

10-09-2020

ELDS, SEPTIEMBRE 2020

Seguridad y Continuidad en el Servicio, La clave del Exito en una Red Eléctrica

Tableros de Media Tensión

Víctor Godínez Grimaldo, Product Marketing Specialist, Primary AIS



Contenido de la presentación

Introducción - Panorama general de la falla de Arco Eléctrico

- La seguridad es primero
- Seguridad en Acción – 7 pasos que salvan vidas
- Inseguridad en Acción - Eventos de Arco Eléctrico

Tipos de fallas – efectos nocivos

- Fallas convencionales
- Fallas por arco eléctrico
- Protección a base instalada

Mitigación del arco eléctrico - Métodos

- Pasiva
- Activa

Mitigación del arco eléctrico – Incremento en seguridad y continuidad de servicio

Conclusiones

Introducción

Panorama general de la falla de Arco Eléctrico

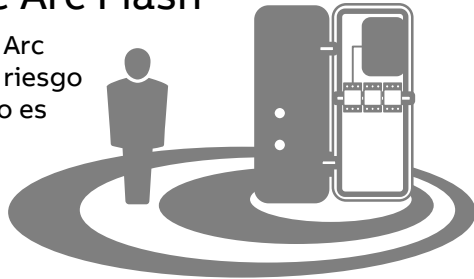
La seguridad es primero

Evitar fallas inesperadas

Operación segura

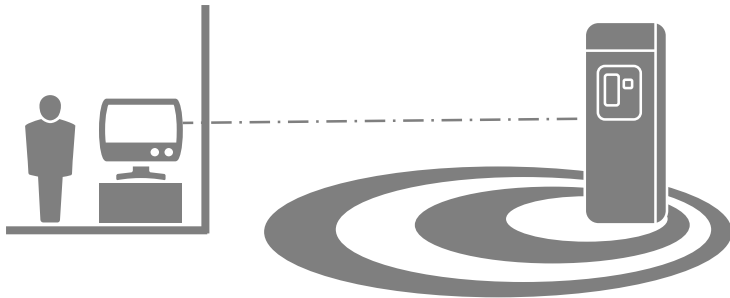
Mantener al personal fuera de la zona de Arc Flash

Entrar en la zona de Arc Flash representa un riesgo. La resistencia al arco es una buena idea



Vs.

Comunicación remota habilitada, los datos pueden transferirse a una ubicación remota de forma segura



~300

MUERTES ANUALES SOLO EN USA SON CAUSADAS POR EQUIPO ELÉCTRICO ENERGIZADO

80%

DE LOS ACCIDENTES ELÉCTRICOS SON CAUSADOS POR INCIDENTES DE ARC FLASH

\$1M - 15M

COSTO POTENCIAL DE UN INCIDENTE DE ARC FLASH*



19,000 °C más caliente de lo que imagina. Las temperaturas de un Arc Flash son más calientes que el sol (aproximadamente 5 veces).



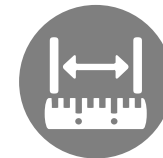
1,100km/hr Presión de proyectiles. Un Arc Flash puede arrojar a los trabajadores a través del cuarto eléctrico. Metal y equipos se convierten en metralla.



+2,000 quemaduras más de una forma de quemarse. Cada año +2,000 personas buscan ayuda médica por quemaduras graves por Arc flash.



140 dB un asalto a los sentidos. La luz y las ondas de sonido pueden causar pérdida de visión y audición.



3m Demasiado cerca para el confort. Un evento de Arc flash puede alcanzar hasta 3m para tomar una vida. La zona de heridas graves es todavía mayor.

Seguridad en Acción



El 90% de las investigaciones de accidentes, revelan que se manejó equivocadamente el riesgo.

Falla en el manejo del riesgo significa falta de planeación, tiempo, recursos, verificación, confirmación o capacitación además de selección del equipo equivocado



La seguridad es mi responsabilidad, es su responsabilidad, es nuestra responsabilidad
¡No te hagas de la vista gorda !

Recuerda... Toma 5 minutos para seguridad



Los 7 pasos que salvan vidas

- 1 STEP** Prepararse para el trabajo **ABB**
- 2 STEP** Identificar la ubicación y el equipo
- 3 STEP** Desconectar las fuentes de energía **Asegurar** que no hay reconexión
- 4 STEP** Verifica la ausencia de tensión en las áreas de trabajo
- 5 STEP** Aterrizar y cortocircuitar los equipos
- 6 STEP** Protege la zona de trabajo para evitar contacto con partes vivas
- 7 STEP** Completar permiso de trabajo y "caminar el permiso"

Inseguridad en Acción

Eventos de Arco Eléctrico





Tipos de fallas

Efectos nocivos

Tipo de fallas

Fallas convencionales

Características

Ocasionadas típicamente por condiciones anormales en el Sistema, malfuncionamiento de los equipos.

El tablero esta diseñado para interrumpir de forma segura una falla por cortocircuito que se presenta en los conductores eléctricos.

La corriente de falla circula solo a través de los conductores (barras, cableado, etc)

- Un equipo resistente al arco o no, debe ser capaz de soportar este tipo de fallas dentro del umbral de sus parámetros.

Fase A



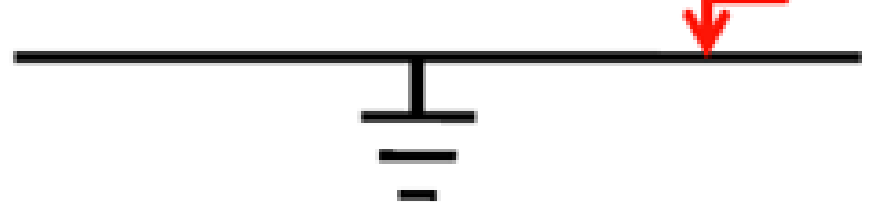
Fase B



Fase C



Tierra



Los equipos convencionales, están diseñados para proteger las cargas contra corto circuitos

Tipo de fallas

Fallas por arco eléctrico

Características

Explosiones y peligrosas

Típicamente ocasionada por error humano, condiciones anormales en la red, falla en el diseño, exceso de confianza, etc.

– Ocurre dentro del equipo

Genera fuego intensivo, alta temperatura, alta presión que ocasionan riesgo alto de accidente e inclusive puede ser mortal

Un tablero resistente al arco está diseñado para conducir la energía derivada de una falla a un lugar donde no ponga en riesgo al personal ni al equipamiento cercano.

Fase A



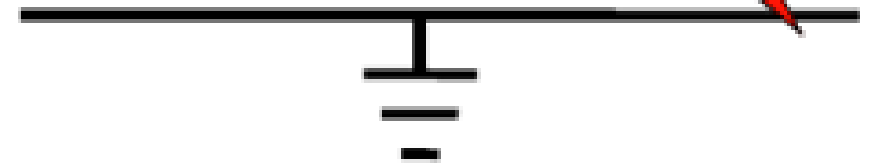
Fase B



Fase C



Tierra



Equipo resistente al arco, está diseñado para proteger al personal contra los efectos de un arco eléctrico.

Tipo de fallas

Fallas por arco

Características de arco eléctrico

El arco eléctrico se presenta cuando se pierde la rigidez dieléctrica de un aislamiento, usualmente el aire.

La temperatura del arco puede llegar a ser 5 veces la temperatura en la superficie solar (19,000-20,000°C)

La intensidad de la luz más de 2,000 veces que la luz normal en una oficina

Aparte de ser un gran riesgo para el personal circundante al equipo, usualmente resulta en daños catastróficos para el equipo y/o instalaciones, provocando pérdida en la continuidad del servicio.

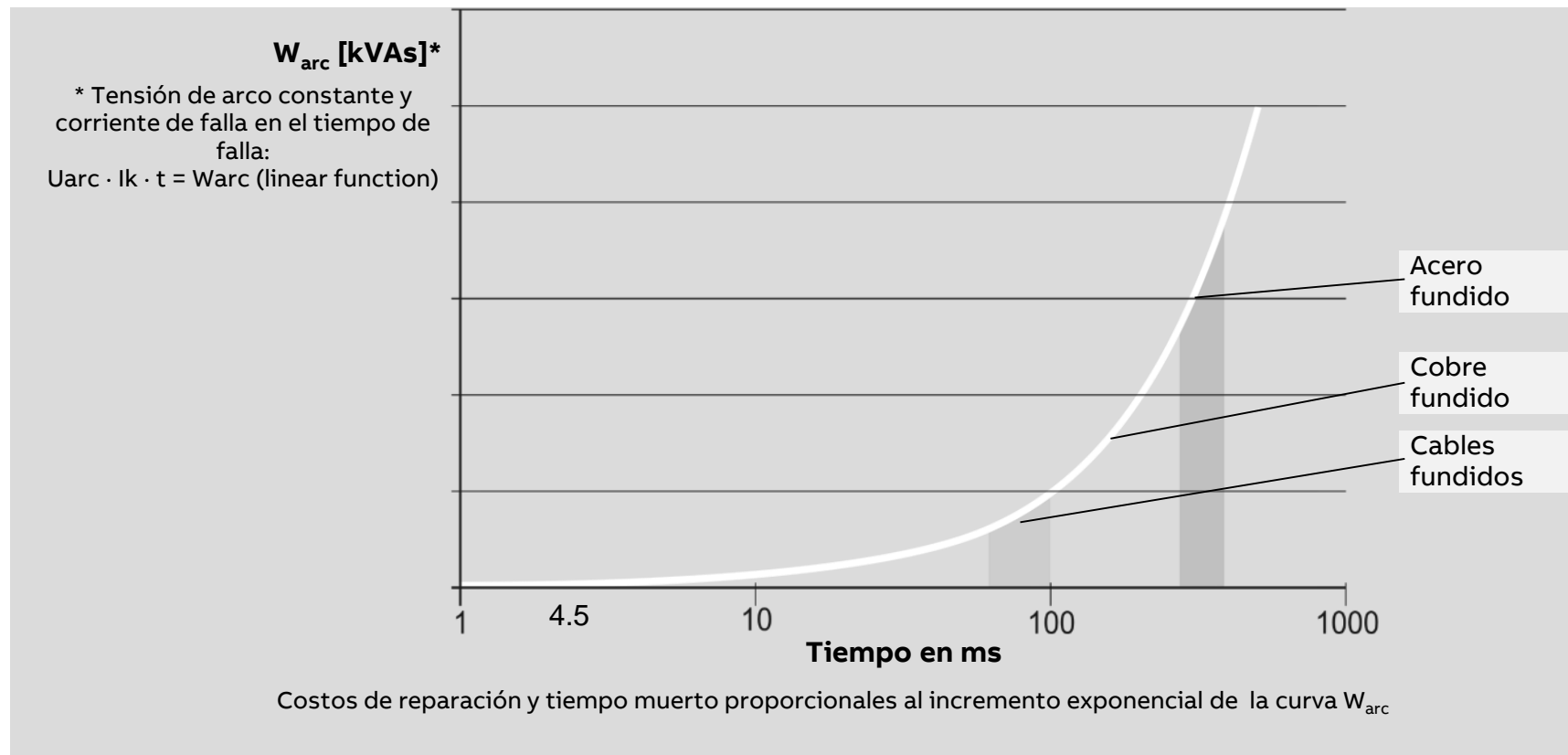


Fallas por Arco

Relación Daño - Tiempo

Curva de daño

- **Metralla** – botones pulsadores, lámparas y relevadores se convierten en proyectiles.
- **Curvas de presión** – La falla genera una alta presión en el equipo poniendo en riesgo al personal.
- **Gases Calientes** – Frecuentemente la causa de accidentes mortales no son las quemaduras sino los gases calientes que se inhalan y queman los pulmones.
- **Humo tóxico**– Riesgos de salud a largo plazo
- **Metal fundido**– a medida que el cobre o acero se derrite o vaporiza puede atravesar la mayoría de los EPP.

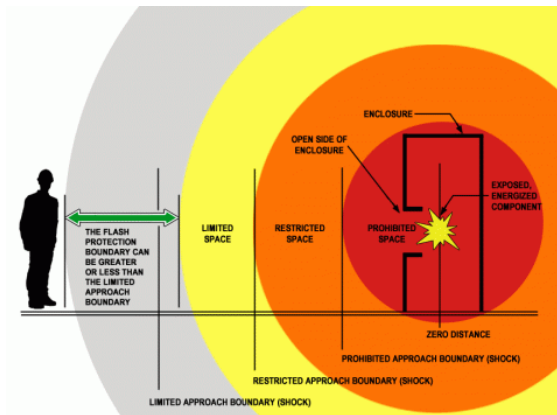


Protección a base instalada

Estudio de coordinación de CC

Para ofrecer la mejor protección al equipo y al personal se debe realizar un estudio de Corto Circuito con los objetivos de:

- Considerar la condición el Sistema o dispositivos existentes.
- Riesgos para el equipo y personal a proteger
- Identificar la solución ideal para mitigar riesgos



 WARNING	
Arc Flash and Shock Hazard Appropriate PPE Required	
3' - 4" 4.9 #2	Flash Hazard Boundary cal/cm ² Flash Hazard at 18 Inches PPE Level Cotton underwear plus FR shirt and FR pants
0.48 3' - 6" 1' - 0" 0' - 1"	kV Shock Hazard when cover is removed Limited Approach Restricted Approach - Class 00 Voltage Gloves Prohibited Approach - Class 00 Voltage Gloves
Equipment Name SWG-2A	
IEEE 1584 Hazards; Project 1289A -- Safety Procedure #A6D24 -- EasyPower File: "Plant-A6.dez" -- Date: September 9, 2003	

La seguridad y la continuidad de servicio son prioridad

Mitigación de efectos del Arco Eléctrico

Métodos

Sistemas activos y pasivos

¿Cuáles son las diferencias?

Sistemas Pasivos

Se reduce el riesgo usando equipos robustos y diseñados para soportar los efectos de un arco

- Contiene la energía hasta que los sistemas de protección eliminen la falla
- No previene o reduce las fallas así como tampoco la duración.
- Contiene ventilas y ductos para direccionar los gases y residuos a áreas seguras
- Ductos de desfogue de gases (Plenum)
- Inserción y extracción a Puerta cerrada
- Compartimentalización
- Operación remota
- **La emisión de gases no se puede evitar pero si direccionar**

Protege al personal durante la operación normal.

Sistemas Activos

Esta tecnología reduce el tiempo de arco y la energía generada

- Esquemas de protección
 - Protección diferencial de bus
 - Selectividad por zonas
 - Relevadores detectores de arco de alta velocidad
- Equipos limitadores de corriente
- Sistemas de aterrizamiento de ultra rápidos
- Requiere sistemas de control confiable 100%

Protege al personal y al equipo

Mitigación Pasiva

Características de diseño de tableros resistentes al arco

Sistemas pasivos

Construcción robusta para resistir y conducir alta presión por gases – probado bajo IEEE C37.20.7 o IEC 62271-200

Válvulas y ductos para conducir y liberar los gases

Operaciones con puerta cerrada y bloqueos mecánicos que evitan operaciones de alto riesgo.

Diseñadas para proteger al personal



Mitigación Pasiva

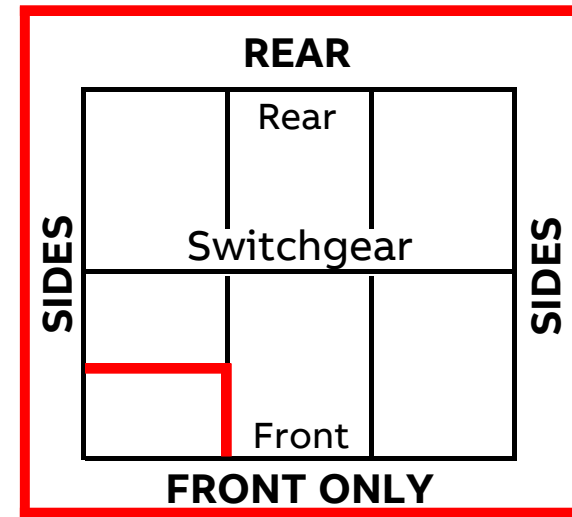
Tipos de accesibilidad

Sufijo B

Tablero resistente al arco que provee el mismo nivel de protección de arco con la Puerta de BT abierta.

Este no puede ser clasificado tipo C si no se probó con los indicadores dentro del compartimiento de acuerdo a C37.20.7.

Este tipo de accesibilidad 2B es el más común.



Plan view

Arc resistance accessibility type 2A with suffix "B" becomes 2B

Mitigación Pasiva

Tipos de accesibilidad

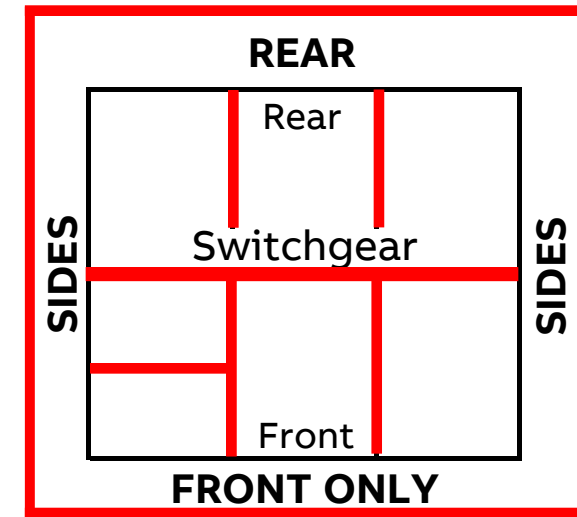
Sufijo C

Tablero resistente al arco que provee el mismo nivel de protección de arco entre compartimientos adyacentes.

Los indicadores se deben colocar dentro de los compartimientos de acuerdo a C37.20.7 para validar el resultado de la prueba

Sufijo C esta considerando proveer protección a los equipos mismos contra fallas por arco

Sufijo C da proteccion adicional al personal y al equipo mismo



Plan view

**Arc resistance accessibility type 2A
with suffix "C" becomes 2BC**

Mitigación Pasiva

Resistente al arco vs No resistente



No resistente al arco



Resistente al arco

Mitigación Pasiva

Operación remota

Evitar la presencia del personal junto al equipo durante operaciones cotidianas

Un número considerable de fallas se presenta durante esta acción

Mecanismo de inserción/extracción remota para las unidades móviles (SmartRack™)

Tableros PCyM

El personal puede operar los equipos a una distancia de seguridad sin riesgos

Protección para los operadores



Mitigación Pasiva

IEEE C37.20.7 / IEC 62271-200

Aplicación

Se debe considerar que existe la posibilidad de emisión de gases tóxicos calientes y el usuario debe tener en cuenta la evacuación de ellos.

El uso de Plenum da la solución a la evacuación de gases.

Cuidar que no:

- Se bloqueen los dispositivos de sobre presión
- Exista equipo que provoquen que los gases reboten
- Existan lámparas, charolas u otro elemento que bloquee la salida de gases
- La sección de estos equipos no implica una protección para el equipo mismo o mantener una continuidad en el servicio. Por lo que la potencial presencia de un arco puede ocasionar una reparación u sustitución del equipo.

Que el equipo sobreviva no significa que siga operable, la combinación de una protección pasiva con una activa puede ayudar a reducir al mínimo el retrabajo necesario para rehabilitar el equipo.

La principal función de la protección pasiva es cuidar la integridad del personal.

Medium Voltage Products

Secondary Switchgear GIS& AIS



Air Insulated Switchgear Unisec

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 12/17.5/24kV

Corriente nominal: 630/1250A*

Corriente de CC: 16/20/25kA**

Interruptores en vacío y SF6

Disponible con interruptores fijos, removibles y extraíbles

Cuchilla de tres posiciones aislada en SF6 (GSec)

Celdas resistentes al arco tipo AFL y AFLR

Cumplimiento con normativa IEC 62271-200



Gas Insulated Switchgear SafeRing

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 12/17.5/24/36kV

Corriente nominal: 630/1250A

Corriente de CC: 16/20/25kA

Interruptores en vacío

Disponible en versión semi-modular y completamente modular

Celdas resistentes al arco tipo AFL y AFLR (opcional)

Cumplimiento con normativa IEC 62271-200



Gas Insulated Switchgear SafePlus

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 12/17.5/24/36kV

Corriente nominal: 630/1250A

Corriente de CC: 16/20/25kA

Interruptores en vacío

Disponible en versión semi-modular y completamente modular

Celdas resistentes al arco tipo AFL y AFLR (opcional)

Cumplimiento con normativa IEC 62271-200

Product Marketing Specialist:
Cristobal Gómez
Cell: 55 1473 2392
cristobal.gomez@mx.abb.com



Medium Voltage Products

Product Marketing Specialist:
Daniel Perez
Cell: 444 130 8055
daniel.perez@mx.abb.com



Primary Switchgear GIS



**Gas Insulated Switchgear
ZXO / ZX0.2**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación:
12/17.5/24kV
Corriente nominal: 630..2500A
Corriente de CC: 20/25/31.5kA
Interruptor fijo en vacío
Barras aisladas en sólido y gas SF6
Arreglo modular y en bloque
(mínimo 2 celdas)
Seccionador de 3 posiciones de
operación con y sin carga
Caldas resistentes al arco tipo AFL
y AFLR
Cumplimiento con normativa IEC
62271-200



**Gas Insulated Switchgear
ZX1.2**

CARACTERÍSTICAS

- Tensión de operación:
12/17.5/24/36/40.5kV
- Corriente nominal:
630/1250/2000/2500A
- Corriente de CC: 25/31.5kA
- Interruptor fijo en vacío
- Barras aisladas en gas SF6
- Arreglo modular
- Seccionador de 3 posiciones
de operación con y sin carga
- Caldas resistentes al arco tipo
AFL y AFLR
- Cumplimiento con normativa
IEC 62271-200



**Gas Insulated Switchgear
ZX2**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 12/17.5/24/36/42 kV
Corriente nominal:
1250/2000/2500/3000/4000 A
Corriente de CC: 25/31.5/40kA
Interruptor fijo en vacío
Barras aisladas en gas SF6
Arreglo modular
Seccionador de 3 posiciones de operación
con y sin carga
Caldas resistentes al arco tipo AFLR
Cumplimiento con normativa IEC 62271-200



**Gas Insulated Switchgear
ZX1.5R**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 1x27.5kV
& 2x27.5 kV
Corriente nominal: ...2000A
Corriente de CC: 31.5kA
Interruptor fijo en vacío
Barras aisladas en gas SF6
Arreglo monofásico y bifásico
Caldas resistentes al arco tipo
AFLR
Cumplimiento con normativa
IEC 62271-200



Medium Voltage Products

Primary Switchgear AIS



**Air Insulated Switchgear
IEC Unigear – ZS1**



**Air Insulated Switchgear
IEC Unigear MCC**



**Air Insulated Switchgear
IEC Unigear 550**



**Air Insulated Switchgear
IEC Unigear 500R**



**Air Insulated Switchgear
ANSI Advance / Safegear**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación:
12/17.5/24kV
Corriente nominal:
630/1250/1600/2000/2500/
3150/3600*/4000A*
Corriente de CC: hasta 50kA
Interruptores en vacío y SF6
extraíbles
Tablero Metal-Enclosed, PM,
LSC-2B
Caldas resistentes al arco
tipo AFLR
Cumplimiento con normativa
IEC 62271-200

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación:
7.2/12kV
Corriente nominal: hasta
4000A
Contactores de 400A
Corriente de CC: hasta 50kA
Arrancadores extraíbles en
vacío con fusibles
limitadores de corriente
Tablero Metal-Enclosed, PM,
LSC-2B
Caldas resistentes al arco
tipo AFLR
Cumplimiento con
normativa IEC 62271-200

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación:
12/17.5kV
Corriente nominal: hasta
4000A
Corriente de CC: hasta
31.5kA
Interruptores en vacío
extraíbles
Tablero Metal-Enclosed, PM,
LSC-2B
Caldas resistentes al arco
tipo AFLR
Cumplimiento con
normativa IEC 62271-200

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación:
12/17.5kV
Corriente nominal: hasta
4000A
Corriente de CC: hasta
31.5kA
Interruptores en vacío
fijos
Tablero Metal-Enclosed,
PM, LSC-2A
Caldas resistentes al arco
tipo AFLR
Cumplimiento con
normativa IEC 62271-200

CARACTERÍSTICAS:

Tensión de operación:
5/8.25/15kV
Corriente nominal:
1200/2000/3000/4000A
Máxima corriente de CC:
50kA
Resistente al arco interno
(Safegear)
Interruptores en vacío
extraíbles
Interruptores con
mecanismo de actuador
magnético o convencional
de resorte

Medium Voltage Products

Primary Switchgear AIS



**Air Insulated Switchgear
Advance / Safegear MCC**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 7.2kV
Corriente nominal:
1200/2000/3000A
Máxima corriente de CC: 50kA
Resistente al arco interno tipo
2B
Contactores de corte en vacío
extraíbles
Hasta dos Contactores de 720
A por celda
Construcción Metal Clad



**Air Insulated Switchgear
Unigear ZS2**

CARACTERÍSTICAS

Tensión de operación: 24 kV,
y 36 kv
Corriente nominal: hasta
2500 A.
Máxima corriente de CC: 31.5
Ka
Interruptores en Aire y SF6
extraíbles y fijos
Resistente al arco interno
IAC AF-LR
Construcción Metal enclosed
Cumplimiento con
normativa IEC 62271

Product Marketing Specialist:
Victor Godinez
Cell: 444 411 4119
victor.godinez-grimaldo@mx.abb.com



Sistemas activos y pasivos

¿Cuáles son las diferencias?

Sistemas Pasivos

Se reduce el riesgo usando equipos robustos y diseñados para soportar los efectos de un arco

- Contiene la energía hasta que los sistemas de protección eliminen la falla
- No previene o reduce las fallas así como tampoco la duración.
- Contiene ventilas y ductos para direccionar los gases y residuos a áreas seguras
- Ductos de desfogue de gases (Plenum)
- Inserción y extracción a Puerta cerrada
- Compartimentalización
- Operación remota
- La emisión de gases no se puede evitar pero si direccionar

Protege al personal durante la operación normal.

Sistemas Activos

Esta tecnología reduce el tiempo de arqueo y la energía generada

- Esquemas de protección
 - Protección diferencial de bus
 - Selectividad por zonas
 - Relevadores detectores de arco de alta velocidad
- Equipos limitadores de corriente
- Sistemas de aterrizamiento de ultra rápidos
- Requiere sistemas de control confiable 100%

Protege al personal y al equipo

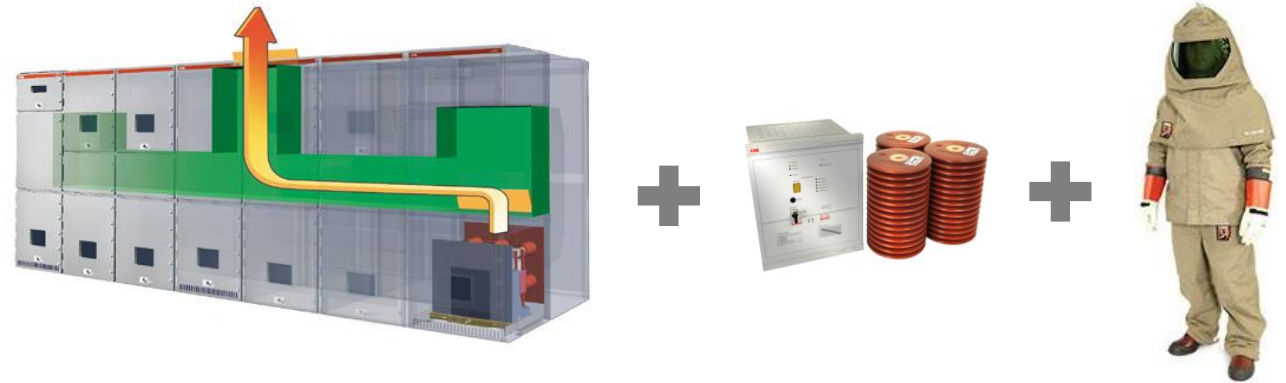
Mitigación activa

Recomendaciones

Protección eléctrica debe coordinarse con la capacidad de duración de contención del arco de los equipos.

Esta protección puede ser realizada en diferentes formas, depende del sistema y de la filosofía de protección, entre las soluciones de ABB, tenemos:

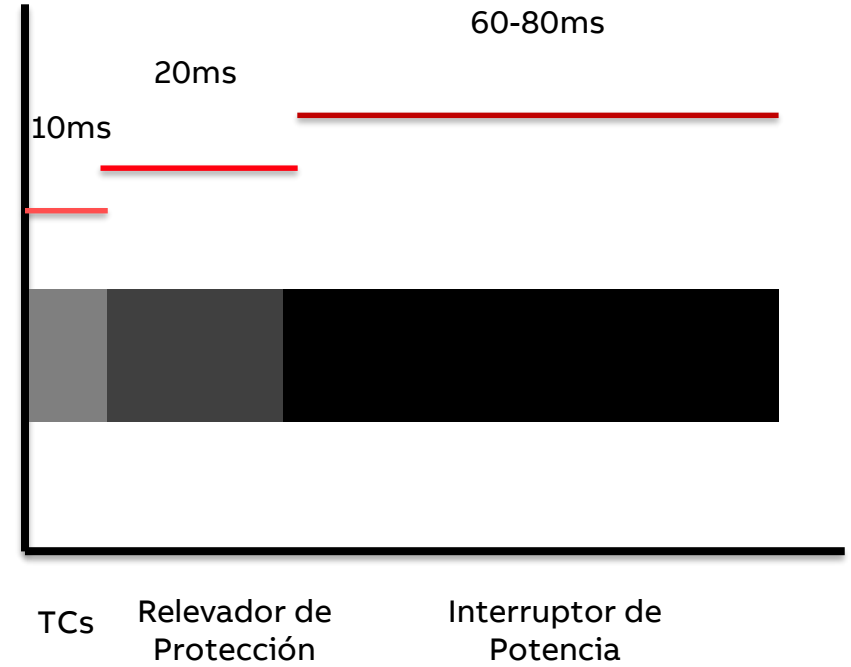
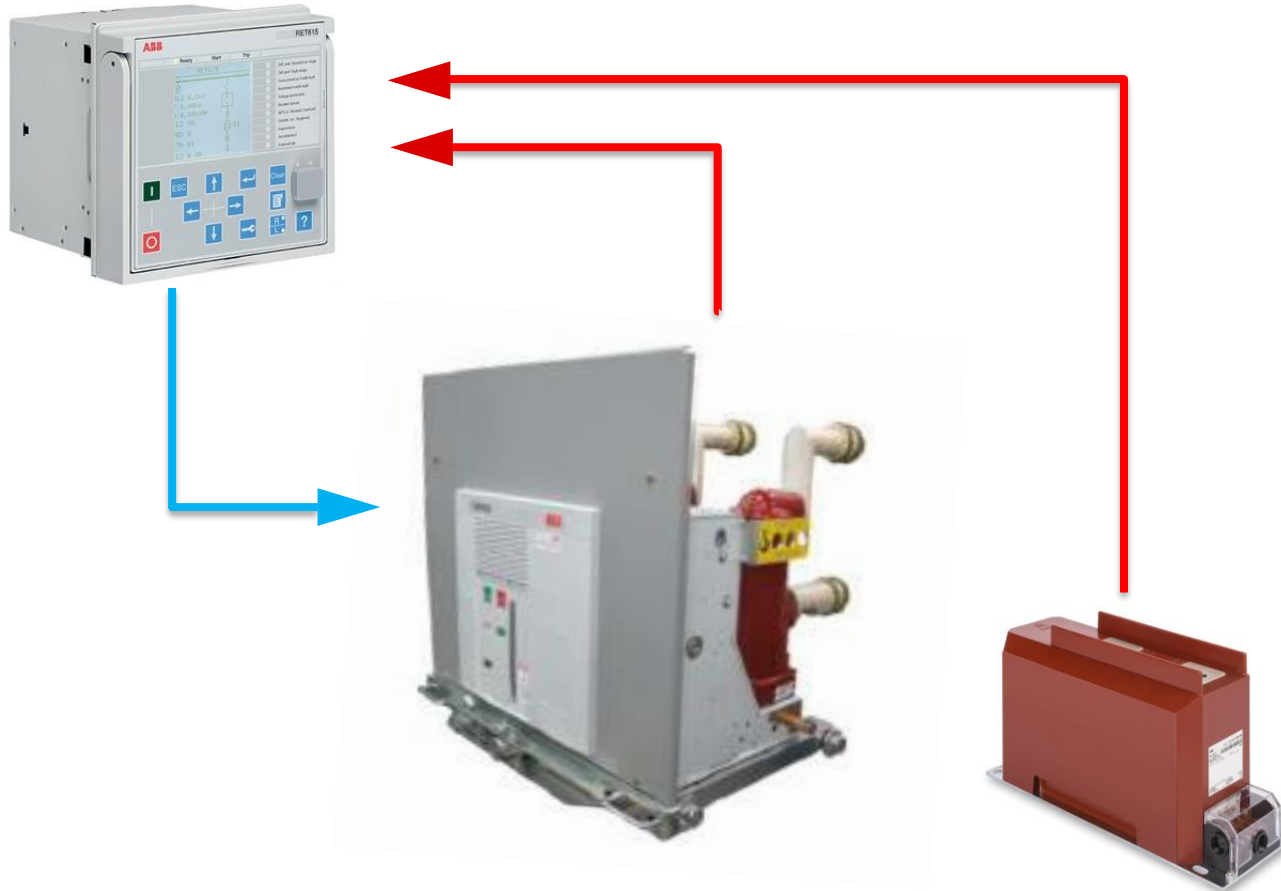
- Protección diferencial con relevadores
- Fusibles limitadores de corriente
- Equipo detector de arco
- Equipos de aterrizamiento ultra rápido



Ninguno de los dos métodos de mitigación sustituye el uso de EPP, pero reducen el riesgo

Mitigación activa

Sistema tradicional de protección



Tiempo de eliminación de falla >100 ms

Mitigación de arco activa

Relevador diferencial de barras

Sistema activo

El Sistema se divide en zonas de protección

La suma de las corrientes debe ser cero, de lo contrario hay una falla en la zona de protección.

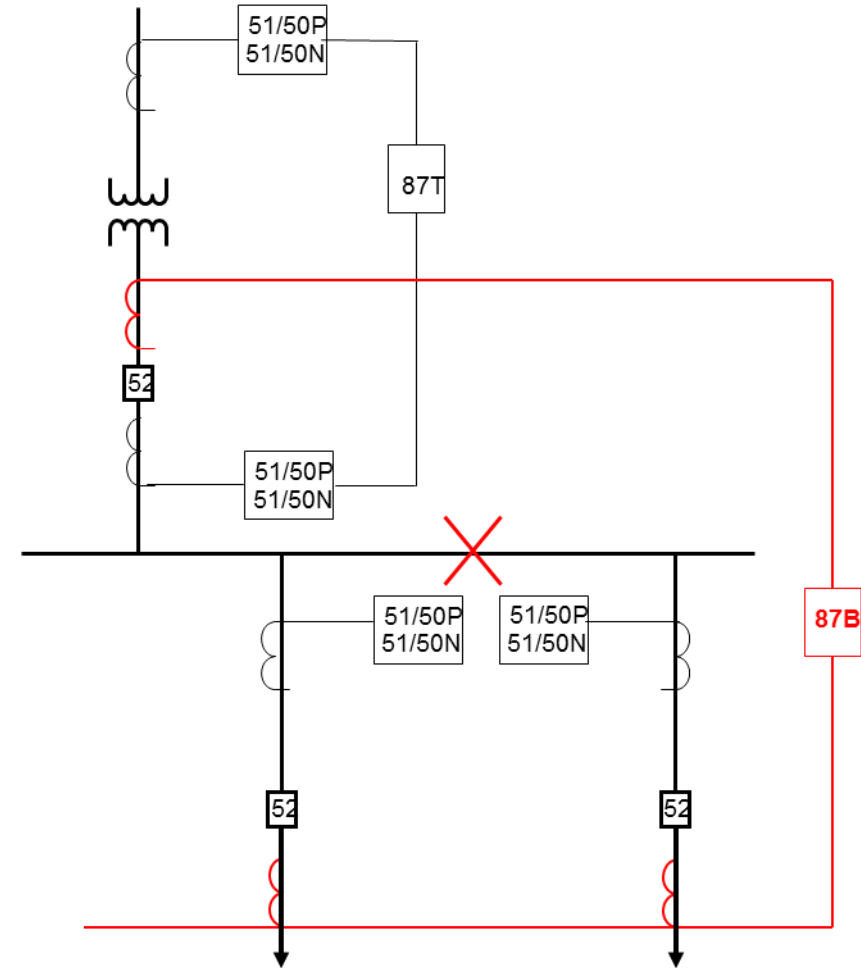
Se requieren TC's dedicados a esta solución.

No se considera el área de cables como una zona protegida.

El tiempo de operación es de aprox 70–100 ms

- La operación del relé es de $\frac{3}{4}$ a 1.5 ciclos + 50-80 ms para un interruptor

Tiempo de eliminación de falla = >80 ms



Mitigación activa

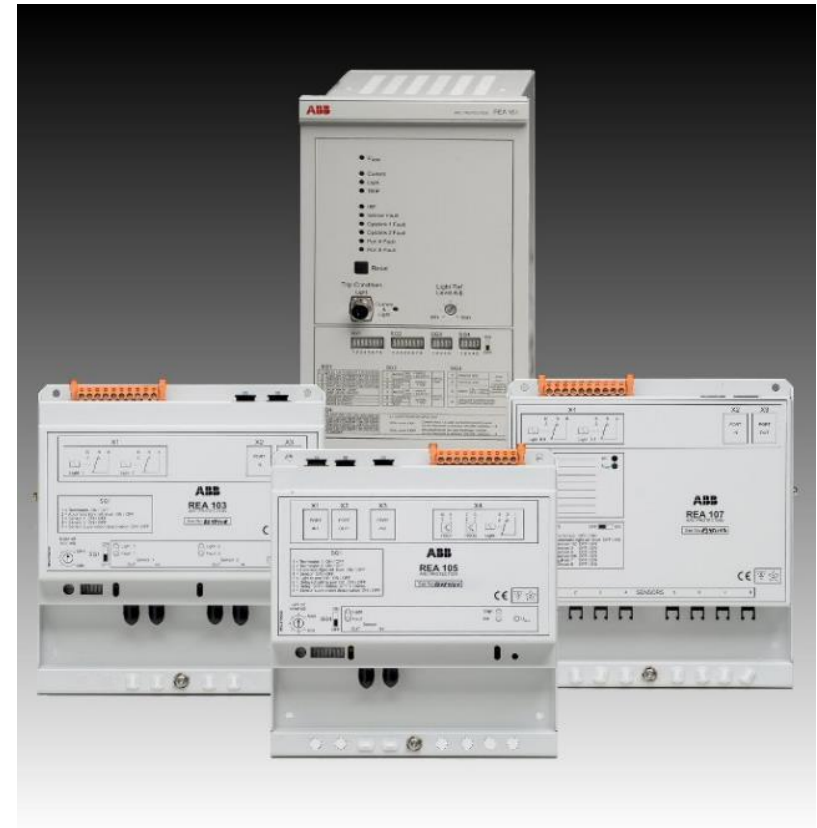
Relevadores detectores de arco

Sistemas activos

Se tiene una señal de detección de arco derivado de una señal luminosa intensa.

- Vía fibra óptica
- Señal de sobre corriente de los TC's o sensores de corriente
- La luz o la combinación de luz y corriente activa el disparo
- Señal de disparo en 2.5 ms al interruptor
- Incluye protección en el área de cables

Tiempo de eliminación de falla = 53-85 ms



Mitigación activa

REA101



Mitigación activa

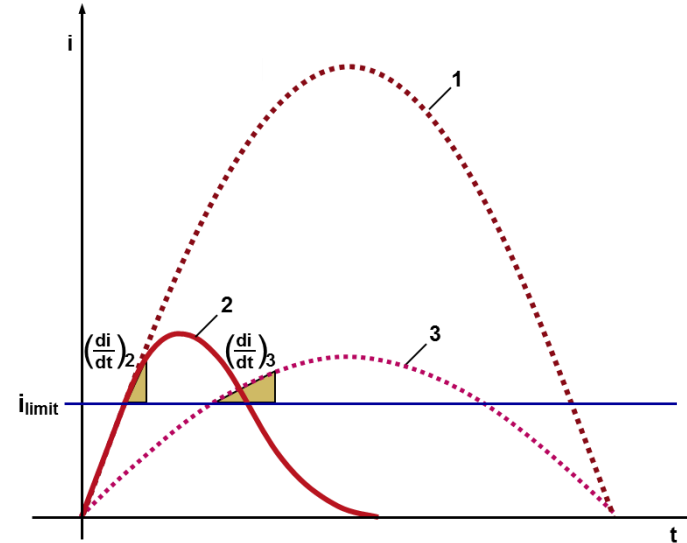
Fusibles limitadores de corriente

Sistemas activos

La principal función es limitar valores de corriente muy altos pero también puede limitar los niveles de energía incidentes en un arco

- Se debe generar una corriente mínima de falla para operar
- La presencia de la falla puede ser fuera de la zona de protección de tablero.
- Protección de una sola vez, se requiere reemplazar el elemento de protección.

Tiempo de eliminación de falla = 5-10 ms - no se alcanza el pico de corriente



1. Short-circuit current without ET-FCL
2. Short-circuit current – ET-FCL tripped
3. Over current – ET-FCL NOT tripped



Mitigación activa

UFES – Ultra Fast Earthing Switch

Sistema activo

Detección de la falla a través de luz y corriente

Convierte la falla de arco en una falla convencional de cortocircuito.

Reducción drástica de los tiempos de paro por una falla de arco.

Tiempo de eliminación de falla = ~4.0 ms



Mitigación activa

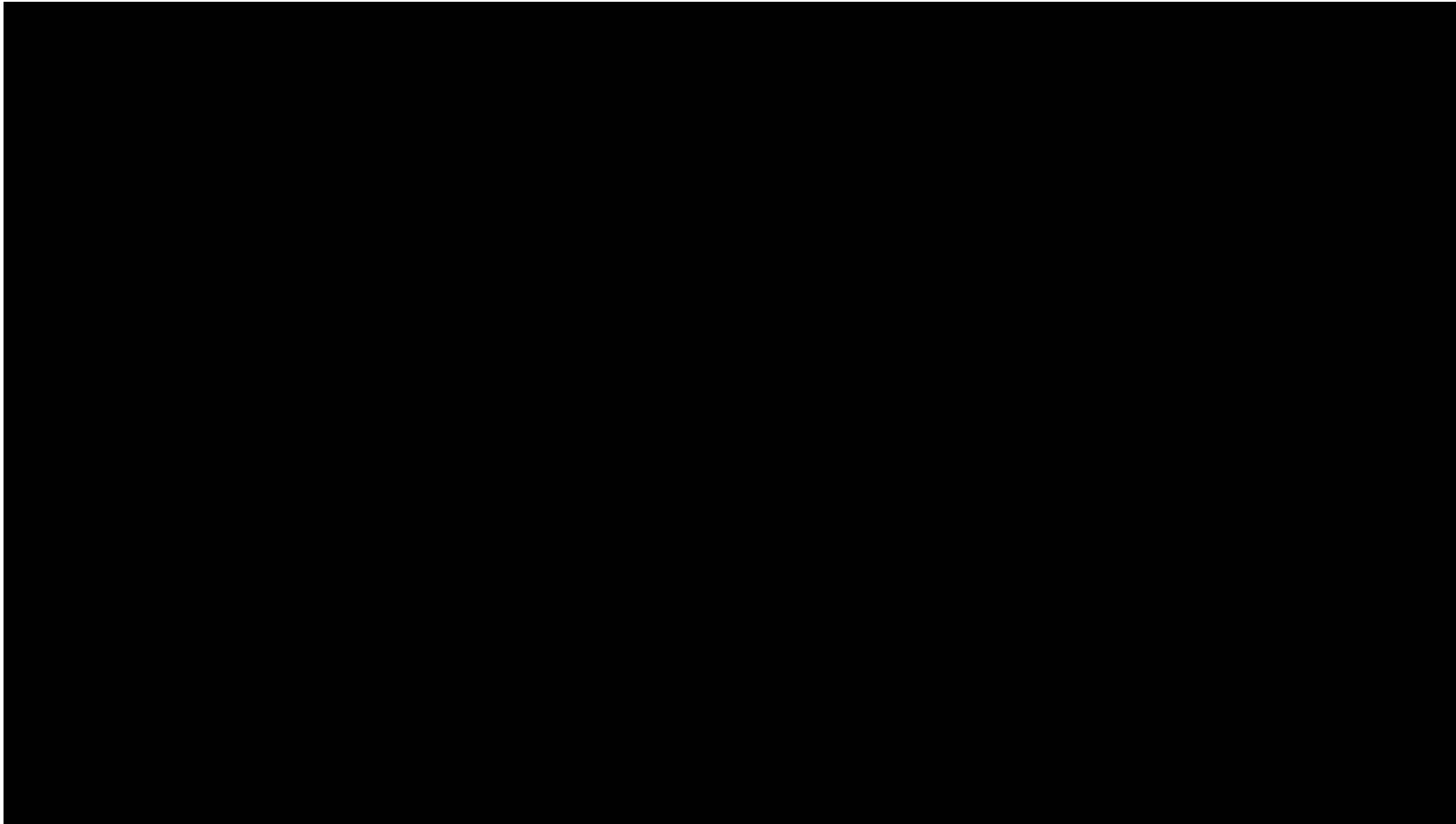
UFES

Power and productivity
for a better world™ **ABB**



Mitigación activa

UFES



Mitigación de efectos del Arco Eléctrico

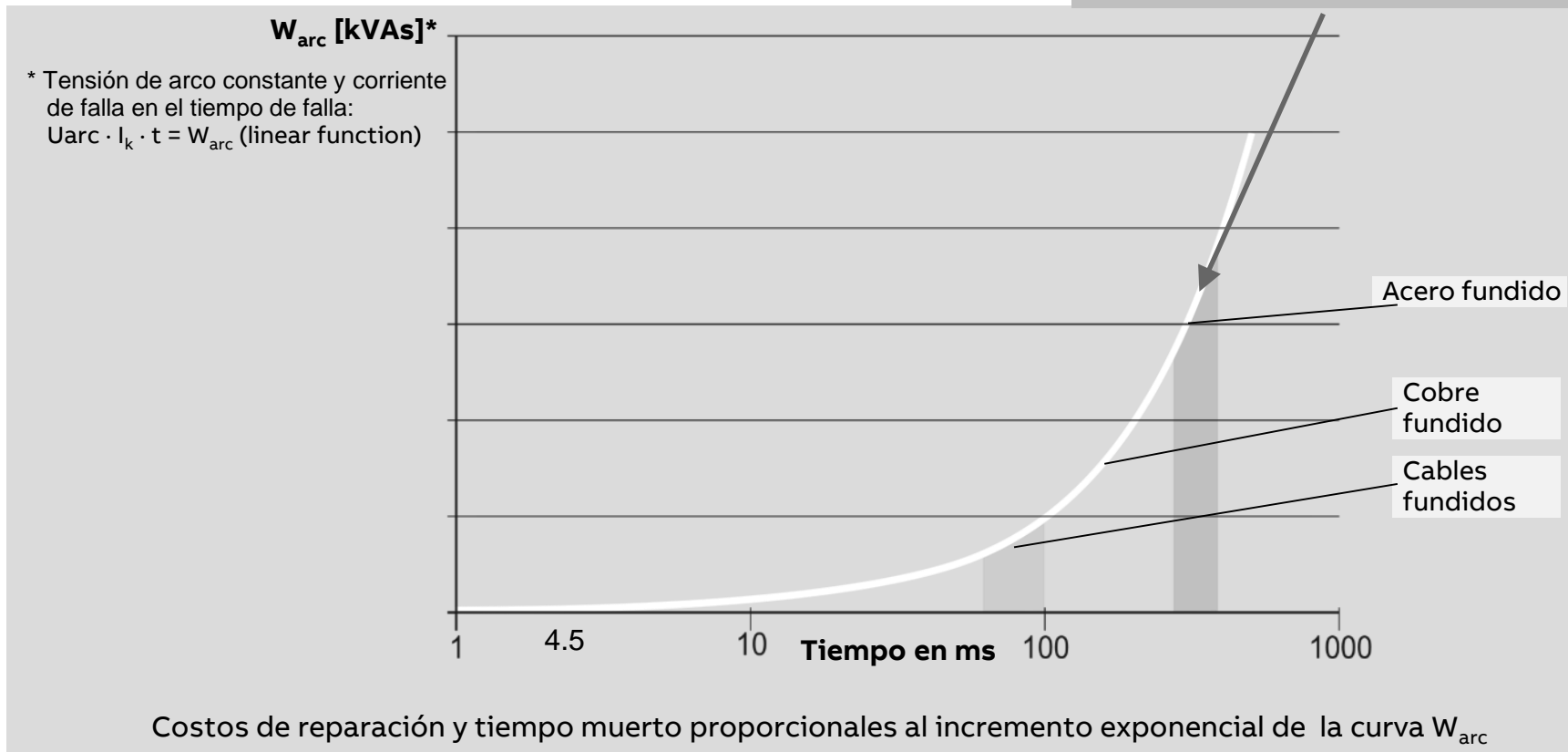
Incremento en seguridad y continuidad de servicio

Fallas por Arco

Daño de acuerdo a nivel de protección

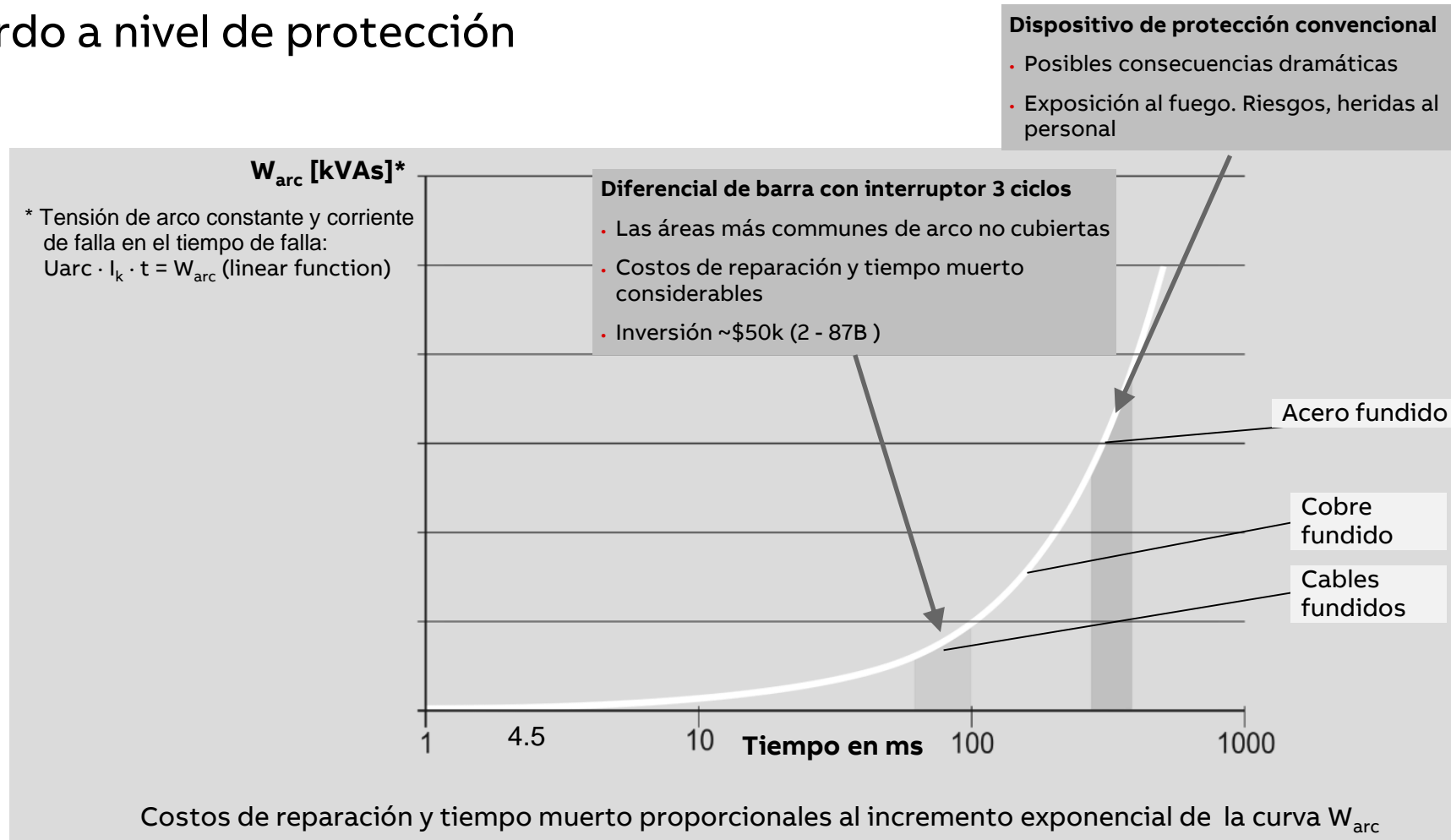
Dispositivo de protección convencional

- Posibles consecuencias dramáticas
- Exposición al fuego. Riesgos, heridas al personal



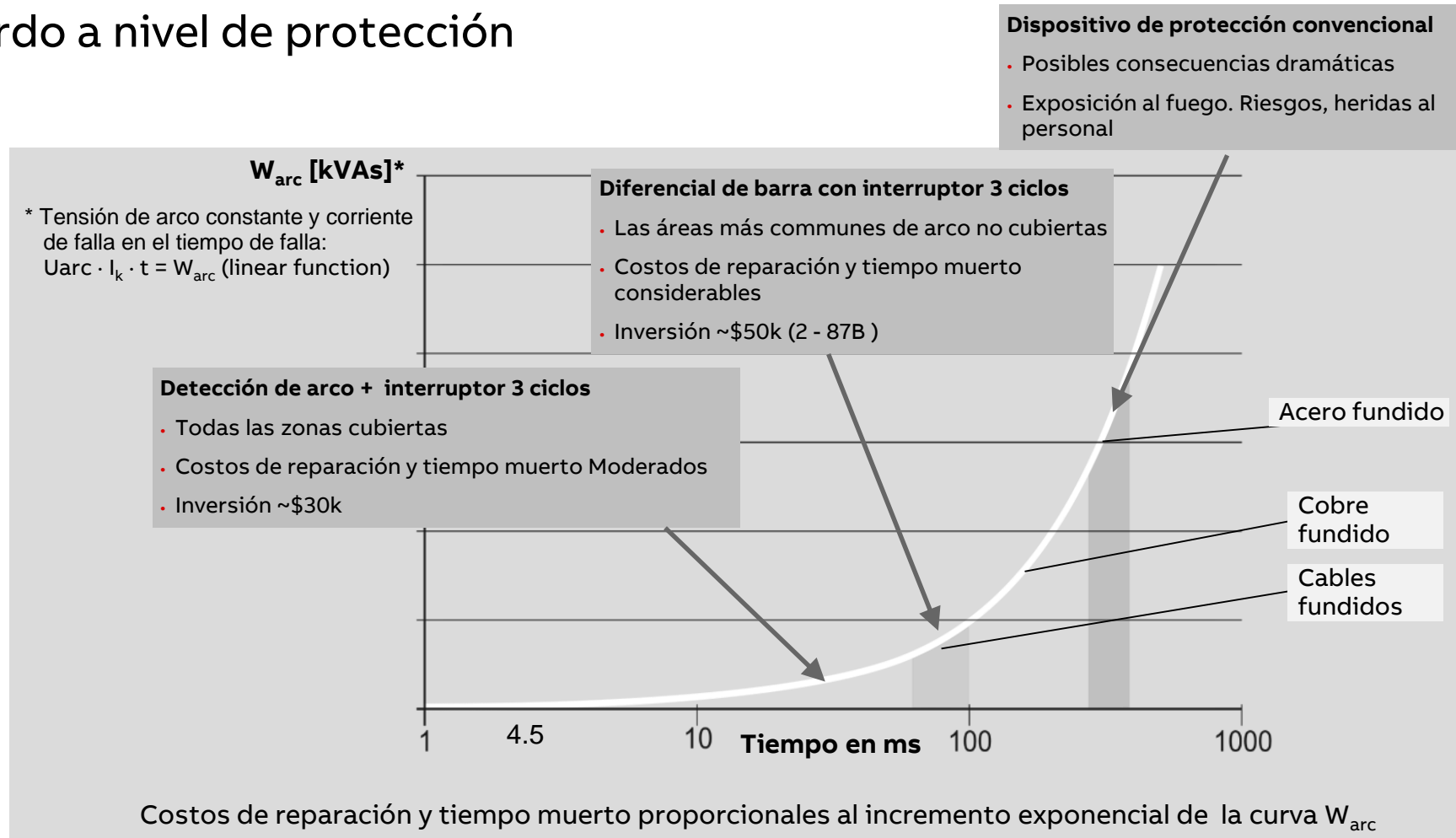
Fallas por Arco

Daño de acuerdo a nivel de protección



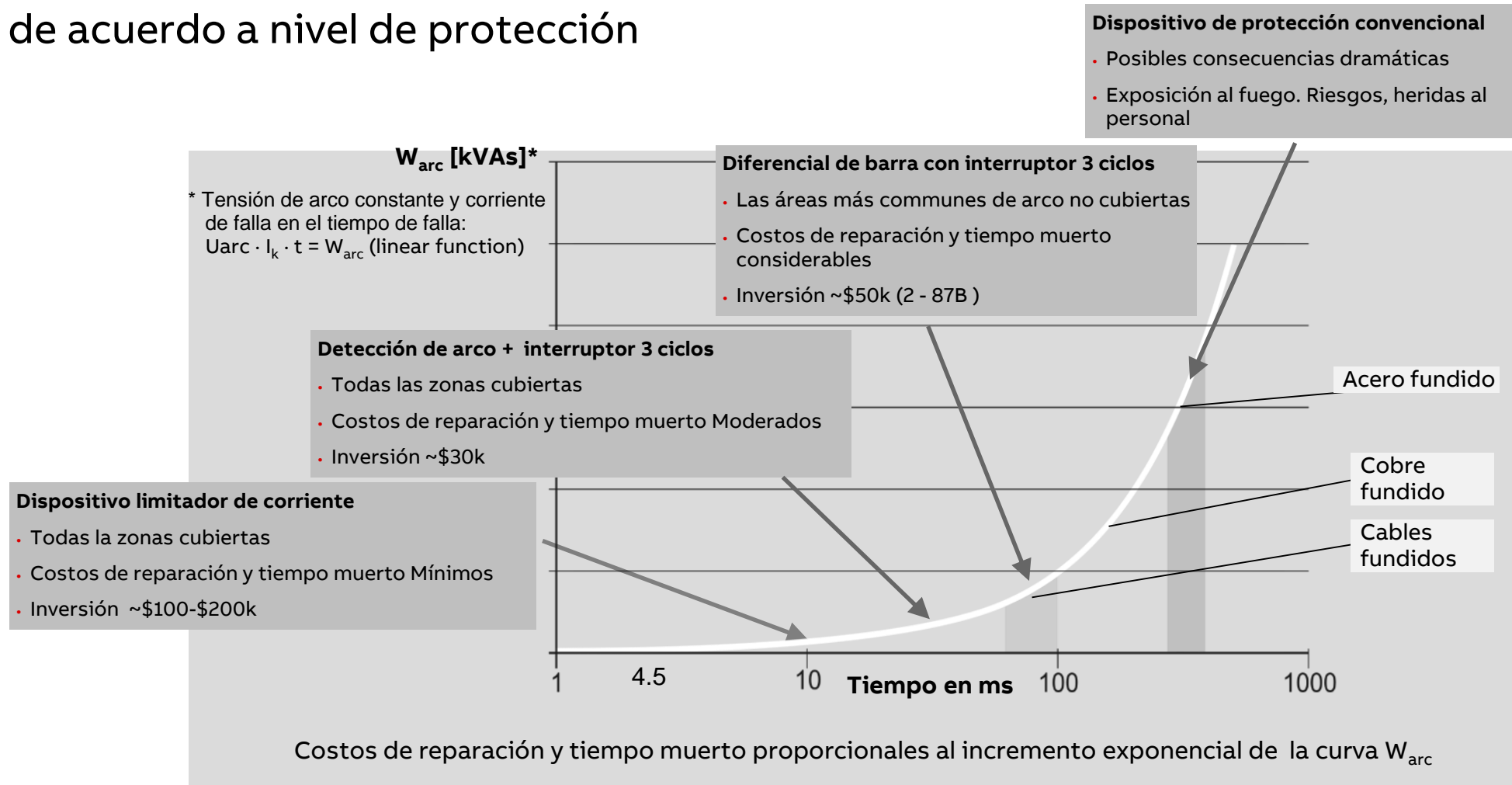
Fallas por Arco

Daño de acuerdo a nivel de protección



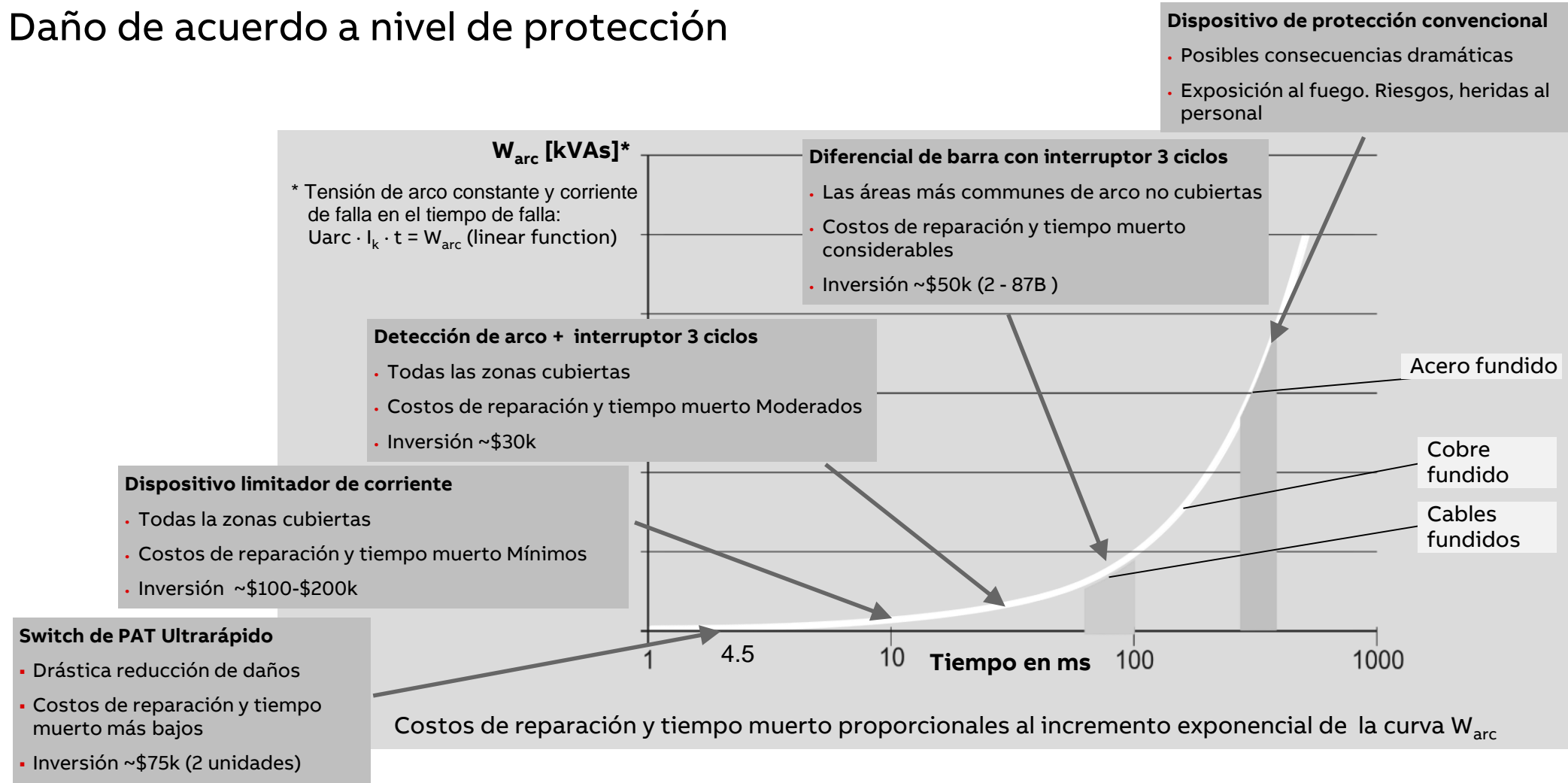
Fallas por Arco

Daño de acuerdo a nivel de protección



Fallas por Arco

Daño de acuerdo a nivel de protección





Conclusiones

Conclusiones

- Los eventos de Arco Eléctrico pueden ocasionar daños al personal y a los equipos eléctricos.
- Las consecuencias pueden implicar gastos millonarios en multas, indemnizaciones y acciones remediales.
- La continuidad de servicio se ve gravemente afectada, causando pérdidas indirectas.
- Las buenas prácticas de intervención a los equipos y los métodos de mitigación pasivos y activos reducen el riesgo de falla por arco eléctrico.
- Los métodos de mitigación pasivos incrementan la seguridad protegiendo al personal pero no al equipo.
- Los métodos de mitigación activa protegen tanto al personal como al equipo, reduciendo riesgos de seguridad y costos asociados a reparaciones y pérdida de continuidad de servicio.
- Es recomendable combinar ambos métodos con el EPP para minimizar el riesgo del arco eléctrico.
- **ABB** tiene dentro de su portafolio soluciones de mitigación de arco eléctrico desarrolladas pensando en la seguridad y la continuidad de servicio.

Ligas de interés

- <https://new.abb.com/medium-voltage/distribution-automation/arc-fault-protection/arc-fault-protection-system-rea/rea-101>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/apparatus/arc-fault-protection/ultra-fast-earthing-switch-ufes>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/air-insulated/ansi/ansi-air-insulated-primary-switchgear-safegear-safegear-hd>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/air-insulated/iec-and-other-standards/iec-air-insulated-primary-switchgear-unigear-zs1>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/air-insulated/iec-and-other-standards/iec-air-insulated-primary-switchgear-unigear-zs2>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/gas-insulated-switchgear/iec-gis-primar-distribution/iec-gas-insulated-primary-switchgear-zx1-2>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/gas-insulated-switchgear/iec-gis-rmu-for-secondary-distribution/safeplus>
- <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/air-insulated/iec-and-other-standards/iec-indoor-secondary-distribution-ais-unisec>

Información de contacto

Víctor Godínez Grimaldo.

Product MKT Specialist - Switchgear Aislado en Aire

Electrification Line - Distribution Systems

victor.godinez-grimaldo@mx.abb.com

Cel. 4444 114 119



ABB