siete mil dólares), lo cual da una idea clara del monto real que se necesitaría para implantar un centro de certificación de máquinas soldadoras.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el proyecto se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Cada vez más empresas están implementando sistemas de calidad total y teniendo en cuenta que dentro del sistema de calidad de las empresas y de las obras que emplean procesos de soldadura, todas las máquinas soldadoras deben estar certificadas, se puede garantizar el éxito de este proyecto.
- Los encargados de dar la certificación (Jefe de la Calidad y Gerente) deben entender el funcionamiento de las máquinas soldadoras para que puedan juzgar por cuanto tiempo se debe dar la certificación.
- El personal que realiza las pruebas de certificación no debe tener conocimientos profundos de máquinas soldadoras, basta con que sigan los procedimientos expuestos en el Capítulo 5 para que se garantice la calidad de las pruebas.
- Los requerimientos eléctricos de las máquinas soldadoras son los que deben ser cumplidos con total rigidez, debido a que estos son los que garantizan el buen funcionamiento de la máquina soldadora, en cambio, se puede ser flexible en cuanto a los requerimientos mecánicos, excepto con la prueba de jalón.
- En cuanto a las pruebas visuales, lo más importante es observar que las partes con aislamiento no presenten daño, caso contrario tendrán que ser cambiadas para poder dar la certificación a la máquina soldadora.

- Al realizar la prueba de jalón, los accesorios de izaje de la máquina soldadora no deben sufrir daño. Esta prueba es muy importante que sea superada debido al riesgo que representaría una falla de los accesorios de izaje cuando la máquina está siendo izada en campo.
- La prueba de fuerza externa aplicada a los cables de suministro de energía y a los cables de soldadura garantizan que las conexiones están bien hechas y por lo tanto no proporcionan riesgo de accidentes tales como cortocircuitos o shocks eléctricos a los operadores.
- Las distancias internas de las soldadoras, así como las capacidades de los cables, mínimo deben ser las que se indican en el respectivo procedimiento, ya que esto garantiza el buen funcionamiento del sistema de aislamiento de los conductores y por lo tanto de la máquina.
- El sistema de puesta a tierra no debe tener fallas debido al riesgo que esto representaría para los operadores de la máquina soldadora.
- El OCV para una máquina soldadora manual o semiautomática no deberá exceder los 80 Vrms en el caso de que opere con CA o, con CC con voltaje de rizo > del 10%, o también, en el caso de que opere con CC con voltaje de rizo menor o igual del 10%, su OCV no debe ser mayor de 100 V. Si esto se llegara a dar la máquina no podría obtener la certificación.
- Ninguna máquina soldadora debe tener un voltaje de carga mayor a 44 voltios, si esto sucediera la máquina no podría obtener la certificación.
- Los componentes de las máquinas soldadoras por ningún motivo deben presentar una temperatura superior de la especificada debido a que esto significaría que los componentes no son los indicados o que existe problemas con el sistema de enfriamiento o con el funcionamiento de la máquina, por lo cual no se podría dar la certificación de la máquina.

- Las pruebas de temperatura deben ser hechas a las condiciones más exigentes a las que pueden ser sometidas las máquinas soldadoras, con esto se garantiza que la máquina funcionará correctamente a cualquier régimen de soldadura.
- Si el factor de potencia de una máquina soldadora es corregido por medio de capacitores o cualquier otro método, este no debe ser menor de 75% o del marcado en la placa de datos, pero se puede permitir una tolerancia del 2%. Si la variación fuese mayor se debería revisar el circuito de corrección del factor de potencia, y no se podría dar la certificación de la máquina hasta que este problema sea superado.
- Las pruebas de alto potencial sirven para garantizar que el sistema de aislamiento funciona correctamente y que no se va a producir ningún arco entre los diferentes componentes eléctricos y la carcasa.
- El voltaje de prueba de alto potencial debe ser el 85% del voltaje calculado, debido a que la máquina soldadora ya fue sometida a esta prueba por el fabricante y que la norma así lo permite.
- Para los sistemas semiautomáticos de alimentación de electrodo continuo la resistencia del aislamiento de las diferentes partes no debe ser menor a 1 Megaohmio, debido a que esto puede representar un riesgo para el operador de la máquina. Si esto sucediera se deberá reemplazar las partes que no cumplen con la norma para poder dar la certificación a la máquina.
- El tiempo promedio necesario para realizar la certificación de una máquina soldadora para el proceso SMAW y GTAW sin alimentación de electrodo continuo, es de 3 días, mientras que para las soldadoras con sistema semiautomático de alimentación de electrodo continuo (GMAW, GTAW y FCAW) es de 5 días.

- Las certificaciones hechas a las máquinas soldadoras pueden tener una duración de tres meses a un año y en casos excepcionales hasta dos años, dependiendo de los niveles con los que haya superado las diferentes pruebas.
- La inversión inicial no es muy alta (\$27000), en comparación con otros laboratorios similares, pero se la puede recuperar a mediano plazo si se tiene en cuenta que no existe competencia dentro del mercado nacional.

7.2 RECOMENDACIONES

Al finalizar el proyecto se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- Hacer estudios de mercado y financiero para conocer la cantidad de posibles clientes y garantizar el éxito de la implantación del centro de certificación de máquinas soldadoras.
- Se recomienda adquirir todos los instrumentos en las cantidades detalladas en el Capítulo 4 debido a que estos son los mínimos y óptimos para realizar la certificación.
- Es necesario que se realice la certificación de cada uno de los instrumentos electrónicos de medida (FLUKE) para garantizar al cliente que las mediciones son confiables.
- Cumplir con los Procedimientos expuestos en el Capítulo 5 para garantizar la seguridad del personal y la calidad de las pruebas.
- Para que el centro de certificación sea avalado y tenga reconocimiento (una vez que haya sido implantado), se recomienda que un organismo autorizado certifique al centro en base a la norma ISO/IEC 17025, ya que el proceso de certificación del centro solo podría empezar una vez que este

esté funcionando y duraría alrededor de dos años. Los primeros pasos se los puede dar por medio de un proyecto de titulación que se complementarían con el presente proyecto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMERICAN WELDING SOCIETY; *Manual de Soldadura*; Tomo 1; Octava Edición; Prentice-Hall; México; 1996.
- 2 NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION; *NEMA Standards Publication EW – 1 Electric Arc Welding Power Sources*; NEMA; Washington; 1991.
- 3 NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION; *NEMA Standards Publication EW – 3 Semiautomatic Wire Feed Systems for Arc Welding*; NEMA; Washington; 1991.
- 4 ISO/IEC; *ISO/IEC 17025 Requisitos Generales Para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración*; ISO; Suiza; 2005.
- 5 WOLF S, SMITH R; *Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*; Prentice-Hall; México; 1992.

ANEXOS

ANEXO 1

NORMAS NEMA EW-1 Y EW-3



Reproduced By GLOBAL -
ENGINEERING DOCUMENTS
With The Permission Of NEMA
Under Royalty Agreement

NEMA STANDARDS PUBLICATION NO. EW 1

nema

**Electric
Arc Welding
Power Sources**



NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION ■ 2101 L STREET, N.W., WASHINGTON, D.C. 20037

NEMA EW 1-1988

EW 1

ELECTRIC ARC WELDING POWER SOURCES

Revision No. 1—November 1991

Published by:

National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W.
Washington, DC 20037

© 1988 by National Electrical Manufacturers Association

NOTICE AND DISCLAIMER

The information in this publication was considered technically sound by the consensus of persons engaged in the development and approval of the document at the time it was developed. Consensus does not necessarily mean that there is unanimous agreement among every person participating in the development of this document.

The National Electrical Manufacturers Association (NEMA) standards and guideline publications, of which the document contained herein is one, are developed through a voluntary consensus standards development process. This process brings together volunteers and/or seeks out the views of persons who have an interest in the topic covered by this publication. While NEMA administers the process and establishes rules to promote fairness in the development of consensus, it does not write the document and it does not independently test, evaluate, or verify the accuracy or completeness of any information or the soundness of any judgments contained in its standards and guideline publications.

NEMA disclaims liability for any personal injury, property, or other damages of any nature whatsoever, whether special, indirect, consequential, or compensatory, directly or indirectly resulting from the publication, use of, application, or reliance on this document. NEMA disclaims and makes no guaranty or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of any information published herein, and disclaims and makes no warranty that the information in this document will fulfill any of your particular purposes or needs. NEMA does not undertake to guarantee the performance of any individual manufacturer or seller's products or services by virtue of this standard or guide.

In publishing and making this document available, NEMA is not undertaking to render professional or other services for or on behalf of any person or entity, nor is NEMA undertaking to perform any duty owed by any person or entity to someone else. Anyone using this document should rely on his or her own independent judgment or, as appropriate, seek the advice of a competent professional in determining the exercise of reasonable care in any given circumstances. Information and other standards on the topic covered by this publication may be available from other sources, which the user may wish to consult for additional views or information not covered by this publication.

NEMA has no power, nor does it undertake to police or enforce compliance with the contents of this document. NEMA does not certify, test, or inspect products, designs, or installations for safety or health purposes. Any certification or other statement of compliance with any health or safety-related information in this document shall not be attributable to NEMA and is solely the responsibility of the certifier or maker of the statement.

ADOPTION NOTICE

ADOPTION NOTICE 1
26 October 1989
NEMA EW 1-1988

1988
SUPERSEDING
NEMA EW 1-1983 (R1988)
1983

NEMA EW 1 was adopted 26 October 1989 and is approved for use by the Department of Defense (DoD). Copies of this document are stocked by the DoD Single Stock Point, Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Ave., Philadelphia, PA 19120-5099, for issue to DoD activities only. All others must obtain documents from:

National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
2101 L Street, N.W.
Washington, DC 20037-1580

Title of Document: Electric Arc-Welding Power Sources

Date of Specific Issue Adopted: 1988

Releasing Non-Government Standard Body: National Electrical Manufacturers Association

Custodians:
Army - AL
Navy - SH
Air Force - 99

Military Coordinating Activity:
DLA - IP
(Project 3431-0203)

Review Activities:
Air Force - 84
DLA - GS

DISTRIBUTION STATEMENT A. Approved for public release; distribution is unlimited.

FSC 3431

TABLE OF CONTENTS

		Page
	FOREWORD	i
	PURPOSE	ii
	SCOPE	iii
Section 1	REFERENCED STANDARDS	
	Referenced Standards	1
	Definitions	2
Section 2	GENERAL	
	Suitability of Operation	6
	Arc Welding Power Source with Integral Wire Feed Unit	6
	Service Conditions	6
	Usual Service Conditions	6
	Unusual Service Conditions	6
	Installation and Operation	6
Section 3	CONSTRUCTION REQUIREMENTS—MECHANICAL CONSIDERATIONS	
	Frame and Enclosure	7
	Enclosure Construction	7
	Openings in Enclosures	8
	Corrosion Protection	8
	Service Line Hoses	8
	Water Cooling	9
	Brushes	9
	Jerk and Drop Tests	9
	Stacking of Arc Welding Power Sources	9
Section 4	CONSTRUCTION REQUIREMENTS—ELECTRICAL CONSIDERATIONS	
	Power Supply Connection-General	13
	Power Supply By Flexible Cord	13
	Power Supply By Permanent Wiring System	14
	Grounding	14
	Corrosion Protection	14
	Output Provisions	15
	Internal Wiring Requirements	16
	Spacings	16
	Classification of Insulation Systems	16
	Requirements For Specific Components	16
	Output Regulating Taps	17
	Auxiliary Power Supply	17
	Short Circuit of Welding Circuit	17
Section 5	RATINGS AND PERFORMANCE	
	Input Ratings of Arc Welding Power Sources	
	Operating From Electrical Power Supplies	19
	Power Factor Correction	19
	Open Circuit Voltage	19

	Output Ratings of Constant Current NEMA Class I Arc Welding Power Sources	19
	Output Ratings of Constant Current NEMA Class II Arc Welding Power Sources	21
	Output Ratings of Constant Current NEMA Class III Arc Welding Power Sources	21
	Output Ratings of Constant Voltage NEMA Class I Arc Welding Power Sources	23
	No Load Operation	23
	Temperature Rise	23
	Nameplate Marking	24
Section 6	TEMPERATURE TESTS	
	Testing Procedures for Arc Welding Power Sources	26
	Thermometer Method of Temperature Determination	26
	Resistance Method of Temperature Determination	26
	Applied Thermocouple Method of Temperature Determination	26
	Determination of Ambient Temperature	27
	Cooling Air Temperature During Tests	27
	Omission of Temperature Test on Duplicate Apparatus	27
	Correction of Temperature to Time of Shutdown	27
	Stopping Generator-Type Power Sources for Temperature Tests	27
Section 7	HIGH-POTENTIAL TESTS	
	High-Potential Tests	28
	Test Voltage	28
	Duration of Application of Test Voltage	28
	Points of Application of Test Voltage	28
	Temperature at Which High Potential Tests Are To Be Made	28
	High Potential Test Procedure for Components and Accessories	28
	Production Line High Potential Testing	28
Section 8	EFFICIENCY AND POWER FACTOR	
	Method of Determining Efficiency and Power Factor	30
Section 9	POWER SOURCES TO BE USED WITH GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)	
	General	31
	Definitions	31
	Volt Ampere Relationship for GTAW	31
	Categories of GTAW Power Sources	31
	Nameplate Marking	32
Section 10	ARC WELDING POWER SOURCES WITH HIGH FREQUENCY ARC STARTING AND/OR STABILIZING	
	General	33
	Definitions	33
	HF Classification	33
	Radio Frequency Radiation	33
	General Principles for Installation of High Frequency Stabilized Arc Welding Installations	34
	Certifications of HFSAW Installations	35

LIST OF TABLES

Table 3-1	Minimum Thickness of Sheet Metal for Enclosures – Carbon Steel or Stainless Steel . . .	10
Table 3-2	Minimum Thickness of Sheet Metal for Enclosures – Aluminum, Copper, or Brass . . .	11
Table 3-3	Minimum Thickness of Cast Metal for Enclosures	12
Table 4-1	Conductor Size of Cords	13
Table 4-2	Size of Insulated Copper Conductors	13
Table 4-3	External Pulling Forces	14
Table 4-4	Diameter or Knockout of Hole for Conduit and Width of Surrounding Flat Surface . . .	14
Table 4-5	Spacings in Arc Welding Power Sources	15
Table 5-1	Constant Current, AC or DC NEMA Class I Arc Welding Power Sources	20
Table 5-2	Constant Current, AC/DC NEMA Class I Arc Welding Power Sources	20
Table 5-3	Constant Current, AC or DC NEMA Class II Arc Welding Power Sources	21
Table 5-4	Constant Current, AC/DC NEMA Class II Arc Welding Power Sources	22
Table 5-5	Constant Current, NEMA CLASS III Arc Welding Power Sources	22
Table 5-6	Constant Voltage, AC or DC NEMA Class I Arc Welding Power Sources	23
Table 5-7	Maximum Temperature Rise for DC Generator, AC Generator-rectifier and AC Generator Arc Welding Power Sources	24
Table 5-8	Maximum Temperature Rise for AC Transformer, DC Transformer – Rectifier and AC or DC Transformer-Rectifier Arc Welding Power Sources	25

LIST OF FIGURES

Figure 3-1	Probe	8
Figure 3-2	Enclosure Opening	8
Figure 10-1	Test Setup	37

Foreword

The standards in this publication represent the technical judgement of the Arc Welding Section with respect to the performance and construction of electric arc welding power sources. These standards are based upon sound engineering principles, research, records of tests, and field experience. The standards cover both installation and manufacturing criteria obtained from manufacturers and users.

To obtain input, copies of the proposed standard were sent to a number of individuals and organizations in the public and private sectors having an interest in or responsibility for the purchase, testing, application, use, or inspection of this product category. Comments and suggestions received during the draft stage resulted in a number of substantive changes being made in this publication.

As future major revisions to this publication are proposed, appropriate individuals and organizations will be canvassed.

Publication No. EW 1-1988 revises and reaffirms the content of NEMA Standards Publication for Electric Arc Welding Power Sources Publication No. EW 1-1983. The unchanged NEMA Standards and Authorized Engineering Information appear in this publication with the original EW 1-1983 date. Those that have been revised are followed by their appropriate classification and the date.

The values stated in U.S. customary (inch) units are to be regarded as the standard. Calculated SI (millimeter) equivalents of the U.S. customary (inch) units have been included. The SI units of measurement are those adopted by the General Conference on Weights and Measures (CGPM) as the International System of Units (Système Internationale D'Unites) and are sometimes referred to as the "modern metric system."

Proposed or recommended revisions to this Standards Publication should be submitted to:

Manager, Engineering Department
National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W.
Washington, DC 20037

Purpose

This NEMA Standards Publication is adopted in the public interest and is designed to eliminate misunderstandings between the manufacturer and purchasers and to assist purchasers in selecting and obtaining the proper product for their particular need.

Recommended safe practices intended to prevent personal injury and property damage arising out of the installation and use of this equipment are covered more completely in other related safety publications such as the Manufacturer's Instructions; ANSI/NFPA 70, the *National Electrical Code*; ANSI/AWS Z49.1, *Safety in Welding and Cutting*; AWS Publication C5.6-79, *Recommended Safe Practices for Gas-Metal Arc Welding*. (See 1.1, Referenced Standards.)

Scope

This Standards Publication defines minimum mechanical and electrical construction and performance requirements applying to the following arc welding power sources:

1. Single phase transformer or transformer-rectifier;
2. Polyphase transformer or transformer-rectifier;
3. DC generator;
4. AC generator or ac generator with rectifier;
5. Associated electrical attachments; and
6. Power source with integral wire feed unit.

ELECTRIC ARC WELDING POWER SOURCES

Section 1 REFERENCED STANDARDS AND DEFINITIONS

1.1 REFERENCED STANDARDS

American National Standards Institute
1430 Broadway
New York, NY 10018

- Z49.1-1988 *Safety in Welding and Cutting*
- C57.12.90-1987 *American National Standard Distribution Power, and Regulating Transformers, Test Code for Liquid Immersed*
- C63.2-1987 *Standard for Instrumentation—Electromagnetic Noise and Field Strength, 10 KHz to 40 GHz—Specific*
- C63.4-1981 *Methods of Measurement of Radio Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the 10 kHz to 1GHz Range*

American Welding Society
550 N.W. Le Jeune Road, P.O. Box 351040
Miami, FL 33135

- C5.6-1979 *Recommended Safe Practices for Gas-Metal Arc Welding*

Compressed Gas Association
Crystal Gateway 1, Suite 501
1235 Jefferson Davis Highway
Arlington, VA 22202

- E-1-1980 *Standard Connections For Regulator Outlets, Torches and Fitted Hose For Welding and Cutting Equipment*
- E-2-1983 *Hose Link Check Valve Standards For Welding and Cutting*

Institute of Electrical and Electronics Engineers
345 E. 47th St.
New York, NY 10017

- 112-1984 *Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*
- 113-1985 *Guide on Test Procedures for DC Machines*
- 117-1974 (R1985) *Standard Test Procedure For Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-wound AC Electric Machinery*

- 304-1977 *Test Procedure Evaluation and Classification of Insulation System for DC Machines*

National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W.
Washington, D.C. 20037

- WD 1-1983 *General Requirements for Wiring Devices*
- EW 3-1983 (R1989) *Semiautomatic Wire Feed Systems for Arc Welding*

National Fire Protection Association
Batterymarch Park
Quincy, MA 02269

ANSI/NFPA 70-1987 *National Electrical Code*

Rubber Manufacturers Association
1400 K Street N.W., Suite 900
Washington D.C. 20005

IP2-1987 *Hose Handbook*

IP7-1990 *Specifications for Rubber Welding Hose*

Underwriters Laboratories Inc.
333 Pfingsten Road
Northbrook, IL 60062

ANSI/UL94-1990 *Test For Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*

ANSI/UL 551-1986 *Transformer-Type Arc Welding Machines*

1.2 DEFINITIONS

AC GENERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

An ac generator arc welding power source is an ac generator with the associated control and indicating devices required to produce alternating current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

AC/DC GENERATOR-RECTIFIER ARC WELDING POWER SOURCE

An ac/dc generator-rectifier arc welding power source is a combination of an alternating current generator and static rectifiers with the associated control and indicating devices required to produce either alternating or direct current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

AC TRANSFORMER ARC WELDING POWER SOURCE

An ac transformer arc welding power source utilizes a transformer having isolated primary and secondary windings with the associated control and indicating devices required to produce an alternating current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

AC/DC TRANSFORMER-RECTIFIER ARC WELDING POWER SOURCE

An ac/dc transformer-rectifier arc welding power source is a combination of a transformer, having isolated primary and secondary windings, and static rectifiers with the associated control and indicating devices required to produce either alternating or direct current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

ARC WELDING POWER SOURCE WITH INTEGRAL WIRE FEED UNIT

An arc welding power source and wire feed unit constructed such that both are housed in a single enclosure.

NEMA Standard 11-15-1991.

ASSOCIATED ELECTRICAL ATTACHMENTS

Associated electrical attachments are those electrical controls, cables, accessories, and such, attached to the arc welding power source to facilitate control, function, or operation and that are external to the power source enclosure.

NEMA Standard 1-11-1983.

AUXILIARY POWER SUPPLY

An auxiliary power supply is a separate source of power available to the operator, which is provided by the arc welding power source for purposes other than supplying power to the welding arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

CONSTANT CURRENT ARC WELDING POWER SOURCE

A constant current arc welding power source is a power source that has means for adjusting the load current and that has a static volt ampere curve that tends to produce a relatively constant load current. The load voltage, at a given load current, is responsive to the rate at which a consumable electrode is fed into the arc, except that, when a nonconsumable electrode is used, the load voltage is responsive to the electrode to work distance.

NEMA Standard 1-11-1983.

CONSTANT CURRENT/CONSTANT VOLTAGE ARC WELDING POWER SOURCE

A constant current/constant voltage arc welding power source is a power source that has the selectable charac-

teristics of a constant current arc welding power source or constant voltage arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

CONSTANT VOLTAGE ARC WELDING POWER SOURCE

A constant voltage arc welding power source is a power source which has means for adjusting the load voltage and has a static volt ampere curve that produces a relatively constant load voltage. The load current, at a given load voltage, is responsive to the rate at which a consumable electrode is fed into the arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

DC GENERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

A dc generator arc welding power source is a dc generator with the associated control and indicating devices required to produce direct current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

DC GENERATOR-RECTIFIER ARC WELDING POWER SOURCE

A dc generator-rectifier arc welding power source is a combination of an ac generator and static rectifiers with the associated control and indicating devices required to produce direct current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

DC TRANSFORMER-RECTIFIER ARC WELDING POWER SOURCE

A dc transformer-rectifier arc welding power source is a combination of a transformer, having isolated primary and secondary windings, and static rectifiers with the associated control and indicating devices required to produce direct current suitable for arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

DUTY CYCLE

Duty cycle, expressed in percent, is the ratio of arc time to total time.

For the purpose of these standards, the time period of one complete test cycle shall be 10 minutes. (For example, in the case of a 60 percent duty cycle, load shall be applied continuously for 6 minutes and shall be off for 4 minutes.)

NEMA Standard 1-24-1962.

EFFICIENCY

The efficiency of an arc welding power source is the ratio of the power output at the welding terminals to the total power input. Unless otherwise specified, the efficiency shall be given when the power source is operated at rated output.

NEMA Standard 1-11-1983.

ENCLOSURE

An arc welding power source enclosure is the surrounding case or housing constructed to provide a degree of protection to personnel against incidental contact with energized and moving parts and to provide a degree of

protection to the power source against damage that will adversely affect its operation.

NEMA Standard 1-11-1983.

ELECTRODE LEAD

An electrode lead is the welding lead between one of the welding terminals of the arc welding power source and the welding electrode.

NEMA Standard 1-11-1983.

ENGINE GENERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

An engine generator arc welding power source is a power source that consists of an engine mechanically connected to, and mounted with, one or more arc welding generators.

NEMA Standard 1-11-1983.

FRAME

The frame of an arc welding power source is a supporting structure provided to increase the strength and rigidity of the enclosure, and to provide means for mounting the various parts of the power source, or both.

NEMA Standard 1-11-1983.

HAND-HELD ASSEMBLY

An assembly or device that is designed to be supported and manipulated by hand during use.

NEMA Standard 1-11-1983.

HIGH FREQUENCY STABILIZED ARC WELDING POWER SOURCE

A high frequency stabilized arc welding power source is a constant current arc welding power source that includes a high-frequency arc stabilizer as an integral part of the power source and the suitable controls required to produce welding current. It is primarily intended for gas tungsten-arc welding.

NEMA Standard 1-11-1983.

INPUT CURRENT

Input current is the amperage drawn from the electrical power supply to operate an arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

INPUT RATING

For an arc welding power source operating from an electrical power supply, the input rating consists of the rated input voltage(s), number of phases, rated frequency(s), and the input current when the power source is delivering rated output.

NEMA Standard 1-11-1983.

JACK

A female contact device designed to mate with a jack plug to establish an electrical connection.

NEMA Standard 1-11-1983.

JACK PLUG

A male device, usually associated with welding lead(s), that is inserted into a jack to establish an electrical connection of the welding circuit.

NEMA Standard 1-11-1983.

LIVE PART

A live part is a part at a potential different from ground, which could render an electrical shock.

NEMA Standard 11-17-1988.

LOAD CURRENT

The load current is the amperage flowing in the welding circuit when a load is applied to the welding terminals.

NEMA Standard 1-11-1983.

LOAD VOLTAGE

Load voltage is the voltage between the welding terminals of the arc welding power source when load current is flowing in the welding circuit.

NEMA Standard 1-11-1983.

MOTOR GENERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

A motor generator arc welding power source is a power source that consists of an electric motor mechanically connected to and mounted with one or more arc welding generators.

NEMA Standard 1-11-1983.

MULTIPLE OPERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

A multiple operator arc welding power source is a power source that supplies two or more welding arcs through suitable output control devices without objectionable arc interaction.

NEMA Standard 1-11-1983.

MULTIPLE OPERATOR WELDING OUTLET

A multiple operator welding outlet is a control station containing an adjustable output control device for adjusting load current supplied from a multiple operator arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCE

A NEMA Class I arc welding power source is characterized by its ability to deliver rated output at duty cycles of 60, 80, or 100 percent. If a power source is manufactured in accordance with the applicable standards for Class I power sources in this publication, it shall be marked "NEMA Class I (60)", "NEMA Class I (80)", or "NEMA Class I (100)".

A NEMA Class I arc welding power source is a completely assembled arc welding power source that is comprised of the characteristics listed below:

1. A constant current power source, a constant voltage power source, or a constant current/constant voltage power source, and;

2. A single operator power source, and;
3. One of the following:
 - a. DC generator arc welding power source;
 - b. AC generator arc welding power source;
 - c. DC generator-rectifier arc welding power source;
 - d. AC/DC generator-rectifier arc welding power source;
 - e. AC transformer arc welding power source;
 - f. DC transformer arc welding power source;
 - g. AC/DC transformer-rectifier arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

NEMA CLASS II ARC WELDING POWER SOURCE

A NEMA Class II arc welding power source is characterized by its ability to deliver rated output at duty cycles of 30, 40, or 50 percent. If a power source is manufactured in accordance with the applicable standards for Class II power sources in this publication, it shall be marked "NEMA Class II (30)", "NEMA Class II (40)", or "NEMA Class II (50)".

A NEMA Class II arc welding power source is a completely assembled arc welding power source which is comprised of the characteristics listed below:

1. A constant current power source, a constant voltage power source, or a constant current/constant voltage power source, and;
2. A single operator power source, and;
3. One of the following:
 - a. DC generator arc welding power source;
 - b. AC generator arc welding power source;
 - c. DC generator-rectifier arc welding power source;
 - d. AC/DC generator-rectifier arc welding power source;
 - e. AC transformer arc welding power source;
 - f. DC transformer arc welding power source;
 - g. AC/DC transformer-rectifier arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

NEMA CLASS III ARC WELDING POWER SOURCE

A NEMA Class III arc welding power source is characterized by its ability to deliver rated output at a duty cycle of 20 percent. If a power source is manufactured in accordance with the applicable standards for Class III power sources in this publication, it shall be marked "NEMA Class III (20)".

A NEMA Class III arc welding power source is a completely assembled arc welding power source that is comprised of the characteristics listed below:

1. A constant current power source; and
2. A single operator power source; and

3. One of the following:
- AC transformer arc welding power source;
 - DC transformer-rectifier arc welding power source;
 - AC/DC transformer-rectifier arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

OPEN CIRCUIT VOLTAGE

Open circuit voltage is the voltage, excluding high frequency stabilization voltage, between the welding terminals of the arc welding power source when no load current is flowing in the welding circuit.

NEMA Standard 1-11-1983.

PERCENT RIPPLE VOLTAGE

Percent ripple voltage is the ratio, expressed as a percentage, of the effective (root mean square) value of the ripple voltage to the average value of a pulsating unidirectional voltage. The root-mean-square value of the ripple voltage may be measured with a root-mean-square indicating meter in series with a capacitor having sufficiently low impedance so as not to affect appreciably the indication of the voltmeter. Rectifier type instruments should not be used.

Authorized Engineering Information 5-14-1970.

RATED FREQUENCY

Rated frequency (expressed in hertz) is the supply voltage frequency at which an arc welding power source is designed to operate.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED INPUT VOLTAGE

The rated input voltage is the supply voltage(s) at which an arc welding power source is designed to operate.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED LOAD CURRENT

The rated load current is the load current at rated output.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED LOAD SPEED

The rated load speed of an arc welding power source is the rotational speed at which an arc welding generator is designed to operate when delivering rated output.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED LOAD VOLTAGE

Rated load voltage is the load voltage at rated output.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED OUTPUT

The rated output of an arc welding power source shall consist of a designated limit of output or capacity expressed as rated load voltage, rated load current, and rated

duty cycle when the power source is operated at rated input voltage(s) and rated frequency(s), or at rated load speed.

NEMA Standard 1-11-1983.

SERVICE LINE HOSES

Service line hoses are the hoses external to the enclosure to or from an arc welding power source, including connectors, supplying shielding medium, cooling medium, and providing means for fume removal, and/or nonelectrical power or control.

NEMA Standard 11-15-1991.

SINGLE OPERATOR ARC WELDING POWER SOURCE

A single operator arc welding power source is a power source which is designed to deliver load current to only one welding arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

SLOPE OF THE STATIC VOLT AMPERE CURVE

The slope of the static volt ampere curve is the ratio of load voltage change to the change in load current expressed in volts per 100 amperes.

NEMA Standard 7-14-1971.

STATIC VOLT AMPERE CHARACTERISTICS

The static volt ampere characteristics is the curve or family of curves which gives the steady state load voltage of an arc welding power source as ordinate, plotted against the steady state load current as abscissa.

NEMA Standard 1-11-1983.

WELDING CIRCUIT

The welding circuit consists of all attachments connected to the welding terminals of the arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

WELDING LEADS

Welding leads conduct the welding power and, when provided, high frequency energy from the welding terminals to the welding arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

WELDING TERMINALS

Welding terminals are those terminals of an arc welding power source which furnish welding power and, when provided, high frequency energy for the welding arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

WORK LEAD

A work lead is the welding lead between one of the welding terminals of the arc welding power source and the work.

NEMA Standard 1-11-1983.

Section 2 GENERAL

2.1 SUITABILITY OF OPERATION

The characteristics of an arc welding power source conforming to these standards shall be such that a qualified operator, or appropriate mechanically controlled equipment, can, by following the manufacturer's recommended installation and operating procedures, weld satisfactorily within the specified operating range of the power source and with the welding processes for which it is intended to be used.

NEMA Standard 1-11-1983.

2.2 ARC WELDING POWER SOURCE WITH INTEGRAL WIRE FEED UNIT

A wire feed unit included with the power source shall comply with NEMA EW 3. The provisions of EW 3 shall be in addition to and not in place of the provision of EW 1.

NEMA Standard 11-15-1991.

2.3 SERVICE CONDITIONS

Service conditions, other than those specified as usual, may have some detrimental effect on the arc welding power source. Such effect depends upon the degree of departure from usual operating conditions and the severity of the environment to which the power source is exposed. Of principal concern are unusual service conditions which may cause abnormal deterioration of the insulation system, electrical breakdown, or mechanical wear, resulting in premature failure. The manufacturer of the power source should be consulted for further information regarding any unusual service conditions.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

2.4 USUAL SERVICE CONDITIONS

An arc welding power source constructed in accordance with these standards shall be capable of operation, when the following conditions prevail:

1. Where the ambient temperature is in the range of 0°C to 40°C;
2. Where the altitude is between sea level and 3300 feet (1000 meters);
3. When exposed to gases and dust only to the extent of those normally produced by the welding arc;
4. When the input line voltage varies within the range of ± 10 percent of input line voltage rating of the arc welding power source; and
5. Where the base of a power source is within 15 degrees of horizontal.

NEMA Standard 1-11-1983.

2.5 UNUSUAL SERVICE CONDITIONS

Examples of unusual service conditions are exposure to:

1. Combustible or conducting dusts;
2. Chemical fumes or flammable gases;
3. Rain, steam, or oil vapor;
4. Vermin infestation or atmosphere conducive to the growth of fungus;
5. Very dirty, corrosive, explosive, or abrasive environment;
6. High radiant or conducted heat;
7. Abnormal shock or vibration;
8. Nuclear radiation;
9. Severe weather conditions;
10. Seacoast and shipboard conditions;
11. Continuous average relative humidity above 90 percent or below 10 percent; or
12. Altitudes in excess of 3300 feet (1000 meters).

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

2.6 INSTALLATION AND OPERATION

Arc welding power sources shall be installed and operated in accordance with the *National Electrical Code*, state and local codes as applicable, the manufacturers instructions, and applicable safety specifications.

NEMA Standard 11-17-1988.

Section 3 CONSTRUCTION REQUIREMENTS – MECHANICAL CONSIDERATIONS

3.1 FRAME AND ENCLOSURE

An arc welding power source shall be so formed and assembled that it will have the strength and rigidity necessary to withstand the normal service to which it is likely to be subjected without increasing its shock, fire, or other hazard. An arc welding power source shall be provided with a case or cabinet that shall enclose all current carrying parts and hazardous moving parts (such as motors, pulleys, belts, fans, gears, and such) except that the following need not be enclosed:

1. A flexible supply cord or cable and welding leads; and
2. Ungrounded output terminals for the connection of welding leads, jack plugs, jacks, or similar parts connected to the output circuit and limited in open circuit voltage in accordance with 5.3 if they are suitably protected against unintentional contact.

NEMA Standard 1-11-1983.

Protection will usually be afforded if: (a) jacks and uninsulated current carrying parts of the power source, including the specified output terminal lugs in the case of threaded type connections, are recessed behind the vertical plane of the access opening; (b) an uninsulated current carrying part of the power source is recessed for a distance not less than one half of the minimum dimension of the opening behind which the current carrying part is located; or (c) a hinged cover, or a protective guard or cover, which is removable only by the use of tools, with smooth edged slots or openings for the cable is provided over the terminals.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

3.2 ENCLOSURE CONSTRUCTION

3.2.1 An enclosure shall be constructed of either sheet metal, cast metal, or a nonmetallic material. If the enclosure is constructed from sheet metal, the thickness shall not be less than that given in Tables 3-1 or 3-2 (see also 3.2.2). These tables are based on a uniform deflection of the enclosure surface for any given load concentrated at the center of the surface regardless of metal thickness. The thickness of a cast metal enclosure shall be not less than that given in Table 3-3. If the enclosure is constructed of nonmetallic material, the material shall conform to Class 94V-0 of ANSI/UL 94, *Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*. The enclosure shall have a mechanical strength at least equivalent to a sheet metal enclosure constructed in accordance with Table 3-1 or 3-2.

3.2.2 The thickness of sheet metal in an area where provision is made for connection of a wiring system in the field shall not be less than 0.053 inch (1.35 mm) if uncoated steel, 0.056 inch (1.42 mm) if galvanized steel and not less than 0.075 inch (1.91 mm) for aluminum, copper, and brass.

3.2.3 Construction of the power source enclosure shall be such that there are no sharp projections or edges on the exposed exterior surfaces of the enclosure that are likely to cause accidental injury to personnel.

NEMA Standard 1-11-1983.

3.2.4 Among the factors to consider in determining the suitability of an enclosure are its: (1) physical strength, (2) resistance to impact, (3) moisture absorptive properties, (4) combustibility, (5) resistance to corrosion, (6) resistance to distortion at temperatures to which the enclosure may be subjected under conditions of normal or abnormal use, and (7) resistance to ignition from electrical sources. For a nonmetallic enclosure, all of these factors are considered with respect to thermal aging.

3.2.5 With reference to Tables 3-1 and 3-2, a supporting frame is a structure of angle or channel or a folded rigid section of sheet metal that is rigidly attached to and has essentially the same outside dimensions as the enclosure surface and has sufficient torsional rigidity to resist the bending moments that may be applied to the surface of the enclosure when it is deflected. Construction that is considered to have equivalent reinforcing may be accomplished by designs that will produce a structure that is as rigid as one built with a frame of angles or channels.

3.2.6 Construction considered to be without supporting frame includes: (a) single sheet with single formed flanges (formed edges), (b) a single sheet that is corrugated or ribbed, (c) an enclosure surface loosely attached to a frame (for example, with spring clips), or (d) an enclosure formed or fabricated from sheet metal.

3.2.7 The minimum thickness of an enclosure without supporting frame may be less than shown in Tables 3-1, 3-2, and 3-3 if the enclosure is so reinforced that if subjected to bending and torsion forces, its strength and rigidity are shown to be not less than the corresponding properties of an enclosure of the same maximum length and width having the required thickness of metal.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

3.3 OPENINGS IN ENCLOSURES

The suitability of an opening in the enclosure of an arc welding power source shall be determined in accordance with 3.3.1 or 3.3.2, except that for engine or motor driven power sources, the suitability of the openings shall be determined in accordance with 3.3.3. Any part of the outer enclosure that is intended to be opened or removed without the use of tools by the user of the equipment (to permit the attachment of accessories, to allow access to means for making operating adjustments, or for other reasons) shall be opened or removed prior to examination.

3.3.1 Openings in Other Than Hand-Held Arc Welding Power Source Assemblies

1. An opening that will not permit entrance of 0.750 inch (19 mm) diameter rod shall be suitable if a 0.500 inch (12.7 mm) diameter (D) probe, illustrated in Figure 3-1, cannot be made to touch film-coated wire, uninsulated live part(s), hazardous moving part(s) or any combination thereof, when it is inserted with a one pound force (4.45 N) through the opening.

NEMA Standard 1-11-1983.

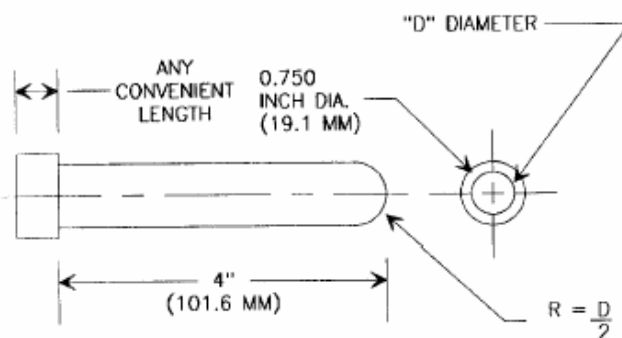


Figure 3-1
PROBE

2. An opening that will permit entrance of a 0.750 inch (19 mm) diameter rod shall be suitable if there is no film-coated wire, uninsulated live part(s), hazardous moving part(s) or any combination thereof; (1) less than X inches (X mm) from the perimeter of the opening, and; (2) within the volume generated by projecting the perimeter X inches (X mm) normal to its plane when X equals five times the diameter of the largest diameter rod (but not less than 4 inches (101.6

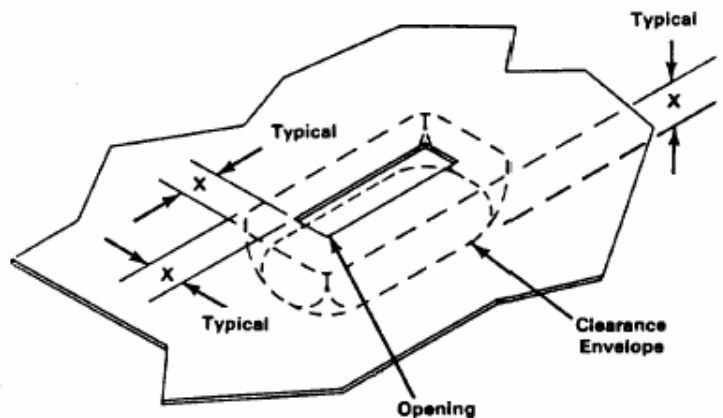


Figure 3-2
ENCLOSURE OPENING

mm) that can be inserted through the opening. See Figure 3-2.

3.3.2 Openings in Hand Held Arc Welding Power Source Assemblies

An opening in a hand-held assembly shall be suitable if a 0.375 inch (9.5 mm) diameter (D) probe, illustrated in Figure 3-1, when inserted into the opening to a maximum of 1 inch (25.4 mm) cannot be made to touch any film-coated wire, uninsulated live part(s), hazardous moving part(s), or any combination thereof.

3.3.3 Openings in Engine or Motor Driven Power Sources

Openings in the enclosures for engine or motor driven power sources shall provide protection in accordance with 3.3.1 and 3.3.2. Where in service access to the equipment is required and enclosure protection cannot reasonably be assured, a label calling attention to any potential hazard shall be prominently displayed on the equipment.

NEMA Standard 1-11-1983.

3.4 CORROSION PROTECTION

All metallic parts shall be painted, plated, or otherwise protected against corrosion if the deterioration of such unprotected parts would be likely to result in a hazardous condition.

NEMA Standard 1-11-1983.

3.5 SERVICE LINE HOSES

If supplied as part of the arc welding power source, service line hoses and hose connections shall comply with Rubber Manufacturers Association Inc. Publica-

tion No. IP-7, *Specification for Rubber Welding Hose*, or IP-2, *Hose Handbook*, and Compressed Gas Association Inc. Publication No. E1, *Standard Connections for Regulators, Outlets, Torches, and Fitted Hose for Welding and Cutting Equipment*, or E-2, *Hose Line Check Valve Standards for Welding and Cutting*.

NEMA Standard 11-17-1988.

3.6 WATER COOLING

Any device or system using water for cooling, other than an integrated recirculating system, shall be capable of operating at an inlet water pressure ranging from 30 psi (207 kPa) to 75 psi (517 kPa) and a water inlet temperature up to 49°C. For rating purposes, the water inlet pressure shall be 30 psi (207 kPa) at a water inlet temperature of 49°C.

3.7 BRUSHES

Brushes used as part of the arc welding power source shall be in accordance with ANSI/NEMA Standards Publication No. CB 1, *Brushes for Electrical Machines*.

NEMA Standard 11-15-1991.

3.8 JERK AND DROP TESTS

3.8.1 Jerk Test

If an eye or lug is provided for the purpose of lifting an assembled arc welding power source, such device shall be capable of withstanding a free fall jerk test. This test shall be made with the power source equipped with all associated attachments (excluding trailers, carts, and wheel running gears) that are likely to be installed and, in the case of engine driven power sources, completely serviced and ready for operation.

The unit shall be suspended from a rigid member by a chain or cable attached to the lifting eye or lug, and it shall be positioned for a direct free fall. The chain or cable suspension assembly shall be arranged to provide for a free

fall of at least 6 inches (152 mm) before the unit is caught in suspension bringing the full force of the fall to bear on the lifting eye or lug. Three such falls shall be made.

3.8.2 Drop Test

An assembled arc welding power source equipped with all associated attachments (excluding trailers, carts, and wheel running gear) that are likely to be installed and, in the case of engine driven power sources completely serviced and ready for operation, shall be capable of withstanding a drop test. This test shall consist of three drops onto a hard and rigid surface from a height of not less than 6 inches (152 mm). These drops shall be so arranged that each drop shall strike on a bottom edge different from that of any other drop.

3.8.3 Test Conformance

After the above tests, the power source shall still conform to the provisions of this standard, other than the foregoing 3.8.1 and 3.8.2, in all respects even though there may be some deformation of the structural parts of enclosure.

NEMA Standard 1-11-1983.

3.9 STACKING OF ARC WELDING POWER SOURCES

If the manufacturer represents a power source for stacking, its enclosure, with all panels securely in place, shall be manufactured so that it will have the strength and rigidity to support the manufacturer's specified number and types of additional arc welding power sources. The locating means for stacking the arc welding power sources shall be such that the lower units cannot be lifted by the lifting yoke or eye of the top arc welding power source, unless the manufacturer represents that all of the power sources can be lifted as a unit.

NEMA Standard 1-11-1983.

Table 3-1
MINIMUM THICKNESS OF SHEET METAL FOR ENCLOSURES—
CARBON STEEL OR STAINLESS STEEL

Without Supporting Frame(a)		With Supporting Frame or Equivalent Reinforcing (b)		Minimum Thickness	
Maximum Width(c), Inches (mm)	Maximum Length(d) of Supported Edge, Inches (mm)	Maximum Width(c), Inches (mm)	Maximum Length, Inches (mm)	Uncoated, Inches (mm)	Zinc Coated Inches (mm)
4.0 (102)	Not limited	6.25 (159)	Not limited		
4.75 (121)	5.75 (146)	6.75 (171)	8.25 (210)	0.020 (0.51)	0.023 (0.58)
6.0 (152)	Not limited	9.5 (241)	Not limited		
7.0 (179)	8.75 (222)	10.0 (254)	12.5 (318)	0.026 (0.66)	0.029 (0.74)
8.0 (203)	Not limited	2.0 (305)	Not limited		
9.0 (229)	11.5 (292)	13.0 (330)	16.0 (406)	0.032 (0.81)	0.034 (0.86)
12.5 (318)	Not limited	19.5 (495)	Not limited		
14.0 (356)	18.0 (457)	21.0 (533)	25.0 (635)	0.042 (1.07)	0.045 (1.14)
18.0 (457)	Not limited	27.0 (686)	Not limited		
20.0 (508)	25.0 (635)	29.0 (737)	36.0 (914)	0.053 (1.35)	0.056 (1.42)
22.0 (559)	Not limited	33.0 (838)	Not limited		
25.0 (635)	31.0 (787)	35.0 (889)	43.0 (1092)	0.060 (1.52)	0.063 (1.60)
25.0 (635)	Not limited	39.0 (991)	Not limited		
29.0 (737)	36.0 (914)	41.0 (1041)	51.0 (1295)	0.067 (1.70)	0.070 (1.78)
33.0 (838)	Not limited	51.0 (1295)	Not limited		
38.0 (965)	47.0 (1194)	54.0 (1372)	66.0 (1676)	0.080 (2.03)	0.084 (2.13)
42.0 (1067)	Not limited	64.0 (1626)	Not limited		
47.0 (1194)	59.0 (1499)	68.0 (1727)	84.0 (2134)	0.093 (2.36)	0.097 (2.46)
52.0 (1321)	Not limited	80.0 (2032)	Not limited		
60.0 (1524)	74.0 (1880)	84.0 (2134)	103.0 (2616)	0.108 (2.74)	0.111 (2.82)
63.0 (1606)	Not limited	97.0 (2464)	Not limited		
73.0 (1854)	90.0 (2286)	103.0 (2616)	127.0 (3226)	0.123 (3.12)	0.126 (3.20)

^(a) See 3.2.6

^(b) See 3.2.5

^(c) The width is the smaller dimension of a rectangular piece of sheet metal that is part of an enclosure. Adjacent surfaces of an enclosure may have supports in common and be made of a single sheet.

^(d) Not limited applies only if the edge of the surface is flanged at least 0.500 inch (12.7 mm) or fastened to adjacent surfaces not normally removed in use.

Table 3-1 data are reprinted by permission of Underwriters Laboratories from ANSI/UL 551, *Transformer-Type Arc Welding Machines*.

Table 3-2
MINIMUM THICKNESS OF SHEET METAL FOR ENCLOSURES –
ALUMINUM, COPPER, OR BRASS

Without Supporting Frame(a)		With Supporting Frame or Equivalent Reinforcing (b)		Minimum Thickness
Maximum Width(c), Inches (mm)	Maximum Length(d) of Supported Edge, Inches (mm)	Maximum Width(c), Inches (mm)	Maximum Length, Inches (mm)	Uncoated, Inches (mm)
3.0 (76)	Not limited	7.0 (179)	Not limited	
3.5 (90)	4.0 (102)	8.5 (216)	9.5 (241)	0.023 (0.58)
4.0 (102)	Not limited	10.0 (254)	Not limited	
5.0 (127)	6.0 (152)	10.5 (267)	13.5 (343)	0.029 (0.74)
6.0 (152)	Not limited	14.0 (356)	Not limited	
6.5 (165)	8.0 (203)	15.0 (381)	18.0 (457)	0.036 (0.91)
8.0 (203)	Not limited	19.0 (483)	Not limited	
9.5 (241)	11.5 (292)	21.0 (533)	25.0 (635)	0.045 (1.14)
12.0 (305)	Not limited	28.0 (711)	Not limited	
14.0 (356)	16.0 (406)	30.0 (762)	37.0 (940)	0.058 (1.47)
18.0 (457)	Not limited	42.0 (1067)	Not limited	
20.0 (508)	25.0 (635)	45.0 (1143)	55.0 (1397)	0.075 (1.90)
25.0 (635)	Not limited	60.0 (1524)	Not limited	
29.0 (737)	36.0 (914)	64.0 (1626)	78.0 (1981)	0.095 (2.41)
37.0 (939)	Not limited	87.0 (2210)	Not limited	
42.0 (1067)	53.0 (1346)	93.0 (2362)	114.0 (2896)	0.122 (3.10)
52.0 (1321)	Not limited	123.0 (3124)	Not limited	
60.0 (1524)	74.0 (1880)	130.0 (3302)	160.0 (40634)	0.153 (3.89)

(a) See par. 3.2.6

(b) See par. 3.2.5

(c) The width is the smaller dimension of a rectangular piece of sheet metal that is part of an enclosure. Adjacent surfaces of an enclosure may have supports in common and be made of a single sheet.

(d) Not limited applies only if the edge of the surface is flanged at least 0.500 inch (12.7 mm) or fastened to adjacent surfaces not normally removed in use.

Table 3-2 data are reprinted by permission of Underwriters Laboratories from ANSI/UL 551.

Table 3-3
MINIMUM THICKNESS OF CAST METAL FOR ENCLOSURES

Dimensions or Location or Area Involved	Minimum Thickness			
	Cast Metal Other Than Die-Cast		Die-Cast Metal	
	Inches	(mm)	Inches	(mm)
Area of 24 square inches (154.8 = square cm) or less and having no dimension greater than 6 inches (152 mm)	0.125	(3.18)	0.062 ^(a)	(1.59)
Area greater than 24 inches squared (154.8 cm squared) or having any dimension greater than 6 inches (152 mm)	0.125	(3.18)	0.094	(2.38)
At a threaded conduit hole	0.250	(6.15)	0.250	(6.35)
At an unthreaded conduit hole	0.125	(3.18)	0.125	(3.18)

^(a)The area limitation for metal 0.062 inch (1.59 mm) thick can be obtained by the provision of suitable reinforcing ribs subdividing a larger area.

Table 3-3 data are reprinted by permission of Underwriters Laboratories from ANSI/UL-551.

Section 4 CONSTRUCTION REQUIREMENTS – ELECTRICAL CONSIDERATIONS

4.1 POWER SUPPLY CONNECTION – GENERAL

Where power supply conductors pass through an opening in a barrier or enclosure, the edges of the opening shall be smoothly rounded or shall be provided with a secured and smooth rounded bushing.

The ampacity used for conductor selection shall be calculated from the following equation:

$$I_r = \sqrt{I_a^2 d + I_b^2 (1-d)}$$

Where:

I_r = Ampacity requirements in amperes.

I_a = Nameplate input current at rated voltage and at rated output.

I_b = Input current at rated input voltage and at no load

$d = \frac{\text{Rated Duty Cycle (Percent)}}{100}$

When a flexible cord is used for power supply connection, it shall be sized in accordance with Table 4-1. Where wiring terminals or terminal leads are provided, they shall be suitable for the connection of power supply conductors which are sized in accordance with Table 4-2.

NEMA Standard 11-17-1988.

**Table 4-1
CONDUCTOR SIZE OF CORDS**

Required Ampacity (I_r) ^(a)		Conductor Size, AWG
Two Conductor	Three Conductor	
10	7	18
13	10	16
18	15	14
25	20	12
30	25	10
40	35	8
55	45	6
70	60	4
95	80	2

^(a) The ampacities are applicable to current carrying conductors in accordance with Table 400-5 of the 1987 National Electrical Code. The ampacities listed above are based upon a 30°C ambient temperature. A conductor used for equipment grounding is not considered to be a current carrying conductor.

**Table 4-2
SIZE OF INSULATED COPPER CONDUCTORS
(Not More Than Three Conductors
in Raceway or Cable)**

Required Am- pacity (I_r) ^(a)	Conductor Size, AWG	Required Am- pacity (I_r) ^(a)	Conductor Size, AWG
15	14	150	0
20	12	175	00
30	10	200	000
50	8	230	0000
65	6	255	250 kcmil
85	4	285	300 kcmil
100	3	310	350 kcmil
115	2	335	400 kcmil
130	1	380	500 kcmil

^(a) The ampacities in Table 4-2 are based upon 75°C temperature rating of conductors with ampacities in accordance with Table 310-16 of the 1987 National Electrical Code. Ampacities listed above are based upon a 30°C ambient temperature. A conductor used for equipment grounding is not considered to be a current carrying conductor.

4.2 POWER SUPPLY BY FLEXIBLE CORD

When a flexible cord is used as a part of the power source for power supply connection, it shall be a type S, SO, ST, or STO except that a NEMA Class III power source may, alternatively, be provided with a Type SJ, SJO, SJT, SJTO, or SPT-3 flexible cord. Such flexible cords shall not be less than 5 feet (1.52 meters) in length as measured from the strain relief provided at the enclosure of the power source to the attachment plug terminal provided for connection to the power supply receptacle.

A NEMA Class III power source that has wheels, casters, or other obvious means of mobility shall be equipped with a flexible cord. An attachment plug shall be provided on the flexible cord and it shall be selected to conform to NEMA Standards Publication No. WD 1, *General-Purpose Wiring Devices*, for the input voltage and current rating of the power source. The attachment plug terminating the flexible cord shall be of the grounding type. When a NEMA Class III power source is provided with a switch or circuit breaker that complies with the requirements of 4.10.3, the rating of the attachment plug shall not be less than 75 percent of the input current rating of the power source.

Flexible cords shall be provided with strain relief so that an external pulling force, as specified in Table 4-3, exerted for one minute on the flexible cord from any direction will not be transmitted to the terminals, splices, or internal wiring of the power source.

Means shall be provided to prevent the flexible cord from being pushed into the enclosures through the cord entry hole if such displacement is likely to: (1) subject the cord to mechanical damage, (2) expose the cord to a temperature higher than that for which it is intended, or (3) reduce spacings (such as to a metal strain relief clamp) below those specified in Table 4-5.

NEMA Standard 1-11-1983.

**Table 4-3
EXTERNAL PULLING FORCE**

Wire Size AWG	Pulling Force	
	Lbs.	N
16-18	35	155.9
12-14	50	222.4
10-Larger	100	444.8

4.3 POWER SUPPLY BY PERMANENT WIRING SYSTEM

If a power source is not provided with a flexible cord for power supply connection, it shall be provided with input wiring terminals or input terminal leads which shall be enclosed and accessible only by means of tools. A hole, knockout, or fitting shall be provided to facilitate connection to a permanent wiring system. The diameter and the size of the flat surface surrounding a hole or knockout shall conform to Table 4-4.

NEMA Standard 1-11-1983.



4.4 GROUNDING

All exposed noncurrent carrying conductive parts, which might become energized under the rigors of normal use and handling shall have metal-to-metal contact or shall be otherwise electrically bonded together and connected to a common grounding means.

The grounding means shall be:

1. A part of the power source;
2. Used only for grounding purposes;
3. Unlikely to be disassembled during operation or servicing;
4. Of adequate size for the grounding conductor as specified in accordance with Table 250-95 and article 250-51(2) of the 1987 National Electrical Code; and
5. Located in the vicinity of the supply connections.

The grounding means shall be a metal stud, binding post, pressure connector, binding screw, uninsulated or insulated leads, internally threaded boss, or equivalent means. Solder alone shall not be relied upon as a means for grounding connections.

When the grounding means is an insulated lead, it shall have a green colored surface with or without one or more yellow stripes. In all other cases, the grounding means shall be identified by green coloring or by a legible marking with the symbols  or , alternatively, with the letter(s) G, GR, GRD, GND or GROUND.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.5 CORROSION PROTECTION

When materials subject to corrosion, such as iron, steel, or aluminum, etc., are used as part of the wiring terminal or grounding means, such parts shall be plated or otherwise protected to maintain the integrity of the electrical connection.

NEMA Standard 1-11-1983.

**Table 4-4
DIAMETER OF KNOCKOUT OR HOLE FOR CONDUIT AND WIDTH OF SURROUNDING FLAT SURFACE**

Size of Supply Conductor, AWG		Trade Size Conduit Nom.	Knockout Clearance Hole					
			Minimum		Nominal		Maximum	
Single Phase	Three Phase		Inches	(mm)	Inches	(mm)	Inches	(mm)
14-10	14-10	1/2	0.859	(21.82)	0.875	(22.22)	0.906	(23.01)
8	8	3/4	1.094	(27.79)	1.109	(28.17)	1.141	(28.98)
6-4	6-4	1	1.359	(34.52)	1.375	(34.92)	1.406	(35.17)
3-1	3-2	1 1/4	1.719	(43.66)	1.734	(44.04)	1.766	(44.86)
1/0-2/0	1-1/0	1 1/2	1.958	(49.73)	1.984	(50.39)	2.016	(51.21)
3/0-4/0	2/0-3/0	2	2.433	(61.80)	2.469	(62.71)	2.500	(63.50)
250-300 kcmil	4/0-200 kcmil	2 1/2	2.938	(74.62)	2.969	(75.41)	3.000	(76.20)

Table 4-5
SPACINGS IN ARC WELDING POWER SOURCES^(a)

r.m.s. Voltage Between Parts Involved (d, e)	At Other Than Wiring Terminals											
	At Wiring Terminals (b)				To other than Enclosure Walls							
	Through Air		Over Surface		Through Air (c)		Over Surface		To walls of a metal enclosure (f, g)			
	In.	(mm)	In.	(mm)	In.	(mm)	In.	(mm)	In.	(mm)		
0 – 50	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)	1/8	(3.18)	1/8	(3.18)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)
51 – 150	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)	1/8	(3.18)	1/4	(6.35)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)
151 – 300	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)	1/4	(6.35)	3/8	(9.53)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)
301 – 600	1	(25.4)	1	(25.4)	3/8	(9.53)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)

^(a) Values do not apply to a turn of wire on a coil or to spacings between (1) two conductors of a coil, (2) a coil and its core, and (3) a coil and any other part of opposite polarity including the crossover lead. The spacings given in Table 4-5 do not apply to wiring devices (snap switches, lampholders, etc.), motors, printed circuit boards and devices, or other accessories for which there are standards established for such components.

^(b) Wiring terminals are considered to be terminals to which supply connections are made in the field.

^(c) The spacing between screw type terminals of opposite polarity shall be not less than 0.250 inch (6.35 mm) if the terminals are in the same plane.

^(d) When the repetitive peak voltage on which the device is used is more than 1.5 times the rms volts, the peak voltage shall be divided by 2 to obtain an equivalent rms rating in volts.

^(e) For grounded power systems, such as three phase four wire systems, the clearance and creepage distances to ground shall be governed by voltage to ground.

^(f) A metal piece attached to the enclosure is considered to be a part of the enclosure if deformation of the enclosure is likely to reduce clearance and creepage distances between the metal piece and uninsulated live parts or film coated wire.

^(g) For subassembly enclosures where clearance and creepage distances are rigidly maintained and when mounted inside another enclosure, the distances for "to other than enclosure walls" shall be permitted instead of "to walls of metal enclosure" but in no case shall they be less than 0.100 inch (2.54 mm).

4.6 OUTPUT PROVISIONS

4.6.1 Welding Leads

Welding leads supplied with the power source shall be of a size sufficient to limit the temperature to 85°C or to the temperature rating of the cable insulation, whichever is less, when operated at the rated load current and duty cycle of the power source.

When welding leads are supplied as integral parts of the power source, the attachment of such leads shall be so constructed to withstand an external pull, exerted for 1 minute from any direction, as specified in Table 4-3, without reducing electrical spacings below those specified in Table 4-5, or causing damage to any internal parts of the power source. However, the pull applied to the welding leads need not be more than that specified for the flexible cord used for the power supply connection.

At locations where a welding lead passes through an opening in a barrier, or enclosure, the opening shall be smoothly rounded or shall be provided with a secured and smoothly rounded bushing.

For a power source with integral wire feed unit, the provisions of EW 3 shall apply for the gun cable assembly.
NEMA Standard 11-15-1991.

4.6.2 Welding Terminals

Terminals of the power source provided for the connection of welding leads shall be constructed to withstand an external pull, exerted for 1 minute from any direction, as specified in Table 4-3, without reducing the electrical spacings below those specified in Table 4-5 or without permanently deforming the terminals or adjacent parts. However, the pull applied to the welding terminals need not be more than that specified for the flexible cord used for the power supply connection. In the case of a jack plug, the plug can pull free of its jack with the application of a lesser pull.

Threaded connections used for the connection of welding leads shall withstand a torque as given by the following equation without reducing internal spacings below those given in Table 4-5 or without permanently deforming the terminals or adjacent parts:

$$T = 100 \times D^2 \text{ (customary units)}$$

$$T = 0.0175 \times D^2 \text{ (SI units)}$$

Where:

T = Torque in lb.-ft. (n.m).

D = Thread major diameter in inches (mm).

The welding terminals shall not exceed 60°C temperature rise when the power source is operated at rated-load current and duty cycle. When temperature testing, the welding leads connected to the welding terminals shall be in accordance with 4.6.1. Threaded connections used to hold the welding leads shall be tightened to a minimum torque as given in the following equation:

$$T = 60 \times D^2 \text{ (customary units)}$$

$$T = 0.0175 \times D^2 \text{ (SI units)}$$

NEMA Standard 1-11-1983.

4.7 INTERNAL WIRING REQUIREMENTS

4.7.1 Insulated Conductors

When internal wiring consists of insulated conductors, they shall be selected for the particular application with respect to the temperature, current, voltage, exposure to oil or grease, and other conditions of service to which they are likely to be subjected.

The wiring shall be so arranged or protected that no damage to the conductor insulation will occur from contact with any rough, sharp, or moving part.

All joints and connections shall be mechanically secured and shall provide electrical contact without mechanical strain on the conductor.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.7.2 Uninsulated Conductors

When uninsulated conductors are used within an enclosure, they shall be so supported that the spacings given in Table 4-5 shall be maintained.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.7.3 Insulating of Live Parts

Insulating washers, bushings, sheets, and such for the mounting of or insulation of live parts shall not be functionally damaged by the temperature to which they will be subjected during operation at rated load under usual service conditions.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.8 SPACINGS

The minimum spacing between any uninsulated live part and another live, grounded, or isolated conductive part shall not be less than those shown in Table 4-5.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.9 CLASSIFICATION OF INSULATION SYSTEMS

An insulation system is an assembly of insulating materials in association with the conductors and the supporting structural parts of an arc welding power source. Insulation systems are divided into classes according to the thermal endurance of the system for temperature rating purposes.

Insulation systems shall be classified as Class 105, Class 130, Class 155, Class 180, Class 200, or Class 220. Each insulation system is one that by experience or accepted test can be shown to have suitable thermal endurance when operating at the limiting temperature specified in temperature rise Tables 5-7 and 5-8.

The term "experience," as used in this paragraph, means successful operation for a long time under actual operating conditions of power sources designed with a temperature rise at or near the temperature rating limit.

The term "accepted test," as used in this paragraph, means a test on a system or model system that simulates the electrical, thermal, and mechanical stresses occurring in service.

Where appropriate to the construction, tests shall be made in accordance with the following applicable IEEE Test Procedures:

1. *Standard Test Procedure For Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-wound AC Electric Machinery*, IEEE Publication No. 117.
2. *Test Procedure Evaluation and Classification of Insulation System for DC Machines*, IEEE Publication No. 304.

For other constructions for which tests have not been standardized, similar procedures shall be permitted to be used if it is shown that they properly discriminate between service proven systems known to be different.

When evaluated by an accepted test, a new or modified insulation system shall be compared to an insulation system on which there has been substantial service experience.

If a comparison is made on a system of the same class, the new system shall have equal or longer thermal endurance under the same test conditions; if the comparison is made with a system of a lower temperature class, it shall have equal or longer thermal endurance at an appropriately higher temperature. When comparing systems of different classes, an appropriately higher temperature shall be considered to be 25°C per class higher than the temperature for the base insulation system class.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.10 REQUIREMENTS FOR SPECIFIC COMPONENTS

4.10.1 Transformers

A power source transformer supplying welding current shall have the secondary winding(s) electrically isolated from the primary winding(s) when the power source is designed to be operated from power supply lines.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.10.2 Capacitors

A capacitor, provided as part of a power source and connected across the power supply lines or a winding of the transformer providing welding current, shall be: (a) housed within the power source enclosure, or (b) housed in an enclosure or container that meets all of the applicable provisions of this standard. If a capacitor contains an insulating liquid, its container shall not leak under usual service conditions. If the liquid is flammable, the quantity shall be limited to 1 quart and the capacitor shall be protected against rupture of its container.

A capacitor shall be provided with automatic discharging means capable of reducing the potential across the capacitor to 50 volts within the time necessary to gain access to any current carrying part not in the output circuit of the machine after disconnecting the machine. If the potential across the capacitor exists at the blade of a disconnected attachment plug, the time of access is considered to be 2 seconds.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.10.3 Switches and Control Devices

A switch, contactor, controller, or circuit breaker used to energize the power source shall perform satisfactorily for 6000 cycles of operation at a rate of 6 cycles per minute with the device making and breaking the input current(s) at rated input voltages of the power source when operated at rated load current. If such a device is known by prior testing or documentation to be suitable for the application, it need not be retested. Opening of the primary supply interrupting device employed in an arc welding power source shall disconnect all ungrounded supply conductors. Means shall be provided to indicate if this interrupting device has been turned on or off.

Exception: Control transformers having isolated windings that provide operating voltage for the primary supply interrupting device are not covered by this paragraph.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.10.4 Operating Controls

A suitable means shall be provided for adjusting the output of an arc welding power source over the welding range specified by the manufacturer. Provision shall be made for indicating the approximate output setting(s) of the power source expressed as load voltage, load current, or by an arbitrary reference scale.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.10.5 Marking of Connections and Operating Controls

All welding terminal connections, tap connections, and operating controls shall be plainly and permanently marked to designate their purpose and correct usage.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.11 OUTPUT REGULATING TAPS

When load voltage or load current regulating tap switches are provided, they shall have established contact positions. Switches, brushes, or sliding type contacts shall not, if left between two contact positions, short circuit any winding turns unless tests show that such short circuiting will not cause temperature rises exceeding those specified in 5.9.

When load voltage or load current regulating taps involve the use of jack plugs and jacks, or equivalent means, external to the enclosure, the voltages at these locations shall not exceed those for welding terminals given in 5.3. Any flexible conductor used shall be suitable for welding service. Whatever means provided shall conform to the requirements of 3.1 regarding recessing or protection.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.12 AUXILIARY POWER SUPPLY

4.12.1 Receptacles

A supply receptacle intended for providing power to 115 or 230 volt auxiliary equipment such as wire feeders, drills, grinders, and such, shall be of the grounding type, and the grounding contact of the receptacle shall be electrically connected to the enclosure of the power source. The current and voltage rating of the auxiliary power supply shall be marked at the receptacle location.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.12.2 Protection

When supplied, a fuse(s) or circuit breaker(s) that protects the auxiliary power supply circuit shall be capable of interrupting the auxiliary power supply circuit. The current rating of a fuse shall be marked at the fuseholder location.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.12.3 Auxiliary Power Supply Circuit

An auxiliary power supply circuit shall be electrically isolated from the input power supply.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.13 SHORT CIRCUIT OF WELDING CIRCUIT

An arc welding power source shall not become a fire or shock hazard as a result of a short circuit of the welding circuit.

NEMA Standard 1-11-1983.

Protection of the power source against short circuit current may be accomplished by means of the branch circuit protection, provided at the time of installation, in accordance with Article 630 of the *1987 National*

Electrical Code, official local codes and the manufacturer's recommendations.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

Section 5 RATING AND PERFORMANCE

5.1 INPUT RATING OF ARC WELDING POWER SOURCES OPERATING FROM ELECTRICAL POWER SUPPLIES

The preferred input voltages and frequencies shall be one or more of the following:

- 60 Hertz: 200, 230, 460 and 575 volts.
- 50 Hertz: 220, 380, and 415 volts.

The input current(s) of an arc welding power source operating from an electrical power supply shall be determined at the rated output when rated input voltage(s) and rated frequency(s) are applied.

For power sources with regulating taps, the input current(s) shall be determined under the conditions which result in the maximum input current when the output is the rated load current at the rated load voltage of the power source.

The actual input current(s) determined shall not vary from the input current(s) shown on the name plate by more than 10 percent for NEMA Class I and NEMA Class II power sources and 25 percent for NEMA Class III power sources.
NEMA Standard 1-11-1983.

5.2 POWER FACTOR CORRECTION

When power factor correction is provided, the corrected value shall be measured at rated load, rated input voltage(s) and frequency(s). The corrected value shall not be less than 75 percent unless the corrected value is specified on the nameplate.
NEMA Standard 11-17-1988.

5.3 OPEN CIRCUIT VOLTAGE

The open circuit voltage, excluding high frequency stabilization voltage, of an arc welding power source, using a voltmeter within the range of 100 ohms/volt and 1,000 ohms/volt, shall not exceed the following when rated input voltage is applied or when a generator type arc welding power source is operated at maximum rated no load speed:

5.3.1 Manual and Semiautomatic Arc Welding Power Sources

- 1. AC arc welding power source 80 volts rms*
- 2. DC arc welding power source with more than 10 percent ripple voltage (see 1.2) 80 volts rms
- 3. DC arc welding power source with 10 percent or less ripple voltage 100 volts average

*Because of the high ripple content, the average value reading may be in error, therefore, the rms value is used.

5.3.2 Automatic Arc Welding Power Sources

- 1. AC arc welding power source 100 volts rms
- 2. DC arc welding power source with more than 10 percent ripple voltage 100 volts rms*
- 3. DC arc welding power source with 10 percent or less ripple voltage 100 volts average
NEMA Standard 11-17-1988.

5.4 OUTPUT RATINGS OF CONSTANT CURRENT NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCES

5.4.1 General

Constant current (see 1.2) NEMA Class I arc welding power sources having a duty cycle rating of 60, 80, or 100 percent shall have an output rating in load amperes and load volts in accordance with Column 1 of Tables 5-1 or 5-2. They shall be capable of providing the load amperes at the load volts for the minimum and maximum output settings associated with the rated load amperes and rated load volts given in Column 1 of Tables 5-1 and 5-2, see 5.4.2 and 5.4.3, when:

- 1. The welding terminals are connected to a resistance load having a power factor of 0.99 or higher.
- 2. A generator type power source is operated at rated load speed.
- 3. Rated input voltage at rated frequency is applied to the power source.
- 4. The temperature rise specified in 5.9 is not exceeded.

For an arc welding power source having dc output, the load amperes and load volts shall be expressed as average values. For an arc welding power source having an ac output, the load amperes and load volts shall be expressed as rms values.
NEMA Standard 1-11-1983.

5.4.2 AC or DC Arc Welding Power Sources

When the power source is operating at the maximum output setting shown in Column 3 of Table 5-1, the duty cycle shall not be less than one half the rated duty cycle of the power source.
NEMA Standard 1-11-1983.

Table 5-1
CONSTANT CURRENT, AC OR DC NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCES

Column 1		Column 2		Column 3	
Rated Output ^(a)		Minimum Output Setting ^(b)		Maximum Output Setting ^(c)	
Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)
200	28	40	22	250	30
250	30	50	22	312	32
300	32	60	22	375	35
400	36	80	23	50	40
500	40	100	24	625	44
600	44	120	25	750	44
800	44	160	26	1000	44
1000	44	200	28	1250	44
1200	44	240	30	1500	44
1500	44	300	32	1875	44

Table 5-2
CONSTANT CURRENT, AC/DC NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCES

Column 1		Column 2		Column 3			
Rated Output ^(a)		Minimum Output Setting ^(b)		Maximum Output Setting ^(c)			
AC/DC		AC/DC		AC		DC	
Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)
200	28	40	22	250	30	200	28
250	30	50	22	312	32	250	30
300	32	60	22	375	35	300	32
400	36	80	23	500	40	400	36
500	40	100	24	625	44	500	40
600	44	120	25	750	44	600	44
800	44	160	26	1000	44	800	44
1000	44	200	28	1250	44	1000	44
1200	44	240	30	1500	44	1200	44
1500	44	300	32	1875	44	1500	44

^(a) These tables list the preferred values of load ampere ratings. Other rated-load currents shall be permitted to be used as follows: For less than 250 amperes, the load current may be in steps of 25 amperes; for more than 250 amperes, the load current may be in steps of 50 amperes. In such cases, the values for the minimum output current shall be 20 percent of rated load current amperes and for maximum output shall be 125 percent of rated load amperes except that for power sources covered by Table 5-2, the DC maximum output current shall be 100 percent of rated load amperes. The load volts in each case shall be determined by the equation in note (d).

^(b) Load amperes or load volts, or both, shall be permitted to be less than, but they shall not be more than, the values listed in the table.

^(c) Load amperes or load volts, or both, shall be permitted to be more than, but they shall not be less than, the values listed in the table.

^(d) These load voltages are based upon the equation $E = 20 + 0.04I$, where E is the load voltage and I is the load amperes. For load current larger than 600 amperes, the load voltage is 44 volts.

**Table 5-3
CONSTANT CURRENT, AC OR DC NEMA CLASS II ARC WELDING POWER SOURCES**

Column 1		Column 2		Column 3	
Rated Output ^(a)		Minimum Output Setting ^(b)		Maximum Output Setting ^(c)	
Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)
150	26	30	21	165	27
175	27	35	21	193	28
200	28	40	22	220	29
225	29	45	22	248	30
250	30	50	22	275	31
300	32	60	22	330	33
350	34	70	23	385	36

5.4.3 AC/DC Arc Welding Power Sources

When the power source is operating at the maximum output setting shown in column 3 of Table 5-2, the duty cycle for the dc output shall be the rated duty cycle of the power source and the duty cycle for the ac output shall not be less than one half the rated duty cycle of the power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.5 OUTPUT RATINGS OF CONSTANT CURRENT NEMA CLASS II ARC WELDING POWER SOURCES

5.5.1 General

Constant current (See 1.2) NEMA Class II arc welding power sources having a duty cycle rating of 30, 40, or 50 percent shall have an output rating in load amperes and load volts in accordance with Column 1 of Tables 5-3 or 5-4. They shall be capable of providing the load amperes at the load volts for the minimum and maximum output settings associated with the rated load amperes and load volts given in Column 1 of Tables 5-3 or 5-4. See notes B and C of Table 5-4 when:

1. The welding terminals are connected to a resistance load having a power factor of 0.99 or higher;
2. A generator type power source is operated at rated load speed;
3. Rated input voltage at rated frequency is applied to the power source; and
4. The temperature rise specified in 5.9 is not exceeded.

For an arc welding power source having a dc output, the load amperes and load volts shall be expressed as average values. For an arc welding power source having an ac output, the load amperes and load volts shall be expressed as rms values.

5.5.2 AC or DC Arc Welding Power Sources

When the power source is operating at the maximum output setting shown in Column 3 of Table 5-3, the duty cycle shall be not less than one half the rated duty cycle of the power source.

5.5.3 AC/DC Arc Welding Power Sources

When the power source is operating at the maximum output setting shown in Column 3 of Table 5-4, the duty cycle for the dc output shall be the rated duty cycle of the power source and the duty cycle for the ac output shall be not less than one half the rated duty cycle of the power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.6 OUTPUT RATINGS OF CONSTANT CURRENT NEMA CLASS III ARC WELDING POWER SOURCES

Constant current (see 1.2) NEMA Class III arc welding power sources having a duty cycle rating of 20 percent shall have an output rating in load amperes and load volts in accordance with Column 1 of Table 5-5. They shall be capable of providing the amperes at the minimum and maximum output settings associated with the rated load amperes and rated load volts given in Column 1 of Table 5-5 when:

1. The welding terminals are connected to a resistance load having a power factor of 0.99 or higher;
2. A generator type power source is operated at rated load speed;
3. Rated input voltage at rated frequency is applied to the power source; and
4. The temperature rise in 5.9 is not exceeded.

For an arc welding power source having a dc output, the load amperes and load volts shall be expressed as average values. For an arc welding power source having

**Table 5-4
CONSTANT CURRENT, AC/DC NEMA CLASS II ARC WELDING POWER SOURCES**

Column 1		Column 2		Column 3			
Rated Output(a)		Minimum Output Setting(b)		Maximum Output Setting(c)			
AC/DC		AC/DC		AC		DC	
Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)	Load Amperes at	Load Volts ^(d)
150	26	30	21	165	27	150	26
175	27	35	21	193	28	175	27
200	28	40	22	220	29	200	28
225	29	45	22	248	30	225	29
250	30	50	22	275	31	250	30
300	32	60	22	330	33	300	32
350	34	70	23	385	36	350	34

^(a)These tables list the preferred values of load ampere ratings. Other rated load currents shall be permitted to be used as follows: For less than 150 amperes, the load current may be in steps of 25 amperes; for more than 350 amperes, the load current may be in steps of 50 amperes. In such cases, the values for the minimum output current shall be 20% of rated load amperes and for Maximum output shall be 110% of rated load amperes except that for power sources covered by Table 5-4, the dc maximum output current shall be 100% of rated load amperes. The load volts in each case shall be determined by the equation in the above asterisk note.

^(b)Load amperes or load volts, or both, shall be permitted to be less than but they shall not be more than the values listed in the table.

^(c)Load amperes or load volts, or both, shall be permitted to be more than but they shall not be less than the values listed in the table.

^(d)These load voltages are based upon the equation $E = 20 + 0.041I$, where E is the load voltage and I is the load amperes.

**Table 5-5
CONSTANT CURRENT, NEMA CLASS III ARC WELDING POWER SOURCES**

Column 1		Column 2		Column 3
Rated Output ^(c)		Minimum Output Setting ^(d)		Maximum Output Setting ^(c)
Load Amperes at	Load Volts	Load Amperes at	Load Volts	
180 through 230 ^(a)	25	Multiply rated load amperes by $\frac{1}{6}$ ^(b)	20	Same as rated output given in Column 1
235 through 295 ^(a)	30	Multiply rated load amperes by $\frac{1}{6}$ ^(b)	22	Same as rated output given in Column 1

^(a) Expressed in multiples of 5.

^(b) If the number is not a multiple of 5, raise the number to the next multiple of 5.

^(c) The measured load amperes at rated load volts shall be not less than 95 percent of the rated load amperes shown on the nameplate.

^(d) Load amperes, load volts or both, shall be permitted to be less than, but they shall not be more than, the values listed in the table.

an ac output, the load amperes and load volts shall be expressed as rms values.

For arc welding power sources having an ac output only or a dc output only, the values given in Table 5-5 apply. For arc welding power sources having an ac/dc output, the values given in Table 5-5 apply for the ac output; the dc output shall be not less than 80 percent of the ac output set forth in Column 1 of Table 5-5, while the values in Column 2 of Table 5-5 apply directly to the dc output.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.7 OUTPUT RATINGS OF CONSTANT VOLTAGE, NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCES

Constant voltage (see 1.2) NEMA Class I (see 1.2) arc welding power sources having a duty cycle rating of 60, 80, or 100 percent shall have an output rating in load amperes and load volts in accordance with Table 5-6 when:

1. The welding terminals are connected to a resistance load having a power factor of 0.99 or higher;

2. A generator type power source is operated at rated load speed;
3. Rated-input voltage at rated frequency is applied to the power source;
4. The temperature rise in 5.9 is not exceeded.

For an arc welding power source having a dc output, the load amperes and load volts shall be expressed as average values. For an arc welding power source having an ac output, the load amperes and load volts shall be expressed as rms values.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.8 NO LOAD OPERATION

Arc welding power sources shall be capable of operating continuously at no load at any output setting without exceeding the temperature rises specified in 5.9.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.9 TEMPERATURE RISE

When an arc welding power source, is operated at rated load speed or with rated input voltage at rated frequency applied, is connected to a resistance load (0.99 power factor or higher), and is operated:

**Table 5-6
CONSTANT VOLTAGE, AC OR DC NEMA CLASS I ARC WELDING POWER SOURCES**

Column 1		Column 2	
Rated Output ^{(a)(b)}		Minimum Output Setting ^{(c)(d)}	
Load Amperes at	Load Volts ^(e)	Load Amperes at	Load Volts ^(f)
200	28	50	14
250	30	62	15
300	32	75	15
400	36	100	16
500	40	125	17
600	44	180	19
800	44	240	22
1000	44	300	24
1200	44	360	24
1500	44	450	24

^(a) Maximum amperes, maximum load volts, or both, shall be permitted to be more than the values listed in the table.

^(b) This table lists the preferred values of load ampere ratings. Other rated load currents shall be permitted to be used as follows: for less than 500 amperes, the load current shall be permitted to be in steps of 25 amperes; for more than 500 amperes, the load current shall be permitted to be in steps of 50 amperes. For load volts see note (e). For minimum load current and voltage see note (d).

^(c) Load amperes, load volts, or both, shall be permitted to be less than, but they shall not be more than, the values listed in the table.

^(d) For the load currents described in note (b), the minimum output current shall be 25 percent of the rated load current for power sources rated 550 amperes and less and 30 percent of rated load current for power sources rated more than 550 amperes. For minimum load volts, see note (f).

^(e) Load voltages are based upon the equation $E = 20 + 0.04I$ where E is the load voltage and I is the load current, but in no case shall exceed 44 volts.

^(f) Load voltages are based upon the equation $E = 20 + 0.04I$ where E is the load voltage and I is the load current, but in no case shall exceed 24 volts.

- a. At rated load current(s) and load voltage(s) (See 6.1) at rated duty cycle and;
- b. At the maximum output setting(s) at the specified duty cycle until constant temperatures are attained, the temperature rise of the various parts shall not exceed the values given in Tables 5-7 and 5-8. Auxiliary power supplies intended to be used while welding shall be loaded to their rating.

In the case of power sources with output regulating taps in either the input circuit, the output circuit, or both, the temperature shall be measured with tap selections that will produce the highest temperatures at rated output or below.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.10 NAMEPLATE MARKING

The following minimum information, where applicable, shall be given on the nameplate(s) of an arc welding power source.

1. Manufacturer's type designation and/or identification number;
2. "NEMA EW 1";
3. Maximum open circuit voltage (see 5.3);
When a power source has an open circuit voltage in accordance with 5.3.2, a cautionary statement shall be provided indicating that the power source is not intended for manual or semiautomatic arc welding.
4. Rated load volts;
5. Rated load amperes;
6. Duty cycle at rated load;
7. Maximum rated speed of generator in rpm at no load;
8. Rated frequency(s) of power supply;
9. Number of phases of power supply;
10. Rated input voltage(s) of power supply;

Table 5-7
MAXIMUM TEMPERATURE RISE FOR DC GENERATOR, AC GENERATOR-RECTIFIER AND AC GENERATOR ARC WELDING POWER SOURCES

	Temperature Rise							
	DC Prime Mover Motors, DC Generators and Exciters				AC Generators, AC Generator-Rectifiers and Prime Mover Motors			
	Class of Insulation Systems				Class of Insulation Systems			
	105	130	155	180	105	130	155	180
1. Armature windings, multilayer field windings, and all windings other than those covered in item 2 ^(a)								
By thermometer method ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	—	—	—	—
By resistance method	60°C	85°C	110°C	135°C	60°C	85°C	110°C	135°C
2. Single layer windings consisting of exposed uninsulated or film-coated conductors ^(a)								
By thermometer method ^(b)	60°C	85°C	105°C	130°C	—	—	—	—
By resistance method	65°C	90°C	115°C	140°C	—	—	—	—
3. Cores and mechanical parts in contact or adjacent to insulation — by thermometer method ^(b)	50°C	70°C	90°C	110°C	50°C	70°C	90°C	110°C
4. Commutators — by thermometer method ^(b)	65°C	85°C	85°C	85°C	—	—	—	—
5. All parts other than those whose temperatures affect the temperature of the insulating material shall be permitted to attain such temperatures as will not injure the power source of its component parts in any respect.								
6. Squirrel cage rotors shall not attain such temperatures as will cause mechanical injury to the power source.								
7. For the temperatures of welding leads and welding terminals, see 4.6.								

^(a)Where two methods of temperature measurement are listed, a temperature rise within the values listed in Table 5-7, measured by either method, demonstrates conformity with this standard.

^(b)A thermocouple shall be permitted to be substituted for a thermometer where applicable. For test procedures, see Section 6. For the description of classes of insulation systems, see 4.9.

11. RMS value(s) of the input current(s) amperes at rated load output (see 5.1);
12. Prime mover speed in rpm at no load if different from 5.10.7; and,
13. Power factor value as required in 5.2.

NEMA Standard 11-17-1988.

Table 5-8
MAXIMUM TEMPERATURE RISE FOR AC TRANSFORMER, DC TRANSFORMER-RECTIFIER
AND AC OR DC TRANSFORMER-RECTIFIER ARC WELDING POWER SOURCES

Method of Temperature Determination ^(a)	Temperature Rise					
	Class of Insulation System					
	105	130	155	180	200	220
Resistance	70°C	90°C	115°C	135°C	155°C	170°C
Applied Thermocouple	80°C	100°C	125°C	150°C	170°C	190°C

Metallic parts in contact with any kind of insulation shall not attain a temperature in excess of that allowed for the adjacent insulation.

For the temperatures of welding leads and welding terminals, see 4.6.

All parts other than those whose temperatures affect the temperature of the insulating material shall be permitted to attain such temperatures as will not injure the power source, or its component parts, in any respect.

^(a) A temperature rise within the values listed in Table 5-8, measured by either method, demonstrates conformity with this standard. For coils, transformer windings, and reactors, the resistance method of temperature determination is preferred.

For the description of classes of insulation systems, see 4.9.

For test procedures, see Section 6.

Section 6 TEMPERATURE TESTS

6.1 TESTING PROCEDURES FOR ARC WELDING POWER SOURCES

When power sources are tested for temperature rise in accordance with 5.9, the load current and load voltage shall be simultaneously maintained except that in the case of NEMA Class III power sources, the load voltage need not be maintained. The load voltage shall be measured at the welding terminals of the arc welding power source.

For arc welding sources having a duty cycle rating less than 100 percent, the test shall be conducted by starting and stopping the welding circuit in the manner in which the power source is designed to be used. All temperatures shall be measured at the end of the load time of the last cycle after constant temperatures are attained.

NEMA Standard 11-17-1988.

6.2 THERMOMETER METHOD OF TEMPERATURE DETERMINATION

6.2.1 Definition

The thermometer method consists of determining temperature by mercury or spirit thermometers or other suitable temperature measuring instruments* that shall be applied to the hottest parts accessible to ordinary mercury thermometers without alteration of the structure.

NEMA Standard 1-11-1983.

*When the thermometer method of temperature determination is called for, it is intended that the temperature measuring instrument used shall indicate substantially the same temperature as would be obtained by a liquid in glass thermometer in the same location.

6.2.2 Measurement

When temperature measurements of motor generator and engine generator arc welding power sources are made by the thermometer method, the tests shall be made, except as indicated in 6.1, 6.8, and 6.9, in accordance with the latest revision of the following applicable test codes:

1. *Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*, IEEE Publication No. 112.
2. *Guide on Test Procedures for DC Machines*, IEEE Publication No. 113.

NEMA Standard 11-17-1988.

6.3 RESISTANCE METHOD OF TEMPERATURE DETERMINATION

6.3.1 Definition

The resistance method consists of determining temperature by comparison of the resistance of a wind-

ing at the temperature to be determined with the resistance at a known temperature.

NEMA Standard 1-11-1983.

6.3.2 Measurement

When temperature measurements of arc welding power sources are made by the resistance method, the tests shall be made, except as indicated in 6.1, 6.8, and 6.9, in accordance with the following applicable test codes:

1. *Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*, IEEE Publication No. 112.
2. *Distribution Power, and Regulating Transformers, Test Code for Liquid Immersed*, ANSI/IEEE Publication No. C57.12.90.

6.3.3 Determination of Average Measured Temperature by the Resistance Method

The average measured temperature of either a copper or aluminum winding shall be determined by the following equation:

$$t_h = \frac{R_h}{R_c} (K + t_c) - K$$

Where:

t_h = temperature of winding in degrees celsius when R_h was measured

t_c = temperature of winding in degrees celsius when R_c was measured

R_h = hot resistance, ohms

R_c = cold resistance, ohms

K = for copper = 234.5

for aluminum = 225

NEMA Standard 1-11-1983.

6.4 APPLIED THERMOCOUPLE METHOD OF TEMPERATURE DETERMINATION

6.4.1 Definition

The applied thermocouple method consists of determining temperature by thermocouples or other suitable temperature measuring instruments of comparable size applied to the hottest parts accessible to thermocouples in locations that are normally inaccessible to liquid in glass thermometers.

NEMA Standard 1-11-1983.

Depending upon the thickness of the insulation separating them from current carrying conductors, thermocouples may give readings comparable to those obtained by the resistance method or may give the considerably lower readings characteristic of the ther-

mometer method. Accordingly, in the measurement of winding temperatures by the use of thermocouples, the method will be defined as the "applied thermocouple method" only if the thermocouples are applied directly to the conductors or are separated from the metallic circuit only by the integrally applied insulation of the conductor itself.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

6.4.2 Measurement

When temperature measurements of arc welding power sources are made by the applied thermocouple method, the tests shall be made, except as indicated in 6.1, 6.8, and 6.9, in accordance with ANSI/IEEE Publication No. C57.12.90.

NEMA Standard 1-11-1983.

6.5 DETERMINATION OF AMBIENT TEMPERATURE

When temperature measurements are made, the ambient temperature shall be determined by at least three thermocouples, or thermometers, spaced uniformly around the arc welding power source under test. They shall be located at approximately one half the height of the power source and at a distance of 3 to 6 feet (1 to 2 meters) from the power source and shall be protected from drafts and abnormal heating.

NEMA Standard 1-11-1983.

6.6 COOLING AIR TEMPERATURE DURING TESTS

Temperature tests shall be made at any cooling air temperature, preferably not below 10°C. It shall be assumed that the temperature rise is the same for all cooling air temperatures between the limits of 10°C and 40°C.

NEMA Standard 1-11-1983.

6.7 OMISSION OF TEMPERATURE TEST ON DUPLICATE APPARATUS

A temperature test shall not be required when a record of test made on a duplicate unit in accordance with these standards can be furnished.

NEMA Standard 2-3-1936.

6.8 CORRECTION OF TEMPERATURE TO TIME OF SHUTDOWN

Whenever a sufficient time has elapsed between the instant of shutdown and the time of final temperature measurement to permit the temperature to fall, suitable corrections shall be applied so as to obtain as nearly as practicable the temperature at the instant of shutdown. One acceptable method to determine approximate temperature at the instant of shutdown is by plotting a curve, with temperature readings as ordinate and time as abscissa, and extrapolating back to the instant of shutdown.

In cases where successive measurements show increasing temperatures after shutdown, the highest value shall be taken.

NEMA Standard 1-11-83.

6.9 STOPPING GENERATOR-TYPE POWER SOURCES FOR TEMPERATURE TESTS

Precautions shall be taken to shorten the stopping period of generator-type arc welding power sources and to maintain the temperature during the stopping period. It is recommended that means be used to limit the stopping and measuring period to a value not exceeding that specified for the given rating as follows: (This sentence has been approved as Authorized Engineering Information.)

Up to and including 50 kilowatts—3 minutes

Above 50 kilowatts and including 200 kilowatts—5 minutes

NEMA Standard 11-17-1988.

Section 7 HIGH POTENTIAL TESTS

7.1 HIGH POTENTIAL TESTS

At the time of manufacture, each new and completely assembled arc welding power source shall be capable of passing the high potential test described in this Section.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.2 TEST VOLTAGE

The ac rms test voltage for all arc welding power sources shall be 1000 volts plus twice the rated voltage of the circuit under test except for the alternative voltages specified for production line testing in 7.7. The frequency of all test voltages shall be 50 to 60 hertz, and the wave shape shall be essentially sinusoidal.

Repeated application of the high potential test voltage is not recommended. (This sentence is approved as Authorized Engineering Information.) If it becomes necessary to subject the arc welding power source to a subsequent high potential test, the test voltage shall be 85 percent of the appropriate test voltage applicable to the circuit under test.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.3 DURATION OF APPLICATION OF TEST VOLTAGE

The test voltage for arc welding power sources shall be applied continuously for a period of 1 minute except for the alternative time periods specified for production line testing.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.4 POINTS OF APPLICATION OF TEST VOLTAGE

Except for the production line testing specified in 7.7.2, the test voltage shall be successively applied between the input circuit of the arc welding power source and the metal frame and case; between the output circuit and the metal frame and case; and between other circuits such as control or auxiliary circuits and the metallic frame and case. All windings and circuits not under test and the core and other noncurrent carrying parts shall be connected to the metallic frame and case. Any electrical circuit that is isolated from the high potential test voltage by a switch, relay, or contactor shall be tested separately, or the switch, relay, or contactor shall be closed.

Alternatively, all circuits shall be tested by successively applying the test voltage directly between any two circuits and between any circuit and the metallic frame and case.

For purposes of high potential testing, an electric circuit consists of all windings and other live parts that

are conductively connected to each power input terminal, to each output terminal of the welding power source, or to each terminal of any auxiliary or control receptacle or terminal. See 7.6.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.5 TEMPERATURE AT WHICH HIGH POTENTIAL TESTS ARE TO BE MADE

High potential tests shall be made at room temperature or at any higher temperature attained during testing up to rated load operating temperature of the arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.6 HIGH POTENTIAL TEST PROCEDURE FOR COMPONENTS AND ACCESSORIES

Except for the production line testing specified in 7.7.2, devices that do not fall within the scope of this publication but for which there are standards for high potential tests, such as meters, rectifiers, capacitors, lamp holders, switches, fractional horsepower motors, electronic equipment, ground detectors, etc., and that require lower test voltages than those called for in this publication, shall be grounded, short circuited or disconnected before the high potential tests are made on the arc welding power source.

NEMA Standard 1-11-1983.

7.7 PRODUCTION LINE HIGH POTENTIAL TESTING

One of the two tests specified in 7.7.1 and 7.7.2 shall be used in production line testing as an alternative to the 1 minute high potential test specified in 7.2, 7.3, and 7.4.

7.7.1 Arc welding power sources for which the test voltage is 2,500 volts or less shall be tested in accordance with 7.2 through 7.6 except that the test voltage shall be 1.2 times the one minute test voltage and the test time reduced to one second.

7.7.2 For this alternative test all of the following tests shall be made:

1. Prior to final assembly in the power source, components such as transformers, reactors (including saturable), magnetic amplifiers, motors, rectifier assemblies, and any other devices that are intended to be electrically connected to the input power supply manufactured inhouse shall be tested in accordance with 7.2 and 7.3. Application of the test voltage to such a device shall be be-

- tween its input connected parts and its metal frame or mounting bracket parts.
2. Internally connected circuits that are not accessible during usual operation need not be tested; however, if such circuits derive their power from transformers connected to the input power supply, these transformers shall be tested in accordance with 7.7.2.1.

3. The completely assembled power source shall be tested at 1000 volts for 1 minute or 1200 volts for 1 second in accordance with 7.2 through 7.5.

NEMA Standard 1-11-1983.

During the test, circuitry employing solid state components or other electronic circuits may be electrically bypassed or disconnected to minimize the likelihood of damage to these components.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

Section 8 EFFICIENCY AND POWER FACTOR

8.1 METHOD OF DETERMINING EFFICIENCY AND POWER FACTOR

8.1.1 Conditions for Test

1. *Input*

The efficiency and input power factor of an arc welding power source shall be determined at rated input voltage, at rated frequency, and at measured input current.

2. *Output*

Efficiency and input power factor shall be determined at rated output when the power source is connected to a resistance load having a power factor of 0.99 or higher.

3. *Temperature*

The efficiency and input power factor shall be measured just prior to the conclusion of the temperature test.

4. *Miscellaneous Losses*

The power consumed by resistors, reactors, stabilizers, ventilating blowers, field and control rheostats,

and other components, including separately excited fields and control windings, performing an essential function in the operation of the arc welding power source and included as an integral part of the power source shall be included in the determination of the efficiency and input power factor.

NEMA Standard 1-11-1983.

8.1.2 Efficiency

The efficiency of an arc welding power source shall be determined from simultaneous measurements of input power and output power.

NEMA Standard 1-11-1983.

8.1.3 Input Power Factor

The input power factor of an arc welding power source shall be determined from simultaneous measurements of input current, rated input voltage, and watts. Alternatively, a power factor meter shall be used.

NEMA Standard 1-11-1983.

Section 9 POWER SOURCES TO BE USED WITH GAS TUNGSTEN ARC WELDING

9.1 GENERAL

Special consideration shall be given when an arc welding power source is rated for use with the gas tungsten, arc welding process.

The provisions of this section shall be in addition to and not in place of the provisions of Sections 1 through 8 and Section 10, except as noted herein.

NEMA Standard 9-15-1983.

9.2 DEFINITIONS

9.2.1 Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

An arc welding process that produces coalescence of metals by heating them with an arc between a tungsten (nonconsumable) electrode and the work. Shielding is obtained from a gas or gas mixture. Pressure may or may not be used and filler metal may or may not be used.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

9.2.2 Shielding Gas

Shielding gas is a protective gas used to prevent atmospheric contamination of the weld.

NEMA Standard 9-15-1983.

9.3 VOLT AMPERE RELATIONSHIP FOR GTAW

For the purposes of this section, the relationship between output voltage (E) and output current (I) shall be given by the equation:

$$E(\text{GTAW}) = 13 + 0.12I$$

NEMA Standard 9-15-1983.

9.4 CATEGORIES OF GTAW POWER SOURCES

9.4.1 GTAW power sources shall be categorized by one of the following:

- a. DC
- b. AC
- c. AC/DC

NEMA Standard 9-15-1983.

In some cases, power sources conforming to these standards may be equipped to produce pulsed current output. When providing pulsed current output, the power source rating may be affected and the manufacturer's recommendations should be consulted.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

9.4.2 DC Power Sources

The rating and performance for a GTAW dc power source shall be determined in accordance with Section 5. *EXCEPTION:* Control transformers having isolated windings that provide operating voltage for the primary supply interrupting device are not covered by this paragraph.

When the minimum load current, welding current ranges, and dial calibration currents are given for GTAW, the load current/load voltage relationship shall be in accordance with the equation given in 9.3.

NEMA Standard 11-17-1988.

9.4.3 AC Power Sources

The rating and performance for a GTAW ac power source shall be determined in accordance with EW1, Part 5 except as follows:

- a. The maximum and rated output values that are specifically for GTAW values shall be determined in accordance with the equation given in 9.3.
- b. The welding terminals are connected to a resistance load having power factor of 0.99 or higher. Additionally, the load shall have a partial rectifying characteristic such that when the electrode terminal is negative with respect to the work terminal, the half cycle voltage shall be 16 volts plus or minus 0.5 volts less than the voltage when the electrode terminal is positive.

NEMA Standard 9-15-1983.

When the minimum load current, welding current ranges, and dial calibration currents are given for GTAW, the load current/load voltage relationship shall be in accordance with the equation given in 9.3.

NEMA Standard 9-15-1983.

Difference in emission characteristics between the electrode and the work may cause a voltage unbalance to occur across the arc. The voltage required to cause electron flow from the electrode to the work is less than the voltage required to cause electron flow from the work to the electrode. Unless means are incorporated to prevent it, this unbalance of voltage will cause current unbalance called a dc component. The dc component

current may have an adverse effect on the operation and ratings of an ac arc welding power source.

AC GTAW should be carried out only on power sources specifically designed or recommended by the manufacturer for this purpose.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

9.4.4 AC/DC Power Sources

AC/DC GTAW power sources shall conform to 9.4.2 when furnishing dc to a load and 9.4.3 when furnishing ac to a load.

NEMA Standard 9-15-1983.

9.5 NAMEPLATE MARKING

Power sources specified for use on ac GTAW shall require nameplate markings of reduced duty cycle and output current rating in addition to those given in 5.10, unless the power source has the same output ratings as for dc GTAW. The appropriate additional nameplate markings shall be:

1. "GTAW (rated load amperes)"; or,
2. "GTAW (duty cycle at rated load)."

NEMA Standard 9-15-1983.

Section 10 ARC WELDING POWER SOURCES WITH HIGH FREQUENCY ARC STARTING AND/OR STABILIZING

10.1 GENERAL

The maximum open circuit voltage (OCV) given in 5.3 may not be sufficient for certain welding processes. A higher voltage may be required to maintain a stable arc, which is especially true for the ac GTAW welding processes.

Many processes use open circuit voltages sufficient to spark from the electrode to the work without making an intimate contact. In processes like the GTAW process, it may take several thousand volts to cause an electrical spark to jump this gap between the electrode and the work creating an initial path of ionization that the arc current can follow. In the submerged arc welding process, granules of flux often get between the electrode and the work piece making starting of the arc difficult at normal open circuit voltage.

Thus arc stabilizing and starting may require open circuit voltages greater than the maximum values of 5.3. In order to provide these higher voltages, it is common practice to superimpose a high open circuit voltage on the output of welding power sources by using high frequency techniques. The high frequency voltage is considered to be safer than the same voltage at line frequency or dc.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.2 DEFINITIONS

10.2.1 Conduction

Conduction is the transmission of HF energy via an electrical conductor or conducting medium. Examples would be wires, pipes, conduits, telephone lines, building beams, guy wires, reinforcement rods, conducting liquids, and such.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.2.2 High Frequency (HF)

HF is radio frequency energy, either continuous or pulsed, used to start or stabilize a welding arc.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.2.3 High Frequency Stabilized Arc Welding (HFSAW)

HFSAW is any of the arc welding processes utilizing HF.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.2.4 Interference

Interference is the unwanted and problematic reception of HF energy.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.2.5 Radiation

Radiation is the transmission of HF energy through space.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.2.6 Welding Zone

The welding zone is the space within 50 feet (15 m) in all directions from the midpoint between the power source, and welding arc.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.3 HF CLASSIFICATION

10.3.1 HF as an Integral Part (HFPS)

When the HF is supplied as an integral part of the power source, the manufacturer shall furnish operation and installation instructions as necessary to minimize radiation and thus minimize possible radio frequency interference.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.3.2 HF Supplied as a Separate Unit (HFAU)

When HF units are supplied for attachment to power sources in general, the manufacturer of the HF unit shall supply operation and installation instructions as necessary to minimize radiation and thus minimize possible radio frequency interference, plus precautionary information regarding possible malfunctioning or overheating of the power source.

NEMA Standard 9-15-1983.

HF attachments are to be used only on those power sources specified by the power source manufacturer.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.3.3 Enclosure (HFPS or HFAU)

The enclosure of the HFPS or HFAU shall be metallic or metalized plastic of such nature as to provide a shield that can be grounded.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.4 RADIO FREQUENCY RADIATION

10.4.1 General

Installations using HF either as an integral part of the power source or as an attachment unit will produce some high frequency radiation. Such radiation, if the signal strength is sufficient at the receiving device, can cause an inconvenience or disruption in communications or can cause malfunction in sensitive electronic controls and systems. To minimize these problems,

radiation should be held to a minimum. This is best accomplished by following the manufacturer's operation and installation procedures.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.4.2 Direct Radiation from the Power Source or HF Attachment Unit (HFAU)

Direct radiation is that radiation emanating directly from the power source or attachment unit. Radiation from power line and welding circuit attachments is not considered to be direct radiation from the power source or attachment unit.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.4.3 Direct Radiation From the Welding Circuit

Any attachment to the output terminals of the high frequency source is capable of acting as an antenna and transmitting radiation. Attachments include leads, torches, worktables, and such, either necessary or unnecessary. Since direct radiation from the welding circuit is the major source of radiation, it is important to keep attachments to a minimum.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.4.4 Conduction and Radiation from the Power Line

Most power lines are capable of conducting high frequency energy which may cause interference directly or by radiation from these power lines. Most conducted power line radiation comes from direct radiation picked up by the power lines and reradiated. Normally such interference is small when compared to that caused by radiation from the welding leads.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.4.5 Reradiation

Radiation from the welding circuit can be picked up by ungrounded metal objects or unshielded wiring in the immediate vicinity, conducted some distance, and reradiated. This can be a troublesome source of interference.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.5 GENERAL PRINCIPLES FOR INSTALLATION OF HIGH FREQUENCY STABILIZED ARC WELDING INSTALLATIONS

10.5.1 Primary Power Supply

The HFAU or HFPS should be connected to the primary power supply in accordance with the manufacturer's instructions.

Unless the HFAU or HFPS is supplied with a flexible cord for connection to the primary power supply, the primary power supply conductors located within the welding zone should be completely enclosed in solid

metallic conduit or in "equivalent shielding." Shielding should be electrically continuous throughout its length. The shielding is to be connected to the enclosure of the HFAU or HFPS so that good electrical contact is provided between the shielding and the enclosure.

When an HFAU or HFPS is furnished with an attached flexible power cord for connection to the primary power supply, additional shielding of this cord is not normally required. The primary power supply conductors should be shielded in accordance with the above paragraph up to the point of connection of the flexible power cord. The grounding conductor of the flexible cord should be used to provide a good electrical connection between the primary power supply conductor shielding and the HFPS welding enclosure. In case of an HFAU, it may be necessary to shield the existing flexible power cord connected to the power source or to replace it with primary supply conductors completely enclosed in solid metallic conduit or equivalent shielding. Consult manufacturer's instructions for both power source and HFAU installation.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.5.2 Access Doors and Covers

When the HFAU or HFPS is in operation, all access doors and covers should be closed and properly fastened. Except for those changes and adjustments covered in the manufacturer's instructions, units should not be altered in any way.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.5.3 Shielding of Miscellaneous Wiring in the Welding Zone

The connection of the ground to the shielding of the miscellaneous wiring in the welding zone should be at the closest proximity to the midpoint between the welding terminals and the arc. Conduit sections should be electrically bonded together.

Ungrounded metallic conductors in the welding zone can act as antennae that will pick up, conduct, and reradiate the HF energy transmitted by the welding circuit. Therefore, no unshielded miscellaneous conductors should be located within the welding zone. This means that all lighting, power, telephone, communication, and other conductors within the welding zone should be enclosed in welding grounded rigid metallic conduit, copper braid, or some other material having an equivalent shielding efficiency. Ordinary flexible helically wrapped metallic conduit is generally not suitable.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.5.4 Miscellaneous Conducting Materials in the Welding Zone

Miscellaneous conducting materials should not be located in the welding zone. Such materials that cannot be excluded should be grounded.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

10.5.5 Welding Circuit

The welding leads should be kept as short as possible and should not exceed 25 feet (7.6 m) in length. These leads should be positioned close together and should be kept as close to the ground or floor as possible. The use of unnecessary attachments, such as spare or auxiliary torches, electrode holders and such, in the welding circuit should not be allowed.

The magnitude of the HF energy transmitted as well as the frequency spectrum of such transmission may be altered substantially by changing the lengths or position of the welding leads.

Authorized Engineering Information 11-17-1988.

10.5.6 Grounding of the Welding Circuit

The most important ground connection is usually the one that is attached to the work terminal of an HFPS or the work connection of an HFAU. Therefore, unless otherwise specified by the manufacturer, the user should provide this ground connection according to ANSI Z49.1 as follows:

- a. An impedance of not more than two ohms at the fundamental frequency and through the tenth harmonic of the fundamental frequency should be connected between the work terminal or connection and the enclosure of the HFAU or HFPS.
- b. Further, the enclosure should be connected to a driven ground rod or to a metal water pipe either of which should enter the earth within 10 feet (3 m) of the power supply case.
- c. All electrical connections should be made with clean bright metal surfaces.

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

10.5.7 Metal Buildings

Locating an HFSAW installation within an electrically bonded and grounded metal building can be an effective means of reducing HF radiation. It is recommended that, wherever possible, HFSAW installations be made in such places.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6 CERTIFICATION OF HFSAW INSTALLATIONS

10.6.1 Introduction

The *Code of Federal Regulations*, Title 47 "Telecommunications," Part 18 requires all high frequency stabilized arc welding installations to have certification.

Certification can be based on manufacturer's prototype tests when equipment is installed in accordance with the manufacturer's instructions, or by actual on-site measurements.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6.2 On-site Certification

On-site testing for certification is the measurement of HF radiation as installed and operated on the user's premises. Users with a large number of machines may choose this method as the easiest and most expedient because there are no specific installation requirements other than those concerned with safe practices in the work place and any that might be necessary to obtain satisfactory measurements.

Procedures for certification based on-site measurements are given in FCC rules and regulations.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6.3 Prototype Certification

As an alternative to on-site certification, prototype certification may be chosen. This means that certification of an installation is based on the manufacturer's prototype tests. To certify an installation by the prototype procedure, the manufacturer conducts tests described in 10.6.4. Based on these test results, the manufacturer provides instructions for the HFSAW installation and operation. When the HFSAW installation is as specified by the manufacturer and the equipment is being operated in accordance with the manufacturer's instructions, the user so stipulates by signing a certification form provided by the manufacturer. The term "user" means a person having overall responsibility for the installation and operation of the equipment. For example, this person may be a company officer, superintendent, or general foreman.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6.4 Test Procedure for Prototype Certification

10.6.4.1 MEASUREMENT OF FIELD STRENGTH

Measurement to determine the field strength of HF radiation that is generated by a HFSAW installation shall be made in accordance with the *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 18* and American National Standard Institute (ANSI), *Methods of Measurement of Radio Emission from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the range of 10KHz to 1GHz*, ANSI Publication No. C63.4 utilizing the test setup described in 10.6.4.4.

NEMA Standard 9-15-1983.

*Office of Information and Regulatory Affairs, Management and Budget, Old Executive Office Building, Washington, D.C. 20503, 202-395-3000. Attention: Desk Officer for Federal Communications Commission.

10.6.4.2 MEASURING INSTRUMENT

Broad band emissions from the HFSAW installation shall be measured by an instrument having performance characteristics that are similar to those given in the American National Standard, *Standard or Instrumentation—Electromagnetic Noise and Field-Strength, 10KHz to 406Hz—Specification*, ANSI Publications No. C63.2.

Quasi-peak values of field strength shall be measured and used to determine the conformity with Part 18 of the Federal Communications Commission's Rules and Regulations.

A suitable loop antenna shall be used. The height of this antenna shall not exceed 12 feet (3.7 m) above the immediate terrain as measured to the center of the antenna.

NEMA Standard 9-15-1983.

Instruments that do not have the characteristics described in this Section may be used provided that a suitable correlation factor is used to adjust the field strength readings to values that would be obtained with an instrument having the specified characteristics. The derivation of this correlation factor may be explained in detail.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6.4.3 MEASURING PROCEDURES

Measurement shall be made with the HFAU or HFPS "ON" while welding or while not welding, whichever condition yields the higher radiation. The "welding condition" means that the welding leads shall terminate in an actual arc or a load with a low HF impedance. The "not welding condition" means that the welding leads shall terminate in an open circuit. The presence of current other than that produced by the high frequency arc stabilizer is not required.

To determine the radiation attenuation with respect to distance, additional measurements shall be made at a minimum of 200 feet (60.1 m) increments in a straight radial line out to 1,000 feet (305 m) or to the measurement limits of the instrument, whichever comes first. These are made over the same frequency range and using the loop antenna procedure and midpoint as above. The fundamental and significant harmonic peaks shall be recorded. A control that affects the intensity of the high frequency shall be set for maximum intensity. Spark gaps and other internal adjustments shall be set in accordance with the manufacturer's instructions.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.6.4.4 MANUFACTURER'S TEST INSTALLATION

1. Location

Tests shall be made in a level open field which shall be as free as possible of wire fences and other metallic objects.

2. Ground Plane

Measurements shall be made with the HFSAW installation operated on a continuous metal ground plane. This ground plane shall be of at least 0.025 inch (0.64 mm) thick copper or of at least 0.040 inch (1.02 mm) thick aluminum. The ground plane shall be at least 36 inches (91.4 mm) in width. If the equipment to be tested exceeds 36 in. (91.4 mm) in width, then a ground plane of at least equal width shall be used. The ground plane shall be of at least sufficient length to extend from the outer edge of the work table to the rear of the power source.

Minimum grounding for the ground plane shall be a copper clad steel rod at least 0.5 inch (12.7 mm) diameter located at the center of the ground plane width and at the rear of the power source. The rod shall be driven at least 8 feet (2.4 m) into the earth. The ground plane shall be bonded to this rod in accordance with good radio frequency bonding practice.

3. Work table

The work table shall be of steel and shall have the following approximate dimensions:

Length — 30 inches (762 mm)

Width — 30 inches (762 mm)

Height — 30 inches (762 mm)

A clamp shall be provided to hold the electrode holder or torch in position on the work. All four legs of the work table shall be suitably bonded to the ground plane. If a low HF impedance load is used, it shall be placed as close as practical to the point that would normally be the welding arc.

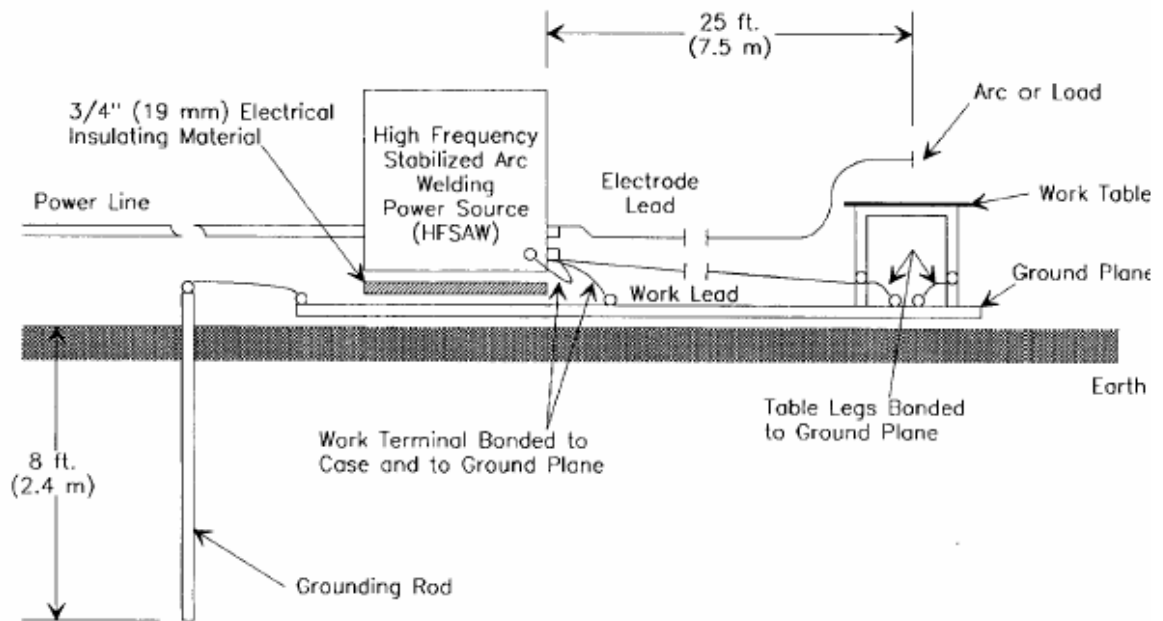
4. The HF equipment shall be positioned over the ground plane but separated from it by ap-

proximately 0.75 inch (19.0 mm) of electrical insulating material. The work terminal and the enclosure(s) shall be bonded to the ground plane (see 10.5).

5. Power shall be furnished to the equipment as specified in the manufacturer's instructions. When power cords are furnished, they shall be used. Safety grounds as found in normal power service shall also be attached.

Multiphase power sources shall be tested with power to all three phases or, alternately, with the power being supplied to the high frequency arc stabilizer only, provided that a low HF impedance load is used in accordance with 10.6.2.3.

6. The test setup is shown in Figure 10-1. The arc or load shall be located 25 feet (7.6 m) from the welding terminals of the HFPS or HFAU and shall be centered on the work table. Welding leads shall have an ampacity conforming to the rating of the



**Figure 10-1
TEST SETUP**

power source. They shall be as short as possible, positioned close together and lying on the ground plane.

NEMA Standard 9-15-1983.

10.6.5 Data Requirements and Limits

The data taken at 100 feet (30.5 m) shall be plotted or examined by any convenient or graphical method to determine the presence or absence of lobes. If the plot is basically circular—that is, not more than 6 db variation, then the radial measurement out to 1,000 feet (305 m) can be made in any convenient direction. If the 1,000 feet (305 m) radial series is taken where the variation is greater than 6 db from circular, the radial measurements must be made in the direction of the maximum lobe or the data corrected to correspond to a maximum lobe.

The 1,000 feet (305 m) radial data shall be examined and an extrapolation made either graphically or mathe-

matically to determine the radiation level that would exist at one mile. The limit of radiation shall be a maximum of 10 microvolts per meter at 1 mile.

NEMA Standard 9-15-1983.

A convenient way to make this determination is to use linear by three cycle log paper. Plot the measured db on the linear axis and the distance on the log axis starting at cycle 2 as 100 feet (30.5 m).

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

10.6.6 Interference

In the case of interference from an HF installation, it is the user's responsibility to confirm compliance with the *Code of Federal Regulations*, Title 47, Part 18 or to take such action as necessary to reduce or eliminate such interference to a point satisfactory to the parties involved.

Authorized Engineering Information 9-15-1983.

NEMA STANDARDIZATION

The purpose of NEMA Standards, their classification and status, are set forth in certain clauses of the NEMA *Standardization Policies and Procedures* manual and are referenced below.

Purpose of Standards

National Electrical Manufacturers Association standards are adopted in the public interest and are designed to eliminate misunderstandings between the manufacturer and the purchaser and to assist purchasers in selecting and obtaining the proper product for their particular needs. Existence of a National Electrical Manufacturers Association standard does not in any respect preclude any member or nonmember from manufacturing or selling products not conforming to the standard.

(Standardization Policies and Procedures, p. 1)

Definition of a Standard

A standard of the National Electrical Manufacturers Association defines a product, process, or procedure with reference to one or more of the following: nomenclature, composition, construction, dimensions, tolerances, safety, operating characteristics, performance, rating, testing, and the service for which they are designed.

(Standardization Policies and Procedures, p. 2)

Dimensions

Where dimensions are given for interchangeability purposes, alternate dimensions satisfying the other provisions of the Standards Publication may be capable of otherwise equivalent performance.

(Standardization Policies and Procedures, p.8)

Categories of Standards

National Electrical Manufacturers Association Standards are of two classes:

1. NEMA Standard, which relates to a product, process, or procedure commercially standardized and subject to repetitive manufacture, which standard has been approved by at least 90 percent of the members of the Subdivision eligible to vote thereon;
2. Suggested Standard for Future Design, which may not have been regularly applied to a commercial product, but which suggests a sound engineering approach to future development, which standard has been approved by at least two-thirds of the members of the Subdivision eligible to vote thereon.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Authorized Engineering Information

Authorized Engineering Information consists of explanatory data and other engineering information of an informative character not falling within the classification of NEMA Standard or Suggested Standard for Future Design, which standard has been approved by at least two-thirds of the members of the Subdivision eligible to vote on the standard.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Official Standards Proposal

An Official Standards Proposal is an official draft of a proposed standard which is formally recommended to an outside organization(s) for consideration, comment, and/or approval, and which has been approved by at least 90 percent of the members of the Subdivision eligible to vote thereon.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Identification of Status

Standards in NEMA Standards Publications are identified in the foreword or following each standard as "NEMA Standard" or "Suggested Standard for Future Design." These indicate the status of the standard. These words are followed by a date which indicates when the standard was adopted in its present form by the Association.

The material identified as "Authorized Engineering Information" and "Official Standards Proposal" is designated similarly.

**ARC WELDING SECTION
OF THE
NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION**

MEMBER COMPANIES

Alloy Rods Corporation
Hanover, PA 17331

Century Manufacturing Company
Minneapolis, MN 55431

C K Systematics, Inc.
Auburn, WA 98002

ESAB Welding Products, Inc.
Chicago, IL 60632

Hobart Brothers Company
Troy, OH 45373

Hypertherm, Incorporated
Hanover, NH 03755

The Lincoln Electric Company
Cleveland, OH 44117

L-TEC Welding & Cutting Systems
Florence, SC 29501

Miller Electric Mfg. Company
Appleton, WI 54912

National Standard Company
Niles, MI 49120

Pow Con Inc.
San Diego, CA 92126

Sandvik Steel Company
Welding and Wire Division
Scranton, PA 18501

Stoody Deloro Stellite, Inc.
St. Louis, MO 63105

Teledyne McKay
York, PA 17405-1509

Thermadyne Industries, Inc.
St. Louis, MO 63105

NEMA EW 3-1983 (R1989)

EW 3

SEMIAUTOMATIC WIRE FEED SYSTEMS FOR ARC WELDING

Revision No. 1—November 1991

Published by:

National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W., Suite 300
Washington, D.C. 20037

© 1988 by National Electrical Manufacturers Association

NOTICE AND DISCLAIMER

The information in this publication was considered technically sound by the consensus of persons engaged in the development and approval of the document at the time it was developed. Consensus does not necessarily mean that there is unanimous agreement among every person participating in the development of this document.

The National Electrical Manufacturers Association (NEMA) standards and guideline publications, of which the document contained herein is one, are developed through a voluntary consensus standards development process. This process brings together volunteers and/or seeks out the views of persons who have an interest in the topic covered by this publication. While NEMA administers the process and establishes rules to promote fairness in the development of consensus, it does not write the document and it does not independently test, evaluate, or verify the accuracy or completeness of any information or the soundness of any judgments contained in its standards and guideline publications.

NEMA disclaims liability for any personal injury, property, or other damages of any nature whatsoever, whether special, indirect, consequential, or compensatory, directly or indirectly resulting from the publication, use of, application, or reliance on this document. NEMA disclaims and makes no guaranty or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of any information published herein, and disclaims and makes no warranty that the information in this document will fulfill any of your particular purposes or needs. NEMA does not undertake to guarantee the performance of any individual manufacturer or seller's products or services by virtue of this standard or guide.

In publishing and making this document available, NEMA is not undertaking to render professional or other services for or on behalf of any person or entity, nor is NEMA undertaking to perform any duty owed by any person or entity to someone else. Anyone using this document should rely on his or her own independent judgment or, as appropriate, seek the advice of a competent professional in determining the exercise of reasonable care in any given circumstances. Information and other standards on the topic covered by this publication may be available from other sources, which the user may wish to consult for additional views or information not covered by this publication.

NEMA has no power, nor does it undertake to police or enforce compliance with the contents of this document. NEMA does not certify, test, or inspect products, designs, or installations for safety or health purposes. Any certification or other statement of compliance with any health or safety-related information in this document shall not be attributable to NEMA and is solely the responsibility of the certifier or maker of the statement.

TABLE OF CONTENTS

	FOREWORD	i
	SCOPE	ii
	PURPOSE	ii
Section 1	REFERENCED STANDARDS AND DEFINITIONS	
	Referenced Standards	1
	Definitions	2
Section 2	SERVICE CONDITIONS	
	General	4
	Usual Service Conditions	4
	Unusual Service Conditions	4
Section 3	MECHANICAL CONSTRUCTION REQUIREMENTS	
	Frames and Enclosures—General Strength Conditions	5
	Enclosure of Live Parts	5
	Openings in Enclosures	5
	Enclosure Construction	5
	Rotating Parts	6
	Filler Wire Supply	6
	Corrosion Protection	6
	Service Line Hoses	7
	Gun Assembly	7
	Water Cooling	7
	Drop Testing	7
Section 4	ELECTRICAL CONSTRUCTION REQUIREMENTS	
	Service Line Cords, Cables, and Connections	9
	Wire Feed Unit and Control	9
	Gun Assembly and Gun Cable Assembly	10
	High-Potential Test and Insulation Resistance	10
Section 5	RATING AND PERFORMANCE	
	Rating of Wire Feed System	12
	Performance	12
	Temperature Testing	12
	Other Performance Data	13
Section 6	MARKINGS	
	Wire Feeder Nameplate	14
	Gun Assembly and Gun Cable Assembly Nameplate	14
LIST OF TABLES		
	3-1 Thickness of Sheet Metal for Enclosures	7
	5-1 Maximum Temperatures of External Surfaces	12
LIST OF FIGURES		
	3-1 Probe	5
	3-2 Enclosure Opening	6
	3-3 Probe	6
	5-1 Part 1—Flux Cored Arc Welding without Gas	15
	5-1 Part 2—Flux Cored Arc Welding with CO ₂ Gas	16

5-2	Part 1— Gas Metal Arc Welding with CO ₂ Gas and Solid Electrode	17
5-2	Part 2— Gas Metal Arc Welding with Argon Gas and Solid Electrode	18
5-3	Gas Tungsten Arc Welding with Filler Wire	19

Foreword

This Standards Publication was developed by the NEMA Arc Welding Section and it includes requirements for construction, ratings, and performance applying to certain wire feed systems used in semiautomatic arc welding processes. These requirements are based upon sound engineering principles, research, and records of tests and field experience. Also involved is an appreciation of the problems of manufacture, installation, and use derived from consultation with and information obtained from manufacturers, users, and others having specialized experience.

Two 90-day public reviews for comments were solicited through the American Welding Society's *Welding Journal* and the NEMA Arc Welding Section canvass list in order to ensure that the views of interested parties in the public and private sector were given full consideration. Their comments and suggestions, prior to final NEMA approval, provided vital user and general interest input, and resulted in a number of substantive changes being made in this publication.

These standards will be reviewed periodically by the Arc Welding Section of NEMA for any changes which may be necessary to keep them up to date. As future major revisions to this publication are proposed, it is intended to offer the same or similar individuals a further opportunity to participate in the development of this publication. Proposed or recommended revisions should be submitted to:

Vice President, Engineering
National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W.
Washington, D.C. 20037

Scope

This Standards Publication applies to wire feed systems used in semiautomatic arc welding processes such as gas-metal arc welding, flux-cored arc welding with gas, flux-cored arc welding without gas, submerged arc welding, and gas-tungsten arc welding with the addition of filler wire.

The wire feed unit may be a stand-alone unit which may be connected to a separate arc welding power source or one where the arc welding power source and the wire feed unit are housed in a single enclosure. This publication does not apply to automatic arc welding systems or to gas-tungsten arc welding apparatus without the addition of filler wire.

Purpose

This NEMA Standards Publication is adopted in the public interest to provide a standard for performance and construction and in doing so to assist buyers in selecting and obtaining the proper product for their particular need.

Recommended safe practices and installation intended to prevent personal injury and property damage arising out of the use of this equipment are covered more completely in other related safety publications such as the manufacturers' instructions; ANSI/NFPA 70, *National Electrical Code*; ANSI/AWS Z49.1, *Safety in Welding and Cutting*; and AWS C5.6, *Recommended Safe Practices for Gas-Metal Arc Welding*.

Section 1 REFERENCED STANDARDS AND DEFINITIONS

1.1 REFERENCED STANDARDS

American National Standards Institute
1430 Broadway
New York, NY 10018

- Z49.1-1988 *Safety in Welding and Cutting*
- C57.12.90-1987 *American National Standard for Distribution Power, and Regulating Transformers Test Code for Liquid Immersed*
- C63.2-1987 *Standard for Instrumentation - Electromagnetic Noise and Field Strength, 10KHz to 40GHz - Specific*
- C63.4-1981 *Methods of Measurement of Radio Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electromagnetic Equipment in the 10KHz to 1GHz Range.*

American Welding Society
550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040
Miami, FL 33135

- C5.6-1979 *Recommended Practices for Gas-Metal Arc Welding*

Compressed Gas Association
Crystal Gateway 1, Suite 501
1235 Jefferson Davis Highway
Arlington, VA 22202

- E-1-1980 *Standard Connections for Regulator Outlets, Torches and Fitted Hose for Welding and Cutting Equipment*

- E-2-1983 *Hose Link Check Valve Standards for Welding and Cutting*
Institute of Electrical and Electronics Engineers
345 E. 47th St.
New York, NY 10017
- 112-1984 *Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*
- 113-1985 *Guide on Test Procedures for DC Machines*
- 117-1974 (R1985) *Standard Test Procedure for Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-Wound AC Electric Machinery*
- 304-1977 *Test Procedure Evaluation and Classification of Insulation System for DC Machines*
National Electrical Manufacturers Association
2101 L Street, N.W., Suite 300
Washington, D.C. 20037
- WD 1-1983 *General Requirements for Wiring Devices*
- EW 1-1988 *Electric Arc Welding Power Sources*

National Fire Protection Association
Batterymarch Park
Quincy, MA 02269

ANSI/NFPA 70-1990 *National Electric Code*

Rubber Manufacturers Association
1400 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20005

IP2-1987 *Hose Handbook*

IP7-1990 *Specifications for Rubber Welding Hose*

Underwriters Laboratories, Inc.
333 Pfingsten Road
Northbrook, IL 60062

ANSI/UL 94-1990 *Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*

ANSI/UL 551-1986 *Transformers Type Arc Welding Machines*

1.2 DEFINITIONS

AUTOMATIC ARC WELDING

Welding with equipment which performs the entire welding operation without constant observation and adjustment of the controls by an operator. The equipment may or may not load and unload the work.

NEMA Standard 11-6-1975.

CONTACT TUBE

A device which transfers welding current to a continuous electrode.

NEMA Standard 11-6-1983.

DRIVE ROLLS

Rolls which contact the filler wire and transfer the mechanical power from the motor/gear portion of the wire-feed unit to the filler wire to feed the wire from the filler wire supply to the arc.

NEMA Standard 11-6-1975.

DUTY CYCLE

The ratio (expressed as a percent) of arc time to total time. For the purpose of these standards, the time period of one complete cycle shall be 10 minutes.

NEMA Standard 11-6-1975.

ELECTRODE

A component of the welding circuit in the form of continuous filler wire through which the welding current is conducted. It is melted by the arc and deposited in the weld seam.

NEMA Standard 11-6-1975.

FILLER METAL

The metal to be added in making a weld.

NEMA Standard 11-6-1975.

FILLER WIRE

Filler metal in wire form.

NEMA Standard 11-1-1983.

FILLER WIRE CONDUIT

A flexible, tubular member which insulates or guides the filler wire, or both.

NEMA Standard 11-6-1975.

FILLER WIRE SUPPLY

The filler wire which is stored for continuous pay-out to the wire feed unit. The wire feed unit may have integral provisions for the filler wire supply, or the filler wire supply may be remote from the wire feed unit with continuous pay-out achieved by means of filler wire conduit, pulleys, rollers, etc.

NEMA Standard 11-6-1975.

FLUX CORED ARC WELDING (FCAW)

An arc welding process wherein coalescence is produced by heating with an arc between a continuous filler metal (consumable) electrode and the work. Shielding is obtained from a flux contained within the tubular electrode. Additional shielding may or may not be obtained from an externally supplied gas or gas mixture.

NEMA Standard 1-11-1983.

GAS METAL ARC WELDING (GMAW)

An arc welding process which produces coalescence of metals by heating them with an arc between a continuous filler metal (consumable) electrode and the work. Shielding is obtained entirely from an externally supplied gas or gas mixture.

NEMA Standard 1-11-1983.

GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)

An arc welding process that produces coalescence of metals by heating them with an arc between a tungsten electrode (non-consumable) and the workpieces. Shielding is obtained from a gas. Pressure shall be permitted to be used, and filler metal shall be permitted to be used.

NEMA Standard 11-17-1989.

GUN ASSEMBLY

A hand held manipulated device which guides the filler wire into the arc. It may include provisions for the transfer of welding current to the electrode, shielding, fume removal, filler wire supply, and control means for the welding process.

NEMA Standard 11-6-1975.

GUN CABLE ASSEMBLY

The flexible supply lines necessary for the operation of the gun assembly. It includes a cable which carries welding current and may also include a filler wire conduit, means for conveying shielding medium, cooling medium, means for fume removal, control wires, and line for nonelectric drives.

NEMA Standard 1-11-1983.

GUN SWITCH

The part of the gun assembly that is used to start, stop, or otherwise control the wire feed system.

NEMA Standard 11-6-1975.

INPUT CONTROL CURRENT

The input amperage required to operate the wire feed system.

NEMA Standard 11-17-1989.

INPUT CONTROL FREQUENCY

The nominal frequency or frequencies of the input control voltage.

NEMA Standard 1-11-1983.

INPUT CONTROL POWER

The input electrical power required to operate the wire feed system.

NEMA Standard 11-17-1989.

INPUT CONTROL VOLTAGE

The input voltage required from an external source to operate the wire feed system.

NEMA Standard 1-11-1983.

LIVE PARTS

Any parts which can be expected to be electrically energized during normal operation.

NEMA Standard 11-6-1975.

MANUFACTURER

The company whose name is shown on the nameplate.

NEMA Standard 11-6-1975.

MAXIMUM LOAD

The maximum mechanical load at the various rated wire feed speeds over the operating ranges of the equipment at which the wire feed unit and wire feed control can operate at the rated duty cycle without causing the rated temperature rise of any component to be exceeded.

NEMA Standard 11-6-1975.

NOZZLE

A device which directs shielding medium to or removes fumes from the welding arc.

NEMA Standard 1-11-1983.

RATED CURRENT

The amperage at which a device can operate at the rated duty cycle without exceeding its rated temperature.

NEMA Standard 11-17-1989.

RATED SPEED RANGE

The wire feed speed range in inches per minute or millimeters per second, or both, listed by the manufacturer for each rated size of filler wire.

NEMA Standard 11-6-1975.

SEMI-AUTOMATIC ARC WELDING

Arc welding with equipment which controls only the feeding of the filler wire. The manipulation of the welding gun assembly is manually controlled.

NEMA Standard 11-6-1975.

SERVICE LINES

The lines between the source of power equipment or other equipment, or both, and the wire feed control or unit. These lines may consist of:

1. A welding cable to supply the welding power to the system.
2. Flexible cord(s) to supply input control power and to interconnect control circuits, such as that for the welding contractor, as required.
3. Hoses to supply shielding medium, cooling or fume removal.
4. Hoses, lines, or conduits required for nonelectric power or control.

NEMA Standard 1-11-1983.

SHIELDING MEDIUM

Gas, flux, or other material which is used to shield the arc and molten weld metals from the atmosphere.

NEMA Standard 1-11-1983.

SUBMERGED ARC WELDING (SAW)

An arc welding process which produces coalescence of metals by heating them with an arc or arcs between a bare metal electrode or electrodes and the work. The arc and molten metal are shielded by a blanket of granular, fusible material on the work.

NEMA Standard 1-11-1983.

WELDING CURRENT

The amperage flowing in the welding circuit during the making of a weld.

NEMA Standard 11-17-1989.

WELDING POWER CIRCUIT

Any part of the system which is electrically energized by the welding power of the welding power source.

NEMA Standard 11-6-1975.

WELDING POWER SOURCE

A source of welding current and voltage for arc welding.

NEMA Standard 11-6-1975.

WIRE FEED CONTROL

The electrical apparatus or mechanical apparatus, or both, that control(s) the wire feed unit, the sequence of operations, and the services as required.

NEMA Standard 11-6-1975.

WIRE FEED SYSTEM

A system which applies a continuous filler wire to an arc or weld zone. The system usually includes the following elements: a gun assembly, gun cable assembly, wire feed unit, wire feed control, filler wire supply, and service line.

NEMA Standard 11-6-1975.

WIRE FEED UNIT

The apparatus that converts control power to mechanical power and transfers it to the filler wire. It usually includes a motor, speed reducing means, drive rolls, and filler wire guides. It may also include the wire feed control and filler wire supply.

NEMA Standard 11-6-1975.

Section 2 SERVICE CONDITIONS

2.1 GENERAL

Service conditions, other than those specified as usual, may have a detrimental effect on the welding apparatus. Such an effect depends upon the degree of departure from usual operating conditions and the severity of the environment to which the apparatus is exposed. Of principal concern are unusual service conditions which might cause abnormal deterioration of the insulation system, electrical breakdown or mechanical wear, resulting in premature failure.

Although past experience of the user may often be the best guide, the manufacturer of the welding equipment should be consulted for further information regarding any unusual service conditions which may increase the mechanical or thermal stresses on the equipment and, as a result, increase the chances for failure and possible hazard.

Authorized Engineering Information 11-6-1975.

2.2 USUAL SERVICE CONDITIONS

Equipment conforming to these standards shall be capable of operating in accordance with its rating under the following conditions:

1. Where the ambient temperature is in the range of 0°C to 40°C.
2. Where the altitude is between sea level and 3300 feet (1000 meters).
3. When exposed to gases and dust produced by the welding arc.

4. When the input control voltage varies within ± 10 percent of input control voltage rating of the equipment.
5. When the input control frequency varies within ± 10 percent of the input control voltage frequency rating of the equipment.

NEMA Standard 1-11-1983.

2.3 UNUSUAL SERVICE CONDITIONS

The manufacturer should be consulted if any unusual service conditions exist. Among such conditions are exposure to:

1. Combustible or conducting dusts.
2. Chemical fumes or flammable gases.
3. Rain, steam, or oil vapor.
4. Vermin infestation or atmosphere conducive to the growth of fungus.
5. Very dirty, corrosive, explosive, or abrasive environments.
6. High radiant or conducted heat.
7. Abnormal shock or vibration.
8. Nuclear radiation.
9. Severe weather conditions.
10. Seacoast and ship board conditions.
11. Continuous average relative humidity above 90 percent or below 10 percent.
12. Altitudes in excess of 3300 feet (1000 meters).

Authorized Engineering Information 1-11-1983.

Section 3 MECHANICAL CONSTRUCTION REQUIREMENTS

3.1 FRAMES AND ENCLOSURES—GENERAL STRENGTH CONSIDERATIONS

The frames and enclosures of a wire feed system and its elements shall be so formed and assembled that they will have the strength and rigidity necessary to withstand the normal service to which they are likely to be subjected without increasing the fire, shock, or other hazard of the system.

NEMA Standard 1-11-1983.

3.2 ENCLOSURE OF LIVE PARTS

Electrical parts, except those parts connected to the welding circuit, shall be so enclosed or located as to provide protection against accidental contact with uninsulated live parts.

NEMA Standard 11-17-1989.

3.3 OPENINGS IN ENCLOSURES

The suitability of an opening in the enclosure shall be determined in accordance with 3.3.1 and 3.3.2.

Any part of the outer enclosure that is intended to be opened or removed, without the use of tools, by the user of the equipment (to permit the attachment of accessories, to allow access to means for making operating adjustments, or for other reasons) shall be opened or removed prior to examination. The components of the welding power circuit on parts of the system that are not normally held by hand shall not be considered during this examination.

The components of the welding power circuit on the gun assembly or other parts that are normally held by hand shall be enclosed so as to comply with 3.3.1, except that these enclosures may be removable without the use of a tool. The contact tube area of the gun assembly shall not be considered during this examination.

NEMA Standard 11-17-1989.

3.3.1 Gun Assembly

An opening in the handle or housing of a gun assembly which is supported by hand during normal use shall meet the requirements of this standard if the probe illustrated in Figure 3-1, with a diameter D of $\frac{3}{8}$ inch (9.53 mm), cannot be made to touch any uninsulated live part or film-coated wire when it is inserted point first into the opening to a maximum distance of 1 inch.

NEMA Standard 11-17-1989.

3.3.2 Openings in Apparatus Other Than the Gun Assembly

Openings in apparatus other than the gun assembly shall be judged as follows:

1. An opening that will permit entrance of a 0.750 inch (19 millimeter) diameter rod shall be suitable if there is no film-coated wire, uninsulated live

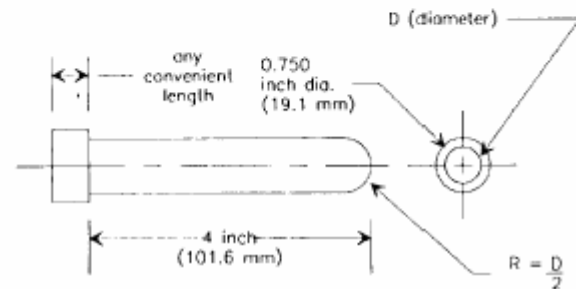


Figure 3-1
PROBE

part(s), hazardous moving part(s) or any combination thereof: (1) less than x inches (x millimeters) from the perimeter of the opening, or (2) within the volume generated by projecting the perimeter x inches (x millimeters) normal to its plane when x equals five times the diameter of the largest diameter rod [but not less than 4 inches (101.6 millimeters)] that can be inserted through the opening. (See Figure 3-2.)

2. An opening which will not admit a $\frac{3}{4}$ inch (19.05 mm) diameter rod shall meet the requirements of this standard if:
 - a. The probe illustrated in Figure 3-1, with a diameter D of $\frac{1}{2}$ inch (12.70 mm) cannot be made to touch film-coated wire when inserted through the opening, and
 - b. The probe illustrated in Figure 3-3 cannot be made to touch any uninsulated live parts when inserted through the opening.

NEMA Standard 11-17-1989.

3.4 ENCLOSURE CONSTRUCTION

Enclosures shall be constructed of either sheet metal or an insulating material.

If the enclosure is constructed from sheet metal, the thickness shall not be less than that given in Table 3-1.

If the enclosure is constructed of insulating material, the material shall meet the requirements for Class 94V-0 of the Underwriters Laboratories' UL 94, *Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and*

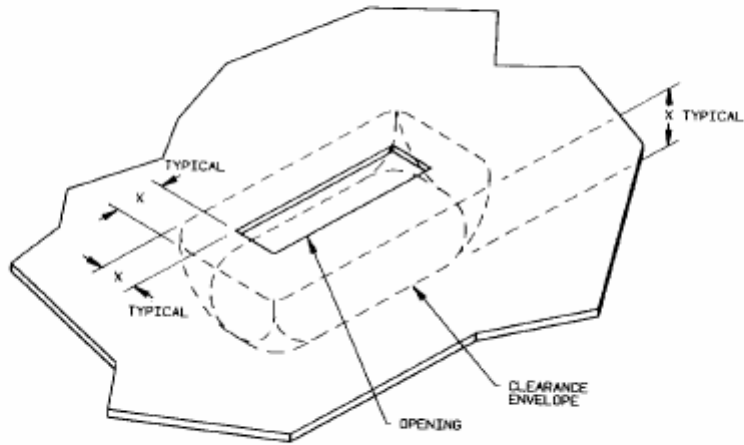


Figure 3-2
ENCLOSURE OPENING

Appliances. The enclosure shall have a mechanical strength at least equivalent to a sheet metal enclosure which is constructed in accordance with Table 3-1.

3.5 ROTATING PARTS

Rotating parts, such as motors, pulleys, belts, gears, drive rolls, etc., shall be so designed, enclosed, or guarded as to prevent accidental injury to personnel.

NEMA Standard 11-6-1975.

3.6 FILLER WIRE SUPPLY

The mounting of the filler wire supply, if integral with the wire feed unit, shall be so constructed as to have the strength and rigidity necessary to withstand the abuse to which it is likely to be subjected when fully loaded. Retaining means for the filler wire supply shall be so designed that the rotation and stops normally encountered will not in any way cause the filler wire supply to come loose. The supply or its mounting shall be insulated from the frame or enclosure of the wire feed unit.

NEMA Standard 11-6-1975.

3.7 CORROSION PROTECTION

Iron and steel parts, except bearings and other parts where protection is impractical, shall be suitably protected against corrosion if the deterioration of such unprotected parts would be likely to result in a hazardous condition.

NEMA Standard 11-6-1975.

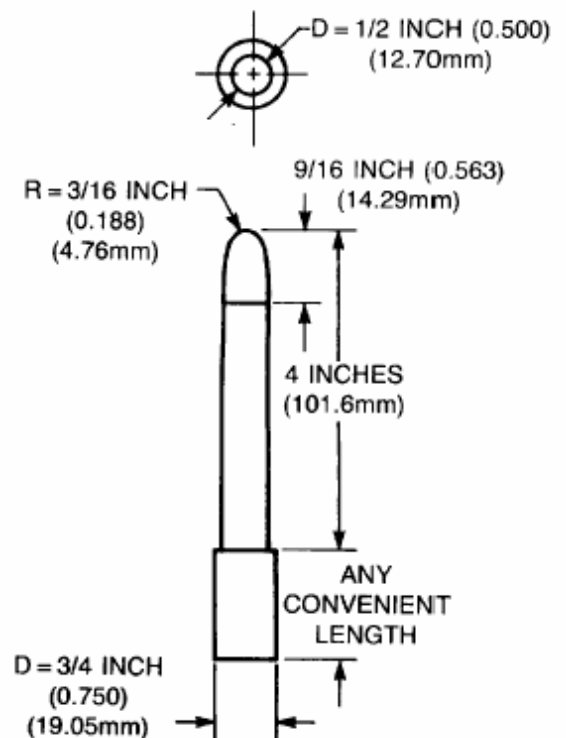


Figure 3-3
PROBE

Table 3-1
Thickness of Sheet Metal for Enclosures, Inches (mm)

Maximum Area of Any Surface	Maximum Dimension	Steel				Copper, Brass, Aluminum & Perforated & Expanded Steel	
		Without Supporting Frame		With Supporting Frame or Equivalent Reinforcing		Without Supporting Frame	With Supporting Frame or Equivalent Reinforcing
		Zinc Coated	Uncoated	Zinc Coated	Uncoated		
Sq. Inches (Sq. mm)	Inches(mm)						
6* (38.7×10 ² mm ²)	3 (76)	0.023 (0.58)	0.020 (0.51)	0.023 (0.58)	0.020 (0.51)	0.023 (0.58)	0.023 (0.58)
36 (232×10 ² mm ²)	8 (203)	0.029 (0.74)	0.026 (0.66)	0.023 (0.58)	0.020 (0.51)	0.036 (0.91)	0.029 (0.74)
90 (581×10 ² mm ²)	12 (305)	0.034 (0.86)	0.032 (0.81)	0.023 (0.58)	0.020 (0.51)	0.045 (1.14)	0.029 (0.74)
135 (871×10 ² mm ²)	18 (457)	0.045 (1.14)	0.042 (1.07)	0.034 (0.86)	0.032 (0.81)	0.058 (1.47)	0.045 (1.14)
360 (2322×10 ² mm ²)	24 (610)	0.056 (1.42)	0.053 (1.35)	0.045 (1.14)	0.042 (1.07)	0.075 (1.90)	0.058 (1.47)
1200 (7741×10 ² mm ²)	48 (1219)	0.070 (1.78)	0.067 (1.70)	0.056 (1.43)	0.053 (1.35)	0.095 (2.41)	0.075 (1.90)

*Volume of enclosure shall be not more than 12 cubic inches (19.6×10⁻³m³).

3.8 SERVICE LINE HOSES

If supplied as part of the welding wire feed system and external to the enclosure, service line hoses and hose connection shall comply with the Rubber Manufacturers Association's referenced standards.

NEMA Standard 11-15-1991.

3.9 GUN ASSEMBLY

The materials used in the gun assembly shall be such that they will not be decomposed by the heat and radiation of the arc, thus resulting in dangerous levels of known toxic substances.

NEMA Standard 11-6-1975.

3.10 WATER COOLING

Any device or system which uses water for cooling shall be capable of operating at an inlet water pressure ranging from 30 psi (207kPa) to 75 psi (517kPa) and a water inlet temperature up to 49°C. For rating purposes, the water inlet pressure shall be 30 psi (207kPa) at a water inlet temperature of 49°C.

NEMA Standard 11-6-1975.

3.11 DROP TESTING

3.11.1 Handles, eyes or lugs, which are provided for the purpose of lifting an assembled wire feed unit or system, shall be capable of withstanding a free-fall jerk test. This test shall be conducted with the maximum weight of filler

wire and shielding medium recommended if such storage means are provided as a part of the assembled unit or system. To conduct this test, the unit or system shall be suspended aloft from a rigid member by a chain or cable attached to the lifting device. The unit or system shall be positioned above and away from any surface that it might strike during the test process.

The chain or cable suspension assembly shall be arranged so that a free fall of at least 6 inches (152.4 mm) takes place before the unit is caught in suspension, bringing the full force to bear on the lifting device. Three such falls shall be made.

3.11.2 An assembled wire feed unit or system, complete with the full storage means described in 3.11.1, shall be capable of withstanding a drop test. This test shall consist of three drops onto a hard and rigid surface from a height of not less than 6 inches (152.4 mm). These drops shall be so arranged that each drop will strike the unit or system on a bottom edge different from that of any other drop.

3.11.3 After the foregoing tests, the assembled wire feed unit or system shall meet the requirements of this publication (other than 3.11.1 and 3.11.2) in all respects, even though there may be some deformation of the structural or case parts.

NEMA Standard 11.17-1989.

[This page intentionally left blank]

Section 4 ELECTRICAL CONSTRUCTION REQUIREMENTS

4.1 SERVICE LINE CORDS, CABLES, AND CONNECTIONS EXTERNAL TO THE ENCLOSURE

4.1.1 Welding current cables shall be of the flexible type, specifically designed and constructed to withstand the rigors of welding service, and of a size adequate to carry the rated current.

NEMA Standard 11-6-1975.

4.1.2 Flexible cords shall be Type S, SO, SJ, or SJO and shall have a current carrying capacity not less than the current rating of the circuit at its rated duty cycle.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.1.3 Strain relief shall be provided for flexible cords and shall be capable of withstanding a 35 pound (156 N) tensile force for a period of 1 minute without transmitting mechanical strain to terminals, splices, or interior wiring.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.1.4 Means shall be provided to prevent flexible cords from being pushed into the enclosure through the cord-entry hole if such displacement is likely to (1) subject the cord to mechanical damage, (2) expose the cord to a temperature higher than that for which it is suitable, or (3) reduce spacings (such as to a metal strain relief clamp) below the values given elsewhere in this publication.

NEMA Standard 11-6-1975.

4.2 WIRE FEED UNIT AND CONTROL

4.2.1 Input Control Voltage Rating

Where the wire feed unit and control are not within the enclosure of the welding power source, the input control voltage rating of the wire feed system shall not exceed 115 volts rms.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.2 Selection of Electrical Components

Electrical components shall be selected so that their rated temperature will not be exceeded when the wire feed system is operating at rated load under usual service conditions and so that their electrical ratings are suitable for the application.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.3 Internal Wiring

The internal wiring shall consist of wires which are recognized for the particular application with respect to the temperature, current, voltage, exposure to oil or grease,

and other conditions of service to which they are likely to be subjected.

The wiring shall be so arranged or protected that no damage to the conductor insulation will occur from contact with any rough, sharp, or moving part.

All joints and connections shall be mechanically secure and shall provide adequate and reliable electrical contact without mechanical strain.

An uninsulated conductor, if used within an enclosure, shall be so supported that the spacings given elsewhere in this publication will be maintained.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.4 Mounting of Current Carrying Parts

Insulating washers, bushings, sheets, etc., for the mounting or insulation of current carrying parts shall be of moisture-resistant material which will not be damaged by the temperature to which they will be subjected during operation at rated load under usual service conditions.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.5 Spacings

Spacings through air or over surfaces between an uninsulated live part and metallic enclosure or frame shall be not less than 1/8 inch (3.2 mm).

Spacings through air or over surfaces between live uninsulated wiring terminals with a difference in potential shall be not less than 1/8 inch (3.2 mm).

The foregoing spacings shall not apply to wiring devices, connectors, switches, lamp holders, printed circuit boards, motors or other components for which spacings are given in the standards covering such components.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.6 Grounding

All exposed non-current carrying metal parts which are likely to become energized by input control power (other than that from the welding power circuit) under abnormal conditions shall have metal-to-metal contact or be otherwise electrically bonded together and shall be provided with a means for grounding. The grounding means shall be secured to the frame or enclosure by a screw or fastening that is not likely to be removed during any servicing operation other than the removal of the service line. Solder alone shall not be used for securing the grounding means.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.2.7 Overload Protection

Fuses, circuit breakers and similar devices shall be provided to limit electrical control power during protracted periods in the internal wiring or electrical components of the unit that would cause fire or other hazardous conditions.

NEMA Standard 1-11-1983.

4.3 GUN ASSEMBLY AND GUN CABLE ASSEMBLY

4.3.1 Except where the wire feed system is powered only from the welding power circuit, the voltage of any gun switch circuit shall be supplied from an isolated voltage source and shall not exceed 35 volts rms or 50 volts direct current. When the wire feed system is powered only from the welding arc, the voltage of any gun switch circuit shall not exceed the open circuit voltage rating of the welding power source.

4.3.2 Since the grounding of exposed metal parts on the gun assembly may constitute a hazard, such parts shall not be grounded.

4.3.3 Spacings through air or over surfaces between un-insulated live metal parts and exposed dead metal parts shall be not less than 1/16 inch (1.6 mm).

Spacings through air or over surfaces between live un-insulated metal parts with a difference in potential shall be not less than 1/16 inch (1.6 mm).

The foregoing spacings shall not apply to wiring devices, connectors, switches, lamp holders, printed circuit boards,

motors, or other components for which spacings are given in the standards covering such components.

4.3.4 The insulation of current carrying parts shall be of moisture-resistant material which will not be damaged by the temperature to which the parts will be subjected when they are operating at rated load under usual service conditions.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.3.5 Supply Lines

4.3.5.1 The cable which carries welding current to the gun assembly, whether water cooled or convection cooled or incorporated into a unified assembly, shall be selected so that the surface temperature of the cable or unified assembly will not exceed the temperatures given in Table 5-1. The test shall be made in accordance with 5.3.1.2.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.3.5.2 Flexible control cords or control conductors shall be suitable for the particular application with respect to the

temperature, current, voltage, exposure to oil and grease, and other conditions of service to which they are likely to be subjected. The connection at each end of the control cords or control conductors shall prevent any mechanical stress from being transmitted to the terminals, splices, or interior wiring of the gun assembly or wire feed unit.

Means shall be provided to prevent flexible control cords or control conductors from being pushed into the enclosure through the cord-entry hole if such displacement is likely to (a) subject the cord or conductor to mechanical damage or (b) expose the cord or conductor to a temperature higher than that for which it is suitable or (c) reduce spacings (such as to a metal strain relief clamp) below the values given elsewhere in this publication.

NEMA Standard 11-6-1975.

4.4 HIGH-POTENTIAL TEST AND INSULATION RESISTANCE

4.4.1 High-Potential Test

Each electrical circuit of wire feed system shall be capable of withstanding for 1 minute, without breakdown, the application of a 60-hertz essentially sinusoidal test voltage of 1000 volts plus twice the rated voltage of the circuit. Alternatively, for production-line testing, a test voltage which is 20 percent greater than that used for a 1 minute test shall be applied for 1 second.

The test voltage shall be applied successively between each input circuit and the enclosure and between each output circuit and the enclosure, with circuits not under test connected to the enclosure.

Circuit interrupters such as relays, switches, etc., shall be bridged during the test so that the entire circuitry is tested. The welding power circuit, including all metal parts such as drive rolls, filler wire guides, filler wire supply means, etc., contacting the welding power circuit, shall be considered as a separate input circuit.

The high-potential test shall be made as a part of the manufacturer's tests on new and completely assembled machines.

Devices such as meters, rectifiers, capacitors, lamp holders, switches, fractional-horsepower motors, rheostats, electronic equipment, ground detectors, etc., which do not fall within the scope of this publication but for which there are standards for high-potential tests and which require lower test voltages than called for in this publication, shall be grounded, short-circuited or disconnected before the high-potential tests are made.

NEMA Standard 11-17-1989.

4.4.2 Insulation Resistance

The insulation resistance of the gun assembly and other parts which are normally held by hand shall be not less than 1.0 megohm when a dc test voltage of 500 volts

is applied between live parts and the external surfaces which are normally touched during the welding process.

Prior to being tested, a sample unit shall be kept in an enclosure for 48 hours at room temperature and at a relative humidity of 90 to 95 percent. Immediately upon its removal from the enclosure, the unit shall be wrapped in metal foil. The foil shall be in intimate contact with the

handle and with all exposed metal parts which are normally accessible. A dc test voltage of 500 volts shall be applied between the foil and the live parts of the welding power and control circuits.

NEMA Standard 11-6-1975.

Section 5 RATING AND PERFORMANCE

5.1 RATING OF WIRE FEED SYSTEM

The rating of a wire feed system and its elements shall include the minimum information listed below. The rating of a wire feed system element shall include the information listed below where applicable.

1. Rated current.
2. Maximum and minimum filler wire-size.
3. Types of filler wire.
4. Rated speed range for each size of filler wire.
5. Duty cycle.
6. Input control voltage, current, and frequency.
7. Shielding gas(es).

NEMA Standard 1-11-1983.

5.2 PERFORMANCE

5.2.1 Feeding

The wire feed system shall be capable of feeding through the gun and gun cable assemblies in a smooth and uniform manner each size and type of filler wire over its rated speed range as recommended by the manufacturer under the following conditions:

1. The filler wire conduit, when used, shall be positioned so as to have a 12 inch (0.3 meter) radius loop beginning at the wire feeder. If the conduit is long enough to form one complete loop, any remaining length shall be straight.
2. If the filler wire supply has an overrun limiting device, the device shall be adjusted so that not more than 40 degrees of spool rotation will take place when the wire feed unit is stopped, with the maximum amount of filler wire stored on the spool.
3. Usual service conditions, see 2.2.
4. All components are in place, adjusted, and in the condition in which they are normally supplied for welding.

NEMA Standard 11-17-1989.

5.2.2 Loading

Under the conditions outlined in 5.2.1 and with the filler wire size and rated speed that produces the most severe loading conditions within the rating of the wire feed unit, the loading on the unit shall be not greater than 75 percent of maximum load.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.3 TEMPERATURE RISING

5.3.1 Wire Feed System

5.3.1.1 When a wire feed system is a separate unit, it shall be capable of operating indefinitely under maximum load at a repetitive duty cycle of 6 minutes on and 4 minutes off

without causing any component to exceed its rated temperature. An arc welding power source with integral wire feed unit shall be capable of operating indefinitely at its rated current and duty cycle without causing any component to exceed its rated temperature. However, for water-cooled apparatus, see 3.10.

NEMA Standard 11-15-1991.

Under these conditions, the temperature on any external surface that may be contacted by the user (other than those parts of the gun assembly from the handle to the end of the contact tube or nozzle) shall not exceed the values given in Table 5-1 at an ambient temperature of 25°C. If the test is conducted at an ambient temperature other than 25°C, the results shall be corrected to 25°C.

NEMA Standard 11-17-1989.

**Table 5-1
MAXIMUM TEMPERATURES ON
EXTERNAL SURFACES**

Location and/or Type of Surface	Composition of Surface	
	Metallic	Non-metallic
1. Handle or knob grasped for lifting, carrying, or holding:	50°C	60°C
2. Handle, knob, or surface of the enclosure that is intended to be contacted during normal use but does not require continuous holding:	60°C	85°C
3. Surface subjected to casual contact:	70°C	95°C

5.3.1.2 Additionally, the wire feed system shall meet the requirements of 5.3.1.1 when it is cycled for 4 seconds on and 2 seconds off during the 6 minute on time of the duty cycle specified in 5.3.1.1.

5.3.2 Gun and Gun Cable Assemblies

The testing of the gun and gun cable assemblies for the temperatures specified in 5.3.1 shall be conducted as follows:

1. A weld bead shall be deposited on a horizontal work surface which may be water cooled.
2. The rate of travel shall be selected so that a continuous following weld pool is maintained.
3. The filler wire entering the weld pool shall be perpendicular to the horizontal surface and the gun assembly handle shall be 90 degrees from the direction of travel.

4. Welding parameters shall be those shown in:
 - Figure 5-1, Part 1—for flux cored arc welding without gas.
 - Figure 5-1, Part 2—for flux cored arc welding with CO₂ gas.
 - Figure 5-2, Part 1—for gas metal arc welding with CO₂ gas and solid electrode.
 - Figure 5-3— for gas-tungsten arc welding with filler wire.

The welding voltage shown on the curves in Figures 5-1 and 5-2 is measured from the gun assembly to the work. Welding process parameters have a tolerance of plus or minus five percent.
5. For validating the rated current of the gun and gun cable assembly for submerged arc welding, the electrode shall be copper-coated (see AWS A5.17) and welding polarity shall be electrode positive.
6. In each case, the test shall be run with that filler wire size within the rated range of the gun and gun cable assembly that produces the highest temperature.

NEMA Standard 1-11-1983.

5.4 OTHER PERFORMANCE DATA

5.4.1 When performance data is given for other gases (see 5.4.3 and Figure 5-2, Part 2), or other duty cycles, or both, in addition to the specified 60 percent duty cycle, the tests performed shall comply with the procedures and limits as given in this publication in all other respects.

NEMA Standard 11-17-1989.

5.4.2 When performance data is given for the maximum regulation of filler wire speed with respect to load, to input control voltage, and to warm up, it shall be calculated as follows:

1. Maximum Regulation of Filler Wire Feed Speed With Respect to Load

The maximum variation in wire feed speed at any present speed within the rated speed range shall be determined by:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R(\text{Load})$$

where—

${}^R(\text{Load})$ = Speed regulation due to load change (in percent).

S_1 = Wire feed speed at 1/2 maximum load.

S_2 = Wire feed speed at maximum load.

The wire feed unit and wire feed control shall be operated for at least 1/2 hour at 1/2 their maximum load before making this test.

2. Maximum Regulation of Filler Wire Feed Speed with Respect to Input Control Voltage (ICV)

The maximum variation in wire feed speed throughout all loads and speeds within the rated speed range when the input control voltage is varied within plus or minus 10 percent of the rated input control voltage shall be determined by:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R(\text{ICV})$$

where —

${}^R(\text{ICV})$ = Speed regulation due to ICV change (in percent)

S_1 = Wire feed speed at ± 10 percent of rated ICV.

S_2 = Wire feed speed at rated ICV.

The wire feed unit and wire feed control shall be operated for at least 1/2 hour at 1/2 their maximum load before making this test.

NEMA Standard 11-17-1989.

3. Maximum Regulation of Filler Wire Feed Speed with Respect to Warm-Up

The maximum variation in wire feed speed at maximum load throughout the rated speed range due to the rise in the temperature of components from the ambient temperature to the operating temperature shall be determined by:

$$\left(\frac{S_1 - S_2}{S_2} \right) \times 100 = {}^R(\text{T. Rise})$$

where —

${}^R(\text{T. Rise})$ = Speed regulation due to temperature rise (in percent)

S_1 = Wire feed speed at ambient temperature.

S_2 = Wire feed speed at operating temperature.

The ambient temperature shall be stated and maintained within a tolerance of $\pm 5^\circ\text{C}$ (9°F).

NEMA Standard 11-6-1975.

5.4.3 Other Ratings

When gun and cable assembly are to be rated for argon enriched gases, the welding parameters shall be those shown in Figure 5-2, Part 2, Gas Metal Arc Welding with Argon Gas and Solid Electrode.

NEMA Standard 11-17-1989.

Section 6 MARKINGS

6.1 WIRE FEED NAMEPLATE

The wire feed unit, or the major element of the system when not part of an arc welding power source with integral wire feed unit, shall be plainly marked in a location where the markings will be readily visible, with the following minimum information:

1. Manufacturer's name and model number.
2. Input control voltage.
3. Input control frequency.
4. Input control current in amperes at maximum load.
5. The words "NEMA EW 3."

NEMA Standard 11-15-1991.

6.2 GUN ASSEMBLY OR GUN CABLE ASSEMBLY MARKING

Any gun assembly or gun cable assembly designed for use with feed systems, which can be used with arc welding power sources of different output ratings shall have a single marking located where it will be readily visible and plainly marked with the following minimum information: (See 5.3)

1. Welding current rating in amperes at 60 percent duty cycle.
2. The words "60 Percent Duty Cycle-CO₂" for guns designed for use with gas or the words "60 Percent Duty Cycle" for guns designed for use without gas. If abbreviated, Duty Cycle shall be shown as "D/C."
3. The words "NEMA EW 3."

NEMA Standard 11-15-1991.

FIG. 5-1 PART 1 FLUX CORED ARC WELDING WITHOUT GAS

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

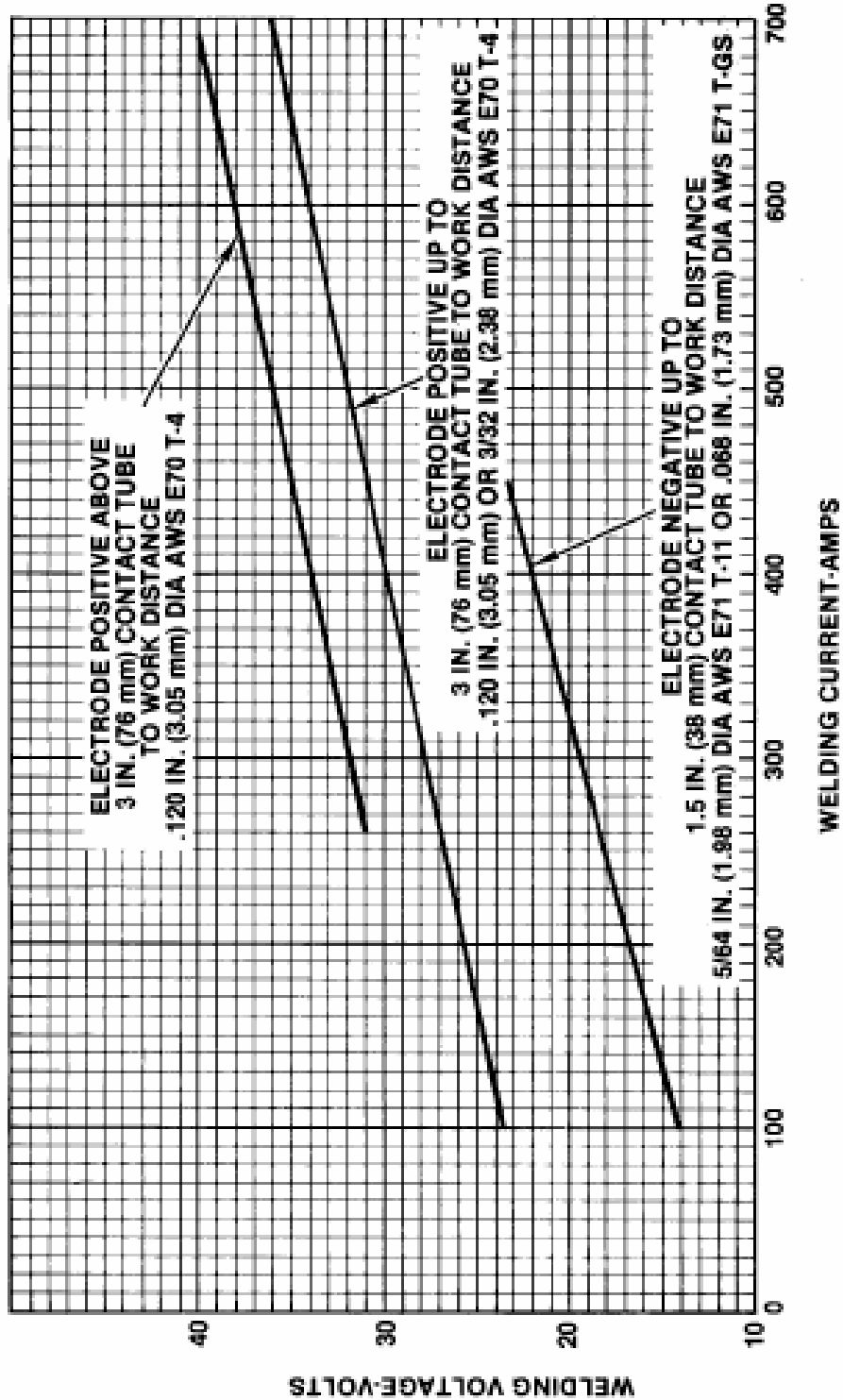


FIG. 5-1 PART 2

FLUX CORED ARC WELDING WITH CO₂ GAS

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

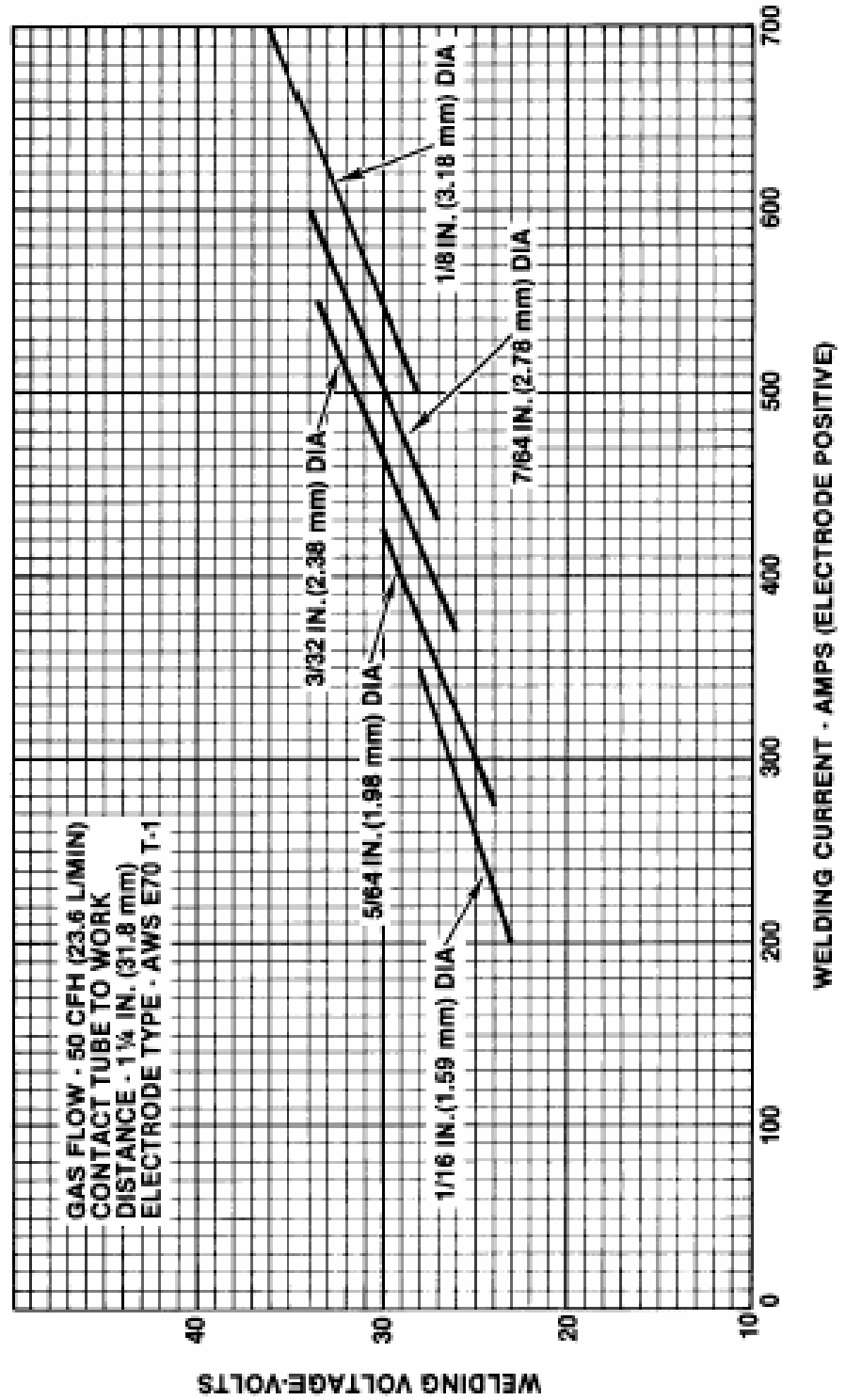
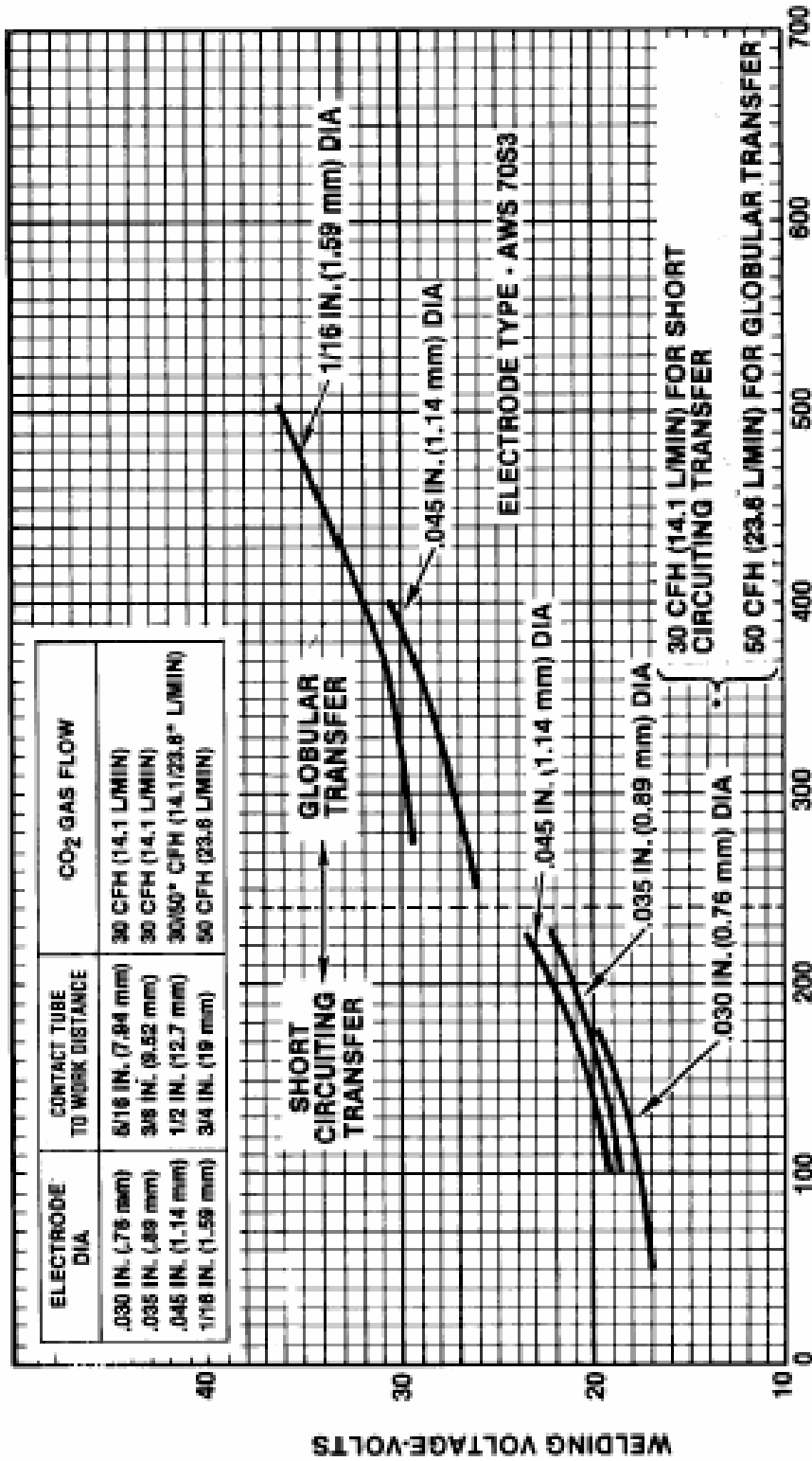


FIG. 5-2 PART 1
GAS METAL ARC WELDING WITH CO₂ GAS AND SOLID ELECTRODE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.



WELDING CURRENT - AMPS (ELECTRODE POSITIVE)

FIG. 5-2 PART 2
GAS METAL ARC WELDING WITH ARGON GAS AND SOLID ELECTRODE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

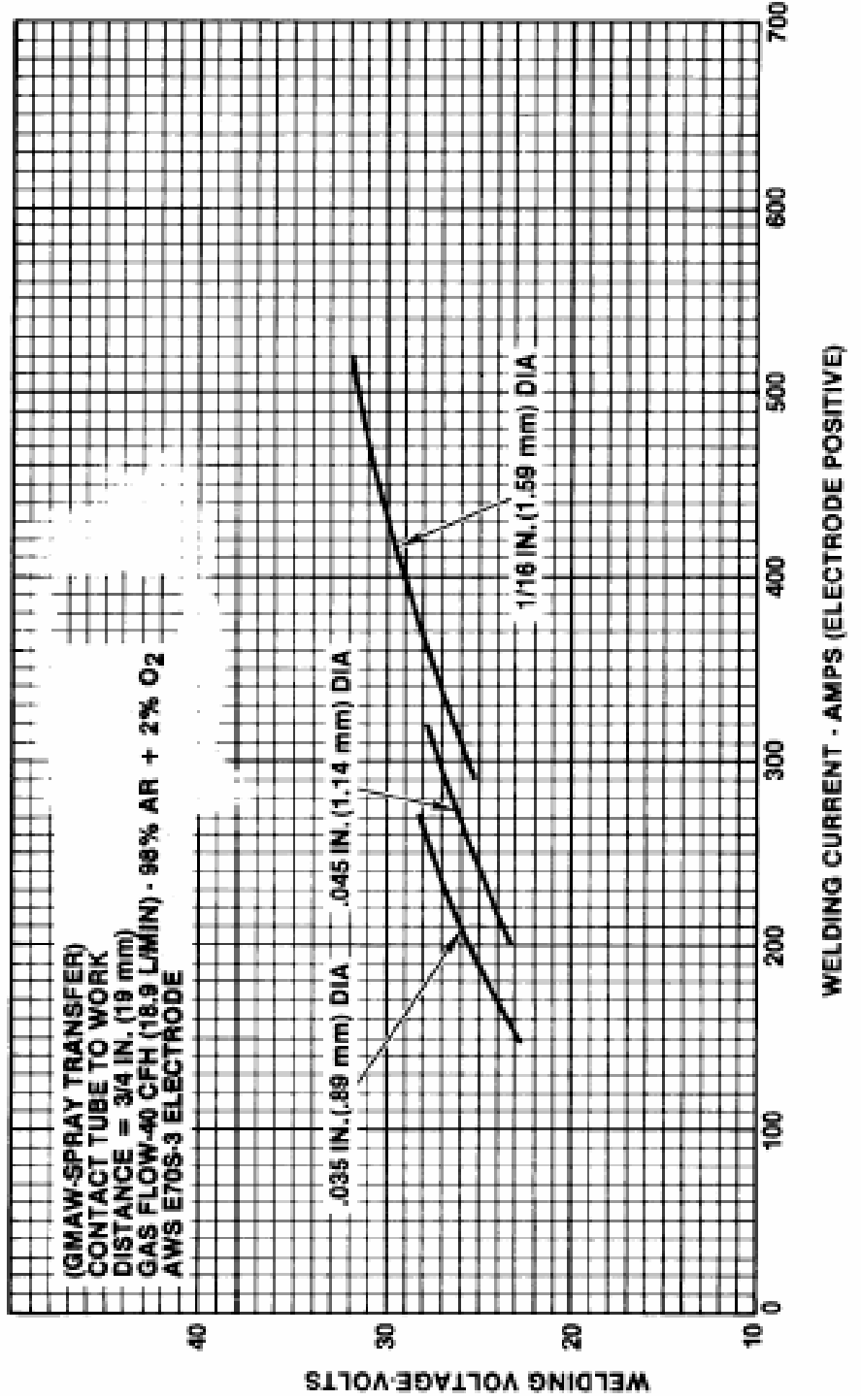


FIG. 5-3

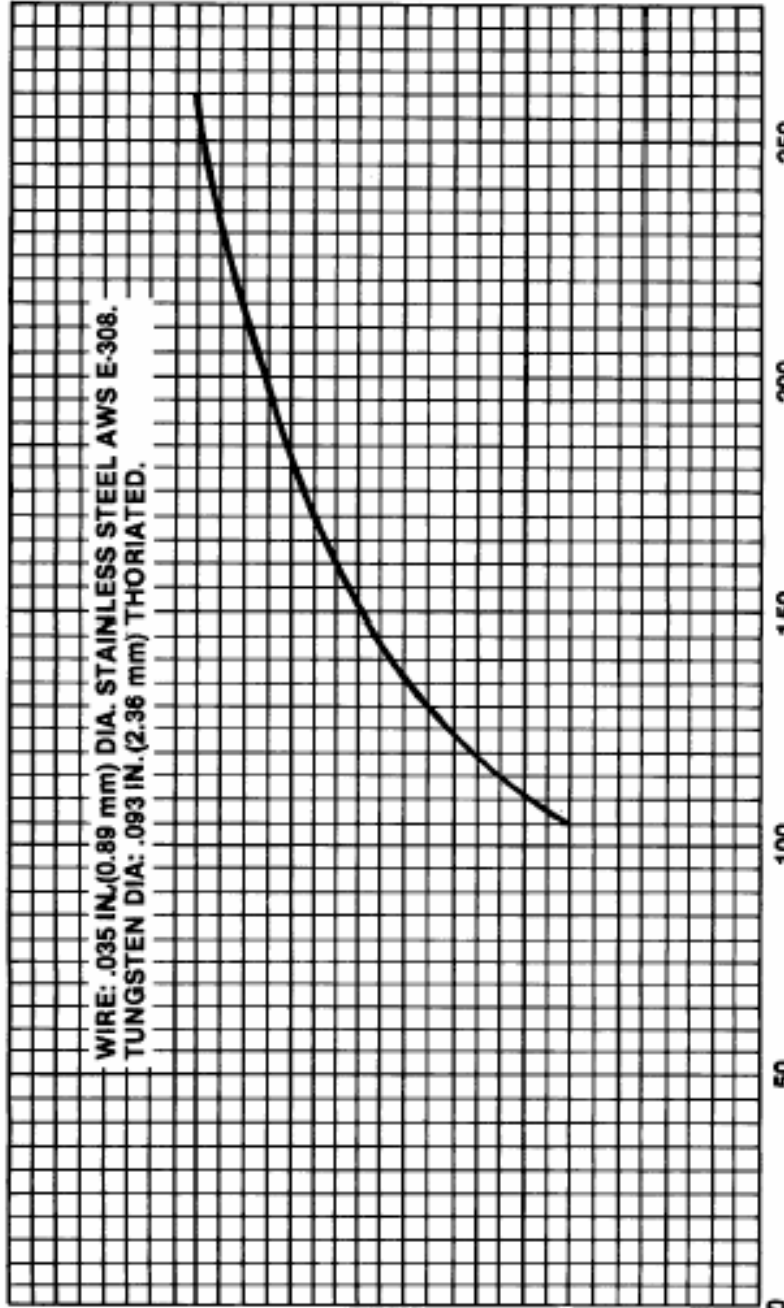
**GAS TUNGSTEN ARC WELDING WITH FILLER WIRE
FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE
ASSEMBLY, THE FOLLOWING PARAMETERS SHALL BE USED.**

150 (63.5)

WIRE FEED-IP (mm/min)

100 (42.3)

50 (21.2)



WELDING CURRENT - AMPS (ELECTRODE NEGATIVE)

NEMA STANDARDIZATION

The purpose of NEMA Standards, their classification and status, are set forth in certain clauses of the NEMA *Standardization Policies and Procedures* manual and are referenced below.

Purpose of Standards

National Electrical Manufacturers Association standards are adopted in the public interest and are designed to eliminate misunderstandings between the manufacturer and the purchaser and to assist purchasers in selecting and obtaining the proper product for their particular needs. Existence of a National Electrical Manufacturers Association standard does not in any respect preclude any member or nonmember from manufacturing or selling products not conforming to the standard. *(Standardization Policies and Procedures, p. 1)*

Definition of a Standard

A standard of the National Electrical Manufacturers Association defines a product, process, or procedure with reference to one or more of the following: nomenclature, composition, construction, dimensions, tolerances, safety, operating characteristics, performance, rating, testing, and the service for which they are designed.

(Standardization Policies and Procedures, p. 2)

Dimensions

Where dimensions are given for interchangeability purposes, alternate dimensions satisfying the other provisions of the Standards Publication may be capable of otherwise equivalent performance.

(Standardization Policies and Procedures, p.8)

Categories of Standards

National Electrical Manufacturers Association Standards are of two classes:

1. NEMA Standard, which relates to a product, process, or procedure commercially standardized and subject to repetitive manufacture, which standard has been approved by at least 90 percent of the members of the Subdivision eligible to vote thereon;
2. Suggested Standard for Future Design, which may not have been regularly applied to a commercial product, but which suggests a sound engineering approach to future development, which standard has been approved by at least two-thirds of the members of the Subdivision eligible to vote thereon.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Authorized Engineering Information

Authorized Engineering Information consists of explanatory data and other engineering information of an informative character not falling within the classification of NEMA Standard or Suggested Standard for Future Design, which standard has been approved by at least two-thirds of the members of the Subdivision eligible to vote on the standard.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Official Standards Proposal

An Official Standards Proposal is an official draft of a proposed standard which is formally recommended to an outside organization(s) for consideration, comment, and/or approval, and which has been approved by at least 90 percent of the members of the Subdivision eligible to vote thereon.

(Standardization Policies and Procedures, pp. 7 & 16)

Identification of Status

Standards in NEMA Standards Publications are identified in the foreword or following each standard as "NEMA Standard" or "Suggested Standard for Future Design." These indicate the status of the standard. These words are followed by a date which indicates when the standard was adopted in its present form by the Association.

The material identified as "Authorized Engineering Information" and "Official Standards Proposal" is designated similarly.

**ARC WELDING SECTION
OF THE
NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
MEMBER COMPANIES**

Alloy Rods Corporation
The ESAB Group
Hanover, PA 17331

Century Manufacturing Company
Minneapolis, MN 55431

C K Systematics, Inc.
Auburn, WA 98002

Harris Calorific Division
The Lincoln Electric Company
Gainesville, GA 30501

Hobart Brothers Company
Troy, OH 45373

Hypertherm, Incorporated
Hanover, NH 03755

Inco Alloys International, Inc.
Newton, NC 28658

The Lincoln Electric Company
Cleveland, OH 44117

L-TEC Welding & Cutting Systems
The ESAB Group
Florence, SC 29501

Miller Electric Mfg. Company
Appleton, WI 54912

National Standard Company
Niles, MI 49120

Pow Con, Inc.
San Diego, CA 92126

Sandvik Steel Company
Welding and Wire Division
Scranton, PA 18501

Teledyne McKay
York, PA 17405

Thernadyne Industries, Inc.
St. Louis, MO 63105

ANEXO 2

**PARÁMETROS DE SOLDADURA PARA LA PRUEBA DE LA PISTOLA Y DEL
CABLE DE LA PISTOLA**

Figura 3.1, Parte 1- para FCAW sin gas

FLUX CORED ARC WELDING WITHOUT GAS

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

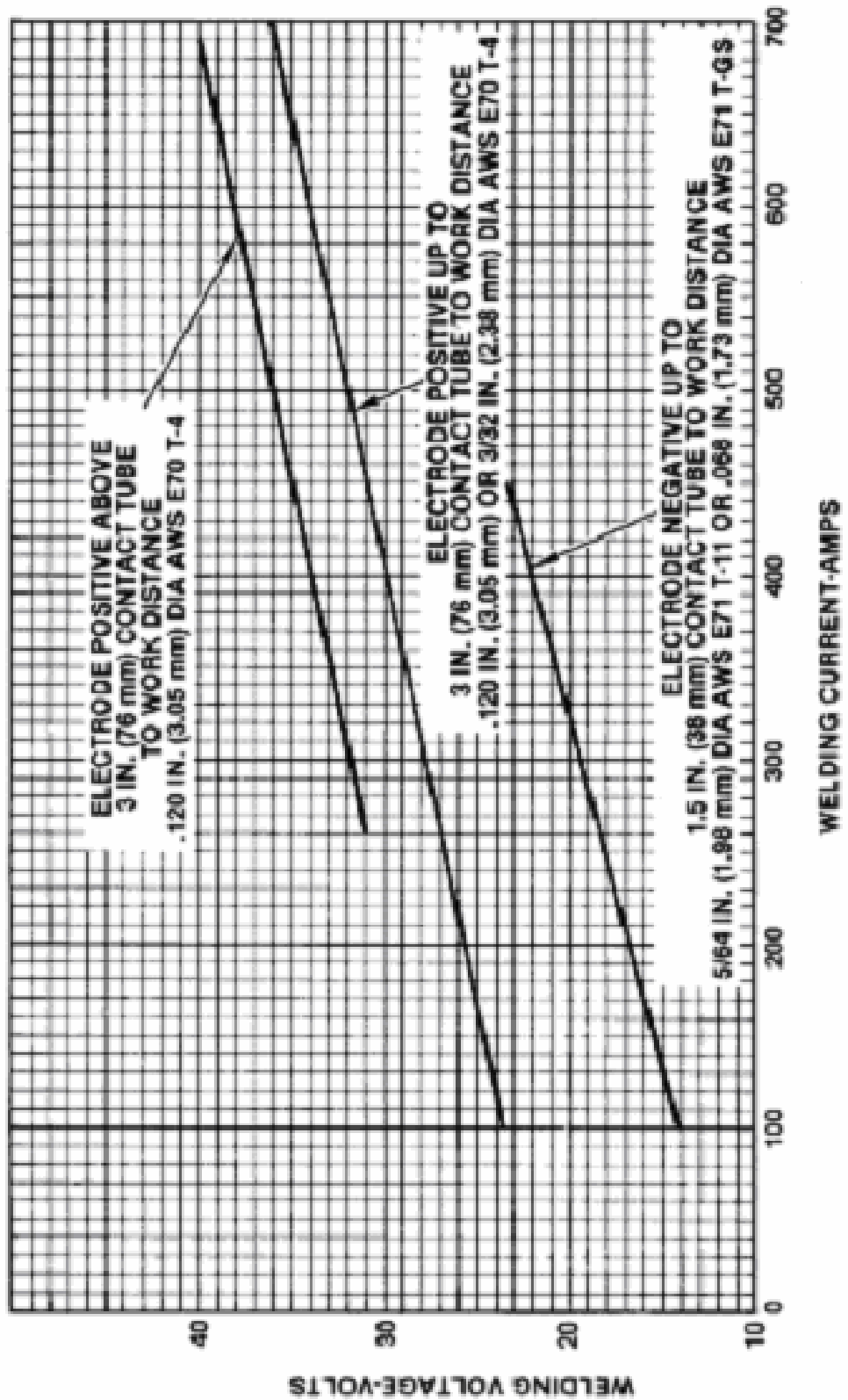


Figura 3.1, Parte 2- para FCAW con CO2

FLUX CORED ARC WELDING WITH CO₂ GAS

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

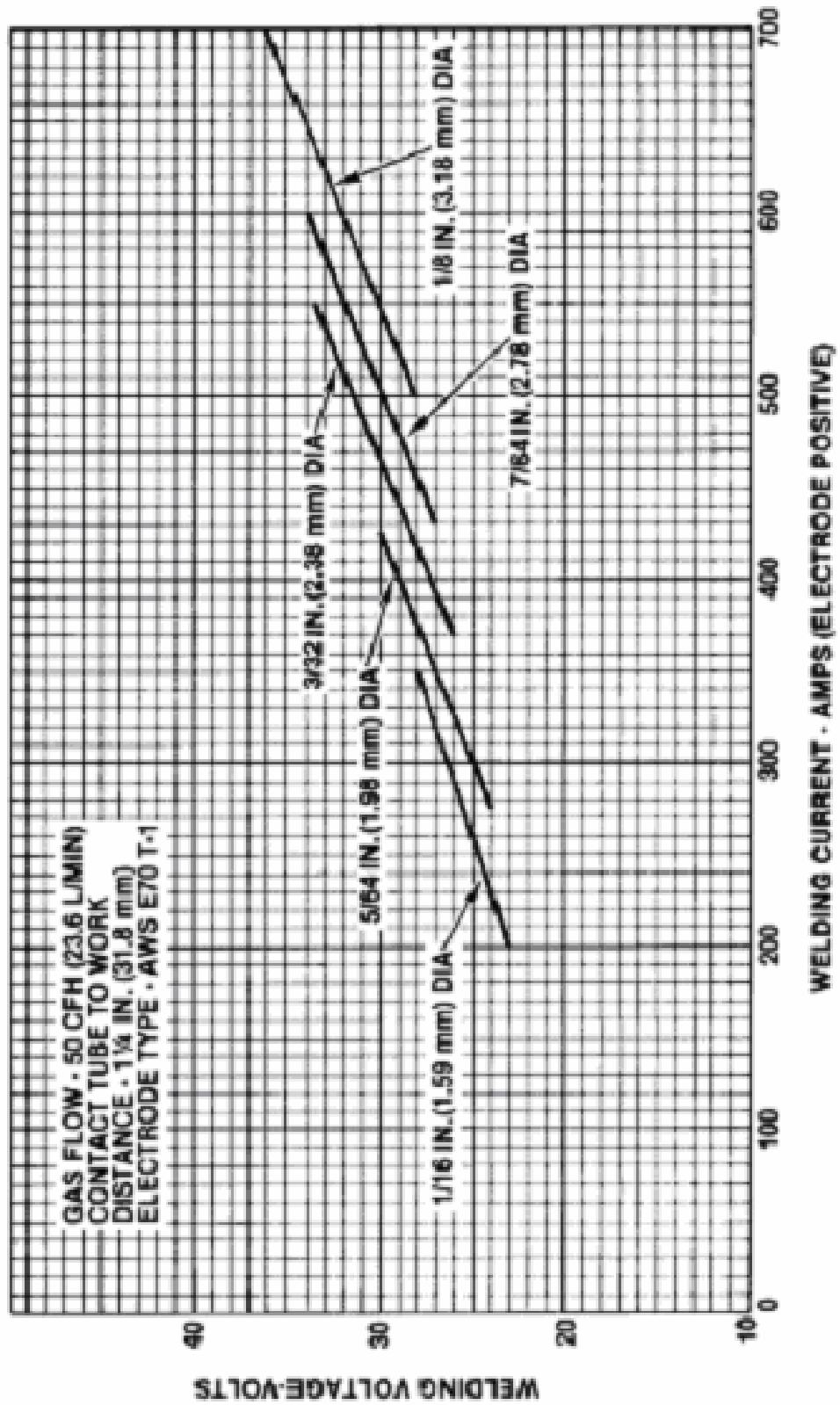


Figura 3.2, Parte 1- para GMAW con CO2 y electrodo sólido

GAS METAL ARC WELDING WITH CO₂ GAS AND SOLID ELECTRODE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

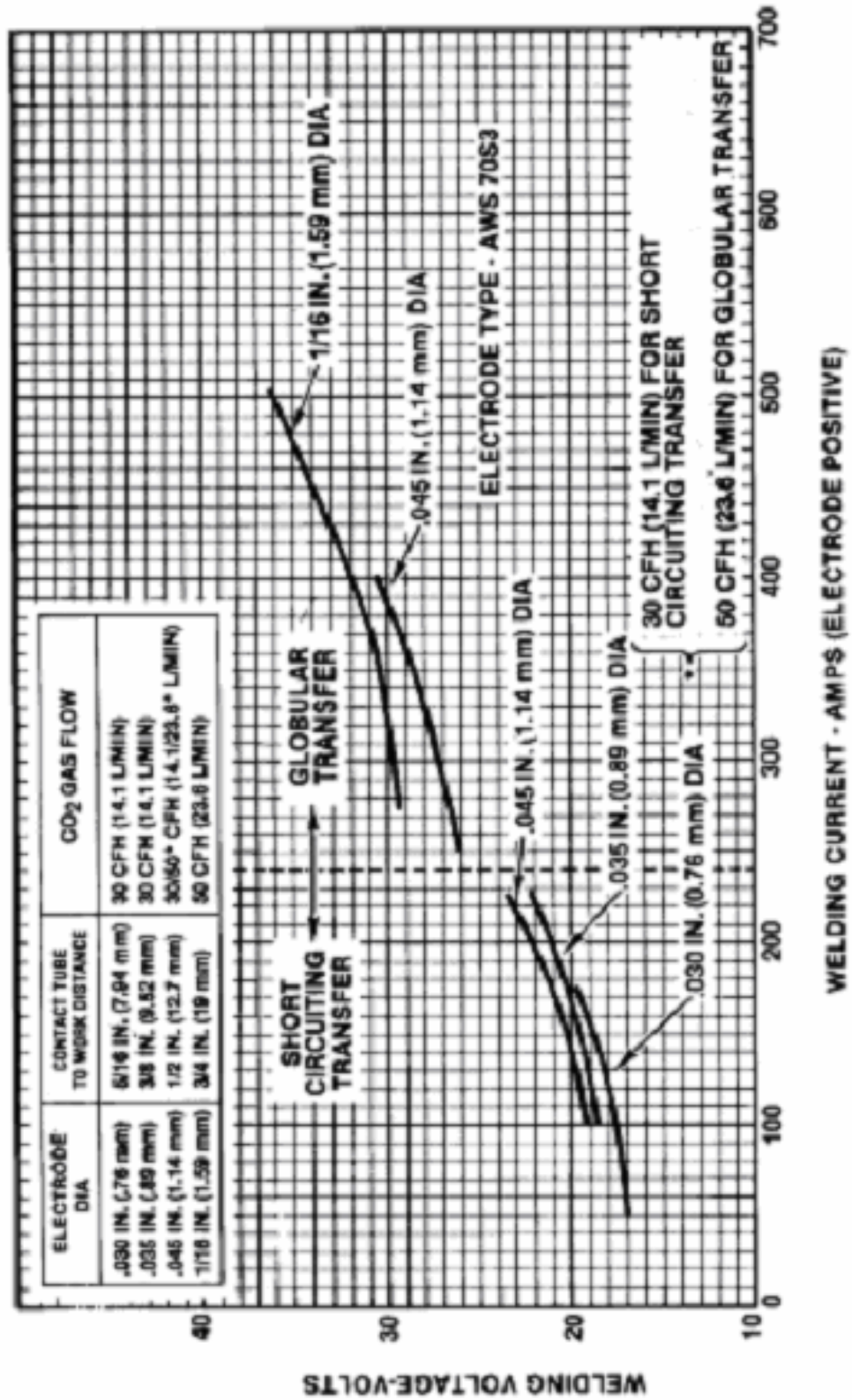


Figura 3.2, Parte 2, para GMAW con gas Argón y electrodo sólido.

GAS METAL ARC WELDING WITH ARGON GAS AND SOLID ELECTRODE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE WORST CASE CONDITION TAKEN FROM THE CURVES BELOW SHALL BE USED.

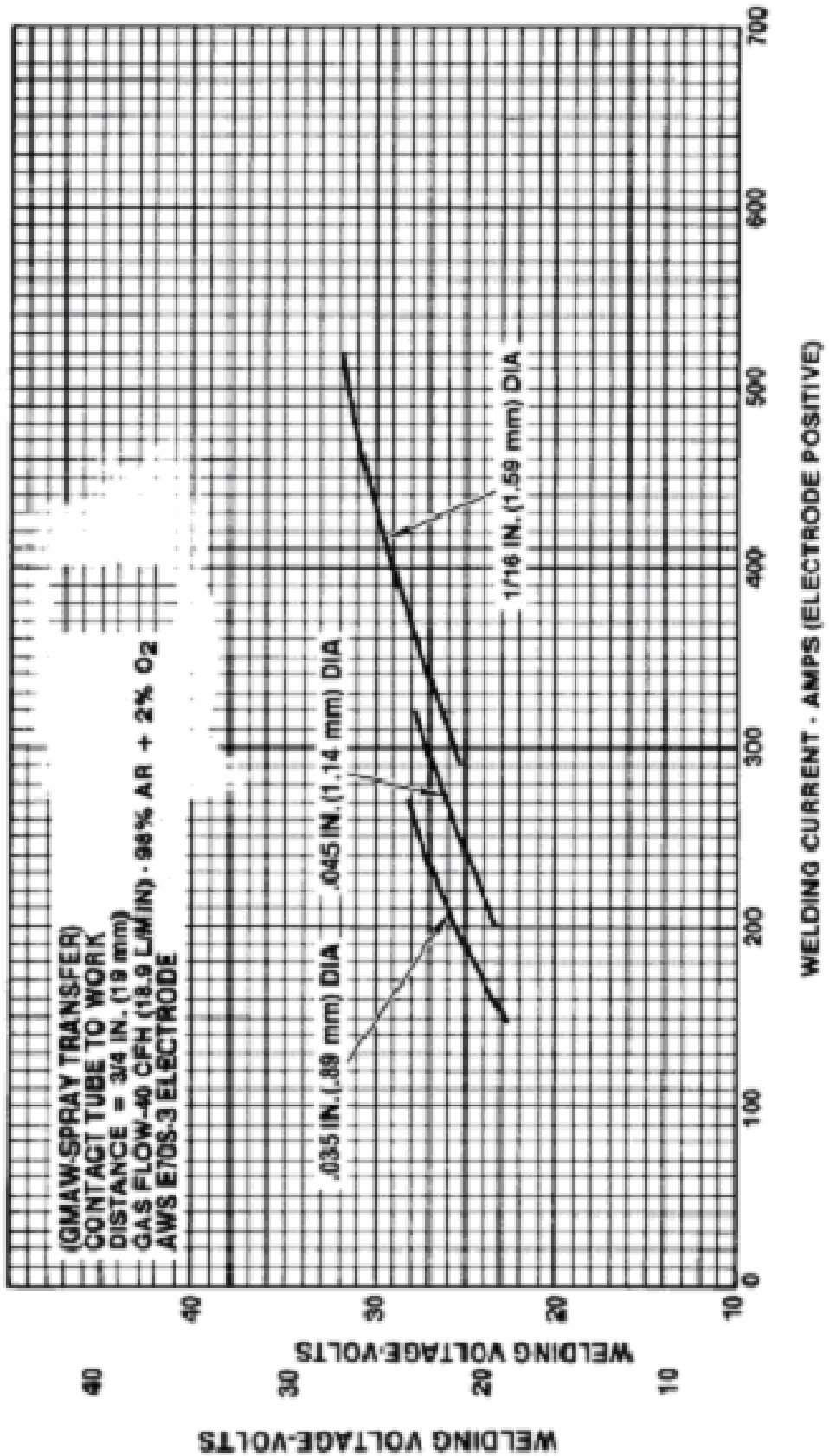
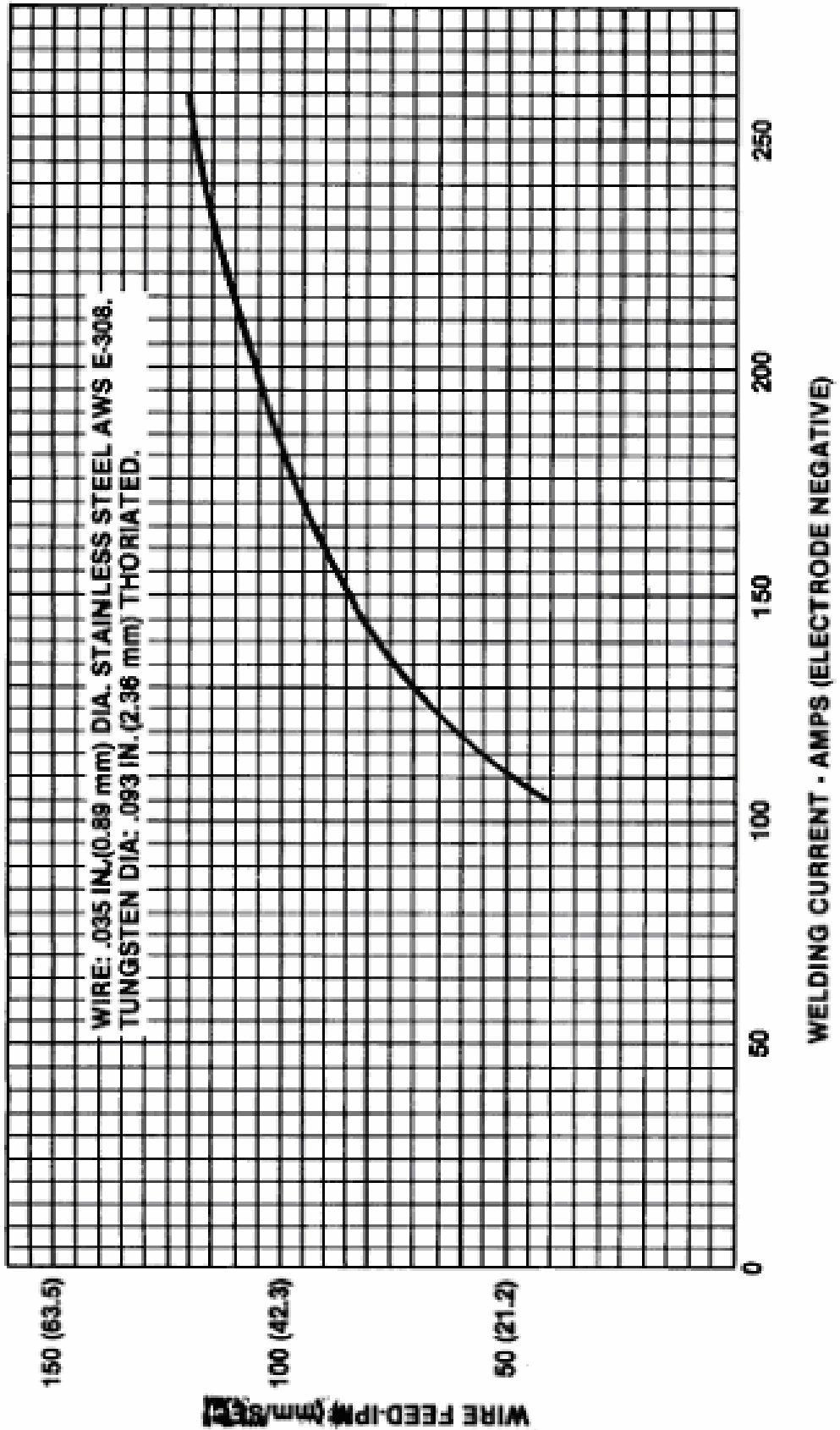


Figura 3.3 - para GTAW con alambre de relleno

GAS TUNGSTEN ARC WELDING WITH FILLER WIRE

FOR VALIDATING THE RATED CURRENT OF THE GUN AND CABLE ASSEMBLY, THE FOLLOWING PARAMETERS SHALL BE USED.

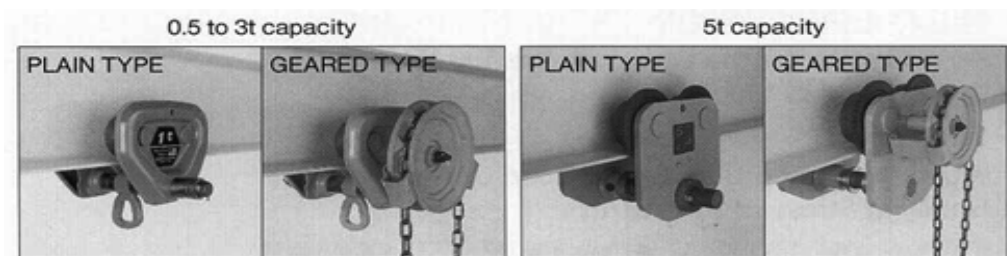


ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS SELECCIONADOS

KITO TF SERIES UNIVERSAL TROLLEY MODEL TF2

ECONOMICAL TYPE



- LIFE TIME LUBRICATED BALL BEARING EQUIPPED
- ADJUSTABLE FOR ANY BEAM BOTH TAPERED AND FLAT FLANGED
- PIVOT MOUNTED PROVIDING LOAD EQUALIZATION AND SMOOTH OPERATION
- EXTREMELY SMALL MIN. RADIUS FOR CURVE (0.5 TO 3 TON CAP)

SPECIFICATIONS

Model	Code		Capacity (t)	Beam Width Adjustability (mm)			Min. Radius for Curve (mm)	Net Weight (kg)		Hand Chain Folded Length (m)
	Plain Trolley	Geared Trolley		Standard	Option			TFP	TFG	
					W 20*	W30*				
TF2	TFPO05	-	0.5	50 to 102	127 to 203	203 to 305	350	4	-	-
TF2	TFPO10	TFG010	1	58 to 127	102 to 203	203 to 305	450	7	11	2.5
TF2	TFPO15	TFGO15	1.5	82 to 153	-	153 to 305	550	13	17	2.5
TF2	TFPG20	TFG020	2	82 to 153	-	153 to 305	550	13	17	3.0
TF2	TFPO30	TFG030	3	82 to 153	-	153 to 305	650	21	25	3.0
TF2	TFPO50	TFG050	5	125 to 178	-	178 to 305	2000	43	47	3.5

* W20, W30 mean 203 and 305 mm beam width adjustability as option.
 In case of only straight I-beam, 0.5 ton plain trolley can be used on 58 mm and less width beam and 1 ton plain trolley and geared trolley can be used on 74 mm and less width beam.



CF SERIES

MANUAL CHAIN HOIST

Model CF4



ASBESTOS-FREE

Asbestos-Free Friction Plate and Reliable Brake Performance.

EASY MAINTENANCE

Extremely Limited in Parts Number; Easy Disassemble and Assemble.

HIGH EFFICIENCY

Ball Bearings for the Body and the Top Level in the World in Efficiency.

SUPER-LOAD CHAIN

World-Renowned Ultra Strong Load Chain; Breaking Stress of 100 kgf/mm².

CONSIDERATION FOR DURABILITY

Solid Construction and Sturdily Built.

HOOK WITH LATCH

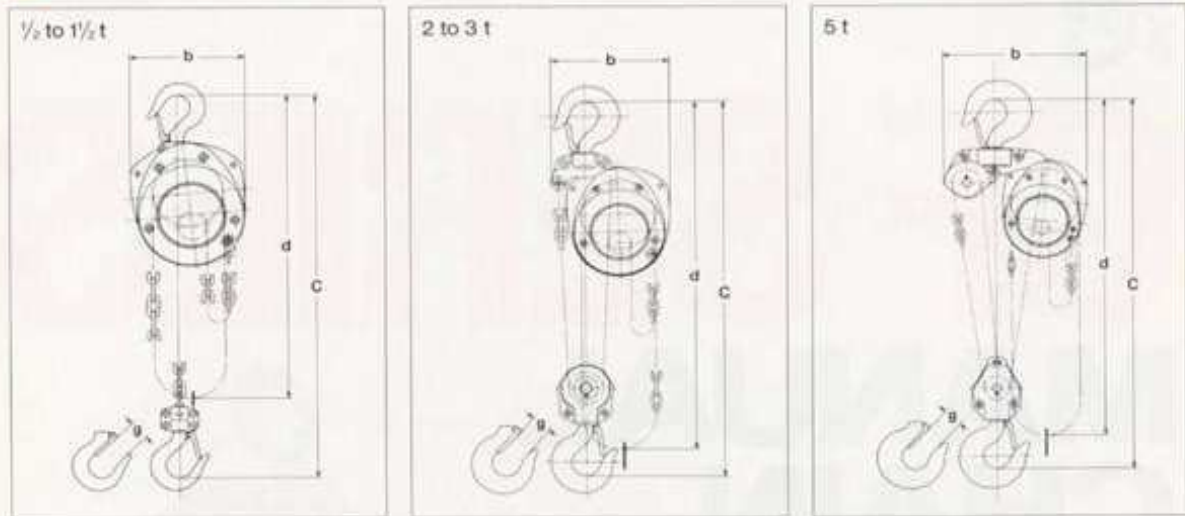
Durable, Heat-Treated Hooks and Easy Loading.

ALUMINIUM DIECAST BODY

Lighter Weight and Easy Handling.

Note : All measurements used in this catalogue are based on metric figures (SI unit system).

HOIST



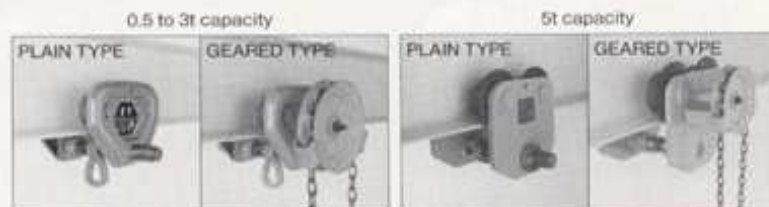
Model	Code	Capacity (t)	Std. Lift (m)	Min. Headroom: C (mm)	Chain Pull to Lift Full Load (kg)	Chain O'hauled to Lift Load One Meter (m)	Test Load (kg)	Net Weight (kg)	Shipping Weight (Approx) (kg)	Load Chain Fall (lines)	Weight for Additional One Meter of Lift (kg)	b (mm)	d (m)	g (mm)
CF4	CF005	0.5	2.5	325	30	19	750	10	11	1	1.5	150	2.5	27
CF4	CF010	1	2.5	370	36	31	1500	12	13	1	1.8	174	2.5	29
CF4	CF015	1.5	2.5	440	42	41	2360	17	18	1	2.1	203	2.5	34
CF4	CF020	2	3.0	510	40	63	3000	21	22	2	2.7	204	3.0	36
CD4	CF030	3	3.0	590	46	81	4750	28	30	2	3.2	240	3.0	42.5
CF4	CF050	5	3.0	620	46	134	6300	37	39	3	4.3	342	3.0	46.5

Any lift of chains are available on request. KITO chains are heat-treated. NEVER attempt to lengthen the load chain. The chain must be replaced with a new one of desired length. When ordering, specify the length of chain.

KITO TF SERIES UNIVERSAL TROLLEY MODEL TF2

ECONOMICAL TYPE

- LIFE TIME LUBRICATED BALL BEARING EQUIPPED
- ADJUSTABLE FOR ANY BEAM BOTH TAPERED AND FLAT FLANGED
- PIVOT MOUNTED PROVIDING LOAD EQUALIZATION AND SMOOTH OPERATION
- EXTREMELY SMALL MIN. RADIUS FOR CURVE (0.5 TO 3 TON CAP)



Model	Code		Capacity (t)	Beam Width Adjustability (mm)			Min. Radius for Curve (mm)	Net Weight (kg)		Hand Chain Folded Length (m)
	Plain Trolley	Geared Trolley		Standard	Option			TFP	TFG	
					W 20*	W 30*				
TF2	TFP005	—	0.5	50 to 102	102 to 203	203 to 305	350	4.0	—	—
TF2	TFP010	TFG010	1	58 to 127	127 to 203	203 to 305	450	7.0	11	2.5
TF2	TFP015	TFG015	1.5	82 to 153	—	153 to 305	550	13	17	2.5
TF2	TFP020	TFG020	2	82 to 153	—	153 to 305	550	13	17	3.0
TF2	TFP030	TFG030	3	82 to 153	—	153 to 305	650	21	25	3.0
TF2	TFP050	TFG050	5	125 to 178	—	178 to 305	2000	43	47	3.5

* W20, W30 mean 203 and 305mm beam width adjustability, as option.
In case of only straight I-beam, 0.5 ton plain trolley can be used on 58mm and less width beam and 1 ton plain trolley and geared trolley can be used on 74mm and less width beam.

PARTS LIST

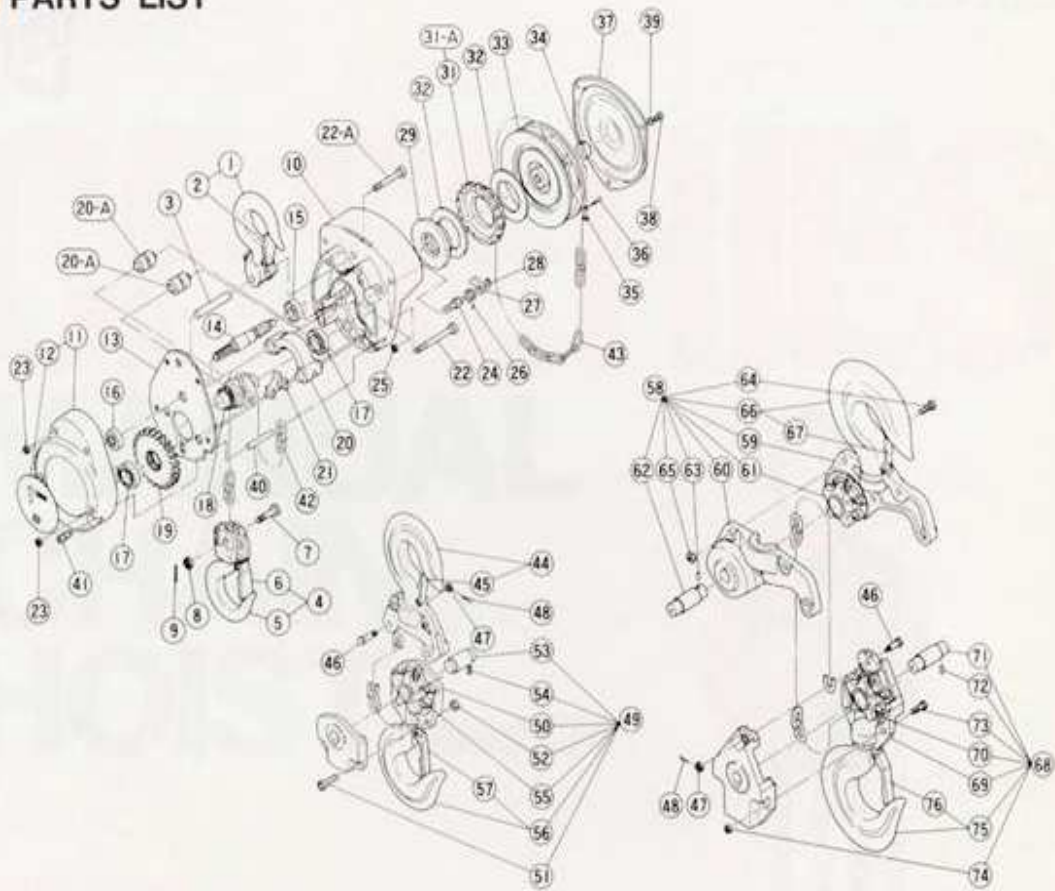
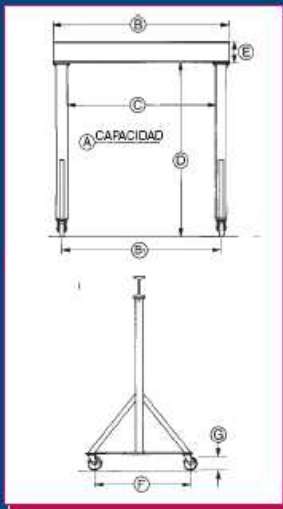


Fig. No.	Part No.	Part Name	Parts Per Hoist	Fig. No.	Part No.	Part Name	Parts Per Hoist	Fig. No.	Part No.	Part Name	Parts Per Hoist
1	CF-001	Top Hook Assembly	1	25	CF-160	U Nut for Fig. 24	1	51	CF-081	Bolt	2
2	M2-071	Hook Latch	1	26	CF-158	Pawl Spring	1	52	CF-082	Lever Nut	2
3	CF-163	Top Pin	1	27	CF-155	Pawl	1	53	CF-053	Shaft	1
4	CF-021A	Bottom Hook Complete Set	1	28	CF-157	Snap Ring for Fig. 24	1	54	CF-083	Spring Pin	1
5	CF-021	Bottom Hook Assembly	1	29	CF-153AF	Friction Disc	1	55	CF-051	Idle Sheave	1
6	CF-071	Hook Latch	1	31	CF-152AF	Ratchet Disc	1	56	CF-021	Bottom Hook Assembly	1
7	M3-041	Chain Pin	1	31-A	CF-154AF	Bush for Fig. 31	1	57	M2-071	Hook Latch	1
8	M2-049	Slotted Nut for Fig. 7	1	32	CF-150AF	Friction Plate	2	ADDITIONAL PARTS FOR 5 TONS CAPACITY			
9	CF-096	Split Pin for Fig. 3	1	33	CF-115AF	Hand Wheel	1	58	CF-001A	Top Hook Complete Set	1
10	CF-101	Body A	1	34	CF-159	Wheel Stopper	1	59	CF-011	Top Yoke A	1
11	CF-102	Body B with Name Plate	1	35	M2-167	Wheel Stopper Pin	1	60	CF-012	Top Yoke B	1
12	CF-801	Name Plate	1	36	CF-182	Split Pin for Fig. 35	1	61	CF-051	Idle Sheave	1
13	CF-105	Frame	1	37	CF-171	Wheel Cover	1	62	CF-053	Shaft	1
14	CF-111AF	Pinion	1	38	CF-187	Screw for Fig. 37	3	63	CF-083	Spring Pin	1
15	CF-120	Ball Bearing A for Fig. 14	1	39	CF-188	Spring Washer for Fig. 37	3	64	CF-081	Bolt	3
16	CF-130	Ball Bearing B for Fig. 14	1	40	CF-164	Tail Pin	1	65	CF-082	Lever Nut	3
17	CF-140	Ball Bearing C for Fig. 18	1	41	CF-181	Tap Socket Bolt for Fig. 40	1	66	CF-001	Top Hook Assembly	1
17-A	CF-141	Ball Bearing D for Fig. 18	1	42	CE-841	Load Chain	1	67	M2-071	Hook Latch	1
18	CF-116	Load Sheave	1	43	CF-842	Hand Chain	1	68	CF-021A	Bottom Hook Complete Set	1
19	CF-114	Load Gear	1	ADDITIONAL PARTS FOR 2 & 3 TONS CAPACITY				69	CF-031	Bottom Yoke	2
20	CF-178	Chain Guide (for 1t & over cap.)	1	44	CF-001	Top Hook Assembly	1	70	CF-051	Idle Sheave	1
20-A	CF-161	Guide Roller (for 1/2t cap.)	2	45	M2-071	Hook Latch	1	71	CF-053	Shaft	1
21	CF-162	Strapper	1	46	ES-041	Chain Pin	1	72	CF-083	Spring Pin	1
22	CF-185	Socket Bolt for Body	2	47	M2-049	Slotted Nut for Fig. 46	1	73	CF-081	Bolt	2
22-A	CF-186	Socket Bolt for Body	2	48	CF-085	Split Pin for Fig. 46	1	74	CF-082	Lever Nut	2
23	CF-184	U Nut for Body	4	49	CF-021A	Bottom Hook Complete Set	1	75	CF-021	Bottom Hook Assembly	1
24	CF-156	Pawl Pin	1	50	CF-031	Bottom Yoke	2	76	M2-071	Hook Latch	1

Note: 1. * Load Sheave for 5 tons cap. is delivered complete with Load Gear.
 2. Parts in AF are for Model CF4. When ordering parts for Model CF3, use same part name and parts number without AF.
 3. CF-154AF Bush is exclusive for CF4.

PORTICO GRÚA

GRÚAS DE PORTICO SERIE E



SERIE E – DE ACERO, ALTURA FIJA 1 – 2 – 3 – 5 TONELADAS

VIGA I	ANCHO DE BRAZO
S6" - 12.5#	3 3/8"
S8" - 18.4#	4"
S10" - 25.4#	4 5/8"
S12" - 31.8#	5"
S15" - 42.9#	5 1/2"
S18" - 54.7#	6"
S24" - 80#	7"

SERIE E

Construcción de acero, altura fija, capacidad hasta cinco toneladas.

Construcción de acero, altura/tramo ajustable, capacidad hasta tres toneladas.

- Construido con tubos mecánicos cuadrados de alta resistencia.
- Gira fácilmente sobre ruedas moldeadas de poliuretano duraderas.
- Frenos de ruedas, bloqueos oscilantes, y otros estilos de ruedas y ruedillas disponibles.
- Los pórticos ajustables serie E proveen una alternativa real a la serie A en el movimiento de cargas de hasta tres toneladas.
- Ajuste de altura en incrementos de seis pulgadas.

SERIE E – DE ACERO, ALTURA FIJA

A CAPACIDAD	B TRAMO TOTAL	B1 TRAMO ENTRE CENTROS DE RUEDAS	C TRAMO SIN OBSTRUCCIONES	D ALTURA	E PROFUNDIDAD VIGA I	F PASO	G DIÁM. RUEDAS	ANCHO DE VIGA I		SIN VIGA I
								PESO	MODELO	PESO
1 tonelada	12'	11'-3"	10'-11"	10'	6"	64"	6"	354	F2000	204
2 toneladas	12'	11'-3"	10'-11"	10'	8"	64"	6"	580	F4000	360
3 toneladas	12'	11'-3"	10'-10"	10'	10"	64"	8"	719	F6000	414
5 toneladas	12'	11'-1"	10'-7"	10'	12"	64"	8"	925	F10000	543



PINZAS AMPERIMÉTRICAS

Características

Funciones	333	334	335	336	337
Verdadero valor eficaz			●	●	●
Pantalla con retroiluminación		●	●	●	●
Desconexión automática	●	●	●	●	●
Retención de valores en pantalla	●	●	●	●	●
Corriente de arranque de motores		●	●	●	●
Indicación de batería baja	●	●	●	●	●
Pinza grande				●	●
MÍN/MÁX					●
Corriente AC/DC				●	●

Especificaciones

Funciones	Rango	333	334	335	336	337
Corriente AC	0-400,0 A	2% ± 5 cuentas				
	0-600,0 A		2% ± 5 cuentas	2% ± 5 cuentas	2% ± 5 cuentas	
	0-999,9 A					2% ± 5 cuentas
Factor de cresta	0-600,0 A			2,4 @ 500 A	3 @ 500 A	
				3 @ 500 A	2,0 @ 600 A	
	0-999,9 A					3 @ 500 A
						2,5 @ 600 A
						1,42 @ 1.000 A
Corriente DC	0-600,0 A				2% ± 5 cuentas	
	0-999,9 A					2% ± 5 cuentas
Corriente de arranque	Tiempo de integración		100 mS	100 mS	100 mS	100 mS
Tensión AC	0-600,0 V	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas
Tensión DC	0-600,0 V	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas	1% ± 5 cuentas
Resistencia	0-600,0 Ω	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas
	0-6,000 Ω		1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas
Continuidad		≤ 30 Ω	≤ 30 Ω	≤ 30 Ω	≤ 30 Ω	≤ 30 Ω
Frecuencia	5-400 Hz					0,5% ± 5 cuentas

Vida útil de las baterías: Pilas alcalinas, 150 horas

Tamaño (LxAxF):

238 mm x 79 mm x 41 mm (333, 334 y 335)

251 mm x 79 mm x 41 mm (336 y 337)

Max Ø del conductor: 30 mm (333, 334, 335)
42 mm (336, 337)

Peso: 0,312 kg

Garantía: 3 años

MULTÍMETROS DIGITALES

Características

	175	177	179
Medidas de Verdadero Valor Eficaz	AC	AC	AC
Representación digital , con una frecuencia de actualización de 4 veces por segundo	6000	6000	6000
Display con retroiluminación		●	●
Barra gráfica analógica que se actualizan con una frecuencia de 40 veces por segundo	33-segmentos	33-segmentos	33-segmentos
Selección de rangos automática y manual	●	●	●
Retención de valores en pantalla y retención automática de lecturas	●	●	●
Modo de registro de mínimos, máximo y medios, con alarma de mínimos y máximos	●	●	●
Lecturas de temperatura (sonda termopar tipo k de extremo redondeado incluida)			●
El modo suavizado permite el filtrado de señales de entrada intermitentes	●	●	●
Pruebas acústicas de continuidad y de diodos	●	●	●
Señal de advertencia de conexiones incorrectas	●	●	●
La alarma de tensión insegura alerta en caso de tensiones superiores a los 30 V	●	●	●
Indicación de batería baja	●	●	●
Alojamiento ergonómico con funda integrada	●	●	●
Fácil cambio de la batería sin necesidad de abrir todo el alojamiento	●	●	●
Dispone de modo "En espera" para mayor duración de las baterías	●	●	●

Especificaciones

(visite la página Web de Fluke para obtener especificaciones detalladas)

Tensión de CC	1000 V	0,1 mV	±(0,15%+2)	±(0,09%+2)	±(0,09%+2)
Tensión de CA	1000 V	0,1 mV	±(1,0%+3)	±(1,0%+3)	±(1,0%+3)
Corriente continua	10 A	0,01 mA	±(1,0%+3)	±(1,0%+3)	±(1,0%+3)
Corriente alterna	10 A	0,01 mA	±(1,5%+3)	±(1,5%+3)	±(1,5%+3)
Resistencia	50 MΩ	0,1 Ω	±(0,9%+1)	±(0,9%+1)	±(0,9%+1)
Capacitancia	10000 μF	1 nF	±(1,2%+2)	±(1,2%+2)	±(1,2%+2)
Frecuencia	100 kHz	0,01 Hz	±(0,1%+1)	±(0,1%+1)	±(0,1%+1)
Temperatura	-40°C/+400°C	0,1°C			±(1,0%+10)

La precisión especificada es la mejor para cada función

Vida útil de la batería: pilas alcalinas, normalmente 200 horas
Tamaño (LxAxF): 190 mm x 89 mm x 45 mm

Peso: 0,42 kg
Garantía para toda la vida

MEDIDOR DE HUMEDAD RELATIVA (TERMOHIGRÓMETRO)

Fluke 971 Medidor de humedad relativa y temperatura

Obtenga rápidamente lecturas precisas de la humedad y temperatura del aire. La temperatura y la humedad son dos factores importantes para mantener unos niveles óptimos de calidad del aire en interiores. El Fluke 971 es una herramienta de gran valor para el personal de mantenimiento y los técnicos de instalaciones, los contratistas de sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado, y los profesionales que evalúan la calidad del aire en interiores. Ligero, resistente y cómodo, el Fluke 971 es perfecto para supervisar zonas problemáticas.

- Mide simultáneamente la humedad y la temperatura
- Mide el punto de rocío y el bulbo húmedo
- Capacidad de almacenamiento de 99 registros
- Retención de datos en pantalla y registro de valores mínimos, máximos y promedio
- Diseño ergonómico con pinza para el cinturón incorporada y funda protectora
- Pantalla de lectura doble con retroiluminación
- Capuchón protector giratorio
- Indicador de batería baja

Especificaciones

Rango de temperatura	-20 °C a 60 °C
Precisión de temperatura	
0 °C a 45 °C	± 0,5 °C
-20 °C a 0 °C y 45 °C a 60 °C	± 1,0 °C
Resolución	0,1 °C
Tiempo de respuesta (temperatura)	500 ms
Tipo de sensor de temperatura	NTC
Rango de humedad relativa	5% a 95% H.R.
Precisión de humedad relativa	
10% a 90% H.R. a 23 °C	± 2,5 % H.R.
<10%, > 90% H.R. a 23 °C	± 5,0 % H.R.
Sensor de humedad	Sensor de película de polímero de capacitancia electrónica
Almacenamiento de datos	99 puntos
Tiempo de respuesta (humedad)	Para el 90% del rango total: 60 segundos con movimiento de aire de 1 m/s

Temperatura de trabajo: -20 a 60°C
(para medidas de humedad: 0 a 60°C)
Temperatura de almacenamiento: -20 °C a 55 °C
Vida útil de la batería: 4 AA alcalinas, 200 horas

Seguridad: cumple con EN61326-1
Peso: 0,188 kg
Tamaño (LxAxF): 194 mm x 60 mm x 34 mm
Garantía: 1 año

TERMÓMETROS DIGITALES

Características

	51 II J,K,T,E	52 II J,K,T,E	53 II J,K,T,E,N,R,S	54 II J,K,T,E,N,R,S
Tipo de termopares	J,K,T,E	J,K,T,E	J,K,T,E,N,R,S	J,K,T,E,N,R,S
Número de entradas	1	2	1	2
Indicación de tiempo	Tiempo Relativo	Tiempo Relativo	Día y hora	Día y hora
Resistencia al Agua/Polvo	●	●	●	●
Pantalla doble retroiluminada	●	●	●	●
Registro MIN/MAX/AVG	●	●	●	●
Temperaturas diferenciales (T ₁ -T ₂)		●		●
Registro de hasta 500 ptos de memoria			●	●
Puerto de Comunicación por Infrarrojos			●	●
Compatible con Software opcional FlukeView Forms			●	●

Especificaciones

Rangos de Temperatura:

Termopares tipo J	-210°C a 1200°C	(-346°F a 2192°F)
Termopares tipo K	-200°C a 1372°C	(-328°F a 2501°F)
Termopares tipo T	-250°C a 400°C	(-418°F a 752°F)
Termopares tipo E	-150°C a 1000°C	(-238°F a 1832°F)
Termopares tipo N**	-200°C a 1300°C	(-328°F a 2372°F)
Termopares tipo R** y S**	0°C a 1767°C	(32°F a 3212°F)

Precisión

Por encima de -100 °C (-148 °F) :

Tipo J, K, T, E, y N**	± [0,05% + 0,3°C (0,5°F)]
Tipo R** y S**	± [0,05% + 0,4°C (0,7°F)]

Por debajo de -100°C (-148°F)

Tipo J, K, E y N	± [0,20% + 0,3°C (0,5°F)]
Tipo T	± [0,50% + 0,3°C (0,5°F)]

** Solo los modelos Fluke 53 y 54 Serie II funcionan con termopares tipo N, R, y S.

Duración de la batería: 1000 horas típicas, AA

Peso: 0,4 kg

Tamaño (LxAxF): 173 x 86 x 38 mm

Garantía: 3 años

TABLA DE CARGA PARA ESTROBOS



CONST	DIAMETRO DEL CABLE							
	Pulg.	m.m.	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
	5/16	7,94	0,85	0,82	1,70	1,64	1,20	0,85
	3/8	9,53	1,21	0,88	2,42	2,33	1,71	1,21
	7/16	11,11	1,65	1,20	3,30	3,18	2,33	1,65
	1/2	12,70	2,13	1,55	4,26	4,11	3,01	2,13
	9/16	14,30	2,69	1,96	5,38	5,19	3,80	2,69
	5/8	15,90	3,33	2,43	6,66	6,43	4,70	3,33
	3/4	19,05	4,75	3,46	9,60	9,17	6,71	4,75
	7/8	22,23	6,42	4,68	12,84	12,40	9,07	6,42
	1	25,40	8,34	6,08	16,68	16,11	11,79	8,34
1	1/8	28,60	10,26	7,49	20,52	19,82	14,50	10,26
	1 1/4	31,75	12,60	9,20	25,20	24,34	17,81	12,60
	1 3/8	34,90	15,14	11,05	30,28	29,24	21,41	15,14
	1 1/2	38,10	17,94	13,09	35,88	34,65	25,37	17,94
	1 3/4	44,45	24,20	17,66	48,40	46,74	34,22	24,20
	1 7/8	47,62	27,60	20,14	55,20	53,31	39,03	27,60
	2	50,80	31,20	22,77	62,40	60,27	44,12	31,20

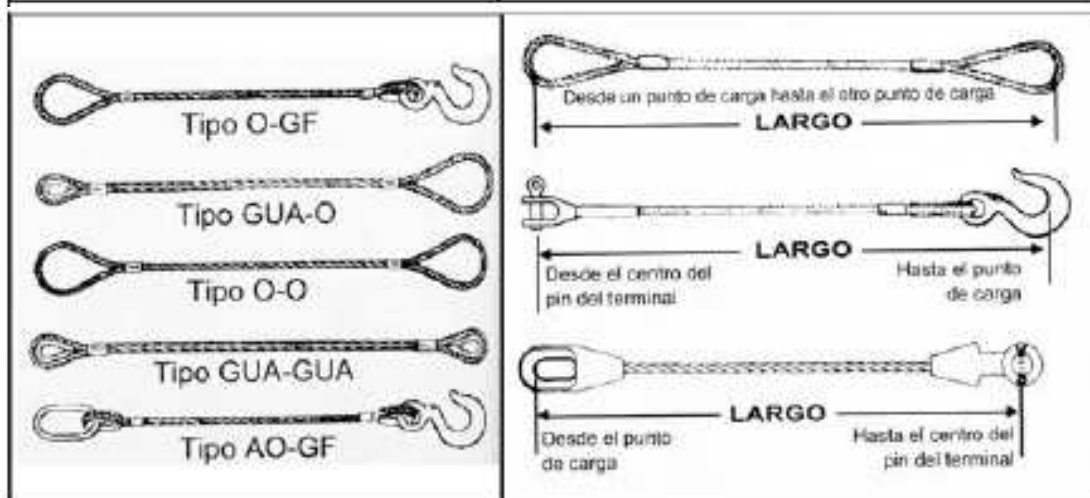


CONST	DIAMETRO DEL CABLE							
	Pulg.	m.m.	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
	5/16	7,94	0,77	0,56	1,54	1,48	1,08	0,77
	3/8	9,53	1,10	0,80	2,20	2,12	1,54	1,10
	7/16	11,11	1,50	1,10	3,00	2,89	2,10	1,49
	1/2	12,70	1,94	1,42	3,88	3,74	2,72	1,93
	9/16	14,30	2,44	1,78	4,88	4,71	3,42	2,43
	5/8	15,90	3,02	2,20	6,04	5,83	4,23	3,00
	3/4	19,05	4,32	3,15	8,64	8,34	6,06	4,30
	7/8	22,23	5,84	4,26	11,68	11,28	8,19	5,81
	1	25,40	7,58	5,53	15,16	14,64	10,62	7,64
1	1/8	28,60	9,54	6,96	19,08	18,43	13,37	9,49
	1 1/4	31,75	11,72	8,55	23,44	22,64	16,43	11,66
	1 3/8	34,90	14,10	10,29	28,20	27,23	19,76	14,03
	1 1/2	38,10	16,70	12,19	33,40	32,26	23,40	16,62
	1 3/4	44,45	22,40	16,35	44,80	43,27	31,39	22,29
	1 7/8	47,62	25,60	18,69	51,20	49,45	35,88	25,60
	2	50,80	29,00	21,17	58,00	56,02	40,65	28,86

El coeficiente de seguridad utilizando para calcular las cargas máximas indicadas es de 5 a 1. Si desea utilizar la otra construcción, consulte a su proveedor de cable.

COMO ORDENAR UN ESTROBO

FERRETERIA	NOMBRE	CÓDIGO	FERRETERIA	NOMBRE	CODIGO
	OJO	O		ARGOLLA OVALADA	AO
	TOPE	T		GRILLETE	GR
	GANCHO FIJO	GF		TERMINAL CERRADO	TC
	GANCHO CORREDIZO	GC		TERMINAL ABIERTO	TA
	GANCHO GIRATORIO	GG		GUARDACABLE	GUA
	ARGOLLA TIPO PERA	AP		GANCHO PELICANO	GP
MANERA CORRECTA DE MEDIR UN ESTROBO			TIPOS COMUNES DE ESTROBOS		



ANEXO 4

COTIZACIONES DE LOS INSTRUMENTOS SELECCIONADOS

Cotización de instrumentos Fluke obtenida por e-mail.

Ricardo,

A continuación detallo los precios solicitados:

1	GEO30	Comprobador de puesta a tierra	US\$ 1.841,00	
2	336	Pinza amperimétrica AC/DC 600A-600V	US\$ 369,00	US\$ 738,00
2	337	Pinza amperimétrica AC/DC 1000A-600V	US\$ 418,00	US\$ 836,00
1	175	Multímetro de 100ohmios/V a 1000ohmios/V	US\$ 271,00	
3	80PK-3A	Termocupla, contacto a superficie, 0-260°	US\$ 117,00	US\$ 351,00
6	51-2	Termómetro digital	US\$ 231,00	US\$ 1.386,00
6	971	Termohigrómetro	US\$ 220,00	US\$ 1.320,00
1	434	Analizador trifásico	US\$ 6.068,25	
1	336	Pinza amperimétrica AC/DC 600A-600V	US\$ 369,00	
1	337	Pinza amperimétrica AC/DC 1000A-600V	US\$ 418,00	
1	175	Multímetro de 100ohmios/V a 1000ohmios/V	US\$ 271,00	
2	ANALYST 3P	Vatímetro trifásico	US\$ 2.995,00	US\$ 5.990,00
1	175	Multímetro de 100ohmios/V a 1000ohmios/V	US\$ 271,00	US\$ 542,00
1	971	Termohigrómetro	US\$ 220,00	

ESTOS PRECIOS INCLUYEN EL 12% I.V.A.

ENTREGA: 336 y 337, dos semanas. 175 y 434, inmediata salvo venta previa. GEO30 y ANALYST 3P, 10 semanas una vez recibida la orden de compra. Resto de ítems, 06 semanas una vez recibida la orden de compra.

FORMA DE PAGO: 50% de anticipo y 50% contra entrega.

VALIDEZ: 30 días.

CASTILLO HERMANOS
Ferretería Importadores
CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 194

PROFORMA # 5033797

RUC:1790155102601

Fecha: Miércoles, 21/06/2006
Almacen: SUCURSAL 1 (AMERICA)
Cliente: RIGARDO AGUIRRE
Observación: 2507144 408 RICARDO AGUIRRE 2237022 FAX

Cantidad	Código	Artículo	V.Unitario	V.Total
1.00	TE000-300	TECLE DE MANO B2993 - 2 TON KINKON	79.500	79.50
1.00	CA601-001	CALIBRADOR PIE DE REY ALEMANIA 6" - 150MM. SAE -- MM.	34.800	34.80
1.00	FL002-032	FLEXOMETRO 589E -GW - 5MTSX19MM SERIE 89 KIN KON	3.200	3.20
1.00	DE502-45913	JGS. DESARMADOR JUEGOS IRIMO MECANICO 6 PZAS EN BLISTER COD 45913	39.750	39.75
1.00	TO501-20100	TORQUIMETRO IRIMO 1/2" 20-100 NM (15-80 LBS/P) COD 06711	235.000	235.00
1.00	CO581-12950	JGS. COPA RATCHA EN JUEGOS IRIMO 1/2" 243 - 10x22 16PZAS.COD. 129501	153.000	153.00
1.00	LLA68-02645	LLAVE MINTA JUEGOS MM IRIMO 6X22 MM 17 PZAS COD 02645	148.760	148.76

	Subtotal	694.01
PROMOCION ESPECIAL* ----->Dseto	19.6424% (-)	136.32
	Imponible (-)	557.69
	I.V.A. 12% (-)	66.92
	TOTAL (=)	624.61

* La promoción especial aplica a partir de la compra de US\$ 20.00

ESTA PROFORMA ES VALIDA POR 15 DIAS

INGECABLES

CABLES, TORONES Y ALAMENAS ESPECIALES

Quito: Teléfono: 2-257589 - 2244391
 TELEFAX: 2-469974
 Escalona No. 232 y Villalengua
 CEL.: 09 9667904
 Guayaquil: TeleFAX: 2265511
 www.ingecables.com
 e-mail: ventas@ingecables.com

NUEVA IMAGEN CORPORATIVA
 PARA UNA MEJOR ATENCION
 14 años de experiencia

Más fuerte el acero es el amor de DIOS

PROFORMA No. 3005

22-juni-2006

Señores

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Att.: Ing. Ricardo Aguirre

Teléfono: 2507144 ext 408 094101138 Fax: 2237022

Quito - Ecuador

				DOLARES AMERICANOS	
CANT	U MED	Ø	DESCRIPCION	Valor Unit.	Valor Total
2	und	1/2"	Estrobo OJO-OJO en cable de acero Negro serie (6x19) -XIPS- IWRC-TRD-PREFORMING - API-9A - 20cm DE LARGO - ø un ojo standard CON Guardacable, Gancho y casquillo prensado (500T) - 2do ojo con 5 grilletes crosby/USA - Resistencia a la rotura del cable 11 ton - Carga trabajo-estrobo 2.2 ton/v aprox (FS/5) - Con placa técnica de identificación	69.987	139.97
2	und	1/2"	Estrobo OJO-OJO en cable de acero Negro serie (6x19) -XIPS- IWRC-TRD-PREFORMING - API-9A - 35cm DE LARGO - ø ojos standard CON Guardacables, Ganchos y casquillos prensados (500T) - Resistencia a la rotura del cable 11 ton - Carga trabajo-estrobo 2.2 ton/v aprox (FS/5) - Con placa técnica de identificación	64.987	129.97
1	und		Tecle de cadena de 2ton con 3 mts de levante	299.987	299.99
10	mts	1"	Cabo nylon - carga de trabajo 2ton	6.987	69.87
				Subtotal:	639.81
CTA.CTE.BANCO PACIFICO: 5213940 (Ingecables S.A.) CTA.CTE.PRODUBANCO: 02057011032 (Ingecables S.A.) RUC# 1791876482001 - INGECABLES S.A. www.ingecables.com				Subtotal:	639.81
				+12% IVA	76.78
				TOTAL:	716.58

FORMA DE PAGO: contado anticipado

TIEMPO DE ENTREGA: 8 horas aprox. salvo vta Previa - para estrobos, el resto inmediato

LUGAR DE ENTREGA: Quito

VALIDEZ DE LA OFERTA: al día

Atentamente,

JORGE EDWIN LEON



**IMPORTADORES Y DISTRIBUIDORES:
DE EQUIPOS CIENTIFICOS, PARA EL LABORATORIO LA
INDUSTRIA Y LA ENSEÑANZA**

QUITO:
Av. de Los Shyris N40-110 (2678) y Gaspar de Villarroel
Telfs: 2444 156 / 2444 154 / 2452 344
Fax: 2432 002 E-mail: hr-rep@interactive.net.ec
Apartado: 17-04-10419

PROFORMA
No. **0030575**
R.U.C. 1703468353001

CLIENTE:

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA 08-Jun-06
ATTN SR. RICARDO AGUIRRE
FAX: 2237022 OFICINA

COD.	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	TERMOMETRO MERCURIO DE -10 A 110 GRADOS MARCA BOECO ALEMAN	1	5,00	\$5,00
	TERMOMETRO DIGITAL DE BOLSILLO CON PUNTA METALICA MARCA BOE 310LCD DE -50 A 300 GRADOS	1	24,99	\$24,99

SUBTOTAL.....\$	\$29,99
(+) 12% DEL IVA	\$3,60
TOTAL.....\$	\$33,59

CONDICIONES:

FORMA DE PAGO: CONTADO

ENTREGA: INMEDIATA PREVIA CONFIRMACION

OFERTA: 15 DIAS



ANEXO 5: Lista de precios de varios productos obtenida telefónicamente de algunas empresas.

Empresa	Descripción Producto	Precio	Incluye el IVA
DEMAG	Portico Grúa de 2 Ton	1500.00	No
Acero Comercial	Trolley Manual Kito Capacidad 2 Ton	216.00	No
Acero Comercial	Tecle Eléctrico Fijo Kito Capacidad 2 T – 6 m	2682.00	No
Acero Comercial	Tecle Eléctrico Móvil Kito Capacidad 2 T – 6 m	3928.00	No
Acero Comercial	Tecle Manual Kito Capacidad 2 T – 3 m Peso	438.39	No
COMATECNICA	Generador de CA de 2 KVA	5000.00	No