

## ***El Entrenamiento de La Seguridad Eléctrica Para La Industria Manufacturera***

### **Descargo de Responsabilidad**

Este material didáctico fue producido bajo el número de Concesión SH-20999-10-60-F-21 del la Administración Ocupacional de la Seguridad y la Salud (OSHA), EE. UU Departamento de Trabajo. No refleja necesariamente ni los puntos de vista ni las políticas del Departamento de Trabajo. Quiere decir que el gobierno de EE. UU. no promociona ni los nombres ni productos comerciales, ni las organizaciones mencionados tampoco.

No hay ninguna garantía a la meticulosidad de esta presentación.

Las fotografías y videos mostrados en esta presentación puedan representar situaciones que no conforman a los requisitos pertinentes de OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) y otros requisitos de seguridad.

### **Descargo de responsabilidad (Cont.)**

Ningún consejo legal es ofrecido ni implicado y ninguna relación entre abogado y cliente es propuesta ni establecida. Si se requiere consejos legales u otra ayuda de experto, debe buscar los servicios de una persona profesional y competente.

Es la responsabilidad del empleador y sus empleados que cumplan con todas las reglas y regulaciones de seguridad/OSHA pertinentes en la jurisdicción en que trabajan.

### **Este Entrenamiento es para los trabajadores afectados**

ADVERTENCIA: Este entrenamiento no le enseñará a usted como trabajar en los aparatos. No le enseñará como ser electricista.

Usted verá unas ilustraciones del interior de paneles eléctricos donde las accidentes de los arcos eléctricos (relámpagos) empiezan, pero nunca debe abrir estos paneles si mismo.



## Este Entrenamiento es para los trabajadores afectados

No es entrenamiento para los trabajadores calificados o titulados - los que ya son titulados y muy preparados a trabajar en dispositivos eléctricos.

Los trabajadores pueden ser calificados o afectados.

*Esto no es un Entrenamiento para los trabajadores calificados. Sólo empleados calificados pueden trabajar en el equipo eléctrico. En cada situación, el empleado es considerado ser calificado o afectado.*

## Los empleados calificados:

Tienen el entrenamiento para saber reconocer y evitar los riesgos de trabajar en o cerca de unas partes eléctricas expuestas.

Han sido capacitado para trabajar en equipo electrónico vivo.

Tienen entrenamiento suficiente para cerrar o asegurar un interruptor en la posición "apagado" por medio de un candado, o asegurar el equipo eléctrico bajo llave.

Saben los métodos de trabajo relacionados a la seguridad de las regulaciones y los requisitos de OSHA y las normas de NFPA, incluyendo el EPP requerido u obligatorio

*Los empleados calificados tienen el entrenamiento para reconocer y evitar cualquier peligro que existe r posiblemente está presente cuando están trabajando con o cerca las partes expuestas eléctricas.*

*Los empleados calificados pueden cerrar o asegurar con candado y etiquetas los aparatos para que los aparatos no puedan estar arrancados por casualidad y hacer daño a los empleados que están trabajando en ellos o están arreglándolos.*

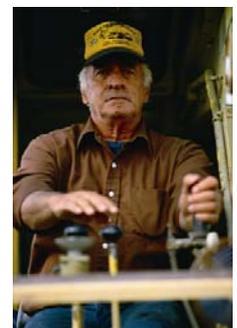
*Los empleados calificados también saben las prácticas de seguridad relacionadas a su trabajo, incluyendo las de OSHA y NFPA, así como el equipo de protección personal que debe ser llevado por los trabajadores.*



## Los empleados afectados:

Pueden trabajar en una máquina o una parte del equipo.

No pueden trabajar en los aparatos eléctricos.



## Manual para el Instructor

NO TIENEN el entrenamiento para trabajar en las partes con energía.

*Si no Ud. tiene la capaz a trabajar en el equipo con energía, pero está requerido trabajar **cerca** del equipo con energía, todavía Ud. Es considerado ser empleado afectado.*

*Las prácticas de trabajar con seguridad por los empleados afectados son tan importantes como las prácticas por los empleados calificados.*

*Como un trabajador afectado, usted estará trabajando en las máquinas y otro equipo, pero no en aparatos eléctricos. Aunque estará trabajando en un área donde hay partes eléctricas que puedan matarle.*

*Como usted no es una persona titulada, todavía es considerado como un empleado afectado porque trabaja cerca de algunas de estas partes que pueden ser muy peligrosas.*

*Pregunta 1: ¿Es un empleado afectado o empleado calificado?*

*Decida si las siguientes personas son cualificadas o afectadas. La situación envuelva abrir un panel de 480 voltios para examinarlo.*

*John es un empleado de mantenimiento que a menudo está limpiando alrededor de la caja de paneles.*

*Sally es una electricista con experiencia que a menudo necesita examinar adentro la caja de paneles.*

*Kurt es trabajadora con líneas de energía eléctrica que descarga cajas cerca de la caja de paneles.*

*Tim es un electricista titulado que ha estado mantenido equipo eléctrico por mucho tiempo.*

*Mike es un trabajador de producción que camina por la caja de paneles cada día.*

## Introducción

1. Reconocer los riesgos eléctricos.
2. Evitar la herida del arco eléctrico (relámpago)
3. Disminuir la herida si ocurre un arco eléctrico (relámpago)
4. Prevenir la ocurrencia del arco eléctrico.

*Este entrenamiento le ayudará darse cuenta de algunos de los riesgos o peligros de trabajar cerca de los aparatos eléctricos en una fábrica o algo así, en particular los del arco eléctrico.*

## Manual para el Instructor

*Usted aprenderá como reconocer los riesgos eléctricos, como evitar lesiones de los arcos eléctricos, como disminuir las heridas o lesiones a si mismo y a otros si ocurre un arco electrónico, así como prevenir un arco eléctrico.*

### Metas/Programa

¿Qué es la electricidad?

La electrocución y los riesgos de descarga eléctrica

El arco eléctrico y la explosión del arco eléctrico

Ropa, herramientas y etiquetas que protegen al empleado

Las normas de la fabricación



*Como va por el entrenamiento, aprenderá algunos de los básicos sobre la electricidad y como relacionan a los riesgos del arco eléctrico (relámpago).*

*Entonces, aprenderá algunos de los riesgos que entrañan la electrocución y la descarga eléctrica.*

*Después hablaremos en detalle sobre el arco eléctrico (relámpago): cómo ocurre, qué pasa cuando ocurre, cómo puede evitarlo, y cómo protegerle de los peligros asociados con el arco eléctrico (relámpago).*

*Hablaremos también de elegir y llevar la ropa apropiada para protegerle, usar las herramientas correctas, y comprender las etiquetas de los peligros del relámpago del arco eléctrico.*

*También aprenderá acerca de las cuatro normas de la fábrica para prevenir los accidentes debidos al relámpago del arco eléctrico.*

#### BUTTON

#### Pregunta 2

*¿Cuáles son tres puntos que discutiremos en este entrenamiento?*

*¿Cómo se trabaja con seguridad cerca del equipo eléctrico?*

*¿Cómo se reconoce las situaciones peligrosas de la energía eléctrica?*

*¿Cuáles son las normas de la fabricación en cuanto a los accidentes del arco eléctrico?*

*¿Cómo se llega a ser un/-a electricista?*

*¿Cómo se trabaja en el equipo eléctrico cuando la corriente fluye por el equipo?*

### ¿Qué es la Electricidad?

La electricidad es un tipo de energía.



## Manual para el Instructor

La electricidad se encuentra por todas partes: motores, calefactores eléctricos, luces, altavoces.

*Para ayudarle comprender lo que es un arco eléctrico (relámpago), comenzaremos con la introducción de la electricidad.*

*La electricidad es un tipo de energía. En su casa, se ve la energía eléctrica siendo usado por todas partes.*

*La electricidad es usada para que los motores del lavarropas, la refrigeradora, o una batidora funcionen. Se usa la electricidad para calentar un cuarto con un radiador, secar la ropa en una secadora, o tostar el pan en un tostador.*

*También se usa la electricidad para iluminar los cuartos, crear sonidos en una bocina y usar una computadora.*

### ¿Cómo se usa la Electricidad en la Fabricación?

Las luces en un edificio

Motores

Soldadoras con arco eléctrico

Dispositivos de controlar

*En una fábrica, aún más electricidad es usada. La electricidad da la energía a casi cada máquina eléctrica en la fabricación.*

*Se usa la electricidad para iluminar los edificios, dar energía eléctrica a motores eléctricos, da energía necesitada para hacer funcionar una soldadura, y también da le energía eléctrica de mandos para que el operado pueda controlar la máquina de una distancia.*

*Pregunta 3: Escoja tres situaciones donde se usa la electricidad.*

*Prender el radio para escuchar la música.*

*Prender la computadora para jugar un juego.*

*Sentarse afuera para leer un libro*

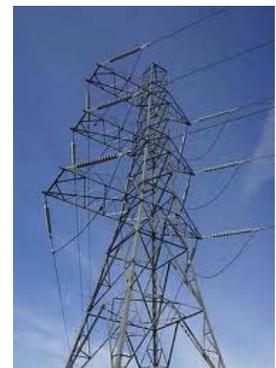
*Escribir un mensaje en una hoja de papel*

*Operar una máquina grande a una fábrica de energía.*

### La Electricidad

La electricidad es el movimiento de energía eléctrica de un lugar a otro

Un flujo de electrones (corriente) que viaja por medio de un conductor



## Manual para el Instructor

La electricidad viaja en un circuito cerrado

*Cuando piensa en la electricidad debe pensar en ella como una forma de energía que fluye de un lugar a otro.*

*La electricidad entraña el flujo de electrones en un circuito cerrado por medio de un conductor. Pero no se preocupe si todavía no comprende todo. Discutiremos cada de estos tópicos **y más** en detalle como avanzamos por el Entrenamiento.*

### La Carga de la Electricidad, La Electricidad Estática, y Corriente Eléctrica

Cuando la electricidad acumula en un lugar, es **la electricidad estática**.

La electricidad que fluye de un lugar a otra es **corriente eléctrica**.

*Los electrones que son implicados en la electricidad tienen una carga eléctrica. Cuando una carga eléctrica acumula en un lugar, es llamado La electricidad estática.*

*Podemos comprender la carga eléctrica por mirar a alguien que está tocando un generador de la electricidad estática. Mira el pelo de la chica en el cuadro. A causa de la electricidad estática, a ella se le pusieron los pelos de punta.*

*La electricidad que acumula cuando una persona desliza el pie sobre el suelo y que le da a otra persona una pequeña descarga eléctrica también es debido a la electricidad eléctrica.*

*El relámpago es otra exhibición espectacular de la electricidad estática.*

*La electricidad que fluye de un lugar a otro se llama la corriente de electricidad.<sup>i</sup>*

*Una corriente eléctrica entonces es **el flujo** de la carga eléctrica. Las corrientes eléctricas pasan por las líneas (los cables o los alambres) para hacer girar los motores, prender las luces, y calentar una casa con un calentador.*



htt

[p://www.phys.vt.edu/~demo/demos/e10.html](http://www.phys.vt.edu/~demo/demos/e10.html)

**Pregunta 4: En cuanto a La Carga de la Electricidad, La Electricidad Estática, y Corriente Eléctrica**

*Escoja si las siguientes situaciones refiere as La Carga de la Electricidad, La Electricidad Estática, y Corriente Eléctrica*

*Una acumulación de electrones/una acumulación de una carga eléctrica*

*La electricidad que viaja de un lugar a otro*

*Esto es lo que proveen los electrones en la electricidad*

## Los Conductores

Los Conductores permiten el flujo de la electricidad

Plata

Cobre

Oro

Aluminio

Hierro

Acero

Latón

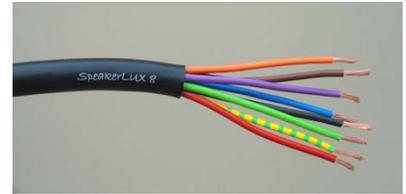
Bronce (liga de cobre y estaño)

Mercurio

Grafito (plombagina)

Agua sucia

Hormigón (concreto)



*La corriente eléctrica fluye por medio de los conductores eléctricos.*

*Un conductor es cualquier cosa que permite el flujo de una carga eléctrica. Un conductor común que probablemente usted ya sabe es el cobre. Los cables de cobre conducen la electricidad.*

*El cobre, tan como el aluminio, a menudo es usado para dar la corriente eléctrica a las máquinas en las fábricas o a todos los aparatos eléctricos en su casa.*

*Como puede ver en la diapositiva, la mayoría de los metales son buenos conductores. Es posible que algunos de los conductores en la lista que le sorprenda sean el agua sucia y el hormigón (el concreto)*

**BOTÓN**

## Los Aisladores

Los aisladores generalmente no permiten el flujo de la electricidad.

Vidrio

Goma (hule)

Aceite

Asfalto

## Manual para el Instructor

Fibra de vidrio

Porcelana

Cerámica

Cuarzo (cristal de roca)

Algodón (seco)

Papel (seco)

Madera (seca)

Plástico

Aire

Diamante

Agua pura

*Un aislador es exactamente el opuesto de un conductor. No se permite el flujo de una carga eléctrica y previene la llegada de la electricidad a lugares donde es prohibida, o no es deseado.*

*El aislamiento plástico que cubre un cable de cobre es un ejemplo de un aislador. Otros aisladores que quizá le dan sorpresa son vidrio, aceite y agua pura.*

### **BOTÓN**

*Pregunta 5: sobre los conductores y los aisladores*

*Escoja si las siguientes situaciones son ejemplos de los conductores o los aisladores*

*Fácilmente permite el flujo de la corriente eléctrica*

*No permite el flujo de la corriente eléctrica*

*Cobre*

*Aluminio*

*Plástico*

*Goma (hule)*

*Oro*

### **Maneras Usadas para Medir la Electricidad**

Voltaje

Corriente



## Manual para el Instructor

### Resistencia

#### Energía/Potencia en vatios

*Como ya tiene un entendimiento de lo que es la electricidad, podemos discutir como se mide la electricidad.*

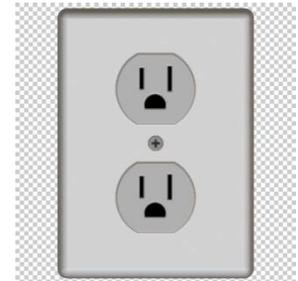
*Las cuatro medidas de la electricidad son: voltaje, corriente, resistencia y potencia en vatios.*

### Voltaje

Voltaje: la mayoría de las casas usan 120 y 240 voltios – su usa más voltajes en las industrias manufactureras.

*El voltaje es una fuerza eléctrica o una presión que hace fluir la electricidad por un cable. Medimos el voltaje en vatios.*

*El más voltaje que tiene un circuito, la más electricidad fluye por las partes de los circuitos. Po eso, una batería con más voltios causará que una linterna brilla más fuerte.*



<http://www.explainthatstuff.com/electricity.html>) 11-3

*La mayoría de las casa en los Estados Unidos usa 120 y 240 voltios. El voltaje usado en las industrias manufactureras es más grande.*

### La corriente

La corriente: una medida del flujo de la electricidad (*Es decir, el flujo de electrones a través de un conductor*)

*El voltaje no es una parte de la electricidad que viaja por un cable. La parte de la electricidad que pasa por un cable es la corriente. La corriente se mide en amperios.*

<http://www.explainthatstuff.com/electricity.html>) 11-3

*Si sabe algo de los fusibles, sabe que se decide la capacidad especificada de los fusibles por la cantidad de electricidad que puede fluir por ellos sin derretirlos o parar el flujo de la corriente debido a un cable o un alambre roto o derrito.*



**Pregunta 6: sobre voltaje y corriente eléctrica**

*Decidir si las siguientes situaciones refieren al voltaje o a la corriente eléctrica*

*La medida del flujo de la electricidad*

*La fuerza o presión eléctrica a cause de el movimiento de la electricidad por un cable*

*Medido en voltios*

*Medido en amperios*

*Demasiada energía fundirá un fusible e interrumpe el circuito*

### La Resistencia

La Resistencia: una medida de tan difícil es para fluir la energía eléctrica

Las tostadoras usan la resistencia para tostar el pan

*Frecuentemente la resistencia está asociada con el voltaje y la corriente eléctrica. La resistencia es cuanta electricidad no se permite fluir o que difícil es para que la electricidad fluya por parte del circuito. La resistencia se mide en ohmios.*

*Las materiales diferentes tienen niveles diferentes de resistencia. ¿Se acuerda de los conductores y los aisladores? Los alambres eléctricos de cobre y el aluminio tienen una resistencia muy baja al flujo de la corriente eléctrica. Eso que la razón que son conductores de la electricidad.*

*El plástico que cubre un alambre de cobre tiene un nivel de resistencia muy alta (elevada). Eso es la razón que es un aislador. El plástico no permite que la electricidad pase fácilmente por él.*

*Las tostadoras trabajan según el principio de la resistencia. Cuando la corriente eléctrica pasa por los alambres de la tostadora, la resistencia causa que calientan los alambres con el resultado en tostar el pan.*

### Los Factores que Afectan la Resistencia

Material

Diámetro

Temperatura

Largura

*Hay cuatro factores que determinan la resistencia de inmaterial al flujo de la electricidad. El primero es el tipo del material.*

*Como ya ha aprendido, los conductores están hechos de materiales, como cobre y aluminio, que permiten el flujo de la electricidad porque tienen poca resistencia. Los aisladores, sin embargo, están hechos de materiales con un nivel de resistencia alta.*

*La forma del material es otro factor que afecta la resistencia.*

*El diámetro del alambre, por ejemplo, ayuda las resistencia de una cosa - lo más material por lo cual fluye la corriente lo menos resistencia.*

*Un alambre que es muy fino tiene más resistencia que un alambre similar que es más grande en diámetro.*

*La temperatura es otro factor que afecta la resistencia.*

*Un alambre que siente caliente al tacto tendrá una resistencia más alta al flujo de la electricidad que un alambre similar, pero que siente frío al tacto.*

## Manual para el Instructor

*La largura también influye la resistencia de un alambre.*

*Un alambre largo resistirá la electricidad más que un alambre corto, si están hechos del mismo material, es del mismo diámetro, están a la misma temperatura.*

*Pregunta 7: sobre la resistencia*

*Decide si los siguientes alambres tendrán más o menos resistencia que un alambre de cobre que mide 1 pie. El alambre es 1/16ª de una pulgada en diámetro y está a la misma temperatura que la habitación en que está ubicado.*

*Un cable que tiene 30 pies de largo con un diámetro del mismo tamaño de un pelo del humano.*

*Un alambre que mide 1 pulgada de largo con diámetro de 1/4ª de una pulgada*

*El alambre original que está refrescado con nitrógeno líquido.*

*El alambre original que está caldeado al horno*

## La Energía/Los Vatios

Vataje = Voltaje X Corriente

Corriente = Vataje/Voltaje

$100/120 = 0.83$  amperios

*El voltaje y la corriente trabajan juntos para darnos la energía eléctrica. Un nivel más elevado de voltaje y corriente resulta en más energía eléctrica. La energía eléctrica se mide en vatios.*

*La energía eléctrica en un circuito es igual al voltaje multiplicado por la corriente (es decir: los vatios = los voltios X. los amperios).*

*Si tiene una bombilla de 100 vatios en su casa con 120 voltios, la corriente fluyente tiene que ser .83 amperios. Es porque  $100 \text{ dividido por } 120 = 0.83$ .*

*Nos acordamos de este número de .83 amperios cuando estudiamos la seguridad eléctrica para ver qué peligroso pueden ser las pocas cantidades de la corriente.*

*(<http://www.explainthatstuff.com/electricity.html>) 11-3*



*Pregunta 8: sobre voltaje, corriente, resistencia y energía eléctrica*

*Decide si las siguientes cosas refieren al voltaje, a la corriente, la resistencia o a el vataje*

*Una medida del flujo de la electricidad*

*Una medida de la fuerza o presión de la electricidad*

*Una medida de cuánto flujo electricidad está impedida*

*Una medida de la energía eléctrica, o voltaje mal (multiplicado por) corriente*

## Manual para el Instructor

### Le Energía Usada

Se mide en kilovatio-hora

*A menudo es útil medir cuanta energía ha sido usado. Su factura de energía depende en la cantidad de la electricidad que usa sobre un período del tiempo, más que nada mes por mes.*

*Para calcular la cantidad total de electricidad usada por un aparato eléctrico que está usando, tiene que multiplicar la energía que usa el aparato por cuánto tiempo lo usa. El resultado que está medido en unidades de energía multiplicado por el tiempo del uso a menudo es convertido a una unidad de medida estándar que se llama el kilovatio-hora.*

*Si usa una tostadora eléctrica de índice de 1.000 vatios (o 1 kilovatio) por una hora entera, se usa 1 kilovatio-hora de la energía.*

*La cantidad de energía usada sería igual a esta cantidad si usa una tostadora de 2.000 vatios por media hora o una bombilla de cien vatios por 10 horas.*

<http://www.explainthatstuff.com/electricity.html>



*Pregunta 9: sobre la energía eléctrica y energía usada (lo más, lo menos o normal)  
Ponga en orden las siguientes situaciones por manera de determinar cuánto será la factura de energía.*

*Kelly siempre apaga las luces en casa por la noche porque tiene cuatro hijos. Ella usa el secador por dos horas cada día.*

*Por lo general, \$100*

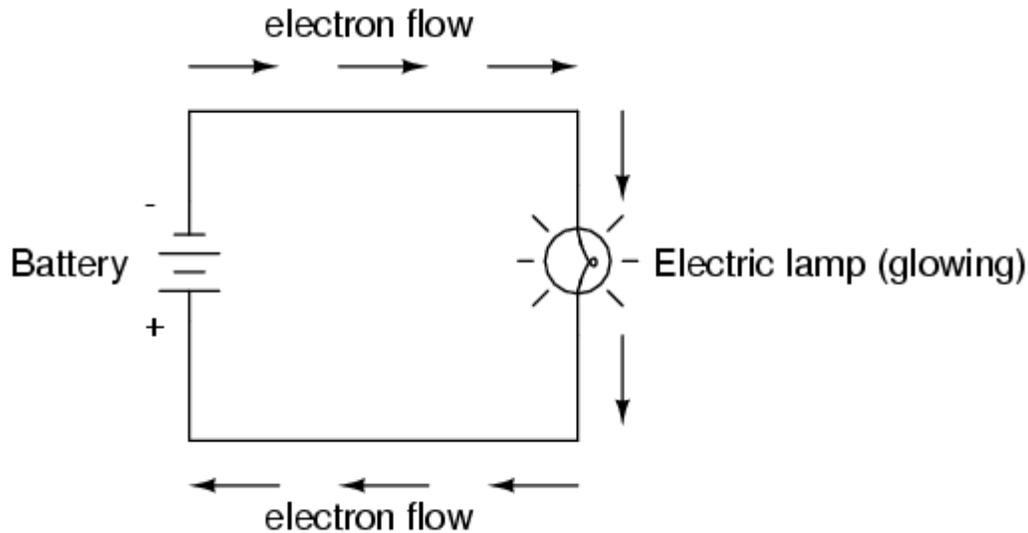
*James trata de ahorrar tanto como posible. Él seca la ropa usando un tendedero y nunca prende una luz en su casa si no es necesario.*

*No cuesta tanto, sólo \$40*

*Linda vive en una casa grande y muy vieja. Ella usa el aire acondicionado continuamente y apenas apaga las luces en su casa.*

*Cuesta mucho, \$250*

## Manual para el Instructor



Electron flow = el flujo de electrones

Battery = la batería o la pila

Electric lamp = lámpara eléctrica (incandescente)

[http://openbookproject.net/electricCircuits/DC/DC\\_1.html](http://openbookproject.net/electricCircuits/DC/DC_1.html)

### La Ley de Ohm

$$V = I \times R$$

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

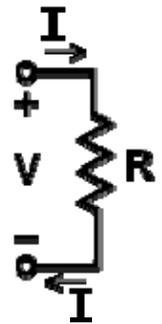
Voltaje, Corriente y resistencia están relacionados por medio de la ley de Ohm. Estas tres ecuaciones son lo mismo; si sabe el valor de dos de las tres partes de la ecuación, puede encontrar el valor de la tercera parte.

La corriente eléctrica es lo que mata a los trabajadores cuando están electrocutados. Mucha corriente hace más poderoso el arco eléctrico. Estas ecuaciones le ayudarán comprender esto.

En la mayoría de las situaciones, ambos en casa y en las industrias manufactureras, el voltaje a menudo no cambian. Los enchufes de su casa son de índice de 120 voltios, pero en las industrias manufactureras, el voltaje es más alto, de 480 voltios hasta miles de voltios.

Las ecuaciones de Ohm son: Voltaje= Corriente X Resistencia,  
Corriente=Voltaje/Resistencia, Resistencia =Voltaje/ Corriente

Cuando una persona recibe una descarga eléctrica, la corriente está pasando a través de su cuerpo. Por eso, la segunda ecuación, la que tiene la corriente al lado izquierda, es de más interés para nosotros.



## Manual para el Instructor

### La Ley de Ohm

$I = V / R$  (highlight equation as it is discussed)

100 voltios/100 ohmios = 1 amperio

100 voltios/10 ohmios = 10 amperios

100 voltios/1 ohmio = 100 amperios

*EL nivel de corriente que pasa a través del cuerpo de una persona cuando recibe una descarga eléctrica o está electrocutada, o la cantidad de energía liberada en un arco eléctrico, se determina del voltaje suministrado y la cantidad de resistencia que impide el flujo de la electricidad.*

*Revisamos algunos ejemplos para ver como funciona esta ley.*

*100 voltios dividido por 100 ohmios = 1 amperio. 100 voltios dividido por 10 ohmios = 10 amperios. 100 voltios dividido por 1 ohmio = 100 amperios*

*Como puede ver, si el número que indica el voltaje (el numerador) queda lo mismo, como una consecuencia la corriente (el denominador) aumenta cuando el número de ohmios (la resistencia) disminuye.*

*Si el nivel de la corriente depende en la resistencia, una resistencia alta, como en la primera ecuación arriba resulta a una corriente baja.*

*Si hay poca resistencia, como en la tercera ecuación arriba, la corriente será altísima y muy peligrosa.*

*Por eso, la más aislada es la persona, la más resistencia tiene la persona a la electricidad. La más resistencia hay, la menos corriente fluye a través de su cuerpo, disminuyendo la posibilidad de lesiones o la muerte.*

**BOTÓN**

### Importa el Voltaje

El Voltaje alta creará una corriente alta aún con alta resistencia.

13,800 Voltios / 1000 Ohmios = 13.8 Amperios

480 Voltios/1.000 Ohmios = 480 Miliamperios

480 Voltios / 0.1 Ohmios = 4,800 Amperios

480 Voltios / 0.01 Ohmios = 48,000 Amperios

*Frecuentemente la cantidad del voltaje es el factor más importante a considerar en cuanto a la descarga eléctrica y arco eléctrico.*

## Manual para el Instructor

*Si miles de voltios están presentes, entonces la resistencia del cuerpo surtirá poco efecto sobre la cantidad de corriente fluyendo a través del cuerpo. La corriente le dará una descarga eléctrica o lo matará, no importa cuánta resistencia que tiene.*

*En el primer ejemplo, haga caso que con bastante voltaje alto, aún 1.000 ohmios de resistencia será bastante para chocarlo y hacerle daño.*

### **BOTÓN**

*Durante un arco eléctrico, el aire (que normalmente es un aislador con una resistencia alta al flujo de la energía eléctrica) descompone, pierde su resistencia y llega a ser conductor.*

*Puede ver esto en la segunda y tercera ecuación. Con un voltaje de 480 voltios (que es muy común en los entornos de las industrias manufactureras) un caído súbito en la resistencia puede causar miles de amperios, o aún diez mil o más, de corriente a pasar por el circuito.*

*Investigaremos el arco eléctrico más después de que aprendamos un poco más de la electricidad.*

*Pregunta 10: sobre ecuaciones*

*Determine la corriente eléctrica en las siguientes situaciones.*

*Modelo:*

*Considere:*

*Voltaje = 120 voltios. Resistencia = 12 ohmios. Entonces la corriente es  $120/12 = 10$  amperios.*

*Voltaje = 120, resistencia = 20*

*Voltaje = 480, resistencia = 1*

*Voltaje = 1080, resistencia = .25*

## **La Ley de Ohm: Ejemplo usando el Agua**

La presión del agua (psi) = voltaje (psi= libras por pulgada cuadrada)

El índice de flujo del agua (gpm) = corriente (gpm = galones por minuto)

Un tubo de poco diámetro = resistencia

*A veces la electricidad le da sentido mejor si piensa en el agua que fluye por un tubo.*

*Si tenemos una bomba de agua que pone presión para empujar el agua por un circuito, los tubos tendrán un poco resistencia.*

*Si el tubo se estrecha a un punto, se impide el flujo del agua y el agua pasará más lentamente que antes.*

## Manual para el Instructor

*El agua que fluye por los tubos es similar a los electrones que fluyen en un circuito para crear la energía eléctrica.*

*La presión de agua creada por una bomba de agua es similar al voltaje del circuito*

*El voltaje es la presión eléctrica.*

### **BOTÓN**

*El caudal del agua es similar a la corriente de un circuito.*

*La cantidad del agua que está impedida debido al tamaño del tubo estrecho es similar a la resistencia en un circuito.*

*Un tubo con diámetro más grande permite fluir más agua tan como un alambre con resistencia bajísima permite fluir muchísima corriente*

*Para resumir: Voltaje, la presión eléctrica, en un circuito es similar a la presión del agua. Corriente, el flujo de la electricidad en un circuito, es similar al flujo de agua, Y resistencia, una medida de qué difícil es para fluir la electricidad (la energía eléctrica) es similar a los tubos estrechos dentro de una sistema de tubos más grandes.*

### **BOTÓN**

*Pregunta 11: sobre 3 arriba*

*Determine si se relacionan las siguientes cosas al voltaje, corriente o resistencia.*

*La presión del agua*

*Voltaje*

*El caudal o el flujo del agua (medido en galones por minuto)*

*Corriente*

*Un tubo limitado (como un tubo estrecho)*

*Resistencia*

## **La Electricidad – Ejemplo con Agua**

Mucho agua que fluye muy lentamente

Un poquito agua que fluye muy rápidamente

Un poquito agua que fluye muy lentamente

Mucho agua fluyendo muy rápidamente (electrocución y arco eléctrico)

*Aquí hay algunos ejemplos que le muestra como se relaciona la electricidad al agua fluyente. Cuando recibe un golpecito de electricidad eléctrica, el voltaje es generalmente muy alto. No le hace daño porque la corriente es generalmente muy baja. Esto es similar a una cantidad grande del agua fluyendo lentísimo.*

*Cuando arranque su carro, el voltaje es muy bajo, pero la corriente es muy alta. Esto es similar a poquito agua fluyendo rápidamente.*

## Manual para el Instructor

*Las luces interiores de su carro tienen un voltaje bajo y la corriente de ellas también es baja. Esto es igual que un poquito de agua fluyendo lentamente.*

*Así como mucha agua puede arrastrarle y ahogarle, mucha corriente junto con mucho voltaje puede matarle.*

*Durante un arco eléctrico, el voltaje alto permite que fluya un montón de corriente, que cause una explosión o ráfaga de arco.*

*Pregunta 12: sobre lo anterior*

*Coteje los ejemplos de electricidad con los del agua*

*Mucho voltaje, pero no mucha corriente*

*Mucho voltaje Y mucha corriente*

*Poco voltaje, pero mucha corriente*

*Ni mucho voltaje ni mucha corriente*

*La presión de agua alta, un caudal alto*

*La presión de agua alta, pero sólo una vaporización fina de agua*

*La presión baja con sólo unas gotas de agua por segundo*

*Mucho agua que fluye muy lentamente*

## Cambios en Voltaje, Corriente y Resistencia

La resistencia no cambia, voltaje determina la corriente

El voltaje no cambia, la resistencia determina la corriente

La corriente depende en el voltaje y la resistencia

*Pensando en las semejanzas (elementos en común) entre la electricidad y el agua, vamos a ver lo que ocurre cuando cambian el voltaje y la resistencia.*

*Cuando cambia el voltaje de un circuito y la resistencia queda lo mismo, la corriente cambia.*

*Si conecta una bombilla a una batería de 1.5 voltios, la bombilla brilla. Si entonces cambia la conexión a una batería de 9 voltios, la bombilla brillará más fuerte porque hay más corriente fluyendo por el circuito debido al voltaje más alto.*

*Igualmente, si aumenta la presión del agua en un tubo, más agua pasará por él.*

### BOTÓN

*Cuando la resistencia en un circuito cambia, y el voltaje queda lo mismo, la corriente cambia. En un arco eléctrico, la resistencia cae casi a cero en un circuito de voltaje alto, y esto causa que la corriente aumente drásticamente con consecuencia de una explosión o ráfaga de arco.*

*Igualmente si de accidente corta un tubo con un volumen enorme de agua que es bajo mucha presión, la explosión repentina de agua puede hacerle daño.*

### BOTÓN

## Manual para el Instructor

*Es difícil controlar la corriente dentro de un circuito. Eso es por qué es tan importante que se de cuenta de los riesgos del arco eléctrico. El aumento repentino de corriente en un arco eléctrico puede causar lesiones cruciales que le cambiaría la vida a usted y aún la muerte.*

### Cambios en la Ley de Ohm

$$I = V / R$$

*Así para resumir: En un circuito, si la resistencia queda lo mismo, el voltaje es lo que determina la corriente. Si disminuye el voltaje, también disminuye la corriente. Si el voltaje aumenta, también aumenta la corriente. Ellos cambian en la misma manera. Es decir, son directamente proporcionales.*

*Si el voltaje queda lo mismo, entonces la resistencia determina la corriente. Si disminuye la resistencia, aumenta la corriente – y si la resistencia aumenta, la corriente disminuye. Estas reaccionan en vías opuestas. Es decir, son inversamente proporcionales.*

*Durante un arco eléctrico, la resistencia disminuye y la corriente aumenta, como en esta última ecuación.*

*Pregunta 13: sobre lo anterior*

*Coteje las siguientes situaciones con la manera en que el voltaje y la resistencia afectan la corriente.*

*Si la resistencia al flujo del agua queda lo mismo y la presión de la bomba aumenta, el caudal tiene que aumentar también. (Más presión de agua = más flujo de agua) --- el voltaje aumenta, la corriente aumenta*

*Si la presión de agua queda lo mismo y la resistencia aumenta (cambiando los tubos grandes por los tubos de menos diámetro con la consecuencia de hacer el flujo del agua más difícil), entonces el caudal tiene que disminuir: la resistencia aumenta, la corriente disminuye.*

*Si la resistencia al caudal queda lo mismo y la presión de la bomba disminuye, el caudal también tiene que disminuir (menos presión de agua, menos flujo de agua) --- el voltaje disminuye, la corriente disminuye*

## Manual para el Instructor

*Si la presión de agua queda lo mismo y la resistencia disminuye (cambiando los tubos de menos diámetro por los tubos más grandes con la consecuencia de hacer el flujo del agua más fácil), entonces el caudal tiene que aumentar --- la resistencia disminuye, la corriente aumenta*

### Los Circuitos

Circuito en lazo

Fuente de Electricidad

Conductor

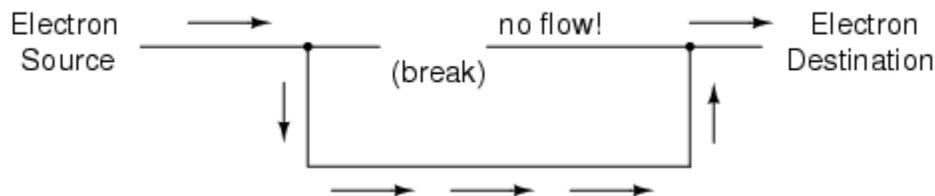
Circuitos están abiertos o cerrados

Electron Source = Fuente de Electrón

No flow = Ningún Flujo

Electron Destination = El destino del electrón

Break = Se rompe o interrumpe la fuente



[http://openbookproject.net/electricCircuits/DC/DC\\_1.html](http://openbookproject.net/electricCircuits/DC/DC_1.html)

Battery = La batería o la pila

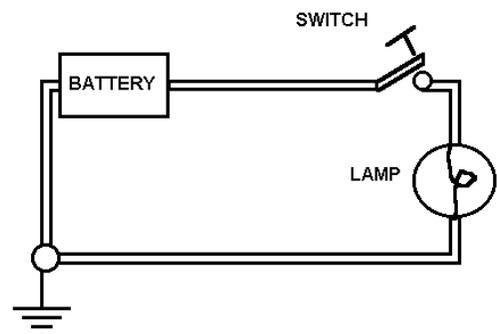
Lamp = La bombilla o una lámpara

Switch = El interruptor

*Como ya tenemos un buen conocimiento de las semejanzas entre un circuito y el flujo de agua por tubos, podemos ver como se construye un circuito simple.*

*Un circuito es un lazo continuo de material que conduce la energía eléctrica que se permite fluir los electrones continuamente sin principio o fin.*

*También es necesario tener una fuente de energía y*



## Manual para el Instructor

*algo que necesita la energía eléctrica.*

*Una batería, algún alambre y una luz es todo lo que es necesario para crear o completar un circuito.*

*Si un circuito está "roto", es decir sus elementos que conducen la energía no forman una vía completa y el flujo continuo de electrones no puede ocurrir.*

*La electricidad no podrá fluir dentro un circuito que está roto, no importa donde está el rompimiento. Si salta un fusible en una máquina o aparato eléctrico, el circuito está roto, pero puede reemplazar el fusible fácilmente para completar el circuito.*

[http://www.allaboutcircuits.com/vol\\_1/chpt\\_1/3.html](http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_1/3.html)

*Algunos circuitos están rotos a propósito Un interruptor de luces es un rompimiento dentro de un circuito que está creado a propósito. Se permite para el flujo de la energía eléctrica para apagar la luz.*

*Un circuito sin interrupción se llama un circuito cerrado. Un circuito que tiene interrupción se llama un circuito abierto. .*

*Pregunta 14: Sobre los circuitos abiertos y cerrados*

*Determine si los siguientes circuitos están abiertos o cerrados*

*El interruptor de la luz está prendido, pero el filamento en la bombilla está roto, y por eso no funciona la bombilla.*

*Un circuito sumamente completado sin rompimientos*

*Una batería, algunos alambres y una bombilla que funcionan en un circuito para iluminar un cuarto*

## Circuitos Peligrosos

No se necesitan los alambres siempre

El aire puede conducir la energía eléctrica y crear un circuito

Una raya y arco eléctrico son ejemplos de esto.

*No necesita los alambres para crear un circuito. Hay un circuito que está creado entre un nubarrón y la Tierra cuando hay un rayo. En esta situación, el aire es el conductor en el circuito.*

*Normalmente el aire no conduce la electricidad. Sin embargo, si hay nubarrón bastante grande, puede crear una situación en que el aire sirve como un conductor que trabaja como un cable invisible que conecta el nubarrón y la tierra, completando el circuito.*

<http://www.explainthatstuff.com/electricity.html>

## Manual para el Instructor

*La misma cosa ocurre durante un arco eléctrico. Durante un arco eléctrico, la electricidad viaja por el aire, con poca resistencia, entre los cables de cobre en un panel eléctrico que crea una corriente muy elevada con consecuencias desastrosas.*

### Un Cortocircuito:

$$I = V / R$$

*Una cosa que necesitará en todos circuitos completados con seguridad es una carga que ofrece la resistencia en cuanto al flujo de la electricidad. Una bombilla, por ejemplo, tiene resistencia, y cuando la energía eléctrica viaja a través de la bombilla, brilla la bombilla, e ilumina el cuarto. La bombilla es la carga en el circuito.*

*Un cortocircuito, a lo contrario, que un circuito que ofrece poca resistencia al flujo de la energía eléctrica.*

*Los cortocircuitos son peligrosos porque con fuentes de energía con voltaje alto, las corrientes altas que se encuentran pueden causar la liberación de grandes cantidades de la energía eléctrica. Esta liberación de energía es la ráfaga (o la explosión) del arco eléctrico (relámpago).*

*No se olvide que cuando el voltaje queda lo mismo en un circuito, una disminución en resistencia causa un aumento en la corriente. Por eso, con poca o ninguna resistencia, la corriente podría aumentar hasta un nivel muy peligroso.*

#### **Pregunta 15:**

*Identifique los siguientes términos:*

*Un circuito en lo cual hay poca resistencia que resulta en demasiada corriente:*

*Un cortocircuito*

*Un circuito que ha sido roto por una interrupción a lo largo de la ruta por la cual viajan los electrones:*

*Un circuito abierto*

*Un circuito completo con buen flujo por todas las partes:*

*Un circuito cerrado*

*Un dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito bajo circunstancias controladas:*

*Un interruptor.*

### Otros Términos Eléctricos

Corriente Directa (DC)

Corriente Alterna (AC)

## Manual para el Instructor

Frecuencia

Fases

*Hay otras cosas que necesitamos discutir antes de que discutamos el arco eléctrico (relámpago) más profundamente. Vamos a discutir las ahora.*

*La corriente directa es la electricidad (o energía eléctrica) fluye en una sola dirección. La corriente directa tiene un flujo continuo que nunca cambia direcciones. Una batería provee la corriente directa.*

*La corriente alterna es la corriente fluye hacia adelante y hacia atrás a través de un conductor, a una velocidad constante. Los enchufes en su casa se usan la corriente alterna. El ritmo por segundo que cambia la corriente alterna se llama su frecuencia.*

*La frecuencia es el número de veces por segundo que la corriente alterna fluye hacia adelante y hacia atrás a través de un conductor, se llama ciclo. En cada ciclo, los electrones fluyen primero en una dirección, y después en la otra. Se mide la frecuencia en hercios (Hz). En los Estados Unidos, la velocidad normal para la transmisión de energía eléctrica es de 60 ciclos por segundo, o 60 hercios (Hz).*

**BOTÓN**

*En la mayoría de las casa, la electricidad es 120 y 240 voltios monofásicos (o de una sola fase), pero en las industrias manufactureras la energía eléctrica es suministrado en tres fases a un voltaje más alto.*

*La energía eléctrica de tres fases consiste en tres fases individuales que se encuentran en puntos diferentes en su curva eléctrica.*

*Mientras la definición de fases puede aparecer muy complicada, la razón que la energía de tres fases es usada por las fábricas manufactureras es que los motores de tres fases tienen un nivel de arrancar más alto, funcionan más suavemente y son más eficientes que los motores monofásicos.*

**Pregunta 16**

*Identifique siguientes los términos:*

*La corriente directa*

*La corriente alterna*

*La frecuencia*

*Las Fases*

*La energía eléctrica que fluye en una sola dirección*

*La energía eléctrica que fluye a una velocidad constante.*

*El número de veces por segundo que la corriente alterna cambia direcciones (hacia adelante y hacia atrás)*

*Dos tipos de la energía eléctrica de AC: una \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ de tres niveles*

## Dispositivos Eléctricos

## Manual para el Instructor

Un Interruptor

Un Interruptor automático de circuito

Un Sistema eléctrico de controlar, Disyuntores, Un balde

Con la energía eléctrica prendida/ Con la energía eléctrica apagada

*Un interruptor se utiliza para prender o parar el flujo de la electricidad a través de un circuito. En nuestra analogía de agua, una válvula sería un interruptor que impediría o pararía el flujo de agua.*

*Un interruptor automático de circuito es un interruptor eléctrico que funciona automáticamente y es diseñado para proteger un circuito de daños causados por demasiada corriente (una sobrecarga) o un cortocircuito.*



*Un interruptor del circuito se abre automáticamente cuando obtenga una sobrecarga (o la corriente suba demasiado alta). Tiene interruptores de circuito en su casa que se abre automáticamente cuando hay demasiados alambres enchufados.*  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Circuit\\_breaker](http://en.wikipedia.org/wiki/Circuit_breaker)

*Un controlador o un sistema de controlar es un dispositivo que controla la energía eléctrica en unas industrias manufactureras. A menudo estos trabajan juntos con el disyuntor y el balde para operar el equipo eléctrico.*

*Aunque no tiene que saber funcionar estos dispositivos, tiene que saber que las incidencias de accidente pueden ocurrir cerca de estos dispositivos.*

### **BOTÓN**

*Saber la diferencia entre un dispositivo por lo cual está fluyendo la energía eléctrica y uno por lo cual NO fluye la energía eléctrica (o que está apagado) es muy importante si va a trabajar en el equipo eléctrico. Mientras solo los empleados calificados están adiestrado a determinar o distinguir si algo es energizado o no, todavía Ud. Necesita lo que quiere decir estos términos.*

*Si un dispositivo eléctrico está energizado, está conectado a la fuente de la energía eléctrica y tiene voltaje. Si el mismo dispositivo eléctrico no está conectado a la fuente eléctrica (es decir, si no está energizado), entonces está libre de conexión eléctrica a una fuente del voltaje o la carga.*

*Pero, acuérdesese muchos dispositivos eléctricos son muy complejos y no son seguros aunque rompe la fuente de energía eléctrica. La energía puede estar acumulada en algunas partes y puede causar una descarga eléctrica, la electrocución y los arcos eléctricos (relámpagos).*

**Pregunta 17:**

**Identifique los siguientes términos:**

**Un interruptor**

**Un Interruptor Automático de Circuito**

## Manual para el Instructor

*Un Sistema de Controlar/Disyuntor/Balde Energizado*

*No energizado*

*Un dispositivo que controla el flujo de la energía eléctrica a través de un circuito*

*Un dispositivo que automáticamente abre el circuito cuando aumente la corriente demasiada*

*Los accidentes del relámpago (del arco eléctrico) pueden ocurrir en o cerca de estos tres dispositivos*

*Una pieza del equipo eléctrico que no tiene ninguna fuente de la energía eléctrica que se queda.*

*Una pieza del equipo eléctrico que todavía tiene una fuente de la energía eléctrica con que está conectado, o que todavía tiene una carga acumulada aunque ya está desconectado a la fuente de la energía eléctrica.*

## Los Dispositivos Eléctricos

Los Fusibles

La Conexión a la Tierra

Avería/ Avería con salida a tierra

Un Tomacorriente (Un Receptáculo)

El Enchufe

*Un fusible es un dispositivo protector que puede abrir un circuito si hay demasiada corriente que fluye a través de él. Como se derrita un fusible cuando hay corriente eléctrica excesiva, evita que se haga daño a lo demás del circuito.*

*Lo ideal sería que el fusible fuera el punto más débil en el circuito y fuera el único lugar donde derritiera el circuito.*

*Si el circuito tiene conexión a la tierra, quiere decir que en realidad el circuito es conectado físicamente a tierra por un conductor. Esta conexión al suelo, o a la tierra fuera del edificio, se permite que la energía eléctrica no deseada fluya a la tierra.*

**BOTÓN**

*Estar conectado a tierra puede prevenir la acumulación de la electricidad estática y puede ayudar a prevenir la descarga eléctrica de las averías.*

*Una avería es corriente temporal e imprevista en un conductor. Un cortocircuito es un tipo de avería que se permiten cantidades excesivas de corriente a fluir a través de un circuito.*

*Un arco eléctrico (relámpago) es un tipo de un cortocircuito.*

## Manual para el Instructor

*Un tomacorriente (receptáculo) es un dispositivo que es un escape de (o una salida para) la energía eléctrica. Se encuentran por todas partes de su casa y son lugares donde enchufa los aparatos como la plancha o la aspiradora.*

*Un enchufe, entonces, es lo que pones en el tomacorriente o el receptáculo para que un aparato obtenga la electricidad.*

**Pregunta 18:**

*Identifique los siguientes términos:*

*Fusible*

*Conexión a tierra*

*Avería/Avería con salida a la tierra*

*Tomacorriente (Receptáculo)*

*Enchufe*

*Un dispositivo protector que puede abrir un circuito si hay corriente excesiva que fluye a través de él.*

*Un circuito que es conectado físicamente a la tierra por un conductor*

*Un corriente temporal e imprevista en un conductor*

*Una salida para la electricidad*

*¿Cómo se llama el dispositivo que se enchufa para permitir funcionar un aparato eléctrico?*

## Los Dispositivos Eléctricos

Carga

Equipo de Protección Personal (EPP)

Tablero de Controles

Transformador

*Una carga es cualquier dispositivo que se convierte la energía eléctrica a luz, sonido, movimiento o calefacción. Un ejemplo de esta es una bombilla.*

*Una carga es la resistencia a la corriente en el circuito*

*Una bombilla es una carga dentro de un circuito que se convierte la energía eléctrica a luz.*

*Equipo de Protección Personal, o EPP, consiste en ropa (protectiva y resistente a la llama) y otras cosas que se lleva para ayudarle ser seguro cuando trabaje cerca de los riesgos del arco eléctrico o relámpago eléctrico. EPP lo protege de luz, calor o sonido excesivo y de una ráfaga (la explosión del arco eléctrico).*

*El tipo de EPP requisito es determinado por la cantidad disponible de voltaje y corriente. Discutiremos más tarde en este Entrenamiento como decidir qué tipo de EPP se necesita.*

*Un tablero de controles es un gabinete que contiene un grupo de interruptores de circuito, fusibles, y dispositivos protectores del cortocircuito por alumbrado, aparatos*

## Manual para el Instructor

*eléctricos y otros circuitos. Generalmente se encuentra el tablero de controles en la pared con acceso a la frente del tablero por una puerta del tablero.*

*Tiene un tablero eléctrico en su casa donde se encuentran los interruptores de circuito.*

*Los transformadores ayudan que la electricidad viaje distancias enormes con poca pérdida mucho voltaje o potencia.*

*Los transformadores permiten que la electricidad entre a su casa por manera de la energía eléctrica de voltaje alto y corriente baja de las líneas eléctricas y convierte la electricidad a 120 voltios y la electricidad de corriente alta.*

[http://tonto.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=electricity\\_science-basics](http://tonto.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=electricity_science-basics) 11-18-2010

*El transformador es importante cuando aprendamos del arco eléctrico (relámpago) porque uno de los componentes críticos/claves que determina qué peligroso será el arco eléctrico es cuánta corriente está disponible del transformador que provee la electricidad.*

### *Pregunta 19*

*Identifique los siguientes términos.*

*Transformador*

*Carga*

*Equipo de Protección Personal (EPP)*

*Tablero de Controles*

*Un dispositivo que convierte la energía eléctrica en luz, sonido, movimiento o calor.*

*La ropa que le mantiene seguridad mientras está trabajado cerca de los riesgos del arco eléctrico (relámpago)*

*Un gabinete que contiene los interruptores del circuito o fusibles, a menudo se encuentra en la pared*

*Este dispositivo recibe el voltaje alta y la electricidad de corriente baja y los convierte a la electricidad que usa en la casa o a trabajo.*

### *Pregunta 20*

*Identifique los siguientes términos: No hay botón para intentarlo otra vez porque es una pregunta de repaso)*

*Voltaje*

*Corriente*

*Vatios*

*Carga*

*Cortocircuito*

*La cantidad de presión eléctrica en un circuito*

*Cuánto electricidad fluye a través de un circuito*

*Una medida de le energía eléctrica*

*Algo dentro de un circuito que ofrece resistencia*

*Un circuito peligroso con voltaje, pero sin carga (resistencia)*

## Tres Riesgos Básicos

La Descarga Eléctrica/ La Electrocuación

El Arco Eléctrico (El Relámpago)

La Explosión del Arco Eléctrico (La Ráfaga)

*Ahora como tiene una buena idea de lo que es la electricidad, revisemos algunos de los riesgos que se encuentran cuando trabaja cerca de los dispositivos eléctricos.*

*Incluyen la descarga eléctrica, la electrocuación, el relámpago eléctrico y la ráfaga.*

*Estos riesgos están presentes en aplicaciones donde hay 50 voltios o más de 50 voltios.*

## Peligros de la Descarga Eléctrica y de la Electrocuación

*Mientras la electricidad es muy útil, también puede hacerle daño o matarlo. Los accidentes eléctricos ocurren más frecuentemente que le gustaría pensar*

*Por mucho tiempo la electricidad ha estado reconocida como un riesgo peligroso en el lugar de trabajo que expone a los trabajadores a la descarga eléctrica, la electrocuación, quemaduras, fuegos y explosiones.*

*Cuando una persona muera como consecuencia de una descarga eléctrica, se considera que la persona ha estado electrocutada.*

*En 1999, 278 trabajadores murieron de la electrocuación, que representa casi 5 por ciento de todas las muertes en el trabajo en aquel año, según La Oficina de Estadísticas Laborales*

*Cada año 30.000 víctimas tienen bastante suerte para recibir una descarga eléctrica y no morir*

*Lo que hace estas estadísticas más trágicas es que la mayoría de estas muertes habría estado evitado por usar las prácticas de seguridad de trabajo como asegurarse de que el equipo eléctrico esté cerrado con candado, indicado con una etiqueta y no queda con ninguna energía eléctrica ni ninguna carga.. [www.osha.com](http://www.osha.com) nov. 15. 2010*

### BOTÓN

#### Pregunta 21

Identifique los siguientes términos

La descarga eléctrica

La electrocuación

El relámpago eléctrico

Cuando la corriente viaja a través del cuerpo

Cuando la corriente viaja a través del cuerpo y lo mata

Cuando un cortocircuito crea una explosión (una ráfaga)

## Fotografías Miedosas

*Aunque no le gusta ver a nadie fotografías de las lesiones, necesitamos mostrarle tan graves las lesiones causadas de la energía eléctrica puedan ser. Las siguientes cinco fotografías vienen del sitio Web de OSHA.*

### Orificio/Lesión de Entrada

*Cuando reciba una descarga eléctrica, la electricidad viaja a través del cuerpo. Las lesiones graves ocurren donde la electricidad entra al y sale del cuerpo.*

*Esta fotografía le muestra como la resistencia del cuerpo convierte la electricidad en calor. Este hombre tuvo suerte de no matarse como la electricidad entró al cuerpo tan cerca la médula espinal.*



### Orificio/Lesión de Salida

*Aquí vemos una fotografía de donde salió la electricidad del pie de un hombre.*

*El orificio carbonizado sólo es la superficie de la lesión. Como la electricidad viajaba a través del pie, creó mucho calor y se quemó adentro del pie de una manera tan grave que los médicos tuvieron que amputarle el pie solamente unos días después del accidente.*



### Las Lesiones Internales

*En esta fotografía, el trabajador fue chocado por la herramienta de metal que estaba usando, como unos alicates. La resistencia del metal causó que los alicates se pusieran tan calientes que se le quemaron la piel del pulgar.*

*La parte de la herida que podemos ver nos parece mal, pero había graves heridas internas que no podemos ver inmediatamente. Estas heridas internas fueron causadas por la corriente que viajó por la mano.*

### Las Lesiones Internales

*Esta es la misma mano unos días más tarde. Como puede ver, había tanto daño a la mano que los médicos tuvieron que cortar la piel para aliviar la hinchazón.*

*La lesión bajo la quemadura causada por la herramienta de metal es debido al calor, pero el calor en estas áreas fue causado por la corriente eléctrica que viajaba a través de la mano y no de la temperatura de la herramienta.*



## Manual para el Instructor

### Pregunta 22

Identifique los siguientes términos

El Orificio/Lesión de entrada

El Orificio/Lesión de salida

Las lesiones internas

Una lesión visible donde la electricidad entra en el cuerpo

Una lesión visible donde la electricidad sale del cuerpo cuando se completa el circuito

A veces aunque no es visible inmediatamente, este tipo de lesión puede ocurrir dentro del cuerpo a lo largo del camino de la corriente.

## La Contracción Involuntaria de los Músculos

En esta fotografía, un trabajador se cayó y agarró un cable de alta tensión para parar su caída. Había tanta corriente en la mano que los dos primeros dedos fueron momificados y los médicos tuvieron que amputarlos.

La mano del trabajador se queda en esta posición porque los tendones, en efecto, fueron cocinados por la corriente, se escogieron, y se le quedó la mano demacrada con mucho dolor.



## Cuando Ocurre Una Descarga Eléctrica

Una descarga eléctrica ocurre cuando el cuerpo se convierte en parte del circuito eléctrico.

La corriente eléctrica puede matarlo cuando viaje a través del cuerpo.

La mayoría de la gente sabe lo que es una descarga eléctrica. Estas fotografías le han dado una buena idea de lo que puede ocurrir si recibe una descarga eléctrica, pero vamos a discutir algunos detalles de la descarga eléctrica y la electrocución.

Las descargas eléctricas pueden ser inofensivos, por ejemplo cuando toca un picaporte después de haber andado a través de una alfombra, o un choque eléctrico puede ser mortal.

Una descarga eléctrica ocurre cuando la corriente eléctrica pasa a través del cuerpo. La corriente eléctrica puede hacerle daño a los músculos (aún los del corazón) el sistema nervioso central y otras partes del cuerpo.

Cuando ocurra una descarga eléctrica, el cuerpo se convierte en parte del circuito eléctrico. Se convierte en ser un conductor porque la corriente eléctrica está pasando por el cuerpo.

## Las Causas de la Descarga Eléctrica

## Manual para el Instructor

*Hay muchas maneras en que el cuerpo de una persona se convierte en parte de un circuito eléctrico que resulta en una descarga eléctrica.*

*Una descarga eléctrica ocurre si toca un alambre energizado y una conexión eléctrica a tierra o si toca un alambre energizado y otro alambre energizado del diferente.*

*Así que si toca cualquier alambre o cable de un circuito activado y entonces toca un alambre o cable diferente o una conexión a tierra, puede recibir una descarga eléctrica.*

*Muchas personas han estado descargadas en casa, pero en la industria manufacturera existe un nivel más alta del voltaje y de la corriente - una situación que aumenta el riesgo de hacerse daño.*

### **Pregunta 23**

*Escoja las tres situaciones peligrosas en las cuales un trabajador puede encontrar con una descarga eléctrica.*

*Helen está trabajando con cables activados y no lleva guantes protectivos*

*Para descubrir si el interruptor del circuito eléctrico ha estado abierto, Phil conecta dos alambres energizados en un sistema de tres fases por medio de su destornillador*

*Jim tiene prisa y por eso se le olvida apagar la energía eléctrica al molino antes de que él comience a trabajar en él.*

*Como es debido Randy se interrumpe la energía con candado del motor del transportador y chequea si todavía tiene alguna energía eléctrica antes de que trabaje en él.*

*Kelly ve un tablero eléctrico que está abierto y contiene unos alambres expuestos y por eso ella se queda no muy cerca al tablero y ella alerta a su jefe de la situación inmediatamente.*

## **La Electrocutación**

La electrocución quiere decir la muerte por medio de la electricidad

Cuando hay menos resistencia hay más corriente que pasa a través del cuerpo.

*Los empleados afectados tienen que prestar atención especial a los riesgos eléctricos que puedan causar la electrocución porque frecuentemente estos empleados trabajan cerca de los circuitos eléctricos.*

*La electrocución, entonces, ocurre cuando una persona recibe una descarga eléctrica de bastante corriente eléctrica que se muere. Esto es debido a las cantidades grandes de la corriente eléctrica que fluyen a través del cuerpo que pueden causar ambos lesiones graves internas y externas.*

*Las posibilidades de estar electrocutado aumentan cuando trabaja alrededor del agua, cuando una persona suda O si una persona no lleva la ropa de protección apropiada.*

### **Pregunta 24**

*Escoja las tres declaraciones que son verdaderas.*

## Manual para el Instructor

*Cuando una persona se muere debido a una descarga eléctrica, se dice que la persona ha estado electrocutada.*

*Cuando ocurre una descarga eléctrica, el cuerpo se convierte en parte del circuito eléctrico.*

*La descarga eléctrica puede causar la muerte por medio de los accidentes indirectos, como una caída.*

*Llevando los zapatos de la suela de goma (hule) siempre le protege de una descarga eléctrica.*

*Por lo general, la electrocución no es peligrosa.*

### Un Video con un Ejemplo de la Descarga Eléctrica

<http://www.youtube.com/watch?v=-n1pSHzdahc>

*BRAINIAC VIDEO y cercas eléctricas*



### La Descarga Eléctrica Puede Ocurrir Sin Tocar Partes Energizadas

*Esto es importante saber cuando está aprendiendo del arco eléctrico (relámpago eléctrico) porque el circuito eléctrico está completado por el aire durante un relámpago eléctrico.*

*No tiene que tocar ninguna parte energizada para recibir una descarga eléctrica.*

*El aire tiene valores de insular, pero hay límites también a esto.*

*Por partes energizadas al nivel de 72.500 voltios, tiene que mantener una distancia a lo menos de 2 pies de la partes para evitar que fluya la corriente eléctrica a través del cuerpo.*

### Cómo Se Mide La Descarga Eléctrica

$$I = V / R$$

*Para comprender como la descarga eléctrica puede hacerle daño, repasemos la ecuación de la ley de Ohm con la corriente eléctrica a la izquierda, I es igual a V dividido por R. Es decir la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia.*

## Manual para el Instructor

*Recuérdese que a menudo el voltaje será lo mismo, así la fuerza de la corriente depende en cuánta resistencia hay en el circuito eléctrico.*

*Si la resistencia es alta, la descarga eléctrica no sería tan mala como si la resistencia fuera baja. Por eso, la resistencia más alta es mejor que la más baja.*

*La resistencia está reducida si está mojado o sudado, o si no lleva los guantes o zapatos apropiados, aumentando la corriente eléctrica (la parte que lo matará).*

### Pregunta 25

Cierto/Falso

*Cuando trate de quedarse seguro alrededor de los riesgos eléctricos, puede ayudar a mantener alta la resistencia del cuerpo si mantiene el área del trabajo seco y si lleva la ropa apropiada.*

## Cómo Se Mide La Descarga Eléctrica

chart

*Como puede ver de este gráfico, las condiciones mojadas o sudadas pueden ser mucho más peligrosas que condiciones secas porque el agua y el sudor disminuyen la resistencia a la electricidad, que se permite fluir más corriente eléctrica a través del cuerpo cuando una persona está electrocutada o descargada.*

*Siempre da buen sentido alejarse de las partes energizadas, especialmente cuando las condiciones están mojadas.*

*Esto es la razón que los electricistas tienen que llevar guantes y usar herramientas especiales cuando trabajan con equipo eléctrico. La ropa y las herramientas apropiadas mantienen la resistencia a través del cuerpo bastante alta para prevenir o evitar una descarga eléctrica.*

*Hay otros factores, además del agua o sudor, que determinan la resistencia de una persona que está recibiendo una descarga eléctrica.*

*La resistencia frecuentemente depende en como atraviesa el cuerpo el circuito eléctrico. Una descarga eléctrica de un dedo a otro de la misma mano probablemente proveerá menos resistencia que una descarga eléctrica que pasa de una mano a otra o de la mano a la tierra por el pie.*

*En cualquier situación donde el circuito eléctrico tiene la posibilidad de atravesar el cuerpo por el corazón, los peligros pueden constituir una situación de amenaza a la vida.*

**BOTÓN**

| Condición | Resistencia (ohmios) |
|-----------|----------------------|
|-----------|----------------------|

## Manual para el Instructor

|                                    | Seca               | Mojada         |
|------------------------------------|--------------------|----------------|
| Toca con el dedo                   | 40.000 – 1.000.000 | 4.000 – 15.000 |
| Agarra el alambre con la mano      | 15.000 – 50.000    | 3.000 – 6.000  |
| Agarra con un dedo y el pulgar     | 10.000 – 30.000    | 2.000 – 5.000  |
| Agarra los alicates con la mano    | 5.000 – 10.000     | 1.000 – 3.000  |
| Toca con la palma                  | 3.000 – 8.000      | 1.000 – 2.000  |
| Agarra un tubo del diámetro de 1 ½ | 1.000 – 3.000      | 500 – 1.500    |
| Mano sumergida                     | -                  | 200 - 500      |
| Pie sumergido                      | -                  | 100 - 300      |

*Estos datos fueron tomados de Kouwenhoven and Milnor.*

*Mientras revisa la tabla, preste atención que las situaciones con agua presente ofrecen menos resistencia que las condiciones secas. Esto es porque la corriente fluye por agua sucia y sudor más fácilmente que por el aire y la piel seca.*

*También agarrar es mucho más peligroso que tocar un alambre porque más piel viene en contacto con el alambre.*

*Las herramientas regulares de metal también aumentan la posibilidad de una descarga eléctrica. Por eso, a menudo los electricistas tienen las herramientas especializadas para trabajar en el equipo eléctrico.*

**Pregunta 26 Ubicando información en la tabla**

*Determine lo que sería la resistencia en las siguientes situaciones*

*Un pie que está en el agua*

*Una mano seca alrededor de un tubo del diámetro de 1 ½ “*

*Un dedo mojado que toca un alambre*

*Una mano seca que agarra los alicates*

## Lo que determina la Intensidad de la Descarga Eléctrica

Tabla nueva

*Esta tabla nos muestra como los niveles diferentes de corriente afectan al cuerpo.*

*5 miliamperios son considerados la barrera por la corriente que no le deja inválido (o sin riesgo peligroso). Sin embargo, no quiere decir que la descarga eléctrica no le duele,*

## Manual para el Instructor

*solamente que este nivel de descarga eléctrica no resulta en una lesión permanente. (NEC)*

*Mientras miramos estos ejemplos y otros, recuérdese que la duración de la descarga eléctrica también afecta qué mala es la lesión.*

*Es mejor para el trabajador si la duración de la corriente a través del cuerpo sea más corta.*

*Les explicaremos más tarde que el camino que atraviesa la corriente por el cuerpo es importante.*

### **BOTÓN**

*Si pensamos solamente en dos situaciones generales (seca y mojada) podemos ver en esta tabla como voltajes de niveles diferentes lo afectará si recibe una descarga eléctrica.*

*Con un poco de suerte, ninguno de ustedes aquí en este Entrenamiento ya han recibido una descarga eléctrica, pero como puede ver, aún cuando la piel está seca, un tomacorriente de 120 voltios en su casa puede darle una descarga eléctrica.*

*En condiciones mojadas, los tomacorrientes de 120 voltios lo pueden **matar**.*

*Con 480 voltios, que es muy común en industrias manufactureras, una descarga eléctrica puede convertirse en una electrocución y quemarlo mientras matarlo. En estas situaciones, no solo muere debido a la descarga que pasa a través del corazón, pero también la piel y los órganos estarán cocinados y carbonizados.*

### **BOTÓN**

*Si mira la sección de 30 y 50 miliamperios en la tabla, ve que estas cantidades de corriente pueden resultar en la muerte por paralizar los pulmones y parar el corazón. Esto ocurre cuando una parte del circuito eléctrico que viaja a través del cuerpo y en realidad pasa por el pecho.*

*Si el circuito eléctrico pasa por la palma de la mano, todavía puede cause lesiones gravísimas. Pero es mucho más peligroso cuando el circuito eléctrico atraviesa todo el cuerpo como se necesita solamente un poco de corriente eléctrica pasando a través del pecho y el corazón para resultar en la muerte.*



### **BOTÓN**

| Corriente Eléctrica<br>(un segundo de<br>contacto) | Efectos fisiológicos | Voltaje requerido para<br>producir la corriente con<br>una resistencia supuesta del<br>cuerpo |
|--|----------------------|---|
|--|----------------------|---|

## Manual para el Instructor

|                     |   |                       |                                |
|---------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
|                     |   | 100.000 ohmios (seco) | 1.000 ohmios (sudoso o húmedo) |
| 1 miliamperios (mA) | Nivel de percepción. Una sensación leve de hormigueo  | 100 Voltios (V)       | 1 Voltios (V)                  |
| 3 miliamperios (mA) | Descarga dolorosa que puede causar accidentes indirectos                                      | 300 Voltios (V)       | 3 Voltios (V)                  |
| 5 miliamperios (mA) | Aceptado como lo máximo nivel de corriente sin hacerle mucho daño                             | 500 Voltios (V)       | 5 Voltios (V)                  |
| 10-20 mA            | Comienza de perderse el control muscular. (Corriente paralizante. No puede soltar la fuente.) | 1.000 V               | 10 V                           |
| 30 mA               | Parálisis de los pulmones - generalmente temporario   | 3.000 V               | 30 V}                          |
| 50 mA               | Posibilidad de fibrilación ventricular (disfunción del corazón, sumamente probable)           | 5.000 V               | 50 V                           |
| 100-300 mA          | Cierta fibrilación ventricular, con toda posibilidad de la muerte                             | 10.000 V              | 100 V                          |
| 4 Amperios (Amps)   | Parálisis del corazón (cesa el ritmo cardíaco), quemaduras graves                             | 400.000 V             | 400 V                          |
| 5 Amperios (Amps)   | Quemaduras de la piel, fibrilación ventricular, parálisis respiratorio que es temporario      | 500.000 V             | 500 V                          |

*Pregunta 27 usando esta tabla*

*Conteste las siguientes preguntas*

*Este voltaje paralizará a los pulmones por un poco rato, aún cuando el ambiente está seco*

*3.000 voltios*

*Este nivel de corriente generalmente causa la muerte*

*50 miliamperios*

*Este voltaje, en un ambiente húmedo, causará la muerte.*

*100 voltios*

## Ejemplos de la Descarga Eléctrica

## Manual para el Instructor

$$I = V / R \text{ o Corriente} = \text{Voltaje} / \text{Resistencia}$$

Si E= 120 voltios, y

R = 1.500 Ohmios, Agarrando los alicates mojados (1.000-3.000 vea la tabla)

$$I = 120/1.500 = 0.08$$

I = 80 mA, la posibilidad de fibrilación ventricular, generalmente fatal

*Hablemos de unos ejemplos para ver qué peligrosas pueden ser las descargas eléctricas*

*Suponga que un trabajador esta trabajando en un circuito eléctrico de 120 voltios con los alicates húmedos. Según la tabla anterior, también podemos suponer que la resistencia será más o menos 1.500 ohmios.*

*La corriente viajando a través del cuerpo del trabajador, si viene en contacto y recibe una descarga eléctrica, será más o menos 80 miliamperios porque 120 voltios divididos por 1.400 ohmios es ,08 amperios.*

*Si el trabajador recibe una descarga eléctrica y el circuito pasa por el pecho, entrando por los alicates en la mano derecha, viajando a través del cuerpo y saliendo de la mano izquierda que agarra un pedazo de metal con salida a tierra, es probable que la corriente de 80 miliamperios lo mate.*

### Ejemplos de Una Descarga Eléctrica

$$I = V / R \text{ o Corriente} = \text{Voltaje} / \text{Resistencia}$$

Si E= 120 voltios, y

R = 7,500 Ohmios, Agarrando los alicates secos (5.000-10.000)

$$I = 120/ 7.500$$

I = 16 mA, contracciones de los músculos

*Este ejemplo es similar, pero en esta situación los alicates están secos, provee 7.500 ohmios de resistencia.*

*Por suerte, 16 miliamperios de corriente en este ejemplo, no debería matar al trabajador, pero si él está en una escalera portátil, las contracciones de los músculos causarán que él pierda el equilibrio, caiga y se muera aunque no hay bastante corriente para matarlo.*

*Estos dos ejemplos le muestran que es muy importante trabajar con seguridad alrededor de los riesgos eléctricos.*

**BOTÓN**

### Ejemplos de la Descarga Eléctrica

## Manual para el Instructor

Una bombilla de 7 ½ vatios

$7.5 / 120 = 0.0625$  amperios

0.0625 amperios = 62.5 miliamperios

*Para ver cuánta corriente puede matarlo, miremos una bombilla de 7 ½ vatios que está enchufada en un tomacorriente de 120 voltios en una casa. Como el vataje = el voltaje X la corriente, puede encontrar la fuerza de la corriente cuando divide el vataje de la bombilla por el voltaje del tomacorriente.*

*7,5 dividido por 120 = 62,5 miliamperios que sobra la barrera de 50 miliamperios que causará cesar el corazón, si la corriente pasa a través del pecho.*

### BOTÓN

#### *Pregunta 28*

*Recuérdese que cuando tiene una bombilla de 100 vatios en su casa junto con 120 voltios, la corriente fluyente tiene que ser ,83 amperios. Sabemos esto porque 100 dividido por 120 = 0,83 amperios. 0,83 amperios son igual a 830 miliamperios. Si 830 miliamperios pasan por el cuerpo, ¿qué pasaría?*

*No tendría ninguna sensación diferente*

*Tendría una sensación leve de hormigueo*

*Recibiría una descarga dolorosa*

*Casarían los pulmones y el corazón, y los órganos internos cocinarían*

## Cómo Evitar Los Riesgos Eléctricos

No trabaje en equipo energizado (vivo)

Aléjese de los cables o alambres eléctricos que están sobre la tierra

Nunca abra un panel eléctrico.

Evite el trabajo en la presencia del agua o en condiciones húmedas o mojadas.

Mantenga el área del trabajo limpio y ordenado.

*La mejor manera de evitar una descarga es no acercarse a los riesgos eléctricos-*

*Es obvio que nunca debe trabajar con equipo eléctrico energizado o vivo, no solo porque es peligroso, pero también porque usted no está calificado/certificado/titulado trabajar en este equipo.*

*Otro riesgo envuelve los cables o alambres eléctricos que están donde no deben estar.*

*Por eso, si ve cables o alambres en la tierra, no los acerque y dígame a su jefe inmediatamente de la situación.*

*A menudo tendrá que trabajar cerca de los paneles o tableros eléctricos, esté seguro de que nunca los abra. Abrir un tablero o panel aumenta las posibilidades de recibir una descarga o causar un relámpago de arco eléctrico.*

## Manual para el Instructor

*Otro riesgo es el agua. Aunque a veces será imposible evitarlo, trate de nunca trabajar en áreas mojadas que están cerca del equipo eléctrico.*

*Si el área del trabajo está limpia y ordenada, se puede ver más fácilmente los riesgos que cuando esta área está desordenada. Si necesita limpiar un área de trabajo que **está** desordenada y sucia, tenga cuidado que no le hacen daño los riesgos que no son visibles.*

**BOTÓN**

### Cómo Evitar Los Riesgos Eléctricos

Nunca use un tomacorriente dañado

Nunca use un cable o alambre eléctrico dañado

Nunca use un cable que le falta la tercera clavija a tierra

No enchufe demasiados cables en un tomacorriente o receptáculo

Manténgase alerta

*Aún cuando no está trabajando cerca del equipo d voltaje alto o cajas de paneles eléctricos, se existen los riesgos de descarga.*

*Nunca use los tomacorrientes dañados. Si ve un tomacorriente dañado o sospecha que un tomacorriente está dañado, deje de trabajarlo e informe a su supervisor.*

*Es lo mismo en cuanto a los cables, cordones, y enchufes. Si ve un cable o cordón dañado o que le parece gastado o deteriorado, es posible que tenga alambres expuestos. También es posible que los enchufas que están dañadas no tengan conexión o pérdida a tierra, una condición que aumenta la posibilidad de una descarga eléctrica.*

*Otro riesgo posible existe cuando hay demasiados dispositivos enchufados en un tomacorriente o un interruptor automático de circuito. Más frecuentemente, el interruptor automático de circuito abrirá sin peligro el circuito, pero una pérdida repentina de electricidad al equipo eléctrico todavía puede causar lesiones.*

*Sobretudo, simplemente manténgase alerta. Siempre busque los riesgos y esté preparado para dejar de trabajar, proteja los que están trabajando cerca, y busque ayuda para remediar la situación tan pronto y cuidadosamente como posible.*

**Pregunta 29: sobre los riesgos eléctricos**

**Escoja las tres situaciones seguras de trabajar**

*John mantiene su parea del trabajo limpio porque hay riesgos eléctricos cerca de su estación.*

*Kelly ve un cable en el suelo que no estaba allí ayer. Ella se asegura de que hay una persona que no permite a otros trabajadores acercarse al cable mientras ella informa a su supervisor.*

*Howard le pide ayuda a un electricista calificado porque Howard derramó agua cerca de la caja de tableros eléctricos.*

## Manual para el Instructor

*Renaldo está demasiado ocupado para asegurarse que los controles del motor estén cortados o apagados antes de que Stan los limpie. Ahora Stan está muerto porque él abrió una caja para tableros eléctricos, causando un arco eléctrico.*

### *Pregunta 30*

*Escoja las tres declaraciones verdaderas*

*50 miliamperios de descarga puede cesar el corazón*

*Tomacorrientes de 120 voltios en su casa puede causar la muerte*

*La duración de tiempo cuando el cuerpo es una parte del circuito es un factor que determina la gravedad de las lesiones de una descarga.*

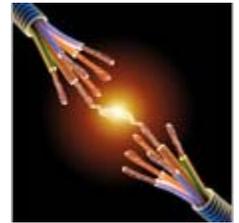
*No importa si trabaja en equipo con la energía prendida si tiene prisa.*

*5.000 miliamperios, o 5 amperios, no tienen bastante corriente para hacerle daño*

## Un Relámpago de Arco Eléctrico

¿Qué es un arco eléctrico?

*Así que tenemos una buena idea de la electricidad y la descarga eléctrica, por fin podemos discutir el arco eléctrico y tan peligroso puede ser. Dese cuenta de que muchas veces se refiere a un arco eléctrico como relámpago del arco eléctrico o como un flash de arco eléctrico.*



*Un arco eléctrico es un cortocircuito por el aire que ocurre en un cuadro eléctrico (o un cuadro de distribución) para un tablero eléctrico o dentro de otra pieza del equipo eléctrico que está energizado. El aire, como ya sabe, normalmente es un aislador, pero con bastante voltaje alto, una herramienta que se le cae, o un cuadro eléctrico de paneles que está sucio, un circuito puede estar completado, causando un cortocircuito.*

*Cuando un cortocircuito ocurre y el circuito está completado en el aire, el aire cambia al punto de no ofrecer poca o ninguna resistencia al flujo de la energía eléctrica.*

*Recuérdese, esto es lo que constituye un cortocircuito. Un cortocircuito tendrá casi ninguna resistencia y tendrá niveles muy elevados de corriente. La corriente alta es responsable para el arco eléctrico.*

*Las cantidades enormes de energía que están descargadas durante un arco eléctrico se producen una luminosidad muy intensa, un gran desprendimiento de calor y una explosión muy fuerte.*

## Arco Eléctrico v Circuitos Completados de Manera Segura

Corrientes más altas que normal

*En un circuito completado de acuerdo con las normas de seguridad, tal como cuando se arranca un motor en una línea manufacturera, no hay interrupción en el flujo de energía eléctrica lo mismo como en un arco eléctrico. **PERO** la diferencia es que en un circuito*

## Manual para el Instructor

*completado de acuerdo con las normas de seguridad hay una carga dentro del circuito que ofrece resistencia.*

*Así puede ver que en un circuito completado de acuerdo con las normas de seguridad, la resistencia ofrece la corriente del circuito, manteniendo la corriente bajo los niveles peligrosamente altos.*

*Piensa en una lámpara enchufada en un tomacorriente en su casa. Cuando prende la luz, el circuito está completado, pero como la bombilla tiene resistencia, la corriente se queda dentro de los límites seguros.*

*Si se pone un sujetapapeles en el tomacorriente, también estaría completado el circuito, pero en esta situación probablemente ocurriría un cortocircuito porque el sujetapapeles de metal ofrece poca resistencia al flujo de la energía eléctrica.*

*Pues bien, NUNCA PONGA un sujetapapeles en un tomacorriente. Es muy peligroso y si lo hace, recibirá a lo menos una descarga eléctrica.*

### Comportamiento Peligroso



*Para que usted no tenga que hacer esto para ver las consecuencias de poner un sujetapapeles de metal en un tomacorriente, vamos a mirar este video.*

*Video de cortocircuito (sujetapapeles puesto en un tomacorriente/enchufe)*

<http://www.youtube.com/watch?v=cu0AOCu5bFQ&feature=related>

### Comportamiento Peligroso



*Ahora tenemos otro video que nos muestra comportamiento muy tonto. Otra vez, recuérdese que esta acción no es segura jamás.*

<http://www.youtube.com/watch?v=sIHQp1vo8KU>

### Un Cortocircuito de Voltaje Alto

## Manual para el Instructor

*Un cortocircuito, como demostrado en el video que viene, no tiene ninguna carga que provee resistencia. El arco que forma viaja por el aire con poquita resistencia o sin resistencia.*

*La misma cosa ocurre durante un arco eléctrico. El circuito está completado derecho por el aire libre.*

<http://www.youtube.com/watch?v=PXiOQCRIp0&feature=related>



### **Pregunta 31**

*Escoja si las siguientes situaciones refieren a un circuito que está completado de acuerdo de las normas de seguridad o a un cortocircuito que puede producir un arco eléctrico.*

*Prender una luz en una oficina*

*Arrancar un motor por medio de un dispositivo de control*

*Tocar los cables o alambres adentro de un cuadro eléctrico por descuido*

*Salpicar agua de equipo eléctrico energizado con voltaje alto*

## ¿Dónde Ocurre un Arco Eléctrico?

Un cuadro eléctrico

Cables de cobre

Baja tensión/Voltaje bajo, corriente alta

*Para comprender como ocurre un arco eléctrico, vamos a crear un arco eléctrico imaginario. Dese cuenta de que muchas veces se refiere a un arco eléctrico como relámpago del arco eléctrico o como un flash de arco eléctrico.*

*Para crear un arco eléctrico, se pone una pieza del alambre de cobre entre dos de los cables conectan al cuadro eléctrico de tres fases. Cuando se prende la energía eléctrica, el alambre pequeñísimo se vaporiza debido a la corriente alta y se permite el aire entre los dos cables de cobre a deteriorar que disminuye la resistencia y permite que niveles peligrosos de corriente eléctrica fluyan en un circuito, aún el alambre pequeñísimo ha vaporizado.*

*Los cables de cobre más grandes también se vaporizan, y esto añade a la fuerza explosiva y la luminosidad intensa del arco eléctrico.*

*Los arcos electrónicos pueden ocurrir en cualquier equipo eléctrico de alta tensión, no solamente dentro de los cuadros eléctricos.*

## Video del Arco Eléctrico (Un Flash)



## Manual para el Instructor

*Durante este video, ve como los cientistas crean arcos eléctricos para estudiarlos.*

<http://www.youtube.com/watch?v=-Qq7U7tFsvQ>

**BOTÓN**

### ¿Qué Causa un Arco Eléctrico?

Movimiento de herramientas o manos sin querer

Partes que se caen

Polvo, agua, herrumbre, aceite

Animales

A veces no es obvio lo que cause el arco eléctrico

*Cuando ocurran arcos eléctricos por descuido, a veces pueden ocurrir en la misma manera que usan los cientistas cuando están creados a propósito.*

*Un movimiento por descuido de una herramienta, una pieza floja, o su mano que toca partes energizadas puede ser todo lo que es necesario para que la corriente salte de un lugar a otro.*

*Las conexiones flojas dentro del equipo eléctrico, la instalación incorrecta, y piezas de equipo que se rompen y caen son otras fuentes posibles.*

*El polvo, el agua, las impurezas, la contaminación, la herrumbre, aceite y grasa pueden ser puntos de inicio o fuentes por el cortocircuito.*

*Aún animales o insectos pueden entrar en un dispositivo y causar un arco eléctrico.*

*Típicamente hay una razón que ocurre un arco eléctrico aún es posible que no sepamos lo que es la causa.*

*La naturaleza desconocida de accidentes de arcos eléctricos es la razón que es tan importante saber algo de ellos y evitar las situaciones peligrosas.*

#### **Pregunta 32**

*Escoja tres de las causas de los accidentes de arcos eléctricos*

*Una herramienta que por descuido toca partes expuestas y energizadas*

*Piezas que caen en un cuadro eléctrico energizado*

*Salpicar agua sin querer sobre unas partes eléctricas expuestas del equipo de alta tensión*

*Estar seguro que nunca trabaja alrededor del equipo eléctrico que puede causar un arco eléctrico*

*Evitar los riesgos del arco eléctrico*

### La Corriente Disponible y El Intervalo de Tiempo

## Manual para el Instructivo

Mucha de la gravedad de un relámpago de arco eléctrico (un Flash) viene de la cantidad de corriente disponible y el intervalo de tiempo que existe el cortocircuito antes de que se rompa el circuito.

Determinar la corriente máxima que es disponible y el intervalo de tiempo en lo cual estará activo el relámpago de arco eléctrico se requiere calculaciones complejas y ayuda de programas de computadoras y todavía los expertos no estarán de acuerdo de los capaces explosivos reales de un arco eléctrico en un verdadero entorno.

Sin embargo, todos los expertos están de acuerdo que no es una buena idea estar cerca de un relámpago de arco eléctrico (Flash) cuando ocurra.

### Pregunta 33

¿Cuáles son los dos factores principales que determinan qué mala será un relámpago de arco eléctrico?

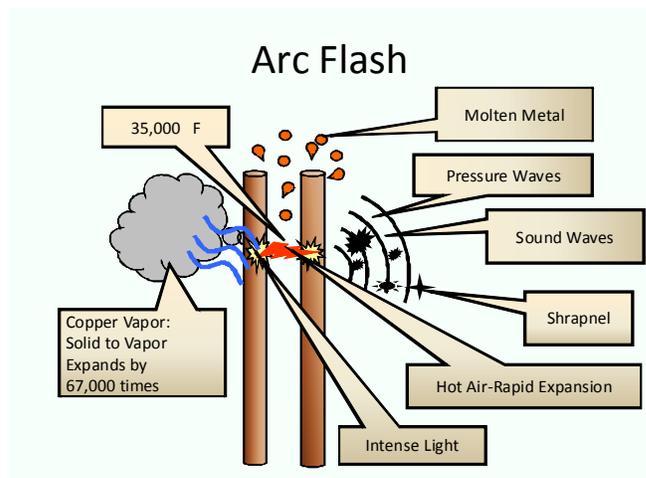
La corriente disponible a una pieza de equipo

El intervalo de tiempo que existe el cortocircuito

El color del equipo

Cuánto tiempo el relé CBC ha estado supervisando el sistema

## Lo que ocurre durante un arco eléctrico (Relámpago o Flash)



Ya hemos mencionados algunos de los riesgos de un Flash, pero vamos a discutirlos en más detalle ahora.

Un arco eléctrico es más brillante que el sol, más caliente que el sol, envía pedazos de metal volando de la explosión a velocidades de más de 700 millas por hora y es más ruidoso que un motor a reacción.

[http://www.jade1.com/newsletter/2009/04/niosh\\_WA.html](http://www.jade1.com/newsletter/2009/04/niosh_WA.html) 11-16 10

## La Luminosidad Intensa

Daño a la piel

## Manual para el Instructor

### Ceguera

*La luminosidad intensa del arco puede causar daño grave a la piel, aunque sería difícil distinguir entre las quemaduras de la luminosidad y las del calor extremo del arco eléctrico.*

*Los ojos, aunque está llevando los lentes de seguridad, están expuestos a tanta luz cegadora en este instante que nunca podrá ver y se quedará ciego.*

*La ceguera es solamente uno de las lesiones oculares que viene como consecuencia del arco eléctrico.*

**BOTÓN**

### Las Temperaturas Altas

Arco eléctrico de la soldadura = 3.000° F

Sol = 9.000° F

Arco Eléctrico = 35.000° F

*Cuando ocurra un arco eléctrico, crea calor intenso y extremo. Son algunas de las temperaturas conocidas al hombre.*

*Para mostrarle qué caliente es 35.000° F del arco eléctrico, vamos a ver algunas cosas que sabemos están caliente.*

*La temperatura del arco eléctrico de la soldadura es 3.000° F. Esto es bastante caliente para fundir y alear el metal.*

*La temperatura del sol es 9.000° F. Esto está bastante caliente para crear una fusión nuclear*

*La temperatura del arco eléctrico en un circuito eléctrico, sin embargo, puede alcanzar 35.000° F. En realidad es difícil comprender qué caliente eso es y qué destructivo puede ser, pero afortunadamente, los arcos eléctricos dentro de un circuito no duran por mucho tiempo.*

*Pero, puede sufrir quemaduras graves del calor de un arco eléctrico aunque solamente dura por una fracción de segundo.*

*Se puede reducir la posibilidad de quemaduras graves si lleva el equipo de protección personal. Discutiremos como seleccionar el equipo de protección personal (o EPP) más tarde durante este Entrenamiento.*

**BOTÓN**

**Pregunta 34**

*Escoja las temperaturas asociadas con las siguientes cosas*

*Un arco eléctrico que ocurre en un circuito*

*Un arco eléctrico de la soldadura*

*El sol*  
*35.000° F*  
*3.000° F*  
*9.000° F*

### Una Explosión Fuerte

El cobre vaporizado se expande a 67.000 veces más que su tamaño original.

El metal vuela a eso de 700 millas por hora.

*La calefacción intensa del arco eléctrico causa que los cables de cobre cambian a una forma líquida y vaporizan casi en un instante.*

*Cuando vaporiza el cobre, se expande a 67.000 veces más que su tamaño original creando una explosión muy fuerte – una explosión grandísima.*

*La explosión crea una onda de presión que lo hace saltar metralla por el aire (como piezas y partes del equipo en una manera muy similar a una granada) a velocidades en exceso de 700 millas por hora.*

**BOTÓN**

### Muy Ruidoso

Puede perderse el oído

Es posible que los tapones auditivos no le ayuden

*Como la explosión ocurre tan rápidamente, el movimiento rápido del aire puede hacerle daño a los tímpanos. Esto puede causar que los trabajadores que están cerca de la explosión del arco eléctrico (la ráfaga) se queden sordos...nunca más capaz de oír.*

*Los arcos eléctricos muy graves tendrán un nivel de sonido de más de 140 decibelios (dB) a una distancia de dos pies del arco eléctrico.*

*La mayoría de los tapones auditivos provee protección efectiva hasta el nivel de 104 decibelios. Por eso, los tapones regulares no protegen adecuadamente los oídos de los accidentes del arco eléctrico.*

**Pregunta 35**

*Escojan 4 de las cosas que pueden ocurrir durante un arco eléctrico*

*Temperaturas más altas que las del sol*

*Luminosidad intensa que causa la ceguera*

*Un ruido muy fuerte que puede ensordecerse*

*El calor puede chamuscarse o carbonizar la piel*

*Las lesiones, en realidad, no son tan graves*

*El arco eléctrico solo es un mito*

### El Arco Eléctrico /La Ráfaga de Arco

Siempre ocurren juntos.

Un arco eléctrico es lo que causa una ráfaga de arco

*A menudo se oyen las palabras "arco eléctrico y ráfaga de arco" usadas en conjunción una a otra porque siempre ocurren a la misma vez.*

*La luminosidad intensa y la temperatura alta constituyen el arco eléctrico. La explosión y el ruido fuerte constituyen la ráfaga del arco.*

*Por este entrenamiento, vamos a continuar a usar el término arco eléctrico para referir al evento entero: la luminosidad, el calor, el sonido y la explosión.*

### Videos de Arco Eléctrico

*Vamos a ver unos videos de accidentes verdaderos de arco eléctrico para ver exactamente qué rápido y qué explosivo pueden ser.*

<http://www.youtube.com/watch?v=W6lm7PLduwc>



*Como puede ver, las puertas de este equipo energizado están abiertas.*

*Normalmente, los interruptores automáticos del circuito están motorizados. En la mayoría de situaciones como esta, las puertas están cerradas cuando se abre o se cierra un interruptor automático del circuito.*

*Si la puerta tiene que estar abierta, el bus o la barra colectora (que es una tira gruesa de cobre o aluminio que se usa para llevar corrientes eléctricas enormes o distribuir la corriente a varios dispositivos dentro del disyuntor u otro equipo) debe estar sin energía eléctrica antes de que trabaje en el dispositivo. El trabajador no tiene el equipo de protección personal apropiado necesario a trabajar cerca del equipo expuesto y vivo.*

<http://en.wikipedia.org/wiki/Busbar> 11.29.10

*Preste atención a la pieza del equipo de prueba que está en el suelo. Debe ser un problema con el motor y nos parece que ellos están tratando de cerrar el interruptor a mano.*

*El segundo trabajador, quizás el supervisor o jefe, le indica al trabajador que está bien o OK para proceder inmediatamente antes de la explosión.*

### Videos de Arco Eléctrico

<http://www.youtube.com/watch?v=h10ALIpDOR4>

## Manual para el Instructor

*En este video los trabajadores nos parecen estar en la parte atrás del tablero donde están ubicadas todas las barras colectoras. No deben estar trabajando dentro del tablero vivo.*

*El trabajador que está en el suelo, en particular está en mucho peligro.*

*El trabajador que está ardiendo lleva la ropa ignífuga (o resistente a la llama) porque no se quema por mucho tiempo.*

*Este trabajador no parece haberle sido dañado mucho y su camisa todavía es blanca. Los dos otros trabajadores tampoco nos parecen haberles sido dañados.*

*Afortunadamente, aunque estaban trabajando en una situación peligrosa, su equipo de protección personal los protegió.*



### *Pregunta 36*

*¿Cuáles son algunas de las cosas que podemos aprender de los dos videos que acabamos de ver? Escoja 2.*

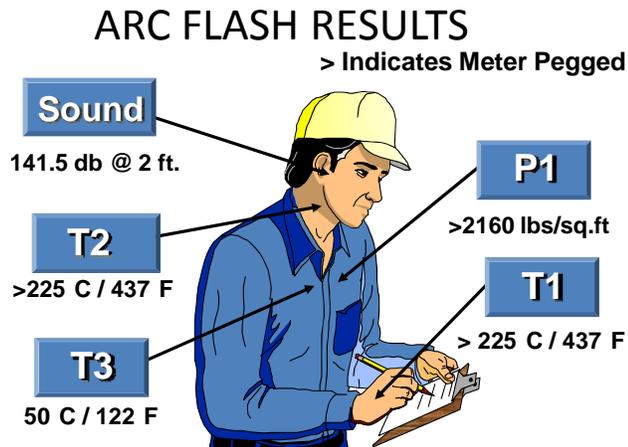
*La ropa ignífuga (o resistente a la llama) puede ayudar a protegerle de las quemaduras por arco eléctrico.*

*Los paneles o tableros abiertos aumentan el riesgo del arco eléctrico*

*Trabajadores nunca están heridos debido al arco eléctrico*

*Trabajar adentro un área con partes vivas o energizada generalmente es seguro, así no se requiere que lleva el equipo de protección personal.*

## Un Prueba de Arco Eléctrico



Para ver como un arco eléctrico afecta al cuerpo humano, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, o IEEE, publicó un reportaje sobre una serie de pruebas que estuvieron hechas en 1996 usando un muñeco de prueba para un Entrenamiento para medir el sonido, la temperatura, y la presión que el cuerpo sufriría durante un arco eléctrico. (Jones and al 2000)

<http://www.bussman.com/library/docs/stagedtests.pdf>

Estas pruebas fueron hechas para aumentar la conciencia de los riesgos del arco eléctrico en equipo eléctrica. En esta prueba examinaremos un arco eléctrico que fue iniciado por poner un alambre pequeño entre dos de los cables en un sistema de tres fases y 480 voltios. Los sensores fueron puestos sobre el muñeco para ver qué caliente, qué ruidoso y qué fuerte sería la explosión del arco eléctrico.

Se pusieron los sensores en el pecho, el cuello y las manos. Se puso un sensor del sonido cerca de la oreja del muñeco.

Aquí están los datos de la cuarta prueba. Tres veces, las medidas tomadas fueron fuera de los límites de los sensores.

Los dos sensores para medir la temperatura que sobraron los límites de los sensores midieron más de 437° F.

**BOTÓN**

## Prueba de Relámpago de Arco Eléctrico (Flash)

| Temperatura de la piel | Duración de temperatura de piel | Daño causado por contacto      |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 110° F                 | 6 horas                         | Comienzo de destrucción de las |

## Manual para el Instructor

*células*

|        |              |  |
|--------|--------------|--|
| 158° F | 1 segundos   | Muerte celular                             |
| 178° F | 0.1 segundos | Quemadura que se cura                      |
| 200° F | 0.1 segundos | Quemaduras de tercer grado que no se curan |

Veamos esta tabla para ver exactamente lo que quiere decir en cuanto a la piel. Si la piel se calienta hasta 178° F, solo por un décimo de un segundo, se quemará, pero su curará también. Si la piel queda en contacto por más tiempo o con una temperatura más alta, es posible que la quemadura no se cure.

Recuérdese que el agua hierva a 212° F, así le dolería si vendría la piel en contacto con una temperatura de 178° F.

Si calienta la piel hasta una temperatura de 200° F por solamente un décimo de un segundo, la quemadura será tan mala que no se curará. 200° F es lo máximo en esta tabla.

**BOTÓN**

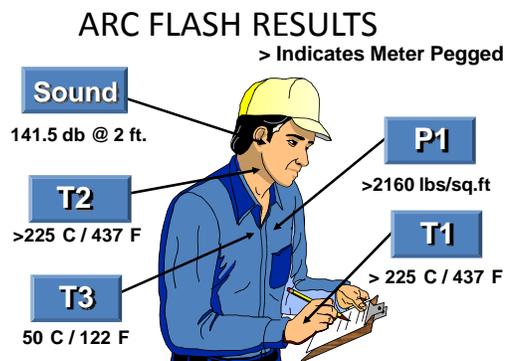
*Pregunta 37 en cuanto a la tabla*

*Escoja dos declaraciones verdaderas.*

*Poner la mano en agua herviente puede causar quemaduras incurables de tercer grado  
La duración del contacto de la piel con una temperatura alta determina qué mala será la quemadura.*

*Poner la mano en una sartén por 3 segundos solo le dará una quemadura de segundo grado*

## Prueba de Arco Eléctrico



## Manual para el Instructor

*Como los sensores de T1 y T2 midieron más de 427° F, es obvio que ocurren **enormes** quemaduras de tercer grado si fuera un accidente verdadero. No debe ser una sorpresa como el arco eléctrico que alcanzar temperaturas tan altas como 35.000° F.*

*El cuello y las manos de las víctimas en este tipo de accidente, como ya hemos dichos, sufrirían quemaduras incurables de tercer grado.*

*Si ve al sensor T3, puede ver que la temperatura solamente sube hasta 122° F. Esto es muy caliente pero no es bastante caliente quemar a un trabajador. Esto es importante.*

### **Prueba de Relámpago de Arco Eléctrico (Flash)**

*Lo que hace la medida del sensor T3 más baja, y más segura, es que el sensor está baja la ropa, como mostrado en este cuadro.*

*También puede ver que el pecho del muñeco estaba tras de las manos, sin embargo el sensor ubicado en el cuello del muñeco midió tan caliente como el de la mano. Por eso, podemos concluir que la ropa fue un factor más importante que la distancia porque el muñeco estaba tan cerca del arco eléctrico.*

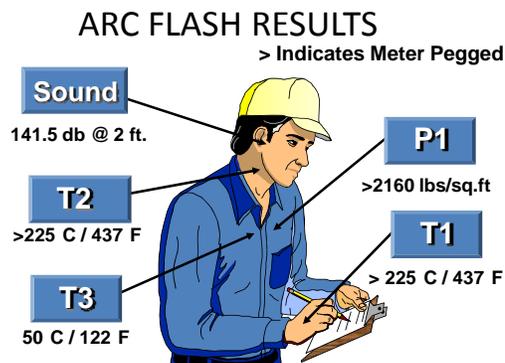
*Como la ropa que cubre el cuerpo es tan importante en protegerle del arco eléctrico, discutiremos el equipo de protección personal más tarde en el Entrenamiento.*



[http://nicolet.asse.org/docs/Nicolet%20ASSE%2011.11.09%20Presentation%20\(Arc%20Flash\).pdf](http://nicolet.asse.org/docs/Nicolet%20ASSE%2011.11.09%20Presentation%20(Arc%20Flash).pdf) 11-20

### **La Prueba de Relámpago de Arco Eléctrico (Flash)**

## Manual para el Instructor



¿Y qué del ruido del arco eléctrico? Pues, al nivel de 85 decibelios, daño al oído puede ocurrir si ese nivel de ruido esta sostenido por todo el día del trabajo.

141.5 decibelios es más allá de ese límite y cualquier exposición, aún por una fracción de un segundo, a los ruidos tan altos puede llevar a una pérdida auditiva.

La presión fue otro factor que estaba medido. Más allá del umbral de la pérdida auditiva (medido en libras por pie cuadrado en vez de en decibelios), la presión midió más de 2.160 psi – más allá del límite de 1.728 libras por pie cuadrado que puede causar el daño a los pulmones.

Lo que quieren decir todos los resultados, por supuesto, es que el arco eléctrico es muy peligroso. Genera mucho calor, mucho ruido y una explosión muy fuerte.

Debe hacer todo lo posible para evitarlos.

**BOTÓN**

### El Arco Eléctrico Está Imprevisible

Otro resultado que se reveló la prueba es la naturaleza imprevisible del arco eléctrico. El reportaje indicó que “Los trabajadores y el equipo pueden estar a riesgo del arco eléctrico, aún están seguidos adecuadamente los códigos, normas requeridas, procedimientos.” Esto quiere decir que aún si todo está hecho según todas las normas de seguridad, todavía puede ocurrir un arco eléctrico.

Se aconsejó que los trabajadores “deben suponer lo peor” y usar el equipo de protección personal disponible.” <http://www.bussman.com/library/docs/stagedtests.pdf> 11-20

#### Pregunta 38

Escoja las tres declaraciones verdaderas

Accidentes del arco eléctrico pueden ocurrir aun si todo el mundo sigue las reglas.

La ropa protectora puede ayudar disminuirlas lesiones del arco eléctrico

La onda de presión que ocurre durante un arco eléctrico puede causar daño a los pulmones

## Manual para el Instructor

*Si la piel se calienta hasta 430° F por un décimo de un segundo, no le hace ningún daño a la piel*

*Los trabajadores deben suponer lo mejor y no preocuparse con llevar el equipo de protección personal.*

### ¿Qué lesiones/heridas pueden ocurrir?

Fotografía de una explosión del arco eléctrico

[http://www.missouriinsurancelawyerblog.com/arcflash\\_1.png](http://www.missouriinsurancelawyerblog.com/arcflash_1.png)



*Le hemos mostrado algunas fotografías del arco eléctrico y la electrocución. Ahora vamos a ver unas fotos de las lesiones como resultado del arco eléctrico.*

*También vamos a ver un video de una persona que sobrevivió un accidente de arco eléctrico.*

### Quemaduras Graves



<http://www.prloq.org/10074699-arc-flash-injuries-occur-2-000-times-year.jpg>

*Aquí puede ver las quemaduras graves que pueden ocurrir cuando una persona está cerca del arco eléctrico y no está llevando la ropa protectora ni está usando el equipo de protección personal.*

*Puede ver qué caliente era el arco eléctrico y que duró solo por un segundo. La piel que fue quemado por el arco eléctrico no solo estaba enrojecida y ampollada, sino vaporizada y carbonizada.*

**BOTÓN**



## Manual para el Instructor

*En esta fotografía, puede ver que ambas manos estaban heridas durante el arco eléctrico.*

*Parece que la mayoría del calor estaba concentrado en el área de los pulgares, pero si se recuerda de las fotografías de la electrocución y la descarga eléctrica, las lesiones a menudo parecen peor después de unos días.*

*Es posible que este trabajador se quede con quemaduras graves del tercer grado.*

**BOTÓN**

### Quemaduras del Arco Eléctrico



*Este trabajador estaba cerca de un tablero eléctrico cuando ocurrió un arco eléctrico. Aunque él no tocó el tablero, la energía eléctrica viajó por el aire y entró en el cuerpo y fluyó hacia los sobacos porque la transpiración es buen conductor.*

*Recuérdese que el agua pura es un aislador, pero la sal que se encuentra en la transpiración o el sudor crea un conductor potencialmente muy peligroso.*

*A primera vista, las lesiones no nos parecen muy malas, pero porque la corriente era tan alta, es posible que haya lesiones internas graves que no podemos ver en esta foto.*

**BOTÓN**

### Lesiones causadas por ropa que quema



[http://www.ebranders.com/images/arc\\_flash/image9.jpg](http://www.ebranders.com/images/arc_flash/image9.jpg)

*Aunque esta no es una foto de un verdadero arco eléctrico, nos muestra lo que podría pasar a la ropa inmediatamente después de un arco eléctrico. No solo le hace daño el arco eléctrico inicial pero el calor de la ropa en llamas continua hacerle daño.*

*Esto es el por qué de la importancia de seleccionar y usar el equipo apropiado de protección personal (o EPP). Con un poco de suerte, como un empleado afectado, no tendrá que estar en las situaciones donde se necesita usar EPP porque está trabajando*

## Manual para el Instructor

*cerca de los riesgos del arco eléctrico. Pero si esta situación ocurre, es imprescindible que lo lleve.*

*Aún si un electricista muy preparado/practicado no usa su EPP, todavía es necesario que usted lo lleve si está requerida. Recuérdese que siempre es peor tener dos cuerpos muertos que un cuerpo muerto.*

**BOTÓN**

### Quemaduras causadas por la ropa que quema



*Podemos ver en esta fotografía que la energía eléctrica salió del trabajador por las rodillas, le prendió fuego a la ropa y se le quemaron los muslos.*

*El EPP apropiado en esta situación no habría evitado el arco eléctrico, pero podría prevenir la pena de perder el trabajo mientras se mejora y las lesiones y quemaduras dolorosas.*

*Pregunta 39 sobre las fotos*

*Escoja las tres declaraciones verdaderas sobre las lesiones de arco eléctrico*

*Un arco eléctrico puede rápidamente quemarse la piel*

*Después de que se acabe un arco eléctrico, la ropa en llamas todavía puede quemarle*

*Un arco eléctrico puede empezar aunque el cuerpo no toca ningunas partes electrificadas*

*Quemaduras de arco eléctrico son muy similares a las de una plancha caliente.*

*Se usan tratamientos de arco eléctrico en los salones de belleza para remover el cutis muerto de la cara*

### El Accidente de Donnie

*Probablemente hemos visto bastantes fotografías para mostrarle qué peligroso puede ser un arco eléctrico. Aquí tenemos un video de un hombre que sobrevivió un accidente de arco eléctrico.*

*Para que sepa, hay un final feliz. Él sobrevive el accidente pero estoy seguro que él nunca quiere sufrirlo otra vez. Este cuento está contado del punto de vista de su esposa.*

<http://www.youtube.com/watch?v=FMb5zhtR8hw&feature=fvwrel>

## Manual para el Instructor



*Este es un buen video de un accidente de arco eléctrico porque sobrevivió el hombre, Donnie.*

*Un comentario importante que dijo Donnie de su video es que se hubiera estado llevando su equipo de protección personal, solo tendría ir al hospital para una revisión médica en vez de entrar en estado de un coma, seriamente lesionado.*

*Una cosa que nunca se olvidará su familia es la pena y sufrimiento que les experimentaban a causa del accidente. Tenga esto en cuenta cuando trabaje con o cerca de la energía eléctrica. Tenga que respetarla porque puede fácilmente hacerle daño.*

*No piense que Ud. nunca esté herido como Donnie solo porque no estará trabajando con equipo electrificado. Puede sufrir lesiones cuando trabaje alrededor del equipo electrificado.*

*Puede estar tan cerca del arco eléctrico que entra en estado de coma y sostiene las lesiones tan graves que tendrá que hacerle injertos de piel debido a la gravedad de las quemaduras como le pasó a Donnie.*

*Pregunta 40 sobre el accidente de Donnie  
Escoja algunas de las cosas que sufrió Donnie  
Coma  
Injertos de piel  
Dolor  
Amputación  
Muerte*

### **Fronteras de Aproximación**

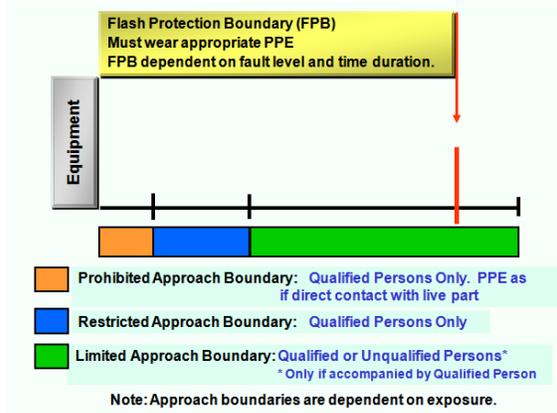
Barrera de Protección de Arco Eléctrico

Barrera de Aproximación Limitada

Barrera de Aproximación Restringida

Barrera de Aproximación Prohibida

## Manual para el Instructor



*NFPA 70E, que más tarde discutimos en más detalle, requiere tres límites de descarga eléctrica y un límite de protección del arco eléctrico que tiene que saber y observar*

*Los límites de descargas eléctricas están calculados por la cantidad de voltaje suministrada al equipo. Para calcular la barrera de protección de arco eléctrico se necesitan más datos.*

*Aunque la cantidad de corriente y el intervalo que dura el arco eléctrico son dos factores importantes que se consideran para determinar qué grave será un arco eléctrico, la gravedad de las lesiones depende de qué cerca está al arco eléctrico.*

*Unas pulgadas de distancia puede ser la diferencia entre la vida o la muerte cuando una persona esté cerca de un arco eléctrico.*

*Si un accidente de arco eléctrico enorme ocurre y nadie está cerca del arco eléctrico, entonces no le hace daño a nadie. Es la razón que los límites de arco eléctricos son tan importantes.*

*Los cuatro límites comunes de riesgos eléctricos son: la barrera de protección de arco eléctrico, la barrera de aproximación limitado, la barrera de aproximación restringida y la barrera de aproximación prohibida.*

### **Pregunta 41**

*¿Cuáles son los tres factores principales que determinan qué graves serán las lesiones si una persona está cerca de un arco eléctrico?*

*Cuánto tiempo dura un arco eléctrico*

*A qué distancia está una persona cuando ocurre el arco eléctrico*

*La energía eléctrica disponible al cortocircuito*

*Los días de la semana*

*El tipo de zapatos que lleva la persona*

## **Barrera de Protección contra el Arco Eléctrico**

[http://www.buistelectric.com/departments/electrical\\_testing/arc\\_flash\\_boundary.jpg](http://www.buistelectric.com/departments/electrical_testing/arc_flash_boundary.jpg)

## Manual para el Instructor

*La barrera de protección de arco eléctrico es el punto donde una persona puede sufrir quemaduras de segundo grado si ocurre un relámpago de arco eléctrico*

*Las quemaduras de segundo grado no son cómodas, por eso no piense que este límite es la distancia donde usted será totalmente seguro. Solo es la distancia donde sufrirías las lesiones que **probablemente** se curarán si habría un accidente de arco eléctrico.*

*Otra vez, podemos ver qué importante es que lleve la ropa apropiada de protección.*

*La definición del libro de texto de la barrera de protección de arco eléctrico es “la distancia fuera del arco eléctrico donde la energía del calor en la superficie de la piel sería más o menos 1,2 calorías/cm<sup>2</sup>.”*

*Discutiremos las calorías por centímetro cuadrado en la sección sobre el equipo de protección personal.*

*Dónde está ubicada la barrera de protección de arco eléctrico depende de un estudio del riesgo. Las calculaciones usan la cantidad de energía eléctrica disponible al arco eléctrico y el intervalo de duración del arco eléctrico.*

*La más poderosa es la explosión y el más largo es el arco eléctrico durante un cortocircuito completado, entonces la más grande será la distancia calculada como la barrera de protección de arco eléctrico.*

*En teoría, las explosiones del arco eléctrico van igualmente en todas direcciones desde el centro. Pero generalmente lo que ocurre es que el tablero eléctrico o la pieza del equipo eléctrico aguantan alguna porción de la explosión en un lugar y envía la fuerza entera hacia la abertura del equipo, generalmente la parte que da frente al trabajador.*

*Lo mejor que puede hacer en esta situación de riesgo, es evitarlo por alejarse, fuera de la barrera requerido.*

*Recuérdese, lo más lejos que está de un arco eléctrico cuando ocurre, lo mejor.*

### **BOTÓN**



### **BOTÓN**

#### **Pregunta 42**

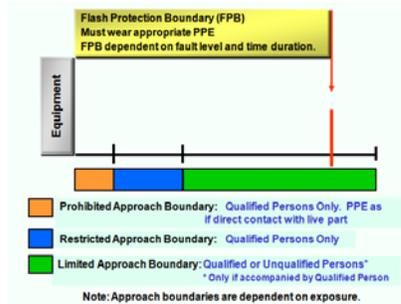
*¿Qué determina donde se encuentra la barrera de protección de arco eléctrico?*

*Lo primero que se viene a la cabeza*

*Siempre está a una distancia de 10 pies del riesgo*

*El tipo de carga en un circuito cerrado con seguridad*

## La Barrera de Aproximación Limitada



La próxima barrera que vamos a discutir es la barrera (o frontera) de aproximación limitada.

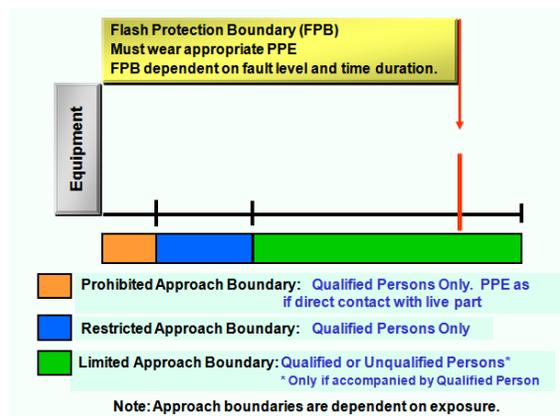
La barrera de aproximación limitada refiere a la distancia a la cual puede existir un riesgo de descarga eléctrica y está fundamentado en el voltaje.

La barrera de aproximación limitada define el límite del área que rodea las partes con energía expuestas donde se prohíben cruzar las personas no calificadas o afectadas aunque estén acompañados por los trabajadores calificados.

Los empleados afectados, por eso, nunca deben entrar solo la barrera de aproximación, pero si tiene que entrar en esta área con un trabajador calificado, esté seguro que lleva el EPP apropiado.

**BOTÓN**

## La Barrera de Aproximación Restringida



Más cerca que la barrera de aproximación limitada se encuentra la barrera de aproximación restringida.

## Manual para el Instructor

*La barrera de aproximación restringida es a la distancia de un riesgo aumentado de descarga eléctrica debido a un accidente.*

*Estos accidentes pueden ser causados por unas herramientas que se le caen, por perder el equilibrio, agarrar una parte con energía eléctrica para mantener el equilibrio, o fácilmente por andar demasiada cerca de una parte electrificada.*

*La barrera de aproximación restringido solamente puede estar cruzado por personas calificadas que usa los técnico de prevención de descarga eléctrica y el equipo apropiado.*

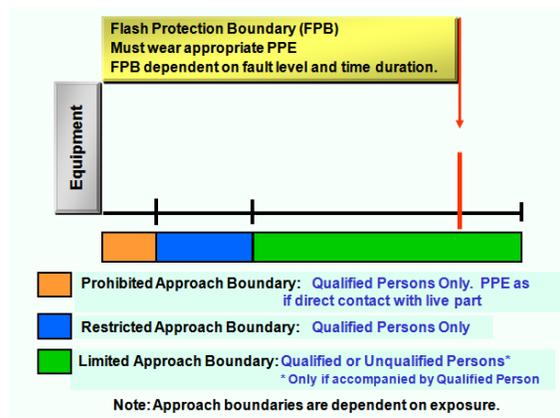
*Esto quiere decir que jamás debe estar dentro de la barrera de aproximación restringido cuando el equipo está conectado a una fuente de electricidad o la energía eléctrica.*

*Aunque esto tiene más que hacer con una descarga eléctrica o la electrocución que con un arco eléctrico, generalmente, es un lugar bastante dentro de la barrera que sufriría quemaduras incurables de tercer grado si hubiera un arco eléctrico.*

*Solo por estar en esta área, Ud. puede causar un arco eléctrico. Y si no estuviera el EPP apropiado, podría estar gravemente herido y aún podría morir.*

**BOTÓN**

## La Barrera de Aproximación Prohibida



*Aunque nunca tocaría un cable o alambre energizado, podría creer que es seguro estar cerca de ellos, pero no es.*

*Estar dentro de la barrera de aproximación prohibido es tan peligroso como tocar las partes energizadas. Esto es porque la electricidad puede saltar por el aire, completando el circuito a través del cuerpo.*

*Cuando está tan cerca del equipo energizado es igual al hacer contacto físicamente con la parte. Este es un área muy peligroso y como un empleado afectado, no debe preocuparse con tener que entrar en esta área cuando el equipo esté energizado.*

*Solo las personas calificadas, que llevan el mismo equipo de protección como si estuvieran en contacto directo con partes energizadas, pueden entrar dentro de la*

## Manual para el Instructur

*barrera de aproximación prohibida. Se calcula este límite usando el voltaje, exactamente como los límites restringidos y limitados.*

*Para entrar la barrera de aproximación prohibido, el trabajador debe estar calificado, tener un plan que justifica la necesidad de trabajar en el equipo energizado, saber los riesgos potenciales, llevar el EPP sobre todas las partes del cuerpo expuestas en el área de trabajo e indicar un área limitado con límite de 4 pies por 4 pies.*

*Si ve a una persona que está trabajando en un área prohibido, esté seguro que se aleje para que no cause ningunos accidentes que pudieran hacerle daño o hacerle daño al empleado calificado que está haciendo el trabajo.*

*Pregunta 43 sobre lo anterior*

*Escoja la barrera a lo cual cada situación refiere*

*Estar en esta área es tan peligroso como tocar las partes energizadas*

*Prohibido*

*En esta área hay un riesgo aumentado de una descarga eléctrica debido a un accidente por parte del trabajador*

*Restringido*

*La distancia donde existe un riesgo de descarga eléctrica y donde los trabajadores afectados tienen que estar acompañado de un empleado calificado.*

*Limitado*

*Este es el punto donde una persona podría recibir quemaduras de segundo grado si ocurriera un arco eléctrico.*

*Protección de arco eléctrico*

## La Tabla de los Límites del Arco Eléctrico

Use la tabla

**Table 130.2(C) Approach Boundaries to Energized Electrical Conductors or Circuit Parts for Shock Protection (All dimensions are distance from energized electrical conductor or circuit part to employee.)**

| (1)<br>Nominal System Voltage<br>Range, Phase to Phase <sup>2</sup> | (2)<br>Limited Approach Boundary <sup>1</sup> |                               | (4)<br>Restricted Approach<br>Boundary <sup>1</sup> ; Includes<br>Inadvertent Movement<br>Adder | (5)<br>Prohibited Approach<br>Boundary <sup>1</sup> |
|---|---|-------------------------------|---|---|
|   | Exposed Movable<br>Conductor <sup>3</sup>     | Exposed Fixed Circuit<br>Part |   |   |
| Less than 50  | Not specified                                 | Not specified                 | Not specified   | Not specified                                       |
| 50 to 300   | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 1.07 m (3 ft 6 in.)           | Avoid contact   | Avoid contact                                       |
| 301 to 750  | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 1.07 m (3 ft 6 in.)           | 304.8 mm (1 ft 0 in.)   | 25.4 mm (0 ft 1 in.)                                |
| 751 to 15 kV  | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 1.53 m (5 ft 0 in.)           | 660.4 mm (2 ft 2 in.)   | 177.8 mm (0 ft 7 in.)                               |
| 15.1 kV to 36 kV  | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 1.83 m (6 ft 0 in.)           | 787.4 mm (2 ft 7 in.)   | 254 mm (0 ft 10 in.)                                |
| 36.1 kV to 46 kV  | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 2.44 m (8 ft 0 in.)           | 838.2 mm (2 ft 9 in.)   | 431.8 mm (1 ft 5 in.)                               |
| 46.1 kV to 72.5 kV  | 3.05 m (10 ft 0 in.)                          | 2.44 m (8 ft 0 in.)           | 991 mm (3 ft 3 in.)   | 661 mm (2 ft 2 in.)                                 |
| 72.6 kV to 121 kV   | 3.25 m (10 ft 8 in.)                          | 2.44 m (8 ft 0 in.)           | 1.016 m (3 ft 4 in.)  | 838 mm (2 ft 9 in.)                                 |
| 138 kV to 145 kV  | 3.36 m (11 ft 0 in.)                          | 3.05 m (10 ft 0 in.)          | 1.168 m (3 ft 10 in.)   | 1.016 m (3 ft 4 in.)                                |
| 161 kV to 169 kV  | 3.56 m (11 ft 8 in.)                          | 3.56 m (11 ft 8 in.)          | 1.295 m (4 ft 3 in.)  | 1.143 m (3 ft 9 in.)                                |
| 230 kV to 242 kV  | 3.97 m (13 ft 0 in.)                          | 3.97 m (13 ft 0 in.)          | 1.727 m (5 ft 8 in.)  | 1.575 m (5 ft 2 in.)                                |
| 345 kV to 362 kV  | 4.68 m (15 ft 4 in.)                          | 4.68 m (15 ft 4 in.)          | 2.794 m (9 ft 2 in.)  | 2.642 m (8 ft 8 in.)                                |
| 500 kV to 550 kV  | 5.8 m (19 ft 0 in.)                           | 5.8 m (19 ft 0 in.)           | 3.607 m (11 ft 10 in.)  | 3.454 m (11 ft 4 in.)                               |
| 765 kV to 800 kV  | 7.24 m (23 ft 9 in.)                          | 7.24 m (23 ft 9 in.)          | 4.852 m (15 ft 11 in.)  | 4.699 m (15 ft 5 in.)                               |

Note: For Arc Flash Protection Boundary, see 130.3(A).

<sup>1</sup> See definition in Article 100 and text in 130.2(D)(2) and Annex C for elaboration.

<sup>2</sup> For single-phase systems, select the range that is equal to the system's maximum phase-to-ground voltage multiplied by 1.732.

<sup>3</sup> A condition in which the distance between the conductor and a person is not under the control of the person. The term is normally applied to overhead line conductors supported by poles.

*Aquí está un ejemplo de algunos límites de descarga eléctrica de La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, o NFPA, para que pueda tener un sentido por cómo lejos están los límites.*

*Preste atención que en la tabla a 480 voltios, la barrera de aproximación prohibida es solo una pulgada, pero si el voltaje aumenta hasta 765.000 voltios, entonces la barrera de aproximación prohibido es más de 15 pies.*

*Esto quiere decir que cuando el voltaje está a este nivel, estar 15 pies de la fuente es lo mismo como tocar los conductores energizados.*

**BOTÓN**

## Áreas Restringidos Precisos y Límites por la empresa envuelta

Esta parte cambiará según la empresa envuelta y tardará entre 5 y 10 minutos, o será imitada si la empresa lo pide.

*Miremos algunos lugares dónde podría trabajar y dónde existe un arco eléctrico o riesgo de descarga eléctrica.*

### Calculando los Riesgos de Arco Eléctrico

La corriente y voltios disponibles

Tiempo

Distancia

EPP

*Ya hemos mencionado cuatro cosas que contribuyen a la gravedad de una lesión causado por un accidente de arco eléctrico: la corriente y voltios disponibles, por cuánto tiempo dura el arco eléctrico, la distancia entre usted y el arco, y qué tipo de equipo de protección personal lleva.*

*Es su propia responsabilidad llevar el EPP apropiado, pero los límites de arco eléctrico serán calculados para usted e indicado en una etiqueta.*

*La intensidad del arco eléctrico puede ser un destello pequeño o una explosión enorme. La corriente disponible, y cuánto tiempo es necesario para romper el cortocircuito son dos factores usados cuando calcula los límites de protección del arco.*

### Solamente una Fracción de un Segundo

Los arcos eléctricos no duran más que un instante, pero todavía son bastante poderosos que pueden matarse.

*Como la corriente alterna es lo que está usado en las industrias manufactureras para funcionar con electricidad la mayoría de su equipo, a veces los incidentes de arco eléctrico se miden en ciclos.*

*Si una fábrica está usando 480 voltios, corriente alterna (AC) trifásica a 60 hercios y el cortocircuito se queda completado por seis ciclos, entonces duró por un décimo de un segundo.*

*Es fácilmente bastante tiempo para permitir una explosión bastante grande que se puede matarlo, aún si está hasta 10 pies de la explosión.*

*Entonces puede ver que solo se necesita un instante para que un arco eléctrico cause lesiones horribles a los trabajadores afectados cerca de una pieza de equipo eléctrico.*

*El incidente puede ocurrir tan rápidamente que no tendrá ningún tiempo para reaccionar o alejarse del arco eléctrico. El evento ocurre demasiado rápido.*

**BOTÓN**

### Calcular los Riesgos de Arco Eléctrico

## Manual para el Instructor

Las formulas de NFPA 70E para calcular los límites de arco eléctrico:

$$D_c = \sqrt{2.65 \times MVA_{bf} \times t} \quad \text{o} \quad D_c = \sqrt{53 \times MVA \times t}$$

$D_c$  = Límite de Protección del Arco Eléctrico (Distancia de la fuente del arco donde sufre de una quemadura sanable [en pies])

$MVA_{bf}$  = Trifásica avería atornillada MVA al punto envuelto  
=  $1.73 \times \text{voltaje}_{L-L} \times \text{corriente disponible de cortocircuito} \times 10^{-6}$

$MVA$  = MVA índice de transformador (Por transformadores con índices de MVA bajo de 0,75 MVA, multiplique el índice de MVA del transformador por 1,25.)

$t$  = La duración en segundos de exposición al arco eléctrico

*Aquí se encuentran algunas formulas que se puede usar para calcular la barrera de arco eléctrico alrededor de una pieza de equipo eléctrico.*

*La primera formula dice que  $D$  sub.  $C$ , o la barrera de protección de arco eléctrico, medido en pies, es igual a la raíz cuadrada del producto de 2,65, la trifásica avería atornillada medida en megavoltio amperios y el tiempo que dura el arco eléctrico.*

*Lo que quiere decir es que toma 2,65 lo multiplica el poder disponible y el tiempo que durará el arco eléctrico. Entonces cuando toma la raíz cuadrada de éste, sabrá la barrera medida en pies del arco eléctrico.*

*La segunda ecuación es casi la misma, pero esta ecuación usa el poder del transformador que suministra la energía eléctrica al equipo.*

*El MVA, o megavoltios amperios en ambas ecuaciones, es una medida del poder disponible a un arco eléctrico. Una está medida al punto donde puede ocurrir el arco eléctrico. La otra está medida del transformador suministrando la energía eléctrica al equipo donde podría ocurrir el arco eléctrico.*

$$D_c = \sqrt{2.65 \times MVA_{bf} \times t}$$

O

$$D_c = \sqrt{53 \times MVA \times t}$$

**BOTÓN**

## Ejemplo de la Barrera de Protección Contra el Arco Eléctrico

## Manual para el Instructor

40.896 amperios

480 voltios, sistema trifásico

Casi 34 MVA<sub>bf</sub>

0.1 segundo

$$D_C = \sqrt{2.65 \times 34 \times 0.1}$$

$$D_C = \sqrt{9}$$

$$D_C = 3$$

*Vamos a ver un ejemplo usando la primera ecuación para ver cómo se calcula estos límites.*

*Esto no es el único método recalcular la barrera de protección contra el arco eléctrico, pero repasando este ejemplo le ayudará comprender mejor los límites.*

<http://www.arcflash.me/ieee-1584-arc-flash-calculations.php>

*Si tiene 40.896 amperios de corriente disponible de una avería atornillada en un sistema trifásico de 480 voltios (que es más o menos igual a 34 megavoltios amperios), y un décimo de un segundo para abrir el cortocircuito del arco eléctrico, tendrá un límite de protección del arco de 3 pies.*

*En situaciones en las cuales no se necesita un análisis detallado, un límite a lo mínimo de 4 pies es fijado por la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego, o NFPA.*

*No tendrá que determinar estos límites, pero todavía necesita tener buena idea de cómo se calculan los límites.*

*Puede ver si la electricidad aumenta, o la duración del contacto es más larga, la distancia que constituye la barrera de arco eléctrico aumenta.*

### **BOTÓN**

#### **Pregunta 45**

*¿Qué pasa al límite de protección de arco eléctrico cuando las siguientes cosas cambian?*

*El arco eléctrico dura más*

*Hay más electricidad es disponible*

*La barrera de protección de arco eléctrico aumenta*

*El arco eléctrico es más corto*

*Hay menos electricidad disponible*

*La barrera de protección de arco eléctrico disminuye*

## Manual para el Instructor

### Pregunta 46

Megavoltio amperios es una medida de \_\_\_\_\_.

Energía eléctrica

Tiempo

Velocidad

Distancia

Corriente

## Equipo de Protección Personal (EPP)

*Puede ver que importante es la ropa para protegerle contra un arco eléctrico por tomar un pedazo de tela, quizás de una camiseta, cubrir el dedo con la tela y tocar una plancha caliente. Es probable que no perciba ni sienta ningún calor porque solo la tocó por una fracción de un segundo.*

*Por supuesto, si mantiene contacto con la plancha caliente por más de un segundo o dos, se quema el dedo y sufre una ampolla, pero esto no es lo que ocurre durante un arco eléctrico.*

*Durante un arco eléctrico, la temperatura es más alta. Esperaríamos que el arco eléctrico durara solamente una fracción de un segundo y la duración que estuviera en contacto con la alta temperatura duraría solo un instante, en la misma manera que toca una plancha caliente en la situación mencionada anteriormente. La diferencia es que la temperatura de una plancha caliente es unos cientos grados y la del arco eléctrico es unos diez mil grados.*

*En cuanto a este nivel del calor, aún por un muy corto ratito, la parte de la ropa o la piel que esté en contacto con el calor, estará totalmente destruida. Por suerte, será su equipo de protección personal que esté destruido en el arco eléctrico en vez de su piel.*

*Este es una de las razones por qué es tan importante llevar el equipo de protección personal. Si algo va a ser quemado y destruido por la temperatura alta, quiere que sea la ropa y no la piel.*

## Calorías

Las calorías miden la energía.

1,2 calorías por centímetro cuadrado Lo mismo que manteniendo el dedo en las llamas del encendedor o mechero.

*Cuando trata del equipo de protección personal, o EPP, a menudo se oyen la palabra “caloría”. Esta “caloría” es la misma que se oye en cuanto al alimento.*

*Técnicamente una caloría es “la cantidad de calor (o energía calorífica) necesaria para elevar 1 gramo de agua pura 1 grado Celsius a una presión normal de una atmósfera”. O la cantidad de energía necesaria para calentar unas gotas de agua 1 grado.*

## Manual para el Instructor

*Puede sufrir quemaduras de segundo grado a 1,2 calorías por centímetro cuadrado por segundo.*

*Puede ser difícil comprender esta idea, pero piensa de esto: Una caloría por centímetro cuadrado por segundo siente lo mismo que manteniendo el dedo sobre las llamas del encendedor por un segundo.*

*Fácilmente esta acción le daría una quemadura de segundo grado.*

### *Pregunta 47*

*¿Qué puede ocurrir si mantiene la mano sobre las llamas del encendedor por un segundo (el mismo calor como 1,2 calorías por centímetro cuadrado por segundo)?*

*Usted no percibe ningún dolor. No le duele.*

*Percibe un poco calor*

*Le dolería y podría sufrir quemaduras de segundo grado*

*La mano explotaría*

## Cuando Es Necesario Llevar EPP

Si usted

- Abre paneles eléctricos que contienen los conductores energizados (vivos) adentro
- Realiza trabajo, instala o mantiene conductores o equipo energizados
- Está de pie dentro del un perímetro de 4 pies alrededor del panel eléctrico

...se necesita ser calificado y llevar el EPP apropiado

*Miremos unas situaciones en que es necesario llevar el EPP para los riesgos de arco eléctrico.*

*La primera situación es una en que se necesita abrir los paneles eléctricos que contiene conductores energizados o vivos dentro de ellos.*

*Como un trabajador afectado, no tiene que hacer esto.*

*También se necesita llevar el EPP apropiado si realiza trabajo en, instala o mantiene conductores energizados o equipo eléctrico vivo.*

*Otra vez, solamente los trabajadores calificados deben hacer este tipo de trabajo. Como un empleado afectado, usted no tendrá que hacer este tipo de trabajo.*

*¿Y qué piensa de esto: estar de pie dentro de 4 pies de un panel eléctrico que está abierto?*

**ESTO** es algo que posiblemente hará. Así que no realiza trabajo en el equipo vivo, todavía necesitaría trabajar en un área donde se requiere llevar el equipo de protección personal contra el arco eléctrico.

### *Pregunta 48*

## Manual para el Instructor

*Como un empleado afectado (recuérdese que usted es un empleado afectado y no es un empleado calificado), ¿cuándo se necesita llevar el equipo de protección personal (EPP)?  
Cuando necesita abrir los paneles eléctricos que contienen conductores energizados (vivos) dentro de ellos.*

*Cuando necesita realizar trabajo en, instalar, o mantener equipo o conductores energizados*

*Cuando necesita estar de pie a unos 4 pies de un panel eléctrico abierto*

### ¿Qué EPP Necesito Llevar?

Ropa resistente a la llama

Guantes que son voltaje calificado

Máscaras protectoras

Overól de protección

Cobija aislada

Lentes de Seguridad

Tapones Auditivos

**(Lo siguiente viene de <http://www.arcflash.me/arc-flash-EPP.php>)**

*Ropa de protección individual no incluye solamente ropa de algodón y ropa inflamable, sino también incluye guantes que son voltaje calificado, máscaras protectoras, trajes protectores de cobertura completa contra el arco eléctrico, y cobijas aisladas.*

*Recuérdese que cuando cruce la barrera de protección contra el arco eléctrico, necesita llevar el EPP apropiado. No es decir que necesita ponerse el traje protector de cobertura completa contra el arco eléctrico cada vez que cruce la barrera de protección contra el arco eléctrico, sino necesita un nivel de protección.*

*Cuando sale para el trabajo, necesita estar seguro que siempre está llevando ropa de algodón. Telas hechas de nylon o acetato se encienden fácilmente y se funden a la piel, causando quemaduras graves, si ocurre un arco eléctrico.*

*Siempre debe llevar las gafas de seguridad y los tapones auditivos si realiza trabajo cerca de partes que mueven.*

*Repasemos unos niveles de protección diferentes para ver lo que se necesita llevar en varias situaciones.*

### Los Requisitos de EPP

Usa la siguiente tabla

| <b>Categoría de</b> | <b>Energía de</b> | <b>Ejemplos de EPP Requerido*</b> |
|---------------------|-------------------|-----------------------------------|
|---------------------|-------------------|-----------------------------------|

## Manual para el Instructor

| <b>Riesgo/Peligro</b> | <b>Incidente (cal/cm<sup>2</sup>)</b> |  |
|-----------------------|---------------------------------------|--|
| 0                     | 2 o más bajo                          | Ropa que no derrite (no fundente)  |
| 1                     | 2-4                                   | Camisa y pantalones inflamable no fundente   |
| 2                     | 4-8                                   | Camisa y pantalones inflamable no fundente, ropa interior de algodón   |
| 3                     | 8-25                                  | Camisa y pantalones inflamables no fundente, Overol RLL(resistente a la llama, ignífugo), ropa interior de algodón   |
| 4                     | 25-40 y más alta**                    | Camisa y pantalones ignífugos, traje de arco (protector de cobertura completa contra el arco eléctrico incluyendo el protector facial de la capucha), ropa interior de algodón |

*Aquí se encuentran algunos ejemplos de las categorías de riesgo y peligro junto a sus energías asociadas medidas en calorías por centímetro cuadrado y los requisitos de EPP.*

*Es importante determinar el nivel apropiado de EPP. Demasiado poco EPP expone al trabajador a las lesiones potencialmente fatales.*

*AL otro lado, los niveles altos de EPP incluyen equipo que es muy grueso y puede impedir la vista y el movimiento, aumentando el riesgo de un accidente tan como aumentando la dificultad y el tiempo para realizar el trabajo.*

*NFPA 70E define las cinco categorías de riesgo y peligro que determina el nivel apropiado de EPP para una tarea específica, cero por 4. Se pueden ver estas categorías de riesgo en las etiquetas de arco eléctrico.*

*El nivel de riesgo para una tarea específica está determinado por conducir un análisis de riesgo del arco o por consultar las tablas de EPP de NFPA, la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, o I triple E (IEEE), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.*

[http://nicolet.asse.org/docs/Nicolet%20ASSE%2011.11.09%20Presentation%20\(Arc%20F%20lash\).pdf](http://nicolet.asse.org/docs/Nicolet%20ASSE%2011.11.09%20Presentation%20(Arc%20F%20lash).pdf) 11-17

### BOTÓN

*Pregunta 49*

*Identifique los siguientes niveles de EPP*

*Nivel 0*

*2 cal/cm<sup>2</sup> o bajo*

*Nivel 1*

*2-4 cal/cm<sup>2</sup>*

*Nivel 2*

## Manual para el Instructor

4-8 cal/cm<sup>2</sup>

Nivel 3

8-25 cal/cm<sup>2</sup>

Nivel 4

25-40 cal/cm<sup>2</sup>

<http://www.licensedelectrician.com/Store/OE/Images/EPP-Chart.jpg>



### **EPP: Nivel 0**

2 cal/cm<sup>2</sup> o bajo

Ropa que no se derrita, no fundente

Camisa de mangas largas

Pantalones largos

Lentes de seguridad

Tapones auditivos

Guantes de Cuero

*EPP de nivel cero es requerido cuando los niveles de energía del arco eléctrico son 2 calorías por centímetro cuadrado o más bajo a una distancia de 18 pulgadas de la fuente del arco eléctrico.*

*NFPA requiere que el trabajador lleve camisas de mangas largas que no se derriten, pantalones largos, lentes de seguridad, protección auditiva, y guantes de cuero en esta situación.*

*Dé cuenta que si hubiera un accidente, la cara del trabajador estaría quemada severamente.*

**BOTÓN**

### **EPP: Nivel 1**

## Manual para el Instructor

2-4 cal/cm<sup>2</sup>

Ropa **Ignífuga (Resistente a la llama [RLL], Inflamable)**

Camisa de Mangas Largas **con certificación para arco**

Pantalones Largos **con certificación para arco**

**Overoles con certificación para arco**

**Máscaras protectores con certificación para arco**

**Una chaqueta con certificación para arco**

**Casco de seguridad**

Lentes de seguridad

Tapones Auditivos

Guantes de Cuero

**Zapatos de trabajo de cuero**

*Si la energía que ocurre en un arco eléctrico alcance a 4 calorías por centímetro cuadrado a una distancia de 18 pulgadas, equipo de protección individual, o EPP, de Nivel 1 es necesario.*

*La diferencia grande entre el equipo de nivel 1 y nivel 2 es que la ropa no debe ser solamente el tipo que no se derrita, tiene que ser el tipo que es ignífugo con certificación para arco eléctrico.*

*El trabajador añade (a lo que estaba llevando mientras trabajaba a nivel 0) los overoles con certificación para arco, una máscara protectora y una chaqueta con certificación para arco, un casco de seguridad y zapatos de cuero para el trabajo.*

*BOTÓN*

### **EPP: Nivel 2**

4-8 cal/cm<sup>2</sup>

Ropa Ignífuga

Camisa de Mangas Largas con certificación para arco

Pantalones largos con certificación para arco

Overoles con certificación para arco

Máscaras protectores con certificación para arco

Una chaqueta con certificación para arco

Casco de seguridad

## Manual para el Instructor

Lentes de seguridad

Tapones Auditivos

Guantes de Cuero

Zapatos de trabajo de cuero

*Si la energía que ocurre en un arco eléctrico alcance a 8 calorías por centímetro cuadrado, equipo de protección individual, o EPP, de Nivel 2 es necesario.*

*Si mira atentamente a la ropa protectora y la tabla de EPP que se encuentra en NFPA 70E, se da cuenta de que la única diferencia entre los requisitos de nivel 1 y de nivel 2 es que la ropa tiene que ser con certificación para arco.*

*Situaciones de nivel 2 requieren que lleve la ropa con un mínimo de protección contra un accidente de 8 calorías por centímetro cuadrado*

**BOTÓN**

### **EPP: Nivel 3**

8-25 cal/cm<sup>2</sup>

Ropa Ignífuga

Camisa de Mangas Largas con certificación para arco

Pantalones largos con certificación para arco

Overol RLL con certificación para arco

**Chaqueta del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco**

**Pantalones del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco**

**Protector facial de la capucha del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco**

Una chaqueta con certificación para arco

Casco de seguridad

**Funda ignífuga para el casco de seguridad**

Lentes de seguridad

Tapones Auditivos

Guantes de Cuero **con certificación para arco**

## Manual para el Instructor

### Zapatos de trabajo de cuero

*Si la energía a una distancia de 18 pulgadas alcance 25 calorías por centímetro cuadrado, EPP de nivel 3 es necesario. Cuando alcance a este nivel, la pantalla para la cabeza del traje de protección contra los arcos eléctricos tiene que estar llevado sobre la máscara protectora.*

*EL trabajador en circunstancias de este nivel ahora llevará una "escafandra", como la llaman algunos trabajadores, y todo el EPP tendrá un índice de seguridad a 25 calorías por centímetros cuadrados o más elevados. Este incluye la chaqueta, los pantalones y una pantalla de cabeza con protección completa con certificación para arco eléctrico.*

*Los guantes tienen que tener un índice con certificación para arco eléctrico y el trabajador también necesita llevar un casco con funda ignífuga.*

### **BOTÓN**

### **EPP: Nivel 4**

25-40 cal/cm<sup>2</sup>

#### Ropa Ignífuga

Camisa de Mangas Largas con certificación para arco

Pantalones largos con certificación para arco

Overoles con certificación para arco

Chaqueta del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco

Pantalones del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco

Protector facial de la capucha del traje de protección contra los arcos eléctricos con certificación para arco

Una chaqueta con certificación para arco

Casco de seguridad (Capucha)

Funda interior ignífuga para el casco de seguridad

Lentes de seguridad

Tapones Auditivos

Guantes de Cuero con certificación para arco

Zapatos de trabajo de cuero

## Manual para el Instructor

*En situaciones donde se pueden escapar cantidades de energía a niveles más elevados de 25 calorías por centímetro cuadrado, se necesita seguir los requisitos de seguridad de EPP de nivel 4.*

*Como en situaciones clasificadas como nivel 3, el trabajador tiene que llevar una “escafandra” completa y todo el EPP tiene que tener índice de 40 calorías por centímetro cuadrado o más alto.*

*Si las energías alcance más de 40 calorías por centímetro cuadrado, cuidado especial está necesitado para cortar la energía al equipo como las empresas o fábricas no tienen ningún índice más de 40.*

### **BOTÓN**

*Pregunta 50 sobre niveles de EPP*

*Escoja tres declaraciones verdaderas de las siguientes*

*Todos los trabajadores necesitan algún nivel del equipo protectorio, guantes de cuero, lentes de seguridad y protección auditiva.*

*Se necesita llevar una “escafandra” si el empleado realiza trabajo en situaciones de niveles 3 y 4 de EPP*

*Situaciones de Nivel 4 pueden ser mas peligrosas que las de Nivel 1*

*Puede llevar ropa de nylon y acetato mientras trabaja*

*Llevar blue jeans y una camiseta es todo lo que es necesario cuando trabaja en una situación de Nivel 4 de EPP*

## **EPP: Cuidado e Inspección**

*El empleado que lleva la ropa protectoria y el EPP tiene que revisarlos cada vez que necesita llevarlos.*

*Si da cuenta de cualquier daño a cualquier parte del EPP, dígaselo al supervisor inmediatamente. No use ningún EPP dañado y no entre en cualquier límite de protección contra el arco.*

*Recuérdese, si es exigente que lleve el EPP, es su responsabilidad estar seguro que el equipo es funciona perfectamente bien y es completamente seguro.*

*Si es probable que usted no reciba Entrenamiento para inspeccionar el EPP, tendrá que pedir ayuda para inspeccionar el equipo de EPP con certificación para el arco.*

### **BOTÓN**

*Pregunta 51*

*¿Quién es responsable para inspeccionar el equipo de EPP antes de que lo lleve?*

*El empleado*

*El supervisor*

*La empresa*

*El empleador*

## EPP Video de Prueba



<http://www.youtube.com/watch?v=AFIBLQjOAJI&feature=related>

*Aquí tenemos un video que nos muestra los niveles diferentes de EPP durante unas pruebas. Después de mirar este video, es fácil comprender por qué es tan importante escoger el EPP apropiado.*

## Herramientas Apropriadas para Trabajo Seguro



*A menudo las herramientas están hechas del metal y éste es un buen conductor.*

*Por eso, las herramientas hechas de metal son potencialmente muy peligrosas cuando estás cerca de riesgos eléctricos, a menos que estén debidamente aisladas.*

*Tiene que usar herramientas aisladas cuando realice trabajo en equipo energizado eléctrico.*

*Aquí hay una foto de algunas herramientas aisladas que usa para realizar trabajo en partes vivas o energizadas. Dé cuenta del símbolo de un triángulo doble que puede ver en el mango del destornillador. Esto es para mostrarles a los trabajadores que este destornillador es aislado.*

*Como no debe estar realizando trabajo en equipo eléctrico, no necesita usar herramientas aisladas, pero debe saber como son porque es posible que las vea al trabajo.*

**BOTÓN**

## Manual para el Instructor

De <http://www.mi-wea.org/docs/ArmstrongT%20-%20What%20you%20don%27t%20know%20can%20hurt%20you%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf> 11-15

Pregunta 52 sobre herramientas

¿Por qué son peligrosas las herramientas de metal cuando trabaje cerca de la electricidad?

Herramientas de metal son buenos conductores de la energía eléctrica.

Metal es un aislador

Se prohíben todas las herramientas de metal cerca de partes energizadas

Herramientas de metal aumentan el voltaje

## Etiquetas de Arco Eléctrico

Uso requerido de etiquetas con todo el equipo nuevo y modificado

Tenga que saber como se parecen y como leerlas.



Ambos el Código Nacional Eléctrico y la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego requieren que se pongan etiquetas en cada equipo eléctrico y peligroso.

Todo el equipo peligroso instalado o modificado después de 2002, tiene que llevar una etiqueta de advertencia. Esto incluye "cuadros de distribución de energía eléctrica, tableros, paneles de control industriales, centros de control de motores que más que nada necesitan inspección, ajuste o modificación, servicio, y mantenimiento mientras están energizados." Muchas empresas deciden etiquetar equipo adicional para asegurar la seguridad máxima.

Aunque es posible que no sepa el uso de estas piezas del equipo, tiene obligación saber cómo se parece una etiqueta para el riesgo de arco eléctrico y debe saber cómo leerla.

El equipo no está etiquetado por el fabricante, sino por la empresa donde funciona el equipo. La razón es que el equipo puede estar instalado en varias maneras y puede tener niveles de peligro diferentes por cada instalación diferente.

## Manual para el Instructor

Mientras mira las siguientes diapositivas, enfoque cuidadosamente en las etiquetas para ver cómo se parecen. En cualquier circunstancia peligrosa, la etiqueta estará puesta en un lugar donde puede verla fácilmente para que pueda alejarse y no esté en peligro.

### Pregunta 53

Escoja las tres declaraciones verdaderas

Poner la etiqueta es la responsabilidad de la empresa que opera el equipo

Etiquetas deben estar ubicadas y del tamaño bastante grande que los trabajadores pueden verlas fácilmente

Usted está requerido saber cómo se parece una etiqueta de arco eléctrico

Usted necesita saber operar e instalar todo el equipo peligroso

No es necesario que las etiquetas de arco eléctrico estén visibles

## Etiquetas de Arco Eléctrico

Etiquetas de Advertencia

Etiquetas de Peligro

Primero Se Necesita un Análisis del Riesgo de Arco Eléctrico



Las etiquetas de arco eléctrico, como ya hemos mencionado, son lo que ve en el equipo para darle aviso de advertencia del riesgo de arco eléctrico.

Las etiquetas que verá son o etiquetas de advertencia de color anaranjado y negro o son etiquetas de peligro de color blanco y rojo.

Existe una diferencia entre las dos, pero antes de que discutamos estas diferencias, vamos a ver cómo rellena una etiqueta de arco eléctrico.

### BOTÓN

Cuando se determina que existe un riesgo de arco eléctrico con equipo energizado, se requiere un análisis del riesgo de arco eléctrico para decidir exactamente qué información debe estar anotada en la etiqueta.

<http://www.graphicproducts.com/tutorials/arc-flash-labels.html>

## Manual para el Instructor

*Un análisis del riesgo de arco eléctrico es un estudio hecho para descubrir cuál es la fuerza del arco eléctrico para determinar las prácticas seguras del trabajo y establecer los límites de protección alrededor del equipo.*

*Las calculaciones usadas en un análisis del riesgo de arco eléctrico son más difíciles que las del ejemplo anterior cuando calculamos los límites de protección de arco eléctrico. Se usa software especializado para las calculaciones de arco eléctrico para obtener detalles más precisos de los riesgos.*

*El software se calcula e imprime la barrera de protección de arco eléctrico, los tres límites de aproximación a una descarga, el nivel de EPP que es necesario, y la típica ropa protectora que está requerida.*

### Información Ubicada en la Etiqueta

*Tipo/Nombre del equipo*

*Voltaje*

*Corriente de formación de máximo arco eléctrico disponible*

*Conexión a tierra*

*Distancia normal para realizar trabajo*

*La energía Incidente disponible a una distancia normal para realizar trabajo*

*Límite de protección contra el arco eléctrico*

*Límite de aproximación limitado*

*Límite de aproximación restringido*

*Límite de aproximación prohibido*

*Prensión de fognazo de arco*

*Nivel de EPP/Categoría de Peligro/Riesgo*

*Ropa protectora típicamente llevada*

*Índice de voltaje requerido para los guantes*

*Todo el equipo con posibilidades de riesgos de arco eléctrico tiene que estar etiquetado. Una etiqueta típica contiene unos de los siguientes datos: el tipo de equipo, el voltaje suministrado al equipo, la corriente de cortocircuito disponible, la distancia normal fuera del equipo en lo cual los empleados realizan trabajo, el nivel de energía medido en calorías por centímetro cuadrado a una distancia normal de trabajo si ocurriera un arco eléctrico.*

|  |   |
|--|---|
| <b>WARNING</b>                                     |   |
| Arc Flash and Shock Hazard                         |   |
| Appropriate PPE Required                           |   |
| 0 Ft 11 In   | Flash Hazard Boundary                         |
| 0.5  | cal/cm <sup>2</sup> Flash Hazard at 1 Ft 6 In |
| Category 0   | Untreated Cotton                              |
| 480 VAC  | Shock Hazard when cover is removed            |
| 00   | Glove Class                                   |
| 3 Ft 6 In  | Limited Approach (Fixed Circuit)              |
| 12 In  | Restricted Approach                           |
| 1 In   | Prohibited Approach                           |
| 01/07/2008   | Arc Flash Study Date IEEE 1584-2004a          |
| Equipment ID (Name):                               | MCC-1 (MCC-1)                                 |
| Protective Device:                                 | MCC 1 MAIN                                    |
| Scenario: 1 - Normal with UPS SS Closed            |   |
| Study Performed By PowerStudies.com (253) 639-8535 |   |

## Manual para el Instructor

Una etiqueta no incluiría todos estos datos porque sería demasiado leerla rápidamente. La información crítica se estaría perdida entre la información de menos importancia.

### BOTÓN

*Pregunta 54 sobre lo anterior*

*¿Cuáles son algunos de los valores/datos que podrían estar escritos en una etiqueta para riesgo de arco eléctrico? Escoja tres.*

*El tipo de equipo que está etiquetado*

*El voltaje suministrado al equipo*

*El nivel de EPP requerido*

*La temperatura del equipo*

*El día de la semana que funciona/opera el equipo*

## Modelo de Etiqueta para Riesgo de Arco Eléctrico

| Arc Flash and Shock Hazard<br>Appropriate PPE Required   |                          |
|--|--------------------------|
| Equipment type   | 600 V Switchgear         |
| Grounding  | Grounded                 |
| Working distance   | 500 mm                   |
| Available 3ph bolted current   | 70 kA                    |
| Flash protection boundary  | 24 inches                |
| Incident energy at work distance   | 1.56 cal/cm <sup>2</sup> |
| PPE level  | 1                        |
| Equipment name   | EDL-1575-1B5             |
| Label created using Arc-Flash-Analytic software <a href="http://www.arcadvisor.com">www.arcadvisor.com</a> |                          |

*Vamos a mirar algunas etiquetas para asegurarse de que sepa lo que busca cuando necesita realizar trabajo cerca de una pieza de equipo eléctrico que lleva una etiqueta.*

*Esto es una etiqueta para un disyuntor de 600 voltios. Está disponible de formación de máximo arco eléctrico de avería igual a 70.000 amperios y otros datos recogidos del análisis de riesgo de arco eléctrico, y un límite de protección contra el arco eléctrico calculado a dos pies.*

*Dentro de este límite, se necesita llevar equipo de protección individual, o EPP de nivel 1. Incluye ropa con certificación para el arco y una máscara protectora.*

### BOTÓN

## Modelo de Etiqueta para Riesgo de Arco Eléctrico

|  <b>WARNING</b> |   |
|--|---|
| <b>Arc Flash and Shock Hazard</b>  |   |
| <b>Appropriate PPE Required</b>  |   |
| 1 Ft 3 In  | Flash Hazard Boundary                         |
| 0.91   | cal/cm <sup>2</sup> Flash Hazard at 1 Ft 6 In |
| Category 0   | Untreated Cotton                              |
| 480 VAC  | Shock Hazard when cover is removed            |
| 00   | Glove Class                                   |
| 3 Ft 6 In  | Limited Approach (Fixed Circuit)              |
| 12 In  | Restricted Approach                           |
| 1 In   | Prohibited Approach                           |
| 01/07/2008   | Arc Flash Study Date IEEE 1584-2004a          |
| Equipment ID (Name):   | MCC-1 (MCC-1)                                 |
| Protective Device:   | MCC 1   |
| Line Side of:  | MCC 1 MAIN                                    |
| Scenario 1 - Normal with UPS SS Closed   |   |
| Study Performed By PowerStudies.com (253) 639-8535   |   |

*En la etiqueta del modelo anterior no había ningunos límites contra el arco indicados, pero hay en esta etiqueta.*

*Recuérdese que aunque las etiquetas no contienen toda la información disponible acerca del riesgo de arco eléctrico, tiene la información necesarias para protegerle del daño mientras realiza trabajo en el equipo etiquetado.*

*Esta etiqueta es para un centro de controles del motor (MCC) de 480 voltios y que tiene un límite de protección contra el arco de 15 pies. El nivel de EPP necesario dentro de la barrera de protección contra el arco es 0.*

*Solo se necesita llevar la ropa típica para un día ordinario de trabajo: una camisa de mangas largas que no se derrite, pantalones largos, lentes de seguridad, protección auditiva y guantes de cuero.*

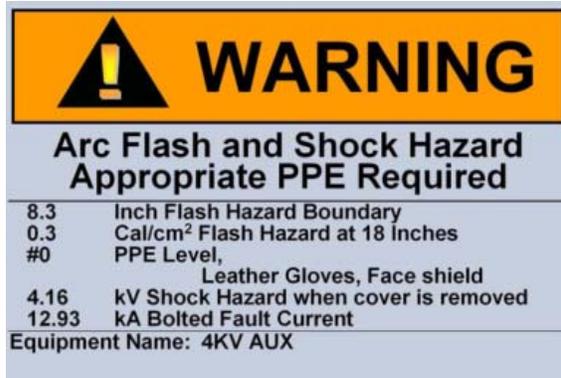
*Los límites contra una descarga o choque que están escritos en la etiqueta refieren a la situación en la cual la cobertura del equipo está quitada. Cuando esto ocurra, hay un límite de aproximación limitado a 3 ½ pies, un límite de aproximación restringido de 1 pie y un límite de aproximación prohibido de 1 pulgada.*

*Con estos límites establecidos, no debe estar dentro de 3 ½ pies del centro de controles de motor sin que esté acompañado de un empleado calificado y nunca debe estar dentro de 1 pie del MCC si la cobertura está quitada, exponiendo las partes energizadas.*

**BOTÓN**

## **Modelo de Etiqueta para Riesgo de Arco Eléctrico**

## Manual para el Instructor

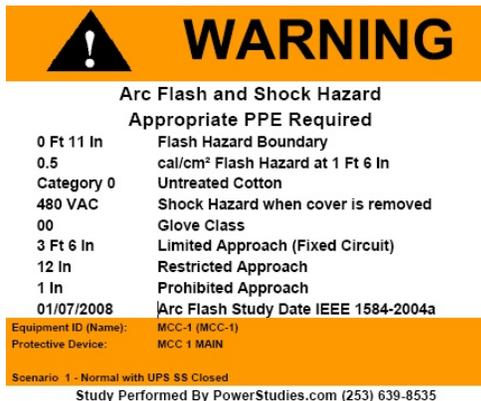


*Esta tercera etiqueta está ubicada sobre una pieza del equipo eléctrico vivo con un límite de riesgo contra arco eléctrico de 8,3 pulgada. Cuando realiza trabajo tan cercano, necesitaría EPP de nivel 0.*

*NFPA 70E 2009, que discutiremos pronto, requiere que uno de dos datos específicos aparezca en todas etiquetas de riesgo contra el arco eléctrico: la energía incidente disponible o el nivel requerido de EPP. Esta etiqueta tiene los dos.*

*Es normal encontrar más información que lo mínimo.*

### BUTTON



*Pregunta 55 sobre esta etiqueta*

*Contesta las preguntas según la etiqueta de arriba.*

*¿A qué distancia del riesgo es la barrera de protección contra el arco?*

*11 pulgadas del riesgo*

*¿Qué nivel de EPP se necesita llevar dentro de la barrera de protección contra el arco?*

*Nivel 0*

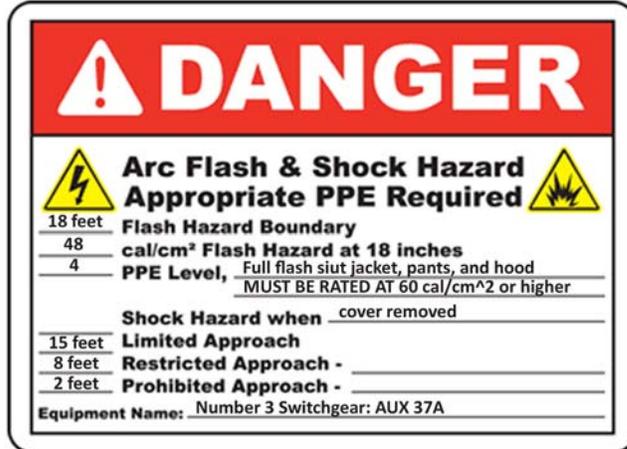
*¿Cuál es el voltaje del equipo?*

*480 voltios AC (corriente alterna)*

*¿Cuan cerca puede estar un empleado afectado sin estar acompañado de un trabajador o empleado calificado?*

*3 pies 6 pulgadas*

## Etiqueta de Advertencia o Etiqueta de Peligro



Mientras trabaja cerca del riesgo y el arco eléctrico, es posible que vea dos etiquetas diferentes. Una es la etiqueta de advertencia anaranjada y otra es la etiqueta de peligro roja.

Más que nada solo se usa la etiqueta de peligro roja cuando los niveles de potencia de arco eléctrico pueden sobrepasar 40 calorías por centímetro cuadrado. Cuando la potencia alcance niveles más elevados que éstos, el peligro es tan enorme que algunos empleadores no tiene el EPP requerido disponible para la situación.

Aunque debe tener cuidado cuando vea cualquier etiqueta de riesgo de arco eléctrico anaranjada y negra, debe tener muchísimo cuidado cuando vea etiquetas de peligro rojas y blancas.

Pregunta 56 sobre la etiqueta de arriba

¿Cuál es la barrera de protección contra el arco eléctrico?

18 pies

¿Cuándo existe un riesgo de descarga o choque eléctrico?

Cuando la cobertura está quitada

¿Qué nivel de EPP está requerido para realizar trabajo?

Nivel 4

¿Sería un EPP para condiciones a 40 cal/cm<sup>2</sup> suficiente para realizar trabajo cerca de este riesgo?

No, a lo menos se necesita EPP para condiciones a 60 cal/cm<sup>2</sup>

## Trabajar con Seguridad

Busque las etiquetas

Busque riesgos sin etiquetas

Asuma que todo el equipo está vivo y energizado

Busque Interrupciones de energía usando candado y etiqueta



## Manual para el Instructor

Lleve la ropa apropiada al trabajo

Use EPP cuando es necesario

*Ahora como tiene buena idea de lo que necesita buscar cuando vea una etiqueta de riesgo de arco eléctrico, hablemos de unos prácticos para asegurar que siga trabajando con seguridad alrededor de estos riesgos.*

*Siempre esté en busca de riesgos, no importa si están etiquetados o no.*

*Asuma que todo el equipo está completamente vivo y energizado con la electricidad. No piense que porque hay una persona que está realizando trabajo cerca del equipo que ésta ha cortado o interrumpido el flujo de energía al equipo.*

*También sea alerta de cualquier equipo con interrupciones de energía usando candado y etiqueta. El uso de interrupciones de energía usando candado y etiqueta es para asegurar que nadie trata de prender el suministro de energía eléctrica al o trata de cargar el equipo mientras otra persona está realizando trabajo en el equipo.*

*Si vea una etiqueta como la de la foto de arriba, no trate de quitarla. La única persona que tiene la autoridad de quitarla es la persona que puso la etiqueta en el equipo. Solo esta persona tiene la autoridad de conectar la energía o cargar al equipo.*

*También es menester que lleve la ropa apropiada al trabajo. El empleador le dará el EPP, pero también debe llevar su propia ropa que no se derretirá, botas de trabajo y lentes de seguridad.*

**BOTÓN**

### Comportamientos que se pone en riesgo

Los Accidentes generalmente son evitables.

*Recuérdese que más de 95% de todas las lesiones industriales son debido a comportamientos inseguros. Quiere decir que las lesiones son evitables.*

*Cuando trabaje cerca de la energía eléctrica, aún como un trabajador afectado que no debe estar realizando trabajo en equipo eléctrico vivo, todavía necesita tener cuidado.*

*No lleve en el trabajo la joyería hecha de materiales conductivos. Incluyen pero no están limitados a anillos, pendientes y relojes hechos de metal. No use equipo dañado, como las herramientas eléctricas o sus cables, y no lleve nada que es un conductor cerca de los riesgos eléctricos, incluyen las escaleras portátiles de aluminio y las herramientas de mano que no son aisladas.*

## Manual para el Instructor



### *Pregunta 57*

*Escoja 4 prácticos seguros de trabajar*

*Quédese fuera de situaciones peligrosas*

*Lleve la ropa de protección apropiada al trabajo*

*Lleve el EPP apropiado cuando sea necesario*

*No trate de quitar los candados del equipo cerrado con candado o etiqueta*

*Toque los alambres expuestos y vivos si es necesario*

*Use el equipo dañado si tiene prisa*

*Lleve escaleras portátiles de aluminio cerca de los riesgos de arco eléctrico*

*Entre en el área de la barrera de aproximación prohibido de descarga eléctrica o choque eléctrico si tiene que hacerlo para trabajar*

## **Riesgos específicos para la empresa**

*Será específica a cada empresa*

*Pregunta 58 sobre riesgos específicos para la empresa*

## **Lo que hace si ocurre un arco eléctrico**

A otra persona:

No se acerque a la explosión

Pida/Busque ayuda

Mantenga calma

A usted:

Aléjese de la ráfaga

Pida/Busque ayuda

Mantenga calma

*Si está cerca de un accidente de arco eléctrico y ve a alguien que está herido, no siga los instintos de darle prisa hacia la persona para salvarle. Es posible que usted cause otro arco eléctrico y se mate a si mismo. No podría ayudarle a nadie si estuviera muerto.*

*Lo que debe hacer es irse en busca de ayuda inmediatamente. El tiempo que toma antes de que la víctima reciba la atención médica es crucial para ayudarle a sobrevivir al accidente.*

## Manual para el Instructor

*Informe a otros trabajadores que hubo un accidente y trate de encontrar a alguien que puede llamar 911. Si no es certificado en darle atención médica, no lo intente. Espere hasta que una persona titulada llegue que puede ayudarle a la víctima.*

*Si usted es la persona que está herida durante el accidente del arco eléctrico, trata de alejarse y conseguir ayuda inmediatamente. Lo más probable ocurriría es que automáticamente usted tratará de escapar del área del accidente y no se recordará mucho de lo que pasó.*

*También, mantenga tranquilo. Con un poco de suerte esté llevando la ropa protectora apropiada y el EPP apropiado.*

*Si no, usted puede convertirse en uno más del 95% de los accidentes que habría estado evitado simplemente por trabajar con seguridad y llevar el EPP apropiado para la situación.*

*Aquí tenemos una entrevista con algunas personas que habían sobrevivido un accidente del arco eléctrico en que podemos ver que ellos no se recordaron mucho del acontecimiento real. Esto nos muestra tan devastador puede ser un accidente del arco eléctrico.*

<http://www.youtube.com/watch?v=6H6LBIkuzg&feature=related>



*Pregunta 60 sobre lo anterior*

*¿Cuáles son algunas de las cosas que debe hacer si ve a alguien que se lesiona durante un arco eléctrico?*

*Escoja tres.*

*Mantenga tranquilo*

*Ve a buscar ayuda*

*Llame 911*

*Apúrese y trate de mover el victima del riesgo*

*Salga y no diga nada a nadie*

## Cuatro Reglas Industriales Asociadas con el Arco Eléctrico

OSHA 29 Código de las Normas Federales Parte 1910 Subparte S

## Manual para el Instructor

NFPA 70E-2009 Estándar por los Requisitos de Seguridad Eléctrica por Lugares de Trabajo para los Empleados

NFPA 70-2008 Código Eléctrica Nacional

IEEE Estándar 1584-2002 Guía para Efectuar Calculaciones de Riesgo de Arco Eléctrico

*Hay cuatro estándares industriales y comunes que están asociados con el arco eléctrico. Vamos a ver como le afectan.*

*El Código de Normas Federales de OSHA 29, Parte 1910 Subparte S, trata de los requisitos de seguridad eléctrica que son necesarios para mantener seguros los empleados.*

*Incluye los estándares del diseño para los sistemas eléctricos, las prácticas de seguridad al trabajo, los requisitos de mantenimiento tan como los requisitos de seguridad para equipo especial.*

*NFPA 70E repasa los requisitos de seguridad en el lugar de trabajo en cuanto al equipo eléctrico.*

*También trata de las prácticas de trabajo que están relacionadas a la seguridad, los requisitos de mantenimiento, y requisitos de seguridad para equipo especial.*

*El código eléctrico nacional, o NEC, es un libro enorme (substancial) de normas relacionadas a la electricidad que incluye los tópicos como el cableado, sistemas de comunicación, equipo para uso general, estándares de seguridad, y sistemas de poder.*

*Por último, el estandar 1584-2022 de IEEE provee una guía para efectuar correctamente las calculaciones del riesgo de arco eléctrico.*

*Cuando los programas del software calculan los límites de arco eléctrico, usan las normas especificadas en el estándar de IEEE.*

**BOTÓN**

### Resumen

La Electrocuci3n es una descarga que mata

La Agua pura es un aislador. El sudor es un conductor

Arcos eléctricos (Relámpagos) son cortocircuitos con resistencia baja y corriente alta

Las etiquetas de arco eléctrico le ayuda saber que es necesario alejarse del equipo y llevar el EPP apropiado.

*Gracias por ser tan atento hoy. Para resumir rápidamente las cosas que ustedes han aprendido hoy, vamos a repasar algunos puntos.*

## Manual para el Instructor

*La electricidad es poderosa y puede ser peligrosa. Tenga cuidado cuando esté cerca de la electricidad.*

*Las electrocuciones son descargas que le matan. Aléjese de riesgos de las descargas, en particular si está sudando, porque el sudor es un buen conductor de la electricidad aunque el agua pura no es un buen conductor.*

**Los relámpagos de arco** son cortocircuitos que ocurren cuando ninguna carga ni resistencia está en un circuito y este circuito está completado por el aire, causando una explosión. La explosión es muy luminosa, ruidosa y muy caliente.

*Como la intensidad del relámpago de arco está determinada por la corriente disponible y la duración del relámpago, los estudios del riesgo de relámpago del arco están hechos para calcular los límites de seguridad y los niveles de EPP para cada riesgo.*

*Las etiquetas estarán puestas donde puede verlas para que sepa que necesita alejarse y llevar el EPP apropiado, así que el EPP estará destruido en vez de la piel.*

**PRE-/POST- PRUEBA**

1. *¿Cuál de las cosas siguientes es un aislador de electricidad?*

*Oro*

*Cobre*

*Sudor*

**Agua Pura**

2. *¿Cuál de las cosas siguientes aumentaría la cantidad de la corriente dentro de un circuito?*

*Calentando los conductores*

*Disminuyendo el voltaje*

*Disminuyendo la distancia de trabajo*

**Disminuyendo la resistencia**

3. *¿Qué hace un cortocircuito peligroso?*

*Una carga más grande sobre el circuito*

**Poco a ninguna resistencia**

*Menos voltaje*

*Corriente disminuida*

4. *¿Qué es la electrocución?*

## Manual para el Instructor

### **Una descarga eléctrica que le mata a alguien**

*Una descarga ligera*

*Un relámpago del arco que le hace daño a un trabajador*

*La electricidad que existe en los condensadores de capacidad*

5. Todas de las siguientes cosas sobre el relámpago del arco son verdades menos:

*Temperaturas calurosas*

*Ruidos altos*

*Luces brillantes*

**Corrientes bajas**

6. ¿Qué determina la intensidad del relámpago del arco?

**La cantidad de corriente disponible y la duración del relámpago del arco**

*El voltaje y el nivel de la humedad*

*El nivel de la presión del aire y voltaje en los sensores*

*La energía y las líneas de falla*

7. ¿Qué tiene que estar ubicado en todo el equipo que tiene un riesgo del relámpago del arco eléctrico?

**Una etiqueta de advertencia o peligro contra el relámpago del arco eléctrico**

*Una señal sobre protección contra una descarga eléctrica*

*Una etiqueta azul contra el relámpago del arco eléctrico con un triángulo amarillo de advertencia*

*Una estampilla verde contra el relámpago del arco eléctrico*

8. ¿Qué normalmente ocurre a EPP durante un relámpago del arco eléctrico?

*Hacer sonar una alarma*

**Está destruido en vez de su piel**

*Quema claramente sin mucho calor*

*Escoge y le queda mejor*

9. ¿Cómo se parecería a un trabajador calificado que lleva ropa de EPP Nivel 4?

## Manual para el Instructor

***Una persona que lleva un traje de astronauta***

*Una persona que lleva un traje de armadura*

*Una persona que lleva equipo de buceo*

*Una persona que está lista correr afuera*

10. *¿Qué se encuentra usualmente sobre una etiqueta del relámpago de arco eléctrico?*

*Un panel de destinación y la fuente de corriente*

***El nivel de EPP requerido y la barrera de protección contra el arco eléctrico***

---

<sup>i</sup> (Electricity: Introduction for children, kids, students, young readers!: Explain that Stuff! n.d.)