Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

Apéndice E de la Subparte V de la parte 1926
Protección contra las llamas y los arcos eléctricos

I. Introducción

En el párrafo (g) de la sección 1926.960 protección contra las llamas y los arcos eléctricos a los trabajadores. En este párrafo requiere que los empleadores/patrones:

(1) Evaluar el lugar de trabajo para identificar los riesgos de las llamas y del arco eléctrico (párrafo (g) (1));

(2) estimar la energía térmica disponible de arcos eléctricos a los que estarían expuestos los trabajadores (párrafo (g) (2));

(3) asegurar que los trabajadores usen ropa que no se derrite, o inflamarse y seguir ardiendo, cuando se expone a las llamas o la energía térmica estimada (párrafo (g) (3)); y

(4) asegurarse de que los trabajadores usen ropa resistente a las llamas[1] y ropa de protección y otros equipos de protección que tiene una calificación de arco superior o igual a la energía térmica disponible bajo ciertas condiciones (párrafos (g) (4) y (g) (5)).

Este apéndice contiene información para ayudar a los empleadores/patrones a estimar la energía térmica disponible como lo es requerido por la sección 1926.960 (g) (2), seleccionar la ropa de protección y otros equipos de protección, con una calificación de arco adecuado para la energía térmica disponible como lo es requerido por la sección 1926.960 (g) (5), y asegurarse de que los trabajadores no usan ropa inflamable que puede conducir a lesiones por quemadura como es abordado por las secciones 1926.960 (g) (3) y (g) (4).

[1]Ropa resistente a la llama incluye la ropa que es inherentemente resistente a la llama y la ropa tratada químicamente con un retardarte de llama. (Consulte ASTM F1506-10a, Especificación de Rendimiento Estándar para la Llama Resistente a Materiales textiles para el uso de prendas de vestir de los Trabajadores Eléctricos Expuestos a Arcos Eléctricos Momentáneos y Riesgos térmicos relacionados, y Especificación del Estándar de ASTM F 1891-12 para Arco y Llama resistente Ropa Impermeable .)

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

II. La evaluación el lugar de trabajo para los riesgos del Arco Eléctrico y la Llama.

En el párrafo (g) (1) de la seccion1926.960 requiere que el empleador/ patrón evalué el lugar de trabajo para identificar a los trabajadores que pueden estar expuestos a los peligros de las llamas o de los arcos eléctricos. Esta disposición garantiza que el empleador/patrón evalúa la exposición del trabajador a las llamas y los arcos eléctricos para que los trabajadores que se enfrentan a tales exposiciones reciban la protección necesaria. El empleador/patrón deberá realizar una evaluación para cada trabajador que realiza un trabajo sobre o cerca de la vista, las partes energizadas de los circuitos eléctricos.

A. Normas para la evaluación

Fuentes de los arcos eléctricos. Considere las posibles fuentes de los arcos eléctricos, incluyendo:

- Partes de circuitos energizados no guardadas o aisladas,
- La conmutación de dispositivos que producen arcos eléctricos en la operación normal ,
- Piezas que podrían fallar durante la operación(por ejemplo, montados los interruptores de circuito en los bastidores o caja), de desplazamiento y
- Equipos eléctricos energizados que podría fallar (por ejemplo equipos eléctricos con aislamiento dañado o con evidencia de formación de arcos o sobrecalentamiento).

La exposición a las llamas. Identificar a los trabajadores expuestos a los peligros de las llamas. Los factores a considerar que incluyen son :

- La proximidad de los trabajadores para abrir llamas, y
- Para el material inflamable en el área de trabajo, si existe una probabilidad razonable de que un arco eléctrico o una llama abierta puede encender el material.

Probabilidad de que se produzca un arco eléctrico. Identificar a los trabajadores expuestos a los riesgos de un arco eléctrico. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional considerará a un trabajador expuesto a riesgos de un arco eléctrico si hay una probabilidad razonable de que un arco eléctrico se produce en el área de trabajo del trabajo, en otras palabras, si la probabilidad de un evento de este tipo es más alta de lo que es para la operación normal de los equipos cerrado. Los factores a considerar que incluyen son :

- Para partes de circuitos energizados no vigilados o aislados, ya sean objetos conductores que pueden venir demasiado cerca o caer sobre las partes energizadas,
- Para la vista, partes de circuitos energizados, si el trabajador está más cerca de la parte que la distancia mínima de enfoque establecido por el empleador/patron (según lo permitido por la seccion 1926.960 (c) (1) (iii)).
- Si el funcionamiento del equipo eléctrico con partes deslizantes que pueden fallar durante la operación es parte de la operación normal del equipo o se produce durante el servicio o mantenimiento, y
- Para el equipo eléctrico energizado, si existe evidencia de una falla inminente, como evidencia de la formación de arcos o sobrecalentamiento.

B. Ejemplos.

La Tabla 1 proporciona ejemplos basados en las tareas de evaluaciones de exposición.

Tabla 1 – Ejemplos de las evaluaciones para las diferentes tareas

Tarea		**¿Se expone al trabajador a un riesgo del arco eléctrico o llama?**
Funcionamiento normal del equipo incluido, como el cierre o la apertura de un interruptor	El empleador/patrón correctamente instala y mantiene el equipos encerrado, y no hay evidencia de una falla inminente	**No.**
	Hay evidencia de formación de arcos o sobrecalentamiento	Sí.
	Las partes de los equipos están sueltos o se pegue, o de lo contrario el equipo expone signos de falta de mantenimiento	Sí.
Mantenimiento de los equipos eléctricos, tales como estanterías en un interruptor o reemplazar un interruptor		Sí.
Inspección de equipos eléctricos con partes energizadas expuestas	El trabajador no está sosteniendo objetos conductores y permanece fuera de la distancia de aproximación mínima establecida por el empleador/patrón	**No.**
	El trabajador está sosteniendo un objeto conductor, como una linterna, que podría caer o no en contacto con partes energizadas (con independencia de que el trabajador mantiene la distancia mínima de enfoque)	Sí.
	El empleado está más cerca que la distancia mínima de enfoque establecido por el empleador (por ejemplo, cuando el uso de guantes aislantes de goma o guantes de goma aislante y mangas)	Sí.
El uso de llamas abiertas, por ejemplo, en la erradicación de las mangas de empalme del cable		Sí.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

III. Protección contra una lesión por quemadura.

A. Estimación de energía de calor disponible.

Métodos de cálculo. El párrafo (g) (2) de la sección 1926.960 establece que, para cada trabajador expuesto a un riesgo de arco eléctrico, el empleador/patrón debe hacer una estimación razonable de la energía térmica a la que estaría expuesto el trabajador si se produce un arco. La Tabla 2 enumera diversos métodos de cálculo de los valores de energía de calor disponible de un circuito eléctrico. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional no respalda ninguno de estos métodos específicos. Cada método requiere la entrada de diversos parámetros, tales como la corriente de defecto, la duración prevista del arco eléctrico, la distancia desde el arco para el trabajador, y el tiempo de compensación para la falla eléctrica (es decir, el tiempo de los dispositivos de protección de circuitos llevan a abrir el circuito y eliminar la falla). El empleador/patrón puede determinar con precisión algunos de estos parámetros, tales como la falla de la corriente y el tiempo de compensación, para un sistema dado. El empleador/patrón tendrá que estimar otros parámetros, tales como la longitud del arco y la distancia entre el arco y el trabajador, debido a que tales parámetros varían ampliamente.

Tabla 2 – Métodos para calcular la energía calórica de incidente un arco eléctrico.

1. Estándar para requisitos de seguridad eléctrica en lugares de trabajo, la norma NFPA 70E-2012, Anexo D, "Cálculo de la muestra del límite de protección del destello".
2. Doughty, TE, Neal, TE, y Floyd II, HL, "Predicción de incidente de energía para manejar mejor el riesgo del Arco Eléctrico en 600 V Sistemas de distribución de alimentación," Registro de Informes de la Conferencia de la Industria química y de Petróleo Anual y de IEEE NIC 45a el 28-30 de septiembre, 1998.
3. Guía para realizar cálculos de riesgo del destello del arco, IEEE Std 1584-2002, 1584a - 2004 (Enmienda 1 a IEEE Std 1584-2002), y 1584b-2011 (Enmienda 2: Cambios en la Cláusula 4 de IEEE Std 1584-2002) . *
4. ARCPRO, un programa de software disponible en el mercado desarrollado por Kinectrics, Toronto, ON, CA.
*** En este apéndice se refiere a IEEE Std 1584-2002 con las dos enmiendas como IEEE Std 1584b-2011.**

La cantidad de energía de calor calculada por cualquiera de los métodos esta aproximadamente inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el trabajador y el arco. En otras palabras, si el trabajador está muy cerca del arco, la energía de calor es muy alta; pero si el trabajador está a sólo unos centímetros de distancia más, la energía de calor desciende considerablemente. Por lo tanto, la estimación de la distancia del arco para el trabajador es clave para proteger a los trabajadores.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

El empleador/patrón debe seleccionar un método de cálculo de la energía de calor incidente que proporciona una estimación razonable de la energía de calor incidente para la exposición en cuestión. La Tabla 3 muestra los métodos que proporcionan estimaciones razonables para diversas exposiciones.

Tabla 3- Selección de un razonable incidente energía calculo metodo[1]

Método de cálculo de la energía incidente	600 V y menos[2]			601 V a 15 kV[2]			Más de 15 kV		
	1Φ	3Φa	3Φb	1Φ	3Φa	3Φb	1Φ	3Φa	3Φb
NFPA 70E-2012 Anexo D (ecuación Lee)	YC	Y	N	YC	YC	N	N [3]	N [3]	N [3]
Doughty, Neal, y Floyd	YC	Y	Y	N	N	N	N	N	N
IEEE Std 1584b-2011	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N
ARCPRO	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y [4]	Y [4]

Llave:

1Φ: arco monofásico al aire libre

3Φa: arco trifásico al aire libre

3Φb: arco trifásico en una carcasa (caja)

Y: Aceptable; produce una estimación razonable de la energía térmica incidente de este tipo de arco eléctrico

N: No es aceptable; no produce una estimación razonable de la energía térmica incidente de este tipo de arco eléctrico

Y-C: Aceptable; produce una razonable, pero conservador, estimación de la energía térmica incidente de este tipo de arco eléctrico.

Notas:

[1]A través de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional tendrá en cuenta estos métodos razonables para propósitos de la aplicación cuando los empleadores/patrones utilizan los métodos de acuerdo con esta tabla, los empleadores/patrones deben tener presente que los métodos enumerados no necesariamente resultan en estimaciones que proporcionarán una plena protección contra las fallas internas en los transformadores y el equipo similar o de arcos en alcantarillas de registro o bóvedas subterráneas.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

[2]En estos voltajes, la presunción es que el arco es de tres fases a menos que el empleador/patrón puede demostrar que sólo una fase está presente o que la separación de las fases es suficiente para evitar que se produzca un arco de múltiples fases.

[3]A través de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional tendrá en cuenta este método aceptable para efectos de evaluar si la energía incidente supera 2.0 cal / cm^2, los resultados en los voltajes de más de 15 kilovoltios son extremadamente conservadores y poco realistas.

[4] La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional consideran los resultados de este método razonable cuando el empleador /patrón los ajusta utilizando los factores de conversión para los arcos de tres fases al aire libre o en un lugar cerrado, como se indica en las instrucciones del programa.

Seleccionar una distancia razonable del trabajador al arco. En la estimación de la energía la energía de calor disponible, el empleador/patrón tiene que hacer algunas suposiciones razonables acerca de hasta qué punto el empleado será desde el arco eléctrico. La tabla 4 enumera las distancias razonables del trabajador para el arco eléctrico. Las distancias en el la Tabla 4 son consistentes con las normas del Consenso Nacional, como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos " *Código de Seguridad Eléctrica Nacional,* ANSI / IEEE C2-2012 y *Guía de IEEE para realizar cálculos de Riesgo del destello del Arco,* IEEE Std 1584b-2011 . El empleador/patrón es libre de utilizar otras distancias razonables, pero debe tener en cuenta el tamaño de los equipos del lugar y la distancia donde va realizar la labor el trabajador en la selección de una distancia del trabajador al arco. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional tendrá en cuenta una distancia razonable cuando el empleador/patrón lo basa en el tamaño de los equipos y la distancia de trabajo.

Tabla 4-Selección de una distancia razonable del trabajador al arco eléctrico

Clase de equipo	Arco monofásico mm (pulgadas)	Arco Trifásica mm (pulgadas)
Cable	**N / A ***	455 (18)
MCC de Bajo Voltaje y tableros	**N / A**	455 (18)
Interruptor mecánico eléctrico de bajo voltaje	**N / A**	610 (24)
Interruptor mecánico eléctrico de 5 kV	**N / A**	910 (36)
Interruptor mecánico eléctrico de 15 kV	**N / A**	910 (36)
Conductores individuales en el aire (hasta 46 kilovoltios), trabajar con guantes de goma aislante	380 (15)	**N / A**
Conductores individuales en el aire, el trabajo con herramientas de línea en vivo y trabajo manual en línea en vivo	**MAD**- (2 × *kV* × 2.54) (**MAD**- (2 × *kV* / 10)) †	**N / A**

*** NA** = no aplicable.

† Los términos de esta ecuación son:

MAD = La distancia de aproximación mínima aplicable, y

kV = El voltaje del sistema en kilovoltios.

La selección de una brecha o espacio razonable de arco eléctrico. Para un arco de una sola fase en el aire, el arco eléctrico casi siempre se producirá cuando un conductor energizado se aproxima demasiado al suelo. Por lo tanto, un empleador/patrón puede determinar la distancia del arco, o longitud del arco, para estas exposiciones por la rigidez dieléctrica del aire y la tensión en la línea. La rigidez dieléctrica del aire es de aproximadamente 10 kilovoltios por cada 25.4 milímetros (1 pulgada). Por ejemplo, a 50 kilovoltios, la brecha o espacio del arco sería 50 ÷ 10 × 25,4 (o 50 × 2.54), que es igual a 127 milímetros (5 pulgadas).

Para arcos trifásicos en aire libre y en recintos, la brecha o espacio del arco serán generalmente dependendiendo de la separación entre las partes energizadas a diferentes potenciales eléctricos. Documentos tales como IEEE Std 1584b-2011 proporcionan información sobre estas distancias. Los empleadores/patrones pueden seleccionar una brecha o espacio razonable del arco a partir de la Tabla 5, o pueden seleccionar cualquier otra brecha o espacio razonable del arco basada en la distancia de cebado (descarga disruptiva) o en el espacio entre:

1) Partes activas en diferentes potenciales o

2) Partes activas y partes conectadas a tierra (por ejemplo, de autobuses o conductores espaciados en el equipo).

En cualquier caso, el empleador/patron debe utilizar una estimación que se asemeja bastante las exposiciones reales que enfrenta el trabajador.

Tabla 5- Selección de brecha o espacio razonable de arco.

Clase de equipo	Arco monofásico mm (pulgadas)	Arco Trifásica mm[1] (pulgadas)
Cable	**NA[2]**	13 (0.5)
MCC de bajo voltaje y tableros	N / A	25 (1.0)
Interruptor mecánico de bajo voltaje	N / A	32 (1.25)
Interruptor mecánico eléctrico de 5 kV	N / A	104 (4.0)
Interruptor eléctrico de 15 kV	N / A	152 (6.0)
Conductores individuales en aire, 15 kV y menos	51 (2.0)	Separaciones de conductor de fase.
Conductor individual en el aire, más de 15 kV	Voltaje en kV × 2.54	
	(Voltaje en **kV** × 0.1), pero no menos de 51 mm (2 pulgadas)	Separaciones de conductor de fase.

[1]Source: IEEE Std 1584b-2011.

[2]**NA** = no aplicable.

Hacer estimaciones sobre áreas de sistema múltiple. El empleador/patrón no tiene que estimar la exposición a energía de calor para cada tarea de trabajo realizado por cada trabajador. El párrafo (g) (2) de la sección 1926.960 permite al empleador/patrón hacer estimaciones generales que cubren áreas del sistema múltiples, siempre que:

(1) El empleador/patrón utilice razonables suposiciones acerca de la distribución de la energía a la exposición en todo el sistema, y
(2) Que las estimaciones representen la exposición máxima para esas áreas. Por ejemplo, el empleador/patrón puede usar el tiempo de falla máxima actual y clara para cubrir varias áreas del sistema a la vez.

Energía de calor incidente para las exposiciones-monofásicas a tierra. La Tabla 6 y Tabla 7 proporcionan los niveles de energía de calor incidente de la exposición del arco eléctrico al aire libre, fase a tierra exposiciones típicas para sistemas elevados.[2] La tabla 6 presenta las estimaciones de energía disponible para los trabajadores que usan guantes de goma aislante para realizar trabajos en los sistemas generales que funcionan a 4-46 kilovoltios. La tabla asume que el trabajador será de 380 milímetros (15 pulgadas) del arco eléctrico, que es una estimación razonable para el trabajo con guante de goma aislante.
La tabla 6 también supone que la longitud del arco es igual a la distancia de cebado (descarga disruptiva) para la sobretensión transitoria máxima de cada rango de voltaje.[3] Para utilizar la tabla, un empleador/patrón podría utilizar los valores de voltaje, la corriente de falla maxima, y el máximo tiempo de despeje para un área del sistema y, usando la variedad del voltaje apropiada y corriente por la falta y valores de tiempo del limpiado correspondiente a los siguientes valores más altos puestos en una lista en la tabla, seleccionar la energía calórica apropiada (4, 5, 8, o 12 cal/cm ^{2}) de la tabla. Por ejemplo, un empleador/patrón podría tener una línea de energía de 12.470 voltios que suministra un área del sistema.

La línea de alimentación puede suministrar una corriente de falla máxima de 8 kiloamperios con un tiempo máximo de compensación de 10 ciclos. Para el trabajo con guante de goma, este sistema cae en el rango de 4.0 a 15.0 kilovoltios-; la corriente de defecto inmediatamente superior es de 10 kA (la segunda fila en ese rango de voltaje); y el tiempo de compensación es menor de 18 ciclos (la primera columna a la derecha de la columna de la corriente de falla). Por lo tanto, la energía de calor disponible para esta parte del sistema será de 4 cal / cm² o menos (de la cabecera de la columna), y el empleador/patrón podría seleccionar la protección con un 5-cal / cm^2 calificación para satisfacer la sección 1926.960 (g) (5) .

Alternativamente, un empleador/patrón podría seleccionar un valor base de la energía incidente y asegurarse de que los tiempos de compensación para cada rango de voltaje y corriente de falla que aparece en la tabla no exceden el tiempo de compensación correspondiente especificada en la tabla. Por ejemplo, un empleador/patrón que ofrece a los trabajadores el equipo de protección de arco eléctrico nominal de 8 cal / cm[2] puede utilizar la tabla para determinar si cualquier área del sistema supera los 8 cal / cm² marcando el tiempo de compensación de la corriente de falla máxima para cada rango de voltaje y asegurar que los tiempos de compensación no excedan los valores especificados en 8-cal / cm[2] en la columna en la tabla.

[2]La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional utilizan los valores métricos para calcular los tiempos de compensación en la Tabla 6 y Tabla 7. Un empleador/patrón puede utilizar unidades inglesas para calcular los tiempos de compensación en cambio aunque los resultados van a variar ligeramente.

[3]El Administración de Seguridad y Salud Ocupacional basan en esta hipótesis, que es más conservadora que la longitud del arco especificada en la Tabla 5, en la Tabla 410-2 del NESC 2012.

Tabla 7 presenta las estimaciones similares para los trabajadores que utilizan las herramientas de línea en vivo para realizar trabajos en los sistemas generales que operan a voltajes de 4-800 kilovoltios. La tabla asume que la longitud del arco será igual a la distancia de cebado (descarga disruptiva) [4] y que el trabajador tendrá una distancia de arco igual a la distancia de aproximación mínima menos el doble de la distancia de cebado (descarga disruptiva).

[4] La rigidez dieléctrica del aire es de aproximadamente 10 kilovoltios por cada 25.4 milímetros (1 pulgada). Por lo tanto, el empleador/patrón puede estimar la longitud del arco en milímetros que el voltaje fase-tierra en kilovoltios multiplicado por 2.54 (o voltaje (en kilovoltios) × 2.54).

El empleador /patrón tendrá que utilizar otros métodos para la estimación de la energía de calor disponible en situaciones no comprendidas en los métodos Tabla 6 o Tabla 7. Los cálculos enumerados en la Tabla 2 y las orientaciones que figuran en la Tabla 3 ayudarán a los empleadores/patrones a hacer esto. Por ejemplo, los empleadores/patrones pueden utilizar IEEE Std 1584b-2011 para estimar la energía de calor disponible (y para seleccionar el equipo de protección adecuado) para muchas condiciones específicas, incluyendo bajo voltaje de arco, de fase a fase, y las exposiciones de arco cerrado.

Tabla 6- Energía de calor incidente por diversas corrientes de falla eléctrica, tiempo de compensación y voltajes de 4.0 a 46.0 kV: Guantes de Aislamiento de Goma que implican arcos de la fase a tierra en aire libre Sólo * † ‡

Rango de voltaje (kV) **	Fallo actual (kA)	El tiempo de compensación máxima (ciclos)			
		4 cal / cm²	5 cal / cm²	8 cal / cm²	12 cal / cm²
4.0 a 15.0	5	46	58	92	138
	10	18	22	36	54
	15	10	12	20	30
	20	6	8	13	19
15.1 a 25.0	5	28	34	55	83
	10	11	14	23	34
	15	7	8	13	20
	20	4	5	9	13
25.1 a 36.0	5	21	26	42	62
	10	9	11	18	26
	15	5	6	10	16
	20	4	4	7	11
36.1 a 46.0	5	16	20	32	48
	10	7	9	14	21
	15	4	5	8	13
	20	3	4	6	9

Notas:

* Esta tabla es para al aire libre, exposiciones de arco eléctrico de fase a tierra. No es para los arcos de fase a fase o arcos cerrados (de arco en una caja).

† La tabla asume que el trabajador será de 380 mm (15 pulg.) desde el arco eléctrico. La tabla también asume la longitud del arco a ser la distancia de cebado (descarga disruptiva) para la sobretensión transitoria máxima de cada rango de voltaje (véase el Apéndice B de esta subparte), de la siguiente manera:

4.0 a 15.0 kV 51 mm (2 in.)

15.1 a 25.0 kV 102 mm (4 pulg.)

25.1 a 36.0 kV 152 mm (6 pulg.)

36.1 a 46.0 kV 229 mm (9 pulg.)

‡ La Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo calcula los valores de esta tabla utilizando el método ArcPro listado en la Tabla 2.

** El rango del voltaje es la tensión del sistema de fase a fase.

Tabla 7 Energía de calor incidente por diversas corrientes de falla eléctrica, tiempo de compensación y voltajes : Exposiciones de herramientas para líneas vivas que implican arcos de fase a tierra en aire libre

Sólo * † ‡ #

Rango del voltaje (kV) **	Fallo actual (kA)	El tiempo de compensación máximo (ciclos)			
		4 cal / cm²	5 cal / cm²	8 cal / cm²	12 cal / cm²
4.0 a 15.0	5	197	246	394	591
	10	73	92	147	220
	15	39	49	78	117
	20	24	31	49	73
15.1 a 25.0	5	197	246	394	591
	10	75	94	150	225
	15	41	51	82	122
	20	26	33	52	78
25.1 a 36.0	5	138	172	275	413
	10	53	66	106	159
	15	30	37	59	89
	20	19	24	38	58
36.1 a 46.0	5	129	161	257	386
	10	51	64	102	154
	15	29	36	58	87
	20	19	24	38	57
46.1 a 72.5	20	18	23	36	55
	30	10	13	20	30
	40	6	8	13	19
	50	4	6	9	13
72.6 a 121.0	20	10	12	20	30
	30	6	7	11	17
	40	4	5	7	11
	50	3	3	5	8
121.1 a 145.0	20	12	15	24	35
	30	7	9	15	22
	40	5	6	10	15
	50	4	5	8	11
145.1 a 169.0	20	12	15	24	36
	30	7	9	15	22
	40	5	7	10	16
	50	4	5	8	12
169.1 a 242.0	20	13	17	27	40
	30	8	10	17	25
	40	6	7	12	17
	50	4	5	9	13
242.1 a 362.0	20	25	32	51	76
	30	16	19	31	47
	40	11	14	22	33
	50	8	10	16	25
362.1 a 420.0	20	12	15	25	37
	30	8	10	15	23
	40	5	7	11	16
	50	4	5	8	12
420.1 a 550.0	20	23	29	47	70
	30	14	18	29	43
	40	10	13	20	30
	50	8	9	15	23
550.1 a 800.0	20	25	31	50	75
	30	15	19	31	46
	40	11	13	21	32
	50	8	10	16	24

Notas:

***** Esta tabla es para al aire libre, exposiciones de arco eléctrico de fase a tierra. No es para los arcos de fase a fase o arcos cerrados (de arco en una caja).

† La tabla asume la longitud del arco a ser la distancia de cebado para el voltaje máximo de fase a tierra de cada rango de voltaje (véase el Apéndice B de esta subparte). La tabla también asume que el trabajador será la distancia de aproximación mínimo menos el doble de la longitud del arco del arco eléctrico.

‡ La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional calcula los valores de esta tabla utilizando el método ARCPRO listado en la Tabla 2.

Para voltajes de más de 72.6 kV, los empleadores/patrones pueden utilizar esta tabla sólo cuando la distancia mínima enfoque establecido bajo la sección 1926.960 (c) (1) es mayor que o igual a los valores siguientes:

72.6 a 121.0 kV 1.02 m	242.1 a 362.0 kV 2.76 m
121.1 a 145.0 kV 1.16 m	362.1 a 420.0 kV 2.50 m
145.1 a 169.0 kV 1.30 m	420.1 a 550.0 kV 3.62 m
169.1 a 242.0 kV 1.72 m	550.1 a 800.0 kV 4.83 m

** El rango del voltaje es la tensión del sistema de fase a fase.

B. Selección de ropa de protección y otros equipos de protección

El párrafo (g) (5) de la seccion1926.960 requiere que los empleadores/patrones, en ciertas situaciones, para seleccionar la ropa protectora y otro equipo de protección con un índice de arco que es mayor o igual a la energía de calor incidente estimada bajo la sección 1926.960 (g) (2) . Basado en las pruebas de laboratorio requeridos por la norma ASTM F1506-10a, la expectativa es que la ropa de protección con un valor de arco igual a la energía de calor incidente estimado será capaz de evitar lesiones por quemaduras de segundo grado a un trabajador que se expone a la energía de calor incidente de un arco eléctrico. Tenga en cuenta que la exposición real del arco eléctrico pueden ser más o menos graves que el valor estimado debido a factores tales como el movimiento del arco, la longitud del arco, formando un arco de reenganche del sistema, incendios o explosiones secundarias, y las condiciones meteorológicas. Además, para la clasificación del arco basado en el valor de los tejidos de arco rendimiento térmico5 (ATPV), un trabajador expuesto a la energía incidente en la clasificación de arco tiene una probabilidad del 50% por ciento de posibilidades de recibir a penas una quemadura de segundo grado.

Por lo tanto, es posible (aunque no es probable) que un trabajador sufra una quemadura de segundo grado (o peor) usando ropa conforme con la sección 1926.960 (g) (5) bajo ciertas circunstancias. Sin embargo, las estimaciones de los empleadores/patrones razonables y manteniendo distancias de aproximación mínimas adecuadas para los trabajadores deben limitar quemaduras relativamente pequeñas que apenas van más allá de la epidermis (es decir, apenas una quemadura de segundo grado). En consecuencia, ropa protectora y otras reuniones de equipo de protección la seccion1926.960 (g) (5) proporcionarán un nivel adecuado de protección para un trabajador expuesto a riesgos de arco eléctrico.

[5] ASTM F1506-10a define "el valor de rendimiento térmico del arco(ATPV)" como "la energía incidente sobre un material o un sistema de múltiples capas de materiales que resulta en una probabilidad de 50% que la transferencia de calor suficiente a través de la muestra sometida a una prueba se predice para causar la aparición de una herida de la quemadura de piel de segundo grado basada en Stoll(nota de pie) , cal / cm² "La nota al pie de esta definición se lee:".Derivado de: Stoll, AM, y Chianta, MA, "Método y Sistema de Evaluación para las evaluaciones de protección térmica, 'Medicina Aeroespacial, Vol 40, 1969, pp 1232-1238 y Stoll AM y Chianta, MA,.' transferencia de calor a través de tejidos en relación con la lesión térmica, 'Transacciones - New York Academy of Sciences, Vol 33 (7), noviembre 1971, pp. 649-670 ".

En el párrafo (g) (5) de la sección 1926.960 no requiere protección de arco-clasificado para las exposiciones de 2 cal / cm² o menos. Una ropa de algodón sin tratar reducirá un 2-cal / cm² de exposición por debajo del 1.5 cal / cm² nivel necesario para causar quemaduras a 1.2-, y este material no debe encender en niveles tan bajos de energía de calor. Aunque en la sección 1926.960 (g) (5) no requiere que la ropa que tiene una calificación de arco cuando las exposiciones son 2 cal / cm² o menos, en la sección 1926.960 (g) (4) requiere que la capa externa de la ropa para ser resistentes al fuego bajo ciertas condiciones, incluso cuando la energía de calor incidente estimada es inferior a 2 cal / cm², como se explica más adelante en este apéndice. Además, es especialmente importante asegurarse de que los trabajadores no usen ropa interior a base de telas que figuran en la nota a la sección 1926.960 (g) (3) , incluso cuando la capa exterior es resistente a las llamas o a el arco nominal. Estos tejidos pueden derretirse o incendiarse fácilmente cuando se produce un arco eléctrico. Logos y etiquetas de nombre hechas de material no resistente a las llamas pueden afectar negativamente la calificación de arco o las características resistentes a la llama de ropa de arco nominal o resistente a las llamas. Estos logotipos y etiquetas de nombre puede violar la seccion 1926.960 (g) (3) , (g) (4), o (g) (5).

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

En el párrafo (g) (5) de la seccion1926.960 requiere que la cubierta de protección clasificada en arco cubra todo el cuerpo del trabajo, con excepciones limitadas para las manos de los trabajadores, los pies, la cara y la cabeza. El párrafo (g) (5) (i) de la sección 1926.960 establece que la protección de arco nominal no es necesaria que las manos del trabajador bajo las siguientes condiciones:

Para cualquier energía de calor incidente estimado	Cuando el trabajador está usando guantes de aislamiento de goma con protectores
Si la energía de calor incidente estimada no exceda a 14 cal / cm^2	Cuando el trabajador está usando guantes de trabajo de cuero de alta resistencia con un peso de al menos 407 g / m^2 (12 oz / yarda cuadrada)

En el párrafo (g) (5) (ii) de la sección 1926.960 establece que la protección de arco nominal no es necesaria para los pies del trabajador cuando se está usando zapatos de trabajo de servicio pesado o botas. Por último, en la sección 1926.960 (g) (5) (iii) , (g) (5) (iv) y (g) (5) (v) requiere cabeza de arco nominal y protección de cabeza de la siguiente manera:

Exposición	**Protección mínima de la cabeza y la cara**		
	Ninguno *	Careta de arco nominal con una calificación mínima de 8 cal / cm^2 *	Capucha de arco calificada o careta con pasamontañas
Monofásico, al aire libre	2-8 cal / cm^2	9.12 cal / cm^2	13 cal / m^2 o más. †
Trifásico	2-4 cal / cm^2	5-8 cal / cm^2	9 cal / cm^2 o superior. ‡

***** Estos rangos asumen que los trabajadores estén usando cascos que cumplen las especificaciones en de las secciones 1910.135 o la sección 1926.100 (b) (2), según corresponda.

† La calificación arco debe tener un mínimo de 4 cal / cm^2 menor que la energía estimada incidente. Tenga en cuenta que en la sección 1926.960 (g) (5) (v) permite este tipo de protección para la cabeza y la cara, con una calificación mínima de arco de 4 cal / cm^2 menor que la energía estimada incidente, en cualquier nivel de energía incidente.

‡ Tenga en cuenta que §1926.960 (g) (5) permite que este tipo de proteccion para la cabeza y la cara en cualquier nivel de energía incidente.

IV. Protección contra la Ignición.

En el párrafo (g) (3) de la seccion1926.960 prohíbe la ropa que podrían derretirse sobre la piel de un trabajador o que pueda encender y continuar para quemarse cuando se expone a las llamas o a la energía de calor disponible estimada por el empleador/patrón bajo la seccion1926.960 (g) (2). Las Telas se funden, tales como acetato, nylon, poliéster, polipropileno y, incluso en mezclas, deben ser evitadas. Cuando estas fibras se funden, pueden adherirse a la piel, transfiriendo de este modo calor rápidamente, lo que agrava las quemaduras, y complicando el tratamiento. Estos resultados pueden dar como resultado incluso si la tela fundible no es directamente al lado de la piel. El resto de esta sección se centra en la prevención de ignición.
El párrafo (g) (5) de la sección 1926.960 requiere generalmente la ropa de protección y otros equipos de protección, con una calificación de arco superior o igual a la estimación del empleador/patrón de la energía de calor disponible. Como se explicó anteriormente en este apéndice, el algodón no tratado suele ser aceptable para las exposiciones de 2 cal / cm² o menos. [6] Si la exposición es mayor que eso, el trabajador generalmente debe usar ropa resistente a las llamas con una calificación de arco adecuada de acuerdo con la sección 1926.960 (g) (4) y (g) (5). Sin embargo, incluso si un trabajador está usando una capa de ropa resistente a las llamas, hay circunstancias en las cuales las capas inflamables de ropa serian destapadas, y un arco eléctrico los podría encender. Por ejemplo, la ropa de ignición es posible si el trabajador lleva la ropa inflamable bajo la ropa resistente a las llamas y la capa inferior es descubierta por una abertura en la ropa resistente a las llamas. Por lo tanto, a los efectos de la sección 1926.960 (g) (3) , es importante para el empleador/patrón a considerar la posibilidad de ignición de ropa, incluso cuando un trabajador está usando ropa resistente a las llamas con una calificación de arco adecuado.

[6] Ver la sección 1926.960 (g) (4) (i) , (g) (4) (ii) y (g) (4) (iii) para las condiciones bajo las cuales los trabajadores deben usar una ropa resistente a las llamas como la capa externa de prendas de vestir, incluso cuando la energía de calor incidente no exceda de 2 cal / cm².

En la sección 1926.960 (g) (3) , los trabajadores no pueden usar ropa inflamables en conjunto con la ropa resistente a las llamas, si la ropa inflamable plantea un riesgo de ignición**.** [7] Aunque capas resistentes a la llama exterior no podrán tener aberturas que exponen capas interiores inflamables, cuando una capa resistente a la llama exterior sería incapaz de luchar contra, [8] la siguiente capa (interna) debe ser resistente a la llama si se podría encender.

[7] El párrafo (g) (3) de la sección 1926.960 prohíbe la ropa que podría encender y continuar para quemar cuando se expone a la energía de calor estimada bajo el párrafo (g) (2) de esa sección.

[8] “Luchar contra” ocurre cuando un agujero, desgarro o grieta se desarrolla en el tejido expuesto de tal manera que el tejido ya no bloquea eficazmente la energía térmica incidente.

La ropa no resistente a la llama puede encender incluso cuando la energía de calor de un arco eléctrico es insuficiente para encender la ropa. Por ejemplo, las llamas cercanas puede encender la ropa de un trabajador; y, aún en ausencia de llamas, los arcos eléctricos plantean riesgos de ignición más allá del peligro de incendio a causas energía incidente bajo ciertas condiciones. Además de exigir la ropa resistente a las llamas cuando la energía estimada incidente supera 2,0 cal / cm², en la sección 1926.960 (g) (4) requiere ropa resistente a las llamas cuando: El trabajador está expuesto al contacto con partes de circuitos energizados que operan en más de 600 voltios (la sección 1926.960 (g) (4) (i)), un arco eléctrico puede encender materiales inflamables en el área de trabajo que, a su vez, podría encender la ropa del trabajador (sección 1926.960 (g) (4) (ii)), y metal fundido o arcos eléctricos de conductores con fallas en la zona de trabajo pueden encenderse la ropa del trabajador (sección 1926.960 (g) (4) (iii)). Por ejemplo, los conductores de conexión a tierra pueden convertirse en una fuente de energía de calor si no pueden llevar a la corriente de falla sin algún fallo. El empleador /patrón debe tener en cuenta estas posibles fuentes de arcos eléctricos [9] para determinar si la ropa del trabajador podría encender bajo la sección 1926.960 (g) (4) (iii).

[9] Los cables estáticos y campos de polo son ejemplos de los conductores de tierra que podrían no ser capaces de transportar corriente de falla sin algún fallo. Motivos que pueden llevar a la máxima corriente de falla disponible y no son una preocupación, y los empleadores/patrones no tienen que considerar las causas de una posible fuente de arco eléctrico.

Apéndice F de la Subparte V de la parte 1926
Normas para la Inspección del
Equipo de Posicionamiento de trabajo

I. Cinturones Corporales.
Inspeccione los cinturones corporales para asegurarse de que:

A. El equipo no tenga grietas, fisuras, distorsión o corrosión;
B. Remaches flojos o desgastados no están presentes;
C. La correa de la cintura no tenga ninguna arandela suelta;
D. Las cintas de sujeción no sean de cuero al 100% por ciento; y
E. Ningunos materiales desgastados que puedan afectar la seguridad del usuario esten presentes.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

II. Colocación de correas.

Inspeccione las correas de colocación para asegurarse de que:

A. El centro de advertencia del material de la correa no sea expuesto.
B. No tenga cortes, quemaduras, agujeros adicionales, o desgaste del material de la correa este presente;
C. Los remaches deberán estar debidamente asegurados;
D. Las correas de no sean de cuero al 100% por ciento; y
E. Los ganchos no tengan grietas, quemaduras o la corrosión.

III. Escaladores.

Inspeccione los escaladores de postes y de árboles para asegurarse de que:

A. Los arpones para postes deberán ser por lo menos tan largas como mínimos recomendados por el fabricante (generalmente 32 y 51 milímetros (1.25 a 2.0 pulgadas) para los escaladores de poste y de árbol, respectivamente, medición en la parte inferior del arpón;)
   Nota: Las medidas estarán disponibles para ayudar a determinar si son lo suficientemente largos los arpones y su forma sea fácilmente para penetrar en los postes o árboles.
B. Los arpones y los grilletes de la pierna no se deberán estar fracturados o rajados;
C. Los estribos y los grilletes estarán libres de desgaste excesivo;
D. Los arpones no estarán sueltos;
E. Los arpones estarán libres de deformaciones que podrían afectar negativamente el uso;
F. Los arpones se afilaran correctamente; y
G. No habrá ninguna correa o hebilla rota.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

Apéndice G de la Subparte V de la parte 1926
Documentos de referencia.

Las referencias contenidas en este apéndice proporcionan información que puede ser útil en la comprensión y el cumplimiento de los requisitos contenidos en la Subparte V de esta parte. Las normas de consenso nacional que se hace referencia en este apéndice contienen especificaciones detalladas que los empleadores pueden seguir en el cumplimiento de los requisitos más basados en el desempeño de la Subparte V de esta parte. Salvo que se indique específicamente en la Subparte V de esta parte, sin embargo, la Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo se no considera necesariamente el cumplimiento de las normas de consenso nacional para ser el cumplimiento de las disposiciones de la Subparte V de esta parte.

- ANSI/SIA A92. 2-2009, Estándar Nacional Americano para Elevación Montada por el Vehículo y Giro de Dispositivos Aéreos.
- ANSI Z133-2012, Requisitos de Seguridad Estándares Nacionales Americanos para Operaciones Arboricultural — poda, adorno, reparación, mantenimiento, y quitar árboles y cortar cepillo.
- ANSI/IEEE Std 935-1989, Guía de IEEE en Terminología para Instrumentos y Equipo para Usarse en Funcionamiento de la Línea Vivo.
- ASME B20. 1-2012, Norma de Seguridad para Transportadores y Equipo relacionado.
- ASTM D120-09, Especificación Estándar para Guantes de Aislamiento de Goma.
- ASTM D149-09 (2013), Método de Prueba Estándar Voltaje de Ruptura Dieléctrica y Resistencia Dieléctrica de Materiales de Aislamiento Eléctricos Sólidos en Frecuencias de la Corriente Industrial.
- ASTM D178-01 (2010), Especificación Estándar para Estera de Aislamiento de Goma.
- ASTM D1048-12, Especificación Estándar para Mantas de Aislamiento de Goma.
- ASTM D1049-98 (2010), Especificación Estándar para Tapas de Aislamiento de Goma.
- ASTM D1050-05 (2011), Especificación Estándar para Manguera de la Línea de Aislamiento de Goma.
- ASTM D1051-08, Especificación Estándar para Mangas de Aislamiento de Goma.
- ASTM F478-09, Especificación Estándar para el Cuidado en el servicio de línea de manguera y cubiertas aislantes.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

- ASTM F479-06 (2011), Especificación Estándar para el cuidado de perfeccionamiento de mantas aislantes.
- ASTM F496-08, Especificación Estándar para el cuidado de perfeccionamiento de guantes y mangas aislantes.
- ASTM F711-02 (2007), Especificación Estándar para barra de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) y el tubo usado en las herramientas de la línea viva.
- ASTM F712-06 (2011), Métodos de Prueba Estándar y Especificaciones de Aislamiento Eléctrico de Plástico Protección de Equipo para Protección de los Trabajadores.
- ASTM F819-10, Terminología Estándar que se relaciona con un equipo protector eléctrico para trabajadores.
- ASTM F855-09, Especificaciones Estándares para Tierras Protectoras Temporales para usarse en Líneas de la Energía Eléctrica desenergizadas y Equipo.
- ASTM F887-12e1, Especificaciones Estándares para Equipo de Montañismo Personal.
- ASTM F914/F914M-10, el Estándar Prueba el Método de la Emisión Acústica para Dispositivos del Personal Aéreos Sin Accesorios de Manejo de la Carga Supleméntales.
- ASTM F1116-03 (2008), Estándar de Prueba el método de la determinación de la resistencia Dieléctrica de Artículos de Calzado Dieléctricos.
- ASTM F1117-03 (2008), Especificación Estándar para Artículos de Calzado Dieléctricos.
- ASTM F1236-96 (2012), Guía Estándar para la Inspección Visual de protección eléctricos de Productos de caucho.
- ASTM F1430 / F1430M-10, Método de Prueba Estándar para la Acústica de Pruebas de Emisiones de Aislamiento y sin Aislamiento aéreas de Personal con dispositivos de carga Manejo Anexos Complementarios.
- ASTM F1505-10, Especificación Estándar para Aislantes y Aislamiento de Herramientas Manuales.
- ASTM F1506-10a Especificación de Rendimiento Estándar para llama resistente y arco Materiales Textiles calculados para uso de indumentaria para el uso por Trabajadores Eléctricos Expuestos a un Arco Eléctrico Momentáneo y Riesgos Termales Relacionados.
- ASTM F1564-13, Especificación Estándar para Plataformas de Trabajo de Aislamiento montadas por la Estructura para Trabajadores Eléctricos.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

- ASTM F1701-12, Especificación Estándar para Cuerda del Polipropileno no usada con Propiedades Eléctricas Especiales.
- ASTM F1742-03 (2011), Especificación Estándar para Cobertura Metálica de Aislamiento de PVC.
- ASTM F1796-09, Especificación Estándar para Detectores de la Alta Tensión — la Parte 1 Tipo Capacitivo para Usarse para Voltajes que Exceden Corriente Alterna (AC) de 600 voltios.
- ASTM F1797-09 ε1, Método de Prueba Estándar para la Prueba de Emisión Acústica de grúas de excavadoras aisladas y no aisladas.
- ASTM F1825-03 (2007), Especificación Estándar para la Abrazadera tipo palo para las Herramientas en línea vivas.
- ASTM F1826-00 (2011), Especificación Estándar para Líneas vivas e Instrumentos Telescópicas de Medición y Herramientas.
- ASTM F1891-12, Especificación estándar para arco y ropa impermeable resistente a la llama.
- ASTM F1958/F1958M-12, Método de prueba estándar para la determinación de la inflamabilidad de los materiales no resistentes al fuego para ropa por el método de exposición de arco eléctrico utilizando a maniquíes.
- ASTM F1959/F1959M-12, Método de prueba estándar para determinar la Posición del Arco de Materiales para la Ropa.
- IEEE Std 4-1995, 4a-2001 (Enmienda al estándar IEEE pruebas técnicas de alto voltaje), IEEE técnicas estándar para pruebas de alta tensión.
- IEEE 62-1995, Guía Estándar IEEE para diagnóstico pruebas de aparatos de energía eléctrica en el campo — parte 1: lleno de aceite de transformadores de potencia, reguladores y reactores.
- IEEE Std 80-2000, Guía para la Seguridad en Subestaciones de Corriente Alterna (CA) puesta a tierra.
- IEEE Std 100-2000, Diccionario Autoritario de Estándares IEEE llama, séptima edición.
- IEEE Std 516-2009, Guía de IEEE para Métodos de Mantenimiento en Líneas de Energía activadas.

Subparte-V	Transmición y Distribución de Energía

- IEEE Std 524-2003, Guía de IEEE de la Instalación de Conductores de la Línea de Transmisión Elevada.
- IEEE Std 957-2005, Guía de IEEE para limpiar aislantes.
- IEEE Std 1048-2003, Guía de IEEE para base protectora de Líneas de Energía.
- IEEE Std 1067-2005, Guía de IEEE para Uso de Perfeccionamiento, Cuidado, Mantenimiento y Pruebas de Ropa Propicia para Uso en Voltajes hasta 765 AC kV y DC ±750 kV.
- IEEE Std 1307-2004, Estándar de IEEE para Protección de Caída para Trabajo de Utilidad.
- IEEE Stds 1584-2002, 1584a-2004 (La enmienda 1 a IEEE Std 1584-2002), y 1584b-2011 (la enmienda 2: cambios en la cláusula 4 de IEEE Std 1584-2002), guía de IEEE para realizar cálculos de riesgo del destello del arco.
- IEEE C2-2012, Código de Seguridad Eléctrica Nacional.
- NFPA 70E-2012, Estándar para la Seguridad Eléctrica en el lugar de trabajo.