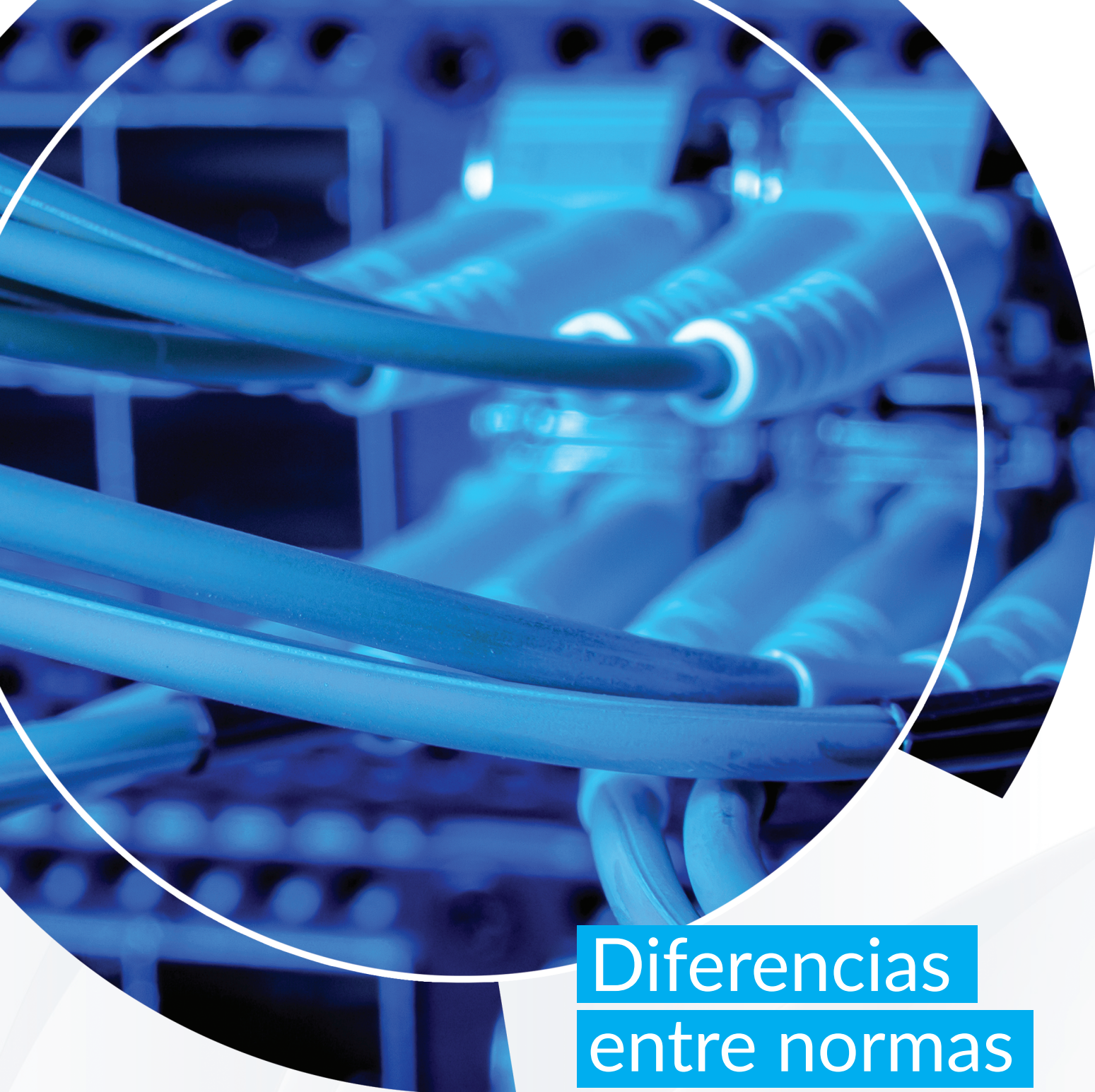




Diferencias entre normas

IEC (Europea)
con IEEE (Americana)
para sistemas de cableado.

Rodrigo Galvis Correa.

Ingeniero electricista de la
Escuela Colombiana de Ingeniería



Diferencias entre normas

IEC (Europea) con IEEE (Americana)
para sistemas de cableado.

Este artículo presenta las diferencias entre las normas IEC utilizada en Europa y la norma IEEE de origen Americano que rigen los sistemas de cableado aislado en diferentes niveles de tensión. Esto no solo explica las razones de por qué los cables fabricados bajo una u otra difieren entre sí sino que todos los accesorios tales como terminales, bornas, empalmes, conectores y demás también se encuentran dentro de una de las categorías anteriormente mencionadas. Es muy común decir que las normas Americanas para sistemas eléctricos son más difíciles de cumplir que las Europeas pero no es clara la razón de porque es así ni el cómo afecta esto a nuestros diseños e instalaciones eléctricas locales.

Palabras Clave: IEEE, IEC, terminal, empalme, conector, borna. Sistema de

This paper presents the differences between the IEC standards used in Europe and the IEEE American origin governing cabling systems isolated at different voltage levels, This not only explains the reasons why the cables manufactured under one or the other are different, but also all the accessories such as terminals, lugs, splices, connectors and others also belongs to one of the above categories. It is very common to say that the American standards for electrical systems are more difficult to meet than the European but it is not clear the reasons and how this affects our local designs and electrical systems.

Keywords: IEEE, IEC, terminal, splice, connector, lug, cable

I. Glosario

AEIC: Asociación Edison de Compañías de iluminación por sus siglas en inglés.

CENELEC: Comité Europeo de normalización electrotécnica por sus siglas en Francés

Empalme: Conjunto de accesorios para conectar dos cables correctamente dándole continuidad a todas las capas desde el primero hasta el segundo cable.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional por sus siglas en inglés.

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por sus siglas en inglés.

Sistema de cable subterráneo: Conjunto de conductores y accesorios que componen un circuito eléctrico de cualquier nivel de tensión que se encuentra aislado y bajo tierra .

Terminal: Accesorio para finalizar correctamente todas las capas de un cable de media tensión aislado

pueden generarse incompatibilidades al realizar instalaciones eléctricas con cables y accesorios de una norma y otra debido a diferencias en espesores de aislamiento, tipos y configuración de pantallas de puesta a tierra, entre otros. Por otro lado, también es muy común escuchar que la norma Americana IEEE es más estricta y rigurosa en las pruebas para equipos y accesorios que la norma IEC Europea , y a pesar de que no se tiene un entendimiento profundo de las mismas, los diseñadores, interventores y contratistas encargados de instalaciones eléctricas opta por exigir el estándar que según el conocimiento público brindaría la mejor seguridad y confiabilidad en el futuro sistema eléctrico, pero esta desinformación puede llevar a construir un sistema sobre dimensionado y que en realidad no brindará las garantías esperadas porque simplemente sus especificaciones pueden estar enfocadas a otros requerimientos técnicos que simplemente no aplican por el tipo de diseño y construcción del sistema en cuestión.

II. Introducción

Este artículo tiene como finalidad mostrar las diferentes tendencias de los sistemas Europeos y Americanos para cableado aislado subterráneo. Las tendencias en diseño de uno y otro hacen que los cables y accesorios difieran entre sí como consecuencia de las diferentes condiciones de funcionamiento. Por lo tanto, las normas con las cuales se diseñan, construyen y prueban deben atender a requerimientos diferentes. En Colombia, es muy común encontrar sistemas construidos bajo norma Americana pero con cables y accesorios de norma europea, lo cual puede someter los componentes a esfuerzos mecánicos y/o eléctricos para los cuales no fueron diseñados o también puede pasar lo contrario en cuyo caso se tienen un sistema sobredimensionado (y por lo tanto más costoso) solo por atender un requerimiento de norma que en realidad no aplicaba. También

III. Tipos de construcción americana y europea

Lo primero es definir el significado de sistema de cableado subterráneo como el conjunto de cables aislados con todos los accesorios necesarios para conectarlos, empalmarlos, aterrizalos, etc de manera correcta y segura. El dimensionamiento y especificación de estos conjuntos dependen de muchos factores, dentro de los cuales podemos destacar la potencia requerida la cual a su vez define el nivel de tensión y el calibre del conductor a utilizar. También es posible elegir si se desea un sistema monofásico o trifásico lo que se ve reflejado en las temperaturas de operación y los requerimientos de tipo y calibre de pantalla de los conductores. Por último, también



Diferencias entre normas

IEC (Europea) con IEEE (Americana)
para sistemas de cableado.

debemos determinar si el conductor se entierra directamente o si se coloca dentro de un tubo o canalización y esta elección afecta la durabilidad y seguridad del sistema.

A. Construcción Europea vs. Americana

Aquí se deben primero diferenciar los diferentes tipos de construcción de infraestructura empezando por Europa en donde la primera característica es que tienden a usar sistemas trifásicos de media tensión con cables directamente enterrados sin el uso de canalización con lo que se tienen redes primarias y de distribución trifásicas por lo que el costo de disponer de potencia trifásica es bajo por la corta distancia de la redes de usuarios . Esto lleva a que los cables usados sean típicamente de aluminio con aislamiento XLPE de espesor reducido con pantallas delgadas porque las corrientes de retorno son mínimas . En este tipo de sistemas se requiere un conductor adicional para la conducción de corrientes de tierra. Por otro lado, la costumbre americana ha evolucionado a tener porcentaje apreciable de redes de media tensión de distribución monofásicas y usando canalizaciones y cajas de inspección para los mismos. Es muy común ver sistemas con tres hilos pero usando solamente uno como conductor de potencia. Esto como consecuencia del costo reducido para alimentar un circuito remoto. Para suplir estas necesidades, se requiere el uso de un conductor de una sola fase pero con una pantalla apta para manejar la corriente de retorno. Por otro lado, se acostumbra la instalación de ductos (por lo general de PVC) para pasar los cables entre una caja de inspección y otra.

B. Temperaturas de funcionamiento

Las temperaturas de operación y de emergencia también difieren de un continente

al otro y esto es un error muy común porque como se vio anteriormente los requerimientos técnicos cambian para satisfacer ciertas necesidades particulares de cada tipo de sistema. En el caso de la temperatura de emergencia, la norma IEC Europea limita la operación a 105°C mientras que la AIEC Americana se extiende hasta los 130°C con lo cual un cable construido para Europa muy probablemente no va a cumplir con los requerimientos de temperatura requeridos en Estados Unidos. Por otro lado, también las exigencias en cuanto a seguridad de las personas son mas rigurosas en Estados Unidos debido a que en las cajas de inspección hay contacto directo entre las personas y los cables allí instalados, lo cual en Europa es muy difícil debido a que los cables se entierran directamente.

C. Normas Europeas y Americanas para accesorios de media tensión

Para cada uno de los sistemas existen normas acordes a cada una de las necesidades y requerimientos técnicos antes mencionados

NORMA	APLICACIÓN	ORIGEN
IEC 60502-4 (1)	Terminales y sistema modulares	Europa
IEEE 404, 48 y 386 (2), (3) y (4)	Terminales y conectores separables	USA

Tabla 1. Normas aplicables en Europa y Estados unidos

En Colombia son conocidos como Sistema Modular a aquellos conjuntos que permiten la conexión y desconexión de cables de manera flexible y rápida. En USA son conocidos como conectores separables por su traducción del inglés pero son equivalentes ambos nombres.

D. Conectores y bornas

Como es de esperar, los requerimientos de las diferentes normas también difieren para los

conectores tubulares, bornas y demás componentes metálicos necesarios para terminar o empalmar un cable de media tensión adecuadamente. También hay cierta costumbre en el uso de uno u otro lo que complica a veces el uso de una tecnología en un sistema diferente porque el componente puede no ser compatible o simplemente porque no cumple la norma y/o ensayos requeridos no porque el accesorio sea de mala calidad sino que simplemente se encuentra diseñado y fabricado para cumplir con otro estándar. En Europa, por un lado son muy utilizados los conectores de tuerca-fusible, los cuales tienen varias ventajas. La primera de ellas es que no cambian de longitud al ser instalados y no requieren herramientas de compresión, a cambio de eso, tienen un sistema que rompe la tuerca una vez se alcanza el torque adecuado dejando una superficie lisa a lo largo del conector y tiene la ventaja de tener una mayor masa térmica para disipar calor. También tiene la ventaja de permitir el empalme de dos cables de diferente calibre en caso de requerirse. Por otro lado, en USA se utilizan los conectores de compresión de aluminio o cobre los cuales pueden expandirse hasta un 50 % dependiendo del tipo de conector y del dado usado en la herramienta en el momento de la instalación. Esto se ve reflejado en que la norma Europea IEC 60502-4 no tiene requisitos especiales en cuanto a las pruebas que deben superar los empalmes, pero la IEEE exige que los conectores deban pasar los requisitos de alto desempeño de la ANSI C119.4 Clase A. Esta diferencia en la normativa también es consecuencia de la diferencia en la instalación de uno y otro porque como ya se mencionó anteriormente, en Europa los cables directamente enterrados están menos propensos a dilatación / contracción térmica por lo que el esfuerzo mecánico sobre el material es menor. Por otro lado, la instalación

de un cable por un ducto (como se realiza en USA) requiere que el mismo tenga una mayor resistencia mecánica debido a que debe soportar una gran carga durante el tendido desde una caja de inspección hasta la siguiente.

E. Tipos de pantalla y capa semiconductora del cable

Los requerimientos de capa semiconductora y calibre de la pantalla de tierra son relacionados directamente al tipo de sistema eléctrico. Una red trifásica Europea con un conductor independiente de tierra no requiere una pantalla de gran capacidad debido a que las corrientes que van a circular por ellas son mínimas, caso contrario a una red monofásica Americana en la cual la pantalla debe estar diseñada para permitir el flujo de corrientes de retorno y/o falla.

En cuanto a la capa semiconductora externa del cable, en Europa típicamente se acostumbra a una delgada capa de caucho de silicona con un aditivo de carbón que es pintada sobre la superficie del aislamiento de la unión aclarando que no está diseñada para el transporte de corrientes de fuga o de falla debido a su alta resistencia eléctrica. Esta se complementa con una malla metálica para dejar encerrado el campo electromagnético de una manera uniforme con lo cual el esfuerzo eléctrico es igual sobre la superficie del aislante impidiendo que se concentre en la sección del aislamiento que se encuentra más cercana a tierra. Las normas IEC 60504-4 no tienen requerimientos particulares para la construcción de pantallas semiconductoras en empalmes de cables de media tensión.

En cuanto a la norma Americana, se acostumbra al uso de una capa de caucho de silicona con aditivo de carbón aproximadamente de 3mm de espesor. Al tener sistemas monofásicos, la pantalla metálica debe estar diseñada para soportar



Diferencias entre normas

IEC (Europea) con IEEE (Americana)
para sistemas de cableado.

corrientes de fuga y corrientes de falla en caso de requerirse. Esto finalmente repercute en una baja resistencia eléctrica para tratarse de un material semiconductor y un calibre apreciable de cobre en la pantalla metálica bien sea de hilos o de cintas.

F. Requerimientos para la chaqueta

Existen diferencias en las normas para la reparación de chaqueta en un empalme en media tensión. En Europa es necesario que la chaqueta del empalme pase pruebas de aislamiento eléctrico y también hay requisitos de pruebas en las cuales la chaqueta debe abrirse bajo el agua y aún así el conjunto del empalme debe superar pruebas eléctricas. Por otro lado, la norma Americana no tiene requerimientos específicos para esta capa del cable porque los cables y empalmes se aterrizan frecuentemente y el uso de las pantallas de hilos no requiere el uso de resortes de esfuerzo constante para su conexión entre un cable y otro con lo cual esta prueba también sería innecesaria

G. Conclusión

Tomando como evidencia la información anterior, es posible concluir que un empalme de media tensión que pase la IEEE con toda seguridad pasaría también las pruebas IEC para el mismo producto debido a las condiciones de operación exigentes por el tipo de sistema y aplicación.

IV. Referencias

Los alcances de las normas anteriormente mencionadas están disponibles en los siguientes links:

[1] <http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/044725>

[2] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/48-2009.html>

[3] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/404-2012.html>

[4] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/386-1995.html>

V. Reseña autor(es)

Ing. Rodrigo Galvis Correa:

Ingeniero electricista de la Escuela Colombiana de Ingeniería con especialización en Gerencia de Proyectos en la EAN. Experiencia en instalación, pruebas y puesta en marcha de sistemas eléctricos y de automatización para variados sectores como Cemento, Papel y OIL & GAS. Actualmente es Especialista en Servicio Técnico para todos los productos que importa, manufactura y distribuye la división de mercados eléctricos de 3M COLOMBIA. Cualquier inquietud o información adicional puede ser remitida a rgalvis@mmm.com o a la línea de atención al cliente de 3M COLOMBIA 4161666 en Bogotá