

RIESGOS ELECTRICOS

Se puede decir que los peligros eléctricos existen desde que Thomas Edison inventó el primer generador eléctrico, en Septiembre del 1882. Desde entonces, quienes trabajaban con energía han utilizado algún tipo de protección personal, la cual no siempre ha sido la correcta. A través de los años, con destacada y abundante investigación y desarrollo por parte de unos pocos investigadores, se ha intentado encontrar lo mas adecuado en EPP (Equipo de Protección Personal). Favorablemente para los electricistas en el mundo entero, se ha avanzado suficientemente como para lograr establecer muchos parámetros y límites que nos permiten en el presente saber la verdad y dejar de lado muchos mitos acerca de la protección. Hoy, se ha conseguido definir la última generación en EPP, lo que por mucho tiempo se había buscado.

Los Peligros Eléctricos

Los principales peligros que la energía eléctrica presenta son: el choque eléctrico (electrocución) y los relámpagos de arco (quemaduras). El choque eléctrico es el peligro más reconocido desde la creación del generador eléctrico, mientras que el relámpago de arco no habría sido definido sino hasta el 1982, tomando así 100 años descubrir este peligro y 121 años definirlo como se lo conoce hoy. En la actualidad en gran parte de las compañías de Latino América, el relámpago de arco no se reconoce como un caso de accidente en sus estadísticas. Se suele generalizar como accidente por choque eléctrico sin saber realmente de qué trata este fenómeno (relámpago de arco) o si no, se le llama con otros nombres (entre ellos: flamazo, corto circuito, arco voltaico, deflagración). Es por esta razón, que por varios años no se protegió a los trabajadores adecuadamente de este peligro específico - era algo inesperado - causando así serios accidentes y considerables muertes todos los días a trabajadores en todo el mundo.

Algunas Estadísticas al Respecto

Lo notable de estos dos peligros y de la forma en que fueron tratados es que sobre un total de accidentes eléctricos, solo un 20% de los accidentes se deben a choques eléctricos, mientras que un 80% son relámpagos de arco. Algunas estadísticas muestran que a diario ocurren entre 5 y 10 relámpagos de arco en EEUU - esto es basándose solo en los accidentes graves que terminan en hospitales, pero se considera que una considerable parte no llega a hospitales. Una estadística más impactante aun, de OSHA (Secretaria de Prevención de EEUU) muestra que a diario mueren entre 2 y 3 personas por relámpagos de arco, se estima que este número puede multiplicarse por dos. Se ha notado en los últimos años cómo los estadounidenses están dejando de lado los trabajos eléctricos riesgosos, contratando en gran parte a hispanos para hacerlos. En el año 2001 han muerto 891 personas hispanas en EEUU por accidentes relacionados con la electricidad (construcción, distribución, mantenimiento, etc.).

¿Qué sucede si nos exponemos a estos peligros eléctricos?

El choque eléctrico implica un flujo de energía eléctrica a través o sobre el cuerpo, usualmente sucede por contacto directo pero puede suceder por aproximación a límites no permitidos. La persona afectada por este fenómeno puede simplemente sentir un cosquilleo o ser quemado internamente, obtener daños neurológicos, sufrir paro respiratorio, cardiaco u otros daños también severos.

El relámpago de arco es la liberación de distintos tipos de energía concentrada como resultado de una falla, alcanzando temperaturas sobre los 19,000 C ° (referencia: la superficie solar tiene 4,980 C °). Se presenta como una explosión (relámpago) irradiando intensamente luz ultra violeta, ruido a altos decibeles, (ráfaga de arco, segunda fase del fenómeno) luz infrarroja, partículas de metal fundido y una onda con gran presión, que impactan de distintas formas sobre el cuerpo humano. En estos eventos no existe el contacto directo, sino que es toda radiación. Los relámpagos y ráfagas de arcos eléctricos pueden causar lesiones por la exposición a salpicaduras de metales fundidos, quemaduras de 3er grado por encendido, derretimiento de vestimenta y/o incendios secundarios (Ej.: transformadores de aceite), traumatismos físicos debido a la fuerza de explosión, daños en la audición y en la visión. Este fenómeno se presenta mayormente al realizar cualquier movimiento físico dentro de un equipo eléctrico o por fallas técnicas. Lo que lo hace más peligroso es que es raro que se presente durante la operación normal, sino que sucederá cuando alguien se encuentre frente al equipo.

Accidente: Caso Real

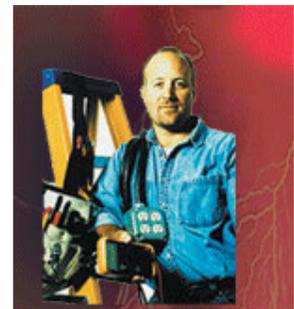
Conversando con el Ing. David Fimbres de Sonora, México, me dio su descripción de la exposición sobrevivida a un relámpago de arco de baja intensidad:

"Me encontraba insertando una fase al interruptor, en una sala de control de motores, un área confinada. En un instante escuché un ruido seco, vi una luz muy fuerte, sentí un impacto, quedé ciego y había perdido la audición. Me encontraba en el suelo, aunque no sabía dónde estaba. Es como que te apaguen por un momento y te vuelvan a encender, no sabes dónde tienes las manos, las piernas y a pesar de que sabes que tienes los ojos abiertos está todo negro. Mentalmente no quería moverme por el riesgo de tocar otro equipo, pero no sabía qué estaba haciendo porque no me podía ver o sentir, no tenía sensaciones. Podía estar quemado o herido, pero no lo sabía. Al rato comencé a ver un poco de luz, comencé a verme y moverme. Me quemé el rostro, perdí las cejas y pestañas. Mas tarde notamos que el cable, tornillo y parte del interruptor en que estaba trabajando se habían evaporado."

Comienzos de la utilización de EPP

Por muchos años la utilización de ropa de algodón y lana, guantes de caucho y de cuero fue lo más común, luego y a medida que se desarrollaron nuevas tecnologías, se empezaron a implementar fibras sintéticas a la ropa de trabajo para darle más duración a las prendas. A principio de los años 70's algunas compañías eléctricas al nordeste de EEUU comenzaron a utilizar monogafas (goggles) de lente claro con protección UV (ultra violeta), dado que se reconocía un peligro de "explosiones eléctricas" y se pensaba que era radiación UV.

La práctica fue demostrando que esto no era el suficiente y adecuado EPP para proteger a los trabajadores, dado que se tomaba en consideración solamente el choque eléctrico al utilizar materiales dieléctricos y aislantes, pero no se consideraban los relámpagos de arco. También se descubrió que utilizando telas con fibras sintéticas y protección fa-cial de materiales termoplásticos, al ser expuestos a arcos eléctricos muchas veces se empeoraba la situación. Estos materiales se fundían con el calor, se pegaban al cuerpo, extremidades y rostro de los trabajadores, haciendo que quemaduras que quizás podrían haber sido leves se transformaran en quemaduras de 3er grado.



2da Generación del EPP



Poco después de haber sido publicada la teoría de los arcos eléctricos por Ralph Lee, en 1985 Jack B. Hirschmann Jr. crea el primer protector facial para relámpagos de arco. Este es fabricado en poli carbonato con una protección a rayos UV, para proteger de los aspectos que se conocían hasta entonces de este fenómeno. En 1987 se confecciona el primer traje para la protección de arcos eléctricos, diseñado en dos piezas, una parca o sobretodo hasta los tobillos con su capucha y protector facial con protección UV incorporado. Convirtiéndose mas tarde en "el padrino" del EPP par arcos eléctricos.

3ra Generación del EPP: Revolución de Normas y Estándares

Los 90's fueron años de gran avance en cuestión de normas y estándares de seguridad eléctrica, esto asistió al desarrollo de mejores, más confiables productos de seguridad y el surgimiento de la 3er generación de trajes para relámpagos de arco. Por otra parte, no faltó quien tomara ventaja y promoviera sus productos diciendo cumplir con ciertas bondades, cuando pruebas de laboratorio demostraban lo contrario.

Se publicaron normas y estándares sobre productos como guantes, mantas, mangas, mangueras, cubiertas y herramientas aislantes, también otras complementarias a la seguridad eléctrica, que cubrían productos y procedimientos tales como calzado dieléctrico, guantes protectores de cuero, inspección visual de guantes aislantes, señales y etiquetas de seguridad, escaleras y herramientas de fibra de vidrio y puestas a tierra (Tablas 3-3.8 y 3-4.11 de NFPA 70E - 2000).

En 1994 OSHA en su norma 1910.269 trata el tema de la vestimenta que contribuye a las quemaduras por arcos eléctricos y ASTM por medio del estándar F1506 publica sobre la ropa de protección contra relámpagos de arco. Por primera vez en la historia se escribe un estándar acerca del EPP para relámpagos de arco, a este lo complementan dos estándares que se publican en 1995, ASTM F1959 y F1958 los cuales revolucionaron el EPP para electricistas como se lo conocía hasta ese momento.

Los estándares permitieron cuantificar la incidencia de energía sobre telas y maniqués, pudiendo darle niveles de protección a los trajes de relámpago de arco. Así se crea la 3er generación de EPP para relámpagos de arco, trajes conformados por capuchas, chaquetas y pantalones de 15, 31, 50 y 100 calorías por centímetro cuadrado (cal/cm²), dejando de lado el diseño anterior en forma de parca o sobretodo.

En este proyecto se creó un método de pruebas para protección facial que permitió descubrir que los peligros no eran solo la radiación UV, sino que la mayor parte de la radiación era infra roja (IR). Esto hace que se cambie del protector facial con protección UV a protectores faciales fabricados de poli carbonato con cobertura en oro 24k. Esta tecnología fue desarrollada por la Familia Hirschmann para NASA y permite filtrar la radiación IR, UV y permite el paso de la luz visible. Llegado 1999 se cambio una vez mas la protección facial, esta vez a propianato con la resina ArcX O y el inicio de protectores faciales con niveles de protección similar al de las telas de los trajes.

Se introduce un nuevo componente al EPP del electricista, las mantas de supresión de arcos periféricos. Con esto los trabajadores pueden crear barreras de contención en equipos periféricos, dándoles protección extra de relámpagos de arcos en equipos cercanos al lugar de trabajo de ellos.

Buscando el Traje Apropriado

Se decidió evolucionar el diseño del traje, de una parca al traje de dos piezas (pantalón y chaqueta) porque se descubren los peligros asociados a la parca. Al hacer trabajos en bajas alturas o al agacharse, los trabajadores exponían sus extremidades inferiores, quedando al descubierto en el momento de un relámpago de arco. Se modifican los cerramientos, dejando de lado piezas metálicas y añadiendo materiales dieléctricos resistentes a altas temperaturas.

Actualmente hay compañías que ofrecen el traje con diseño de parca o sobretodo, siguiendo el modelo del "padrino" de los trajes para arcos, sin saber que ya quedo obsoleto. Se pueden encontrar trajes con costuras de hilos inflamables, que al ser sometidos a pruebas de arcos uno puede verlos literalmente desarmarse. Existen cerramientos metálicos, que resultan peligrosos, otros que son de plástico (Velcros y cierres) que al ser expuestos a relámpagos de arco se funden sin dejar quitar el traje y atender a la victima o cediendo en el momento del relámpago de arco y exponiendo a la victima. He visto trajes con bolsillos y bolsas, lo que resulta peligroso si alguien coloca una herramienta en es-tas. El colmo es los que tienen aberturas para ventilación, que dejan que el relámpago de arco, de naturaleza envolvente, ingrese al traje en el momento de la explosión (exposición).

Los protectores faciales que utilizan algunos en sus capuchas son transparentes (claros), los cuales no ofrecen la protección adecuada para estos peligros, otros son sumamente oscuros al punto de que pueden provocar un accidente por falta de visibilidad. Es sumamente importante que se hagan las pruebas necesarias para determinar el nivel de protección que ofrece un protector facial y especialmente para igualar la protección de las telas en cada traje.

Para seleccionar su traje: 1) Haga un análisis de riesgo. 2) Tome en consideración los puntos que mencioné en el párrafo anterior, de nada le serviría comprarse un traje y que el día que lo necesite no le funcione. 3) Pídale al fabricante los resultados de las pruebas en laboratorio ASTM 2178-02a y estándar ASTM F1506-02a. Esta será la única forma de estar 100% seguro de que ese traje completo, incluyendo protector facial, resistirá al momento de un accidente y le salvará la vida.

NFPA 70E - Edición 2000

Llegado el año 2000 se publica la nueva edición de la norma NFPA 70E, una excelente norma que ofrece contenido sumamente importante para todo trabajador eléctrico: Entrenamiento, procedimientos, ingeniería de control y EPP. Uno de los capítulos esta dedicado completamente al EPP del electricista, donde se habla de los peligros de relámpagos y ráfagas de arco eléctrico y la protección adecuada. Esta sección se basa en la

descripción de los únicos trajes para arcos eléctricos existentes que cumplieran con este estándar y todas las pruebas ASTM que aplicaban a este fenómeno, incluyendo F1959 (resistencia a la flama ATPV y EBT) y F2178-02 (prueba de nivel de protección de los protectores faciales, implementada en aquel entonces por Oberon y publicada recién en el 2002 por ASTM).

La norma 70E contiene una tabla (3-3.9.3) con categorías de riesgo 0 a 4, con los niveles de protección por categoría, peso de las telas y combinación de telas que se pueden utilizar. Esta tabla muestra las opciones de trajes existentes hasta ese momento y los que surgirían a raíz de la 70E, pero no toma en consideración ciertos aspectos importantes. Las categorías llegan hasta 40 cal/cm² mientras que los análisis muestran que los peligros pueden triplicar este número. Los pesos de las telas también eran asumiendo que se utilicen las telas introducidas por Oberon, lo cual no necesariamente debe ser así. Se espera que en la versión 2004 se cambie esta tabla, eliminando los pesos de las telas e inclusive agregando categorías de peligros superiores.

Análisis de Riesgos

Quien trabaje en equipos eléctricos en cualquier instalación de 50 volts o más, lo más probable es que tenga que protegerse del peligro de los relámpagos de arco (NFPA 70E) y para hacer esto necesitará llevar a cabo un análisis de riesgos y determinar su potencial exposición de energía en cal/cm². Los análisis deben hacerse para cada equipo eléctrico de sus plantas, donde algún trabajador realice alguna tarea. No importa que se trabaje sin energía, dado que muchos accidentes suceden cuando se cree estar trabajando en estas condiciones o al momento de querer determinar la ausencia de energía.

Existe otra tabla (3-3.9.1) que clasifica las categorías de riesgos a los que se expone un trabajador al realizar tareas específicas en equipos determinados, no se debe utilizar para seleccionar el traje, sino que esta es una referencia para el inicio de su análisis de riesgo. La NFPA 70E ofrece unas formulas que le permiten a uno llevar adelante su análisis de potenciales riesgos, la otra opción es la de utilizar un programa (software) donde uno ingresa las mismas variables claves y el programa le da los resultados, su potencial peligro en cal/cm². Hay varios programas, yo acostumbro a usar el más popular y de distribución gratuita llamado Duke Heat Flux Calculator, el cual se puede bajar de la Red en www.arcoselectricos.com o pidiéndomelo por correo electrónico yo se lo haré llegar, junto a un manual de instrucciones y una presentación sobre los factores de corrección que no podrán encontrar en la Red.



¿Algunos Problemas?!

Con un intenso programa de investigación y desarrollo por parte de Jack B. Hirschmann Jr. y el Dr. Thomas T. Neal, se descubrieron varios hechos sorprendentes acerca de los materiales que están siendo utilizados en la actualidad por la mayoría de los fabricantes de trajes para arcos eléctricos.

Durabilidad, Peso y Productividad: El algodón resistente al fuego tratado químicamente (FRT) es hasta 50% mas pesado y duro que las fibras intrínsecamente resistentes (FIR), entorpece las actividades del trabajador, le quita productividad y tiene una vida útil de hasta 5 veces menor comparada con las FIR.

Limitaciones de Lavado: A las FRT se les puede lavar la protección con los lavados de la prenda, sin que uno pueda notarlo a simple vista ni someterlo a una simple prueba para averiguarlo. Una forma es hacer una prueba de ASTM, donde se expone a un relámpago de arco y se hace un monitoreo de la incidencia de energía, pero después de esto no se puede volver a utilizar este traje.

Reacción Exotérmica: El FRT protege hasta el punto donde el sistema químico que apaga la flama se activa, esto es cuando las fibras se encienden. Cuando esto sucede hay una reacción exotérmica, lo que significa que emite calor cuando esta reacción sucede. Una vez que se supera el nivel de protección de las fibras esta reacción exotérmica hará que la energía emitida, en forma de gas caliente, quemará al usuario causando quemaduras de 2do y 3er grado e infecciones.

Cuando esta reacción toma lugar, los gases calientes del FRT, bajo el nivel de protección apagan el fuego de las fibras. Pero, si se supera el nivel de protección, estos gases nocivos serán emitidos causando también problemas respiratorios dentro de la capucha y haciendo que el trabajador tenga que sacársela aun estando en una situación de riesgo.



Protectores Faciales para Arcos: Los protectores faciales para usos generales se derriten y gotean al ser expuestos a un arco eléctrico de baja intensidad, los de propianato especialmente diseñados para arcos eléctricos al superar su límite de protección gotean, mientras que los de poli carbonato especialmente fabricados con la resina ArcX solo se carbonizan, manteniendo su forma original en el interior del protector facial.

Ultima Generación

A mediados del año 2003 se logro desarrollar la más avanzada línea de EPP para relámpagos de arco, implementando lo último en tecnología de fibras intrínsecamente resistentes (FIR) al fuego y de protectores faciales en poli carbonato.

Se inicia partiendo de una fibra intrínsecamente resistente al fuego, con mayor resistencia termal y más alta resistencia a roturas por exposición a arcos eléctricos que las FRT. Luego con estas fibras se diseña la tela que hoy compone los trajes para relámpagos y ráfagas de arco sin comparación en el mundo. Sus características naturalmente permiten que no se lave la protección, que sean 50% más livianas que las anteriores y mucho más flexibles, ofreciendo más comodidad y seguridad. La vida útil de un traje en telas FIR será de 3 a 5 veces más larga que uno en telas FRT.

Su flexibilidad y peso permitieron elaborar overoles (overalls) de protección de 15 a 65 cal/cm² y trajes de tres piezas que van de 15 cal/cm² hasta unas impresionantes 112 cal/cm² balísticas. Se han incorporado fibras de resistencia balística para soportar el impacto de las explosiones de metales fundidos y sólidos a 100 cal/cm² de exposición.

Los niveles de protección que se ofrecen igualan a los de la tabla 3-3.9.3 de NFPA 70E y superan ampliamente. Cada uno de estos niveles 15, 25, 40, 50, 65, 100 y 112cal/cm² balísticas son de colores diferentes, creando así una simbología para facilitar la identificación de los trajes a simple vista.

La ultima tecnología en protección facial alcanzo una impresionante 64% mayor visibilidad que los anteriores, la mejor visibilidad del mercado. Su diseño y componentes hacen que tenga mayor durabilidad, no se empañe y en los niveles bajos (12, 15, 25cal/cm²) hasta que sea vea mejor que al no tener protección.

Se ha creado la única línea de guantes para termógrafos, de los mismos niveles de protección que los trajes. Los termógrafos si bien se exponen al peligro de los relámpagos de arco, no lo hacen al del choque eléctrico dado que no hay contacto directo con la superficie del equipo sino que se mantienen a una distancia permitida.

Han desarrollado la línea que la industria ha esperado por tantos años. El alto contenido de fibras Nomex, Kevlar y otras han hecho que se alcance una impresionante protección, con más durabilidad y resulte más económico para el usuario. Estas protegen más y son un sistema liviano, es la línea de protección ideal para todas las categorías de riesgo y representa lo que las categorías de riesgo deberían ser para la edición 2004 de la 70E.

Tomo 100 años definir los relámpagos de arco y otros 21 años llegar a tener el nivel de conocimiento de hoy, donde se cree que se ha podido definir el fenómeno y sus características por completo. Si es o no el final de este descubrimiento no lo sabemos, pero si podemos decir que hoy existe la protección máxima que jamás haya existido.

NFPA 70E Edición 2004

Se espera la publicación de esta actualizada versión de la norma, para el mes de Febrero del 2004. Por primera vez en la historia de NFPA se publicará en simultaneo una norma en ingles y español, demostrando así la importancia de la norma 70E. Lo más importante es que compañías en países de Latino América están adoptándola como su propia norma de seguridad eléctrica, trayendo seguridad a todos nuestros países hermanos. Habrá una serie de seminarios y presentaciones de esta norma dictados a lo largo de todo Latino América, a quienes le interese participar pueden obtener información en www.nfpa70e.info ó www.arcoselectricos.com (bajo NFPA 70E).



Referencias

- (1)** R. H. Lee, "The other electrical Hazard: Electrical Arc Blast Burns", IEEE Transactions on Industrial Applications, Vol. 1A-18, No. 3, p246, May/June 1982
- (2)** C. M. Kent and H. L. Floyd, "Managing the Other Electrical Hazard: Electric Arcs," American Society of Safety Engineers Forum titled "Safety Technology 2000," Orlando , Florida , June 19, 1995 .
- (3)** Capshell Inc. Chicago , Preventing Arc Flash Incidents in the Workplace, Document Number 0613NA0301
- (4)** Lost in the Translation By Matthew Halverson, Managing Editor Electrical Construction & Maintenance, Jun 1, 2003
- (5)** Entrevista al Ing. David Fimbres, 1 de Junio del 2003, Veracruz, México
- (6)** F2178-02a Standard Test Method for Determining The Arc Rating Of Face Protective Products
- (7)** F1506-02a Standard Performance Specification for Flame Resistant Textile Materials for Wearing Apparel for Use by Electrical Workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards
- (8)** Jack B. Hirschmann Jr., Presidente de Oberon Company y Director del Grupo de Investigación y Desarrollo de Productos de Oberon. Una familia con más de 65 años de experiencia en la industria de la seguridad, inventor de múltiples productos de seguridad. Miembro de ASTM, NFPA, ASSE, ASME y Vice-Chair del Comité de Acreditación de Estándares ANSI Z87
- (9)** Thomas E. Neal, Doctorado en Química Analítica, Gte. de Tecnología e Ingeniería Eléctrica del Laboratorio de Pruebas de Energías Térmicas de DuPont de Nemours. Mas de 25 años de experiencia en fibras y telas de alto rendimiento y vestimenta de protección, líder de la industria en desarrollo de estándares y miembro de comités, relacionados con peligros eléctricos, arcos eléctricos y deflagraciones industriales, entre ellos ASTM F18, F23, F1506, F1891, F1930, NFPA 70E, 2112 y 2113. Consultor Independiente Neal Associates Ltd.

Fuente: NFPA Latino
