

## NTP 494: Soldadura eléctrica al arco: normas de segurid...

### CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

#### Introducción

Dentro del campo de la soldadura industrial, la soldadura eléctrica manual al arco con electrodo revestido es la más utilizada. Para ello se emplean máquinas eléctricas de soldadura que básicamente consisten en transformadores que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad necesaria según las características del trabajo a efectuar.

Los trabajos con este tipo de soldadura conllevan una serie de riesgos entre los que destacan los relacionados con el uso de la corriente eléctrica, los contactos eléctricos directos e indirectos; además existen otros que también se relacionan en esta NTP, cuyo objetivo es dar a conocer las características técnicas básicas de la soldadura eléctrica, los riesgos y sus factores de riesgo y los sistemas de prevención y protección. Además se dan normas de seguridad para la organización segura del puesto de trabajo, los equipos de protección individual y el mantenimiento e inspección del material.

#### Características técnicas

##### Arco eléctrico

Para unir dos metales de igual o parecida naturaleza mediante soldadura eléctrica al arco es necesario calor y material de aporte (electrodos). El calor se obtiene mediante el mantenimiento de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar (masa) (fig. 1). En este arco eléctrico a cada valor de la intensidad de corriente, corresponde una determinada tensión en función de su longitud. La relación intensidad/tensión nos da la característica del arco. Para el encendido se necesita una tensión comprendida entre 40 y 110 V; esta tensión va descendiendo hasta valores de mantenimiento comprendidos entre 15 y 35 V, mientras que la intensidad de corriente aumenta notablemente, presentando todo el sistema una característica descendente, lo que unido a la limitación de la intensidad de corriente cuando el arco se ha cebado exige, para el perfecto control de ambas variables, la utilización de las máquinas eléctricas de soldadura.

#### Equipos eléctricos de soldar

Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

#### {pagebreak}Equipo de soldadura

En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos).

Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el porta electrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.

#### Elementos auxiliares

Los principales son los electrodos, la pinza porta electrodos, la pinza de masa y los útiles.

El electrodo es una varilla con un alma de carbón, hierro o metal de base para soldeo y de un revestimiento que lo rodea. Forma uno de los polos del arco que engendra el calor de fusión y que en el caso de ser metálico suministra asimismo el material de aporte.

Existen diversos tipos pero los más utilizados son los electrodos de revestimiento grueso o recubiertos en los que la relación entre el diámetro exterior del revestimiento y el del alma es superior a 1:3. El revestimiento está compuesto por diversos productos como pueden ser: óxidos de hierro o manganeso, ferromanganeso, rutilo, etc.; como aglutinantes se suelen utilizar silicatos alcalinos solubles.

La pinza porta electrodos sirve para fijar el electrodo al cable de conducción de la corriente de soldeo.

La pinza de masa se utiliza para sujetar el cable de masa a la pieza a soldar facilitando un buen contacto entre ambos.

Entre los útiles, además de los martillos, tenazas, escoplos, etc. el soldador utiliza cepillos de alambre de acero para limpieza de superficies y martillos de punta para romper la cubierta de las escorias o residuos.

Riesgos y factores de riesgo

Riesgos de accidente

Los principales riesgos de accidente son los derivados del empleo de la corriente eléctrica, las quemaduras y el incendio y explosión.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Las proyecciones en ojos y las quemaduras pueden tener lugar por proyecciones de partículas debidas al propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando o al realizar operaciones de descascarillado

La explosión e incendio puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al soldar recipientes que hayan contenido productos inflamables.

{pagebreak}

## **Riesgos higiénicos**

---

Básicamente son tres: la exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas, la exposición a humos y gases y la intoxicación por fosgeno.

Las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas son producidas por el arco eléctrico.

La inhalación de humos y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico es muy variable en función del tipo de revestimiento del electrodo o gas protector y de los materiales base y de aporte y puede consistir en exposición a humos (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, etc.) y gases (óxidos de carbono, de nitrógeno, etc).

Finalmente, puede ocurrir intoxicación por fosgeno cuando se efectúan trabajos de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas con dichos productos.

Sistemas de prevención y protección

Contactos eléctricos directos e indirectos

### **Equipo de soldar**

La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico (Sistema de protección electromecánica) que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico (Sistema de protección electrónica) que se basa en limitar la tensión de vacío del secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una

tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

#### **Pinza porta electrodos**

La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.

#### **Circuito de acometida**

Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000 V. Los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe deben estar aislados.

#### **Circuito de soldadura**

Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.

#### **Carcasa**

La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

{pagebreak}

#### **Radiaciones ultravioleta y luminosas**

Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores.

El soldador debe utilizar una pantalla facial con certificación de calidad para este tipo de soldadura, utilizando el visor de cristal inactínico cuyas características varían en función de la intensidad de corriente empleada. Para cada caso se utilizará un tipo de pantalla, filtros y placas filtrantes que deben reunir una serie de características función de la intensidad de soldeo y que se recogen en tres tablas; en una primera tabla se indican los valores y tolerancias de transmisión de los distintos tipos de filtros y placas filtrantes de protección ocular frente a la luz de intensidad elevada. Las definiciones de los factores de transmisión vienen dadas en la ISO 4007 y su determinación está descrita en el cap. 5 de la ISO 4854. Los factores de transmisión de los filtros utilizados para la soldadura y las técnicas relacionadas vienen relacionadas en la Tabla 1 de la ISO 4850. En las pantallas deberá indicar clara e indeleblemente la intensidad de la corriente en amperios para la cual está destinada.

{pagebreak}

---

**Tabla 1. Especificaciones de transmisión (ISO 48501979)**

---

**Nº DE ESCALA  
TRANSMISIÓN MAX. EN EL ESPECTRO ULTRAVIOLETA  
&tau;(&lambda;)**

**TRANSMISIÓN EN LA BANDA VISIBLE DEL ESPECTRO**  
**&tau;v**

---

**VALOR MEDIO MÁXIMO DE LA TRANSMISIÓN INFRARROJA**

---

**&tau;NIR**  
**&tau;MIR**

---

**313 nm**

%

**365 nm**

%

**max**

%

**min**

%

**IR próximo**

**1.300 a 780 nm**

%

**IR medio**

**2.000 a 1.300 nm**

%

---

1,2

0,0003

50

100

74,4

37

37

---

1,4

0,0003

35

74,4

58,1

33

33

---

1,7  
0,0003  
22  
58,1  
43,2  
26  
26

---

2,0  
0,0003  
14  
43,2  
29,1  
21  
13

---

2,5  
0,0003  
6,4  
29,1  
17,8  
15  
9,6

---

3  
0,0003  
2,8  
17,8  
8,5  
12  
8,5

---

4  
0,0003  
0,95  
8,5  
3,2  
6,4  
5,4

---

5

0,0003  
0,30  
3,2  
1,2  
3,2  
3,2

---

6  
0,0003  
0,10  
1,2  
0,44  
1,7  
1,9

---

7  
0,0003  
0,037  
0,44  
0,16  
0,81  
1,2

---

8  
0,0003  
0,013  
0,16  
0,061  
0,43  
0,68

---

9  
0,0003  
0,0045  
0,061  
0,023  
0,20  
0,39

---

10  
0,0003

0,0016  
0,023  
0,0085  
0,10  
0,25

---

11  
Nota 1  
0,00060  
0,0085  
0,0032  
0,050  
0,15

---

12  
  
0,00020  
0,0032  
0,0012  
0,027  
0,096

---

13  
  
0,000076  
0,0012  
0,00044  
0,014  
0,060

---

14  
  
0,000027  
0,00044  
0,00016  
0,007  
0,04

---

15  
  
0,0000094

0,00016  
0,000061  
0,003  
0,02

---

16

0,0000034  
0,000061  
0,000029  
0,003  
0,02

---

NOTA 1. Valor inferior o igual al factor de transmisión admitido para 365 nm

Especificaciones complementarias

» Entre 219 y 313 nm, la transmisión no debe sobrepasar el valor admisible para 313 nm  
» Entre 313 y 365 nm, la transmisión no debe sobrepasar el valor admisible para 365 nm  
» Entre 365 y 400 nm, la transmisión espectral media no debe sobrepasar la transmisión media en la banda visible &tau;v {pagebreak}

Por otro lado para elegir el filtro adecuado (nº de escala) en función del grado de protección se utiliza otra tabla que relaciona los procedimientos de soldadura o técnicas relacionadas con la intensidad de corriente en amperios. Se puede observar que el número de escala exigido aumenta según se incrementa la intensidad. Ver tabla 2.

---

Tabla 2. Grado de protección de los filtros para soldadura eléctrica al arco (5 A &le; I &le; 500 A)

---

#### NOTAS:

- Según las condiciones de iluminación ambiental, pueden usarse un grado de protección inmediatamente superior o inferior al indicado en la tabla
- La expresión metales pesados abarca los aceros y sus aleaciones, el cobre y sus aleaciones, etc.
- Las zonas sombreadas corresponden a procedimientos de soldadura que no se utilizan en la práctica habitual.
- Las columnas que delimitan los grados de protección deben leerse de la forma siguiente: Límite inferior < I = Límite superior

En relación con la tabla 2 explicamos el significado de las abreviaciones o conceptos utilizados:

- MIG: Arco con protección de gas inerte, la transferencia de metal tiene lugar por pulverización axial
- MAG: Arco con protección de anhídrido carbónico puro o mezclado
- TIG: Arco con electrodo de tungsteno con protección de gas inerte
- Ranurado por arco de aire: Empleo de un electrodo de carbono y un chorro de aire comprimido para

eliminar el metal en fusión.

**La segunda parte del artículo se publicará el 15-11-2006**