



**ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA  
DESDE 1913**

 <p><b>ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ARCO ELÉCTRICO</b> <b>CÁLCULO DE MAGNITUDES REPRESENTATIVAS DE LOS EFECTOS TÉRMICOS Y SU PROTECCIÓN</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>AEA 92606 ©</b> <b>Edición 2023</b> <b>Página VI</b></p>
---	---	---

## Introducción

Para esta Reglamentación se considera la presencia de un arco eléctrico cuando ocurre un cortocircuito a través del aire ionizado entre un conductor y tierra o con otro conductor, propiciado por las condiciones ambientales, propias de la instalación y/o externas.

Si bien pueden comenzar como un cortocircuito fase-tierra, fase-fase, etc., suelen terminar como un cortocircuito trifásico debido a la ionización del aire, medio en el que se desarrolla el arco. Cuando se produce este fenómeno irradia luz ultravioleta, infrarroja, ondas de choque y desprendimiento de partículas de metal fundido, pudiendo alcanzar temperaturas cercanas a 20 000 °C en el centro del arco (a esta temperatura todo material puede ser vaporizado).

Debido a estos cambios bruscos de temperatura, materiales como el cobre (según NFPA 70E) se expanden en una relación 67 000:1 veces mientras que el agua lo hace en una relación de 1 670:1.

Las partículas desprendidas pueden ser lanzadas a grandes distancias debido a las ondas de presión originadas.

Los arcos eléctricos pueden surgir como consecuencias de fallas propias y/o externas a la instalación, tales como falso contacto, fallas de aislamiento, defecto de componentes, mal dimensionamiento de equipos, errores en ingeniería de proyectos y/o su ejecución, mantenimientos inadecuados, contactos accidentales por herramientas o partes sueltas durante maniobras, etc.

El trabajador que manipule, intervenga en equipos eléctricos o esté en las proximidades de los mismos, se encuentra expuesto a situaciones peligrosas que, de ocurrir, pueden ocasionar lesiones, como consecuencia de los siguientes fenómenos:

- Altas temperaturas,
- onda expansiva (de presión),
- caídas,
- onda sonora,
- deslumbramiento,
- proyección de partículas y objetos,
- gases tóxicos,

por lo que mediante la utilización de los Elementos de Protección Personal (EPP) y procedimientos adecuados de trabajo, se trata de minimizar el riesgo. Además, se debe considerar el riesgo psicológico a consecuencia de sufrir los efectos de un arco eléctrico.

Los arcos eléctricos no aparecen sólo en cortocircuitos, sino también en acciones de desconexión o conexión de circuitos eléctricos bajo corriente (fusibles, interruptores, cables, conexión de cables, puntos de fijación). Algunos de estos arcos pueden ser normales o esperables de acuerdo a la operación, pero cuando aparecen condiciones anormales u operaciones fuera de diseño, estos incidentes pueden provocar arcos eléctricos fuera de control y ser peligrosos para las personas.

Las causas más frecuentes por las cuales se puede iniciar un arco eléctrico son las siguientes:

- Caída de herramientas.
- Contactos accidentales.
- Fallas mecánicas
- Degradación de materiales aislantes.
- Sobretensiones.
- Suciedad o polución.

 <p><b>ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA</b></p>	<p><b>ARCO ELÉCTRICO</b> <b>CÁLCULO DE MAGNITUDES REPRESENTATIVAS DE LOS EFECTOS TÉRMICOS Y SU PROTECCIÓN</b></p>	<p><b>AEA 92606 ©</b> <b>Edición 2023</b> <b>Página VII</b></p>
---	---	---

Es una herramienta fundamental para minimizar estos riesgos conocer con la mejor precisión posible las corrientes presuntas de cortocircuito del sistema, así como también los tiempos totales de actuación efectiva de la protección. Con estos datos, y con los niveles de tensión en cada punto y realizando los cálculos necesarios para estimar la energía incidente, sobre el trabajador para la condición de trabajo, se puede elegir el equipo adecuado para la protección del personal.

Estos equipos, junto con la capacitación necesaria para la utilización de los mismos, pueden salvar vidas y disminuir lesiones.

Esta capacitación debe incluir las limitaciones de la protección (quemaduras de segundo grado o superiores en las partes del cuerpo más próximas al arco, por ejemplo, las manos) y puede incluir procedimientos, instrucciones de servicios, trabajos, consideraciones del estado del equipo, etc.

Para realizar los cálculos de la energía térmica emitida por un arco eléctrico, se deben tener en cuenta las siguientes características del sistema:

- Nivel de tensión
- Nivel de intensidad de cortocircuito  $I_k''$
- Distancia entre conductores energizados de distintas fases
- Duración de la falla (tiempo total de despeje de falla)
- Configuración del sistema (cubículo, campo libre, etc.)
- Distancia estimada del operario a la fuente de arco.

Nota: Conforme a la metodología propuesta en esta Reglamentación, la energía recibida por el trabajador, se calcula, desde la fuente del arco al plano vertical del pecho del trabajador. Esa distancia es determinante de la energía que lo afecta y tipo de categoría del EPP a seleccionar.

El objetivo es estimar la energía incidente generada por un cortocircuito a través del aire, con el fin de definir la categoría de los elementos de protección, contra los efectos térmicos, apropiados para el personal que maniobra o trabaja en proximidades a equipos energizados.

No se tratan en esta Reglamentación los restantes fenómenos y efectos provocados por un evento de arco eléctrico, como ondas de presión, expulsión de materiales y gases, entre otros.

## ÍNDICE GENERAL

Apartado	Contenido	Página
<b>1</b>	<b>Alcance</b>	3
	1.1 Objeto de AEA 92606	3
	1.2 Campo de aplicación	3
<b>2</b>	<b>Referencias normativas y reglamentarias</b>	4
<b>3</b>	<b>Términos y definiciones</b>	5
<b>4</b>	<b>Desarrollo del cálculo</b>	7
	4.1 Corriente de arco	7
	4.2 Energía incidente	9
	4.3 Distancia límite de aproximación para arco eléctrico	10
	4.4 Categoría de riesgo	11
<b>5</b>	<b>Señalización</b>	11
	Anexo A	13
	Anexo B	14
	Anexo C	15
	Anexo D	17
	Bibliografía	19



## **1 ALCANCE**

Este documento pone a disposición una metodología de cálculo, en instalaciones de hasta 15 kV inclusive, para determinar la protección de las personas contra la exposición a los efectos térmicos de arcos eléctricos para los trabajadores que operan o realizan actividades en proximidad a una instalación eléctrica energizada. Dichos elementos de protección son necesarios para mitigar consecuencias dañinas al personal, en instalaciones energizadas de corriente alterna trifásica a frecuencia industrial (50 ó 60 Hz), en los rangos de tensión, corriente y distancias entre fases, para los que se valida cada método propuesto en este documento. Para el caso particular de “sistemas monofásicos”, se pueden estimar los detalles según las ecuaciones provistas en los incisos 4.4 y 4.10 de la IEEE Std 1584-2018.

El cálculo realizado, según los métodos que se detallan más adelante, se considera válido mientras las condiciones del sistema eléctrico sean las mismas, es decir, no varían ninguno de los parámetros anteriores ni configuraciones de protecciones o cargas.

Los métodos que se presentan en este documento son válidos para los rangos de variables que se detallan en cada uno de los apartados correspondientes (ver tabla 4.I). Las instalaciones que estén por fuera de estos rangos pueden ser calculadas por otros métodos, por ejemplo, el método de Ralph Lee, que se incorpora con carácter informativo en el anexo D.

Nota: El método de Ralph Lee es conservador y puede llevar a una mayor estimación de la energía incidente y, por lo tanto, a la sobreprotección del operario.

### **1.1 Objeto de AEA 92606**

Proporcionar la metodología de cálculo necesaria para la estimación de la energía térmica incidente sobre el operador y la frontera de arco, en ocasión de arco eléctrico.

### **1.2 Campo de aplicación**

Considera las actividades realizadas en proximidad de conductores eléctricos, equipos eléctricos, equipos de señalización, equipos de maniobra y canalizaciones para los siguientes tipos de instalaciones o equipos:

- 1) Instalaciones eléctricas en inmuebles, tales como edificios comerciales, de oficinas o industriales, de propiedad pública o privada, incluidos depósitos, garajes, talleres, etc.
- 2) Centros, subestaciones o estaciones de transformación y/o de maniobra.
- 3) Instalaciones en mineras y la maquinaria de minería, con las características y condiciones para cada caso.
- 4) Instalaciones bajo el control de las compañías de electricidad como ser:
  - Acometidas aéreas o subterráneas y los equipos de medición correspondientes.
  - Conductores, cables, instalaciones y equipos para la generación, distribución y transmisión de energía eléctrica.
- 5) Instalaciones ferroviarias necesarios para la alimentación del material rodante.

Nota: Esta Reglamentación puede ser utilizada en embarcaciones no contempladas en las exclusiones.