

# Arco eléctrico: un resumen de las nuevas opciones tecnológicas de protección facial para mejorar tanto la visibilidad como los estándares globales de seguridad.

## **Autor del documento técnico:**

Rod King  
Centurion Safety Products

Diploma superior nacional en ingeniería  
Miembro del comité del PH2 (Comité Técnico británico para los equipos de protección ocular y facial).  
Miembro de la federación de la industria británica de seguridad (grupos de protección ocular y facial, auditiva y de la cabeza)



**CENTURION**<sup>®</sup>  
WHEN CLARITY COUNTS

# Índice

Introducción	3
El verdadero impacto del arco eléctrico: un asunto poco discutido y de escasa visibilidad	4
Un mundo de confusión	8
Para ver las cosas claras	12
¿Sobre quién recae la responsabilidad?	18
Referencias	19
Autores	19

# Introducción

En muchos países, los incidentes relacionados con arco eléctrico figuran entre las principales causas de lesiones y muerte para los técnicos electricistas. A pesar de ello, aún prevalecen la polémica y la confusión acerca de cuál es la mejor manera de proteger a los empleados y sobre quién recae la responsabilidad de dicha protección desde un punto de vista normativo.

El propósito de este documento consiste en proporcionarle información importante acerca del arco eléctrico y de las opciones más adecuadas relativas a los equipos de protección facial.

Dado que más de la mitad de todos los riesgos y lesiones relacionados con arco eléctrico afectan a la zona corporal por encima del cuello, dos de las empresas especializadas con más experiencia en este campo han colaborado para ofrecer una novedosa e innovadora solución de protección:

Centurion Safety Products, diseñadores y fabricantes de sistemas avanzados de protección para la cabeza, y Paulson International, reconocidos por su desarrollo de pantallas de calidad superior para la protección contra arco eléctrico, el fuego y otros elementos peligrosos, han producido conjuntamente una solución avanzada que proporciona al usuario protección de primera categoría contra arco eléctrico.

Este documento se centra en las industrias más habitualmente afectadas por arco eléctrico, así como en el coste real que esto supone tanto para la vida como para el negocio (capítulo 2); las diferentes normativas de seguridad y protección facial por todo el mundo y los problemas que supone la falta de coherencia entre ellas (capítulo 3); una visión general de la gama disponible de tecnologías de protección facial (capítulo 4); y la importancia de la educación y la capacitación para proporcionar información acerca de los riesgos derivados del arco eléctrico y de los equipos de protección individual más adecuados (capítulo 5).

## 1.1 ¿QUÉ ES UN ARCO ELÉCTRICO?

Un arco eléctrico o voltaico (o descarga de arco eléctrico) toma la forma de un rayo intenso que se produce cuando una descarga eléctrica o de cortocircuito se desplaza por el aire y desprende una ráfaga de energía.

Esta descarga es más caliente que el sol y es capaz de crear una explosión de metralla de forma más rápida que una bala; también puede originar altos niveles de radiación electromagnética, gases tóxicos, un ruido ensordecedor y una onda explosiva de presión.

## 1.2 ¿CÓMO PUEDE PRODUCIRSE UN ARCO ELÉCTRICO?

Más del 70 % de accidentes relacionados con arco eléctrico suceden durante el mantenimiento eléctrico, o inmediatamente después.

Las causas más habituales pueden ser los cables o conectores sueltos, trabajar con terminales sucios u oxidados o, simplemente, la caída de una herramienta en las proximidades de una barra colectora.

Otras causas pueden ser un trabajo incorrecto, contactos activos, sobretensión o entradas accidentales de agua.

Es fundamental aumentar los conocimientos, tanto entre empleadores como entre empleados, acerca de cómo se producen estos accidentes, qué se puede hacer para prevenirlos y cómo pueden protegerse las personas en caso de descarga de arco eléctrico.

# El verdadero impacto del arco eléctrico: un asunto poco discutido y de escasa visibilidad

Resulta imposible limitar los incidentes relacionados con arco eléctrico a una única industria en particular. El uso habitual de energía eléctrica en todo tipo de ambientes de trabajo supone que los incidentes relacionados con arco eléctrico suponen un riesgo mucho más frecuente de lo que mucha gente es consciente.

## 2.1 ¿CON QUÉ FRECUENCIA SE PRODUCEN LOS INCIDENTES RELACIONADOS CON ARCO ELÉCTRICO?

En los EE. UU., se producen alrededor de 30 000 incidentes relacionados con arco eléctrico cada año, que causan hasta 7 000 quemaduras y más de 2 000 heridos que requieren atención hospitalaria. (Fuente: Consejo Nacional de Seguridad de EE. UU.)

En el Reino Unido, se estima que cada año se producen unos 400 incidentes relacionados con arco eléctrico; de ellos, 2 de ellos resultan mortales, una media de 36 ocasionan quemaduras y más de 230 producen lesiones que requieren períodos de curación de una semana. (Fuente: HSE 2014/2015)

## 2.2 APLICACIONES MÁS AFECTADAS POR EL FENÓMENO DE ARCO ELÉCTRICO

Las cifras mencionadas pueden resultar sorprendentes; sin embargo, si consideramos las múltiples situaciones en que se puede producir un arco eléctrico, es fácil comprender por qué pueden ser más comunes de lo que cabría pensar hasta ahora.

Las aplicaciones que pueden provocar un incidente relacionado con arco eléctrico incluyen las siguientes (sin perjuicio de que puedan existir otras):

- Unión de cables bajo tensión
- Sincronización de fases en operaciones de alto voltaje
- Inserción y extracción de aparata eléctrica
- Recierre de aparata eléctrica contra falla
- Funcionamiento erróneo o avería de la aparata eléctrica
- Excavaciones en las proximidades de cables bajo tensión
- Contacto accidental con conductores activos durante el mantenimiento

Se estima también que no se informa del 60 % y el 70 % de incidentes relacionados con arco eléctrico (fuente: HSE 2014/15), con lo que las cifras anteriormente mencionadas pueden no describir el panorama de forma certera.

Dado que muchas personas no entienden el fenómeno de arco eléctrico, muchos incidentes relacionados con el mismo se clasifican estadísticamente como incendios convencionales. Por lo tanto, los incidentes podrían ser más comunes o más graves de lo que se tiene constancia, y no deberíamos caer en el error de pensar que se limitan a entornos sometidos a alta tensión.

Básicamente, un arco eléctrico es un efecto causado por una corriente de falla muy elevada (miles de amperios) que se transmite por el aire ionizado y que puede suceder también con facilidad en entornos sometidos a baja tensión. Es fundamental que se tomen las precauciones adecuadas en todo momento; incluso cuando se trabaja con algo tan «sencillo» como una caja de conectores doméstica, el ingeniero debe utilizar una pantalla protectora que lo mantenga a salvo de un potencial fenómeno de arco eléctrico.

### 2.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS RELATIVOS AL ARCO ELÉCTRICO

Como suele ocurrir en muchos aspectos de la vida, casi siempre es mejor prevenir que curar; por ello, es muy importante realizar siempre una evaluación de riesgos en entornos que puedan entrañar una exposición a fenómenos de arco eléctrico.

Es preciso seguir siempre la jerarquía de controles, así como tomar las medidas específicas para situación a fin de limitar las posibilidades de que ocurra una descarga de arco eléctrico. Estas medidas incluyen:

- Mantenimiento y limpieza periódicos
- Sustitución de cajas abiertas o antiguas
- Formación continua del personal
- Reducción del suministro (p. ej. suministros de anillo abierto)
- Aumento de la distancia de trabajo con fuentes potenciales de arco eléctrico
- Ajuste de la temporización de interruptores para reducir el nivel calorífico del arco eléctrico resultante
- Instalación de protección contra arco eléctrico (células fotoeléctricas en la barra colectora)
- Instalación de un relé contra arco eléctrico (energía dirigida por conductos)
- Conmutación remota mediante robot
- Conmutación remota digital
- Mantas protectoras contra arco eléctrico (40 cal/cm<sup>2</sup>)

Figura 2.3: jerarquía de controles



### 2.4 LESIONES CAUSADAS POR ARCO ELÉCTRICO

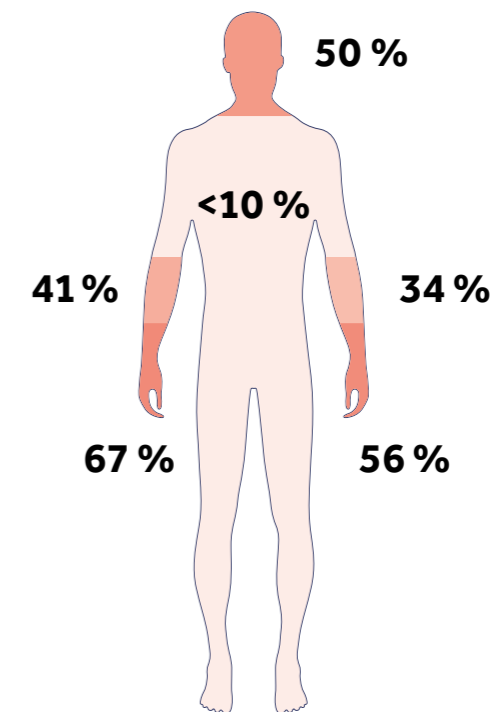
Es importante recordar que un equipo de protección individual no reduce el riesgo de que se produzca una descarga de arco eléctrico, sino que se trata simplemente del último recurso. Incluso aunque se ponga en práctica la jerarquía de controles detallada anteriormente, no es posible garantizar completamente que no se pueda producir una descarga de arco eléctrico. Si el usuario no dispone de un equipo de protección individual adecuado, las lesiones causadas por arco eléctrico pueden revestir gravedad. Algunas de ellas incluyen:

- Quemaduras cutáneas causadas por exposición directa al calor
- Quemaduras graves causadas por gotas de metal fundido
- Daños a la vista por el resplandor de alta intensidad
- Pérdida de memoria o de función cerebral causada por la conmoción
- Pérdida de audición por rotura de tímpanos
- Heridas de metralla causadas por los restos de metal despedidos
- Otras lesiones físicas, p. ej. fracturas óseas causadas por una caída desde una escalera o un impacto contra la pared
- Efectos secundarios, p. ej. aislamiento social y depresión a causa de una deformidad irreparable o la necesidad de cuidados a largo plazo, con las repercusiones económicas correspondientes

Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion, apunta:

“ Debemos recordar que un equipo de protección individual no constituye una solución única. Es preciso llevar a cabo en primer lugar evaluaciones de riesgo y emprender las medidas de prevención oportunas. Es entonces cuando se debe proporcionar un equipo de protección individual, en función del riesgo remanente. Un equipo de protección individual es la barrera que protege en caso de que falle todo lo demás; por ello, es fundamental que tanto los empleados como los ingenieros eléctricos elijan de forma correcta.

Las pruebas apuntan al hecho de que cuando un trabajador sufre lesiones térmicas, estas afectan a la cara o a la cabeza al menos en el 50 % de las ocasiones. Como expertos en protección en la zona corporal por encima del cuello, queremos centrarnos en la mejor solución posible; para abordar este tema, nos asociamos con un experto en arco eléctrico. ”



# Un mundo de confusión:

Diferencias en los estándares de seguridad para la protección de la zona por encima del cuello y la necesidad de un marco normativo actualizado y coherente

Durante muchos años, la falta de concienciación con respecto a los fenómenos de arco eléctrico ha supuesto que no se tuviera en consideración este riesgo a la hora de definir los equipos de protección individual para trabajadores que desarrollan su actividad frente a instalaciones de energía eléctrica, como los armarios de conmutación o los transformadores.

Anteriormente, se consideraban las descargas eléctricas como único riesgo importante de cara a los trabajos con electricidad; apenas se tenían en cuenta las lesiones potenciales que podrían afectar a la cabeza o a la cara.

Esta situación continuó hasta que Ralph Lee publicó, en 1982, su artículo «The Other Electrical Hazard: Electric Arc Blast Burns» («El otro peligro eléctrico: las quemaduras por descarga de arco eléctrico»).

Desde entonces, se han logrado mejoras tanto en la regulación como en la adopción de normativas de seguridad; no obstante, el asunto del arco eléctrico sigue sin entenderse de forma generalizada.

Si bien, inicialmente, se tenían en cuenta los efectos más evidentes como la alta temperatura, las salpicaduras de metal fundido y los fragmentos despedidos por la energía de la explosión, se obviaban en mayor o menor medida la radiación electromagnética y el plasma que acompañan a la descarga. Además, a pesar de no ser visible a simple vista, la radiación infrarroja puede quemar los ojos y la cara incluso tras una pantalla facial, sin que esta resulte dañada.

Por si fuera poco, como asunto a gran escala, la cuestión acerca de cómo proporcionar la mejor protección por encima del cuello en caso de descarga de arco eléctrico se mantiene muy diversificada y fragmentada por todo el mundo.

## 3.1 NORMATIVA EUROPEA EN 166 - OPCIÓN 8

La normativa europea para la protección ocular y facial es la EN 166. En la sección 7.2.7 figura una opción para la protección contra fallo de arco: la opción 8. Los únicos requisitos para lograr esta protección quedan recogidos en la tabla siguiente, y se han deducido de una serie de pruebas de arco (de 12 kA, 380-400 V, 50 Hz, con una duración de 1 segundo) con distintos materiales y las consiguientes inspecciones visuales. Se parte también de la base de que una pantalla facial que no se derrita, no se queme y no presente otros daños graves en las pruebas de fallo de arco es capaz de proteger correctamente al usuario.

Requisitos	
Material	Policarbonato, acetato de celulosa o propionato de celulosa, con protección contra la radiación UV. Sin partes expuestas de metal, con todos los bordes externos redondeados y chaflanados
Grosor	Mín. 1,4 mm
Escala	2-1,2 o 3-1,2
Alto	Profundidad mín. de línea central vertical de la pantalla: 150 mm
Máxima transmitancia de luz visible (VLT)	≥ 74,4 %

Por su parte, esto supone una serie de problemas, tal y como explica Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion:

«La normativa actual, la opción 8 de la EN 166, estipula que el producto debe estar fabricado con un material de entre tres posibles. En los últimos años, a lo largo de diversos proyectos de investigación y procesos de prueba en Centurion, hemos descubierto que el policarbonato es el único material apto, incluso descubrimos que el acetato de celulosa se derretiría en gran medida. Si bien es común el uso del policarbonato para las protecciones faciales contra arco eléctrico, la normativa EN 166 todavía incluye el acetato: toda normativa de seguridad actualizada debería rectificar esto.»

Otras pruebas posteriores que utilizaban sensores situados tras la pantalla han demostrado que no es posible justificar la premisa inicial para validar la opción 8 de la EN 166, ya que, a falta de pruebas adicionales, no es posible determinar si un nivel elevado de radiación puede pasar o no a través de una pantalla facial y afectar a los ojos y la cara sin dañar la propia pantalla.

Además, como no se dispone de ensayos de exposición a arco eléctrico, como los de caja o con maniquíes (véanse los capítulos 3.2 y 3.3) para demostrar la adecuación de la protección facial contra arco eléctrico, se han establecido nuevos requisitos a la hora de otorgar el distintivo CE a los nuevos equipos de protección individual europeos (opción 8), principalmente los del estándar GS-ET-29, que abarca todos los riesgos térmicos vinculados a un fallo de arco eléctrico e incluye otros requisitos relevantes para la seguridad en el trabajo, como los relativos a la transmitancia de luz visible.

## 3.2 GS-ET-29

En 2008, la asociación profesional alemana para la prevención y seguro obligatorio de accidentes en las industrias eléctrica, textil y de ingeniería de precisión (BGETEM) publicó el documento GS-ET-29, «Requisitos adicionales para las pruebas y la certificación de la protección facial de los electricistas».

De conformidad con GS-ET-29, se utiliza una prueba de arco eléctrico en caja (Arc-in-a-Box) para diferenciar dos clases de protección: la Clase 1 y la Clase 2, tal y como se detalla a continuación; además, se establecen tres clases para diferenciar la transmitancia de luz visible.

Dos clases de protección:

Clase	Energía incidente	Cal/cm <sup>2</sup>
1	Energía incidente: 135 kJ/m <sup>2</sup>	3,2 cal/cm <sup>2</sup> (4 kA)
2	Energía incidente: 423 kJ/m <sup>2</sup>	10,1 cal/cm <sup>2</sup> (7 kA)

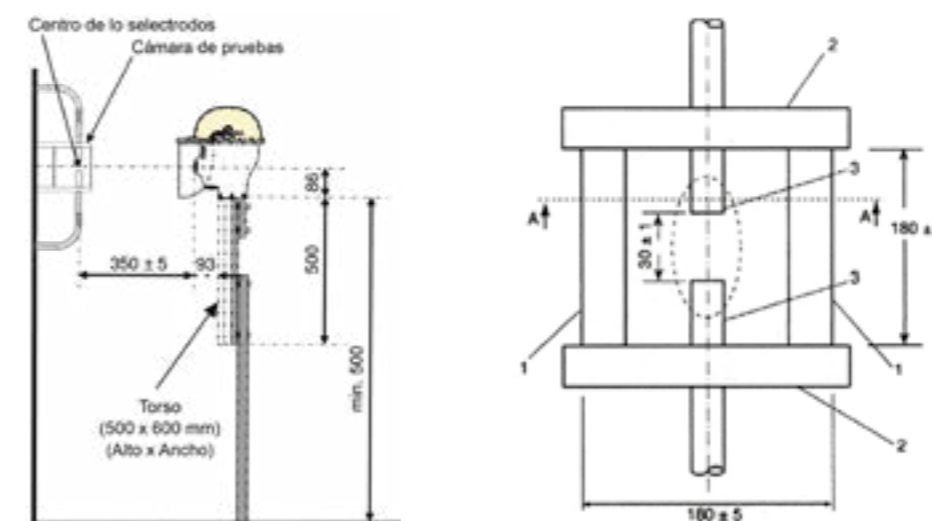
Clases de transmitancia de luz visible:

Clase	Nivel de VLT
0	≥ 75 %
1	50 % ≤ VLT ≤ 75 %
2	VLT < 50 %

El ensayo de arco eléctrico en caja es una prueba acotada que se rige por el siguiente método:

- Se requiere un laboratorio de alta corriente
- Una fuente de arco eléctrico controlada
- Un cabezal resistente a las llamas equipado con sensores
- Debe estar confinado en una caja que simule las propiedades reflectantes de un armario de conmutadores
- Debe focalizar la energía del arco eléctrico hacia el centro de la cara y de la pantalla
- Crea un arco sucio mediante electrodos de dos materiales diferentes
- El efecto buscado consiste en generar material fundido y detritos
- La prueba se realiza a 400 V CA durante 500 ms

Al solicitar el estándar de la opción 8 de la normativa europea EN 166 para demostrar la adecuación de la protección contra arco eléctrico, ahora es también obligatoria la realización de una prueba de arco en caja de conformidad con el procedimiento de la GS-ET-29 detallado anteriormente.





### 3.3 NORMATIVA NFPA 70E – ASTM F2178 (ESTADOS UNIDOS)

La normativa de EE. UU. para equipos de protección individual contra arco eléctrico requiere el uso de un ensayo con maniqués comúnmente conocido como «de arco abierto» o «Arc Man».

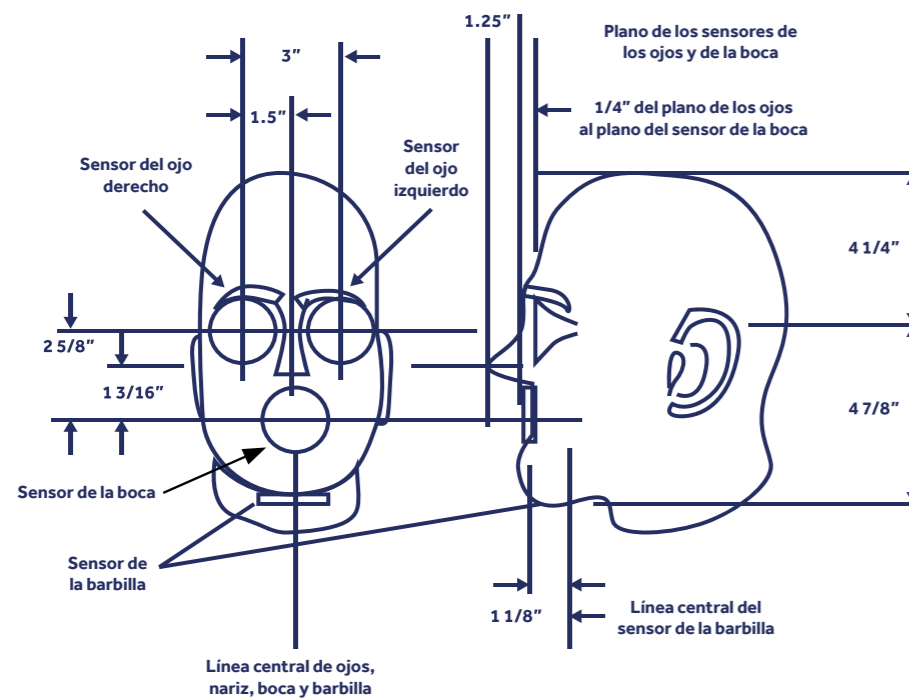
ASTM F2178 prevé el uso de un laboratorio de alta corriente en el que se utiliza una fuente controlada de arco eléctrico con maniqués resistentes a las llamas y equipados con sensores de monitorización; se colocan 4 sensores bajo la barbilla, en la zona de los ojos y en torno a la boca. (Véase el diagrama más abajo)

El ensayo determina la cantidad total de calor recibido en la superficie de los sensores, y en particular:

#### Calor de convección Radiación electromagnética

Aunque este método de prueba es habitual en EE. UU. desde hace muchos años, el estándar ASTM F2178 no se acepta en la UE porque permite un 50 % de probabilidades de que el usuario sufra quemaduras de segundo grado.

Figura 3.2: Ensayo de arco abierto con maniquí/Arc Man



### 3.4 EL PROBLEMA A LA HORA DE COMPARAR DISTINTOS ENSAYOS DE ARCO ELÉCTRICO

Por lo general, los resultados de los métodos de ensayo con maniqués y en caja no son comparables debido a las múltiples diferencias físicas y técnicas de ambos procedimientos; p. ej., las distintas configuraciones de las pruebas, que originan distintos niveles de dispersión del arco eléctrico (arco eléctrico de campo abierto vs. arco eléctrico contenido).

Así pues, un equipo de protección individual para la cara que supere una de las pruebas puede no superar la otra y viceversa, incluso cuando se consideran niveles idénticos de emisión energética. Tal y como se mencionó en el punto 3.3 anterior, la prueba de rendimiento térmico de arco con maniquí permite un 50 % de probabilidades de que el usuario sufra quemaduras de segundo grado, mientras que la prueba de arco eléctrico en caja admite únicamente equipos de protección individual para los que se ha determinado que no existen probabilidades de quemaduras de segundo grado.

Como resultado, el marco normativo para la protección contra arco eléctrico resulta a menudo confuso para quienes tratan de elegir la protección facial adecuada. Mientras que algunos países carecen de normativas relativas al arco eléctrico, otros han desarrollado estándares individuales que no son necesariamente intercambiables entre sí.

En Asia y Sudamérica, las normativas suelen seguir el modelo europeo, mientras que Australia se encuentra actualmente en una especie de limbo normativo, sin estándares relativos al arco eléctrico.

### 3.5 LA PUGNA POR UN MARCO NORMATIVO DE SEGURIDAD RECONOCIDO UNIVERSALMENTE

Partimos de un panorama fragmentado; sin embargo, en la actualidad se está abordando esta realidad mediante la creación de un nuevo marco normativo de seguridad reconocido globalmente para la protección facial, que incluye también las medidas relativas al arco eléctrico.

Fabricantes de pantallas como Paulson se han reunido con otros 30 expertos de la industria procedentes de todo el mundo para configurar un equipo centrado en el panorama internacional y encargado de establecer un estándar IEC que obrará en beneficio de la seguridad de todos.

El proceso se encuentra próximo a su finalización y, en estos momentos, se espera que no haya ninguna objeción. Así pues, se espera que la nueva normativa entre en vigor entre principios y mediados de 2019.

# Para ver las cosas claras:

Los retos abordados y un futuro prometedor para las tecnologías de protección facial

En vista de la inminente adopción de un estándar de seguridad con reconocimiento universal, es más importante si cabe conocer la gama de posibilidades de protección facial disponibles, así como qué puede y no puede hacer cada opción para proteger al usuario.

## 4.1 PROTECCIÓN FACIAL NO DISEÑADA ESPECÍFICAMENTE CONTRA ARCO ELÉCTRICO

En mercados sin normativas establecidas, o a falta de información acerca de los riesgos del arco eléctrico, es habitual recurrir como solución potencial a métodos especializados de protección facial, como los que se suelen utilizar para aplicaciones de soldadura.

Sin embargo, estos no están exentos de problemas, especialmente en lo relativo a la transmitancia de luz visible (VLT), y además pueden acarrear riesgos adicionales que no se han tenido en cuenta previamente.

Los **protectores faciales para soldadura por arco eléctrico** son demasiado oscuros y no proporcionan un nivel suficiente de absorción; por su parte, las **pantallas faciales metalizadas**, además de ser también demasiado oscuras para la gran mayoría de aplicaciones, entrañan el riesgo potencial de que el revestimiento de metal se vaporice bajo intensidades elevadas de arco eléctrico. También se debe considerar que las pantallas faciales metalizadas, así como otras soluciones reflectantes, adquieren sus propiedades protectoras de una superficie extremadamente fina; si se daña esta superficie, la protección deja de ser efectiva.

## 4.2 PANTALLAS CLARAS DE POLICARBONATO (NO ESPECÍFICAS CONTRA ARCO ELÉCTRICO O ADECUADAS PARA UNA INTENSIDAD BAJA)

Las pantallas faciales de policarbonato (con o sin protector de barbilla) se cuentan entre las más comunes del mercado y protegen contra el calor de convección, algunos fragmentos de metralla y las partículas fundidas que pueden originarse de un incidente de arco eléctrico de baja intensidad calorífica.

Siempre que las pantallas de policarbonato sean del grosor y altura adecuados de conformidad con la opción 8 de la normativa EN 166 (véase el capítulo 3.2 anterior), proporcionarán una protección adecuada para la clase 1 según la define el estándar europeo GS-ET-29; son, por tanto, adecuadas para tareas eléctricas en las que puedan producirse incidentes de arco eléctrico de hasta 3,2 cal/cm<sup>2</sup> (según queda determinado por el ensayo de arco eléctrico en caja).

## 4.3 PROTECCIÓN ESPECIALIZADA CONTRA ARCO ELÉCTRICO (PANTALLAS ADECUADAS PARA DESCARGAS DE ALTA INTENSIDAD)

Un incidente de arco eléctrico de alta intensidad suele generar niveles elevados de radiación electromagnética, así como luz ultravioleta, infrarroja y visible de alta energía.

Como se muestra en la imagen, una pantalla básica de policarbonato no puede absorber toda la energía emitida en los incidentes de arco eléctrico de alta intensidad calorífica; esta carencia supone un peligro considerable para el usuario.

Como consecuencia, se han desarrollado pantallas especiales de policarbonato que cumplen los requisitos de protección de la clase 2 de la normativa GS-ET-29 para trabajos eléctricos de hasta 10,1 cm<sup>2</sup> (según queda determinado por el ensayo de arco eléctrico en caja) y que proporcionan un mayor nivel de protección al trabajar en entornos con un riesgo elevado de descargas de arco eléctrico.

Protegen contra el calor de convección y la radiación electromagnética (de vital importancia), así como de la luz visible de alta energía y de los espectros ultravioleta e infrarrojo.

Las consideraciones anteriores describen estándares de protección destinadas al cumplimiento de normativas europeas; sin embargo, tal y como detallamos en el capítulo 3.3, los EE. UU. disponen de su propio marco normativo NFPA 70E – ASTM F2178, concebido para la protección contra arco eléctrico (mediante los ensayos con maniqués comúnmente conocidos como «de arco abierto» o «Arc Man»). El método de prueba ASTM abarca 4 categorías de equipos de protección individual, con niveles de intensidad de arco eléctrico que oscilan entre 4 y 40 cal/cm<sup>2</sup> (como se muestra en la figura 4.3 más abajo).

Figura 4.3 Categorías de equipos de protección individual de conformidad con ASTM F2178

Categoría de EPI	1	2	3	4
Nivel mín. de intensidad de arco eléctrico en cal/cm <sup>2</sup>	4	8	25	40



#### 4.4 UNA MAYOR PRIORIZACIÓN DE LA VISIBILIDAD

No debe subestimarse la trascendencia de la cuestión de la visibilidad para el usuario. Si nos centramos en lo esencial, no podemos obviar el hecho de que una visibilidad correcta es fundamental para la mayoría de personas que trabajan con electricidad. Si bien disponer de un equipo de protección individual adecuado es de vital importancia, en muchos casos se hace hincapié únicamente en la protección y no se presta la atención necesaria a los impedimentos para la visión.

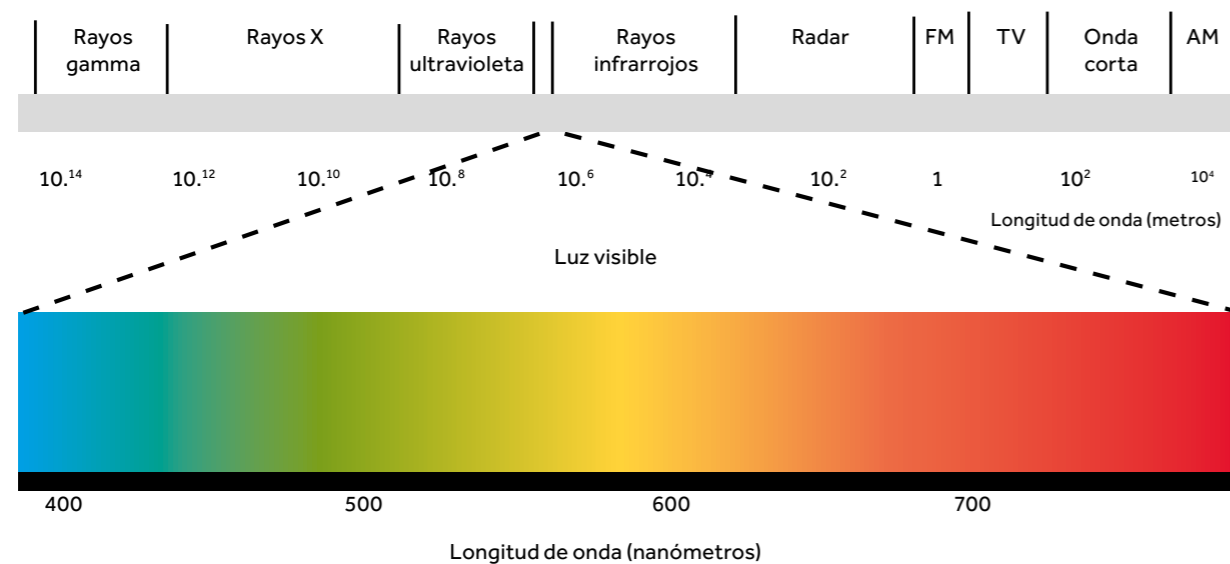
Es preciso tratar las propiedades ópticas como una prioridad porque, en caso contrario, se crearán equipos que protegen al usuario pero que carecen de practicidad para su uso diario. La seguridad sin concesiones servirá para mejorar el cumplimiento normativo y el rendimiento, siempre como una ayuda para el empleado y no como un incordio.

Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion, añade:

*“ He oído con frecuencia comparaciones con el cinturón de seguridad de un coche, que está diseñado para mantener nuestra integridad en caso de colisión, pese a que, siendo realistas, muchos de nosotros no sufriremos esta experiencia en toda nuestra vida. Sin embargo, la diferencia radica en que el cinturón de seguridad no nos impide conducir el coche de forma efectiva. Nos protege, pero no supone un impedimento. Si bien las pantallas tradicionales contra arco eléctrico proporcionan protección, también ejercen un impacto sobre la visibilidad del usuario y, potencialmente, sobre su capacidad para realizar su trabajo. Las pantallas deben ser seguras a la par que efectivas. ”*

Por esta razón, tampoco constituye una solución viable la aplicación de filtros o revestimientos especiales a las pantallas faciales existentes; algunos pueden hacer que el usuario sienta demasiado calor, o pueden incluso derretirse si se produce una descarga de arco eléctrico. En general, todos los filtros permiten un nivel escaso de transmitancia de luz roja y azul, lo que los hace peligrosos para aquellos usuarios que trabajan en entornos poco iluminados, p. ej. al llevar a cabo una extracción en un armario de conexiones.

Figura 4.4: El espectro electromagnético



En tales situaciones, el usuario se enfrenta a enormes variaciones lumínicas: desde espacios industriales claramente iluminados hasta tareas en la penumbra de un armario de conexiones, en los que el orificio puede tener un diámetro de hasta 1,5 m. Estos cambios lumínicos pueden suponer una dificultad para los ojos incluso sin el «obstáculo» añadido de una pantalla con revestimiento.

King prosigue:

*“ Un dicho popular dice que «por la noche todos los gatos son pardos», lo que significa que, en la oscuridad, no somos capaces de distinguir los colores, sino únicamente las variaciones de blanco, negro y gris. En estas condiciones, ciertas tareas, como p. ej. una extracción, se vuelven particularmente peligrosas. ”*

#### 4.5 PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

Se utilizan principalmente dos métodos para proteger al usuario de la radiación electromagnética que entraña un incidente de arco eléctrico.

**Reflexión:** Funciona como un espejo semipermeable que refleja las radiaciones malignas para proteger al usuario. Normalmente se aplica en forma de capa superficial fina; sin embargo, una vez dañada la superficie reflectante, la protección al usuario queda mermada o completamente anulada.

La situación se complica todavía más si consideramos que esos daños no siempre son evidentes a simple vista y no se detectan mediante una comprobación funcional. Así pues, este método debe entenderse como una tecnología de protección contra arco eléctrico básica o de «nivel inicial».

**Absorción:** Con esta técnica, la pantalla facial soporta la absorción de toda la energía originada en el incidente de arco eléctrico. Además, los daños superficiales de la pantalla derivados del uso y del desgaste no alteran de forma significativa el nivel de protección proporcionado. Esto posibilita la realización de comprobaciones de funcionamiento mediante una sencilla inspección visual.

No obstante, este método de tecnología de protección contra arco eléctrico es científicamente más complejo y no es fácil de reproducir; además, requiere un alto nivel de conocimientos técnicos para poder procesar la energía absorbida. Si bien las tecnologías básicas de absorción pueden acelerar el envejecimiento del producto, las soluciones de alta tecnología son capaces incluso de prolongar la vida útil de la pantalla facial.



#### 4.6 «ABSORCIÓN ACTIVA»: LA SOLUCIÓN MÁS EFECTIVA DE PROTECCIÓN CONTRA ARCO ELÉCTRICO

Partiendo de la premisa y evidencia de que la absorción es el mejor método para proteger al usuario de la radiación electromagnética, se planteó el reto ingenieril de la fabricación de una pantalla facial plenamente satisfactoria.

*“Hasta ahora, la elección de una u otra pantalla entrañaba ciertos compromisos;”*

En palabras de Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion:

*“no era posible disponer a la vez de una protección excelente y de una buena visibilidad a través de la pantalla. Si se producía una descarga de arco eléctrico, se mantenía la estructura de la pantalla y se proporcionaba una protección «pasiva».”*

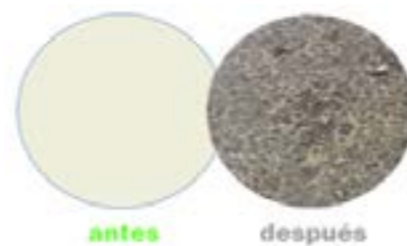
Con la «protección activa», ya disponible en las pantallas faciales con tecnología inteligente activa de Paulson, las pantallas consumen la energía y, en caso de producirse una descarga de arco eléctrico, se modifica la estructura molecular del dispositivo protector.

Absorción activa: pantalla facial de protección contra arco eléctrico de clase 2 con tecnología inteligente de Paulson
La nanotecnología permite usar la energía del arco eléctrico para modificar las pantallas faciales
Protección mediante tecnología de carbonización
Generación de una corteza de absorción de calor y radiación
La protección comienza en el momento de la descarga
La energía del arco eléctrico se consume y se utiliza para la modificación
Uso de la ablación: la energía del arco eléctrico se consume para una disociación superficial controlada
Una capa gruesa bloquea la luz y el calor mediante la creación adicional de células de aire aislantes
Mayor VLT y mejor percepción del color

King añade:

*“La nanotecnología empleada utiliza la energía del arco eléctrico para modificar la pantalla facial y generar una capa de carbonito, una corteza oscura que absorbe el calor, la luz y la radiación electromagnética. La protección comienza en el momento en que se produce el arco eléctrico; todo el procedimiento se realiza en cuestión de milisegundos.”*

En Paulson se han necesitado 25 años de investigación y desarrollo para lograr esta solución, que no es solamente una simple pantalla, sino que supone un gran salto adelante en la protección de los trabajadores contra los diversos riesgos y peligros que entraña el fenómeno de arco eléctrico.



#### 4.7 NUEVA TECNOLOGÍA GRIS CLARO HT DE PAULSON: EL FUTURO DE LA PROTECCIÓN ESPECÍFICA CONTRA ARCO ELÉCTRICO

Valiéndonos de la tecnología de protección activa descrita anteriormente, comenzamos a vislumbrar la próxima generación de pantallas especiales concebidas para proporcionar la máxima protección contra arco eléctrico a los usuarios.

El nuevo sistema Contour XIII gris claro HT de Centurion, expertos en protección por encima del cuello, es pionero en el mercado; con la visibilidad y la seguridad sin compromisos firmemente asentadas en su núcleo, ofrece la tecnología HT de Paulson y la pantalla de clase 2 europea más transparente, con los niveles más elevados (más del 80 %) de transmitancia de luz visible (VLT).

Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion, explica los beneficios para el usuario:

*“La tecnología de nanopartículas en la pantalla moldeada por inyección proporciona una protección completa; en comparación con las pantallas contra arco eléctrico de tonalidad verde, la nueva pantalla gris claro HT transmite más longitudes de onda, lo que hace que los colores sean más claros y que exista una mayor visibilidad de todo el espectro cromático.”*

*Esto supone un aumento de los niveles de seguridad, gracias al reconocimiento mejorado de colores debido a la elevada VLT, sin parangón incluso con una iluminación de baja intensidad; por su parte, el protector de barbilla está fabricado con el mismo material gris claro HT, lo que también permite una excelente visibilidad hacia abajo.*

*Como resultado de una investigación y un desarrollo intensivos, se ha demostrado que la tecnología mejorada de nanopartículas activas utilizada en la pantalla gris claro HT ofrece propiedades consistentes de protección contra arco eléctrico e impactos. Así pues, Paulson asegura con asertividad una vida útil ampliada de 10 años (para un uso constante del producto en interiores o exteriores).*

*Gracias a la colaboración estrecha con el equipo responsable de la gestión de los nuevos estándares de seguridad universalmente reconocidos para la protección contra arco eléctrico, sabemos que estos innovadores productos no solo cumplen con las nuevas normativas, sino que van más allá de las mismas y ofrecen el mejor nivel de protección para los próximos años.”*

King añade:

*“El desarrollo de esta nueva pantalla debe entenderse como parte de un sistema integral de protección «por encima del cuello». La combinación de las nuevas pantallas con el casco Nexus o Concept y con el sistema portapantallas Contour, diseñado exactamente para los contornos del casco a fin de alejar cualquier residuo restante de la zona de la cara, ha permitido crear un sistema que consideramos como el más efectivo del mercado.”*



# ¿Sobre quién recae la responsabilidad?

La necesidad de aumentar los conocimientos acerca de normativas y soluciones de protección de la zona por encima del cuello

El reto final consiste ahora en garantizar una orientación correcta, tanto de empleadores como de empleados, de cara a estos avances recientes en protección de la zona por encima del cuello.

A menudo existe confusión acerca de quién es el responsable principal en la organización para todo lo relativo a la formación acerca de los peligros que entraña el arco eléctrico.

Chris Tidy, especialista técnico y de formación en Centurion, opina que este punto debería estar más claro:

*« Es fundamental para los empleadores garantizar que sus políticas propias de salud y seguridad aborden los riesgos que entraña un incidente de arco eléctrico. Además, conminamos a todos aquellos que trabajan en industrias sometidas a riesgo de incidentes de arco eléctrico para que desarrollen procedimientos de seguridad específicos a este respecto. »*

*Dichos procedimientos deben incluir orientación sobre las mejores prácticas de cara a la elección de los EPI adecuados para distintas situaciones, así como la implementación de programas de formación de personal actualizados periódicamente encaminados a garantizar que todos los agentes clave de la organización estén al tanto de las directrices y normativas más recientes del sector.*

*En Centurion, queremos contribuir a todo esto; por ello, hemos desarrollado un programa completo y hemos destinado recursos a la formación y la educación. Como expertos que somos, creemos poder ayudar de forma óptima a proporcionar una formación más detallada y precisa en materia de protección de la zona por encima del cuello, ya que consideramos que es la parte del cuerpo más importante que proteger. »*

Cada vez se trabaja más con sistemas conectados a fuentes de energía. Nuestra sociedad, en funcionamiento las 24 horas del día, no siempre permite apagar o detener los sistemas para proceder a su mantenimiento o a su limpieza. En la medida de lo posible, las empresas deben aislar una zona en estricto cumplimiento de la jerarquía de controles para poder realizar esas tareas.

Es posible reducir drásticamente la probabilidad de un incidente de arco eléctrico manteniendo el sistema limpio, de modo que la limpieza reviste una importancia considerable; sin embargo, trabajar con un sistema conectado a una fuente de energía siempre entraña un cierto peligro. Por eso es esencial que los especialistas que trabajan en dichos sistemas dispongan del mejor equipo de seguridad que sea posible, de modo que no solo estén protegidos, sino que también puedan realizar sus tareas en el máximo de sus facultades, de forma segura y eficiente.

Rod King, ingeniero de pruebas en Centurion, sintetiza:

*« Como expertos y especialistas en este sector, nuestro objetivo no solo consiste en ofrecer la mejor solución para la industria, sino también en contribuir a educar por medio de este documento. Nuestra intención es ayudar tanto a empleadores como a empleados, de manera conjunta, ya que todo debe ir de la mano para que sea realmente efectivo. »*

## Referencias

- «Avoiding Arc Flash» – Sarah Trotto, National Safety Council (2015)
- «Electricity at Work» – Health & Safety Executive (2013)
- «Arc Flash: Blast Rites» – Louis Wustemann, Health & Safety at Work (2011)
- «Electrical Safety and You» – Health & Safety Executive (1998)

## Autor



### ROD KING, INGENIERO DE PRUEBAS EN CENTURION SAFETY PRODUCTS

Rod es un ingeniero mecánico plenamente cualificado que inició su carrera profesional en el Ministerio de Defensa británico, donde trabajó en áreas muy diversas, como la aviación, los sistemas hidráulicos, los sistemas de combustibles y los sistemas de filtrado.

Posteriormente trabajó como ingeniero sénior de ensayo y desarrollo, responsable de monitorización de estado, en numerosos sectores industriales como la aviación, los sistemas hidráulicos, la generación de energía y las plataformas petroleras y gasísticas. Mientras trabajaba en esos sectores se convirtió en jefe de ensayo de productos para normas ISO, incluida la certificación CE y ATEX, junto con el desarrollo de nuevos productos. Rod ha sido miembro del Comité Técnico TC6 «Control de contaminación» de la British Fluid Power Association (BFPA), desde donde ha redactado y perfeccionado diversas normas y directivas británicas.

Desde que forma parte de Centurion, Rod se ha convertido en el representante técnico en numerosos proyectos de sistemas de seguridad para zonas por encima del cuello y es responsable de ensayos dentro de esos equipos de proyecto. También es miembro del PH2, el comité británico para la protección de los ojos y la cara.



**CENTURION**<sup>®</sup>  
WHEN CLARITY COUNTS