



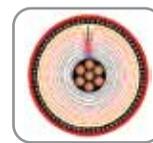
10 maneras de herirse con los sistemas eléctricos

Pág. **10**



Las puntas agudas y romas de los pararrayos franklin y su efecto captor de los rayos a tierra

Pág. **72**



Onda coseno rectangular

Pág. **96**

**TEF: Interruptores, aparatos de maniobra y protección, fusibles** | Interruptores automáticos | Alternativa al SF<sub>6</sub> para aislamiento y conmutación

# **TIPEM**

Tableros eléctricos de baja y media tensión

[www.tipem.com.ar](http://www.tipem.com.ar)



**EAT-N** | xEnergy  
Licensed Partner



Calidad, trayectoria y confianza

 /TipemARG



# 2016



# CONEXPO

## Cuyo 2016

12° Edición | **Mendoza**

**23 y 24 de junio**

Centro de Congresos y Exposiciones Emilio Civit

Auditorio Ángel Bustelo | Av. Peltier 611

**Ciudad de Mendoza**

**CONGRESO Y EXPOSICIÓN DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA, LUMINOTECNIA,  
CONTROL, AUTOMATIZACIÓN Y SEGURIDAD**

Organización y  
Producción General



EDITORES

Medios auspiciantes

ingeniería  
**ELECTRICA**

**28A**

REVISTA  
**electrotécnica**

-luminotecnia-

INGENIERÍA DE  
**CONTROL**  
AUTOMATIZACIÓN



Editores  
online



[www.conexpo.com.ar](http://www.conexpo.com.ar)

## CONEXPO

La Exposición Regional del Sector, 70 ediciones en 24 años consecutivos

Av. La Plata 1080 (1250) CABA | +54-11 4921-3001 | [conexpo@editores.com.ar](mailto:conexpo@editores.com.ar)



# SCAME contribuye al cuidado del medio ambiente.



## SCAME ama tanto el medio ambiente como vos!

Innovación, seguridad y respeto por el medio ambiente son palabras clave que caracterizan la filosofía SCAME, fundada en el año 1963 produce componentes y sistemas para instalaciones eléctricas combinando calidad, seguridad y compatibilidad. Estos son nuestros aportes para un mundo más VERDE:



Movilidad sustentable



Paneles fotovoltaicos



Material libre de halógenos

# Tabla de contenidos

10 maneras de herirse con los sistemas eléctricos |  
Viditec **Pág. 10**

Descargadores de sobretensión | Leyden **Pág. 24**



Más frío y más consumo durante el mes de abril |  
Fundelec **Pág. 30**

Convertidores de frecuencia: llegaron los más pequeños | Siemens **Pág. 36**



Nardon Cables... y también materiales eléctricos |  
Nardon Cables **Pág. 40**

Sistema de medición de vibraciones | Dynalab **Pág. 44**

Las puntas agudas y romas de los pararrayos franklin y su efecto captor de los rayos a tierra | Ings. Juan Carlos Arcioni y Jorge Francisco Giménez **Pág. 72**

Onda coseno rectangular | Grupo Equitécnica Hertig **Pág. 96**

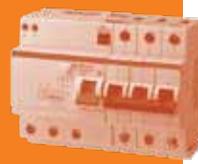
Trazabilidad: importante para fabricantes y consumidores | Ricardo Difrieri **Pág. 108**

Ideal para invierno: formación completa y sin salir de casa | Siemens **Pág. 118**

Estado de normas en IRAM | IRAM **Pág. 124**

## Temática en foco

Interruptores, aparatos de maniobra y protección, fusibles



Interruptores automáticos: termomagnéticos y diferenciales | Industria Sica **Pág. 82**

Protectores de sobre y baja tensión para instalaciones monofásicas | RBC Sitel **Pág. 86**

Alternativa al SF<sub>6</sub> para aislamiento y conmutación | ABB **Pág. 90**



Interruptores automáticos de bastidor abierto | Nöllmann **Pág. 92**

## REVISTA electrotécnica

La presente edición de *Ingeniería Eléctrica* incluye la edición del trimestre abril-junio de 2016 de la *Revista Electrotécnica* de la AEA, Asociación Electrotécnica Argentina.

Ver en páginas 49 a 67

## Edición:

Junio 2016 | N° 310 | Año 29

Publicación mensual

Director editorial:

**Jorge Luis Menéndez**

Revista propiedad de

**EDITORES S. R. L.**

Av. La Plata 1080

(1250) CABA

República Argentina

(54-11) 4921-3001

info@editores.com.ar

www.editores.com.ar



Miembro de:

AADECA | Asociación Argentina de Control

Automático

APTA | Asociación de la Prensa Técnica Argentina

CADIEEL | Cámara Argentina de Industrias

Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas

R. N. P. I.: en trámite

I. S. S. N.: 16675169

Impresa en

Gráfica Offset S. R. L.

Santa Elena 328 - CABA

(54-11) 4301-7236

www.graficaoffset.com



Los artículos y comentarios firmados reflejan exclusivamente la opinión de sus autores. Su publicación en este medio no implica que EDITORES S.R.L. comparta los conceptos allí vertidos. Está prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados en esta revista por cualquier medio gráfico, radial, televisivo, magnético, informático, internet, etc.

## Este mes, nos vemos en CONEXPO

Le presentamos aquí una nueva edición de *Ingeniería Eléctrica*, la número 310. Pareciera que fue ayer mismo que celebramos las 300 ediciones, y ya han pasado diez números más sin que casi nos demos cuenta. De la misma forma ha pasado el tiempo, ya estamos en junio, y pareciera que fue ayer que empezaba el año, este año tan lleno de incertidumbres y de expectativa.

Esta edición no es una más del montón (bueno, en rigor, todas siempre tienen algo de especial), porque este mes nuestra editorial está embarcada en otro proyecto también: el jueves 23 y el viernes 24 de junio se llevará a cabo una nueva edición de CONEXPO, en la ciudad de Mendoza, que convocará a interesados en la industria eléctrica, de automatización y control y luminotécnica de todo Cuyo, a sabiendas de que se encontrarán con un espacio de intercambio de experiencias, y capacitación profesional y descubrimiento de soluciones, por el que vale la pena “pegarse una vuelta”.

El diccionario de la Real Academia Española, aquel al que algunos recurrimos para sacarnos las dudas acerca de nuestro propio idioma, define “Expectativa” como la “Esperanza de realizar o conseguir algo posible”, también como una “Posibilidad razonable de que algo suceda”. Una páginas antes, aparece la palabra “Esperanza” como “Estado de ánimo que surge cuando se presenta como alcanzable lo que se desea”. En los dos casos, se trata de conceptos ligados con la posibilidad real de algo, más que con una expresión de deseo basada en una ficción. Y es exactamente eso lo que nos pasa cuando pensamos en la CONEXPO que se avecina. Tenemos esperanza y expectativa de que será un éxito, de que cumplirá con creces sus objetivos planteados... y no es una mera expresión de deseo, pues consideramos que no somos los únicos que manifestamos estas emociones: numerosas empresas del sector han confirmado su participación en la exposición y brindarán charlas técnicas, a eso se suman las actividades especiales que se desarrollarán (jornadas de automatización y control, jornadas de energías renovables y jornadas de iluminación y diseño) y el apoyo institucional de entidades representativas nacionales y regionales, unidades académicas y distribuidores comerciales.

CONEXPO Cuyo 2016 será un éxito, esa es nuestra expectativa, tenemos esperanza de que así será. Nos encontraremos allí seguramente, si no, solo en las páginas de esta revista. ¡Que la disfrute!

## Conexpo Cuyo 2016 23 y 24 de junio | Ciudad de Mendoza Centro de Congresos y Exposiciones Emilio Civit

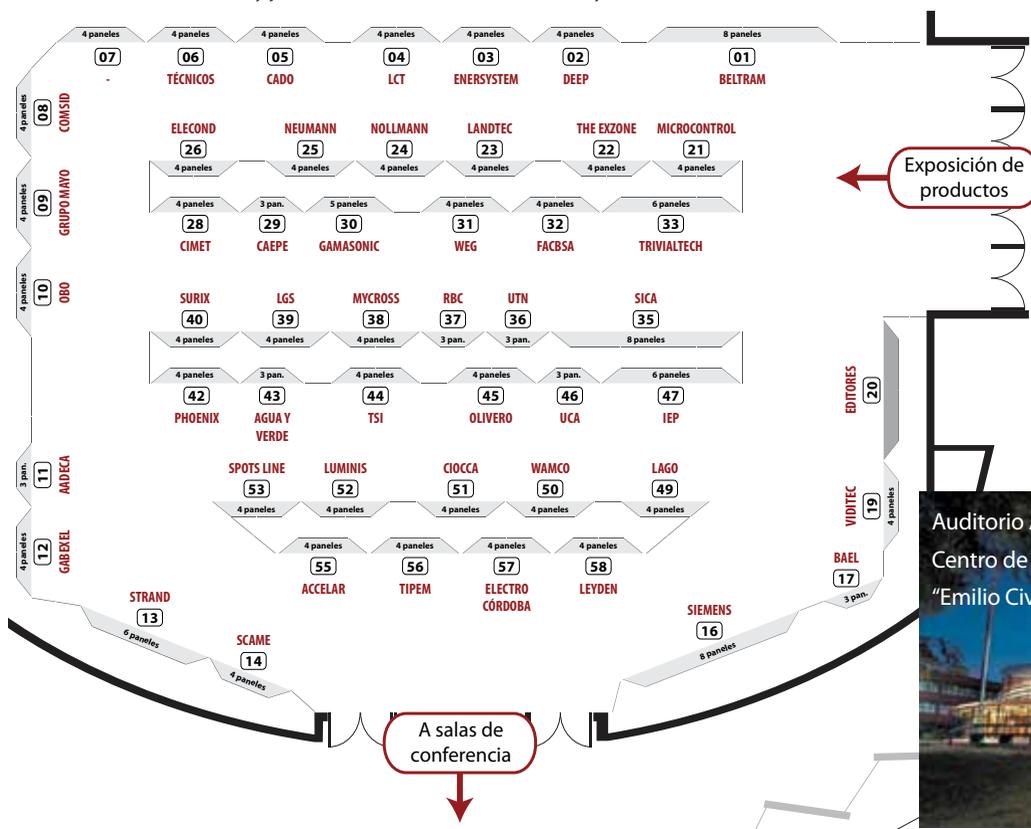
Para este 2016, la primera edición del año se llevará a cabo en la ciudad de Mendoza, es decir, junto a montañas de picos altos por décimo-segunda vez. Conexpo Cuyo abrirá sus puertas los días 23 y 24 de junio en el Centro de Congresos y Exposiciones "Emilio Civit", y viajarán junto con ella las empresas más interesadas en la zona, además de las instituciones representativas del sector tanto de alcance nacional como regional. No faltarán los fabricantes ni el aval de los distribuidores, y junto a las conferencias técnicas y a la

exposición propiamente dicha, en paralelo se desarrollarán actividades específicas vinculadas con las problemáticas que más aquejan al sector hoy en día: Jornadas AADECA de Automatización y Control, Jornadas de Energías Renovables y Jornada AADL de Iluminación y Diseño.

Conexpo Cuyo promete ser una oportunidad de encuentro y capacitación. Y así lo será. 24 años y más de 70 ediciones ya realizadas han demostrado que este evento tiene palabra.

**Para más información:**

[www.conexpo.com.ar](http://www.conexpo.com.ar),  
[conexpo@editores.com.ar](mailto:conexpo@editores.com.ar)



Exposición de productos

A salas de conferencia



Auditorio Ángel Bustelo  
Centro de Congresos y Exposiciones  
"Emilio Civit"

### ¡Estimado lector!

La revista *Ingeniería Eléctrica* siempre está abierta a recibir notas de producto, opiniones, noticias, o lo que el autor desee siempre y cuando los contenidos se relacionen con el rubro que nos reúne.

Todos nuestros lectores, profesionales, técnicos e investigadores pueden enviar artículos sobre sus opiniones, trabajos, análisis o investigaciones realizadas siempre que lo quieran, con total libertad y sin necesidad de cumplir

ningún requisito. Incluso, nuestro departamento de redacción puede colaborar en la tarea, sin que nada de esto implique un compromiso económico.

Publicar notas en *Ingeniería Eléctrica* es totalmente gratuito. Además, es una buena forma de divulgar las novedades del sector y de lograr entre todos una comunicación más fluida.

**Contacto: Alejandra Bocchio**

[alejandra@editores.com.ar](mailto:alejandra@editores.com.ar)

# Microinterruptores

Neumann produce en Argentina la línea más completa de Microinterruptores del mercado nacional.

## Modelo de microinterruptores: Serie BS

Los microinterruptores Neumann están diseñados y construidos con materiales de primera calidad, brindando así un producto seguro i confiable, desarrollado bajo las más estrictas normas de seguridad..

**Cargas máximas admisibles:** 5 A en 250 VCA y 0,4 A en 125 VV. A pedido 15 A

**Rango de temperatura:** -25 a 80 °C

**Grado de protección:** IP40

**Cantidad de maniobras en carga:** 100.000

**Cantidad de maniobras mecánicas:** 1.000.000

**Materiales:** alto impacto, contactos de plata, cierre a cli.



# NEUMANN

[www.neumannsa.com](http://www.neumannsa.com)

Neumann S.A. Automatización y control

Calle 55 N° 6043 (1653) Villa Ballester | Prov. de Buenos Aires

Tel.: +54 11 4768-3449 | Fax: +54 11 4767-2026

[neumann@neumannsa.com](mailto:neumann@neumannsa.com)

PROYECTOS, OBRAS Y EQUIPAMIENTO PARA TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PROVEEDOR DE TODAS LAS EMPRESAS DE ENERGÍA DEL PAÍS.



### Seccionadores TRIPOLARES CON CAJA DE COMANDO

- Bajo a carga
- A Giro
- A Resbalamiento
- A Cuernos
- Rotativo 2 columnas. 1 rotante
- Rotativo 2 columnas
- Rotativo 3 columnas
- Apertura vertical
- Pantógrafo



### Celdas metálicas

Primaria 17,5 kV  
 Secundaria 17,5 kV



### Tableros de baja tensión



### Banco de capacitores

Celda Metálica para MT



### Cajas de comando

- Motorizada
- Manual con señalización eléctrica
- Manual a palanca



### Servicio de postventa

- Asistencia técnica - Supervisión de montaje - Puesta en marcha -
- Asesoramiento técnico - Análisis de falla - Repotenciación de partes activas -
- Medición de puntos caliente - Aplicación de garantía - Análisis de reclamos.



Administración: Máximo Paz 741 (B1824KSK)  
 Fábrica: Máximo Paz 677 (B1824KSI)  
 Lanús, Buenos Aires, Argentina



ventas@lagoelectromecanica.com



www.lagoelectromecanica.com



(+5411) 4249 - 1009 / 5290 - 5268 Líneas rotativas

ESTACIONES DE  
TRANSFORMACIÓN  
MÓVILES

 Tadeo Czerweny s.a.



# Energía en movimiento

Tadeo Czerweny, marca y nombre propio  
en la historia energética del país.

[www.tadeoczerweny.com.ar](http://www.tadeoczerweny.com.ar)

ISO 9001 - Calidad  
ISO 14001 - Medio Ambiente  
Ensayo CC en barras - CESI  
OHSAS 18001 - SPSO 2014



CESI



## UN MUNDO DE SOLUCIONES... EN CONSTANTE CRECIMIENTO.



MICRO CONTROL S.A. es una empresa con Sistema de Gestión de la Calidad certificada bajo Norma IRAM-ISO 9001:2008



[www.microcontrol.com.ar](http://www.microcontrol.com.ar) / [ventas@microcontrol.com.ar](mailto:ventas@microcontrol.com.ar)

**Ahorre**  
energía eléctrica y dinero  
corrigiendo el factor de potencia  
y filtrando corrientes  
armónicas



**ELECOND**  
[www.elecond.com.ar](http://www.elecond.com.ar)



De aporte al uso  
racional de la energía

## ► 10 maneras de herirse con los sistemas eléctricos

### 1. Pensar que “solo son 120 volts” o 208 volts o 480 volts o...

“Solo es baja tensión”. Esta bien, admitiré que se puede tener un ataúd abierto con una descarga de baja tensión, pero se seguirá estando muerto. La única diferencia entre una tensión alta o baja es lo rápido que puede matarte. La alta tensión mata instantáneamente, la baja tensión puede necesitar un poco más de tiempo.



Soto, médico consultor de *Ontario Power Generation*, presentó una ponencia en el 2007 *IEEE Electrical Safety Workshop* sobre la exposición a las descargas de baja tensión. En ella afirmaba que una descarga de 120 V puede matar 48 horas después. También decía que muchos médicos de urgencias no están familiarizados con las descargas eléctricas y que es posible que un electrocardiograma no muestre ningún problema. Las lesiones en el músculo cardíaco tienden a extenderse en el tiempo y no siempre se identifican mediante un electrocardiograma.

### 2. Trabajar en sistemas o equipos con energía cuando se pueden apagar

Es “humano”. Cuando trabajaba en una central eléctrica (en la década de 1970), nunca retirábamos la energía de nada, tanto si se podía como si no. Mi jefe sentía un gran

desprecio frente a cualquiera que fuera lo suficientemente miedoso como para pedir que se retirara la energía antes de trabajar. Decía a cualquiera que estuviera lo suficientemente loco como para pedir que se desconectara: “Sos un electricista, ¡trabaja en caliente! ¡Eso es lo que aprendiste!”. Su otra frase favorita era: “Si quieres volver mañana, terminalo hoy”.

¿Ha visto qué agradable? Retirar la energía es la única manera de eliminar riesgos. El equipo de protección personal (EPP, en adelante) frente a ráfagas de arco aumenta las posibilidades de supervivencia, pero no la garantiza. Se debe tener en cuenta que hasta que el equipo y los sistemas se encuentren en una situación de trabajo eléctricamente segura, el trabajador debe utilizar los procedimientos y EPP adecuados para protegerse. Consulte el artículo 120 de la NFPA 70E 2009.

### 3. No llevar un EPP

Podría haberse incluido en el punto 2, pero la gente realmente no quiere llevar guantes aislantes de goma o EPP y equipos de protección frente a ráfagas de arco. Dan calor, son incómodos, restringen el movimiento y hacen que el trabajo sea más lento —no solo por llevarlos, sino también por tener que elegir el EPP correcto y ponérselo y quitárselo—. También salvará la vida. Uno de los momentos en los que más se rechaza utilizar el EPP es cuando se están investigando los problemas. La razón parece ser: “No estoy trabajando en ello, solo lo estoy comprobando”. Sin embargo, los estudios de CDC/NIOSH han demostrado que el 24% de los accidentes eléctricos aparecen durante la investigación de los problemas, la comprobación del voltaje y demás actividades similares. Tendemos a ignorar los riesgos asociados a las tareas que consideramos “seguras”.

Volviendo a mi antiguo trabajo, cuando supervisaba un interruptor moldeado de 480 V y 250 A, el trabajador con el que estaba se colocó las gafas en la frente para leer la etiqueta del interruptor. Se volvió a colocar las gafas sobre la nariz y el interruptor explotó de inmediato.

Por suerte, como estaba apartándose en el momento de la explosión, solo le quedaron algunos puntos rojos en la cara y algún pelo chamuscado. Las piezas de metal se incrustaron en los cristales de las gafas y, gracias a esto, no tuvo una lesión seria. Investigamos por qué podía haber fallado el interruptor, pero nunca encontramos una razón; sencillamente le tocaba fallar. Acumulación de carbón de una desconexión fallida anterior, material de los contactos erosionado y esparcido por la caja de soplado del arco, dieléctrico debilitado como consecuencia del recalentamiento extremo de la interrupción del arco; todo esto debilita los interruptores de los circuitos y podría haber causado el fallo repentino de lo que parecía ser un interruptor en perfectas condiciones. Nunca se sabe.

### 4. Quedarse dormido durante un curso de seguridad

¡No hay nada como un buen sueño para estar listo para un duro día de trabajo! Todos los lunes por la mañana, Shermco hace una reunión de seguridad de una hora para todos sus técnicos. Lo llamamos “El lamento del lunes” puesto que los técnicos preferirían estar en sus puestos de trabajo y que no les “sermoneen”. Nos gusta hacer las cosas de la manera en la que nos resulta cómoda, aunque haya una mejor manera de hacerlas. Añadamos a esto el hecho de que hay que llevar un EPP y rellenar formularios y entonces, ¡olvídate!

La otra cara de la moneda es que tanto curso sobre seguridad es muy aburrido. He asistido a algunas de estas sesiones y, al final, rogás por un tiro de gracia para vos o a para el instructor, da igual.

Los cursos de seguridad tienen que ser concretos, concisos e interesantes, de lo contrario, la gente desconecta.

### 5. Uso de equipos de prueba anticuados o defectuosos para localizar los problemas

Cuando los cables están deshilachados o el medidor empieza a fallar, es momento de cambiarlos. Trabajé con un

técnico que utilizaba el mismo *Wiggy* (comprobador de sobrelenoide) desde hacía siete años. No se podía leer la placa, la bobina era tan débil que ni siquiera vibraba y los cables estaban sueltos de la base. Casi todas las veces que lo utilizaba, lo dejaba colgado. Un día, después de recibir una descarga (la quichicientas) le dije, “Dejame ver tu Wiggy.” Me lo acercó, di vueltas con él alrededor de mi cabeza y lo estampé contra una columna de hormigón. La bobina saltó por los aires y él bajó por la escalera como un toro enfurecido. Le di mi nuevo *Wiggy* y le dije: “Tomá este —el otro te iba a matar—”, a lo que respondió, “¡Lo tenía desde que era un aprendiz!” No hay que encariñarse con los objetos inanimados. Si realmente querés a tu viejo comprobador de voltaje, lleváelo a casa y ponelo en una urna, no lo lleves al trabajo.

Este tema le preocupó tanto al comité de la NFPA como para establecer en dos requisitos diferentes el uso exclusivo de herramientas eléctricas y equipos de comprobación portátiles que tuvieran la clasificación adecuada.

Conforme al artículo 110.9 (A) (1), Uso de equipos, Valores nominales, “Los instrumentos de prueba, equipos y sus accesorios deberán tener los valores nominales de los circuitos a los cuales se van a conectar”.

El artículo 120.1 (5) establece: “Utilice un detector de tensión adecuado para comprobar cada conductor de

fase (...) Antes y después de cada prueba, verifique que el detector de tensión esté funcionando correctamente.”

Cada una de estas frases está seguida de una referencia a la ANSI/ISA 61010-1, “Requisitos de seguridad para la medición, el control y el uso en laboratorio - Parte 1: Requisitos generales para la clasificación y requisitos de diseño para la medida de la tensión y los instrumentos de prueba destinados para el uso en sistemas eléctricos de 1.000 V y menos.”

## 6. No llevar el EPP adecuado

No, no me estoy repitiendo. Algunas personas piensan que si llevan cualquier cosa a modo de EPP será suficiente. Puede ser cierto que las lesiones que se sufran no sean probablemente tan graves como si no se llevara ningún EPP, pero hay una alta probabilidad de que si se hubiera llevado el EPP adecuado, no se habría recibido ninguna lesión.

Probablemente esto también podría entrar dentro del punto 4, porque si no se presta atención durante el curso de seguridad, es posible que tampoco se pueda elegir el EPP adecuado. ¿Sabe cómo interpretar las etiquetas de las ráfagas de arco? ¿Qué hacer si no hay una etiqueta de ráfaga de arco en el equipo eléctrico? ¿Sabe utilizar las tablas de la NFPA 70E? ¿Consulta las notas cuando utiliza las tablas? Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es “No”, no está eligiendo el EPP adecuado. De hecho, probablemente la OSHA no lo consideraría calificado. Su empresa es responsable de proporcionar la formación para que cumpla con la definición de la OSHA de electricista calificado, pero la exposición al riesgo es suya. Las galletas que se van a quemar son las suyas, por lo que tiene que hacer los deberes para protegerse.

## 7. Confiar en otro su seguridad

Un inspector de la OSHA que conocía investigó un incidente de ráfaga de arco en el que se vieron afectados dos electricistas que llevaban trabajando juntos desde



hacia muchos años. El que resultó lesionado preguntó a su compañero si el circuito se había comprobado y estaba apagado, a lo que este respondió: "Claro". No estaba convencido de que se hubiera hecho, pero no quería ofender a su compañero, por lo que lo dejó estar. Cuando empezó a trabajar, el circuito estalló, provocando quemaduras graves por ráfaga de arco. Dijo "Si lo tuviera que volver a hacer, lo comprobaría yo mismo y no me preocuparía por herir sensibilidades". Realmente, no fueron estas sus palabras, pero no es conveniente reproducir exactamente lo que dijo. Creo que la idea está clara.

A veces, la relación hace que no hagamos lo que deberíamos hacer. O no queremos ofender a nadie, como en el ejemplo anterior, o no queremos parecer cobardes ante nuestros compañeros. "No es nada personal, pero prefiero asegurarme de que no me va a estallar en la cara." Sea lo que sea lo que tenga que hacer, no deje de probar personalmente si el sistema está muerto.

## 8. No realizar el mantenimiento necesario del equipo del sistema de energía

Las empresas consideran con demasiada frecuencia que los costos de mantenimiento son un gasto general. Nada más lejos de la realidad. El problema es que es difícil ahorrar en cosas que no existen. Interrupciones no programadas, pérdida de producción, compra de equipos a precio *premium*, horas extraordinarias, eliminación del equipo abandonado, etc. Todos los que hemos pasado por las guerras del mantenimiento conocemos los costos asociados con el abandono, pero eso es algo que a los nuevos directores y personal de contabilidad les resulta difícil apreciar.

Comparémoslo con el mantenimiento de un automóvil. Compramos un *Chevrolet Corvette ZR1* nuevo y no hacemos ningún mantenimiento durante 100.000 kilómetros. ¿En qué condiciones puede estar?

## 9. No llevar los guantes

Durante mis clases del curso de seguridad me gusta

preguntar cuántas personas llevan consigo realmente sus guantes aislantes de goma. Probablemente uno o dos levantan la mano. Bueno, supongamos que si no los llevas, no los utilizas. Esto puede que se deba a la idea de que la baja tensión no te va a herir. Recibimos una descarga y tampoco pasa nada. A principios de 2008, en Athens (Texas, Estados Unidos), tres trabajadores de TXU estaban trabajando en un transformador de 120-208 V. Uno de ellos se levantó y dijo: "Bueno, chicos, parece que he recibido otro calambre", dio tres plazos y se murió. Lleve los guantes y úselos, siempre.



## 10. No utilizar un permiso de trabajo eléctrico para un equipo energizado

La gente suele odiar el papeleo, yo también. Esta es una gran excepción. La OSHA nos requiere planificar cada trabajo, tener las herramientas y el equipo adecuados para realizarlo con seguridad y seguir el plan de trabajo. ¿Cómo documentamos el análisis de riesgos o nuestra evaluación del EPP? Todos los inspectores de seguridad en el puesto de trabajo de la OSHA que conozco me dicen lo mismo: si no está documentado, no se puede demostrar que se ha hecho. El permiso de trabajo eléctrico para un equipo energizado proporciona el medio de planificación del trabajo, evaluación del riesgo y elección del EPP adecuado para el trabajo y nos permite documentarlo.

En el anexo se muestra un ejemplo del permiso de trabajo eléctrico para un equipo energizado, y una breve descripción de cada sección y su objetivo.

## Resumen

Siempre habrá algo que se podría incluir en esta lista, pero diez puntos nos hacen pensar. Vamos por la vida cometiendo continuamente pequeños errores y no pasa nada, hasta que se produce una conjunción de estos pequeños errores y entonces tenemos un accidente. Cuando se produce el accidente, perdemos el control, por lo que es mejor evitar los pequeños errores y ser rigurosos en la forma en la que trabajamos.

## Por

### Jim White, *Shermco Industries*

Jim White es el director de formación de *Shermco Industries de Irving* (en Texas, Estados Unidos) y es técnico de nivel IV de NETA, a quien en los comités de la NFPA 70E y B, así como al *Arc Flash Hazard Work Group*, y presidió el 2008 *IEEE Electrical Safety Workshop*.

## Viditec

[www.viditec.com.ar](http://www.viditec.com.ar)

## Anexo

La figura 1 muestra el permiso de trabajo eléctrico para un equipo energizado que se encuentra en el anexo J de la NFPA 70E. Todo lo que aparece en los anexos es opcional y se puede modificar para adaptarlo a las necesidades concretas. Este permiso se divide en tres

secciones, cada una con un objetivo concreto. La sección I la debe rellenar la persona que desea que el trabajo se haga sobre un equipo energizado. El elemento 3 tiene un interés especial, si no se puede proporcionar una razón satisfactoria por la que se deba hacer el trabajo en un equipo energizado, seguramente tampoco podrán después de que se produzca una explosión. La persona que requiera que se haga el trabajo sobre un equipo energizado también debe firmarlo y fecharlo, lo cual es una clara advertencia a cualquier director o supervisor de que están aceptando compartir la responsabilidad si algo falla.

La sección II es el análisis de riesgos. En él se incluye la zona limitada, la selección del EPP y los planes para asegurar la zona. Uno de los objetivos es que la persona calificada planifique cómo se va a hacer el trabajo y qué se necesita para hacerlo. Me gusta realmente el elemento 10. Si la persona que hace el trabajo considera que no es seguro continuar, todos tendrán que pasar al plan B. Hay un plan B, ¿no?

La sección III está destinada a las aprobaciones. Es extremadamente importante. La empresa tiene en último término la responsabilidad si alguien muere, y debe conocer todos los trabajos sobre equipos energizados que se van a hacer. No se quiere tener un bala perdida haciendo trabajos sobre equipos energizados para satisfacer su ego o agradar al supervisor. En una empresa, durante dos días y medio un curso de formación en seguridad en el que utilicé ejemplos, videos y fotografías con mucha sangre, y traté las normas de la OSHA y la 70E. Al final del curso, uno de los asistentes dijo: "Mi supervisor me aprecia realmente". Le dije: "¿Y eso?" Dijo: "Sí, yo haré este trabajo en caliente y los demás no". ¡Casi me desmayo! ¡Hablemos de los juicios interminables que se celebrarán si este trabajador se lesiona o muere!

Hay que limitar el trabajo sobre equipos con energía a los que sean necesarios e inevitables. No hay que tomárselo a broma, la vida de alguien depende de esto. ■



Figura 1. Permiso de trabajo eléctrico para un equipo energizado. NFPA 70E, Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo, 2009.

# Componentes Eléctricos

Control, maniobra y protección de circuitos y motores eléctricos



Contactores, Relevos, Guardamotores, Arrancadores y Corrección de FP

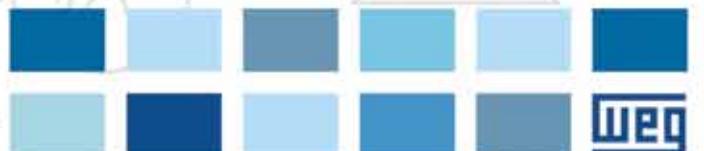


Comando, Protección y Fusibles

Interruptores, Seccionadores y Conmutadores

**WEG EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS SA**

Santiago Pampiglione - Parque Industrial - (2400) San Francisco (Cba.)  
TEL: +54 (3564) 421484 - FAX: +54 (3564) 421459 - e-mail: wegee@weg.com.ar  
Chacabuco 314 Piso 8° - C106AAH - Buenos Aires  
TEL: +54 (11) 43341901 - FAX: +54 (11) 43456646 - e-mail: wegba@weg.com.ar  
[www.weg.net](http://www.weg.net)



# Pértiga de maniobra telescópica

## Sección triangular - VTT



¿Busca simplificar la instalación?  
¿Busca maximizar el rendimiento?  
Optimizamos el posicionamiento para sus aplicaciones.

→ **WE ARE THE ENGINEERS  
OF PRODUCTIVITY.**

**FESTO**



Actuador  
eléctrico **EPCO**  
con controlador  
**CMMO-ST**

**Simplicidad - Seguridad - Eficiencia - Competencia**



**Optimised Motion Series**, el conjunto perfecto para que las tareas de posicionamiento sean más sencillas y considerablemente más económicas que utilizando sistemas de posicionamiento eléctricos convencionales.  
El cilindro eléctrico EPCO con motor paso a paso EMMS-ST es tan sencillo como un cilindro neumático, pero ofrece las ventajas de los actuadores eléctricos y del controlador de motor CMMO-ST en modo ServoLite.

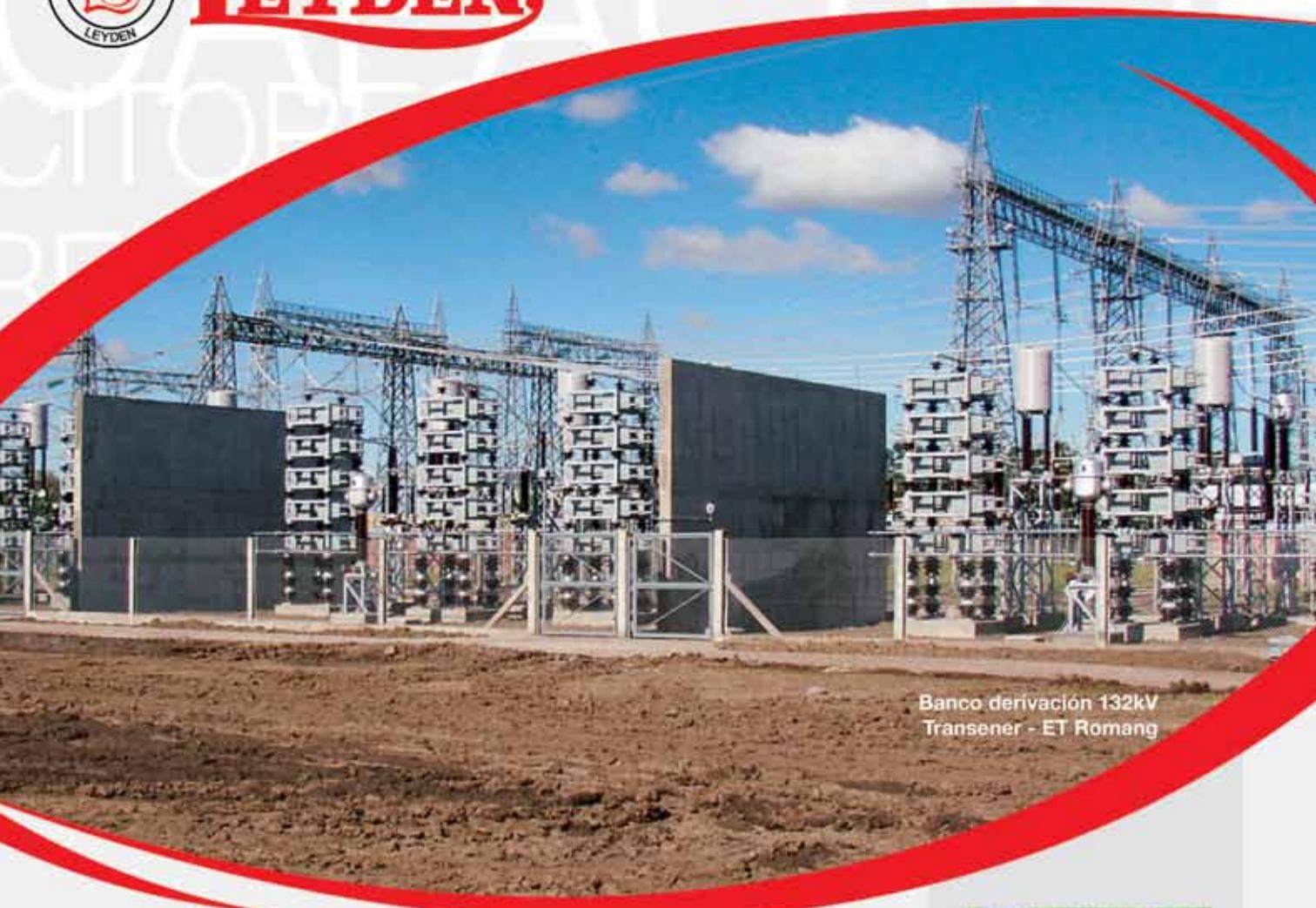
Festo S.A.

0810-555-33786  
[www.festo.com.ar](http://www.festo.com.ar)





Ingeniería en Capacitores  
**LEYDEN**



Banco derivación 132kV  
Transener - ET Romang

\* Líder en la optimización de la calidad del servicio eléctrico por medio de la Compensación Reactiva y el Filtrado de Armónicos en Baja, Media y Alta Tensión.

\* Calidad y tecnología argentinas que se exportan a más de 20 países en todo el mundo, incluyendo USA y la Comunidad Europea.

\* Sistema de Garantía de Calidad certificado por UL bajo ISO-9001:2008.

\* Laboratorio de ensayo verificado por TÜV Rheinland conforme a ISO 17025.



CALIDAD  
ARGENTINA

[www.leyden.com.ar](http://www.leyden.com.ar) - [info@leyden.com.ar](mailto:info@leyden.com.ar)

CAPACITORES



Filtro de Armónicos para MT



Banco derivación 132kV  
Transener - ET B.Blanca

MIEMBRO DEL GRUPO



Anchoris 273 - C1280AAE - Buenos Aires - Argentina  
Tel: (+5411) 4304-1056 - Fax: (+5411) 4306-9950



Firma Registrada  
ISO 9001:2008  
Certificado  
No. 484372 QM08

Fábrica Argentina  
de Mecanismos de Maniobra  
e Interrupción Eléctrica

# FAMMIE FAMI S.A.



Seccionador Autodesconectador  
tipo XS



Elemento Fusible  
Positrol®



Seccionador Bajo Carga en SF6  
para cámara tipo pozo VISTA®



Descargadores de sobretensión  
para 13,2 y 33kV - 5 y 10 kA



Seccionador Tripolar Bajo Carga  
Omni-Rupter® y Alduti-Rupter®



Reconectador Unipolar  
en vacío TripSaver II®



Aplicación en empresas de energía, petroleras, mineras



Asesoramiento Técnico



Nos adaptamos a sus necesidades

Representantes  
y Licenciatarios  
desde 1968

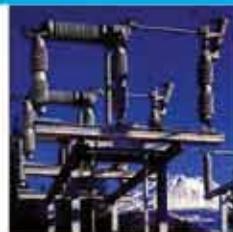
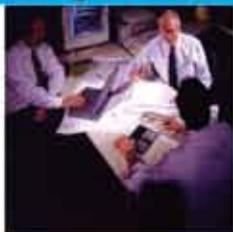


## FAMMIE FAMI S.A.

Especialistas en Seccionamiento y Protección

Homero 340 - C1407IFH - Buenos Aires, Argentina

desde  
1948



fami.com.ar



fami@fami.com.ar



+54.11.4635.5445

# COMPONENTES ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

Fusibles Europeos



COOPER

**Bussmann**

Semiconductores de potencia



**WESTCODE**

**IXYS**  
Corporation

Reles de estado solido



**celduc®**

Productos

**Crouzet**



**Ferraz Shawmut**

Fusibles americanos y europeos

**ELECTRO - OHM**

Av. Pedro Díaz 1317 (B1686IQE) Hurlingham - Pcia. de Buenos Aires - Argentina  
Telefax: (+54-11) 4662-8703 // 4452-3022  
electro-ohm@uolsinectis.com.ar - www.electro-ohm.com.ar

## GABINETES INDUSTRIALES - IP65

- ☒ Bisagras reversibles permitiendo una apertura de puerta de 180°
- ☒ Disposición de entradas pretroqueladas
- ☒ Disposición de orificios en la base para sujeción de bornes, placas metálicas, etc.
- ☒ Posibilidad de instalar cerradura metálica.
- ☒ Posibilidad de colorar Tomas de 63A.
- ☒ Riel DIN graduable en altura.



## FICHAS Y TOMAS INDUSTRIALES - IP44 / IP67

- ☒ Facilidad y rapidez de cableado.
- ☒ Diseñado para su uso en ambientes de alta resistencia mecánica y a los agentes externos: humedad, polvo, aceites, etc.
- ☒ Fácil sistema de apertura por clip metálico.
- ☒ Producto certificado ENEC 03.



IMPORTADO Y DISTRIBUÍDO POR

**GABEXEL**  
SOCIEDAD ANONIMA

INDUSTRIA ARGENTINA

# LUMINARIAS SUBACUÁTICAS

para PISCINAS, JACUZZIS, SPAS

[www.beltram-iluminacion.com.ar](http://www.beltram-iluminacion.com.ar)



## LÍNEA LAGO

para Amurar a la pared de la Piscina

### LAGO 100

c/ Plaqueta de LED Aislada  
RGB o Monocolor.  
o p/ lámp. Halospot AR 111  
12v. - 100w.

### LAGO 50

c/ Plaqueta de LED Aislada  
RGB o Monocolor.  
o p/ lámp. Dicroica  
12v. - 50w.

## LÍNEA LAGUNA

Ideal para aplicar a Piscinas ya Construidas

### LAGUNA 50

c/ Plaqueta de LED Aislada  
RGB o Monocolor.  
o p/ lámp. Bipin  
12v. - 50w.

### LAGUNA 100

c/ Plaqueta de LED Aislada  
RGB o Monocolor.  
o p/ lámp. Bipin 12v. - 100w.

CONSULTE DISTRIBUIDOR



Simbologías correspondientes a Luminarias

**Beltram**  
ILUMINACION S.R.L.

**BITEN**

Corrales 1564 - (C1437GLJ) - C.A.B.A. - Argentina  
Tel./Fax: (54 11) 4918-0300 / 4919-3399

# Maniobre con seguridad en alta, media y baja tensión

Cumpliendo con lo indicado en el ANEXO VI - Capítulo 14  
Ley N° 19587 de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Equipos puesta a tierra



Laboratorio propio de AT



Detectores de tensión



Pértigas



**Panel de salvataje y maniobra**

- Pértiga para maniobras • Pértiga de salvataje
- Detector de tensión • Equipo de puesta a tierra
- Taburete aislante • Alfombra aislante
- Resucitador manual • Guantes dieléctricos
- Diagrama de flujo para accidentes eléctricos
- Tijera de corte • Panel porta elementos

## ► Descargadores de sobretensión

**Descargadores de sobretensión, clase distribución ANSI (IEC Clase 1).**

Leyden fue fundada el 21 de setiembre de 1943, y se destaca desde entonces como fábrica de capacitores de media tensión no solo en el país sino en toda Latinoamérica. Cuenta con planta industrial y oficinas comerciales en la ciudad de Buenos Aires y atiende al mercado compuesto por las empresas distribuidoras de energía, las cooperativas eléctricas, otras empresas de servicios públicos, industrias manufactureras de todo tipo, explotaciones petroleras y mineras, usuarios comerciales, institucionales y residenciales, empresas de ingeniería y construcciones, profesionales instaladores y casas de comercio de materiales eléctricos. Además de los servicios de fabricación, también sabe asistir al cliente en aspectos técnicos, y llevar a cabo las mediciones, cálculos y proyectos de los equipos a proveer, así como su instalación, ajuste, puesta en servicio, control posventa y mantenimiento.

Como parte de una estrategia centrada en integrar soluciones dentro del campo de la optimización de la calidad del servicio eléctrico, además de la actividad industrial ya mencionada, ejerce la representación y distribución exclusiva en la Argentina de equipos y componentes de medición, control, protección y maniobra eléctrica de renombre internacional, tales como los descargadores de sobretensión aquí detallados.

Los descargadores de sobretensión de la marca Leyden se utilizan para proteger cables, líneas, interruptores, reconectores, transformadores, bancos de

capacitores y equipo eléctrico en general, contra sobretensiones atmosféricas o de maniobra. Están fabricados en instalaciones de la propia empresa, avaladas por la Norma ISO 9001:2008. Y ellos mismos, certificados según IEC 60099-4.

### Construcción

El núcleo activo de estos descargadores está formado por pastillas semiconductoras seleccionadas



### Tensión residual

Tensión nominal del descargador	Servicio (normal, 5 kA y pesado, 10 kA)	MCOV	Impulso de rápido incremento de corriente	Impulso atmosférico	Impulso de maniobra	Resistencia a impulso de corriente de onda rectangular 2 ms	Resistencia a impulso de alta corriente	Anchura	Altura	Peso
12 kV	Normal	10,2 kV	42,2 kV	36 kV	27 kV	150 kA	65 kA	175 mm	248 mm	1,6 kg
12 kV	Pesado	10,2 kV	42,2 kV	36 kV	27 kV	250 kA	100 kA	175 mm	248 mm	1,6 kg
15 kV	Pesado	12,7 kV	51 kV	45 kV	38,5 kV	250 kA	100 kA	211 mm	304 mm	2,2 kg
30 kV	Pesado	24,4 kV	102 kV	90 kV	79 kV	250 kA	100 kA	211 mm	420 mm	3,5 kg
36 kV	Pesado	29 kV	123 kV	108 kV	92,4 kV	250 kA	100 kA	211 mm	481 mm	3,8 kg

de óxidos metálicos (principalmente, óxido de zinc). Las pastillas son empaquetadas en una atmósfera de vacío bajo presión mecánica, dentro de una malla de fibra de vidrio y resina cicloalifática. A continuación, se moldea sobre paquete una envoltura elastomérica de caucho de silicona, eliminando cualquier posible oclusión de aire. El estrecho contacto entre las pastillas de óxido metálico y la envoltura externa facilita la disipación de calor, favorece la estabilidad térmica del equipo y prolonga su vida útil. La envoltura de silicona le confiere excepcional resistencia a la radiación ultravioleta, la erosión y el *tracking* bajo las condiciones ambientales más severas. La cubierta elastomérica es antivandálica y, en caso de falla del descargador, permite la liberación de la presión interior acumulada sin producir esquirlas peligrosas para personas ni equipos cercanos.

*Los descargadores de sobretensión de la marca Leyden están avaladas por la Norma ISO 9001:2008 y certificados según IEC 60099-4.*

El perfil externo de la envoltura ha sido diseñado para optimizar el comportamiento bajo lluvia y minimizar el ensuciamiento en atmósferas contaminadas. Estos

descargadores incorporan desconectador y brazo aislante de poliéster reforzado con fibra de vidrio, que proveen aislamiento a tierra si el descargador falla. Opcionalmente, se entregan con herraje de fijación tipo NEMA, zincado en caliente.

### Funcionamiento

Las pastillas de óxidos metálicos son prácticamente no conductoras a tensiones inferiores a la de cebado, y dejan pasar corrientes de fuga del orden de los microamperes. Cuando el descargador recibe un impulso de sobretensión superior a su tensión de cebado, se convierte en conductor, incrementando su corriente de fuga a varios miles de amperes. La descarga de la onda de sobretensión a través del terminal de tierra del descargador protege eficazmente la aislación de los equipos que se encuentran corriente abajo. ■

**Leyden**

[www.leyden.com.ar](http://www.leyden.com.ar)



**CONGRESO Y EXPOSICIÓN DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA,  
LUMINOTECNIA, CONTROL,  
AUTOMATIZACIÓN Y SEGURIDAD**

**Exposición de productos  
Conferencias técnicas  
Seminarios**



# CONEXPO

## Cuyo 2016

12ª Edición: **Mendoza**

**23 y 24 de Junio**

Centro de Congresos y Exposiciones | **Ciudad de Mendoza**  
Emilio Civit

Auditorio Ángel Bustelo | Av. Peltier 611



# CONEXPO

## Noa 2016

10ª Edición: **Tucumán**

**25 y 26 de Agosto**

Catalinas Park Hotel | **Ciudad de San Miguel de Tucumán**  
Av. Soldati 380

**Organización y  
Producción General**

**Medios auspiciantes**



ingeniería  
**ELECTRICA**

**28A**

REVISTA  
**electrotecnica**

**-luminotecnia-**

INGENIERÍA DE  
**CONTROL**  
AUTOMATIZACIÓN

revista  
**ACYEDE**  
CAEPE



Manteniendo su mundo en marcha

**FLUKE.**

## Soluciones en Instrumentos de Medición



**Medidores  
de Resistencia  
de Tierra**



**Scopemeters**



**Registadores  
de Calidad  
de Energía**



**Multímetros  
Digitales**



**Compradores  
de Resistencia  
de Aislamiento**



**Cámaras  
Termográficas**



**Calibradores de Procesos**



**Pinzas  
Amperométricas**



**Compradores de Batería**



**Comprador  
de Instalaciones  
Eléctricas**



**Registrador  
de Energía**



**Termómetros  
Infrarojos  
y de Contacto**



**Analizadores de Vibraciones**

Humberto 1° 2889 - Buenos Aires, Argentina  
Tel: +54 11 4122 1200 / Fax +54 11 4308 5493  
[fluke@viditec.com.ar](mailto:fluke@viditec.com.ar)

**Viditec**

 @Viditecimp

 Viditecimp

[viditec.com](http://viditec.com)

UN PRODUCTO  
PARA CADA NECESIDAD



LÍDERES EN ZONA SUR



Trayectoria

Atención  
Personalizada

Servicio

**E**

Estacionamiento

Av. Belgrano 727/31, (B1870ARF) Avellaneda - Pcia. de Buenos Aires, Argentina

Tel.: 54 11 4201 8162/8602/8929 Fax: 54 11 4222 6815

Ventas: [ventas@electricidadalsina.com.ar](mailto:ventas@electricidadalsina.com.ar)

Administración: [administración@electricidadalsina.com.ar](mailto:administración@electricidadalsina.com.ar)

[www.electricidadalsina.com.ar](http://www.electricidadalsina.com.ar)

Redelec

**Prysmian**  
Group

**Afumex<sup>®</sup>+**



*Simplemente  
el mejor.*



[www.prysmiangroup.com.ar](http://www.prysmiangroup.com.ar)

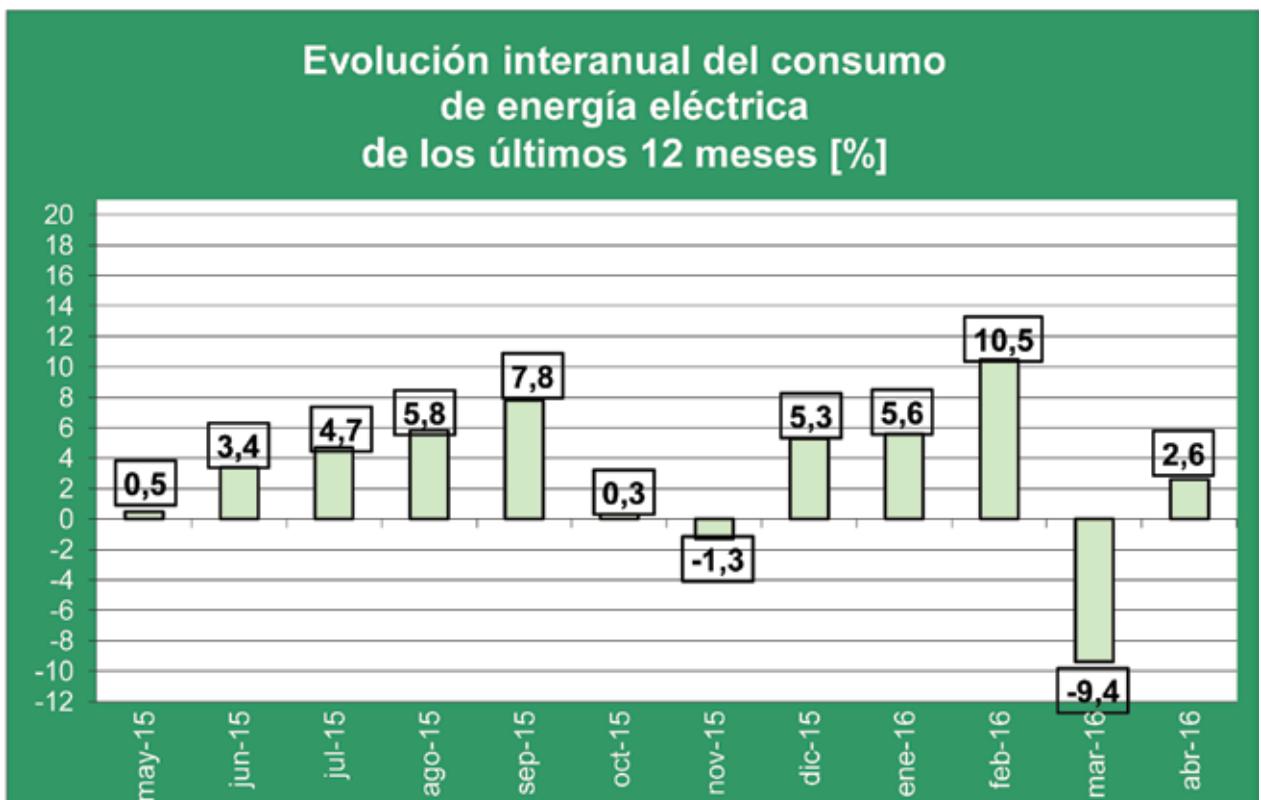
Cables LSOH, máxima seguridad

## ► Más frío y más consumo durante el mes de abril

Abril fue un mes más frío de lo que acostumbramos, así se sintió y así lo registraron las temperaturas. El promedio fue de 17,3 °C, lejos de lo asentado en 2015 (20,6) y más abajo, pero muy cerquita, del histórico (17,7). Quizá sea esta la causa del aumento en la demanda eléctrica: abril presentó un ascenso de 2,6% en comparación con el mismo período de 2015, con subas leves en la ciudad

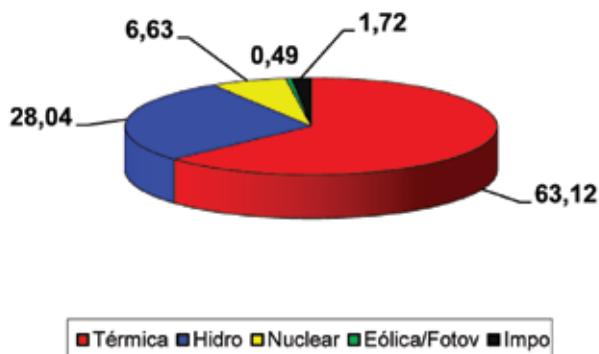
de Buenos Aires y el área metropolitana, pero también en la mayoría de las regiones del país. El aumento es leve, sí, pero vale recordar que suele ser un mes que registra descensos y que sus valores de consumo siempre están entre los más bajos del año.

En números, la demanda neta total de abril fue de 10.284 GWh, un 2,6% más que los 10.028,1 GWh de





**Generación por tipo de origen  
Abril 2016- en %**



2015, y un 1,7% menos que los 10.458,1 de marzo de 2016. Así, el crecimiento cuatrimestral de la demanda (de enero a abril de este año) se ubica en un 2%. Por otro lado, cabe destacar los registros del mes de abril en los últimos años:

- » Abril de 2010: 8.434,1 GWh
- » Abril de 2011: 8.917,8 GWh
- » Abril de 2012: 8.970,1 GWh
- » Abril de 2013: 9.298,4 GWh
- » Abril de 2014: 9.598,8 GWh
- » Abril de 2015: 10.028,1 GWh
- » Abril de 2016: 10.284 GWh

En cuanto al consumo por provincia, en abril, se registraron 17 ascensos en los requerimientos eléctricos. Los más notables fueron en Formosa (35%), Chaco (19%), Misiones (16%), Corrientes (16%), EDELAP (8%), Neuquén (6%), San Luis (5%), Salta (5%), Córdoba (4%), Santa Cruz (4%), EDES (4%) y Catamarca (2%). Y nueve fueron las que marcaron descensos: Santiago del Estero(6%), Chubut (6%), San Juan (4%), Santa Fe (4%), Río Negro (3%), Mendoza (3%), La Rioja (3%), EDEA (2%) y Tucumán (2%). En tanto, Jujuy se mantuvo en el mismo nivel de consumo en la comparación interanual.

En referencia al detalle por regiones y siempre en una comparación interanual, las variaciones fueron las siguientes:

- » Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones: +18,7%
- » Córdoba y San Luis: +4,2%
- » Ciudad de Buenos Aires y su conurbano: +4% (suba de 5,4% de Edenor, y de 2,1 de Edesur)
- » La Pampa, Río Negro y Neuquén: +1,9%
- » Buenos Aires: +1,8%
- » Tucumán, Salta, Jujuy, La Rioja, Catamarca y Santiago del Estero: -0,5%
- » Entre Ríos y Santa Fe: -2,7%
- » Chubut y Santa Cruz: -3,9%
- » San Juan y Mendoza: -4%

## Generación

Según datos globales de todo el mes, la generación térmica sigue liderando ampliamente el aporte de producción con un 63,12% de los requerimientos. Por otra parte, el aporte hidroeléctrico ascendió levemente este mes porque proveyó el 28,04% de la demanda. En tanto, el aporte nuclear ascendió al 6,63%, mientras que las generadoras de fuentes alternativas (eólicas y fotovoltaicas) aumentaron su producción al 0,49% del total. Por otra parte, la importación representó apenas el 1,72% de la demanda total. ■

**Fundelec**

[www.fundelec.com.ar](http://www.fundelec.com.ar)

*En Electrotucumán te llamamos por tu nombre,  
tenemos lo que necesitás y también lo que pensabas  
que no ibas a encontrar.*



La amplia variedad de stock, el asesoramiento a cargo de especialistas, la entrega sin cargo en CABA y GBA, y el programa de fidelización ElecPlus son la forma de abrirte nuestras puertas para que encuentres la mejor solución a tu proyecto, instalación o necesidad.

*Ya sabés dónde encontrarnos.*



- **Salón de ventas:** Sarmiento 1342 CABA – Argentina  
Tel: 0054 11 4371 6288 líneas rotativas – e-mail: [etventas@electrotucuman.com.ar](mailto:etventas@electrotucuman.com.ar)
- **Showroom Iluminación:** Sarmiento 1345 CABA – Argentina  
Tel: 0054 11 4374 6504/1383 – e-mail: [iluminación@electrotucuman.com.ar](mailto:iluminación@electrotucuman.com.ar)
- **Estacionamiento exclusivo para clientes /** [www.electrotucuman.com.ar](http://www.electrotucuman.com.ar)

Redelec

# CONVERTIDORES DE FRECUENCIA VLT®

Unico Service Exclusivo autorizado en todo el país - Puesta en Marcha  
 Soporte técnico post-venta - Asesoramiento en proyectos técnicos  
 Experiencia y calidad para ofrecer verdadero Ahorro de Energía  
 Cursos en empresas o en nuestra sala de capacitación  
 Juegue en primera, venga al Grupo EQUITECNICA



Pequeño, robusto y confiable.

### VLT® Micro Drive FC51 1/4 a 30 HP.

Alimentación 220V ó 380V  
 Filtro RFI incorporado.  
 Protección IP 20 Coated.  
 La ventilación no pasa a través de la red electrónica  
 RS485 Modbus RTU.  
 Entrada configurables PNP ó NPN. LCP Extraible, en marcha.

### VLT® FC300 Automation Drive

Un nuevo concepto en convertidores de frecuencia.

Estandares de diseño: flexible, confiable, modular y de fácil manejo.

Ideal para aplicaciones más complejas.

Potencia hasta 1.200 Kw.  
 Alimentación 3 x 200/380/600 Vca.



Facilidad de uso, compacto y robusto.

### VLT® 2800 1/2 a 25 HP

Completo software de programación y diseño compacto.  
 Filtro de Armónicas PID incorporado



Protegen la mecánica, el equipo y el medio ambiente.

### MCD 100-200-500

La línea más completa de Arrancadores Suaves hasta 800 KW



NUEVO



DETRAS DE NUESTROS EQUIPOS HAY UN GRAN EQUIPO

Equitecnica

GRUPO EQUITECNICA

Sánchez de Loria 1852 - C1241ACL - Bs. As. - Argentina  
 ☎ 4912-4590 ☎ 4911-2382  
 SUCURSAL: Bancalari 1944, Villa Argentina-5006-Córdoba  
 ☎ (0351)424-4137  
 ventas@equitecnica.com.ar | equitecnica.com.ar

# Puesta a Tierra de Excelencia

Electrodos Dinámicos  
ED-C20 y ED-C20s

**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE BAJA  
RESISTENCIA Y BAJA IMPEDANCIA**

Análisis de Toxicidad - CEPROCOR



Ensayos con Corrientes Impulsivas  
CEFS - INTI



Ensayos con Corrientes Permanentes  
LAT - Universidad Nacional de Córdoba



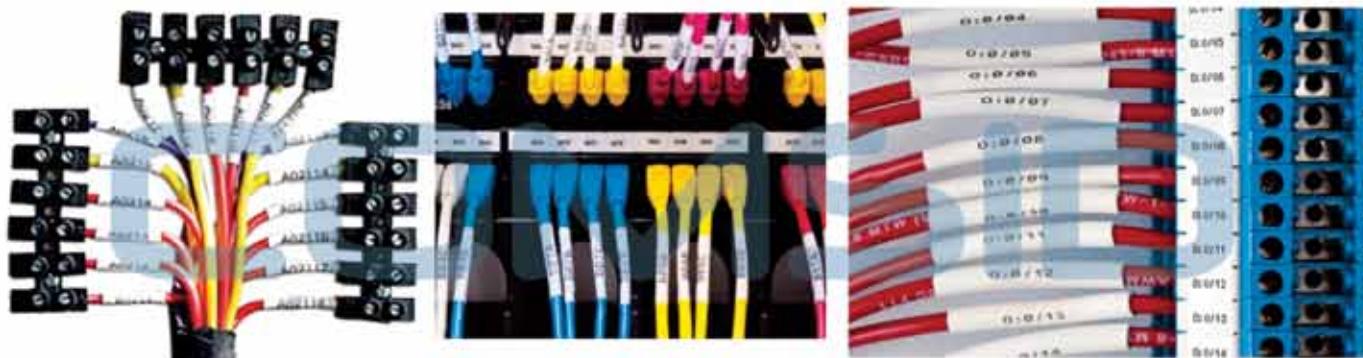
Estudios en Suelos Helados  
Base Científica Jubany, Antártida Argentina



Primer sistema de puesta a tierra electrolítico normalizado del país  
Exclusivo sistema R.E.D. (realimentación electrolítica dinámica) patentado  
Dispersión de corrientes intensas permanentes y transitorias  
Excelente rendimiento en suelos de alta resistividad y roca  
Norma IRAM 2314



# Cartuchos Termocontraibles



## Cartuchos Termocontraibles

Modelos			Sección nominal de cables								
Letra negra Fondo Blanco	Letra negra Fondo Amarillo	Medidas	0,75 mm	1 mm	2,5 mm	4 mm	UTP	6 mm	10 mm	16 mm	35 mm
CSTC-221	CSTC-621	3/16 - 9mm	✓	✓	✓	✓					
CSTC-231	CSTC-631	1/4 - 12mm			✓	✓	✓	✓			
CSTC-241	CSTC-641	3/8 - 18mm					✓	✓	✓	✓	
CSTC-251	CSTC-651	1/2 - 24mm							✓	✓	✓

Cartuchos compatibles con las siguientes rotuladoras:

PT-1000 PT-1010 PT-1090 PT-E100VP PT-D200 PT-1400 PT-1650 PT-2470 PT-7600



PT-E300VP PT-E500VP PT-1750 PT-1950 PT-2100 PT-2430 PT-2730 PT-9500PC PT-9700PC PT-9800PC



# COMSID

[www.comsid.com.ar](http://www.comsid.com.ar)

Tel: (011) 4864-5682 // 4861-5568 // 6079-0594 // 6079-0595

Síguenos en Facebook: [www.facebook.com/pages/Comsid-Soluciones-SRL/274577652700232](https://www.facebook.com/pages/Comsid-Soluciones-SRL/274577652700232)

## ► Convertidores de frecuencia: llegaron los más pequeños

Siemens presenta el convertidor de frecuencia *Sinamics* más pequeño de su historia.

- » *Sinamics V20* ofrece con una gama completa de funciones y un tamaño de cuadro especialmente compacto.
- » Los nuevos tamaños FS AA y FS AB miden tan solo 68 milímetros de ancho y cubren el rango de potencia que va de 0,12 a 0,75 kW.
- » Un filtro C1 EMC integrado reduce la interferencia electromagnética para que pueda ser utilizado tanto en ambientes residenciales como comerciales.

Siemens ha lanzado los convertidores *Sinamics V20* de tamaño FS AA y FS AB, los más pequeños hasta hoy en el mercado. Con una anchura de 68 milímetros y una altura de 142, la corporación ha reducido sustancialmente las dimensiones necesarias para la instalación del *Sinamics V20* para motores de baja potencia.

Los nuevos convertidores, con un tamaño FS AA tienen una profundidad total de 108 milímetros y potencias de 0,12, 0,25 y 0,37 W, y las que tienen un tamaño FS AB presentan una profundidad total de 128 milímetros y poten-

cias de 0,55 y 0,75 kW para una conexión de red de una sola fase de 230 V. Los convertidores están disponibles opcionalmente con un filtro C1 EMC (compatibilidad electromagnética) integrado, lo cual permite

que sean utilizados tanto en ambientes residenciales como comerciales de conformidad con la norma DIN EN 61800-3.

Por un lado, los nuevos *Sinamics V20* son adecuados para aplicaciones industriales, tales como bombas, ventiladores, compresores y sistemas de transporte. Por otro lado, los convertidores compactos también se pueden utilizar en ambientes residenciales y de negocios, para aplicaciones comerciales tales como mostradores refrigerados, aparatos de gimnasia, sistemas de ventilación y lavadoras comerciales.

Otras características sobresalientes son la puesta en marcha rápida y sencilla, fácil manejo y fortaleza. El modo *Keep running* permite un funcionamiento continuo, incluso con una tensión de alimentación fluctuante. Un concepto de refrigeración mejorado y placas de circuitos impresos recubiertos brindan el alto grado de fortaleza mecánica y eléctrica necesaria para el uso en condiciones ambientales adversas. Los convertidores de frecuencia compactos se pueden conectar a un controlador de nivel superior a través de la interfaz Modbus RTU/ USS integrada.

Los dos nuevos tamaños suman siete a los diferentes tamaños disponibles de *Sinamics V20*, cada uno optimizado para una potencia que va de los 0,12 a los 30 kW, y para la operación de sistemas de suministro 230 V monofásico y 400 V trifásico. ■

**Siemens**

[www.siemens.com.ar](http://www.siemens.com.ar)



**Unimos la energía  
que hace mover al país.**



## Accesorios para **Cables de Potencia**

Brindamos soluciones en accesorios para cables a todo tipo de proyecto, empresa e industria.

A través de nuestros productos **Elcon Megarad** y un servicio profesional personalizado, usted encontrará una respuesta de calidad, segura y confiable para cada una de sus necesidades.

Para que su energía llegue tan lejos como usted se proponga y lo haga con toda su potencia.



ACCESORIOS ELÉCTRICOS ARGENTINOS S.A.

Quintana 2050 • (1852) Burzaco • (+54 11) 4214 3100  
info@accelar.com.ar • www.accelar.com.ar

Caños curvables y autorrecuperables (corrugados)  
para canalizaciones eléctricas

PLÁSTICOS  
LAMY S.A.



... desde 1968  
líderes en la fabricación  
de caños corrugados

Diagonal 101 (Colectora Este de Ruta N° 8) N° 6849 (B1657AKL)  
Loma Hermosa - San Martín - Buenos Aires - Argentina  
Tel. (54-11) 4739-3000 - Fax. 4739-5841  
E-mail: [plasticoslamy@ciudad.com.ar](mailto:plasticoslamy@ciudad.com.ar)



# Desde la idea hasta el servicio post-venta, desde el control hasta el eje de accionamiento.



## Reductores Packs de potencia robustos

Nuestros reductores y motorreductores son versátiles en el uso y funcionalmente escalables. Gracias a su concepto básico modular y a la gran densidad de potencia estamos capacitados para ofrecer también formatos extremadamente compactos.

Nuestra oferta incluye motorreductores habituales dentro del rango de hasta 45 kW, que gracias a transmisiones finamente escalonadas se pueden adaptar sin problemas a los parámetros necesarios del proceso. El gran rendimiento de nuestros reductores y la eficiencia de nuestros motores se encargan de crear un paquete de accionamiento optimizado que cumplirá con las mayores expectativas.



## Controles Automatización con sistema

Las máquinas de embalaje, así como los sistemas de robótica y manipulación, plantean con frecuencia grandes desafíos a la automatización. Requieren de un sistema potente y coordinado que permita el movimiento de varios ejes al mismo tiempo. Además, el sistema tiene que ser capaz de asumir la función de control de un proceso en línea.

Para estas tareas de automatización ofrecemos los siguientes componentes de control para la automatización basada en el controlador (controller-based) y basada en el accionamiento (drive-based).

## ► Nardon Cables... y también materiales eléctricos

El año pasado, hacia el mes de octubre, *Ingeniería Eléctrica* tuvo la oportunidad de entrevistar a Claudio Nardon con el objeto de conocer un poco más a Nardon Cables, un nuevo jugador en la arena de los distribuidores de productos eléctricos que daba por entonces sus primeros pasos, y se presentaba al mercado con una cartera de conductores eléctricos formada por primeras marcas.

Ahora, en 2016, la empresa protagoniza un nuevo hito en su historia breve pero firme: ha incorporado a su oferta materiales eléctricos para todo tipo de obras

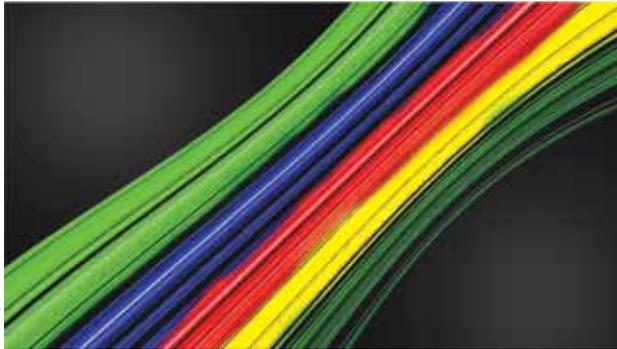
civiles e industriales. El suceso es el resultado de una importante cartera de clientes y de relaciones comerciales afianzadas, además de aplicar la cautela necesaria a la hora de tomar decisiones de inversión, pero sin dejar de proyectar nuevos desafíos. Paso a paso, sin apresurar las decisiones, pero sin nunca dejar de proyectar cambios ni de analizar la mejor forma de llevarlos a cabo, esa fue la forma que encontró Nardon Cables (y ahora también materiales eléctricos) para hacerse un lugar en este mercado y sortear (o convivir) airoosamente las vicisitudes que la coyunturas políticas o económicas o de cualquier tipo puedan deparar.



Nardon Cables comercializa todo tipo de materiales eléctricos de calidad para obras civiles e industriales.

*Nardon se orienta en principio a satisfacer necesidades de instaladores eléctricos, empresas constructoras, industrias y distribuidores de materiales eléctricos que no tienen la posibilidad de llegar a primeras marcas en forma directa*

Nardon está conformada actualmente por una oficina comercial y un depósito, y se orienta en principio a satisfacer necesidades de instaladores eléctricos, empresas constructoras, industrias y distribuidores de materiales eléctricos que no tienen la posibilidad de llegar a primeras marcas en forma directa. Al respecto, es



Nardon Cables, ahora también materiales eléctricos.

válido aclarar el respeto por la calidad de lo que ofrece al mercado, un valor central que continúa siendo tan firme como el día en que la firma se presentó al mercado. “Queremos que nuestra empresa se identifique con productos de calidad” había declarado Claudio Nardon, con una sentencia clara que no deja lugar a interpretaciones ambiguas.

Asimismo, Nardon no solo vende productos a mansalva, también una de sus principales fortalezas es el asesoramiento técnico a sus clientes, con el cual pretende marcar una diferencia. La empresa brinda charlas técnicas de producto a distintas organizaciones, donde el principal objetivo es informar y ayudar a tomar conciencia sobre la utilización de productos de calidad en las instalaciones eléctricas. Antes, versaban principalmente sobre cables de distinto tipo, ahora, también sobre materiales eléctricos en general, de manera que asiste a quien trabaja con electricidad de una forma más acabada, atendiendo todos los instrumentos y prácticas vinculadas con su trabajo. “Queremos que nuestros clientes sepan que no solo nos abocamos a la comercialización sino que ofrecemos, con nuestra experiencia, la información y el asesoramiento que necesitan a la hora de elegir un producto”, Claudio Nardon, otra vez, sin dejar lugar a dudas.

Respecto del alcance, opera principalmente en la ciudad de Buenos Aires, su conurbano y algunas ciudades del interior del país, para lo cual recurre a servicios de logística. Pero no sería certero cerrar aquí este capítulo, pues el ímpetu de la firma y su profesionalismo la llevan cada día más lejos, y viaja constantemente desde Merlo, donde está emplazada su oficina, en la provincia de Buenos Aires, hasta donde el cliente lo requiera.

*Nardon brinda charlas técnicas de producto a distintas organizaciones, donde el principal objetivo es informar y ayudar a tomar conciencia sobre la utilización de productos de calidad en las instalaciones eléctricas.*

Nardon Cables es, en rigor, el resultado de “muchos años de soñar con el proyecto propio de un negocio de materiales eléctricos”, había declarado su director en la entrevista en 2015. Y el entusiasmo que mostraba lo respaldaba con su experiencia de más de 25 años en el rubro eléctrico como jefe de ventas y jefe de producto. Experiencia y entusiasmo, dos componentes que juntos pueden lograr cosas buenas, no sorprende el buen desempeño de Nardon. ■

**Nardon Cables**

[www.nardoncables.com.ar](http://www.nardoncables.com.ar)



## AUTOMATIZACIÓN CON ROBOTS KUKA

- ROBOTS ARTICULADOS
- UNIDADES LINEALES
- UNIDADES DE CONTROL
- SOFTWARE
- ACCESORIOS DEL ROBOT
- SERVICIO TÉCNICO EN TODO EL MUNDO

Rubén Costantini S. A.  
Luis Angel Huergo 13 20  
Parque Industrial  
2400 San Francisco (CBA)  
Tel.: 03564 421033  
ventas@costantini-sa.com  
www.costantini-sa.com

KUKA Roboter GmbH  
Global Sales Center  
Hery-Park 3000  
86368 Gersthofen - Alemania  
Tel.: +49 821 4533-0  
Fax: +49 821 4533-1616  
info@kuka-roboter.de  
www.kuka.com



# LCT

Marca la diferencia  
en Calidad y Seguridad.

## Accesorios para líneas aéreas de transmisión y distribución eléctrica

- ▶ Conectores aislados para derivación
- ▶ Conjuntos de retención autoajustables
- ▶ Acometida domiciliaria
- ▶ Grampas paralelas de aluminio
- ▶ Suspensión
- ▶ Accesorios para cable concéntrico o antihurto



### EN EL MUNDO

LCT cuenta con distribuidores autorizados en los siguientes países:



LCT Empresa con sistema de  
gestión de calidad certificado

ISO  
9001:2008



Federico Ozanam 5245 (C1439BXA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel./Fax: (54-11) 4638-7770/1/2/3 (54-11) 4638-7774/6/8/9 - E-mail: info@lct.com.ar

Catálogo de productos y Certificados disponibles en [www.lct.com.ar](http://www.lct.com.ar)

## ► Sistema de medición de vibraciones

Los conductores y cables de guardia de las líneas de transmisión están expuestos al viento, como muchas otras estructuras, pero sus características favorecen la ocurrencia de las vibraciones debido al mecanismo de desprendimiento de vórtices, comúnmente conocido como “vibraciones eólicas”.

La importancia básica en vibraciones eólicas de conductores es la posible falla de los alambres del conductor en los alrededores de las grapas o, en general, en los puntos de conexión del conductor con otros componentes de la línea.

Aunque la falla de algunos alambres no afecta en forma inmediata el transporte de potencia de la línea, puede requerir reparaciones costosas e interrupciones del servicio. Sin embargo, la mayor causa de importancia es la naturaleza de las fallas que bien podría ser el comienzo de una degradación generalizada de los conductores que constituyen el principal componente de las líneas. De allí que las vibraciones eólicas han sido y siguen siendo la fuente básica de importancia en las líneas de transmisión.

El medidor de vibraciones modelo *Sefag*, desarrollado en Alemania y comercializado en el país por la



Medición en brazo del espaciador-amortiguador

empresa Dynalab, es el registrador más avanzado del mercado. Toma registros de forma digital y los datos de amplitud, frecuencia, viento y temperatura se almacenan en una memoria matricial. Puede realizar registros en líneas energizadas de hasta 500 kV y cuenta con una gran autonomía de hasta dos años ininterrumpidos, dependiendo del tipo de programación y la medición a realizar.

El servicio de medición de vibraciones abarca:

- » Sensores de vibraciones eólicas.
- » Sensores de oscilaciones de subvano.
- » Sensores de viento y temperatura.
- » Dispositivos de anclaje de los registradores.
- » Procesamiento de datos.
- » Informe técnico por cada vano de ensayo.
- » Asesoramiento y supervisión de montaje.

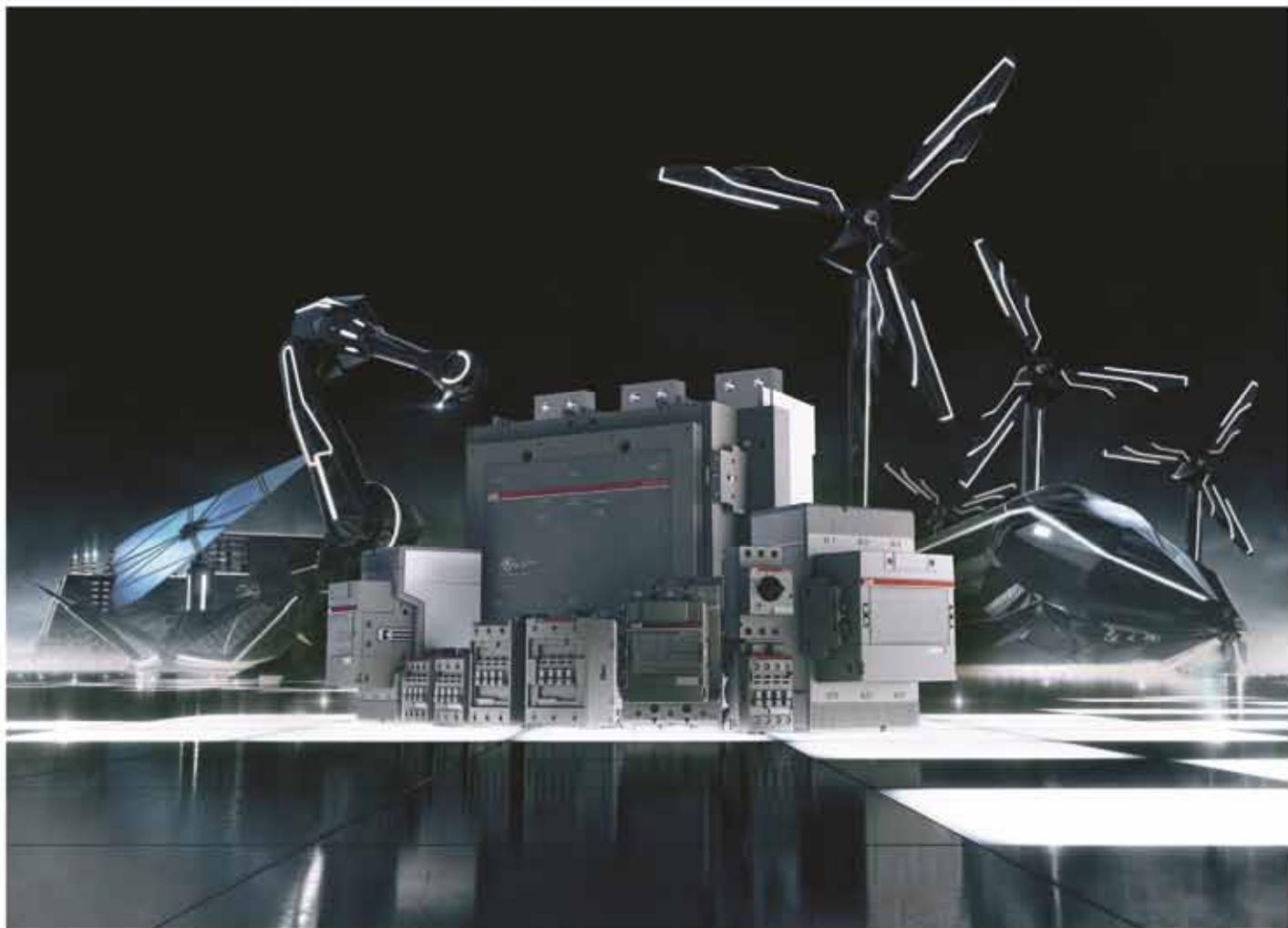
Los equipos pueden operar de forma continua por largos períodos de tiempo, ya sea en líneas energizadas o no. ■



Medición de oscilación de subvano

**Dynalab**

[www.dynalab.com.ar](http://www.dynalab.com.ar)



## Contadores AF

# La última tecnología ya es nuestro estándar

La nueva línea de contactores AF de ABB ha llegado para revolucionar el mercado a través de su diseño innovador, estableciendo un nuevo estándar en tecnología de contactores.

Nuestro diseño exclusivo de bobina dual permite cubrir tensiones nominales de 24 a 500V AC/DC con sólo cuatro bobinas distintas, reduciendo increíblemente en un 90% el número de partes. Esto representa una importante reducción de stock, facilita considerablemente la selección de productos y su aprovisionamiento y contribuye a la reducción de errores e inconvenientes. Los problemas típicos como la mala calidad de la red, fluctuaciones, caídas de tensión y microcortes han dejado de ser un problema. Incluso en el más duro de los escenarios industriales donde la confiabilidad es un requisito absoluto y no una opción, la innovadora línea de contactores AF de ABB está lista para el desafío.

Para más información:

[www.abb.com/connecttocontrol](http://www.abb.com/connecttocontrol)

**ABB S.A.**

Tel. +54 11 4229 5500 - Fax. +54 11 4229 5636

[www.abb.com.ar](http://www.abb.com.ar)

[/ABBArgentina](https://www.facebook.com/ABBArgentina) [@ABB\\_Argentina](https://twitter.com/ABB_Argentina)

Power and productivity  
for a better world™

**ABB**

Presentamos la nueva línea PIU BELLA, transformando cada espacio en un entorno orientado a aumentar la seguridad y calidad en todos sus aspectos.

Nuevo diseño

Innovación para tu hogar

Todos nuestros nuevos lanzamientos son rigurosamente estudiados desde la concepción misma, donde se ha apostado por los últimos avances tecnológicos para llegar a formas y diseños más simples, modernos y actuales.

 /cioccaplast

 info@cioccaplast.com.ar



Modulo CARGADOR USB (1 mod)

Funcion/operacion

Permite cargar la bateria de dispositivos moviles con conexion puerto USB que cumplen con la norma USB 2.0 BC 1.2 (Batetery charging specification Rev 1 2)

FACIL Y SIMPLE

Conecte su dispositivo movil al conector USB frontal y el mismo comenzara a cargarse automaticamente.

CARGADOR

USB





## Concentrador de Lectura para Edificios (para medidores eléctricos Elster)

Una solución  
para la  
automatización  
de múltiples  
lecturas "in situ".

El Concentrador ha sido desarrollado para brindar una solución integral al problema de la lectura de medición en edificios de departamentos, donde por razones de seguridad o falta de un encargado las lecturas de medidores ya no pueden ser realizadas en forma regular, obligando a las empresas de servicios a estimar los consumos.

Es una solución para lectura "in situ" que de forma inalámbrica, a través de una radio portable, lee los medidores electrónicos monofásicos y/o polifásicos con puerto serial de datos. Junto con una aplicación instalada en una hand-held o computadora toma los datos de medida y control de fraude para ser luego exportados al software GuardianNet y realizar su correspondiente análisis.



Para mayor información visite nuestra web:

[www.elster.com.ar](http://www.elster.com.ar)

o contáctese con:

**Elster Medidores SA. - Galileo La Rioja SA.**

Tel.: (011) 4229-5502/5518 - Fax: (011) 4229-5656

E-mail: [elster.medidores@ar.elster.com](mailto:elster.medidores@ar.elster.com)





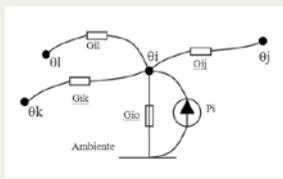
- Capacitación
- Organismos de estudio activos 2016

*Pág. 52*



Reglamentaciones

*Pág. 53*



Estudio del incremento de las pérdidas y sus efectos en transformadores con cargas alineales

*Pág. 54*



Análisis de las distancias de aproximación para realización de TCT

*Pág. 62*



[www.aea.org.ar](http://www.aea.org.ar)

Revista de la Asociación Electrotécnica Argentina



**Electricidad Segura ES una meta que nos propusimos hace 100 años. Electricidad Segura ES haber regulado normativas eléctricas para todo tipo de instalación.**

**Electricidad Segura ES seguir capacitándonos en nuevas tecnologías.**

**Electricidad Segura ES que al momento de hacer una conexión, lo único que sientas en ese momento es tranquilidad. Electricidad Segura ES saber que hay un grupo de ingenieros detrás de toda conexión eléctrica.**

**O mejor aún, ES estar tan confiado que ni necesitás saber nada.**

**Electricidad Segura ES saber y poder transmitirlo.**

**Electricidad Segura ES, fue y será siempre nuestro objetivo.**

**Para la AEA, Electricidad Segura ES un constante legado.**



Asociación Electrotécnica Argentina  
Calle Corrientes 1000, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Te invitamos a conocer más  
acerca de nosotros entrando a

[www.aea.org.ar](http://www.aea.org.ar)

100

AEA | 100 AÑOS



### Es el turno del proyecto

El puntapié inicial de toda obra, de cualquier envergadura, es el proyecto. Todos sabemos que en nuestro querido país, a pesar de lo hecho, resta mucho por hacer. Estamos en los primeros lugares del mundo en reservas gasíferas exploradas; tenemos gran parte del territorio con un alto nivel de insolación, la cual es muy superior al de países con el mayor desarrollo en energía fotovoltaica; tenemos otra gran parte del territorio con vientos fuertes, permanentes, mayoritariamente unidireccionales y superiores a aquellos donde se encuentran actualmente los mayores parques eólicos mundiales; tenemos una generación potencial de biomasa vegetal y animal muy importante, derivada de nuestra enorme producción agrícola y ganadera. ...

Además de todo esto, poseemos los recursos técnicos e intelectuales para llevar a la práctica estos desafíos. Si nos ordenamos en un mismo sentido, podremos otorgar un impulso permanente al progreso y sabemos que es una realidad física que si la aceleración es constante, la velocidad crece sin límites.

Hace unos días se ha presentado a la sociedad un Plan Nacional de Agua cuya meta es dotar de agua corriente y cloacas a la población. Es un plan ambicioso en algo muy necesario, diríamos imprescindible, en cualquier sociedad civilizada con los estándares actuales.

Ahora es el momento de las ingenierías, porque lo primero a encarar es el proyecto. Y un solo proyecto como el Plan Nacional de Agua requerirá cuatro veces más ingenieros de diversas especialidades que los disponibles actualmente en el país.

Es el turno del proyecto y esto nos hace reflexionar sobre la necesidad que tiene nuestro país de una mayor cantidad de científicos, ingenieros y técnicos. También sabemos que, si bien muchos opinan que la tecnología y el conocimiento se compran, esto no produce desarrollo permanente en los países. Miremos, si no, cómo invierten en investigación científica básica y educación superior los países más desarrollados.

Hoy toca a los que más saben aplicar sus conocimientos y tratar de transmitirlos a los más jóvenes. Permitir su desarrollo y otorgarles responsabilidades que permitan incrementar su experiencia.

Las instituciones permanentes de las distintas disciplinas científicas deben ser puntos de reunión, intercambio, discusión y transferencia de los conocimientos. Verdaderos vasos comunicantes que uniforman y elevan la calidad de nuestros profesionales.

### Ing. Carlos A. García del Corro

La *Revista Electrotécnica* es una publicación de la Asociación Electrotécnica Argentina para la difusión de las aplicaciones de la energía eléctrica en todas sus manifestaciones y el quehacer empresario del sector electrotécnico, luminotécnico y electrónico.

#### Distribución:

- Gratuita para socios de la AEA. Para más información sobre cómo asociarse a la AEA: [www.aea.org.ar](http://www.aea.org.ar) | [info@aea.org.ar](mailto:info@aea.org.ar)
- Por suscripción a la revista *Ingeniería Eléctrica*

REVISTA  
**electrotecnica**  
Junio - Agosto 2016

Asociación Electrotécnica Argentina,  
Posadas 1659, C1112ADC, CABA, Argentina  
+54-11 4804-3454 / 1532  
[info@aea.org.ar](mailto:info@aea.org.ar) / [www.aea.org.ar](http://www.aea.org.ar)



Los contenidos de cualquier índole firmados reflejan la opinión de sus autores por lo que son de su exclusiva responsabilidad.  
La reproducción total o parcial de los contenidos y producciones gráficas requieren de la autorización expresa por escrito de la editorial.

#### Comisión asesora

Ings. Jorge Magri, Miguel Correa, Miguel Toto, Norberto Broveglio, Pablo Mazza, Gustavo Wain y Víctor Osete

#### Gerencia Administrativa

Cdra. Mónica S. Méndez

#### Gerencia Técnica

Ing. Carlos A. García del Corro

#### Comisión Directiva de la AEA 2016/2017

Presidente: Ing. Pedro Rosenfeld  
Vicepresidente 1º: Ing. Ernesto Vignaroli  
Vicepresidente 2º: Ing. Carlos Manili  
Secretario: Ing. Norberto Broveglio  
Prosecretario: Ing. Abel Cresta  
Tesorero: Ing. Juan Mazza  
Protesorero: Ing. Luis Grinner  
Vocales: Ings. Miguel Correa | Jorge Magri | Carlos Mansilla | Daniel Milito | Eduardo Nitardi | Luis Neira | Mario Ramos | Miguel Toto | Edgardo Vinson | Gustavo Wain



**Editor:**  
EDITORES S.R.L.  
EDITORES Av. La Plata 1080 (1250) | Ciudad de Buenos Aires | [www.editores.com.ar](http://www.editores.com.ar)

## ►► Info AEA

### Modalidad E-learning

**Diseño de centros de transformación y suministro de media tensión** | Ings. Edgardo Vinson y Jorge Magri

Duración: 15 semanas

**27 de junio**

**NUEVO** | **Gestión del mantenimiento industrial y de infraestructura integral II (avanzado)** | Ing. José L. Rodríguez Lamas

**Inicia en julio**

### Modalidad presencial

**Protección y comando de motores eléctricos de baja tensión** | Ing. Juan Carlos Spano

**6 y 7 de junio**

**Proyecto de instalaciones eléctricas** | Ing. Carlos Manili

**16 y 17 de junio**

**Diseño de estaciones transformadoras: intensivo, una semana** | Ing. Norberto Sirabonian

**27 de junio al 1 de julio**

**Centros de transformación y suministro en media tensión** | Ings. Edgardo Vinson y Jorge Magri

**Inicia en julio**

**Introducción a las protecciones contra las descargas Atmosféricas** | Ings. Ángel Reyna y Carlos García del Corro

**4 de julio**

**Verificación de las instalaciones eléctricas (incluye verificaciones Res. SRT 900)** | Ings. Carlos García del Corro y Carlos Manili

**4 de agosto**

**Riesgo eléctrico** | Ing. Norberto Broveglio

**12 de agosto**

**AEA es unidad capacitadora del SEPYME**

Estas y otras capacitaciones que Ud. encontrará consultando nuestra página web también se brindan a pedido *In-Company*. Consultas [capacitacion@aea.org.ar](mailto:capacitacion@aea.org.ar)

## ►► Organismos de estudio activos 2016

Comité 08: **Redes eléctricas inteligentes**  
Documento publicado: 92559

Comité 08 A: **Instalaciones de generación distribuida a partir de energías renovables**  
Documento publicado: S/P

Comité 10: **Instalaciones eléctricas en inmuebles**  
Documento publicado: 90364-7-771 // 90364-7-701 // 90364-7-718 // 90364-7-780

Comité 10 G: **Eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión**  
Documento publicado: 90364-8-1

Comité 10 H: **Paneles fotovoltaicos**  
Documento publicado: 90364-7-712

**NUEVO** | Comité 10 I: **Instalaciones de suministro para vehículos eléctricos**  
Documento publicado: S/P

Comité 11: **Instalaciones eléctricas en salas de uso médico**  
Documento publicado: 90364-7-710

Comité 15: **Instalaciones eléctricas de protección contra las descargas atmosféricas**  
Documento publicado: 90079-10-1 // 90079-10-2 // 90079-10-14 y 90079-10-17

Comité 21: **Trabajos con tensión en instalaciones eléctricas menores a 1 kV**  
Documento publicado: 95702

**NUEVO** | Comité 25: **Instalaciones eléctricas de telecomunicaciones e inmuebles**  
Documento publicado: S/P

Comité 31: **Instalaciones eléctricas en atmósferas antiexplosivas**  
Documento publicado: 90790

Comité 32: **Centros de transformación y suministro de distribución**  
Documento publicado: 95401

Comité 33: **Líneas aéreas exteriores de alta y media tensión**  
Documento publicado: 95301

Comité 34: **Líneas aéreas exteriores de baja tensión**  
Documento publicado: 95201

Comité 35: **Líneas eléctricas exteriores en general, líneas subterráneas**  
Documento publicado: 95101

Comité 51: **Instalaciones eléctricas de alumbrado público**  
Documento publicado: 95703

Comité 53: **Trabajos con tensión en instalaciones eléctricas menores a 1 kV**  
Documento publicado: 95705

Comité 61: **Instalaciones eléctricas con tensiones mayores a 1 kV**  
Documento publicado: S/P

Comité 78: **Arco eléctrico**  
Documento publicado: 92606

Comité 99: **Estaciones transformadoras**  
Documento publicado: 95402

Comité 101: **Electrostática**  
Documento publicado: S/P

Comité 106: **Campos electromagnéticos**  
Documento publicado: S/P

## ► Reglamentaciones

Para adquirir las reglamentaciones de AEA, podrá acercarse a nuestra sede de Posadas 1659 de 12 a 18 h de lunes a viernes. Para consultas y adquisiciones al interior o al domicilio, deberá enviar un correo electrónico a la casilla de [adquisiciones@aea.org.ar](mailto:adquisiciones@aea.org.ar) indicando cantidad de reglamentaciones, código, nombre, apellido, dirección, código postal y localidad. Luego le enviaremos un presupuesto con el costo de las reglamentaciones y el envío.

**Recordamos que el CEA,  
Comité Electrotécnico  
Argentino, con sede en AEA,  
tiene a la venta la colección  
completa de normas IEC**



Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para la instalación en lugares y locales especiales. Sección 712: Sistemas de suministro de energía mediante paneles fotovoltaicos. AEA 90364-7-712. Edición 2015



Guía AEA. Instalaciones eléctricas en inmuebles hasta 10 kW. Edición 2011.



Reglamentación sobre atmósferas explosivas. Parte 10: Clasificación de áreas. Sección 1: Atmósferas gaseosas explosivas. AEA 90079-10-1. Edición 2012.



Reglamentación sobre atmósferas explosivas. Parte 10: Clasificación de áreas. Sección 2: Atmósferas explosivas de polvo. AEA 90079-10-2. Edición 2015.



Reglamentación sobre atmósferas explosivas. Parte 14: Proyecto, selección y montaje de las instalaciones eléctricas. AEA 90079-10-14. Edición 2012.



Reglamentación sobre atmósferas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de las instalaciones eléctricas. AEA 90079-10-17. Edición 2013.



**NUEVA** | Reglamentación sobre electrostática - Informe técnico. Parte 1: Fenómenos electrostáticos. Principios y mediciones. AEA IT 91340. Edición 2016.

Este documento, describe los principios fundamentales de los fenómenos electrostáticos incluyendo la generación de cargas, la retención y disipación en descargas electrostáticas. Además, es propósito de este reporte técnico servir como referencia para el desarrollo de normas relacionadas con la electrostática, y proveer una guía a sus usuarios finales.

### Además...

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 6: Verificación de las instalaciones eléctricas (inicial y periódicas) y su mantenimiento. AEA 90364-6-61. Edición 2006

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles. Sección 7711: Viviendas, oficinas y locales (unitarios). AEA 90364-7-7711. Edición 2006.

Reglamentación para estaciones transformadoras. AEA 95402. Edición 2011.

Ejecución de trabajos con tensión en instalaciones eléctricas de baja tensión en CC y CA. AEA 95705. Edición 2013.

Redes eléctricas inteligentes. Parte 1: Guía de conceptos, beneficios y desafíos para su implementación. AEA 92559-1. Edición 2013.

# Estudio del incremento de las pérdidas y sus efectos en transformadores con cargas alineales

Por  
Ings. Lemory\*, Vinson y Jurado  
Facultad de Ingeniería, UBA  
\*Grupo Energía y Ambiente (GEA)  
Departamento de Electrotecnia

## Resumen

En el presente trabajo se analizan las pérdidas adicionales que se producen en los arrollamientos de los transformadores sometidos a corrientes no senoidales, su distribución espacial y sus efectos térmicos, considerando las características de los conductores, la geometría de los bobinados y el núcleo. Se presentan resultados experimentales que muestran la influencia de los distintos armónicos en esas pérdidas, como afectan a las distintas partes de los bobinados y se comparan esos resultados con las estimaciones obtenidas mediante modelos de cálculo.

**Palabras clave:** Transformadores, armónicos, pérdidas adicionales, *hotspot*, demérito, declasado, *derating*.

## 1. Introducción

La circulación de corrientes con alto contenido armónico en los transformadores provoca un mayor calentamiento debido al aumento de las pérdidas adicionales con la frecuencia, lo que puede obligar a utilizarlos por debajo de su corriente nominal, para no sobrepasar las temperaturas máximas admitidas.

A tal efecto, la Norma IEEE Std C57.110-1998 [1] permite definir el factor de carga adecuado para un transformador de construcción normal, sometido a corrientes no senoidales, con solo disponer de los resultados de los ensayos de rutina.

El declasado (*derating*) necesario que puede requerir un transformador de diseño normal en un ambiente industrial de alta polución armónica [2] hace conveniente la aplicación de transformadores que, con diseños especiales, de menores pérdidas adicionales por armónicos; se obtenga un mejor aprovechamiento de los materiales activos.

Al respecto, la norma UL 1561-1994 [3] introdujo el

factor K indicativo del contenido armónico que puede soportar el transformador a corriente nominal y representa el aumento de pérdidas adicionales en los conductores asumiendo, al igual que la norma IEEE, su dependencia con el cuadrado de la frecuencia de cada armónico.

No obstante, la norma UL contempla la verificación de la sobretemperatura media con carga armónica de factor K, pero no evalúa la temperatura del punto más caliente (*hotspot*).

Por su parte, en la norma IEEE se evalúa la temperatura del *hotspot* asumiendo una distribución típica de pérdidas adicionales, pero no permite evaluar su dependencia con los parámetros de diseño, a fin de reducir ese calentamiento.

En un trabajo previo de los autores: "Análisis del efecto de las cargas alineales en los transformadores de distribución" [2], se efectuó un cálculo de las pérdidas adicionales distribuidas en los bobinados de un transformador seco, recorrido con corriente poliarmónica, en función de la distribución del campo magnético disperso. En ese trabajo previo se empleó un método de cálculo propuesto por Asaad A. Elmoudi [4], que posibilitó definir modificaciones en el diseño de los bobinados que se traducen en una fuerte reducción del demérito del transformador y además, para los diseños normales, arrojar resultados más precisos que la norma IEEE.

No obstante en [2], se consideró que la sobretemperatura del punto más caliente estaba en relación directa con la densidad de pérdidas local en los conductores en esa zona, cuando en realidad se espera que por efecto de la conductibilidad térmica interna, la distribución de temperaturas sea algo más uniforme que la distribución de pérdidas, hecho que se consideró de interés analizar en esta oportunidad.

En el presente trabajo se efectúa la evaluación experimental de los efectos de los armónicos sobre las pérdidas en cortocircuito y las sobretensiones resultantes, y se comparan los resultados con los cálculos de las pérdidas adicionales con carga armónica mediante el método de Elmoudi. También se analiza, mediante un modelo térmico, la distribución de temperaturas estimadas, a efectos de validar su aplicación a la optimización del diseño de los transformadores que van a ser utilizados con cargas alineales.

## 2. Evaluación de las pérdidas con corrientes poliarmónicas

### 2.1. Estimación de pérdidas variables con corrientes poliarmónicas

#### 2.1.1. Criterio de estimación de pérdidas adicionales en función de la frecuencia según la IEEE

En la Norma IEEE Std C57.110-1998 se evalúan las pérdidas asociadas a las corrientes inducidas (EC) por efecto del campo magnético disperso en los conductores activos sin considerar la influencia su efecto sobre el campo, resultando su dependencia con la frecuencia cuadrática. Asimismo, considera que las pérdidas en otras partes conductoras debido a corrientes inducidas por campos dispersos varían con la frecuencia elevada a la potencia 0,8. Las expresiones estimadas de ambas para un armónico de corriente  $I_h$  resulta:

$$\begin{aligned} P_{EC-h} [^0/I] &= P_{EC-n} [^0/I] \cdot I_h^2 [^0/I] \cdot h^2 \\ P_{STR-h} [^0/I] &= P_{STR-n} [^0/I] \cdot I_h^2 [^0/I] \cdot h^{0,8} \end{aligned} \quad (1)$$

Donde:

$P_{EC-h} [^0/I]$ ,  $P_{STR-h} [^0/I]$ : pérdidas por corrientes parásitas en los conductores activos y en otras partes conductoras, respectivamente, a corriente y frecuencia nominales, en por unidad (pu).

$P_{EC-n}$ ,  $P_{STR-n}$ : pérdidas por corrientes parásitas en los conductores activos y en otras partes conductoras, respectivamente, para el armónico  $h$ , [pu].

$I_h [^0/I]$ : valor eficaz de la corriente armónica  $h$ , [pu].

$h$ : Orden del armónico.

Para una corriente poliarmónica, las pérdidas totales se estiman mediante una expresión obtenida a partir de las anteriores:

$$P_T = P_0 + I_{pu}^2 \cdot (P_{j-n} + P_{EC-n} \cdot F_{HL} + P_{STR-n} \cdot F_{HL-STR}) \quad (2)$$

Donde:

$P_T$ : pérdidas totales.

$P_0$ : pérdidas en vacío.

$I_{pu}$ : corriente en pu.

$P_{j-n}$ : pérdidas por efecto Joule nominales.

Los factores de corrección  $F$  están dados por la relación entre las pérdidas adicionales para corriente poliarmónica  $P_{EC}$  y las pérdidas adicionales para corriente senoidal  $P_{EC-0}$  de igual valor eficaz. El factor de incremento de pérdidas adicionales en los conductores activos por armónicos es:

$$F_{HL} = \frac{P_{EC}}{P_{EC-0}} = \frac{\sum_h I_h^2 \cdot h^{0,8}}{\sum_h I_h^2} \quad (3)$$

Y el factor de incremento de pérdidas adicionales por corrientes parásitas en otras partes conductoras es:

$$F_{HL-STR} = \frac{P_{STR}}{P_{STR-0}} = \frac{\sum_h I_h^2 \cdot h^{0,8}}{\sum_h I_h^2} \quad (4)$$

Cuando las frecuencias son elevadas, la profundidad de penetración de la corriente se reduce y las expresiones se vuelven imprecisas; no obstante, el método establecido por la IEEE permite una evaluación sencilla y conservadora de la cargabilidad de un transformador, de diseño normal, la que se puede obtener conociendo el espectro armónico de la corriente y las pérdidas adicionales a frecuencia fundamental, que se obtienen del ensayo en cortocircuito. Los resultados obtenidos se encuentran del lado de la seguridad [4], [2].

### 2.1.2. Cálculo de la distribución de pérdidas adicionales en los bobinados

En el presente trabajo se aplica y evalúa experimentalmente la metodología propuesta por Elmouidi [4] y ya empleada por los autores en [2]. Las pérdidas por corrientes parásitas por unidad de volumen debido a la componente de inducción radial o axial producida por cada armónico se determinan con una expresión proporcional al cuadrado de la frecuencia y de la componente de inducción en el punto, afectada por un factor de corrección menor que la unidad, función del parámetro  $\xi$ , dependiente de la frecuencia:

$$\xi = T / \delta_h \quad (5)$$

Siendo  $T$  el espesor del conductor tomado en dirección perpendicular a la componente de campo dividido por la profundidad de penetración  $\delta_h$ , obtenida para cada armónico por la expresión:

$$\delta_h = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot f_h \cdot \mu \cdot \sigma}} \quad (6)$$

Donde:

$\mu$ : permeabilidad del material conductor (H/m)

$\sigma$ : conductividad del conductor (1/ $\Omega$ m)

$f_h$ : frecuencia del armónico  $h$  (Hz)

Las pérdidas adicionales por unidad de volumen total (conductor, aislación e intersticios) en un punto de un bobinado con conductores rectangulares sometido a una corriente poliarmónica, considerando las componentes axial y radial de campo, se estiman con las ecuaciones siguientes (7), (8) y (9):

$$\frac{P_{EC}}{V_{bob}} = \sigma \left[ \frac{1}{3} \pi^2 \rho^2 \sigma^2 [a^2 B_{radial}^2 F_{HL,corr,radial} + b^2 B_{axial}^2 F_{HL,corr,axial}] \right] \quad (7)$$

$$F_{HL,corr,radial} = \sum_1^{h_{m\acute{a}x}} (I_h / I_{ef})^2 F_{radial}(\xi_{radial}) \quad (8)$$

$$F_{HL,corr,axial} = \sum_1^{h_{m\acute{a}x}} (I_h / I_{ef})^2 F_{axial}(\xi_{axial}) \quad (9)$$

Donde:

$\sigma$ : factor de llenado del arrollamiento (pu)

$B_{axial}$ : componente axial eficaz de la inducción magnética (T)

$B_{radial}$ : componente radial eficaz de la inducción magnética (T)

$a$ : altura (dimensión en sentido axial) del conductor (m)

$b$ : espesor (dimensión en sentido radial) del conductor (m)

$f$ : frecuencia fundamental (Hz)

Los factores de corrección radial y axial, en forma genérica valen:

$$F(\xi) = \left[ \frac{3}{\xi} \cdot \left( \frac{\text{sen } h\xi - \text{sen } \xi}{\cos h\xi - \cos \xi} \right) \right] \quad (10)$$

Se deben utilizar en cada caso los valores de  $\xi$  radial y axial correspondientes a la armónica analizada.

$$\xi_{radial} = a / \delta_h \quad (11)$$

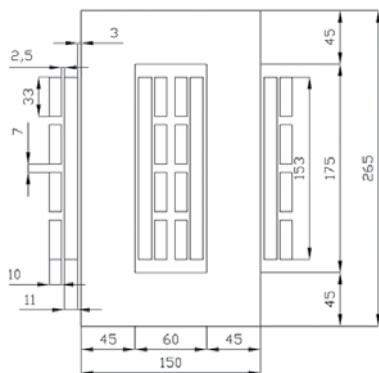
$$\xi_{axial} = b / \delta_h \quad (12)$$

### 2.1.3. Aplicación a un transformador de prueba

Para las pruebas se empleó un transformador monofásico, con núcleo de columnas, con los bobinados colocados en ambas columnas y con tomas múltiples. Sus principales características son las consignadas en la tabla 1. Un corte y las sus dimensiones se muestran en la figura 1.

Potencia = 3,6 kVA	Frecuencia = 50 Hz
$U_1 = 224$ V	$U_2 = 64$ V
$I_1 = 16$ A	$I_2 = 56$ A
Conductor 1: redondo, diámetro 3,6 mm (bobinado interno)	Conductor 2: planchuela 6 x 3 mm (bobinado externo)

**Tabla 1. Características del transformador de prueba**



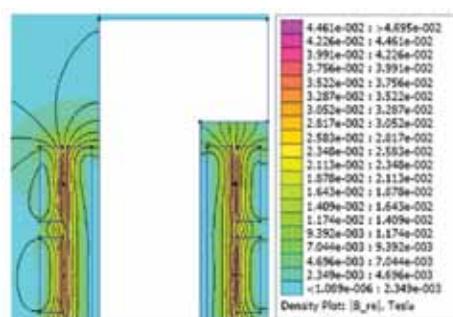
**Figura 1. Corte y dimensiones principales en milímetros del transformador de prueba. Ancho del núcleo, 90 mm**

A los efectos de contrastar los métodos de cálculo con los resultados experimentales, se evaluó primero el campo magnético dentro y fuera de la ventana para una corriente dada, empleado el programa de elementos finitos FEMM. En la figura 2 se muestra el mapa de campo magnético resultante.

Luego, para el mapa de campo obtenido, se evaluaron las pérdidas adicionales dentro y fuera de la ventana, con corrientes de diferentes frecuencias, y con una corriente de carga poliarmónica como la que le corresponde a un variador de velocidad que a la entrada posee un rectificador de seis pulsos con capacitor de filtro. El espectro armónico de esa corriente se indica en la tabla 2.

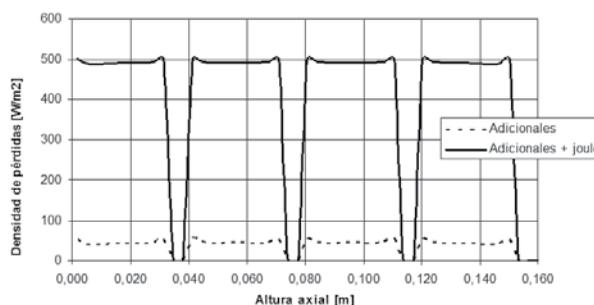
h	1	5	7	11	13	17	19	23	25
$I_h/I_1$ [%]	100	73	54	18	7	6	2	2	2

**Tabla 2. Espectro armónico de LA corriente**



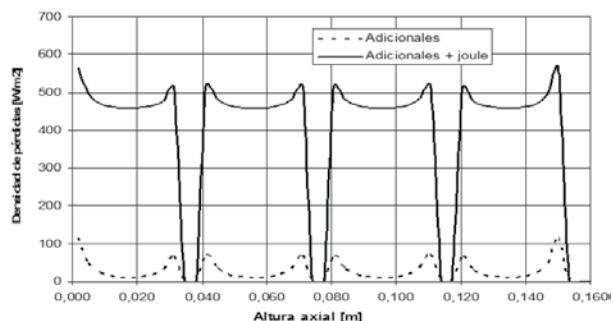
**Figura 2. Mapa de campo magnético**

La distribución de pérdidas por unidad de superficie lateral de los arrollamientos obtenida para este espectro se indica en la figura 3.



**Figura 3. Densidad superficial de pérdidas del bobinado exterior. Sección rectangular de 3 x 6 mm**

Cuando se utilizan conductores rectangulares, y debido al componente radial del campo, la densidad de pérdidas adicionales crece en los extremos de los bobinados. Dadas las dimensiones de los conductores del bobinado exterior del transformador ensayado, este efecto no es muy notorio. A efectos de mostrar este fenómeno, se volvieron a efectuar los cálculos considerando un conductor de mitad de espesor radial y del doble de altura, obteniéndose la distribución de la figura 3, en la que se puede observar una marcada diferencia con los resultados de la figura 4.



**Figura 4. Densidad superficial de pérdidas del bobinado exterior. Sección rectangular de 1,5 x 12 mm**

Para el bobinado interior, dado que el conductor es redondo, y que los valores de campo radial son bastante menores al axial, la densidad de pérdidas resulta aproximadamente constante.

## 2.2. Evaluación experimental de pérdidas en cortocircuito en función de la frecuencia. Comparación con valores calculados

A efectos de evaluar experimentalmente el comportamiento y corroborar el método de cálculo de pérdidas adicionales, se efectuó el ensayo de cortocircuito a distintas frecuencias por medio de una fuente de potencia de forma de onda y frecuencia programables.

En la figura 5, se muestran los puntos resultantes de las mediciones, y las curvas resultantes de aplicar el criterio de la IEEE y el propuesto por Elmoudi. Con el primer criterio, y asumiendo que pierde validez a altas frecuencias, se ajustaron las pérdidas por corrientes parásitas en los conductores y en otras partes metálicas solamente con los armónicos 7 y 9. En este transformador, la variación de las pérdidas adicionales para 50 Hz y los armónicos más bajos están en el orden de los errores de medición.

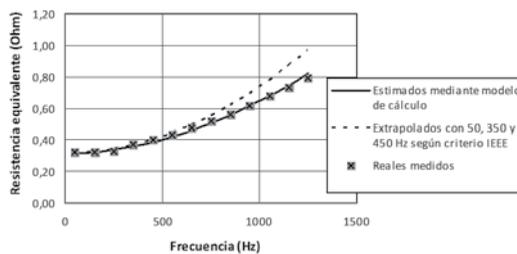


Figura 5. Resistencia equivalente en función de la frecuencia

Se observa que a medida que aumenta la frecuencia, también aumenta el error en exceso que resulta del criterio de la IEEE, mientras que los resultados del método expuesto en 2.1.2 se aproximan muy ajustadamente a los resultados experimentales.

## 2.3. Evaluación experimental de pérdidas con corrientes poliarmónicas y tensión de alimentación senoidal. Comparación con valores calculados

A fin de evaluar los efectos térmicos de las corrientes poliarmónicas, se ensayaron dos transformadores

idénticos, con las características consignadas en la tabla I, conectados en oposición para que se encuentren sometidos simultáneamente a las pérdidas en el cobre y en el hierro. Los primarios de 224 V se alimentaron en paralelo con tensión nominal sinusoidal de 50 Hz, tomada de la red, mientras que los secundarios de 64 V conectados en oposición se alimentaron con una tensión poliarmónica tal que daba lugar a la corriente deseada. A partir de la forma de onda de la corriente y de su contenido armónico, definido en la tabla 2, se determinó el contenido armónico de la tensión a aplicar mediante la fuente programable. En las figuras 6a y 6b se observan las formas de onda de tensión aplicada y corriente obtenida respectivamente.

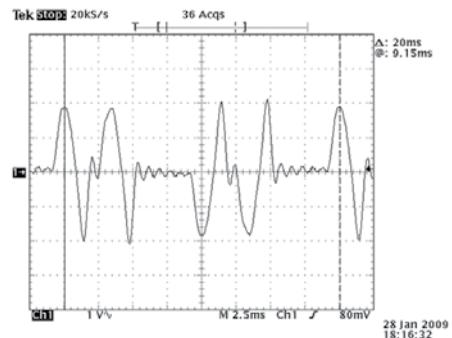


Figura 6a. Tensión aplicada

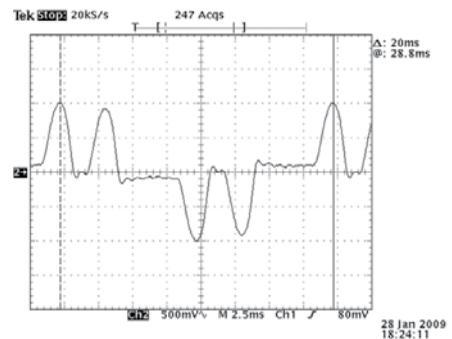


Figura 6b. Corriente de carga

Las pérdidas variables, referidas a 25 °C, resultaron aproximadamente iguales a las calculadas mediante el modelo propuesto, tabla 3.

Con recarga poliarmónica		A 50 Hz
Media medida	Calculado	Media medida
94 W	92 W	82 W

Tabla 3: pérdidas variables resultantes

### 3. Evaluación de las sobretemperaturas en los arrollamientos con corriente poliarmónica

#### 3.1. Modelado térmico de un transformador

Dada la complejidad de las configuraciones, y la dificultad de modelar la convección natural, es usual modelar los transformadores mediante circuitos térmicos, donde cada nodo representa un elemento de una parte constitutiva del transformador, vinculado con otros adyacentes y con el medioambiente a través de conductancias térmicas equivalentes. La pérdida de potencia en cada elemento de la malla se representa por una fuente equivalente eléctrica de corriente constante, como se muestra esquemáticamente en la figura 7.

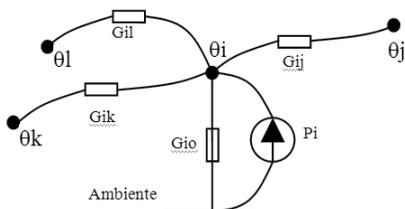


Figura 7. Esquema de un nodo de una red térmica y conductancias asociadas

El sistema de ecuaciones se estableció a través del balance de flujo en los nodos, resultando ecuaciones análogas al método de nodos aplicado en circuitos eléctricos:

$$P_i = \sum_1 [\theta_i - \theta_j] \cdot G_{ij} = \theta_i \cdot \sum_1 G_{ij} + \sum_1 \theta_j \cdot G_{ij} \quad (13)$$

Las expresiones para obtener las conductancias térmicas se adjuntan en el "Anexo 1".

#### 3.2. Aplicación del modelo y comparación con los resultados experimentales

Se modeló la red térmica del transformador de prueba y se calcularon las sobretemperaturas con corriente de frecuencia nominal, y con la corriente poliarmónica indicada en la tabla 2.

Se subdividió cada bobinado en sesenta elementos, tres en sentido radial y veinte en sentido axial, y el núcleo se consideró isotérmico. Una parte de la red térmica empleada se observa en la figura 8.

Los valores calculados de sobretemperatura media en el arrollamiento exterior resultaron muy próximos a los determinados en los ensayos corregidos a corriente nominal, como se observa en la tabla 4.

	Senoidal	Poliarmónica
Calculado a plena carga	48	52
Medido corregido	46	50

Tabla 4. Sobretemperaturas medias resultantes de arrollamiento exterior [K]

Los perfiles de temperatura obtenidos mediante el modelo de cálculo (líneas de trazo continuo), y el medido en la superficie en las pruebas de laboratorio (puntos) se exhiben en las figuras 9a y 9b.

La diferencia entre las sobretemperaturas con carga senoidal y poliarmónica no resultó muy elevada, lo que era esperable, considerando que en el transformador de prueba empleado, las dimensiones de los conductores son menores que la profundidad de penetración de corriente en el cobre; no obstante la tendencia es la esperada.

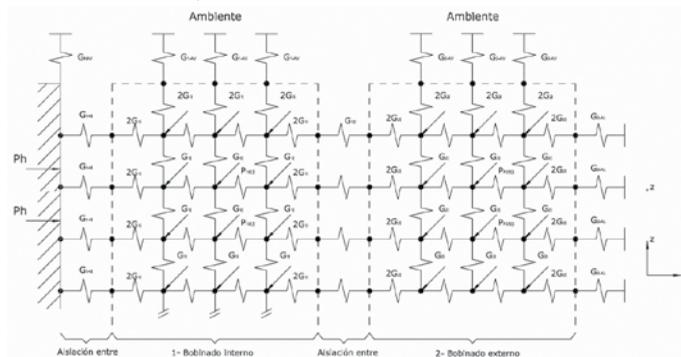


Figura 8. Red térmica del transformador de prueba

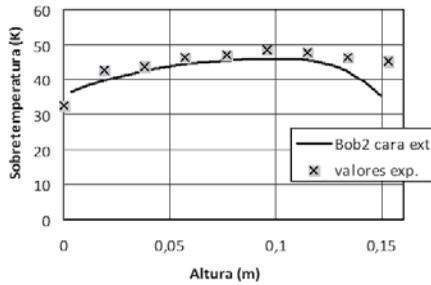


Figura 7a. Corriente senoidal

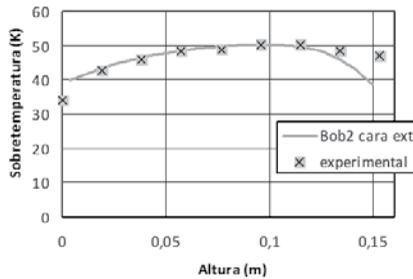


Figura 7b. Corriente poliarmónica

La distribución de temperaturas en la superficie externa difiere algo en zona de cabeza de bobinado, lo que en principio puede atribuirse a que el modelo no contempla la mayor aislación térmica debido a los collares del extremo del bobinado y a la dificultad de realizar las mediciones en los bordes de las bobinas.

De todos modos, las sobretemperaturas máximas en la superficie, y sobre todo las sobretemperaturas medias calculadas del arrollamiento exterior han resultado suficientemente aproximadas a las reales.

#### 4. Conclusiones

Las pruebas realizadas en laboratorio mediante aplicación de corriente senoidal de frecuencia variable y ondas poliarmónicas han mostrado la influencia de los armónicos en las pérdidas variables de un transformador, función de su frecuencia, y han permitido corroborar que el método de cálculo adoptado se ajusta suficientemente bien.

En particular, las pruebas de calentamiento permitieron corroborar la influencia esperada de los armónicos, y en general el modelo térmico propuesto

permite su evaluación con adecuada aproximación, y su ajuste puede mejorarse elevando el detalle de la malla aplicada.

Por lo expuesto, se puede afirmar que las metodologías de cálculo presentadas constituyen herramientas de análisis apropiadas para el desarrollo de diseños de transformadores aptos para soportar cargas armónicas sin desaprovechamiento relevante de su capacidad. ■

#### Bibliografía

- [1].IEEE Std C57.110 IEEE Recommended practice for establishing transformer capability when supplying nonsinusoidal load currents. 1998.
- [2].Lemozy N. A. Vinson E. G. Jurado A.: "Análisis del efecto de las cargas alineales en los transformadores de distribución" CIDEL, Buenos Aires, Octubre 2006.
- [3].UL 1561 Dry type general purpose power transformers. 1994.
- [4].Elmoudi, Asaad A.: "Evaluation of power system harmonic effects on transformers". Tesis doctoral, Helsinki University of Technology, 2006.
- [5].Pierce, Linden W.: "Predicting hottest spot temperatures in ventilated dry type transformer windings" *IEEE Transaction on Power Delivery*, Vol. 9, N° 2 April, 1994.
- [6].Di Pierro, E.: *Costruzioni Elettromeccaniche*.
- [7].Isachenko, Osipova, Sukomel: "Transmisión del calor". España, Marcombo de Boixareu Editores, 1973.
- [8].Pierce, Linden W.: "Transformer design and application considerations for nonsinusoidal load currents". *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 32, Mayo/Junio 1996.

Las dimensiones son las indicadas en la figura 1.1.

**Determinación de las conductancias térmicas**

Los parámetros de la red térmica se determinaron en base a [5], [6], [7] y [8]

Conductancias internas  $G_{1r}$ ,  $G_{2i}$ ,... : son las conductancias térmicas entre nodos internos del arrollamiento.

Por ejemplo, la conductancia interna sentido radial resulta:

$$G_{2ir} = \lambda_{2i} \cdot \frac{h_b \cdot p_2}{n_a} \cdot \frac{n_r}{e_2} \tag{1.1}$$

Donde:

$h_b$  : Altura de bobinado.

$p_2$  : Perímetro de bobinado.

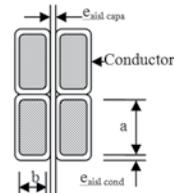
$n_a$  : Cantidad de elementos en dirección radial.

$n_r$  : Cantidad de elementos en dirección axial.

$e_2$  : Espesor radial total de bobinado.

$\lambda_{2i}$  : Conductibilidad térmica interna equivalente del bobinado 2 en sentido radial, obtenida mediante la expresión (1.2).

$$\lambda_{2i} = \lambda_{aislante} \cdot \frac{1 + \frac{b}{2 \cdot e_{aisl\ cond} + e_{aisl\ capa}}}{1 + \frac{2 \cdot e_{aisl\ cond}}{a}} \tag{1.2}$$



**Fig. 1.1. Dimensiones**

Las conductancias  $G_{2AL}(z)$  son por convección y por radiación entre la superficie lateral de los elementos externos del bobinado 2 y el ambiente, función de la altura a la que se ubica cada elemento.

$$G_{2h} = (\alpha_r + \alpha_{cv1} z^{0,25}) \cdot \frac{h_b \cdot (p_2 + 3,5 \cdot e_b)}{n_a} \tag{1.3}$$

Donde:

$\alpha_r$ : Coeficiente de radiación simplificado para el rango de temperaturas esperado (5,5 W/m²K).

$\alpha_{cv1}(z)$  : Coeficiente de convección local de pared vertical a 1 m de altura, para el rango de temperatura media superficial esperado.

Z: Altura de la posición del elemento.

**► Nueva reglamentación**



Reglamentación sobre electrostática - Informe técnico.  
 Parte 1: Fenómenos electrostáticos. Principios y mediciones.  
 AEA IT 91340. Edición 2016.

Este documento, describe los principios fundamentales de los fenómenos electrostáticos incluyendo la generación de cargas, la retención y disipación en descargas electrostáticas.

Además, es propósito de este reporte técnico servir como referencia para el desarrollo de normas relacionadas con la electrostática, y proveer una guía a sus usuarios finales.

# Análisis de las distancias de aproximación para realización de TcT

Por  
Ings. Luis Neira, Rodrigo Franchini, Julio Bertot, Ricardo Casas y Daniel Cairol  
UTN Facultad regional Concordia

## Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las distancias de aproximación para la realización de trabajos con tensión. Toma como punto de partida la actual reglamentación argentina, destacando los inconvenientes que presenta y la necesidad de una adecuación a fin de resolver el problema jurídico y técnico que se presenta a los especialistas al realizar TcT en nuestro país.

El trabajo se continúa con un análisis de la nueva reglamentación propuesta por la Comisión 21 de la AEA y que se encuentra a estudio de la SRT. Finalmente la compara con la de diferentes países de América y Europa.

En todos los casos, el análisis se realiza utilizando como elemento de comparación las normas IEC 61.472 e IEEE 516.

Finalmente, propone mejoras que a juicio de los autores deberían introducirse en las futuras reglamentaciones referidas a distancias de aproximación.

## Análisis de la reglamentación vigente

En la Argentina, las distancias de aproximación para realizar TcT están establecidas en la Resolución 592/04 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina. Esta Resolución, se basa en el reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) para trabajo con tensión en instalaciones con tensiones superiores a 1 kV, y establece la siguiente tabla de valores a respetar "para trabajos a distancia":

Nivel de tensión	Distancia mínima
De 0 a 50 V	Ninguna
Más de 50 V y hasta 1 kV	0,80 m <sup>(1)</sup>
Más de 1 kV y hasta 33	0,80 m <sup>(1)</sup>
Más de 33 kV y hasta 66	0,90 m

Nivel de tensión	Distancia mínima
Más de 66 kV y hasta 132	1,50 m <sup>(2)</sup>
Más de 132 kV y hasta 150	1,65 m <sup>(2)</sup>
Más de 150 kV y hasta 220	2,10 m <sup>(2) (3)</sup>
Más de 220 kV y hasta 330	2,90 m <sup>(2) (3)</sup>
Más de 330 kV y hasta 500	3,60 m <sup>(2) (3)</sup>

Del análisis de esta tabla surgen una serie de interrogantes. El primero de ellos es qué distancia se debe respetar para los "trabajos a potencial". Esto podría ser salvado admitiendo que es válido tomar los mismos valores, pero de hecho esto no se indica y por lo tanto deja un importante bache en la reglamentación que da lugar a arbitrariedades e incluso a malos entendidos y puede ser causa de accidentes.

El segundo de los interrogantes surge de un análisis de estos valores. Para ello se debe recurrir a las diferentes normas existentes a nivel internacional. En particular, la Norma IEC 61472 y la IEEE 516. En ambos casos, las distancias de aproximación para la realización de los TcT se basan en la suma de dos distancias. Una de ellas, la correspondiente a razones dieléctricas y la otra correspondiente a motivos ergonómicos. Es decir, por una parte establecer una distancia mínima que asegure que manteniéndola no se producirán descargas disruptivas, y un segundo sumando que tiene en cuenta los movimientos involuntarios de los operarios.

Como es de entender, cuando las tensiones son menores, el sumando correspondiente a la distancia eléctrica se minimiza frente al correspondiente a la distancia ergonómica y viceversa.

En este sentido, la reglamentación argentina, al tomar valores fijos, no aclara de que manera se llega a ellos, y obliga a respetarlos sin entrar en ningún tipo de análisis.

El tercer inconveniente que se presenta para su aplicación es que en el caso de los trabajos de reemplazo de aisladores, la longitud de la cadena es tal que no permite cumplir con las distancias y sistemáticamente es violada. A modo de ejemplo, consideremos una cadena de aisladores de una línea de 500 kV. Normalmente, está constituida por 25 aisladores del tipo U-120 que tienen un paso de 146 mm, lo que da una longitud total de la cadena de 3.650 mm, es decir 3,65 m. Si comparamos esta distancia con la distancia de aproximación establecida en la Resolución 592 que es de 3,60 m para 500 kV, nos damos cuenta de que los 5 cm de diferencia no permiten ejecutar algunas maniobras tales como colocar un descargador de estática (se puentea un aislador) necesario en el momento de desprender la cadena, o bien tomar la cadena de aisladores para su envío a tierra (se puentea como mínimo un aislador).

Esto se agrava si analizamos el caso de las líneas de 132 kV donde las cadenas de aisladores suelen tener entre nueve y diez aisladores U-120. En este caso, el largo de la cadena es del orden de 1,46 m como máximo, y la distancia de aproximación es de 1,5 m, es decir que en algunos trabajos se viola sistemáticamente esta distancia.

El cuarto inconveniente que se aprecia es que esta distancia no hace ninguna reserva respecto al estado de la aislación sobre la que se va a trabajar. Esto permitiría efectuar el recambio de cadenas de aislación con un deterioro superior al 50% lo cual no parece razonable.

Podríamos mencionar como quinto inconveniente el hecho de que no se hace ningún comentario referente a la ubicación de la instalación a intervenir con relación a la altura en que se encuentra respecto al nivel del mar. Este hecho resulta crítico, por cuanto a medida que subimos, la presión disminuye y con ello también disminuye la rigidez dieléctrica del aire y obliga a incrementar las distancias disruptivas.

Finalmente, podríamos mencionar como sexto

inconveniente el que surge de no mencionar las sobretensiones de maniobra que podrían producirse en el lugar de trabajo.

Pareciese ser que el cálculo de las distancias ha sido hecho para los casos más críticos, pero no se indica cuáles son las condiciones de borde y esto hace que su aplicación resulte finalmente insegura.

### Análisis de la nueva reglamentación AEA 95702

De acuerdo a los inconvenientes antes planteados y dada la necesidad de otorgar mayor seguridad a todas las personas que realizan TcT, la Comisión 21 de la AEA realizó un exhaustivo análisis de su reglamentación de forma tal de adaptarla a la realidad argentina, pero tomando como base lo existente a nivel internacional.

Dado que el tema que estamos tratando es el de distancias de aproximación, nos limitaremos a analizar solamente este punto.

En esta reglamentación, se contemplan las siguientes situaciones:

En primera instancia, se define claramente qué distancia se debe aplicar para los diferentes métodos de trabajo usados para TcT, con lo cual se soluciona la indefinición de la anterior reglamentación.

Por otra parte, se establece:

1. Una tabla con distancias fijas para trabajos en proximidad de instalaciones energizadas.
2. Una segunda tabla con distancias fijas para trabajos con tensión fase-tierra.
3. Una tercera tabla con distancias fijas para trabajos con tensión fase-fase.
4. Además, se establece una tabla con factores para corrección por altura de las instalaciones respecto del nivel del mar, que contempla instalaciones ubicadas hasta 2.999 m sobre el nivel del mar y que además establece que para alturas mayores se debe aplicar la Norma IEC 61472 para obtener estos factores.

5. Por otra parte, admite que para cada caso en particular se puede aplicar la Norma IEC 61472 para determinar la distancia de aproximación (para tensiones mayores a 72,5 kV), pero establece limitaciones para su aplicación. En particular, fija la distancia ergonómica mínima a aplicar. Además, establece los valores de sobretensión transitoria que como mínimo deben considerarse en los cálculos y hace una observación respecto a las sobretensiones en el caso de estaciones.
6. Finalmente, determina que en caso de calcularse la distancia de aproximación, los cálculos deben ser realizados y firmados por un profesional con incumbencias y además refrendados por el jefe de servicio.

En síntesis, soluciona gran parte de los problemas existentes, no obstante a nuestro juicio deja pendiente el estado de la aislación y los niveles de sobretensión presentes en el lugar de trabajo. Es decir, en el caso de las tablas con valores fijos se debería aclarar cuál debe ser la aislación necesaria para poder realizar la intervención y el valor máximo de sobretensión considerado.

Esto queda cubierto cuando para conocer la distancia de aproximación se aplica la Norma IEC 61472 ya que la misma lo contempla.

### Comparación de la reglamentación AEA 95702 con IEC 61472

Como ya adelantamos, la Norma IEC 61472 define a la distancia de trabajo como la suma de dos términos. Uno de ellos considera una distancia a mantener a fin de que eléctricamente no se produzca una descarga. El segundo tiene en cuenta los posibles movimientos involuntarios de los operarios que podrían dar lugar a que se penetre en zona correspondiente a descargas eléctricas.

En este contexto, vale la pena indagar de qué manera se calculan estos dos sumandos y ver cuáles son

los factores que intervienen en su conformación.

En el caso del primer sumando que responde a motivos dieléctricos, si analizamos la Norma IEC 61472 nos encontramos que en su conformación se tienen en cuenta cinco factores:

- ▶ La sobretensión presente en el lugar de trabajo
- ▶ La configuración del espacio libre
- ▶ El factor atmosférico
- ▶ Los objetos flotantes
- ▶ El estado de la aislación

La norma es muy clara y permite determinar a partir de la máxima tensión de servicio de la instalación, de la sobretensión esperable (solo superable en el 2% de los casos), del estado de la aislación, de los objetos flotantes presentes interpuestos en la dirección de trabajo y de la altitud de la instalación respecto al nivel del mar, la distancia eléctrica segura para realizar TcT.

Con respecto al "factor atmosférico", aclara fehacientemente que de los tres factores intervinientes, temperatura, humedad y presión, el preponderante es la presión y que la temperatura y la humedad pueden despreciarse.

Con respecto al segundo sumando, no establece un valor sino que comenta que debe estar comprendido entre 0,20 y 1 m, dependiendo del grado de formación, conocimiento y cualificación de los operarios, de las barreras de protección que existan y del grado de supervisión que reciba durante la tarea. Es decir, resulta un tanto indeterminado y no pareciera condecir con el grado de definición utilizado para definir el primer sumando.

Es decir que si comparamos la reglamentación AEA 95702 con IEC 61472 nos encontramos que el establecimiento de distancias fijas con la sola corrección por altura plantea una importante diferencia dado que no se tiene en cuenta en este caso estado de aislación y sobretensiones presentes.

Si bien la tabla que figura en la AEA 95702 fue

confeccionada tomando diferentes estados de aislación y sobretensiones de aparición más frecuente, no se especifican los valores límites, lo cual es perfectamente cubierto en la IEC 61472.

### Comparación de la reglamentación AEA 95702 con IEEE 516

Por su parte, la Norma IEEE 516 para el cálculo de la distancia de aproximación también considera la suma de dos términos. Uno de ellos tiene en cuenta los aspectos eléctricos y el segundo los factores ergonómicos. Es decir, en síntesis plantea el problema de la misma forma que la Norma IEC 61472, pero la diferencia radica en cómo calcula el término eléctrico y que en el caso del sumando ergonómico, define claramente qué valor debe adoptarse.

Respecto a la parte referida a la distancia disruptiva para su cálculo, tiene en cuenta los siguientes factores:

- ▶ La sobretensión presente en el lugar de trabajo.
- ▶ La saturación del aire (para tensiones superiores a 345 kV).
- ▶ Las condiciones atmosféricas.
- ▶ Los datos de las pruebas de laboratorio que se utilizan para desarrollar las fórmulas y tablas de la guía se obtuvieron bajo condiciones atmosféricas que se definen como las temperaturas por encima de cero, la velocidad del viento de menos de 24 km/h (15 mph) , el aire no saturado, la presión barométrica normal (76 cm [29.92"] de mercurio) a nivel del mar, y aire no contaminado, con aisladores limpios y secos.
- ▶ Con respecto a la contaminación, establece que el trabajo con tensión se puede realizar en aisladores contaminados secos, pero el trabajo sobre aislación contaminada húmeda debe evitarse.
- ▶ Respecto a las condiciones climáticas adversas, establece que el TcT no se debe realizar cuando se cumplen las siguientes condiciones adversas:
  1. Actividad de relámpagos en el área de sitio de trabajo

2. Humedad relativa en o cerca del 100%
  3. Humedad relativa igual o superior a 85% para el trabajo de CC de alta tensión por encima de 72,5 kV
  4. Presencia de lluvia o nieve
- ▶ Para tensiones por encima de los 72,5 kV para trabajos por encima de los 900 m se debe corregir el término eléctrico (no se incluye la distancia ergonómica en la corrección).

En términos generales, la IEC 61472 y la IEEE 516 trabajan sobre los mismos factores, pero pareciera ser más estricta la IEC en lo referente a la forma de calcular el término eléctrico ya que uno de los parámetros considera el estado de la aislación en el lugar de la intervención.

Por otra parte, la IEEE 516 presenta tablas con distancias fijas, que han sido calculadas para valores de sobretensión máximos esperables de acuerdo al nivel de tensión de la instalación, para una altura de instalación de 900 m sobre el nivel del mar y con distancias ergonómicas de 60,96 cm (2 pies) para tensiones de hasta 72,5 kV y 30,48 cm (1 pie) para tensiones superiores a 72,5 kV. Es decir, no tienen en cuenta el grado de deterioro de la aislación.

En conclusión, si comparamos esta norma con la AEA 95702, nos encontramos en situación muy similar. La mayor diferencia radica en que en el caso de la AEA solo se calculan las distancias para tensiones superiores a 72,5 kV y para tensiones menores, resulta un valor fijo.

### Comparación de la reglamentación AEA 95702 con otras reglamentaciones

En general, la mayoría de los países refieren directa o indirectamente las distancias de aproximación a la IEEE 516 o a la IEC 61472 el inconveniente se presenta cuando se adoptan tablas con valores fijos y no se aclara cuáles son las condiciones de borde para su aplicación.

De acuerdo a nuestro criterio, se debería mencionar como mínimo juntamente con la tabla de valores de distancia de aproximación, el límite de aislación deteriorada, los valores máximos de sobretensión esperables en el lugar de trabajo y la altura límite respecto del nivel del mar.

La justificación de la aseveración anterior surge del hecho de analizar las variaciones que pueden presentarse en los valores de distancias de aproximación cuando se hace variar los tres factores antes mencionados.

A modo de ejemplo el estado de la aislación en el punto de trabajo modifica de manera notable la distancia eléctrica. En particular, cuando el deterioro en la aislación es del 50% la distancia eléctrica se ve incrementada en valores del orden del 80%. Por este motivo, resulta fundamental para el caso de fijar una tabla única de distancias de aproximación establecer una relación respecto al deterioro de los aisladores a intervenir.

Con respecto a los valores máximos de sobretensión a considerar para variaciones entre 1,8 y 3 pu, las variaciones en el término correspondiente a

la distancia eléctrica resultan del 40% para arriba, siendo más notable cuando mayor es la tensión nominal pudiendo llegar al 100%.

Con respecto a la altura de la instalación respecto del nivel del mar incrementa la distancia eléctrica en aproximadamente un 10%, cada 1.000 metros de altura.

En lo que respecta a tensiones menores a 72,5 kV la norma IEC no prevé un cálculo sino que fija valores. En el caso de la IEEE 516, permite aplicar una fórmula para su cálculo pero aclara que estos no serán afectados por altura respecto del nivel del mar.

En nuestra opinión y de acuerdo a lo que se resume en la tabla 1, queda claro que el término eléctrico resulta de una importancia que no supera el 15% del total para tensiones de hasta 33 kV y que entre 33 y 50 kV no supera el 20%, para entre 50 y 72,5 kV no superar el 35% y que desde el punto de vista de su longitud máxima será del orden de los 32 cm.

Si tenemos en cuenta que las variaciones con respecto a la altura serán del 10% cada 1.000 m, por encima de los 1.000 m, es decir que para una altura de 4.000 m dará como resultado, en el peor de los

Valores obtenidos para trabajos hasta 1.000 msnm

Tensión	Distancia eléctrica Du (cm)	Distancia ergonómica De (cm)	Distancia de aproximación Da (cm)	Incidencia de Du a Da%
Hasta 33 kV	10,06	60,96	71,02	14,17
De 33 hasta 50 kV	14,92	60,96	75,88	19,66
De 50 hasta 72,5 kV	31,37	60,96	92,33	33,98

Tabla 1

Valores obtenidos para trabajos hasta 4.000 msnm

Tensión	Distancia eléctrica Du (cm)	Distancia ergonómica De (cm)	Distancia de aproximación Da (cm)	Incidencia de Du a Da%	Diferencia en cm entre Da a 1.000 y 4.000 m	Diferencia en % entre Da a 1.000 y 4.000 m
Hasta 33 kV	13,08	60,96	74,04	17,67	3,02	4,25
De 33 hasta 50 kV	19,4	60,96	80,36	24,14	4,48	5,90
De 50 hasta 72,5 kV	40,78	60,96	101,74	40,08	9,41	10,19

Tabla 2

casos, una variación de la distancia eléctrica ( $D_u$ ) de un 30% tendríamos una situación como la resumida en la tabla 2.

De acuerdo a lo anterior las variaciones de  $D_u$  no resultan significativas dado el peso de la distancia ergonómica  $D_u$  en tensiones de hasta 50 kV por lo cual nos parece muy acertado no tener en cuenta la altitud para este caso. Tal vez, merece un tratamiento diferente para valores por encima de los 50 kV y merecería ser estudiado con mayor amplitud.

### Mejoras que deberían introducirse a la reglamentación AEA 95702

Por lo expuesto y a juicio de los autores, la AEA 95702 debería sufrir algunas adecuaciones. En particular, consideramos que se deberían establecer condiciones de aplicación de las tablas de distancias de aproximación que contiene.

Las antes mencionadas adecuaciones lograrían que las tablas presentadas fuesen de total validez y para ello se debería mencionar:

- ▶ El porcentaje de aislación deteriorada máximo para el cual es de aplicación la tabla.
- ▶ Cuál es el valor máximo de sobretensión por unidad esperable en el lugar de trabajo.
- ▶ Indicar que para alturas superiores a los 2.999 m se debe aplicar la fórmula para cálculo de distancias establecida en la IEC 61472.

Esto permitiría salvar las imprecisiones de una reglamentación con valores fijos y preservar la importancia de contar con una tabla, lo cual permite que personas con menores niveles de formación puedan realizar TcT de forma absolutamente segura.

### Conclusiones

Como conclusión, se destaca la necesidad del establecimiento de una adenda a la reglamentación AEA 95702 por parte de la CE -21 donde se establezca porcentaje de aislación deteriorado máximo, valor máximo de sobretensión por unidad esperable en el lugar de trabajo y forma de proceder para alturas superiores a los 2.999 m.

Además, impulsar con carácter de urgente la puesta en vigencia de la propuesta completa de la AEA 95702 por parte de la SRT (en reemplazo de la Resolución 592/2004) y la continuación de los estudios por parte de los especialistas argentinos para avanzar en la normativa complementaria referida a estaciones transformadoras, sistemas con generación distribuida, trabajos desde helicópteros, etc.

### Referencias

- [1] AEA 95702
- [2] IEC 61472
- [3] IEEE 516
- [4] Res. 592/04 SRT, de la República Argentina.

Finaliza aquí la *Revista Electrotécnica*. Desde la Comisión Directiva de la Asociación Electrotécnica Argentina, saludamos a los lectores hasta la próxima edición, la cual llegará de la mano de *Ingeniería Eléctrica* correspondiente al mes de septiembre de 2016.

# FACBSA

Fábrica Argentina de Conductores Bimetálicos S.A.

## ■ Jabalinas y Conductores de Ao-Cu

CABLES DESNUDOS DE ACERO-COBRE PARA P.A.T.

La mejor alternativa frente a los robos y a los altos precios del cobre.

### ConduWeld

IRAM 2309-01  
IRAM 2466/7



## ■ Pararrayos y Soldaduras

### copperSteel

IRAM 2428  
IRAM 2315

Herrera 2430 (C1495ACV)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tel.: (011) 4303-2121 Fax: (011) 4303-0666  
E-mail: [facb@arnet.com.ar](mailto:facb@arnet.com.ar)

[www.facbsa.com.ar](http://www.facbsa.com.ar)



## DIMATER

Distribuimos Seguridad



La empresa líder en venta y distribución de materiales eléctricos en la región

### ASESORAMIENTO TÉCNICO PARA TODOS SUS PROYECTOS

Materiales eléctricos para la industria, edificios y viviendas. Cables, Motores, Bandejas portables y Gabinetes. Acometidas en baja y media tensión. Alumbrado público e industrial



[www.dimater.com.ar](http://www.dimater.com.ar)

CASA CENTRAL  
/54/ 0381 4205348/49  
Marina Alfaro 1140  
San Miguel de Tucumán  
[ventas@dimater.com.ar](mailto:ventas@dimater.com.ar)

TRANSFORMADORES DiTra  
/54/ 0381 4614664  
Ruta 315, Km 9  
Tafi Viejo - Tucumán  
[transformadores@dimater.com.ar](mailto:transformadores@dimater.com.ar)

SUCURSAL JUJUY  
/54/ 0388 4239589/551  
El Pibe 22 - B° Villa San Martín  
San Salvador de Jujuy  
[ventasjujuy@dimater.com.ar](mailto:ventasjujuy@dimater.com.ar)



# EXCLUSIVO DISEÑO ITALIANO.

Nueva colección **silight**  
diseñada por *pininfarina*  
en Turín, Italia.



Conocé nuestros distribuidores  
oficiales en **silightweb.com**

Produce y Distribuye Industrias SICA S.A.I.C.

**silight**  
*by pininfarina*

Hace 50 años que certificamos productos eléctricos y así los identificamos



Marca IRAM de conformidad  
con normas IRAM

Buscá esta marca en el producto. Exigí productos seguros.



80° Aniversario

[www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar)



Arellano 1080 | B° Alta Córdoba | Córdoba, Argentina  
Tel.: (54-351) 474-8700 | [ventas@electrocordoba.com.ar](mailto:ventas@electrocordoba.com.ar)  
[www.electrocordoba.com.ar](http://www.electrocordoba.com.ar)  
[www.ecsagalvanizado.com](http://www.ecsagalvanizado.com)

*electro* **C**ORDOBA S.A.



**FABRICAMOS**  
Morsetería y herrajes  
para líneas eléctricas



**DISTRIBUIMOS**  
Todo lo necesario para  
armar una línea eléctrica



**GALVANIZAMOS**  
Material propio y de terceros

# ELECE<sup>®</sup>

BANDEJAS PORTACABLES



Línea Perforada



Línea Escalera



Pintura, Iluminación  
y Decoración



Línea Perfil "C"



Accesorios  
de Montaje

LA DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ES UN  
TEMA DIFICIL, ELECE LE SIMPLIFICA  
UNA BUENA PARTE



# ► Las puntas agudas y romas de los pararrayos franklin y su efecto captor de los rayos a tierra

## 1. Introducción

En el apartado 2, consideraremos a las puntas electrizadas de los conductores eléctricos con sus cargas electrostáticas. En el apartado 3, estudiamos el desarrollo de las descargas eléctricas gaseosas llamadas “trazadores ascendentes” desde la tierra hacia las nubes tormentosas por medio de las puntas franklin (coronizadores o *streamers*, en inglés, y *leaders*) tanto las agudas como las romas (redondeadas). En el apartado 4 se encuentran las conclusiones sobre las puntas agudas y romas de las puntas franklin en la atracción de los rayos a tierra. En el anexo A, repasamos algunos conceptos de la ionización de un gas en cargas tanto positivas como negativas.

## 2. Las puntas electrizadas de los conductores eléctricos

El efecto de una punta electrizada se manifiesta, en primer lugar, por una pérdida continua de cargas eléctricas desde esa parte puntiaguda del conductor electrizado hacia el ambiente que la rodea.

Un conductor eléctrico aislado y colocado en una atmósfera gaseosa conserva su carga eléctrica total sin pérdidas de cargas sensibles durante muchas horas y aun días, si su superficie exterior no presenta ninguna aspereza. Al contrario: la presencia de una punta en el conductor se traduce en una disminución más o menos rápida de su carga eléctrica total. Por eso, los dispositivos de alta tensión

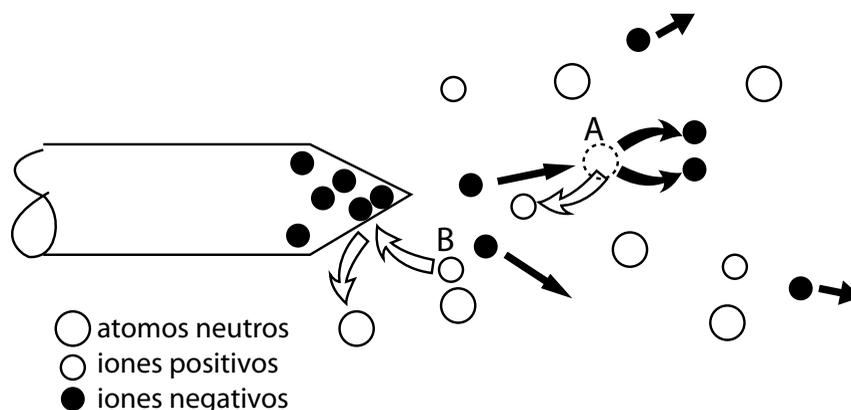


Figura 1. Mecanismo de la ionización gaseosa (del aire) en la vecindad de una punta con polaridad negativa.

En el punto A, se ioniza un átomo neutro por el choque de un ion negativo (o un electrón) muy acelerado (por el campo eléctrico de la punta). Se produce una multiplicación del número de iones positivos y negativos por avalanchas en la inmediata vecindad de la punta.

En el punto B, un ion positivo va a capturar sobre la punta un ion negativo (o un electrón) y se recombina en un átomo neutro. Así, globalmente, se ve una fuga de cargas negativas desde la punta hacia el gas.

emplean conductores de formas conductoras perfectamente lisas, tóricas o esféricas, para reducir al máximo las pérdidas de cargas eléctricas por el efecto de las puntas.

La atmósfera donde está sumergida la punta tiene una importancia considerable: se puede admitir que las moléculas gaseosas se ionizan en la vecindad de la punta: sea directamente (por contacto con la punta), sea por choque con los iones preexistentes y que están fuertemente acelerados por el intenso campo eléctrico que existe en la vecindad de la punta.

Una punta cargada negativamente está inmersa en un medio muy ionizado. Los iones positivos atraídos hacia la punta entonces trasladan a los electrones y se constata una fuga de electrones hacia la atmósfera. Los iones del mismo signo que la polaridad de la punta son rechazados por la punta en una corriente de aire negativa mientras que los iones positivos neutralizados por la punta (negativa) realimentan el mecanismo en átomos neutros (ver figura 1). Esta ionización intensa del aire es bien visible gracias a la luz violácea radiada por los átomos en esta zona muy perturbada.

Por otra parte, el movimiento de los iones produce un ruido característico.

### 3. Desarrollo de trazadores ascendentes tierra-nube (coronizadores) desde una punta franklin

Una punta franklin (pararrayos franklin, o cualquier otro objeto electroconductor puesto a tierra) cambia el campo eléctrico ambiental supuesto uniforme existente cerca de ese objeto o de ese pararrayos.

Por ejemplo, el campo eléctrico ( $E_p$ ) en la cima de una punta franklin de radio ( $R_c$ ) igual a un milímetro, colocada sobre una barra o en un mástil de seis metros de altura sobre el suelo, tendrá un valor 1.500 veces mayor que el campo ambiental ( $E_{amb}$ ).

Es decir, que será un campo eléctrico igual a 1.500 campos ambientales para un radio igual a un milímetro y a una altura de seis metros.

Para otra punta franklin de diez milímetros de radio en la punta con la misma altura, seis metros, el campo eléctrico en la punta será de 230 campos ambientales.

Cuando el campo eléctrico en la punta es suficientemente intenso, el aire que rodea a la punta podrá sufrir una ruptura dieléctrica. Es decir, si el campo eléctrico es mayor o igual a 3.000 kV/m (a nivel del mar), el aire sufrirá su descarga eléctrica disruptiva.

El campo eléctrico en la superficie de la punta causará el movimiento de los iones y de los electrones libres en el aire circundante a la punta, creando una pequeña corriente eléctrica filamentosas de descarga disruptiva llamada "trazador ascendente" (coronizador).

En la tabla 1, presentamos los valores calculados del factor de intensificación  $\beta$  del campo eléctrico ambientado en las puntas franklin cilindro/semiesféricas (PFCSE), con las puntas semiesféricas de radios y altura sobre el suelo, calculados por el investigador Charles Moore (ver bibliografía).

Punta	Puntas franklin cilindro/semiesféricas (en la punta)		Factor $\beta = E_p/E_{amb}$
	Altura (m)	Radio (mm)	
A	6	1	1.500
B	6	10	230

Tabla 1. Puntas franklin cilindro/semiesféricas (PFCSE). Factores  $\beta$  de intensificación del campo eléctrico ambiental.

En la tabla 2, anotamos los valores del factor  $\beta$  del campo eléctrico disruptivo del aire ambiente (sobre el nivel del mar),  $E_{dp}$  igual a 3.000 kV/m, y del campo eléctrico necesario en la punta PFCSE para mantener al trazador ascendente punta-nube tormentosa (coronizador) que debe exceder el valor crítico de campo eléctrico igual a 440 kV/m.

El valor del campo eléctrico ambiental bajo una tormenta eléctrica es de 1,5 kV/m aproximadamente, cuando no se aproxima al ambiente un trazador descendente nube-tierra coronizador efectivo (TDNTCE, *lightning leader*).

Punta	Factor de intensificación $\beta$	Campos eléctricos (kVc/m)			
		Crítico disruptivo del aire	Ambientales disruptivos	De mantenimiento del trazador*	
		kVc/m	kVc/m	En la punta	Ambiental
A	1.500	Edp = 3.000 en la punta	$E_{da} = 2 (E_{da} = E_{dp}/\beta)$	440	$\geq 0,3$
B	230	Edp = 3.000 en la punta	$E_{da} = 13 (E_{da} = E_{dp}/\beta)$	440	$\geq 1,9$

\* Trazador (coronizador) ascendente punta-nube.

Tabla 2. Puntas franklin cilindro/semiesféricas. Factores  $\beta$  y campos eléctricos en la punta y ambientales correspondientes.

Con este campo eléctrico ambiental tormentoso de 5 kV/m, el campo eléctrico inducido y amplificado en la punta de un objeto conductor puntiagudo (o filoso) es suficientemente fuerte como para producir un trazador ascendente coronizador disruptivo (TACD, *breakdown streamer*). Sin embargo, cuando el trazador ascendente coronizador disruptivo se mueve desde el campo eléctrico intensificado en la punta hacia el ambiente, el campo eléctrico que encuentra pronto cae debajo del valor crítico de campo eléctrico igual a 440 kV/m necesario para mantener el trazador ascendente coronizador disruptivo y así, ese trazador desaparece. Los iones positivos dejados por el trazador ascendente coronizador disruptivo abortado reducen el campo eléctrico en la punta del objeto conductor tal que un nuevo trazador ascendente coronizador disruptivo no se desarrollará hasta que esa carga iónica espacial sea removida (por migración iónica en el campo eléctrico o por acción del viento, o bien, por un aumento en el campo eléctrico ambiental).

Cuando un trazador negativo descendente nube-tierra (TNDNT) se aproxima a la tierra, se intensifican los campos eléctricos ambientales inducidos en la tierra. Cuando el trazador negativo descendente nube-tierra alcanza una distancia crítica, el campo eléctrico entre la punta franklin y el trazador negativo descendente nube-tierra excede el campo necesario para inducir y mantener trazadores ascendentes positivos coronizadores disruptivos puede provocar su transición a un trazador ascendente coronizador disruptivo efectivo (TACDE, *leader* ascendente), con una corriente de varios amperes,

saliente de la punta franklin tal que se conecte al trazador negativo descendente nube-tierra y produzca el impacto del rayo en esa punta.

En la figura 2, hemos representado la intensidad del campo eléctrico ambiental (kilovolt por metro), modelo del vector campo eléctrico, alrededor de las puntas franklin A (radio de un milímetro, a seis metros de altura) y B (radio de diez milímetros, a seis metros de altura) suponiendo, por hipótesis, que se puede aproximar con la función  $E_{amb} \cong E_{oexp} (-a x)$ , siendo "x", la distancia entre la punta y el trazador negativo descendente nube-tierra que produce al campo ambiental capaz de crear el trazador ascendente coronizador disruptivo efectivo y así un rayo que impacte en la punta franklin.

La punta aguda A tiene una distancia crítica máxima D10 de aproximadamente 0,84 metros, y la punta roma (redondeada) B, de aproximadamente 2,3 metros.

Nota del autor: las distancias D10 (A) y D10 (B) son las distancias a las puntas A y B donde el campo ambiental de cada punta franklin tiene el 10% del valor máximo  $E_0$  correspondiente a cada una.

#### 4. Conclusiones

Vale hacer notar que el trazador ascendente coronizador disruptivo efectivo que puede emitir una punta franklin aguda (radio igual a un milímetro) pronto entrará dentro de una zona del campo distante de la punta cuya intensidad es muy baja como para sostener su propagación.

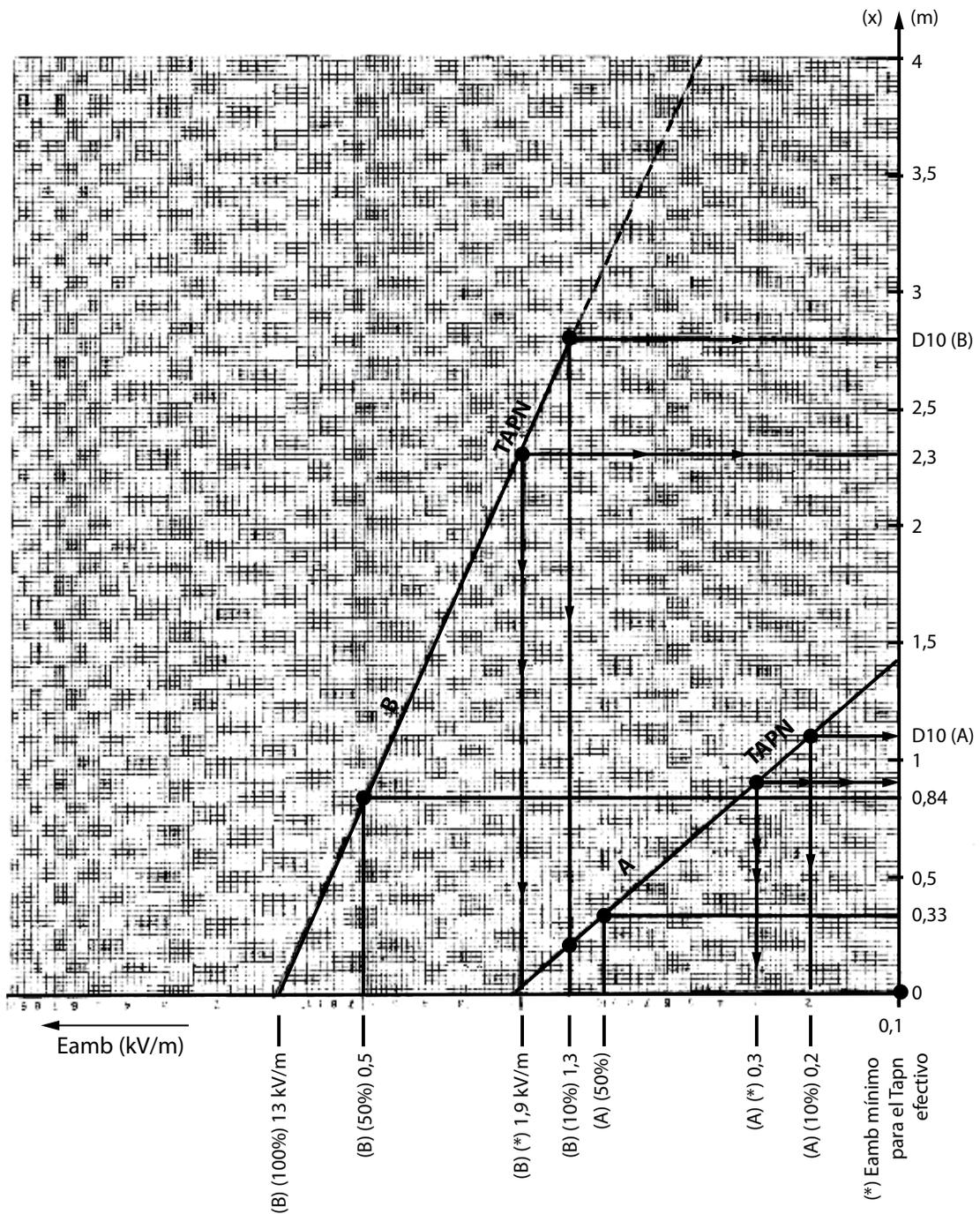


Figura 2. Puntas franklin de seis metros de altura: punta A de un milímetro de radio y punta B, de diez milímetros de radio. Campo eléctrico ambiental alrededor de las puntas:  $E_{amb}$  (kV/m) =  $F(x)$ , siendo "x" la distancia a la punta. TAPN, trazador ascendente punta-nube tormentosa.

Para el mismo valor del campo eléctrico ambiental, la intensificación del campo para una punta franklin roma (radio igual a diez milímetros aproximadamente) decrece mucho más lentamente que para una punta aguda (radio igual a un milímetro aproximadamente). Por lo tanto, será mayor la distancia crítica para la propagación sostenida del trazador ascendente punta-nube en el caso de una punta franklin roma (radio igual a diez milímetros aproximadamente). Esta circunstancia queda muy bien representada en la figura 2 por las pendientes de las rectas A y B.

En las figuras 3 y 4, recordamos las experiencias de Charles Moore.

## Anexo A. Una idea del proceso de ionización de un gas

Las formas y las dimensiones de los electrodos (ánodo y cátodo) determinan la intensidad del campo eléctrico en un gas aislante situado en los dos electrodos y, por lo tanto, el esfuerzo dieléctrico dentro del aislante gaseoso.

Resulta de especial interés conocer cómo influyen sobre la ionización del gas tanto la forma del campo

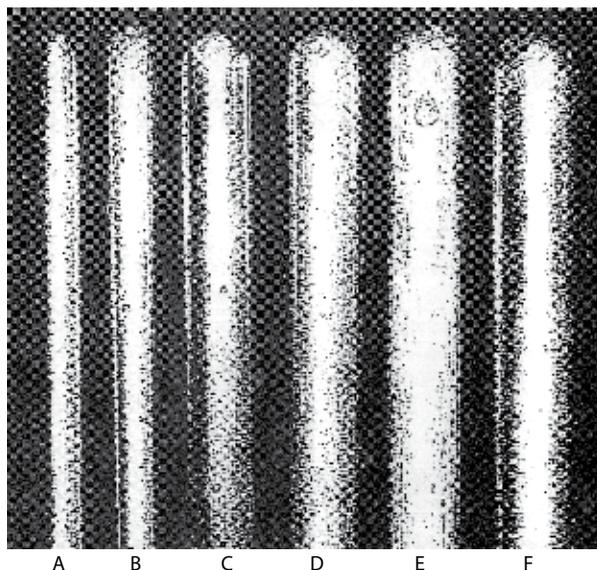


Figura 4. Fotografía de las seis puntas franklin de aluminio redondeadas que fueron impactadas por rayos (pico South Badly Peak, en Nuevo México, Estados Unidos, de 3.287 metros de altura) durante los veranos de 1996 a 2000. Las únicas puntas impactadas fueron las redondeadas. Diámetros: A y B, 12,7 milímetros; C, D y E, 19 milímetros, y F, 25,4 milímetros.

eléctrico como las formas de los electrodos.

En la figura A1, se indica el proceso de ionización de un gas en el caso de dos cilindros coaxiales, cuando el cilindro interior constituye el electrodo positivo (ánodo).

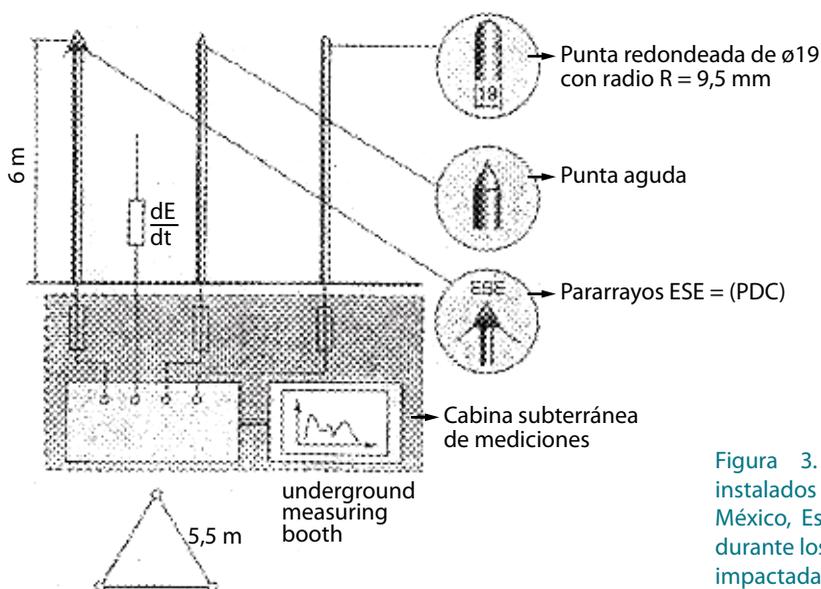


Figura 3. Mediciones realizadas en pararrayos instalados en el pico South Badly Peak, en Nuevo México, Estados Unidos, de 3.287 metros de altura, durante los veranos de 1996 a 2000. Las únicas puntas impactadas fueron las redondeadas.

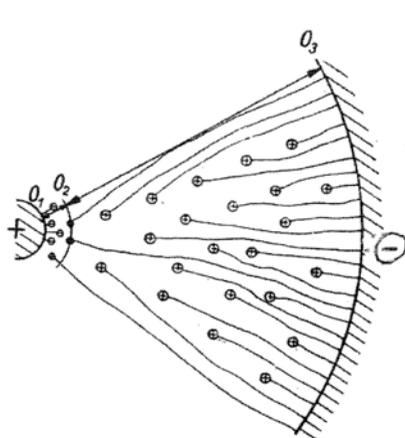


Figura A1. Ionización gaseosa entre cilindros coaxiales con el cilindro interior positivo (ánodo).

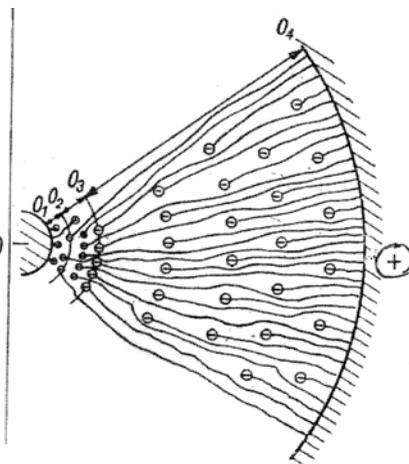


Figura A2. Ionización gaseosa entre cilindros coaxiales con el cilindro interior negativo (cátodo).

De  $O_1$  a  $O_2$  se extiende la zona de ionización, es decir, la zona en la cual se producen los choques de ionización a causa de la fuerte intensidad del campo. En la zona que va de  $O_2$  a  $O_3$  solamente existe un desplazamiento de iones, sin encontrarse más que iones positivos que se dirigen hacia el cilindro exterior negativo (despreciando, por su poca cantidad, los iones fortuitos). En cambio, en la zona  $O_1$  a  $O_2$  se encuentra, por efecto de la ionización por choque, tanto iones positivos como negativos.

En la figura A2, el cilindro interior constituye el electrodo negativo (cátodo). En este caso, los iones negativos y los electrones proceden del cilindro exterior. En la zona que va de  $O_1$  a  $O_2$ , se efectúa la ionización por choque debida a electrones y a iones positivos y negativos. En cambio, en la zona de  $O_2$  a  $O_3$ , la ionización por choque se efectúa únicamente por defecto de iones negativos y electrones, pues la intensidad de campo ya no es suficiente para la ionización de iones positivos. En la zona  $O_3$  a  $O_4$ , solamente existe un desplazamiento de iones negativos que se dirigen hacia el cilindro exterior.

Comparando las dos figuras, se observa que la ionización por choque (en igualdad de condiciones) es más intensa cuando la ionización se produce en el electrodo negativo que cuando se efectúa en el electrodo positivo.

La zona de ionización es tanto más amplia cuanto más elevada es la tensión entre los electrodos (es decir, su diferencia de potencial). ■

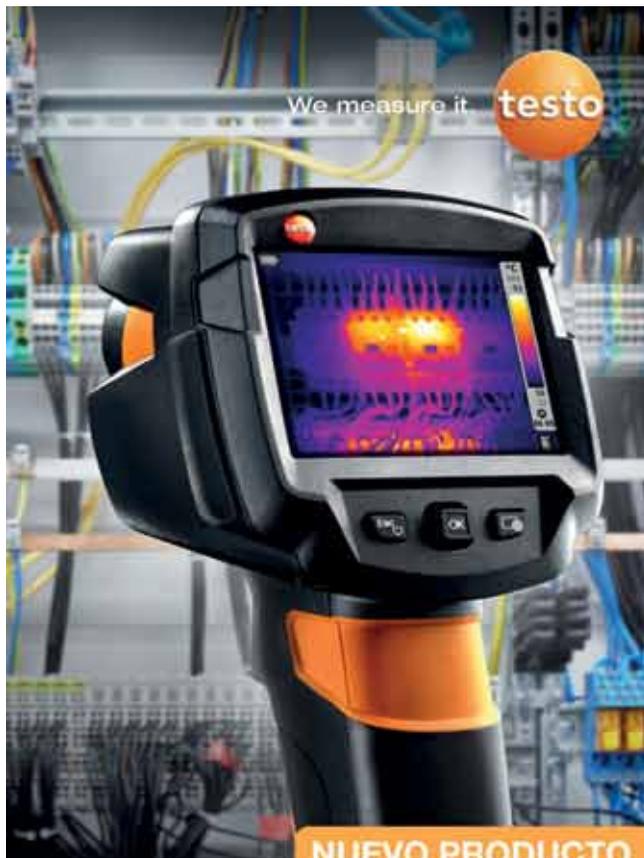
## Bibliografía

- [1]. Beeren, Hans von, "Técnica de alta tensión", en La escuela del técnico electricista, Tomo XII, Labor, Buenos Aires, 1946.
- [2]. Berger, Gerard; Hadaji, Ramzi, "Lightning attachment physics – Experiments and modelling", conferencia en V SIPDA, San Pablo, 17 al 21 de mayo de 1999.
- [3]. Faircloth, Daniel Clarke, "Lightning protection of buildings using active finials", Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad de Manchester, Manchester, 1996.
- [4]. Kopecky, Vojtech, "Lightning protection systems with ESE devices under scrutiny", reimpresión de Elektropraktiker, Berlín 64, 2010.
- [5]. Moore, C.; Aulich, G.; Rison, W., "Responses of lightning rods to nearby lightning". Conferencia internacional sobre rayos y electricidad estática, Seattle, Washington. Warrendale, Pensilvania, 1 al 13 de septiembre de 2001,
- [6]. Rose, A. Jean; Penel, Charles, "Ionization des gaz-Pouvoir des pointes", en L'Electrostatique, la Revue du Palais de la Decouverte, número especial 6, París, 1976.
- [7]. Sidik, M. et al., "Study on the effectiveness of lightning rod tips in capturing lightning leaders", Universidades de Malasia e Indonesia, Springer Verlag, Berlín, Heidelberg, 2013.

Por Ings. Juan Carlos Arcioni y Jorge Francisco Giménez

IRAM - CITEDEF

We measure it **testo**



**NUEVO PRODUCTO**  
Pequeño en tamaño  
Grande en  
prestaciones

## Termografía profesional y accesible

Una herramienta indispensable a un precio muy conveniente.

Detector de alta calidad con 160 x 120 píxeles

Manejo fácil e intuitivo

Software profesional gratuito IRSofT

Ahorra tiempo y problemas

Yerbal 5266 piso 4º (C1407EBN) CABA, Argentina

Tel.: (011) 4683-5050 | Fax: (011) 4683-2020

info@testo.com.ar | www.testo.com.ar

**GRUPO**  
**LGS**

“UNA HERRAMIENTA PARA  
EL CANAL ELÉCTRICO”



**BLACK+DECKER**



**DEWALT**



**STANLEY**

Tel: (+5411) 4721-0957 - Mail: INFO@LGSREPRESENTACIONES.COM.AR

**NUEVO**

## Quien tiene pasión está iluminado

Proyector de LED estanco IP66  
Para áreas clasificadas ZONA 2



Apto para condiciones de trabajo severas.  
Placas Intercambiables, preparado para migración a futuras tecnologías LED. Cuerpo de aleación de aluminio. Sistema Dual Driver, garantiza 50% de iluminación ante fallas.  
Potencia efectiva 250 Watts, 19200 Lúmenes.  
Alimentación 120 a 277 Vca, 50-60Hz.  
Fabricación Nacional. Calidad y garantía DELGA.



**Equipamiento eléctrico para áreas clasificadas y no clasificadas**  
**Ventas, Administración y Planta**

Sucre 1852 • (B1832EBL) • Lomas de Zamora - Prov. de Buenos Aires • Argentina  
Tel: (05411) 4298-0184 Fax: (05411) 4298-1865 - [delgasa@delga.com](mailto:delgasa@delga.com)  
Para más información: [www.delga.com](http://www.delga.com)

- Fotocontroles Electrónicos • Atenuadores de Luz
- Detectores Infrarrojos • Protectores de Tensión
- Reguladores de Velocidad • Temporizadores
- Señalización Luminosa y Sonora • Interruptores Electrónicos
- Fuentes para LED y cargadores



Para mayor información solicite nuestro catálogo de productos • Tel./Fax: (54) (11) 4224-2477/2436 • e-mail: info@rbcsitel.com • www.rbcsitel.com

## Temporizadores para uso industrial



**Multirango**  
Temporización entre  
0,15 seg y 60 hs



**Multifunción**  
4 funciones:  
normal, inversa,  
impulso y ciclador

# Porteros COMSID



**CS-431**

Especificaciones	
Modelo	CS-702
Panel	4.3" Color TFT LCD
Función Principal	Monitorio / Intercomunicador / Distribución
Max. N° de Botones	3 botones
Tipo de distribución	Distribución de cable o inalámbrico
Validación de Tarjetas Simcard	SI
N° de llamadas	12 llamadas
Volumen / Brillo / Color	Ajustable
Habilitación intercomunicación	SI
Max. Capacidad del sistema	2 Cámaras y 2 Monitores
Alcance	Menor de 35Mts. - Cable de 0.50mm
	Mayor de 35Mts. - Cable de 0.75mm
	Hasta de 100Mts. - Cable de 1.00mm
Frente metalizado con visión nocturna	
Asesoría por internet	



**CS-702**



## Novedad

**CS-500**

Portero Multifamiliar



# COMSID

www.comsid.com.ar

Tel: (011) 4864-5682 // 4861-5568 // 6079-0594 // 6079-0595

Síguenos en Facebook: www.facebook.com/pages/Comsid-Soluciones-SRL/274577652700232



# Chillemi Hnos.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

LIDER EN INYECCION DE PLASTICO Y MATRICERIA



www.chillemihnos.com.ar

Cuando de minería se trata  
conduzcamos energía  
con total seguridad.

1 kV hasta 35 kV"

## Zerotox® LSOH

Cable no propagante  
de llama de reducida  
emisión de humos  
y gases tóxicos

Un importante porcentaje de incendios son originados por causas vinculadas a la instalación eléctrica. Estos accidentes implican riesgos de electrocución, incendio por recalentamiento en cables y tomacorrientes, sofocación derivada del humo tóxico, que es producto de la combustión de materiales sintéticos y finalmente el traslado del incendio de un sitio a otro por propagación de las llamas. El humo y los gases son más peligrosos que el fuego mismo.

Los cables Zerotox® están diseñados para utilizarse en todos aquellos sitios donde existan, en casos de emergencia, condiciones de evacuación limitada o alta densidad de ocupación de personas. Además, por liberar gases de muy baja conductividad y acidez nuestros cables son recomendados en lugares donde operen equipos electrónicos y de control, ya que en casos de incendios los daños por corrosión serán reducidos. Estos cables son aptos para instalaciones fijas, ya sea en canalizaciones subterráneas, sobre bandejas portacables y en montantes.

Los cables ZEROTOX pueden poseer armadura de acero formadas por cintas o alambres, como así también blindajes de cobre especialmente diseñados para cada aplicación en particular."

### NUESTRAS CERTIFICACIONES



CIMET S.A. Calle 47 N° 8029 - José León Suárez  
(B1655BS) Buenos Aires, ARGENTINA  
Tel. (+54.11) 4729-3020 / 3720 / Fax (+54.11) 4729-4720  
ventas@cimet.com / info@cimet.com

# Interruptores automáticos: termomagnéticos y diferenciales

Los interruptores automáticos de Sica, tanto los termomagnéticos como los diferenciales, fueron desarrollados para cumplir con los estándares más exigentes. Con sello de conformidad IRAM y certificación para todo el mercado latinoamericano, cuentan además con el respaldo de una empresa que presentó su primer interruptor termomagnético en el país en 1968. La línea cuenta con la más amplia gama de productos, cubriendo todas las necesidades de la instalación: además de interruptores automáticos termomagnéticos y por corriente diferencial, se suman interruptores manuales, tableros integrados, programadores, señalizadores y descargadores.

## Interruptores automáticos termomagnéticos

En un volumen compacto se ha desarrollado un interruptor automático fuertemente limitador que reduce sensiblemente la energía que deja pasar cuando interviene en el cortocircuito. La línea *SicaLimit* es indicada cuando la corriente presunta de cortocircuito alcanza valores de 3 kA con corrientes nominales de 1 a 63 A, y 10 kA para corrientes nominales de 80 y 100 A. La línea *SuperLimit* es indicada cuando la corriente presunta de cortocircuito alcanza valores de 6 kA para corrientes nominales de 5 a 63 A.

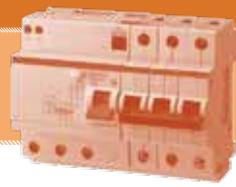
Están contruidos en material termoplástico autoextinguible, resistente al ensayo de punta incandescente de 960 °C. La palanca de maniobra está protegida contra manejos accidentales e involuntarios y puede bloquearse

en la posición "Abierto" o "Cerrado". Los interruptores multipolares se obtienen por la unión de interruptores unipolares vinculados mecánicamente. Pueden instalarse y montarse a presión en cualquier caja con perfil DIN y debe usarse un destornillador solo para el desmontaje.

Se construyen con características de disparo termomagnética "C" y "D", según los clasifica la norma IEC 60898, y poder de interrupción de 3 y 10 kA respectivamente. Los interruptores termomagnéticos abren instantáneamente (magnéticamente) entre cinco y diez veces la corriente nominal para los tipo "C" y entre diez y veinte veces la corriente nominal cuando son tipo "D". Los morcetes terminales, protegidos contra contactos directos, poseen tornillos con cabeza a ranura y guía. El destornillador es guiado por una guía para evitar que se salga de la ranura, lográndose una excelente cupla de apriete. El conductor es aprisionado en un estribo que evita el corte de los alambres individualmente, llenando el espacio libre de alambres del conductor, obteniéndose de esta manera un insuperable contacto eléctrico.

## Interruptores automáticos diferenciales

La protección diferencial es independiente de la tensión de alimentación y posee seguridad intrínseca, es decir que ante la aparición de una fuga a tierra está asegurado su correcto funcionamiento debido a que la energía que produce el disparo es proporcionada por la propia corriente de fuga.



Están constituidos por un transformador toroidal, a través del cual pasan todos los conductores activos (una fase y neutro si el diferencial es bipolar y tres fases y neutro si es tetrapolar); un relé de medida y disparo, y un interruptor que abre el circuito controlado. Además, cuentan con un dispositivo o botón de prueba mediante el cual es posible verificar el correcto funcionamiento de la protección.

El principio de funcionamiento se basa en la ley de inducción electromagnética (Faraday-Lenz) que origina la creación de una fuerza electromotriz inducida debido a la variación del flujo magnético concatenado por una bobina. Los conductores activos que pasan a través del toroide constituyen el arrollamiento primario del transformador. Cuando existe una falla de aislamiento o un contacto accidental en uno de los conductores activos, se establece una corriente de falla que circula a través del conductor de protección cerrando el lazo de falla a través de la tierra.

En este caso, la corriente que entra en el transformador toroidal  $I_e$  es distinta de la que sale  $I_s$ , ya que parte de la corriente le deriva a tierra a través del conductor de protección constituyendo la corriente de falla  $I_f = I_e - I_s$ .

El desequilibrio de corrientes dentro del transformador toroidal es lo que origina el desequilibrio de los flujos magnéticos induciendo una fuerza electromotriz ( $F_{em}$ ) en el arrollamiento secundario que cierra a través de un electroimán, proporcionando un camino para la circulación de la corriente residual  $I_r$  originada por la  $F_{em}$ .

Cuando la corriente  $I_r$  está dentro de la zona de operación diferencial, la parte móvil del electroimán, que originalmente se mantenía unida debido a la fuerza de atracción que ejerce el imán permanente, abre el circuito magnético y acciona el mecanismo de apertura del interruptor. Cuando el diferencial es tetrapolar, el funcionamiento es análogo.

Si el sistema es trifásico con neutro, el interruptor diferencial analiza la suma vectorial de las cuatro corrientes, e interviene cuando por una fuga esta suma difiere de cero y su valor entra dentro de la zona de operación del interruptor diferencial.



Los interruptores diferenciales tetrapolares también pueden utilizarse en redes trifásicas sin neutro. Conectado en el circuito trifásico, el interruptor diferencial interviene en caso de fuga a tierra, independientemente de la distribución de cargas en cada una de las fases. Esto es así, porque en los sistemas trifásicos sin neutro, la suma vectorial de las tres corrientes de las tres fases es siempre igual a cero, incluso cuando las tres fases estén desequilibradas. El interruptor diferencial analiza la suma vectorial de las tres corrientes e interviene cuando por una fuga, esta suma es distinta de cero y su valor entra en la zona de la operación diferencial.

Los interruptores diferenciales puros "sin protección adicional incorporada" deben estar acompañados de la protección contra sobrecargas y cortocircuito. Los interruptores diferenciales junto con la protección contra sobrecargas y cortocircuito constituyen una unidad completa para la protección de las instalaciones contra sobrecargas, cortocircuitos y tensiones de contacto. ■

**Industrias Sica**

[www.sicaelec.com](http://www.sicaelec.com)

# DAFA

MOTORES ELÉCTRICOS



- Motores eléctricos blindados monofásicos de alto par y bajo par de arranque.
- Motores eléctricos blindados trifásicos.
- Amoladores y pulidoras de banco.
- Bombas centrífugas.
- Motores abiertos monofásicos y trifásicos.
- Motores con frenos.
- Motores 60 Hz.
- Motores 130 W.
- Motores monofásico 102AP.
- Bobinados especiales.
- Reparaciones

**Motores especiales en base a proyectos y planos desarrollados por el cliente o por nuestra empresa.**  
**Los motores monofásicos poseen certificación eléctrica.**

### Motores Eléctricos Dafa de Antonino Caggegi

tel.-fax.: (011) 4654.7415 | tel.: (011) 4464.5815 | visite nuestra web [www.motoresdafa.com.ar](http://www.motoresdafa.com.ar)  
contacto: [motoresdafa@gmail.com](mailto:motoresdafa@gmail.com)

**Ahore energía eléctrica y dinero colocando Bancos Automáticos de Capacitores de Potencia para corregir el Factor de Potencia, filtrar corrientes armónicas y evitar sobretensiones.**

**FABRICANTE DE GRANDES BANCOS AUTOMATICOS DE CAPACITORES CON FILTRADO DE ARMONICAS.**

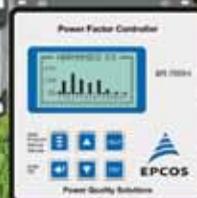
**IMPORTADOR y DISTRIBUIDOR de:**

Capacitores de Potencia EPCOS de 400 y 440V  
Controladores del Factor de Potencia EPCOS  
Contactores Especiales para Capacitores  
Reactores de Filtro de Corrientes Armónicas.  
Seccionadores portafusibles NH PRONUTEC  
Fusibles SIBA NH y UR para BT y HHC para MT  
Pararrayos ionizantes, protección contra sobretensiones atmosféricas y de maniobras.  
Paneles solares ASTRONERGY

**SIBA**



**EPCOS**



**ENEXAR srl - [info@enexar.com.ar](mailto:info@enexar.com.ar) - [www.enexar.com.ar](http://www.enexar.com.ar) - 011-4799-3319**



## Protectores de sobre y baja tensión para instalaciones monofásicas

RBC Sitel es una empresa dedicada al desarrollo y fabricación de productos de uso eléctrico en baja tensión con contenido electrónico. Con una trayectoria de treinta años, se ha posicionado en el mercado, y cuenta con una amplia gama de dispositivos de control lumínico y una vasta línea de aplicaciones.

Dentro de los productos de tensión que ha desarrollado, a continuación destacaremos aquellos aplicables a instalaciones monofásicas.



Protector individual

Los dispositivos interrumpen la alimentación eléctrica cuando la tensión de la red sufre variaciones que puedan dañar los artefactos, reconectándola en forma automática (con un cierto retardo) cuando la tensión se normaliza.

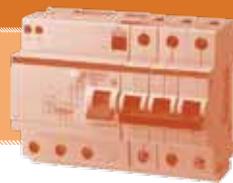
El protector individual es apropiado para la protección de heladeras, lavarropas, bombas, microondas, televisores, acondicionadores de aire, computadoras, etc. Este protector interrumpe la alimentación eléctrica a todo artefacto o equipo que se encuentre conectado al mismo.

El protector monofásico es apropiado para la protección de toda la instalación eléctrica de una vivienda o para la protección de equipos en circuitos eléctricos industriales. Interrumpen la alimentación eléctrica del circuito en el cual están instalados.

En ambos dispositivos, su operación es totalmente automática tanto en la conexión como en la desconexión de la alimentación. El protector monofásico puede puentearse con solo mover la llave a palanca de su frente a la posición "sin protección".



Monofásico 5 W



Producto	Rango de protección		Retardo de desconexión		Potencia máxima		Retardo de reconexión
	Baja	Alta	Baja	Alta	Carga resistiva	Carga reactiva	
Individual	176 V	252 V	2 seg	10 mseg	2.000 W	1.000 VA	2 a 4 min.
Monofásico	176 V	252 V	2 seg	10 mseg	5.000 W	2.500 VA	2 a 4 min.

Respecto de la instalación, el protector individual debe ir intercalado entre el tomacorriente de la instalación y la ficha macho del artefacto a proteger. Para facilitar la operación, puede girarse el cuerpo de la unidad con respecto al tomacorriente 90° hacia cada uno de los lados. El protector monofásico se debe instalar en el interior de una caja que posea riel DIN y es recomendable instalarlo junto al disyuntor y la llave termomagnética.

*El protector monofásico es apropiado para la protección de toda la instalación eléctrica de una vivienda o para la protección de equipos en circuitos eléctricos industriales. Interrumpen la alimentación eléctrica del circuito en el cual están instalados.*

### Características técnicas

- » Tensión de alimentación: 220 V-50 Hz
- » Dispositivo clase II
- » Tipo de salida: relé
- » Con indicadores de tensión por led de colores (baja, normal, alta)

### Recomendaciones para un mejor funcionamiento

- » Reconexión: para un mejor funcionamiento y cuidado de sus artefactos, el tiempo de reconexión preestablecido es de tres minutos. Puede resultar muy dañino para los equipos encenderse inmediatamente de haberse apagado. Recuerde que este tiempo

comienza a transcurrir luego de que la tensión se estabiliza, es decir, que mientras se encuentre fuera de rango no se va a contar el tiempo para reconectar. Si, por ejemplo, luego de dos minutos de tensión normal se presenta una anomalía, se reinicia la cuenta.

- » Retardo por sobre o baja tensión: el retardo por sobre tensión es de diez milisegundos y el de baja, de dos segundos. ¿Por qué? El protector está diseñado con retardo mayor para la desconexión por baja tensión, ya que puede suceder que en la instalación donde está conectada haya otros artefactos enchufados y al encenderse alguno, caiga la tensión por un instante. Esto sucede con los artefactos que consumen mucha corriente al arrancar como lámparas fluorescentes compactas o motores. Por lo tanto, si no existiera el retardo de dos segundos, el protector percibiría esta caída de tensión e interrumpiría la alimentación de la carga.
- » Potencia máxima: si la carga en la instalación es mixta (resistiva y reactiva), tomar 2.500 VA como potencia máxima.
- » Potencias superiores: si tiene que proteger potencias superiores, puede hacerse mediante el auxilio de un contactor. Este debe tener una bobina hasta 220 V y ser acorde a la potencia que se desea manejar. Utilizar el protector para alimentar la bobina. ■

Por RBC Sitel

[www.rbcситel.com](http://www.rbcситel.com)



# NARDON CABLES

## MATERIALES ELÉCTRICOS

Remedios de Escalada 836 (1722)  
Merlo, Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (0220) 482-8732  
Cel.: (011) 15-3343-9793  
[www.nardoncables.com.ar](http://www.nardoncables.com.ar)

"25 AÑOS DE TRAYECTORIA PUESTOS HOY AL SERVICIO DE NUESTROS CLIENTES"



Somos una empresa dedicada al suministro de cables y materiales eléctricos para todo tipo de obras civiles e industriales.

Nuestra trayectoria, a lo largo de 25 años en este rubro, nos permite hoy ofrecerle el asesoramiento y las mejores alternativas que nos brindan los principales fabricantes del país, ofreciendo un óptimo nivel de abastecimiento.



# CUANDO MEDIR BIEN ES LO MÁS IMPORTANTE



Medidor de campos eléctricos para altas y bajas frecuencias.

**HI2200**



**Electro Industries/GaugeTech**  
El Líder en Control y Monitoreo de Potencia

Analizadores de energía de alta precisión para medición de energía, potencia y calidad, modelos SHARK-100/ 200 y NEXUS 1500



Alimentación AC/DC  
90 - 276 Volts  
Entradas de tensión  
0 - 720 Volts L-L



Montaje en panel  
DIN o ANSI  
Tarjeta de  
entradas/  
salidas  
Slots para tarjetas  
"plug and play"



Defining Reliability



Monitor inteligente para transformadores  
**ITM 509**



Meter Test Equipment

Equipos patrones portátiles y de laboratorio, desde clase 0,01 a 0,5, etc.



Medidores de energía monofásicos y trifásicos  
Clase 0,2; 0,5 y 1

**ISKRAEMECO**



suparule

Medidor de altura de cables.  
**600E**



Virrey Liniers 1882/6 (C1241ABN) CABA | Argentina

Telefax: (+54-11) 4912-3998/4204 // 4911-7304

[vimelec@vimelec.com.ar](mailto:vimelec@vimelec.com.ar) | [www.vimelec.com.ar](http://www.vimelec.com.ar)



## Crece en su segmento al confiar en nuestros **expertos** en **VLT® drives**

1968 fue el año que Danfoss presentó el primer convertidor de frecuencia producido en serie, nombrándolo VLT®. Hoy están disponibles en todo el mundo para brindarle una solución a su medida.



See how tomorrow's solutions are ready today  
visite [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

## Alternativa al hexafluoruro de azufre para aislamiento y conmutación

La investigación y el desarrollo giran en torno al descubrimiento y la conformación del futuro de la tecnología. Cada año salen de los laboratorios centenares de nuevos descubrimientos o mejoras de descubrimientos existentes. Las grandes empresas del mundo, aquellas que quieren estar a la vanguardia en innovación, invierten grandes cantidades de dinero en sus laboratorios, y es de allí que sale luego lo que presentan al mercado como producto desarrollado. ABB, de origen finlandés, es una de estas grandes empresas y en 2016 también presenta sus innovaciones. En esta nota, una alternativa al hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ) como medio de aislamiento y conmutación.

Durante décadas, las propiedades únicas del hexafluoruro de azufre lo han convertido en el medio preferido de aislamiento de la aparata eléctrica, pero es un gas de efecto invernadero y los costos de gestión del ciclo de vida aumentan.



El esfuerzo de muchos grupos de investigación por encontrar alternativas al hexafluoruro de azufre con menos impacto ambiental y con propiedades de aislamiento y de interrupción del arco similares han resultado, hasta el momento, infructuosas. Pero ABB ha desarrollado una alternativa respetuosa con el medioambiente, con propiedades similares, a partir de una mezcla de gases basada en un producto de la empresa 3M, llamado "Fluido dieléctrico Novec 5110", una cetona perfluorada con cinco átomos de carbono. La mezcla de gases de fluorocetona para aplicaciones de conmutación se desarrolló en colaboración con 3M.

Esta molécula fluorada se descompone a la luz ultravioleta en la atmósfera baja, y tiene una vida útil de unos quince días, frente a los 3.200 años del hexafluoruro de azufre. El potencial de calentamiento global (GWP) de la mezcla de gases es inferior a uno.

En un proyecto piloto conjunto con EWZ, una importante compañía eléctrica suiza, se acaba de entregar la primera central de aparata aislada en gas (GIS) con la nueva mezcla en una subestación de Zúrich. En la subestación, situada junto a la fábrica de GIS de ABB, se montaron ocho bahías de alta tensión y cincuenta de media tensión, todas GIS, con una mezcla de gases basada en la cetona. ■

Fuente: *ABB Review 1/2016*

**ABB**

[www.abb.com.ar](http://www.abb.com.ar)



GRUPO CORPORATIVO  
**MAYO**



www.gcmayo.com - ventas@gcmayo.com

 Mayo Transformadores srl

SEGUIMOS  
**CRECIENDO**  
TRANSFORMADOR 20 MVA



**Plantas industriales:**

Rosario - Paso de los Libres - Córdoba - Villa María

**Casa central:**

Av. Carranza y 25 de Mayo  
(5903) Villa Nueva, Córdoba, Argentina  
Tel.: 0353 - 4918601 / Fax: 0353 - 4918666

**Fábrica de transformadores**

**Planta impregnadora de postes**

**Fábrica de herrajes y morsetería**

**Distribuidor mayorista de materiales eléctricos**

**Transporte propio a todo el país**



Producimos para la gente que trabaja con energía

# Interruptores automáticos de bastidor abierto

Los ACB de *LS Industrial Systems LBA* son una solución para la conexión y protección de ramales en donde se necesita alta capacidad de corriente (desde 630 hasta 5.000 A), y una alta capacidad interruptiva (hasta 100 kA).

Son muy manejables tanto manual como remotamente, y sus aplicaciones principales son las transferencias de planta automáticas y como interruptores principales de una instalación grande.

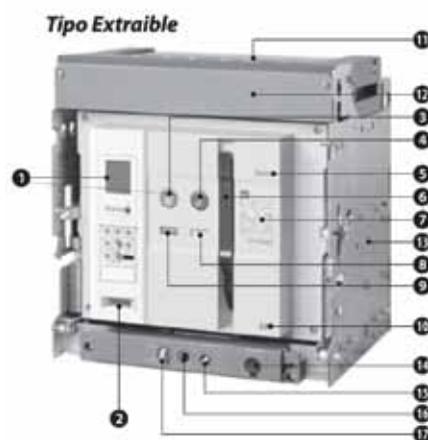
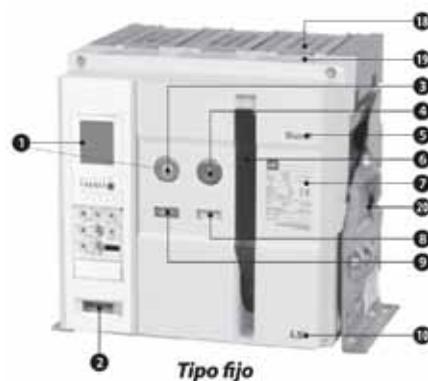
Con diseño compacto y modular, las dimensiones son también menores, lo que hace al equipo más liviano y maleable. Las medidas son:

- » 630 a 2.000 AF: 430 x 334 mm
- » 2.000 a 4.000 AF: 430 x 412 mm
- » 4.000 a 6.300 AF: 430 x 785 mm

Es la alta capacidad de corte la característica por la cual se distingue mejor esta línea de interruptores, aunque claro, también la modularidad, pues *AS-MEC ACB* consta de tres tipos de criterios de diseño modular para facilitar su instalación e integración en tableros de baja tensión.

Permite, asimismo, múltiples conexiones, tanto estándar: horizontal, vertical, frontal; como mixtas: horizontal-vertical, vertical-horizontal, horizontal-frontal, vertical-frontal, frontal-horizontal, frontal-vertical.

En cuanto a las certificaciones, *AS-MEC ACB* ha aprobado con éxito los tests para estándar de IEC 60947 y GB 14048-2-94, KEMA, de Países Bajos; ESI, de Italia; CCC, de China; KERI, de Corea del Sur, e ISO 9001 y 14001. ■



Configuración externa

1. Relé de disparo; 2. Contador; 3. Bontón de encendido; 4. Botón de apagado; 5. Nombre serie; 6. Palanca de carga; 7. Placa identificatoria; 8. Indicador de carga/descarga; 9. Indicador de encendido/apagado; 10. Marca; 11. Cubierta arco; 12. Cubrecontactos; 13. Bandeja; 14. Manija de extracción; 15. Indicador de posición; 16. Manija para inserción; 17. Botón de bloqueo; 18. Cámara de extinción; 19. Cubierta de control; 20. Enganche tipo fijo

**Nöllmann**

[www.nollmann.com.ar](http://www.nollmann.com.ar)

Dynamic  
 Design



BLANCO      NEGRO      ROSSO      CHAMPAGNE      AZUL ELÉCTRICO      GLAM

**NUEVO PRODUCTO**  
 Módulo conector USB 1A



Siempre  
 conectado



Carga  
 celulares y tablets

Disponibles en  
 Verona y Platinum



VERONA  
 BLANCO | MARFIL | GRIS



PLATINUM  
 BLANCO

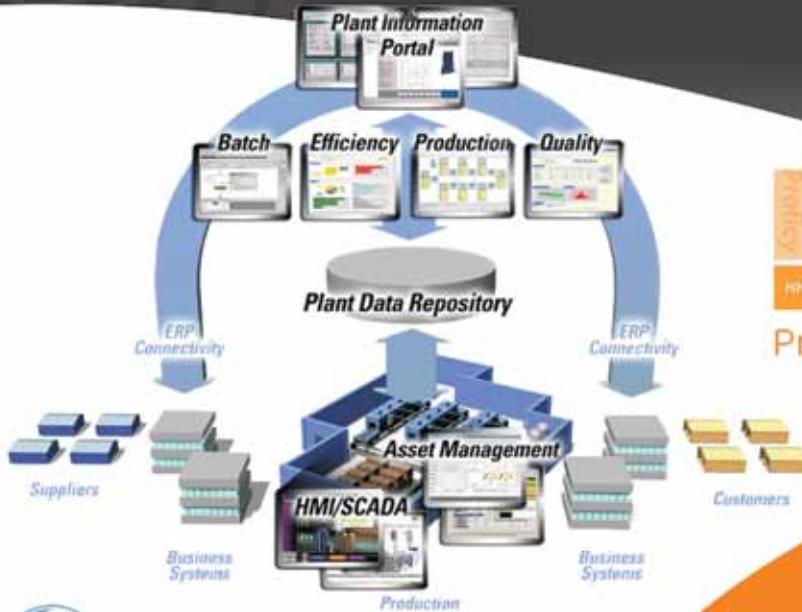


PLATINUM  
 NEGRO

Tu empresa crece,  
nosotros te acompañamos...

ila  group

Soluciones de software, flexibles  
y escalables, a la medida  
de cada industria



Proficy HMI/SCADA - iFIX

25 de Mayo 81(C1002ABA)  
Buenos Aires - Argentina  
Tel.: +54 (11) 4121-0000  
www.ilagroup.com



GE  
Intelligent Platforms

GRUPO IBERMÁTICA



**MYSELEC S.R.L.**

REPRESENTANTE OFICIAL TYCO ELECTRONICS S.A. AMP SIMEL

MÁS DE  
**18**  
AÑOS EN  
CALIDAD  
SERVICIO Y  
EXPERIENCIA



PA-800 / PA-1500

**MATERIALES Y ACCESORIOS PARA TENDIDO Y CONEXIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS**

Conectores tipo cuña AMPACT - Conectores de puesta a tierra - Conectores a dientes SIMEL - Terminales y uniones bimetalicos SIMEL  
Terminales y uniones preaislados SIMEL - Terminales y uniones a tornillo cabeza fusible p/ M.T. - Terminales estancos de cobre forjado  
Morsas, grampas y herrajes p/ B.T. y M.T. - Portafusibles aéreos encapsulados - Herramientas manuales mecánicas e hidráulicas

Tel./Fax: (+54-11) 4761-4596/5126 · info@myselec.com.ar

[www.myselec.com.ar](http://www.myselec.com.ar)

# Seguridad + Confiabilidad Total

En Tadeo Czerweny Tesar S.A. desarrollamos tecnología de primera línea para brindar soluciones transformadoras efectivas.



## Transformadores Encapsulados en Resina Epoxi

100 % Fabricación Nacional

Cumple con la clasificación E2-C2-F1

Autoextinguibles - No dañan el Medio Ambiente

Elevada capacidad de sobrecargas

Importante reserva de potencia



## Tadeo Czerweny Tesar S.A.



Planta Industrial: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 482 873 / E-mail: tecnicatt@tadeoytesar.com.ar

Administración: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 482 873 / E-mail: administracion@tadeoytesar.com.ar

Ventas: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 487200 (int. 250) / E-mail: ventas@tadeoytesar.com.ar

Oficina Comercial Bs.As. Tel: ++54 11 5272 8001 al 5 / Fax: ++54 11 5272 8006 E-mail: tczbsas@tadeoytesar.com.ar

[www.tadeoczerwenytesar.com.ar](http://www.tadeoczerwenytesar.com.ar)

**servicio técnico**

llame al teléfono o envíe un mail

**++ 54 - 3404 - 487200** - Int. 113  
[servicio@tadeoytesar.com.ar](mailto:servicio@tadeoytesar.com.ar)

## ► Onda coseno rectangular

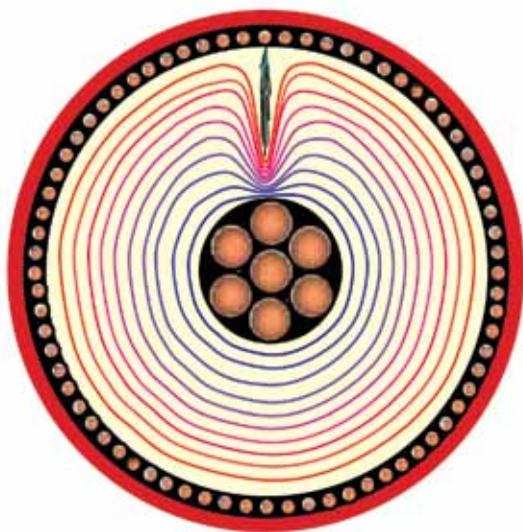
La dependencia de la energía eléctrica exige una gran calidad en el suministro, para ello se debe asegurar el abastecimiento de la red de distribución y transporte. Evaluar un cable colabora con esta tarea: por un lado, reduce los daños producidos por las variaciones de tensión y corrientes de cortocircuito ocasionados por una avería no deseada del cable durante su servicio; y por otro, una prueba de mantenimiento preventivo del cable favorece una mejor administración de los recursos existentes.

### Corriente continua

La prueba de cables de media y alta tensión estaba tradicionalmente limitada a la prueba con corriente

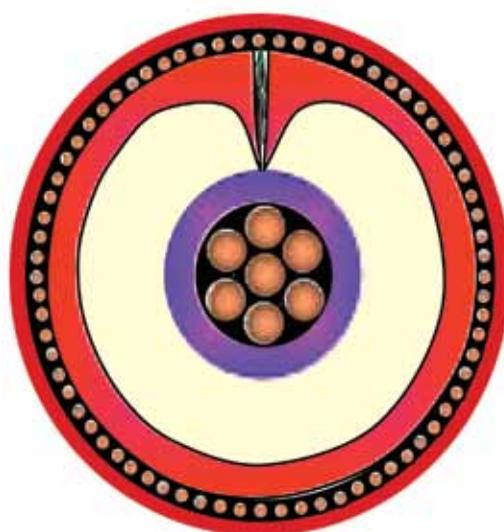
continua. Esta tecnología fue efectiva para cables de papel-aceite (PILC), pero se ha demostrado que puede ser inefectiva, e incluso dañina, para cables de aislamiento polimérico (XLPE –EPR).

- » El alto valor de tensión necesario para la prueba puede causar daños al cable y acelerar su envejecimiento en determinados segmentos del aislamiento.
- » El largo periodo de exposición a los altos valores de tensión de corriente continua genera cargas espaciales residuales, las cuales se pueden considerar como componentes de RC con una constante de tiempo de varias horas e incluso días. Estas cargas espaciales desaparecen muy lentamente, interactúan con los



Cargas residuales antes de la prueba.

Figura 1



Cargas residuales después de la prueba: disminución efectiva de la sección del aislamiento del cable.

campos eléctricos de la tensión de servicio después de la puesta en servicio del cable, provocando una avería disruptiva no controlada.

- » Otro problema es el uso en instalaciones con hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Aquí la corriente continua causa cargas estáticas en el polvo y en las partículas existentes dentro de los sistemas SF<sub>6</sub>, removiéndolas y asentándose estas generalmente en el fondo, causando debilidad dieléctrica del gas aislante.

### Corriente alterna a 50 Hz

La corriente alterna para cables poliméricos es la prueba más efectiva debido a su cambio de polaridad, lo cual impide la creación de cargas espaciales dentro del aislamiento.

La prueba con corriente alterna a frecuencia de la red es relativamente fácil de efectuar por medio del uso de transformadores, pero la gran pérdida reactiva del cable obliga a diseñar sistemas de enorme peso, tamaño y consumo de energía. Por lo tanto, la movilidad del sistema en la mayoría de los casos está limitada, y requiere del uso de camiones y de espacios abiertos para tensiones altas.

La potencia requerida para probar un cable de 12-20 kV con 2 μF de capacitancia y una tensión de prueba de corriente alterna de 3 U<sub>o</sub> es de aproximadamente 1 MVA.

Basándonos en la ecuación para calcular la potencia de un transformador para un sistema de prueba de corriente alterna que tenga la capacidad para probar un cable de 2μF-132 kV, tenemos:

$$S = VI = 2 \pi fCV^2 * 10^{-12}$$

S: potencia del transformador

V: U<sub>o</sub> máxima

I: Corriente en amperes

f: frecuencia de la red hertz

$$S = 2 \pi * 50 \text{ Hz} * 2 \mu\text{F} * 190 \text{ kV}^2 * 10^{-12} = 22,68 \text{ MVA}$$

### Corriente alterna a frecuencia variable

Los niveles de tensión y de frecuencia usados son comparables a los de la prueba de corriente alterna a 50 Hz, trabaja a frecuencias que varían de 30 a 300 Hz. A frecuencias superiores a 300 Hz, causan pérdidas reactivas muy grandes que producen un sobrecalentamiento de los componentes del sistema.

La tecnología de resonancia recicla una parte importante de la energía, por lo tanto reduce el consumo total en comparación con el ensayo a 50 Hz, aunque este sigue siendo alto. Sumando a su vez las enormes dimensiones y peso, se hace difícil realizar la prueba de resonancia en cables mixtos. El precio del ensayo es demasiado alto por el tiempo, por los recursos humanos, por los medios usados para su transporte y por el grupo eléctrico necesario para la realización del ensayo.

La potencia requerida para probar un cable de 132 kV con 2,5 μF de capacidad a 2,5 U<sub>o</sub> de corriente alterna es aproximadamente 14,3 MVA

### Corriente alterna a OWTS

Disparos de ondas de corriente alterna a frecuencias resonantes de 20 a 500 Hz. EL cable se carga hasta la tensión requerida, y luego se coloca en paralelo con una bobina de valor fijo, produciendo una onda oscilante amortiguada en función de la capacidad del cable y del estado de su aislamiento.

Este tipo de ensayo no ha sido utilizado por la falta de equipos para su realización en campo, pero actualmente ya existen estos equipos, los cuales están siendo estudiados muy de cerca por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

Tienen la ventaja de ser equipos muy ligeros, de tamaño medio y de poco consumo (600 W como máximo).

### Corriente alterna VLF 0,1 Hz

El ensayo con corriente alterna a 0,1 Hz, denominado "VLF" (por sus siglas en inglés, *Very Low Frequency*, 'muy

baja frecuencia'), evita la polarización de los aislamientos poliméricos y, por tanto, las cargas espaciales que se formen en este. Otra razón importante es la reducción de tamaño, peso y de su potencia de consumo, lo que hace que la realización del ensayo en campo sea muy fácil y económica.

Basándonos en la ecuación para calcular la potencia de un transformador para un sistema de prueba de corriente alterna que tenga la capacidad para probar un cable de 2µF-132 kV, tenemos:

$$S = 2 \pi * 0,1 \text{ Hz} * 2 \mu\text{F} * 190 \text{ kV}^2 * 10 * \text{E-12} = 0,04536 \text{ MVA} = 45,36 \text{ kVA}$$

El único requisito necesario para cumplir este ensayo es que hablemos de corriente alterna y a una frecuencia fija de 0,1 Hz. Su frecuencia debe ser independiente de la capacidad del cable.

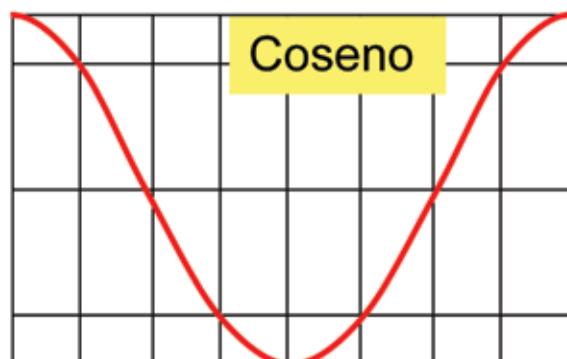
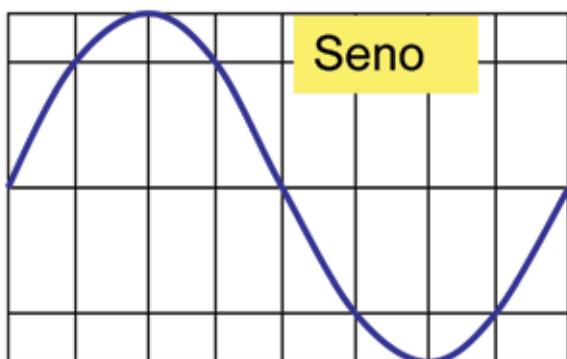
Las normas internacionales IEEE 440.2 e IEC 60060-3 y las normas alemanas VDE 0276-620 y VDE 0276-621 (HD 0620/0621), recogen las siguientes forma de onda VLF:

- » VLF con forma coseno rectangular
- » VLF con forma senoidal

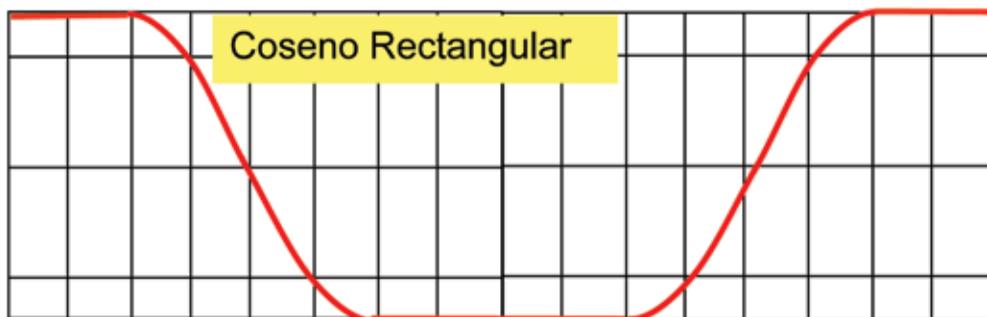
## ¿Cómo se produce una onda cosenoidal rectangular?

El sistema que genera esta forma de onda está compuesto esencialmente por una fuente de alta tensión de corriente continua, un convertidor de corriente continua a alterna (VLF). El convertidor consiste en una bobina de alta tensión y un rotor rectificador de diodos, el cual cambia la polaridad de la tensión del cable ensayado cada 5 segundos, produciendo así la onda de corriente alterna a 0,1 Hz. El circuito resonante, formado por la bobina de alta tensión y un condensador en paralelo con la capacidad del cable, asegura el cambio de esta polaridad sinusoidal.

Figura 2



Cosenoidal: una onda seno que comienza en 90 o 270°



Coseno rectangular: onda coseno con pequeño componente de corriente continua

El uso de un circuito resonante para cambiar la polaridad de la tensión reutiliza la energía almacenada en el cable. Solo las pérdidas por fugas en el aislamiento hacen que el cable deba alimentarse durante los cambios de la polaridad.

En todo ensayo se intenta conseguir siempre que la prueba sea lo más fiel posible a las condiciones de trabajo del objeto a probar. En este caso, estamos hablando de un cable que trabaja con tensión a corriente alterna senoidal a 50 Hz.

- » Como sabemos, una onda senoidal y cosenoidal es indiferente para el cable eléctrico, solo implica un diferente ángulo de fase inicial ( $-90^\circ$  o  $270^\circ$ ).
- » Hemos visto que a 50 Hz no es prácticamente posible ensayar cables, por lo que recurrimos a una frecuencia de 0,1 Hz.
- » También es apreciable que una onda a 50 Hz somete al cable a su tensión de pico más veces que 0,1 Hz:
  - 50 Hz: 100 veces por segundo, 360.000 veces por hora.
  - 0,1 Hz: 0,2 veces por segundo, 720 veces por hora.

Pero en verdad, lo que buscamos es una forma de onda que produzca la rotura en el punto débil o crítico

del cable, sin causar daños adicionales. Debido a los estudios realizados, se ha comprobado que los fallos en el cable se producen en los cambios de polaridad, especialmente del positivo al negativo.

### ¿Cómo podemos simular lo más fielmente posible la onda de la red?

Por ello hemos creado la “onda corriente alterna coseno rectangular”, aunque sería más fácil hacer una onda sinusoidal a 0,1 Hz, pero nuestra intención es siempre asemejarnos lo máximo posible a la onda de la red.

El cambio de polaridad con la onda corriente alterna coseno rectangular, que es la principal razón del ensayo con corriente alterna, es el mismo que el ocurrido a la frecuencia de 50 Hz de la red. Para que la onda se parezca lo máximo posible a la de la red, se utiliza una onda de subida y bajada exactamente igual a 50 Hz, pero una vez alcanzada la cresta, se alarga el tiempo en 5 segundos; de esta manera se ha conseguido un ensayo similar a los 50 Hz pero con las ventajas de 0,1 Hz.

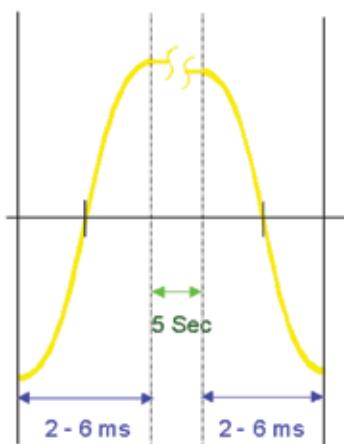


Figura 3

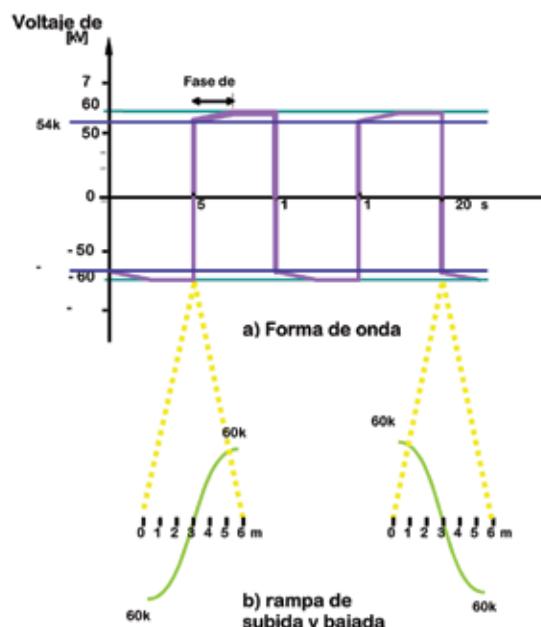


Figura 4

Los 5 segundos de cresta son a la tensión eficaz a la que deseamos llegar, la cual se mantiene por el cable y el circuito resonante del equipo. Si hubiera alguna fuga en el cable, esta sería medida y mostrada independientemente de la intensidad de carga. Cuando un cable tiene un fallo en el seno de su aislamiento, su rotura suele ser inminente, pero en sus empalmes y terminaciones no, aquí es donde entra la importancia de la corriente de fuga. Es muy usual que un empalme y terminación en mal estado aguanten la tensión de prueba, presentando una fuga de corriente. Seguidamente deberíamos realizar un diagnóstico de descargas parciales.

Si hubiera pérdidas durante los 5 segundos que dure la cresta como consecuencia de las corrientes de fuga del cable o por pérdidas eléctricas del aislamiento, durante el próximo cambio de polarización, el equipo las contrarresta, tanto en el cambio de positivo a negativo, como a la inversa. Esto hace que la onda sea simétrica perfecta.

Esta forma de onda posee la tensión pico igual a la tensión eficaz, lo cual es muy importante porque:

- » Los equipos poseen menos pérdidas reactivas y, por consiguiente, son menos pesados y consumen menos potencia.
- » Las pruebas a 50 Hz son a  $2 U_0$  (eficaz), y con esta forma de onda: prueba con onda coseno rectangular  $3 * U_0$  (eficaz)  $\approx$  Prueba a 50 Hz  $2 * U_0$  (eficaz)

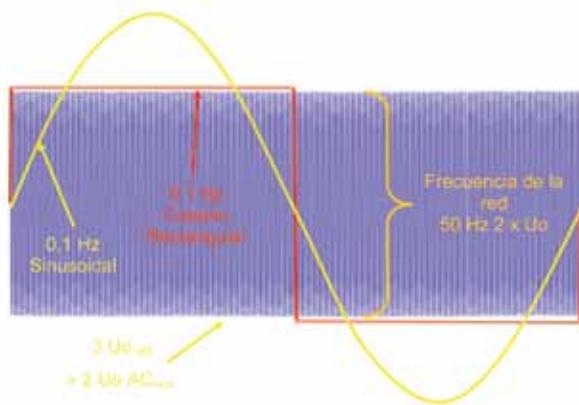
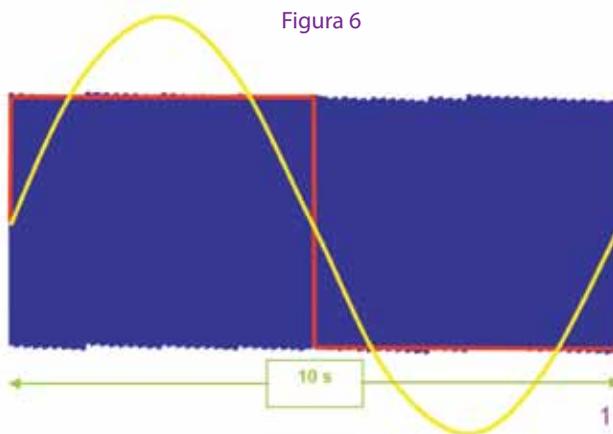


Figura 5

Figura 6



Como se puede ver en las figuras 5 a 14, el cambio de polarización de la onda coseno rectangular es la misma que el de la onda de 50 Hz. Afirmación que no se puede decir de la onda sinusoidal.

Finalmente observamos cómo la onda coseno rectangular es:  $3 * U_0$  (eficaz)  $\approx$  la onda de 50 Hz  $2 * U_0$  (eficaz).

## ¿Por qué la onda de coseno rectangular?

Además de la experiencia acumulada en el campo y de investigaciones y resultados científicos basados en estas aplicaciones prácticas, apostamos por la onda coseno rectangular por las siguientes razones:

- » Forma de la onda: el cambio de polaridad, que es la principal razón del ensayo con corriente alterna, es el mismo que a la frecuencia de 50 Hz de la red. Para que la onda se parezca lo máximo posible a la de la red, se utiliza una onda de subida y bajada exactamente igual a 50 Hz, pero una vez alcanzada la cresta, se alarga el tiempo en 5 segundos; de esta manera se ha conseguido un ensayo similar a los 50 Hz pero con las ventajas de 0,1 Hz.
- » Similitud con la prueba  $2 U_0$  de 50 Hz: la forma de la onda es muy similar en amplitud y frecuencia a la forma de la onda de 50 Hz a  $2 U_0$ , pero sin los problemas de las pérdidas reactivas.
- » Fiabilidad: la rotura de zonas del cable con problemas capacitivos (empalmes y terminaciones) presenta menos resistencia ante frecuencias altas. La amplitud de la onda coseno rectangular es igual a la de 50 Hz, por lo que es 500 veces más rápida que la senoidal a 0,1 Hz.

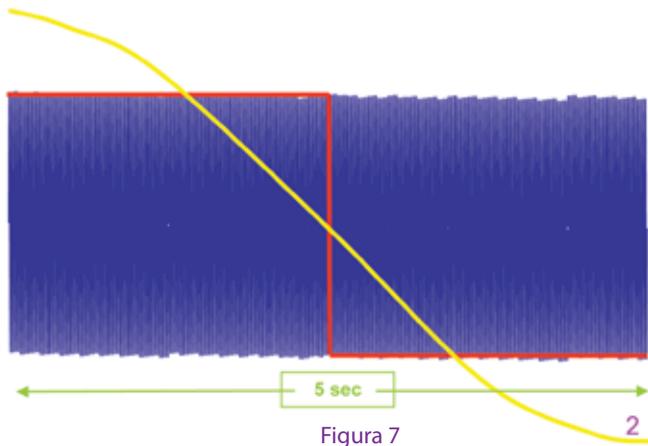


Figura 7

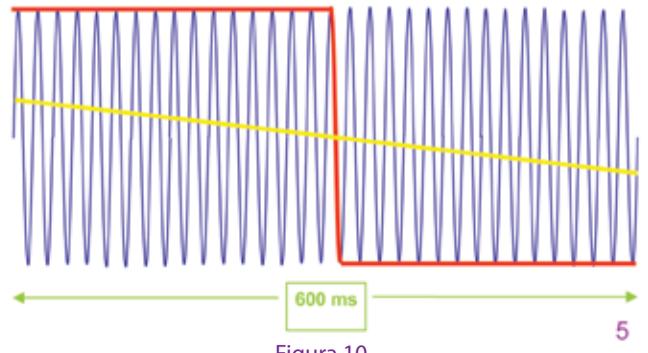


Figura 10

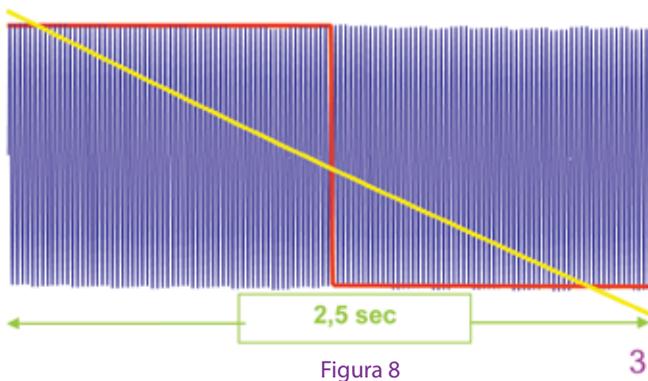


Figura 8

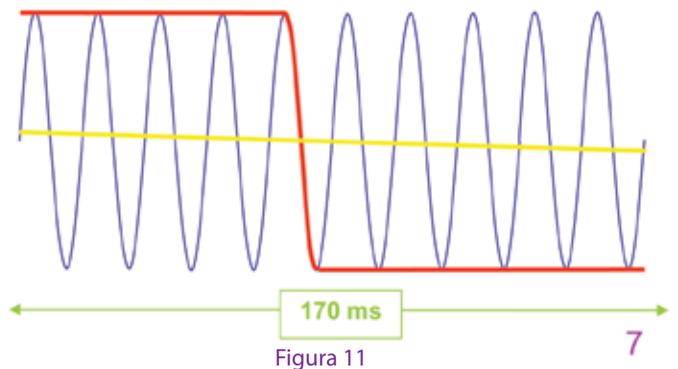


Figura 11

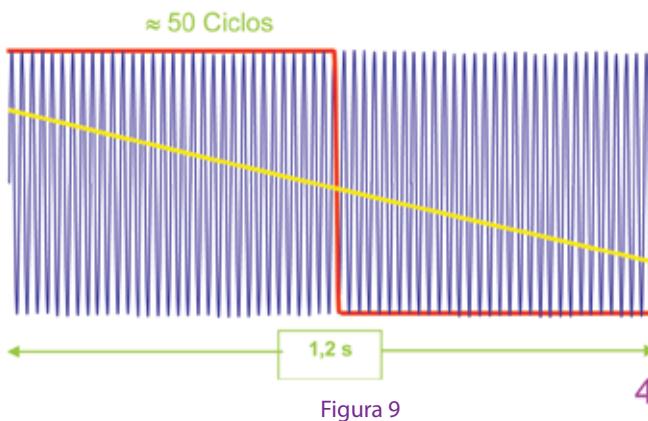


Figura 9

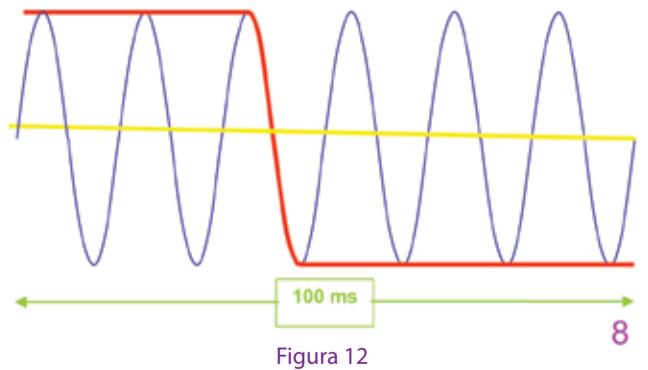


Figura 12

- » Practicidad: debido a que la energía reactiva es menor, se reduce el consumo, el peso, el tamaño y aumenta la longitud máxima de cable a ensayar. La potencia de consumo de un equipo sinusoidal es alrededor de cinco veces más y las longitudes de cable a ensayar mucho mayores.
- » Diagnóstico: la posibilidad de la medición de la corriente de fuga real independiente de la corriente de

carga del cable permite evaluar la calidad del aislamiento durante el procedimiento de ensayo.

- » Duración de la prueba: la alta capacidad de prueba, tres fases a la vez, reduce hasta un 66% la duración de la prueba.
- » Seguridad: todos los equipos portátiles o instalados en furgones llevan integrados módulos de seguridad y descargador mediante resistencia. Ninguna pértiga de

descarga u otras herramientas son necesarias. Para cables PE, XLPE y de papel-aceite, ante un defecto posible, el arco eléctrico producido se realiza de una forma controlada, para no causar daños al aislamiento sano.

- » Gestión de los datos: todos los valores que intervienen en la prueba se almacenan y pueden exportarse a una PC.

Respecto de la simetría, se puede aclarar que actualmente existen dos modelos de VLF: serie base y serie plus (la primera solo compensa las pérdidas del cable en el cambio de polarización negativa a positiva), y que el 80% de los equipos repartidos por todo el mundo son serie base y no hay ningún estudio que diga que su asimetría en el periodo negativo por posibles pérdidas del cable sean perjudiciales. Por su parte, la serie plus es completamente simétrica debido a que compensa las pérdidas del cable en todos los cambios de polarización.

Ante las limitaciones de algunos equipos para probar cables largos o de alta capacidad, tienen como única salida reducir la frecuencia del ensayo por debajo de 0,1 Hz (0,01, 0,05, 0,02, etc.). Acreditando que el efecto causado en el cable es prácticamente el mismo que con 0,1 Hz. Investigaciones recientes muestran que la tasa del crecimiento de los canales de las arborescencias eléctricas con una frecuencia de prueba de 0,01 Hz es diez veces menor que a 0,1 Hz para el mismo nivel de tensión de prueba. Una reducción de la frecuencia por debajo de 0,1 Hz para una prueba con duración de 60 minutos no es recomendable, dado que con esta frecuencia el tiempo de prueba se debe incrementar por lo menos 120 minutos.

Un ejemplo práctico fue expuesto por la distribuidora eléctrica TNB NOH de Malasia. Allí realizaron ensayos con equipos VLF de onda sinusoidal con unos buenos resultados, a continuación decidieron probar otros bajando las frecuencias 0,05 y 0,02 Hz. Los resultados fueron nefastos, ya que pasaron la prueba y una vez puestos en marcha 20,53% de los cables fallaron en servicio.

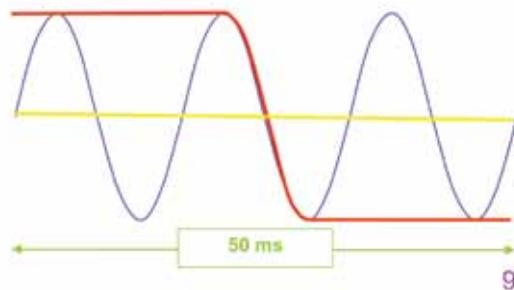


Figura 13



Figura 14

La tensión de onda cuadrada o trapezoidal VLF presenta un cambio muy rápido de polarización que en la práctica es solo posible sin carga. Tan pronto como se aplica una carga, la onda adquiere una forma trapezoidal, con dientes de sierra, y el cable sufre un fuerte shock ante los cambios bruscos de polarización. La onda coseno rectangular nunca produce un cambio de polarización más rápido que el producido a 50 Hz. ■

**Por Ing. Ignacio Hortal Robles  
SebaKMT España**

SebaKMT es una empresa española dedicada al desarrollo y fabricación de equipos para redes eléctricas, de comunicaciones y de transmisión de fluidos. Sus productos contribuyen a la fiabilidad y a la operación rentable en cinco áreas: ensayo, diagnóstico, localización de averías de cables, localización de fugas y localización de líneas y tuberías subterráneas. En Argentina, disponibles a través de la representación de Grupo Equitécnica Hertig.

**Grupo Equitécnica Hertig**  
[www.equitecnica.com.ar](http://www.equitecnica.com.ar)  
[www.hertig.com.ar](http://www.hertig.com.ar)

"Necesitábamos materiales de alto rendimiento, y Electro Universo nos ofreció la mejor solución".



## ***Innovación y cumplimiento para dar respuesta a los clientes más exigentes***

El mundo cambia, las tecnologías avanzan y las necesidades evolucionan... En **Electro Universo** nos profesionalizamos continuamente para estar a la altura de las nuevas exigencias del mercado. Con 10 años de vida y 60 de respaldo y trayectoria, conocemos como nadie los requerimientos específicos de cada sector. Nuestra experiencia y profesionalidad nos permiten brindar soluciones integrales para satisfacer las necesidades de los clientes y mercados más exigentes.



*Sabemos más,  
damos más* 

[www.electrouniverso.com.ar](http://www.electrouniverso.com.ar)

**Redelec**



Fábrica, administración y ventas: Brasil 557 (1870) Avellaneda, prov. de Buenos Aires  
Telefax: +54 11 4209-4040 / 4218-4949 - gcfabricantes@fibertel.com.ar - www.gcfabricantes.com.ar

## SOLUCIONES PARA SEGURIDAD Y AUTOMATIZACIÓN EN MÁQUINAS

 **SCHMERSAL**

• Llaves y sensores de seguridad para puertas • Cortinas y relés de seguridad • Barreras ópticas de seguridad • Scanner láser y alfombras • Sensores inductivos • Interruptores de paro de emergencia por tracción de cable.



Para más información:  
[www.schmersal.net](http://www.schmersal.net)  
[www.harting.com](http://www.harting.com)

## Conectores Industriales

 HARTING



**CORRIENTES:** Desde 10 hasta 650 A. **TENSIONES:** Hasta 2.000 V.  
**TIPO DE CONEXION:** A tornillo, crimping, presión y axial. **CANTIDAD DE CONTACTOS:** Desde 3+PE hasta 216+PE. **DIVERSOS TIPOS DE CONECTORES PARA CUMPLIR CON SUS REQUERIMIENTOS.**  
**PROTECCION:** IP65 hasta IP68. **CERTIFICADOS:** ISO 9001, UL, CSA y CE.

Visite nuestra web: [www.condelectric.com.ar](http://www.condelectric.com.ar)

Hipólito Yrigoyen 2591 • (B1640HFY) Martínez • Buenos Aires • Argentina  
Tel./Fax: +54 (011) 4836-1053 • E-mail: [info@condelectric.com.ar](mailto:info@condelectric.com.ar)

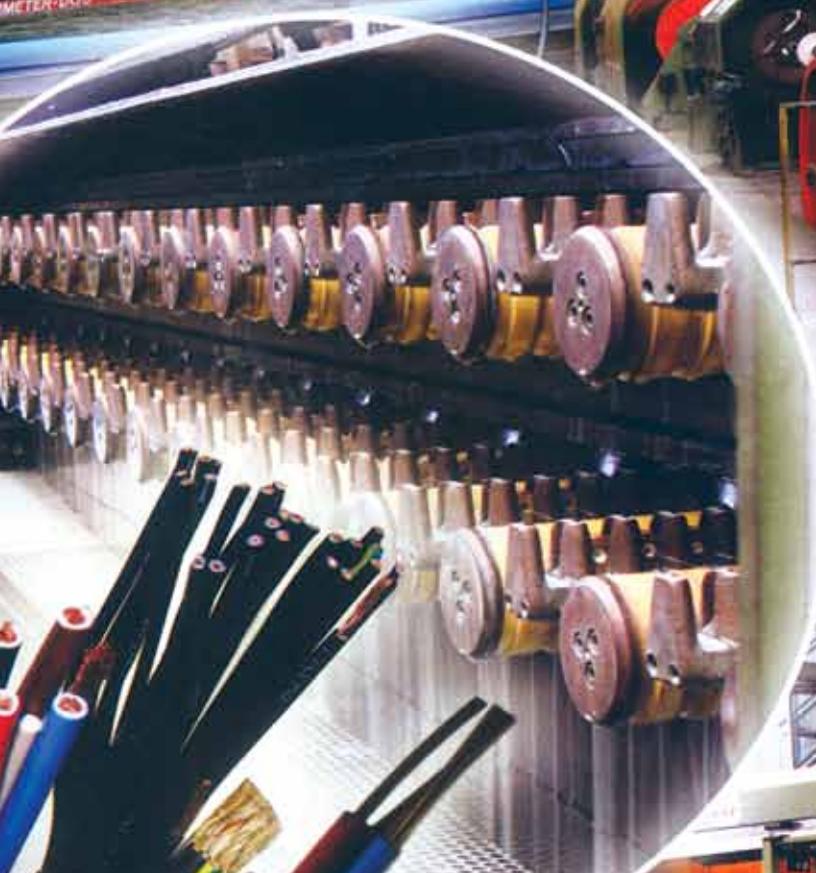
Consultar en  
**Condelectric S.A.**  
Para que lo demás funcione...



1959-2009

# Fettorossi

*Cables eléctricos*



Si su problema es el cable,  
**SOLUCIONARLO**  
es nuestro trabajo



Orgullosos de Seguir  
Orgullosos de Estar  
Orgullosos de Ser



Una empresa de



EPS PRODUCTS AND SERVICES S.A.

**MATERIALES ELECTRICOS  
PARA LA INDUSTRIA, PARA EL MUNDO...**

[www.epssa.com.ar](http://www.epssa.com.ar)  
[info@epssa.com.ar](mailto:info@epssa.com.ar)

**Casa Central Buenos Aires**

Leandro N. Alem 30  
San Fernando - Bs As.  
Tel: + 54-011-3960-0123  
Fax: +54-011-4890-3028

**Sucurales**

**San Juan**  
Av. España 1300 S - Capital  
Tel: +54 - 0264 - 4225199 / 4225251  
Fax: +54 - 0264 - 4225159

**Neuquén**  
Juan Julian Lastra 1520  
Tel: +54-299-442-7579/1903/0140  
Fax: +54-299-442-7579

**Mendoza**  
Ej. de los Andes 256 - Guaymallén  
Tel: +54-261-432-7043  
Fax: +54-261-432-7043

**DISPROSERV**

Diseño, fabricación y montaje de tableros eléctricos, conductos, celdas interperie, en baja y media tensión. Actualización de CCM con equipos de vanguardia. Retrofit // Revamping // Nuevos desarrollos // I+D Ingeniería // Consultoría // Asesoramiento

Esmeralda 4668 (B1604CSM)  
Florida Oeste / BA / Argentina  
TEL: (+54 11) 4760 6710  
FAX: (+54 11) 4760 7663  
ventas@disproserv.com.ar  
[www.disproserv.com.ar](http://www.disproserv.com.ar)

# Medidores Multifunción



## Tecniark Línea TK

*Simplicidad de lectura y operación*

### Características técnicas generales

**Tipo de medida:** verdadero valor eficaz de tensión y corriente (3P, 3P+N)

**Clase de Precisión:**

- Tensión y corriente: Clase 0,5
- Energía Activa: Clase 1
- Energía Reactiva: Clase 2

**Señales de Entrada:**

**Tensiones**

- 3 Tensiones alternadas isofrecuenciales entre 45 y 65 Hz.
- 0 a 600 V (Directo F-F) 400/231 V o 480/277 V
- 0 a 150 KV (Con transformadores de tensión) 110 /63 V.

**Corrientes**

- Transductores de corriente TR: relación /150 mV (Regulación: 5 a 9.999 A)
- Transformadores de corriente TC: relaciones /5 A o /1 A. (Regulación: 5 a 9.999 A)

**Frecuencia:** 50/60 Hz (Rango medición de 45 a 65 Hz)

**Tensión de Alimentación:** 110 a 250 Vca/cc

**Consumo:** 4 VA

**Entradas/salidas:**

- 2 Salidas digitales: relés 0-250 Vca/3 A; Carga resistiva 30 Vcc/3 A; 125 Vcc /0,1 A.
- 2 Entradas opto acopladas de 6 a 24 Vcc.

**Datos técnicos electrónicos:** Display LCD color (3.5") 320 x 240 pixels. Visualización angular 180° (horizontal/vertical)

**Muestreo:** 12,8 kS /seg.

- Periodo de refresco: 1 seg.
- Comunicación: RS-485 Modbus, Ethernet TCP/IP, BUS CAN

**Temperatura Operación:** -20/+60 °C

**Grado de Protección:** IP 20

**Dimensiones:** 96 x 96 x 70 mm. Profundidad en panel 53 mm.

**Normas:** IEC 664, VDE 0110, UL 94, IEC 801, IEC 348, IEC 571-1

### Características adicionales

- Vúmetro (Progress Bar) con indicación porcentual.
- Comunicación RS 485. Protocolo ModBus RTU, Ethernet TCP/IP.
- Dos Contactos de alarma programables, (expansible a 12 contactos mediante módulo Mc).
- Dos entradas digitales optoacopladas.
- Regulador automático de potencia reactiva de 8 pasos (coseno  $\Phi_i$ ) Rele varimétrico.
- Medición de armónicos de corriente y tensión en display hasta orden 31 y THD.
- Módulos de expansión programables Mc con conectividad vía BUS CAN.
- Medición de temperatura con 3 entradas. Permite usar Termocuplas tipos J/K o Sensores PT-100/PT-1000.

## ► Trazabilidad: importante para fabricantes y consumidores

### Qué es la trazabilidad

La adecuada trazabilidad de un producto luego de comercializado, por diferentes motivos, es de suma importancia, tanto para los consumidores como para los fabricantes, pasando a ser, para los que tienen marca de conformidad con norma (como el sello IRAM), algo básico y fundamental.

Es de suma importancia por asegurar la rastreabilidad respecto a los medios de producción, materias primas y ensayos, permitiendo una efectiva identificación cuando el producto está en el mercado o fue comercializado.

*La trazabilidad hace al interés del usuario o los distribuidores, pero tanto o más al de los fabricantes.*

Pasa a ser algo básico y fundamental cuando se detectan problemas críticos en un producto que obliga a su efectiva recuperación o a alertar a los usuarios y pedirles que actúen en consecuencia, como muchas veces se puede observar en avisos en los diarios (es habitual en la industria automotriz cuando un hallazgo hace necesario, por precaución, un cambio de pieza o una acción preventiva).

Lo referido hace al interés del usuario o los distribuidores, pero tanto o más al de los fabricantes, pues les asegura poder contar con una inequívoca identificación de su producto en situaciones como las comentadas y en lo que respecta al vencimiento de la garantía.

La trazabilidad puede ser definida con mayor o menor grado de detalle, individualizando espécimen por espécimen y hasta el momento o minuto de fabricación, o serlo por día, lote, mes o hasta por año. El mayor o menor grado de precisión de la identificación depende de la decisión del fabricante, de lo establecido en las normas o de lo legislado según el producto.

### La falta de trazabilidad

La experiencia muestra que, en muchos casos, el fabricante solo se da cuenta de la importancia de contar con una trazabilidad adecuada cuando sufre las consecuencias de no tenerla.

Dejando de lado los casos en que las legislaciones obligan a una trazabilidad de detalle, como puede ser





el de los medicamentos o alimentos, lo referido es un concepto general cuya aplicación es relevante cuando se detectan anomalías que determinan la necesidad de recuperaciones o acciones preventivas.

Lo referido es común en los productos con marca de conformidad con norma (como el sello IRAM), pues al detectar en los controles periódicos de mercado una falla o defecto luego de comercializados, en muchas oportunidades se debe hacer *recall* de lo comercializado, resultando menor el costo para el fabricante cuanto mayor sea el detalle con que se tiene la identificación que hace a la trazabilidad de lo producido.

### *La experiencia muestra que el fabricante solo advierte la importancia de una trazabilidad adecuada cuando sufre las consecuencias de no tenerla.*

Se ha dado el caso de quien, al detectar un inconveniente en su producto, debió solicitar la devolución de varios meses de producción por carecer de una identificación adecuada, y hasta de licenciatarios de marca de conformidad que resolvieran realizar una identificación para la trazabilidad de su producción, al observar que les eran reclamados productos como en garantía sin estarlo. Dicho fabricante sabía por algún detalle (por ejemplo, el color de la pintura) que tal o tales unidades tenían más de tantos meses de fabricadas, pero no lo podía demostrar por no tener ni siquiera marcado el mes de fabricación.

Desde ya que hay productos en los que la identificación es total, pudiéndose identificar, como en el caso de los automotores, inequívocamente a cada unidad por su

modelo, año y número de fabricación o el de los caños identificados por lote, incluyendo el día y hasta la hora y minuto en que fueran elaborados.

## **La respuesta del Comité General de Certificación de IRAM**

Dado el avance de la certificación de marca en los últimos años, que pasara a ser obligatoria para la mayoría de los productos eléctricos y electrónicos, así como para los elementos de protección personal, la falta de una adecuada trazabilidad, en general por desconocimiento de los conceptos que hacen al tema y no ser una exigencia normativa, ha producido inconvenientes a los licenciatarios (fabricantes o importadores), circunstancia que motivara su tratamiento en el Comité General de Certificación de IRAM, en busca de la implementación de acciones para tratar de reducir, eliminar o prevenir los inconvenientes.

La observación de la falta de una acción al respecto en los formularios de uso internacional utilizados en las auditorías, así como la falta de tratamiento específico del tema en las normas IRAM, llevó al Comité General de Certificación (CGC) de dicha institución, a fines de noviembre de 2009, a resolver avanzar sobre el tema, decidiendo:

- » que en todas auditorías iniciales se tratara el tema con el postulante, consultando y registrando cuál es la forma de trazabilidad del producto a certificar y, en caso de no existir una adecuada trazabilidad o ser nula, hacer docencia informando por qué es conveniente contar con una eficiente trazabilidad y las posibles consecuencias de no tenerla;
- » hacer llegar la experiencia e inquietud del CGC sobre el tema "trazabilidad" a los subcomités de normalización de IRAM, sugiriendo que en las normas se incluya un capítulo o requisito referido a la trazabilidad del producto final o, por lo menos, que se trate lo relacionado con la posibilidad de rastrear un producto

en el mercado, permitiendo su efectiva recuperación si se detectara algún problema crítico luego de comercializado.

Desde entonces, la referida acción del CGC ha tenido resultados muy satisfactorios, hasta superiores a los esperados.

Se han presentado las más variadas situaciones, desde el establecimiento de la trazabilidad en una fábrica de caños corrugados, que de ser prácticamente nula llegó, por pedido de los operarios, a registrar con un código cuál fue el que elaborara el producto (como forma para demostrar la calidad de lo que cada uno produjera), hasta la incorporación de anexos sobre trazabilidad en varias normas IRAM.

## Subcomités de transformadores y medición de energía eléctrica

Respecto a lo incorporado en las normas IRAM, cabe comentar lo actuado, desde que recibiera la inquietud del CGC a principios de 2010 a la fecha, tanto en el subcomité de transformadores de medición como en el de energía eléctrica.

En la Norma IRAM 2439-3:2013 "Transformadores de medición de baja y media tensión para facturación de energía eléctrica - Parte 3: Transformadores de corriente (TC) para baja tensión (Um menor o igual a 1,2 kV) para instalación en gabinetes, barras o en conductores - Normalización de sus características y dimensiones exteriores principales" se ha incluido el Anexo D (normativo) "Trazabilidad de los TC".

En la Norma IRAM 2344-5:2013 "Transformadores de medición- Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos" (TTC), se ha incluido el Anexo D (normativo) "Trazabilidad".

En ambos casos, se especifica que la trazabilidad está garantizada en forma inequívoca por el tipo y número de serie del TC (o el TTC) marcado en la placa de

características, más el número de serie grabado en forma indeleble y visible en el cuerpo del TC o TTC, condición adicional fundamental no incluida en la normativa internacional, derivada de la observación de transformadores con placa de características adosada a su base, siendo esta intercambiable con la de otros transformadores luego de comercializados lo que, de suceder (como se verificara), alteraría la veracidad (y trazabilidad) de sus respectivos protocolos de exactitud.

*La acción del Comité General de Certificación ha tenido resultados muy satisfactorios, hasta superiores a los esperados.*

En lo que respecta a las normas IRAM de medidores de energía eléctrica se ha avanzado mucho más allá, incorporando tanto en la IRAM 2420 "Medidores estáticos de energía eléctrica activa para corriente alterna (clases 1 y 2)" como en la IRAM 2421 "Medidores estáticos de energía eléctrica activa para corriente alterna (clases 0,2 y 0,5 S)" un primer anexo "Trazabilidad", luego "Informativo" (modificación nº 2, de 2011) y finalmente "Normativo" (modificación nº 3, de 2015).

## Modificaciones en las normas IRAM 2420 y 2421

Dada la finalidad de este artículo, que es la de divulgar los conceptos generales que hacen al concepto "trazabilidad", no cabe avanzar en el detalle del contenido de esos anexos y su tratamiento en el informe técnico, pero sí puntualizar los tópicos tratados.

En la modificación nº 2 de 2011 de ambas normas, IRAM 2420 e IRAM 2421, se introdujo, además de la "simple" trazabilidad de los medidores, dada por "el tipo y número de serie marcado en la placa de características y, adicionalmente el mismo número marcado en el interior del medidor o grabado en una memoria no volátil solo grabable por el fabricante", la "trazabilidad de las



muestras para la aprobación y convalidación del tipo” y la “trazabilidad o mantenimiento de la garantía”.

En lo relacionado con la trazabilidad de las muestras para la aprobación y convalidación del tipo se establece que deben “tener su número de serie como cualquier otro medidor”, aclarándose que “las características de la numeración utilizada para la identificación de las muestras debe ser igual a la utilizada en fábrica para todos los medidores, no permitiéndose el uso de identificaciones no seriadas (por ejemplo, “Muestra 001”), ni numeraciones repetidas para el mismo tipo”.

Lo establecido respecto a la trazabilidad de las muestras para la aprobación y convalidación del tipo es un requisito básico y fundamental que debe hacer cumplir el laboratorio competente (o garante) y verificar los certificadores y usuarios, ya que las muestras deben ser parte de la producción que se comercializa (si así no fuera, una convalidación del tipo deja de tener sentido) evitándose además, con lo establecido, que pueda llegar a presentarse la misma muestra en más de una oportunidad.

En la modificación nº 3 de 2015 de ambas normas, IRAM 2420 e IRAM 2421, además de avanzar en cuanto al establecimiento de este anexo como “Normativo”, se hacen incorporaciones en el cuerpo de la norma de “detalles” derivados de la experiencia de uso, tanto en lo que respecta a la “simple” trazabilidad de los medidores como a la de las muestras para la aprobación y convalidación del tipo (con requisitos adicionales respecto a las

muestras para la convalidación del tipo e información incorporada en el informe técnico) y se agrega un apartado relacionado con la trazabilidad de los datos almacenados en los registros del medidor.

*Tanto el subcomité de transformadores de medición como en el de medidores de energía eléctrica han realizado cambios significativos en las normas respecto a la trazabilidad.*

Cabe comentar, por último, que el apartado “Trazabilidad de los datos almacenados en los registros del medidor” incluye los siguientes subapartados: “Protección de las puertas de comunicación”, “Protección de los datos almacenados en los registros del medidor”, “Protección de los parámetros de ajuste y trazabilidad de la calibración”, “Protección del software de configuración” y “Trazabilidad de los datos para la facturación”.

## Conclusión

Espero que lo expuesto sirva para difundir un tema no muy divulgado y, desgraciadamente, muchas veces no tenido en cuenta, cuya importancia debe ser originalmente considerada pues, cuando es necesaria su aplicación, si previamente la correcta y adecuada trazabilidad no fue efectivizada, ya es muy tarde. ■

Nota del autor: el autor ha participado en el estudio y aprobación de todas las normas IRAM de sobre medidores de energía eléctrica, transformadores de medición y temas afines en vigencia. Es miembro del CGC de IRAM desde 1985, organismo que preside desde 1999.

**Por Ricardo Difrieri**

[rdifrieri@utn-proyectos.com.ar](mailto:rdifrieri@utn-proyectos.com.ar)

# EnerSys.

Power/Full Solutions

**BATERIAS INDUSTRIALES PARA TODAS  
LAS NECESIDADES DE ACUMULACION DE ENERGIA**



Telecomunicaciones - UPS - Señalamientos - Energía Eólica y Solar  
Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica  
Industrias - Gas y Petróleo - Ferrocarriles

**ODYSSEY BATTERY** PowerSafe **CYCLON** **HAWKER**

**EnerSun** **YUASA** data safe **genesis**

Tel +54-11-4736-3000 - [info@ar.enersys.com](mailto:info@ar.enersys.com)  
[www.enersystem.com](http://www.enersystem.com) - [www.enersys.com](http://www.enersys.com)

# aiet

Asociación de Instaladores  
Electricistas de Tucumán

## Visite nuestro SITIO WEB



► [www.aiet.org.ar](http://www.aiet.org.ar)

# ie

## Ingeniería eléctrica s.a.

MATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA INDUSTRIA

Distribuidores  
técnicos de materiales

**SIEMENS**

**OSRAM**

**WEG**

**SCAME**

**PHENIX CONTACT**  
INSPIRING INNOVATIONS

**I.M.S.A.**

**Lumenac**

**M**  
WORLD CONTROL

**RITTAL**

Ingeniería Eléctrica S.A. es una empresa distribuidora de materiales eléctricos para la industria con una extensa experiencia en el sector, ofreciendo a sus clientes una amplia gama de productos y servicios técnicos profesionales.

Sus integrantes están comprometidos en aumentar día a día su capacidad de innovación, fortalecer la calidad de atención al cliente y cubrir sus necesidades de la forma más eficaz.

Es por esto que en el año 2010,  
Ingeniería Eléctrica S.A. logró  
la certificación ISO 9001:2008.



Ingeniería Eléctrica S.A.: Callao 99 bis | Rosario, Argentina | Tel: 0341 430-3095  
[ventas@ing-electrica.com.ar](mailto:ventas@ing-electrica.com.ar) | [www.ing-electrica.com.ar](http://www.ing-electrica.com.ar)



# TRANSFORMADORES **FOHAMA**<sup>®</sup> ELECTROMECHANICA S.R.L.

- Transformadores de potencia hasta 20 MVA.
- Transformadores para distribución y subtransmisión.
- Transformadores petroleros para variadores de velocidad y bombas electrosumergibles.
- Transformadores para la industria minera.
- Transformadores para electrificación rural.
- Transformadores para la industria electroquímica - Rectificadores.
- Transformadores encapsulados en resina epoxi.

- Ejecución y ensayos según Normas IRAM/IEC/ANSI
- Ventilación normal o forzada.
- Sumergidos en baño de aceite mineral, aceite biodegradable, líquido siliconado o FEPI (fluido de alto punto de inflamabilidad)



Av. Larrazabal 2328 | (C1440CVP) | Cdad. de Buenos Aires  
Tel: (+54-11) 4682-5910 | Fax: (+54-11) 4682-5910 int. 126  
Ventas: (+54-11) 4635-8862

[www.fohama.com.ar](http://www.fohama.com.ar)  
[transformadores@fohama.com.ar](mailto:transformadores@fohama.com.ar)

# Patentes y Marcas

Una empresa con amplio espectro de servicios

- ✓ Solicitudes de patentes de Invención
- ✓ Marcas de Productos y Servicios
- ✓ Modelos y Diseños Industriales
- ✓ Aprobación de Productos ante oficinas nacionales y/o provinciales de acuerdo con las Normas del Código Alimentario Argentino (Ley N° 18.284)
- ✓ Aprobación de Etiquetas ante el Departamento de Identificación de Mercadería de Lealtad Comercial
- ✓ Estudio Jurídico y Contrato de Licencias y Transferencias de Tecnologías
- ✓ Trámites en el exterior

**KEARNEY & MacCULLOCH**

Nuestros servicios son avalados por una amplia experiencia en el rubro  
Solicite nuestro asesoramiento personalizados

Av. de Mayo 1123, piso 1 (1085) Bs. As. - Tel.: 4384-7830/31/32 - Fax: 4383-2275

Email: mail@kearney.com.ar • Sitio web: www.kearney.com.ar



## WORK<sup>®</sup>

*Lider en Energía Confiable*

### LÍDER EN ENERGÍA CONFIABLE

- ▶ Estabilizadores de tensión monofásicos y trifásicos
- ▶ Protectores de tensión
- ▶ Transformadores 220/110 V
- ▶ Transformadores riel DIN
- ▶ Transformadores para tablero
- ▶ Transformadores aisladores 220/220 V
- ▶ Autotransformadores 220/110 V
- ▶ Cargadores automáticos para batería
- ▶ Convertidores CC/CA
- ▶ UPS



*Fabricación nacional de todos nuestros productos*

Estabilizadores Work

Quirno Costa 355 (1834) Temperlez, Prov. de Bs. As., Argentina

Tel: +54-11 4264-8841 // 3979-1694

info@estabilizadoreswork.com.ar

www.estabilizadoreswork.com.ar



**MP** S.R.L.

# FÁBRICA ARGENTINA DE AISLADORES Y DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

## Descargadores de media tensión



## Descargadores de baja tensión



Riel DIN



Telefónicos

Protección medidores



Orgánicos baja tensión

## Aisladores orgánicos



AMR554 | AMR555 | AMR561 | AMR561C  
AMRC561C | AMR561CF

## Aisladores porcelana



- Riendas
- Pasantes transformadores
- Especiales

## Vías de chispa



EGP | EDP

México 5126 • (B1603AFP) • Villa Martelli • Prov. de Bs. As.  
Telefax: (54-11) 4709-4376 • E-mail: ventas@mpsrl.com.ar



mosa®



[www.mpsrl.com.ar](http://www.mpsrl.com.ar)

iAPG

# A AOG

XI ARGENTINA OIL&GAS  
EXPO 2017

Exposición Internacional del Petróleo y del Gas

**25 – 28.9.2017**  
La Rural Predio Ferial  
Buenos Aires, Argentina

[www.aogexpo.com.ar](http://www.aogexpo.com.ar)

Organiza y Realiza

iAPG

INSTITUTO ARGENTINO  
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

Comercializa y Realiza: Messe Frankfurt Argentina - Tel.: + 54 11 4514 1400 - e-mail: [aog@argentina.messefrankfurt.com](mailto:aog@argentina.messefrankfurt.com)

 messe frankfurt



GE  
Industrial Solutions

# Solución Completa en Distribución Eléctrica

Suministrando productos  
de distribución eléctrica, protección  
y control de motores para aplicaciones  
de baja tensión.

## Componentes Modulares DIN

- Interruptores Termomagnéticos
- Interruptores Diferenciales

## Distribución Eléctrica

- Seccionadores Bajo Carga
- Interruptores Industriales

## Control y Automatización

- Contactores
- Relés Térmicos
- Guardamotores
- Botoneras



## Representante Exclusivo

Puente Montajes, empresa con 30 años de trayectoria, es desde 2015 socio estratégico de General Electric para la división Industrial Solutions en Argentina, importando y comercializando componentes eléctricos GE de baja tensión.

Av. H. Yrigoyen N 2299, Florencio Varela (CP 1888), Bs As.  
0810-333-0201 / 011-4255-9459  
info@geindustrial.com.ar



Visita nuestro nuevo sitio web  
[www.geindustrial.com.ar](http://www.geindustrial.com.ar)

## ► Ideal para invierno: formación completa y sin salir de casa

### *Programa Siemens Cerca Web.*

Una plataforma de capacitación en línea que ofrece un amplio temario de presentaciones sobre los productos y soluciones de Siemens, focalizados sobre todo en la aplicación del concepto de 'eficiencia energética' para así sustentar las bases de un consumo inteligente y una gestión eficiente de la energía, eso es el programa *Siemens Cerca Web*.

Para ser más precisos, las presentaciones abarcan cuatro temáticas generales asociadas a tecnologías para la industria: protección y gestión de instalaciones eléctricas, motores y accionamientos, automatización y comunicación, e instrumentación de procesos.

Ya están programadas las fechas y temas de las presentaciones hasta fin de año, a continuación, las estipuladas para los próximos tres meses:

#### **En julio...**

- » 19 de julio: Aplicaciones, eficiencia energética y ejemplos de configuración *Sinamics G120*.
- » 21 de julio: Sistemas de arranques y protección de motores *Sirius*.
- » 26 de julio: Aplicaciones, eficiencia energética y ejemplos de configuración *Sinamics V20*.
- » 28 de julio: Gestión eficiente de la energía, software *Powermanager*.



### En agosto...

- » 2 de agosto: Redes WLAN con *Scalance W*.
- » 4 de agosto: Utilización de *Startdrive V13*.
- » 9 de agosto: Dimensionamiento de redes en baja tensión, software *Simaris*.
- » 11 de agosto: Motores asíncronos trifásicos, novedades, criterios de selección y eficiencia energética.
- » 16 de agosto: Automatización avanzada con paneles HMI, funcionalidad y características.
- » 18 de agosto: *Sirius Innovations*, novedades en aparatos de maniobra.
- » 23 de agosto: Automatización básica con *Logo!*, integración con paneles HMI de segunda generación.
- » 25 de agosto: Configuración de interruptores y multimedidores en baja tensión, software *Powerconfig*.
- » 30 de agosto: Nivel y pesaje, productos y aplicaciones.

*Para ser más precisos, las presentaciones abarcan cuatro temáticas generales asociadas a tecnologías para la industria: protección y gestión de instalaciones eléctricas, motores y accionamientos, automatización y comunicación, e instrumentación de procesos*

### En septiembre...

- » 1 de septiembre: Arrancadores suaves *Sirius*, dimensionamiento y uso de las herramientas de selección.
- » 6 de septiembre: Automatización avanzada con S7-1500, funcionalidad, características y configuración a través de *TIA Selection Tool*.
- » 8 de septiembre: Aplicaciones, eficiencia energética y ejemplos de configuración *Sinamics G120*.
- » 13 de septiembre: Aplicaciones web Android e iOS, productos Siemens.



- » 15 de septiembre: Portafolio de interruptores en caja moldeada (MCCB), *Sentron*.
- » 20 de septiembre: Redes LAN con *Scalance X*.
- » 22 de septiembre: *Ruggedcom*, comunicación Ethernet, portafolio de productos, casos de éxito en Latinoamérica.
- » 27 de septiembre: Automatización avanzada con S7-1500, funcionalidad, características y configuración a través de *TIA Selection Tool*.
- » 29 de septiembre: Automatización avanzada con paneles HMI, funcionalidad y características.

Para acceder a las disertaciones, es necesario ingresar al sitio web de Siemens y buscar allí "Siemens Cerca Web", desde donde se puede descargar el software necesario para participar. Luego, el día en el que se realice la charla de interés, simplemente se hace clic en "Join the meeting", en el mismo sitio web, y listo, usted ya es un alumno más. Las charlas se realizarán entre las 10 y las 11 de la mañana (uso horario argentino) de acuerdo al cronograma 2016. ■

**Siemens**

[www.siemens.com.ar/industry](http://www.siemens.com.ar/industry)



“Para mayor seguridad  
elijo lamparitas con  
**EL SELLO IRAM.**”

IRAM establece normas técnicas destinadas a una variada gama de productos y servicios, certificando su estricto cumplimiento.

**Cuando comprás una mercadería o utilizás un servicio con su sello elegís calidad y seguridad.**



SELLO DE CONFIANZA

# **EH** *ELECTRICIDAD* *CHICLANA*

MATERIALES ELÉCTRICOS



**GREMIO**



**INDUSTRIA**



**ASESORAMIENTO TÉCNICO**



**CONSTRUCCIÓN**



**INGENIERÍA**

**Al servicio de nuestros clientes  
con todas las soluciones.**



# Comprá seguro, buscá este Sello



Cada vez que compres uno de estos productos,  
fijate que tenga el Sello.  
Eso certifica que es un PRODUCTO SEGURO.



## LÍNEA DE PRODUCTOS LED 2016



RS 320 LED



RS 160 LED



RS 400 LED



RS 160 LED P



FTI 400 LED



MODULO



F 194 LED



FM LED



FM 3MO LED



RS 320 LED C



RS 320 LED C T



RS 160 LED C T

MÁS DE

50

AÑOS DE EXPERIENCIA

En el diseño y desarrollo de artefactos de iluminación  
pública eficiente, de calidad garantizada

# strand led®

Un paso más allá de lo conocido en iluminación

## ► Estado de normas en IRAM

Las normas son documentos técnicos que representan el estado de la ciencia y de las mejores prácticas en un momento dado, y contienen información consensuada por todas las partes interesadas. IRAM es el Organismo Nacional de Normalización de la Argentina y participa en diferentes organizaciones internacionales, hemisféricas y regionales de normalización, defendiendo la posición de la comunidad argentina. El Plan de estudio de normas para el año 2016 ha sido elaborado en base a las necesidades de normalización manifestadas por los diversos sectores productivos, de servicios, del gobierno, de las entidades científico-técnicas y académicas, así como de los consumidores y los distintos sectores sociales.

En esta nota, publicamos el estado de normas del Comité sobre electrotecnia. En futuras ediciones, publicaremos lo que ocurre con otros comités cuyos temas se relacionen con los aquí tratados.

- » Rev: norma en vigencia que está en revisión.
- » Mod: estudio de modificación a una norma en vigencia.
- » DP: la consideración técnica fundamental se ha completado y se encuentra sometido a la opinión pública de los sectores interesados.
- » VDP: ha cumplido con el período de consideración pública de los sectores interesados.
- » CGN: resta solo su análisis por el Comité General de Normas, en los aspectos formales de coordinación y compatibilización con otras normas.

### Comité Electrotecnia

El comité Electrotecnia tiene como objetivo central orientar y establecer las estrategias por seguir en el desarrollo de las actividades de normalización de la especialidad electrotécnica. Está integrado por representantes de instituciones y entidades líderes que agrupan amplios sectores de interés relacionados con la investigación y desarrollo, producción, aplicación, explotación, mantenimiento, consumo y regulación de la electrotecnología en nuestro país.

### Subcomité acústica y electroacústica

IRAM en estudio: 4078-1 (Rev), sobre guía para la evaluación de la exposición humana a vibraciones del cuerpo entero.

IRAM por estudiar: 4097 (Rev), 4114-1 y -2, sobre guía para la medición y evaluación de la exposición del ser humano a vibraciones transmitidas a través de la mano; y medición de puntos discretos y por barrido para la determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido.

Comisión elementos de protección auditiva: IRAM en estudio, 4126-1 (Rev), sobre requisitos de seguridad y ensayos de cobertores. IRAM por estudiar, 4126-2 (Rev), sobre requisitos de seguridad y ensayos para tapones auriculares.

### Subcomité aisladores y alta tensión

IRAM en estudio: 2280-1 (Rev), 2405-1 y 2472 (DP), sobre definiciones generales y requerimientos de

ensayo; selección y dimensionamiento de aisladores para uso en condiciones de contaminación, y descargadores de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

### **Subcomité alumbrado público**

IRAM AADL en estudio: J 2020-3 (DP), sobre diseño de farolas.

### **Subcomité aparatos electrodomésticos**

IRAM en estudio: 2092, 2115 (Anulación), 2284-1 (Anulación), 2287 (Anulación), 2290 (Anulación) y 2299 (Anulación), sobre lavavajillas, calentadores de agua de acumulación, calefactores eléctricos para ambientes, bombas de calor eléctricas, acondicionadores de aire y deshumidificadores; calefones electrodomésticos instantáneos; máquinas eléctricas de cocina; máquinas de coser; calentadores electrodomésticos de líquidos, y secarropas de tambor para uso doméstico. IRAM-Mercosur en estudio: 60335-2-4 (CGN), sobre escurridores centrífugos para ropa y lavarropas eléctricos. Mercosur en estudio: 01:00-IEC 60335-2, sobre lavavajillas y aparatos de calefacción para ambientes. COPANT-IEC en estudio: 60335-2, sobre escurridores centrífugos para ropa, para lavarropas y para bombas de calor, acondicionadores de aire y deshumidificadores.



### **Subcomité cables eléctricos y alambres esmaltados**

IRAM en estudio: 2004, 2164, 2263, 63005 y 62266, sobre conductores eléctricos de cobre, desnudos, para líneas aéreas de energía; cables preensamblados con conductores de cobre aislados con polietileno reticulado para acometidas, desde líneas aéreas de hasta 1,1 kV; cables preensamblados con conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado para líneas aéreas de hasta 1,1 kV; cables unipolares protegidos no-aislados, para líneas aéreas de energía con tensiones nominales desde 13,2 hasta 33 kV ( $U_m$  de 36 kV), y cables de potencia y de control y comando con aislación extruida de baja emisión de humos y libres de halógenos (LSOH), para una tensión nominal de 1 kV. IRAM por estudiar: 2187-1 (Rev), -2 (Rev) y 62267, sobre conductores de aluminio y de aleación de aluminio con alma de acero de resistencia mecánica normal y de alta resistencia, y sobre cables unipolares de cobre, para instalaciones eléctricas fijas interiores, aislados con materiales de baja emisión de humos y libre de halógenos (LSOH), sin envoltura exterior, para tensiones nominales hasta 450-750 V inclusive.

*Las normas son documentos técnicos que representan el estado de la ciencia y de las mejores prácticas en un momento dado.*

### **Subcomité canalizaciones y accesorios plásticos para instalaciones eléctricas de baja tensión**

IRAM en estudio: 2390 (CGN) y 2393, sobre cajas y gabinetes de material aislante sintético para medidores de energía eléctrica activa (monofásicos y trifásicos). IRAM por estudiar: 2477 y 2478, sobre caño metálico con doble aislación de bajada al pilar de acometida, y sobre pipeta acodada de conexión al mismo caño.

## Subcomité capacitores para uso eléctrico

IRAM en estudio: 2140 (Anulación), sobre capacitores para motores de corriente alterna.

## Subcomité compatibilidad electromagnética

IRAM en estudio: 2491-4-18 (DP), sobre ensayo y medición de inmunidad a la onda oscilatoria amortiguada. IRAM-IEC en estudio: 60050-161 (DP), sobre vocabulario. IRAM por estudiar: 2491-4-2, -4, -13 y -15, sobre inmunidad a las descargas electrostáticas; ensayo de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en salvas; armónicas e interarmónicas incluyendo señalización de red en las entradas de corriente alterna, ensayos de inmunidad a baja frecuencia, y especificaciones de diseño y funcionales del medidor de *flicker*. IRAM-IEC CISPR por estudiar: 20 y 24, sobre características de inmunidad, límites y métodos de medición de receptores de radiodifusión y de televisión y equipos asociados, y de equipos informáticos.

## Subcomité corrientes de cortocircuito (AEA IRAM)

IRAM-IEC en estudio: 60865-1 (CGN) y -2, sobre definiciones y métodos de cálculo, y ejemplos.

## Subcomité dispositivos de maniobra y protección de baja tensión

IRAM en estudio: 2169 (Anulación) y 2301 (Anulación), sobre interruptores automáticos de sobreintensidad para usos domésticos y aplicaciones similares, y sobre interruptores automáticos de corriente diferencial de fuga para usos domésticos y análogos.

## Subcomité eficiencia energética en productos eléctricos

COPANT en estudio: 152-002, -004, -005, -006, -007, -008, -009, -011, -012, -013, -018, -019, -020, -021 y -022, y 1707, sobre especificaciones y etiquetado de acondicionadores de aire; de lámparas fluorescentes compactas,

circulares y tubulares; de motores eléctricos de inducción trifásicos; de balastos para lámparas de descarga; de máquinas de lavar ropa de uso doméstico; de aparatos eléctricos fijos de calentamiento instantáneo de agua; de calentadores de agua eléctricos de acumulación de uso doméstico; desempeño de aparatos electrodomésticos y electrónicos; bombas y motobombas centrífugas; motores eléctricos de inducción monofásicos; lámparas led; ventiladores de mesa, pared, pedestal y circulador de aire; ventiladores de techo de uso residencial; televisores en modo encendido, y refrigeradores, congeladores y combinados de uso doméstico.

Asimismo, las comisiones de eficiencia en acondicionadores de aire, eficiencia en lavarropas, eficiencia



en lámparas eléctricas y eficiencia en refrigeradores estudian las normas 62406, 2141-3, 62404-3 y 2404-3 (Mod), todas sobre etiquetado de eficiencia energética específicos.

### **Subcomité equipamiento electromédico**

IRAM en estudio: 4220-1, sobre requisitos generales de seguridad.

Comisión sistemas electromédicos de anestesia: IRAM en estudio, 4220-2-13, sobre requisitos particulares para la seguridad y desempeño esencial de los sistemas.

*El Plan de estudio de normas para el año 2016 ha sido elaborado en base a las necesidades de normalización manifestadas por diversos sectores.*

### **Subcomité equipamiento para protección contra rayos**

IRAM en estudio: 2394-1-2 y 2426 (DP), sobre definiciones de ensayos y requisitos de procedimientos (IEC 61180-1) sobre técnicas y equipos de ensayos con alta tensión para el equipamiento de baja tensión, y sobre condiciones generales de fabricación y ensayos de evaluación de los pararrayos en laboratorios de alta tensión con dispositivo de cebado para la protección de estructuras y de edificios. IRAM por estudiar: 2345 y 2345-2, sobre dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión, y selección y principios de aplicación de estos.

### **Subcomité equipos electrónicos**

IRAM en estudio: 4029 (Anulación), sobre condiciones generales de seguridad.

### **Subcomité luminotecnia**

IRAM-AADL por estudiar: J 2028-1 (Rev), sobre

requisitos generales y métodos de ensayo de luminarias.

### **Subcomité materiales eléctricos para atmósferas explosivas**

IRAM-IEC en estudio: 60079-0 (DP), sobre requisitos generales. IRAM-IEC por estudiar: 60079-19-31, sobre reparación, revisión y reconstrucción del material eléctrico, y sobre protección contra la ignición de polvo por envoltura "t".

### **Subcomité materiales para puesta a tierra**

IRAM en estudio: 2423, sobre barras equipotencializadoras. IRAM por estudiar: 2314 y 2470, sobre jabalina electroquímica (electrodo dinámico electrolítico) y sus accesorios, y compuestos mejoradores de suelos para tomas de tierra.

### **Subcomité máquinas eléctricas rotativas**

IRAM en estudio: 2008-1 (Anulación), sobre valores nominales y características de funcionamiento.

### **Subcomité medidores eléctricos**

IRAM en estudio: 62052-11, 62053-21 y 62053-22, sobre requisitos generales y particulares de equipamiento de medición de la energía eléctrica para corriente alterna, sus ensayos y condiciones de ensayo, medidores estáticos de energía activa y reactiva (clases 1 y 2). IRAM por estudiar: 62055-41, sobre especificación normal de transferencia de sistemas prepagos. IEC por estudiar: funcionará en IRAM el CT 13 - Medición y Control de la Energía Eléctrica del Comité Electrotécnico Argentino, cuya secretaría se desempeña el IRAM.

### **Subcomité protección contra rayos (conjunto AEA IRAM)**

IRAM en estudio: 2184-11 (DP), sobre guía para la elección de estos sistemas para uso en la República Argentina.

*En estudio, el estudio ya ha sido considerado por el organismo técnico respectivo; por estudiar, el estudio ha sido propuesto pero aún no se ha comenzado a considerar.*

## **Subcomité puesta a tierra (conjunto AEA IRAM)**

IRAM en estudio: 2281-2-4-8 (DP), sobre guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra, centrales, subestaciones y redes y puesta a tierra sobre soportes para uso eléctrico en la vía pública. IRAM por estudiar: 2281-3, sobre el código de práctica para instalaciones con tensiones nominales menores o iguales a 1 kV.

*El comité Electrotecnia está integrado por representantes de entidades que agrupan amplios sectores de interés relacionados con la investigación y desarrollo, producción, aplicación, explotación, mantenimiento, consumo y regulación de la electrotecnología en nuestro país.*



## **Subcomité sistemas inteligentes de transporte**

Comisión controladores de tránsito: IRAM en estudio, 62020 equipamiento.

Comisión semáforos: IRAM en estudio, 62968 (CGN) y 62970, sobre semáforos led para el control de tránsito vehicular y peatonal. IRAM por estudiar: 62971, sobre consideraciones para el proyecto de cruces semafóricos.

## **Subcomité sistemas de alarmas**

IRAM en estudio: 4179 (DP), sobre sistemas de alarma contra la intrusión y de asalto.

Comisión centros receptores y de supervisión de alarmas: IRAM en estudio, 4174, sobre centros de control a distancia.

Comisión sistemas de video-vigilancia: IRAM en estudio, 62676-4, sobre su uso en aplicaciones de seguridad.

## **Subcomité transformadores de medición**

IRAM en estudio: 2344 y 2439-3 (DP), sobre partes de transformadores de corriente y transformadores de tensión capacitivos, y transformadores de medición de baja y media tensión (Um menor a 52 kV) para facturación de energía eléctrica, parte de transformadores de corriente para instalación en gabinetes, cajas o barras. IRAM por estudiar: 2344-2, sobre transformadores de tensión inductivos.

## **Subcomité transformadores de potencia**

IRAM en estudio: 2099 y 2476, sobre transformadores de potencia y de subtransmisión (CGN). IRAM por estudiar: 2276 y 2277, sobre transformadores de potencia secos y secos encapsulados en resina. ■

**IRAM**

[www.iram.com.ar](http://www.iram.com.ar)

# Índice de anunciantes

ABB ..... 45/Contratapa <a href="http://www.abb.com/ar">www.abb.com/ar</a>	ELECTRO TUCUMÁN ..... 32 <a href="http://www.electrotucuman.com.ar">www.electrotucuman.com.ar</a>	LAGO ELECTROMECAÁNICA ..... 6 <a href="http://www.lagoelectromecanica.com">www.lagoelectromecanica.com</a>
ACCELAR ..... 37 <a href="http://www.accelar.com.ar">www.accelar.com.ar</a>	ELECTRO UNIVERSO ..... 103 <a href="http://www.electrouniverso.com.ar">www.electrouniverso.com.ar</a>	LANDTEC ..... 34 <a href="http://www.landtec.com.ar">www.landtec.com.ar</a>
AIET ..... 112 <a href="http://www.aiet.org.ar">www.aiet.org.ar</a>	ELSTER MEDIDORES ..... 48 <a href="http://www.elstermetering.com">www.elstermetering.com</a>	LCT ..... 43 <a href="http://www.lct.com.ar">www.lct.com.ar</a>
AOG 2016 ..... 116 <a href="http://www.aogexpo.com.ar">www.aogexpo.com.ar</a>	EMDESA ..... 23 <a href="http://www.emdesa.com.ar">www.emdesa.com.ar</a>	LENZE ..... 39 <a href="http://www.lenzec.com">www.lenzec.com</a>
ARMANDO PETTOROSSO ..... 105 <a href="http://www.pettorossi.com">www.pettorossi.com</a>	ENERSYS ..... 112 <a href="http://www.enersys.com.ar">www.enersys.com.ar</a>	LEYDEN ..... 18 <a href="http://www.leyden.com.ar">www.leyden.com.ar</a>
BELTRAM ILUMINACIÓN ..... 22 <a href="http://www.beltram-iluminacion.com.ar">www.beltram-iluminacion.com.ar</a>	ENEXAR ..... 84 <a href="http://www.enexar.com.ar">www.enexar.com.ar</a>	MICRO CONTROL ..... 8 <a href="http://www.microcontrol.com.ar">www.microcontrol.com.ar</a>
BIEL LIGHT + BUILDING 2017 ..... Ret. de CT <a href="http://www.biel.com.ar">www.biel.com.ar</a>	ESTABILIZADORES WORK ..... 114 <a href="http://www.estabilizadoreswork.com.ar">www.estabilizadoreswork.com.ar</a>	MP ..... 115 <a href="http://www.mpsrl.com.ar">www.mpsrl.com.ar</a>
CHILLEMHI HNOS. .... 80 <a href="http://www.chillemihnos.com.ar">www.chillemihnos.com.ar</a>	FACBSA ..... 68 <a href="http://www.facbsa.com.ar">www.facbsa.com.ar</a>	MYSELEC ..... 94 <a href="http://www.myselec.com.ar">www.myselec.com.ar</a>
CIMET ..... 81 <a href="http://www.cimet.com">www.cimet.com</a>	FAMMIE FAMI ..... 19 <a href="http://www.fami.com.ar">www.fami.com.ar</a>	NARDON CABLES ..... 88 <a href="http://www.nardoncables.com.ar">www.nardoncables.com.ar</a>
CIOCCA PLAST ..... 46/47 <a href="http://www.cioccaplast.com.ar">www.cioccaplast.com.ar</a>	FASTEN ..... 16 <a href="http://www.fasten.com.ar">www.fasten.com.ar</a>	NEUMANN ..... 5 <a href="http://www.neumannsa.com">www.neumannsa.com</a>
COMSID ..... 35/80 <a href="http://www.comsid.com.ar">www.comsid.com.ar</a>	FESTO ..... 17 <a href="http://www.festo.com.ar">www.festo.com.ar</a>	PLÁSTICOS LAMY ..... 38 <a href="mailto:plasticoslamy@ciudad.com.ar">plasticoslamy@ciudad.com.ar</a>
CONDELECTRIC ..... 104 <a href="http://www.condelectric.com.ar">www.condelectric.com.ar</a>	FOHAMA ELECTROM. .... 113 <a href="http://www.fohama.com.ar">www.fohama.com.ar</a>	PRYSMIAN ENERGÍA ..... 29 <a href="http://www.prysmian.com.ar">www.prysmian.com.ar</a>
CONEXPO ..... Ret. de Tapa /26 <a href="http://www.conexpo.com.ar">www.conexpo.com.ar</a>	GABEXEL ..... 21 <a href="http://www.gabexel.com.ar">www.gabexel.com.ar</a>	PUENTE MONTAJES ..... 117 <a href="http://www.puentemontajes.com.ar">www.puentemontajes.com.ar</a>
CONSEJO DE SEGURIDAD ELÉCTR. ... 122 <a href="http://www.consumidor.gob.ar">www.consumidor.gob.ar</a>	GALILEO LA RIOJA ..... 48 <a href="http://www.elstermetering.com">www.elstermetering.com</a>	RBC SITEL ..... 80 <a href="http://www.rbcritel.com.ar">www.rbcritel.com.ar</a>
DAFA MOTORES ELÉCTRICOS ..... 84 <a href="http://www.motoresdafa.com.ar">www.motoresdafa.com.ar</a>	GC FABRICANTES ..... 104 <a href="http://www.gcfabricantes.com.ar">www.gcfabricantes.com.ar</a>	SCAME ARGENTINA ..... 1 <a href="http://www.scame.com.ar">www.scame.com.ar</a>
DANFOSS ..... 89 <a href="http://www.danfoss.com">www.danfoss.com</a>	GE ..... 117 <a href="http://la.geindustrial.com">la.geindustrial.com</a>	STECK ..... 85 <a href="http://www.steckgroup.com">www.steckgroup.com</a>
DELGA ..... 79 <a href="http://www.delga.com.ar">www.delga.com.ar</a>	GRUPO CORPORATIVO MAYO ..... 91 <a href="http://www.gcmayo.com">www.gcmayo.com</a>	STRAND ..... 123 <a href="http://www.strand.com.ar">www.strand.com.ar</a>
DIMATER ..... 68 <a href="http://www.dimater.com.ar">www.dimater.com.ar</a>	GRUPO EQUITÉCNICA-HERTIG ..... 33 <a href="http://www.equitecnica.com.ar">www.equitecnica.com.ar</a>   <a href="http://www.hertig.com.ar">www.hertig.com.ar</a>	TADEO CZERWENY ..... 7 <a href="http://www.tadeoczerweny.com.ar">www.tadeoczerweny.com.ar</a>
DISPROSERV ..... 106 <a href="http://www.disrposerv.com.ar">www.disrposerv.com.ar</a>	GRUPO LGS ..... 78 <a href="http://www.lgsrepresentaciones.com.ar">www.lgsrepresentaciones.com.ar</a>	TADEO CZERWENY TESAR ..... 95 <a href="http://www.tadeoczerwenytesar.com.ar">www.tadeoczerwenytesar.com.ar</a>
EECOL ELECTRIC ARGENTINA ..... 106 <a href="http://www.eecol.com.ar">www.eecol.com.ar</a>	ILA GROUP ..... 94 <a href="http://www.ilagroup.com">www.ilagroup.com</a>	TECNIARK ..... 107 <a href="http://www.tecniark.com.ar">www.tecniark.com.ar</a>
ELECE BANDEJAS PORTACABLES ..... 71 <a href="http://www.elece.com.ar">www.elece.com.ar</a>	INDUSTRIAS SICA ..... 69 <a href="http://www.sicaelec.com">www.sicaelec.com</a>	TESTO ..... 78 <a href="http://www.testo.com.ar">www.testo.com.ar</a>
ELECOND CAPACITORES ..... 9 <a href="http://www.elecond.com.ar">www.elecond.com.ar</a>	INGENIERÍA ELÉCTRICA ..... 112 <a href="http://www.ing-electrica.com.ar">www.ing-electrica.com.ar</a>	TIPEM ..... Tapa <a href="http://www.tipem.com.ar">www.tipem.com.ar</a>
ELECTRICIDAD ALSINA ..... 28 <a href="http://www.electricidadalsina.com.ar">www.electricidadalsina.com.ar</a>	IRAM ..... 70/120 <a href="http://www.iram.org.ar">www.iram.org.ar</a>	VIDITEC ..... 27 <a href="http://www.viditec.com.ar">www.viditec.com.ar</a>
ELECTRICIDAD CHICLANA ..... 121 <a href="mailto:ventas@e-chiclana.com.ar">ventas@e-chiclana.com.ar</a>	JELUZ ..... 93 <a href="http://www.jeluz.net">www.jeluz.net</a>	VIMELEC ..... 88 <a href="http://www.vimelec.com.ar">www.vimelec.com.ar</a>
ELECTRO CÓRDOBA ..... 70 <a href="http://www.electrocordobasa.com.ar">www.electrocordobasa.com.ar</a>	KEARNEY & MACCULLOCH ..... 114 <a href="http://www. Kearney.com.ar">www. Kearney.com.ar</a>	WEG EQUIP. ELÉCT. .... 15 <a href="http://www.weg.net">www.weg.net</a>
ELECTRO OHM ..... 20 <a href="http://www.electro-ohm.com.ar">www.electro-ohm.com.ar</a>	KUKA ROBOTER ..... 42 <a href="http://www.costantini-sa.com">www.costantini-sa.com</a>	

## Costo de suscripción a nuestra revista:

**Ingeniería Eléctrica por un año** | Diez ediciones mensuales y un anuario | Costo: \$ 550.-

**Ingeniería Eléctrica por dos años** | Veinte ediciones mensuales y dos anuarios | Costo: \$ 950.-

Para más información envíe un mail a [suscripcion@editores.com.ar](mailto:suscripcion@editores.com.ar) o llame al +11 4921-3001

## Adquiera los ejemplares de Ingeniería Eléctrica del 2015/2016 que faltan en su colección | Consultar por ediciones agotadas

Usted puede adquirir las ediciones faltantes de *Ingeniería Eléctrica* publicadas en el 2015/2016 a precios promocionales: **1 edición: \$60\*** | **3 ediciones: \$150\*** | **6 ediciones: \$250\***

\*Las revistas seleccionadas deben ser retiradas por nuestra oficina en CABA. El envío a domicilio tendrá un cargo adicional de transporte. *Promoción sujeta a disponibilidad.* Consultas a [suscripcion@editores.com.ar](mailto:suscripcion@editores.com.ar) o al 011 4921-3001.

Revistas disponibles para comprar



**Edición 309**  
Mayo 2016



**Edición 308**  
Abril 2016



**Edición 307**  
Marzo 2016



**Edición 305**  
Diciembre 2015



**Edición 304**  
Noviembre 2015



**Edición 303**  
Octubre 2015



**Edición 302**  
Septiembre 2015



**Edición 301**  
Agosto 2015



**Edición 300**  
Julio 2015



**Edición 299**  
Junio 2015

Suscribase gratuitamente a nuestro newsletter:

[www.editores.com.ar/nl/suscripcion](http://www.editores.com.ar/nl/suscripcion)



## El newsletter de Editores

ingeniería **ELECTRICA** REVISTA **electrotecnica** INGENIERIA DE **CONTROL** -luminotecnia- **28A** CONEXPO

# BIEL light+building

BUENOS AIRES

  
**electronia**  
Exposición de la Industria  
Electrónica

Bienal Internacional de la Industria Eléctrica,  
Electrónica y Luminotécnica.  
15° Exposición y Congreso Técnico Internacional.

12.-16.9.2017

La Rural Predio Ferial

- > Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica
- > Instalaciones Eléctricas
- > Iluminación
- > Electronia: comunicaciones, industria, automatismo, software, partes y componentes

La exposición es exclusiva para profesionales del sector. No se permite el ingreso a menores de 16 años incluso acompañados por un adulto.

Para mayor información: Tel: + 54 11 4514 1400

e-mail: [biel@argentina.messefrankfurt.com](mailto:biel@argentina.messefrankfurt.com) - website: [www.biel.com.ar](http://www.biel.com.ar)

En conjunto con:

**SEGURIEXPO**  
BUENOS AIRES

  
**CADIEEL**  
COMISIÓN ARGENTINA DE INDUSTRIA ELECTRÓNICA,  
ELECTROMECÁNICA Y LUMINOTÉCNICA

 **messe frankfurt**



© 2010 ABB Ltd. All rights reserved.

Tmax XT. Simplemente eXTraordinario.

 red dot design award

Ganador del premio 2010



**Tmax XT, una gama eXTraordinariamente completa de interruptores automáticos en caja moldeada hasta 250A.**

ABB establece un nuevo estándar tecnológico y les ofrece libertad para crear y realizar instalaciones extraordinarias de altas prestaciones.

Tmax XT cuenta con los valores más elevados del mercado para la protección de cortocircuitos. Está equipada con electrónica de última generación que asegura la máxima fiabilidad y precisión; sin olvidar la renovada y amplia disponibilidad de accesorios, incluso con versiones específicas para aplicaciones particulares.

**La evolución continúa.**

[www.bol.it.abb.com/TmaxXT](http://www.bol.it.abb.com/TmaxXT)

ABB S.A.

Tel. +54 11 4229 5500

Fax. +54 11 4229 5636

[www.abb.com/ar](http://www.abb.com/ar)



[facebook.com/ABBArgentina](https://facebook.com/ABBArgentina)



@ABB\_Argentina

Power and productivity  
for a better world™



**CG INGENIERÍA ELÉCTRICA | AÑO 29 | N° 309 | MAYO 2016 |**

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

INSTITUT DE CIÈNCIES DE LA SALUT

INSTITUT D'INVESTIGACIÓ EN CIÈNCIES DE LA SALUT