

# Soluciones para arco eléctrico SEL

Protección contra el arco eléctrico a la velocidad de la luz



## Proteja al personal y a los equipos

- Detecte eventos de arco eléctrico y envíe una señal de disparo en tan solo 2 ms para mejorar la seguridad y reducir al mínimo el daño de los equipos.
- Reduzca los niveles de energía de los incidentes de arco eléctrico hasta en un 88 por ciento para disminuir la posibilidad de lesión.
- Detecte arcos eléctricos de manera segura al usar una combinación de tecnología de detección de luz y detección de sobrecorriente.
- Instale la solución en sistemas nuevos o modernice sus equipos existentes para todas las necesidades de aplicación.





## Presentación general de arco eléctrico

La seguridad del personal es primordial para las empresas suministradoras de energía y las industrias, lo que incluye gas y petróleo; agua y aguas residuales; y metales y minería. Según la *Norma para la Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de los EE. UU. (NFPA 70E)*, un arco eléctrico "es una condición peligrosa asociada con la liberación de energía provocada por un arco eléctrico".

La energía generada por un evento de arco eléctrico es proporcional al voltaje, la corriente y la duración del evento ( $V \cdot I \cdot t$ ). Se mide en términos de energía del incidente de arco eléctrico (EIAE), calibrada en  $\text{cal}/\text{cm}^2$  y, a su vez, se usa para determinar el nivel de equipo de protección personal (EPP) necesario para proteger al personal de lesiones durante un evento de arco eléctrico. El EPP está diseñado para proteger a los trabajadores de lesiones o enfermedades graves en el lugar del trabajo que surgen como consecuencia del contacto con peligros eléctricos o de otro tipo en el lugar de trabajo.

### Causas de los arcos eléctricos

Los arcos eléctricos se producen cuando se ve comprometido el aislamiento o el aislamiento aéreo entre componentes energizados dentro de un circuito eléctrico. Los eventos de arco eléctrico pueden ocurrir por diversos factores, como el cortocircuito de dos fases, que crea una falla de fase a fase.

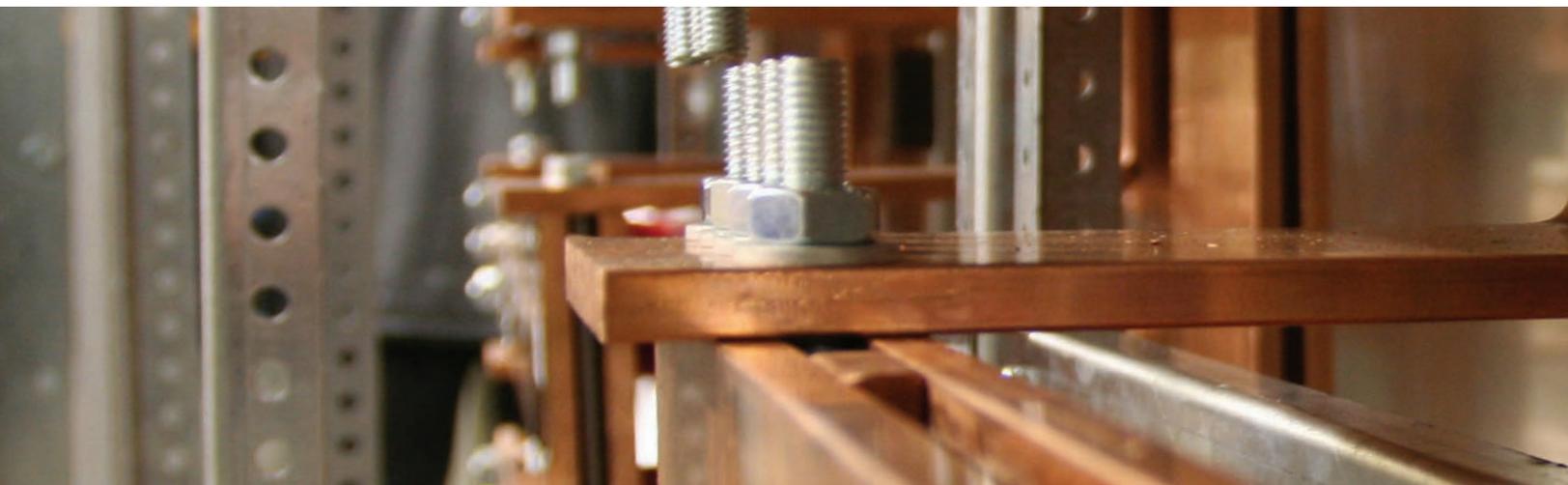
Entre algunos ejemplos frecuentes que provocan fallas de fase a fase, se incluyen la caída de herramientas, el contacto accidental del personal de mantenimiento, la acumulación de corrosión o polvo conductor sobre los conductores y la presencia de plagas, como ratones, ratas o serpientes, que entran en contacto con conductores energizados.

### Peligros de los arcos eléctricos

Los eventos de arco eléctrico pueden generar niveles peligrosos y potencialmente mortales de calor, radiación ultravioleta, presión de detonación, esquirla voladora y ondas de sonido ensordecedoras.

### Reducción de los riesgos de arco eléctrico

Los ingenieros de diseño cuentan con algunas opciones para reducir las corrientes de falla o el voltaje del sistema, lo que incluye prácticas de conexión a tierra y la aplicación de fusibles que limitan la corriente. No obstante, la mejor manera y la más directa de reducir los riesgos de arco eléctrico es disminuir los tiempos de liberación de fallas y, de esta manera, reducir la energía general del incidente, o eliminar la necesidad de que el personal esté en peligro al usar una operación remota.





## Normas de arco eléctrico

La NFPA 70E es la principal norma de seguridad de América del Norte para trabajar con equipos eléctricos. Ofrece orientación para implementar prácticas laborales apropiadas requeridas para salvaguardar a los trabajadores de lesiones mientras trabajan en circuitos eléctricos expuestos que podrían energizarse o cerca de ellos.

### Análisis del riesgo de arco eléctrico

El análisis de riesgo de arco eléctrico determina la cantidad de energía del incidente a la que puede estar sujeto un trabajador y define los procedimientos para limitar los daños de los eventos de arco eléctrico sobre el personal y los equipos. Además, define las áreas de riesgo asociadas y determina el nivel pertinente de EPP. La NFPA ha desarrollado límites de acercamiento específicos diseñados para proteger a los empleados mientras trabajan en equipos energizados o cerca de ellos.

### Límite de arco eléctrico

Si se produjo un arco eléctrico, este límite es el lugar donde un empleado estaría expuesto a una quemadura de segundo grado curable ( $1.2 \text{ cal/cm}^2$ ). El calor intenso generado por un arco puede provocar quemaduras graves y el encendido de la ropa.

### Acercamiento limitado

El límite de acercamiento limitado es una distancia de una parte energizada expuesta en la que existe un riesgo de descarga y solo debería ser cruzado por personal calificado.

### Acercamiento restringido

El límite de acercamiento restringido es una distancia de una parte energizada expuesta en la que existe una mayor probabilidad de descarga eléctrica.



# Beneficios de la protección contra el arco eléctrico de SEL

## Disparo de alta velocidad

Los relés SEL reducen el riesgo de arco eléctrico al disminuir, en gran medida, el tiempo de despeje de fallas total.

## Reducción de la energía del incidente

Cuanto más rápida sea la extinción del evento de arco eléctrico, menor será la energía del incidente. Los relés SEL detectan los riesgos de arco eléctrico y envían una señal de disparo al interruptor en tan solo 2 ms.

## Seguridad mejorada

La detección de arco eléctrico (DAE) de SEL disminuye el tiempo de despeje de fallas, lo que reduce los riesgos de arco eléctrico, mejora la seguridad y disminuye los requisitos de EPP. Para validar el rendimiento de la protección contra el arco eléctrico, se realizaron una serie de pruebas en un laboratorio de alta corriente. En estas pruebas, los niveles de energía de los incidentes de arco eléctrico se redujeron en un 88 por ciento mediante el uso de tecnología SEL.

## Menos daños al conmutador

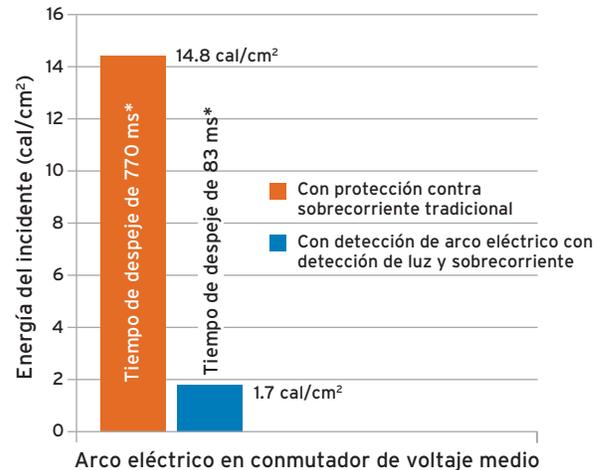
Con la protección contra el riesgo de arco eléctrico, se reducen al mínimo los daños de equipos durante un evento de arco eléctrico, para que los equipos afectados vuelvan a estar en funcionamiento más rápido y con menos gastos. Además, se maximiza la disponibilidad del sistema de potencia.

## Mantenga una coordinación selectiva

Los eventos de arco eléctrico activan una respuesta inmediata, mientras que la coordinación se mantiene con una protección descendiente para fallas externas.



Arriba se encuentra un contactor de interruptor después de un evento de arco eléctrico de 5 kV durante el cual se aplicó una protección contra sobrecorriente tradicional. El daño requirió la sustitución del contactor, las abrazaderas del fusible, la barra de cobre, el cable, el cableado de control, el mecanismo de desconexión y hardware.



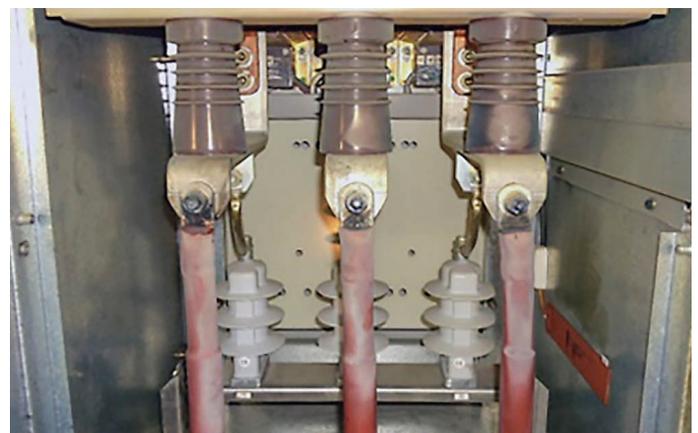
\*Si se supone que el tiempo de despeje de fallas de interruptor es de 80 ms.

## Simplifique los procedimientos

La DAE está siempre habilitada. No es necesario que un operador o un técnico modifiquen los ajustes de protección antes y después de realizar tareas con conexión para estar protegidos de los eventos de arco eléctrico. Además, la energía potencial de arco eléctrico reducida simplifica los requisitos de EPP, lo que limita el requisito de trajes "espaciales" voluminosos y otros EPP que restringen el movimiento.

## Manténgase alejado de la zona de peligro

Permanezca a una distancia segura al obtener información de medición, eventos y mantenimiento, de forma remota, desde el relé con comunicaciones Ethernet o seriales. El disparo del interruptor con retardo opcional o el cierre con pulsadores permite que el personal se mueva a una distancia segura.



Aquí se muestra (antes de toda limpieza) el interior del conmutador que se protegió con protección contra sobrecorriente y detección de luz de SEL durante un evento de arco eléctrico de 6.6 kV. El daño quedó limitado al arco de los pernos de terminación del cable.

# Soluciones para arco eléctrico SEL

## DAE basada en sensores

La tecnología de DAE de SEL disminuye, en gran medida, el tiempo que tarda un relé en dispararse en respuesta a una falla de arco, lo que reduce la peligrosa energía de los incidentes de arco eléctrico. SEL combina tecnología de detección de luz con una protección contra sobrecorriente rápida para brindar una DAE de alta velocidad segura. La combinación de estas tecnologías permite obtener disparos de alta velocidad durante los eventos de arco eléctrico sin dispararse de forma innecesaria por fallas externas.

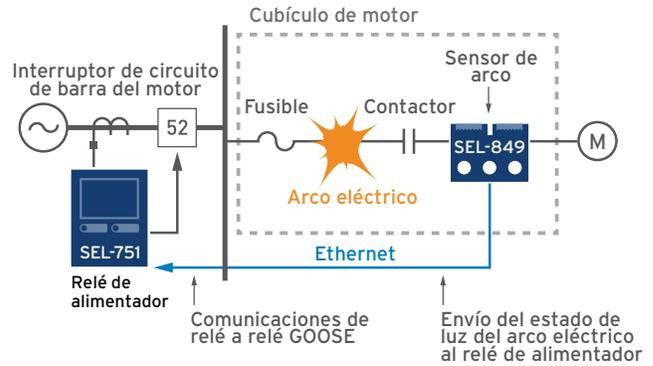
### Cómo funciona

Justo después de que comienza una corriente de falla, el arco eléctrico genera una ráfaga de luz muy brillante. El relé emplea sensores de punta y/o sensores de fibra sin cobertura para detectar la luz intensa. La protección contra sobrecorriente garantiza que el relé no se dispare por otras fuentes de luz, mientras que los sensores de luz se aseguran de que el relé no se dispare por una falla externa.

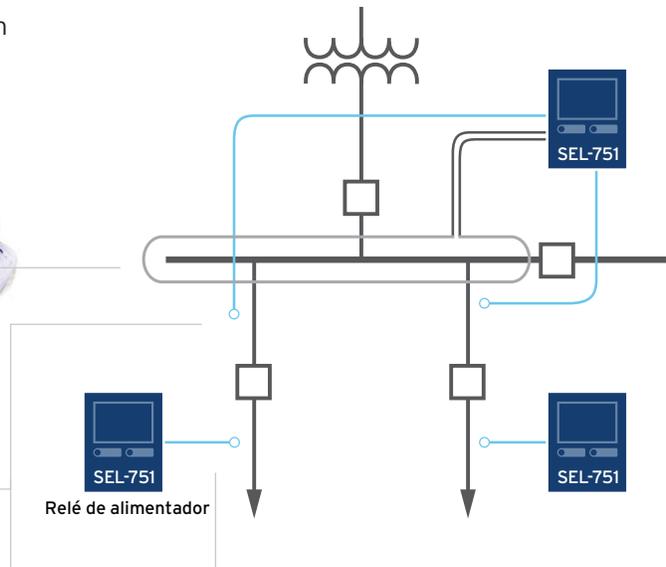
Los sensores de fibra sin cobertura detectan la luz del arco eléctrico a lo largo de toda la longitud del bucle de fibra. Este tipo de sensor se usa para áreas grandes, como barras.



Los sensores de punta de montaje simple detectan la luz del arco eléctrico. Este tipo de sensor se usa para áreas confinadas, como compartimientos de interruptores.



La DAE de SEL combina tecnología de detección de luz con una protección contra sobrecorriente rápida.



## Familia de productos de DAE basada en sensores de SEL



**SEL-851**  
Relé de protección de alimentador

**SEL-751**  
Relé de protección de alimentador

**SEL-751A**  
Relé de protección de alimentador

**SEL-710-5**  
Relé de protección de motor

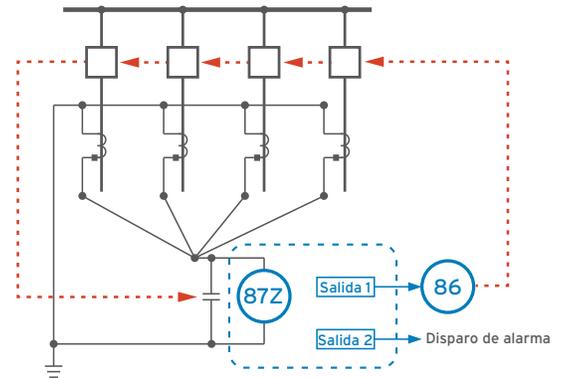
**SEL-849**  
Relé de protección de motor

# Protección de arco eléctrico con relés diferenciales de barra

La protección diferencial de barra toma como base la ley sobre corriente de Kirchoff, que establece que la suma de las corrientes que ingresan a un nodo es cero. Una barra o zona de protección se trata como un nodo, y las mediciones de corriente se obtienen de todas las terminales conectadas a la barra/zona de protección. En condiciones normales o para una falla externa fuera de la zona de protección, las corrientes suman cero. Durante un estado de falla interna, como cuando se produce un arco eléctrico dentro de la zona de protección, las corrientes no suman cero. Los relés diferenciales de barra se pueden usar para detectar un estado de arco eléctrico interno. Los relés diferenciales de barra de uso más frecuente emplean elementos diferenciales de alta impedancia o baja impedancia.

## Relés diferenciales de barra de alta impedancia

Los relés diferenciales de barra de alta impedancia se aplican a la salida paralela de todos los TC conectados a una barra común. Toda diferencia de corriente se fuerza para atravesar la alta impedancia del relé diferencial de barra, lo que provoca una caída de voltaje a lo largo del relé. El relé de alta impedancia, que se calibra y se configura para dispararse en función del voltaje presente a lo largo del relé, proporciona una detección sensible y segura de un estado de arco eléctrico interno. Los relés diferenciales de barra de alta impedancia requieren TC dedicados que tengan la misma proporción y la conexión de polaridad apropiada.



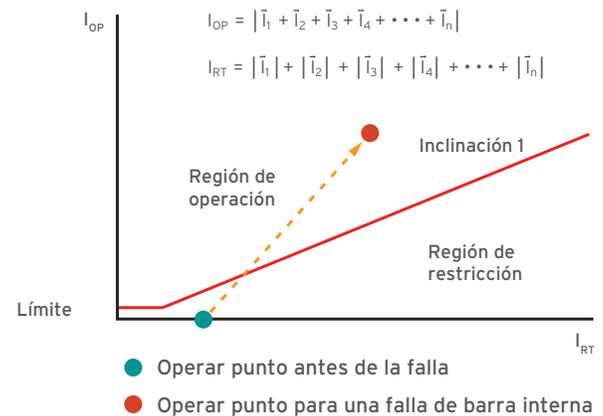
TC paralelos conectados a un relé diferencial de barra de alta impedancia.



**SEL-587Z**  
Relé diferencial de alta impedancia

## Relés diferenciales de barra de baja impedancia

Los relés diferenciales de barra de baja impedancia no requieren TC dedicados y pueden compartir los TC con otros relés, transductores, etc. De manera vectorial, el relé diferencial de baja impedancia suma las corrientes normalizadas para todas las entradas de TC a fin de crear la corriente operativa,  $I_{OP}$ . Además, el relé suma, de forma aritmética, las magnitudes de las corrientes para crear una corriente de restricción,  $I_{RT}$ . El relé opera cuando  $I_{OP}$  supera un umbral mínimo y un porcentaje de  $I_{RT}$ , definido por un ajuste de inclinación. Los relés diferenciales de barra de baja impedancia de avanzada funcionan en menos de un ciclo para las fallas internas y tienen una lógica integrada para mantener la protección contra las fallas externas, aún con la saturación de los TC.



Característica de diferencial de corriente porcentual de un relé diferencial de barra de baja impedancia con o sin una falla de barra interna.



**SEL-487B**  
Relé de protección diferencial para barras y falla de interruptor

# Servicios de evaluación de riesgos de arco eléctrico de SEL

SEL brinda servicios de evaluación de riesgos de arco eléctrico personalizados y flexibles para reducir al mínimo el riesgo de arco eléctrico, mejorar la seguridad de los empleados y abordar las reglamentaciones de la OSHA (29 CFR 1910.269), IEEE 1584b-2011, NFPA-70E-2015, NESC-2012 y CSA Z462-2015. SEL aplica métodos comprobados para crear requisitos de EPP y protección de arco eléctrico específicos del sitio, entre muchos otros servicios para ofrecer una solución de arco eléctrico completa y rentable para su instalación.

Entre los beneficios para el cliente, se incluyen los siguientes:

- Proteger a los empleados y mejorar la seguridad.
- Proteger a los equipos.
- Cumplir con las reglamentaciones de corriente.
- Identificar posibles peligros.



## Modelado del sistema de potencia

SEL crea un modelo de computadora trifásico de su sistema de potencia en un formato eléctrico de línea única e introduce datos eléctricos y de equipos específicos de la instalación para todas las partes del sistema modelado.

## Estudio de cortocircuitos

Los estudios de cortocircuitos eléctricos computarizados determinan los niveles de corriente de falla en todas las barras eléctricas hasta tan solo 208 voltios para múltiples configuraciones de funcionamiento.

## Estudio de coordinación de dispositivos de protección

SEL introduce los ajustes de dispositivos de protección de fusible, relé e interruptor existentes al modelo de sistema de potencia para proporcionar datos a fin de determinar los tiempos de despeje de cortocircuitos. Se pueden crear curvas de coordinación gráficas para comprobar la selectividad con otros dispositivos de protección.

## Estudio de análisis de arco eléctrico

SEL calcula las corrientes de falla de arco, determina los tiempos de disparo de los dispositivos de protección e informa la energía del incidente, los límites de arco y las categorías de EPP. El software de arco eléctrico calcula los niveles de energía de los incidentes en función del 100 y 85 por ciento de las corrientes de arco calculadas e informa el peor de los casos. SEL ofrece estudios de análisis de arco eléctrico para sistemas tanto CA como CD para brindar soporte para una amplia gama de entornos de electrificación.

## Estudio de mitigación de arco eléctrico

Para las áreas con niveles de energía de incidentes altos e inaceptables, SEL investiga métodos para reducir estos niveles al modelar soluciones que limiten la corriente, al reducir los tiempos de despeje de los dispositivos de protección y al implementar esquemas de relés diferenciales y otras situaciones económicas.

## Plan de advertencia del riesgo de arco eléctrico

SEL ofrece etiquetas de peligro y advertencia de riesgos de descarga y arco eléctrico personalizadas, que detallan las distancias mínimas, los niveles de energía de arco eléctrico, los niveles de clasificación de EPP y demás información.

 <b>ADVERTENCIA</b>	
<b>Se requiere el EPP apropiado para el riesgo de arco eléctrico y de descarga</b>	
<b>Nivel de PPE</b>	0 ft a 4 in      Límite de arco eléctrico
<b>#2</b>	0.1 cal/cm <sup>2</sup> Energía incidente a 18 pulgadas
	El incumplimiento podría provocar una LESIÓN o la MUERTE
480 Vca	Peligro de choque cuando se retira la cubierta
3 ft a 6 in	Límite de acercamiento limitado
1 ft a 1 in	Límite de acercamiento restringido
Nombre del equipo: AC-1_HV      (Alimentado por: FA 8-10-12 AC1)      (Fecha: Octubre de 2015)	

## Reporte de ingeniería de arco eléctrico

SEL recopila los resultados de cada estudio en un reporte de ingeniería, que incluye el modelo de sistema de potencia para su instalación.

## Evaluación en el campo

SEL brinda asistencia con la evaluación de su instalación:

- Verifique/obtenga los datos de las placas de los equipos eléctricos.
- Registre las clasificaciones de cortocircuito y nominales de los equipos.
- Tome nota del tipo, el tamaño, la longitud y el aislamiento de los cables.
- Documente la topografía del sistema eléctrico.
- Registre los ajustes de relés y los ajustes de interruptores.

## Estudio de ingeniería detallado

Si las clasificaciones de los equipos existentes son inadecuadas, SEL puede ayudarlo a estudiar y evaluar alternativas. Este estudio, por lo general, examina formas de rediseñar el sistema eléctrico existente para corregir las deficiencias y brindar una solución más segura y económica.

# Servicio y soporte

## Garantía mundial a 10 años

La garantía de productos mundial a 10 años de SEL es prueba de nuestra confianza en los productos de alta calidad que diseñamos, fabricamos, vendemos y para los que brindamos soporte. Esta garantía establecida y nuestra trayectoria de nunca cobrarle a un cliente por sustituir o reparar un producto defectuoso son la mejor comprobación de una verdadera calidad y durabilidad.

## Soporte técnico regional

Los equipos de soporte mundiales de SEL proporcionan a nuestros clientes ventas locales y servicio técnico. Nuestro compromiso con la calidad abarca desde la instalación del producto hasta su vida útil como parte de la infraestructura crítica de nuestros clientes. Los ingenieros de aplicación e integración, los representantes del servicio al cliente y los gerentes de venta realmente entienden la importancia del soporte local. SEL ofrece soporte técnico, regional y personalizado a nuestros clientes desde más de 85 oficinas.



**SEL** SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

Haciendo la energía eléctrica más segura, más confiable y más económica  
(+52) 01 800 228 2000 | [servicioclientes@selinc.com](mailto:servicioclientes@selinc.com) | [selinc.com/es](http://selinc.com/es)

© 2021 por Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.  
20210430

