



*Tipem*: protagonista también en media tensión

Pág. 18



Crece la expectativa por CONEXPO Córdoba 2017

Pág. 24



*Prysmian* celebra un siglo en Argentina

Pág. 50

Mediciones telurimétricas de las resistencias de las puestas a tierra | Protección contra descargas atmosféricas en sistemas de monitoreo de campo

# 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



**FROG**



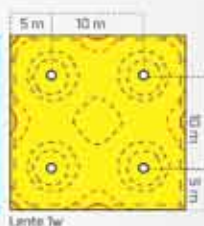
**2 LEDS 1w  
=  
40 LEDS**

**2 LEDS 3w  
=  
120 LEDS**

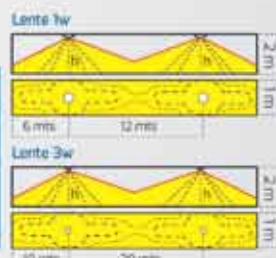
- ✓ **1ra luz de emergencia argentina para pasillos.**
- ✓ **Se necesitan menos luminarias: separación entre luminarias hasta 20 mts.**
- ✓ **Luminosidad Constante: misma luz desde el primer minuto hasta el fin de la autonomía.**
- ✓ **Tres tipos de lentes, para adaptarse mejor a cada ambiente a iluminar**
- ✓ **Encendido Inteligente: Siempre enciende después de un corte de luz (aunque usted la haya dejado apagada).**
- ✓ **Más de 600 Lumenes.**

**TIPO DE LENTES**

Para ambiente



Para área mediana a grande



Para pasillo



**Prysmian**  
Group



*Cien años es más que un acontecimiento en la vida de una empresa, en verdad es la suma de infinidad de historias de personas que con esfuerzo, dedicación y lealtad han hecho posible construir este hecho histórico.*

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

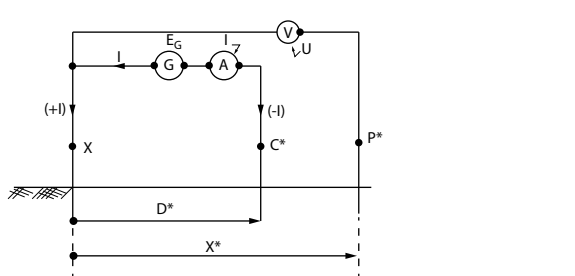



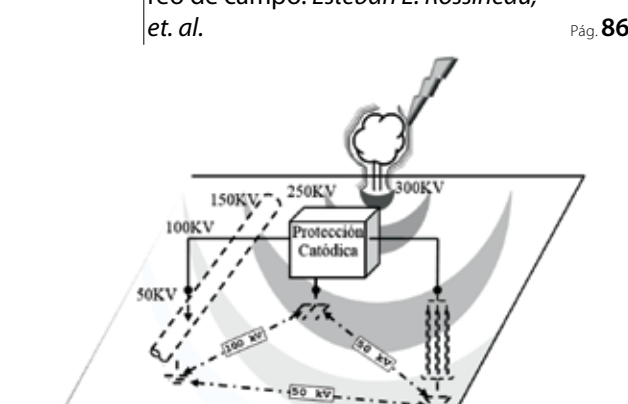




**Prysmian Energía Cables y Sistemas de Argentina S.A.**  
Av. Argentina 6784 - C1439HRU - CABA - Argentina - Tel. (54 11) 4630 2000



[facebook.com/prysmianargentina](https://facebook.com/prysmianargentina)

# Tabla de contenidos

Medición	Mediciones telurimétricas de las resistencias de las puesta a tierra. <i>Juan Carlos Arcioni</i>	Pág. 8	Automatización	Tablet PC para aplicaciones industriales. <i>Siemens</i>	Pág. 68
			Líneas de distribución	Protección de fase segura. <i>LCT</i>	Pág. 72
					
Artículo de tapa	<i>Tipem</i> : protagonista también en media tensión	Pág. 18	Iluminación de emergencia	Nuevas tendencias en iluminación de emergencia. <i>Gamasonic</i>	Pág. 76
Congresos y exposiciones	Crece la expectativa por CONEXPO Córdoba 2017. <i>Editores</i>	Pág. 24	Cables y conductores	Cables no propagantes de incendio y libres de halógenos. <i>Marlew</i>	Pág. 82
					
Energías renovables	Calentamiento de agua con energía solar. <i>Vademarco   Grupo Equitecnica</i>	Pág. 30	Protección contra sobretensiones	Protección contra descargas atmosféricas en sistemas de monitoreo de campo. <i>Esteban E. Rossineau, et. al.</i>	Pág. 86
Grupo electrógenos	Grupos electrógenos: instalación y mantenimiento. <i>Luis Alberto Chavarria</i>	Pág. 34			
Almacenamiento	Nueva tecnología de baterías. <i>EnerSystem Argentina</i>	Pág. 40			
Instalaciones eléctricas	<i>Megabarre</i> está disponible en Argentina.	Pág. 44			
					
Cables y conductores	<i>Prysmian</i> celebra un siglo en Argentina.	Pág. 50	Entidades representativas	Actividad en las comisiones técnicas de ADEERA   Se creó el plan Alumbrado Eficiente   Proyectan una nueva línea de alta tensión hacia Comodoro Rivadavia   Se presentó la plataforma Escenarios Energéticos	Pág. 100
Aislamiento	Propuesta de aislamiento más amigable con el medioambiente. <i>Thomas Diggelmann, et. al.   ABB Suiza</i>	Pág. 56	Consumo eléctrico	En marzo, mayor consumo. <i>Fundelec</i>	Pág. 104
Normalización	<i>IRAM</i> celebra sus 82 años.	Pág. 64	Domótica	Viviendas inteligentes industrializadas. <i>Roberto Urriza Macagno</i>	Pág. 108
			Eficiencia energética	Una exposición eficiente. <i>Expo Eficiencia Energética</i>	Pág. 110

Edición:

Mayo 2017 | N° 320 | Año 30

Publicación mensual

Director: **Jorge L. Menéndez**

Depto. comercial: **Emiliano Menéndez**

Arte: **Alejandro Menéndez**

Redacción: **Alejandra Bocchio**

Administración: **Victoria Marra**

Ejecutivos de cuenta: **Carlos Menéndez - Diego Cocianich - Rubén Iturralde - Sandra Pérez Chiclana**

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



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.

## Ingeniería eléctrica: energía que transforma

La palabra 'energía' que utilizamos cotidianamente tiene su origen en el término griego 'ἐνέργεια' (/en'ergeia/), que significa 'actividad', 'operación'; también de la palabra griega 'ἐνεργός' (/ener'gos/), 'fuerza de acción' o 'fuerza de trabajo'. En la actualidad, 'energía' es un concepto que tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, surgir, transformar o poner en movimiento.

La energía eléctrica es una de las formas en las que la energía se presenta en el ámbito de la física: resulta de una diferencia de potencial entre puntos que establece entre ellos una corriente eléctrica. Así generada, esa energía se puede traducir luego en luz, energía mecánica y energía térmica.

La ingeniería eléctrica es el campo de la ingeniería que se ocupa de estas cuestiones: la aplicación de la electricidad, la electrónica y el electromagnetismo, en base a conocimientos que también toma de otras ciencias como la matemática o la física, y diseñar sistemas y equipos que permitan generar, transportar, distribuir y utilizar la energía eléctrica.

Es a esta última sección a la que nuestra revista está orientada, y es allí también donde los avances tecnológicos de los últimos años más la mayor concientización por el cuidado del medioambiente han causado transformaciones sustanciales: generación, transporte y distribución de energía eléctrica atraviesan hoy un cambio de paradigma que obliga a repensar sus formas, y también afectan de forma indirecta a otras áreas vinculadas a ellas.

Las modificaciones son científico-técnicas, pero también legales, que regulen; políticas, si se considera a la población en sentido amplio; comerciales, si implica la compra y venta de nuevos equipos; etcétera. Nuestro país satisface muchos de los requisitos, y trabaja para cumplir otros.

Nuestra revista *Ingeniería Eléctrica* focaliza sobre cuestiones técnicas de cada uno de los temas, a la vez que se presenta cada vez como un compendio actualizado de tecnologías y productos disponibles en nuestro país. Hacia un futuro de la electricidad en Argentina, los ingenieros y técnicos se esmeran por cumplir su parte, y así lo vemos reflejado en las páginas de esta edición. Quizá se trata de su propia naturaleza: nos es más que otra forma de "obrar, surgir, transformar o poner en movimiento".



# CONEXPO Córdoba 2017

| 8 y 9 de Junio de 2017, de 16 a 21 hs. |

## Jornadas técnicas

### Automatización y Control

Organiza AADECA  
Jueves 8/junio de 9 a 17 hs.

### Iluminación y Diseño

Organiza AADL  
Viernes 9/junio de 9 a 17 hs.

**Energías Renovables** | Organiza CADIEC | Jueves 8/junio de 14 a 17 hs.

## Encuentros

### Encuentro de Distribuidores de productos eléctricos e iluminación con proveedores

Organiza CADIME  
Jueves 8/junio de 18 a 19:30 hs.

### Instaladores Eléctricos

Organiza EPAC y Editores SRL  
Viernes 9/junio de 14 a 17 hs.



**BIEL**  
y **light+building**  
BUENOS AIRES

CADIEEL tiene el agrado de comunicar que, de forma excepcional y por única vez, ha decidido que el tradicional descuento exclusivo para sus socios del 5% en el valor del metro cuadrado para participar de BIEL Light+Building será elevado al 20% para los socios que hayan contratado y/o decidan contratar su espacio antes del 31 de mayo.

**20% de descuento para socios**

## Glosario de siglas de esta edición

**AADECA:** Asociación Argentina de Control Automático  
**AADL:** Asociación Argentina de Luminotecnia  
**ADEERA:** Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina  
**AEA:** Asociación Electrotécnica Argentina  
**AIS (Air Insulated Switchgear):** aparata aislada en aire  
**AMN:** Asociación Mercosur de Normalización  
**ASTM (American Society for Testing and Materials):** Sociedad Americana de Pruebas y Material (de Estados Unidos)  
**Baterías VRLA (Valve Regulated Lead Acid):** batería de plomo ácido regulada por válvula  
**BS (British Standard):** estándar británico  
**BTU (British Thermal Unit):** unidad térmica británica  
**CA:** corriente alterna  
**CADIEC:** Cámara de la Industria Eléctrica de Córdoba  
**CADIEEL:** Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas  
**CADIME:** Cámara Argentina de Distribuidores de Materiales Eléctricos  
**CAEPE:** Cámara Argentina de Empresas de Porteros Eléctricos  
**CAFLED:** Cámara Argentina de Fabricantes de Luminarias Eficientes y Domótica  
**CAI:** Centro Argentino de Ingenieros  
**CAME:** Cámara Argentina de la Mediana Empresa  
**CAMMESA:** Compañía Administradora del Mercayo Mayorista Eléctrico  
**CAPEX (Capital Expenditure):** inversiones en bienes de capitales  
**CC:** corriente continua  
**CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano):** Comisión Electrotécnica Italiana

**CEMA:** Cámara Empresaria de Medioambiente  
**CIIECCA:** Cámara de Industrias Informáticas, Electrónicas y de Comunicaciones del Centro de Argentina  
**COPANT:** Comisión Panamericana de Normas Técnicas  
**COPIME:** Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista  
**CPU (Central Processing Unit):** unidad central de procesamiento  
**EDEN:** Empresa Distribuidora de Energía Norte  
**EPAC:** Electricistas Profesionales Asociados de Córdoba  
**FECECOR:** Federación de Cooperativas de Córdoba  
**FTTH (Fiber to the Home):** fibra hasta el hogar  
**GDT (Gas Discharge Tube):** descargador gaseoso  
**GIS (Gas Insulated Switchgear):** aparata aislada en gas  
**GWP (Global Warming Potential):** potencial de calentamiento global  
**HFFR (Halogen Free Flame Retardant):** libre de halógenos retardante de la llama  
**IEC (International Electrotechnical Commission):** Comisión Electrotécnica Internacional  
**IP:** grado de protección  
**IRAM:** Instituto Argentino de Normalización  
**ITBA:** Instituto Tecnológico de Buenos Aires  
**ISO (International Organization for Standardization):** Organización Internacional de Normalización  
**LAN (Local Area Network):** red de área local  
**LCA (Life Cycle Assessment):** análisis del ciclo de vida  
**LED (Light Emitting Diode):** diodo emisor de luz  
**LSOH (Low Smoke Zero Halogen):** bajo humo, cero halógenos  
**MEM:** mercado eléctrico mayorista

**MINEM:** Ministerio de Energía y Minería  
**MOV (Metal Oxide Varistors):** varistores de óxido metálico  
**NES (Naval Engineering Standard):** norma de ingeniería naval (de Reino Unido)  
**ODP (Ozone Depletion Potential):** potencial de agotamiento de ozono  
**OF (Oil Filled):** relleno de aceite  
**OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series):** Serie de especificaciones para la salud y seguridad ocupacionales  
**ONU:** Organización de las Naciones Unidas  
**PAT:** puesta a tierra  
**PC (Personal Computer):** computadora personal  
**PVC:** policloruro de vinilo  
**RAM (Random Access Memory):** memoria de acceso aleatorio  
**RFID (Radio Frequency Identification):** identificación por radiofrecuencia  
**RMU (Ring Main Unit):** unidad principal de anillo  
**RPAT:** resistencia de puesta a tierra  
**RPT:** Rotura de puente térmico  
**SCPL:** Sociedad Cooperativa Popular Limitada  
**SSD (Solid State Drive):** unidad de estado sólido  
**TCO (Total Cost of Ownership):** costo total de propiedad  
**TGBT (Tableau Générale Basse Tension):** tablero eléctrico de baja tensión  
**TPM (Trusted Platform Module):** módulo de plataforma segura  
**TPPL:** tecnología de plomo puro  
**UNC:** Universidad Nacional de Córdoba  
**UNRC:** Universidad Nacional de Río Cuarto  
**USB (Universal Serial Bus):** bus universal en serie  
**UTN:** Universidad Tecnológica Nacional  
**WAN (Wide Area Network):** red de área amplia  
**YPF:** Yacimientos Petrolíferos Fiscales



**Tadeo Czerweny**



**300MVA**

Potencia: **300/300/50 MVA**  
Tensiones: **500/138/34.5 kV**  
Grupo: **YNyOd11**  
Normas: **IEC, IRAM**

**500kV**

**Desafío superado.  
Nuestra capacidad  
de innovar nos impulsa hacia  
el crecimiento continuo.**

SOLUCIONES TRANSFORMADORAS

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



## 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 CT



RS 160 LED CT

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



¡Muchas  
aplicaciones...



al alcance de  
sus manos!

## CFW100 Mini Drive - Convertidor de Frecuencia

### El Convertidor de Frecuencia Más Pequeño del Mercado

La tecnología está a su alcance con el convertidor de frecuencia más pequeño del mercado. El CFW100 es un convertidor de frecuencia monofásico desarrollado para aplicaciones sencillas que varían de 0,18 kW a 0,75 kW (0,25 a 1 HP). Excelente opción para los OEM's ya que permite accionar los motores de inducción en modo de control escalar (V/F) o control vectorial (VVW), IHM *backlight*, y filosofía *Plug & Play* que ofrece fácil instalación y operación de los accesorios.

- **Mini** - El convertidor más pequeño hasta 50 °C del mercado
- **Compatible** - Programación rápida, fácil y confiable
- **Robusto** - Soporta sobrecarga de 150% por minuto
- **Eficiente** - Rápida respuesta operacional para la máquina
- **Confiable** - Tarjetas electrónicas barnizadas como estándar
- **Integrado** - USB, Bluetooth® e Infrarrojo



# Mediciones telurimétricas de las resistencias de las puestas a tierra

Aspectos teóricos y sus aplicaciones prácticas

Ing. Juan Carlos Arcioni  
IRAM

En esta nota técnica, tratamos los siguientes tres temas:

- » Medición de la resistencia de la puesta a tierra ( $R_x$ ) de un electrodo dispensor X por el método de la caída potencial
- » Mediciones de la resistencia de puesta a tierra  $R_x$  con un telurímetro de cuatro bornes  $C_1, P_1, P_2, C_2$  para las disposiciones XPC y XCP
- » Guía de mediciones de resistencias de puesta a tierra ( $R_{pat}$ ) por el método de la caída de potencial (caída de tensión)

Se trata de distinguir las mediciones de las resistencias de puesta a tierra ( $R_x$ ) de electrodos X en los casos que sean: a) iguales o mayores que un ohmio ( $1 \Omega$ ); b) menores a un ohmio ( $1 \Omega$ ) tal como lo indican las normas técnicas citadas.

## Medición de la resistencia de la puesta a tierra ( $R_x$ ) de un electrodo dispensor X por el método de la caída de potencial

### Electrodo X puntual

El electrodo X se dice "puntual" cuando sus dimensiones enterradas en el suelo (o en la roca) son muy pequeñas comparadas con las distancias a que se colocan los electrodos auxiliares P de potencial y

C de corriente, necesarios para medir  $R_x$  con un telurímetro (o con instrumental voltamperimétrico).

### Principio del método

El generador produce una tensión  $E_g$  cuya forma de onda temporal  $E_{g(t)}$  y su valor eficaz  $E_g$  son tales que la corriente generada I entra al electrodo a medir X (corriente +I), pasa por el suelo y retorna por el electrodo C al generador G (corriente -I que sale del suelo y vuelve al generador G).

El electrodo de corriente (C) se coloca a una distancia (D) del electrodo X cuya  $R_x$  deseamos medir. Así se tiene:  $D = |XC|$

Se coloca el electrodo P de potencial a una distancia X del electrodo X tal que:  $X = |XP|$ .

El amperímetro (A) mide el valor eficaz de la corriente (I) y el voltímetro (V), el valor eficaz de la ddp U entre los potenciales de P y de X (que producen corrientes +I y -I en el suelo).

Las corrientes +I y -I generan los cuatro potenciales absolutos V con respecto al SEN (suelo eléctricamente neutro, IRAM 2281-1, 3 y 4) o tierra de referencia (IRAM 2282-4).

En la tabla 1 se indican los cuatro potenciales que producen la corriente +I entrante al X y la -I saliente del C.

Posición	Potencial	Significado
a	V (X; C)	Potencial que en el electrodo X causa la corriente -I que sale del electrodo auxiliar C
b	V (X; X)	Potencial que en el electrodo X causa la corriente +I que entra al electrodo X
c	V (P; C)	Potencial que en el electrodo auxiliar P causa la corriente -I que sale del electrodo auxiliar C
d	V (P; X)	Potencial que en el electrodo auxiliar P causa la corriente +I que entra al electrodo X

Tabla 1. Potenciales absolutos V de los electrodos X y P

El electrodo X se considera "puntual", como así también los electrodos auxiliares C y P.

El potencial total del electrodo X es:

$$V_x = V(X; X) + V(X; C) \quad [1]$$

Aplicando la teoría del electrodo dispersor hemisférico enterrado en un suelo (o roca) homogéneo de resistividad volumétrica  $\rho$  ( $\Omega\text{m}$ ) constante tendremos que es:

$$V(X; X) = R_x I \quad [2]$$

siendo  $R_x$  la resistencia de dispersión o de puesta a tierra del electrodo X que vamos a medir. Además, el electrodo C con su corriente (-I) produce en X, el potencial

$$V(X; C) = (\rho X(-I)/2\pi) (1/D) = (\rho I/2\pi) (-1/D) \quad [3]$$

En [1] reemplazamos las expresiones [2] y [3], resultando:

$$V_x = R_x I + (\rho I/2\pi) (-1/D) \quad [4]$$

El potencial total  $V_p$  del electrodo auxiliar P es:

$$V_p = V(P; C) + V(P; X) \quad [5]$$

Los potenciales componentes de  $V_p$  son los siguientes:

$$V(P; C) = (\rho (-I)/2\pi) (1/D-X) = (\rho I/2\pi) (-1/D-X) \quad [6]$$

$$V(P; X) = (\rho I/2\pi) (1/X) = (\rho I/2\pi) (1/X) \quad [7]$$

Llevando [6], [7] a la [5], sale:

$$V_p = (\rho (-I)/2\pi) (1/X - 1/D-X) \quad [8]$$

La caída de potencial es la diferencia de potencial siguiente:

$$\text{La ddp } U = \text{ddp}(X; P) = V_x - V_p \quad [9]$$

Llevando los valores de los potenciales totales según [4] y [8] a la [9], resulta:

$$U = V_x - V_p = [R_x I - (\rho I/2\pi) (1/D)] - [(\rho I/2\pi) (1/X) - (\rho I/2\pi) (1/D-X)] \quad [10]$$

De la [10] hallamos la ecuación de la ley de Ohm clásica:

$$U/I = R_x - \rho I/2\pi (1/D + 1/X - 1/D-X) \quad [11]$$

Observamos que  $U/I$  difiere de  $R_x$  en la expresión del paréntesis. Si se elige X tal que se anule esa

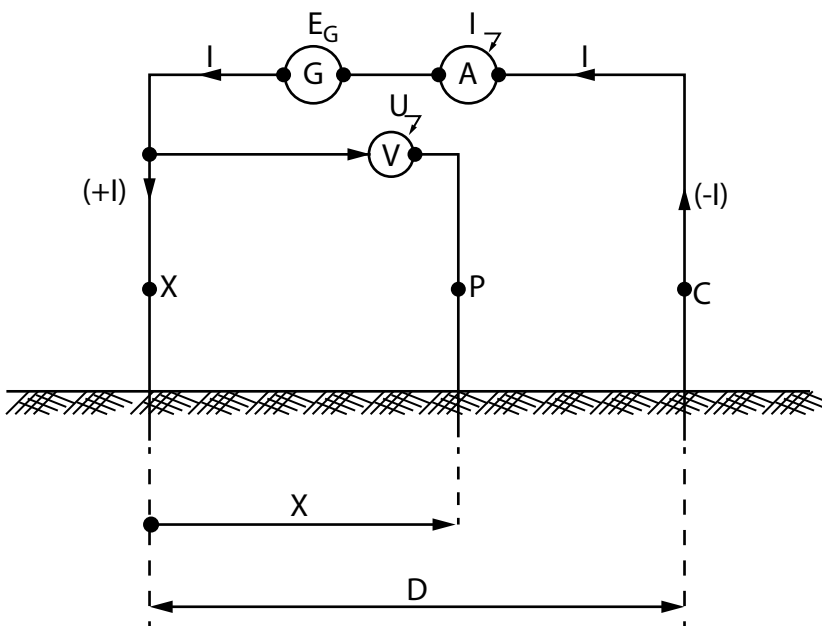


Figura 1. Esquema electrogeométrico del principio del método de la caída de potencial para la medición de la resistencia  $R_x$  de puesta a tierra del electrodo puntual X, con la disposición XPC de los electrodos puntuales X, P y C

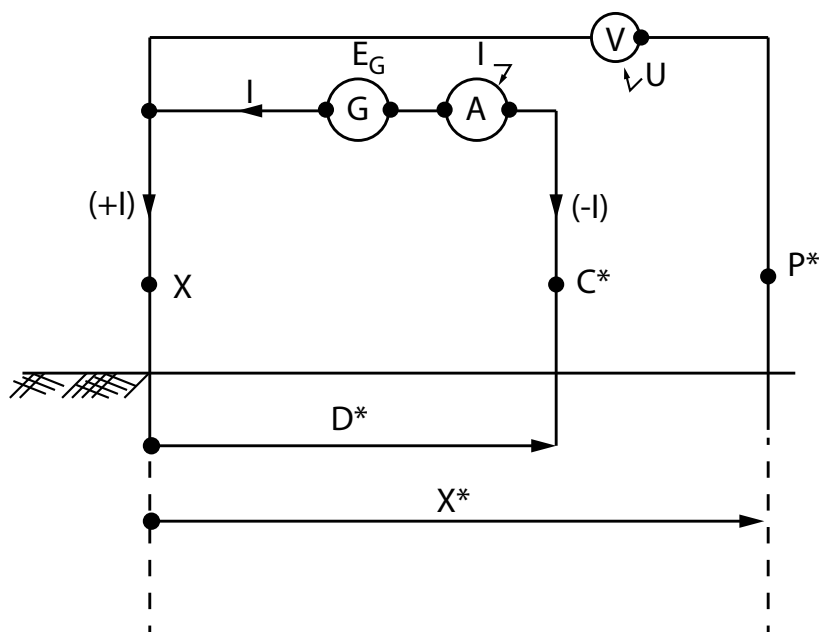


Figura 2. Disposición XCP de los electrodos puntuales X (a medir), C (corriente) y P (potencial) para medir la resistencia de puesta a tierra  $R_X$  del electrodo

expresión del paréntesis, tendremos ese caso ideal en el que se cumple que:

$$U/I = R_x \quad [12]$$

que es el valor buscado, pero observemos que siempre será  $U/I$  menor o igual que  $R_x$  en la práctica.

Resolviendo la ecuación del paréntesis de [11], ella se reduce al numerador siguiente:

$$F(X) = X^2 + DX - D^2 \quad [13]$$

Las raíces de [13] son

$$X/D = (-1 \pm \sqrt{5})/2 = 0,618; -1,618 \quad [14]$$

La raíz positiva  $X/D = 0,618$  nos indica que P debe colocarse al 62 por ciento de la distancia (D) midiendo desde X hacia C, es decir, en el orden XPC.

### Disposición XCP de los electrodos X (a medio), C (de corriente) y P (de potencial)

En este caso, las ecuaciones son

$$V_x = V(X; X) + V_x; C \quad [15]$$

siendo

$$V(X; X) = R_x I \quad [16]$$

$$V(X; C) = \rho (-I)/2\pi (1/D) = \rho I/2\pi (-1/D) \quad [17]$$

$$V_p = V(P; C) + V(P; X) \quad [18]$$

siendo

$$V(P; C) = \rho (-I)/2\pi (1/X-D) = \rho I/2\pi (-1/X-D) \quad [19]$$

$$V(P; X) = \rho (+I)/2\pi (1/X) = \rho I/2\pi (1/X) \quad [20]$$

$$\therefore V_p = \rho I/2\pi (-1/X-D + 1/X) \quad [21]$$

La ddp  $U = V_x - V_p$  resulta la siguiente:

$$U = V_x - V_p = R_x I - \rho I/2\pi [(-1/D) - (-1/X-D) + (1/X)] = R_x I + \rho I/2\pi [(1/D) - (1/X-D) + (1/X)] \quad [22]$$

Para anular la expresión del paréntesis de [22], procedemos así:

$$1/D + (-1/X-D) + 1/X = [(X-D)X - DX + D(X-D)] / [D(X-D)X]$$

$$\therefore X^2 - DX - DX + DX - D^2 = 0$$

$$X^2 + DX - D^2 = 0$$

$$(X/D)^2 - (X/D) - 1 = 0$$

$$\therefore X/D = (1 \pm \sqrt{5}) / 2 = 1,618; -0,618$$

### Mediciones de la resistencia de puesta a tierra $R_x$ con un telurímetro de cuatro bornes $C_1; P_1; P_2; C_2$ para las disposiciones XPC y XCP

En la figura 3, representamos a los tres electrodos X (a medir), P (potencial) y C (corriente) en los dispositivos XPC (arriba) y XCP (abajo), con sus distancias y sus interpretaciones según la tabla 2.

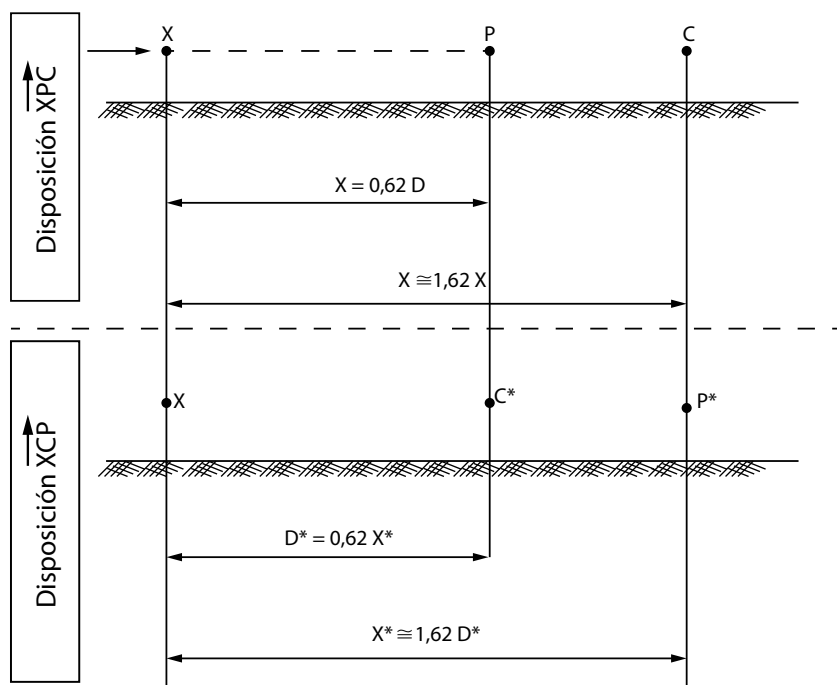


Figura 3. Mediciones de la resistencia de puesta a tierra del electrodo puntual X mediante los electrodos puntuales P (de potencial) y C (de corriente) con un telurímetro de tres o de cuatro bornes, siendo: D, la distancia entre X y C (para XCP), y X, la distancia entre X y P (para XPC)

Disposición (figura 3)	Distancia entre X y P	Distancia entre X y C
XPC (arriba)	$X = 0,62 D$	$D = 1,62 X$
XCP (abajo)	$X^* = 1,62 D^*$	$D^* = 0,62 X^*$

Tabla 3

En la figura 4, representamos a las disposiciones XPC y XCP con los conexiones del telurímetro  $C_1 P_1 P_2 C_2$  correspondientes a esas disposiciones para medir  $R_x$ .

### Guía de mediciones de resistencias de puesta a tierra ( $R_{pat}$ ) por el método de la caída de potencial (caída de tensión)

#### Telurímetro de lectura directa de cuatro bornes $C_1 P_1 P_2 C_2$

En la figura 5, representamos un esquema del principio de medición de una resistencia de puesta a tierra  $R_x$  del electrodo X dibujado por su símbolo gráfico electrónico general (una raya vertical centrada en tres rayas horizontales de largos decrecientes y equidistantes).

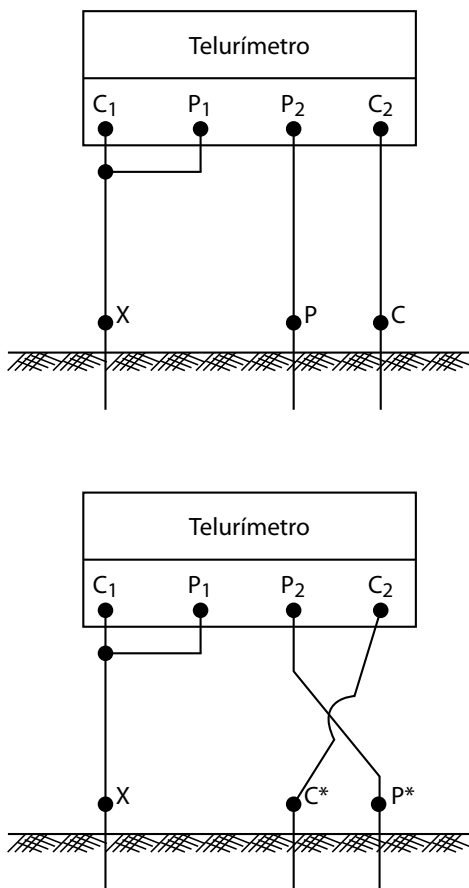
### Normas técnicas aplicables a la medición de resistencia de puesta a tierra. Método de la caída de potencial (o de caída de tensión)

En la norma argentina IRAM 2281-2:2002 "Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra (resistencias, resistividades y gradientes)", en su apartado 6.2.4 se trata el método de la caída de tensión (o de potencial). El apartado 6.2.4 tiene once párrafos (o puntos) 6.2.4.1-11 y las figuras 3, 4, 5 y 6.

En British Standard BS 7430:1991 "Code of practice for earthing" se trata el método de medición de la resistencia de puesta a tierra en sus apartados 16.2 (con 16.2.1 y 16.2.2, figuras 11 y 12).

#### Medición de la resistencia de puesta a tierra $R_x$ de un electrodo (jabalina, cable vertical u horizontal enterrado, etcétera) siendo su resistencia mayor a un ohm, mediante telurímetro

Según BS 7430:1991 (apartado 16.2.2), para medir la  $R_x$  de un electrodo X que sea mayor a un ohm, se clava el electrodo auxiliar de corriente C a una distancia XC mayor o igual a treinta a cincuenta metros, que queda fija. Se efectúan tres mediciones



a) Disposición  $\overline{XCP}$  de los electrodos X, P y C;

b) Disposición  $\overline{XC^*P^*}$  de los electrodos X, P\* y C\*.

Figura 4. Disposiciones de los electrodos X, P, C y los conexiones del telurímetro C1 P1 P2 C2 para esas disposiciones.

de  $R_x$  (ver figura 6) con el electrodo P en tres ubicaciones  $P_1, P_2, P_3$ , siendo:

$R_{x1}$  a la distancia  $XP_1 = XC/2$  [a]

$R_{x2}$  a la distancia  $XP_2 = (XC/2) + 7 \text{ m}$  [b]

$R_{x3}$  a la distancia  $XP_3 = (XC/2) - 7 \text{ m}$  [c]

Se calcula el promedio  $R_x = (R_{x1} + R_{x2} + R_{x3}) / 3$

Si cualquier valor  $R_{xi}$  medido cumple con la condición de una aproximación al cinco por ciento de  $R_x$ , es decir,  $R_{xi}$  es menor o igual a  $R_x \pm 0,05 R_x$ , se da por aprobada la medición. En caso contrario, se debe aumentar XC y volver a medir  $R_x$  otra vez (u otras veces).

### Mediciones de resistencia de puesta a tierra menor a un ohm

Se tratan en las normas argentina IRAM 2281-2 (apartados 6.2.4.5-11) y británica BS 7430:1991 (apartado 6.2.2 y figura 12).

### Mediciones de $R_x$ con las disposiciones XPC (figura 4a) y XCP (figura 4b)

Si los valores de  $R_x$  (XPC) y  $R_x$  (XCP) están dentro de un cinco por ciento de su promedio  $R_x$ , siendo  $R_x = 1/2 \cdot [R_x(XPC) + R_x(XCP)]$ , es decir, que  $R_x(XPC) = R_x^2 \pm 0,05 R_x$  y que  $R_x(XCP) = R_x \pm 0,05 R_x$ , el resultado de ambas mediciones se considera prácticamente válido porque las distancias  $X = XP$  y  $D = XC$  elegidas para la medición son suficientes para que los tres electrodos X, P y C no interfieran entre sí tanto como para que perturben la medición telurimétrica cuyo principio electrofísico es que X, P y C deben ser prácticamente puntuales, lo que depende de las distancias XP y XC (para XPC) y XP y XC (para XCP).

#### Bibliografía

- [1] Arcioni, Juan Carlos. (2006 y 2009) Puestas a tierra de instalaciones y sistemas eléctricos de baja tensión, media y alta. Jorge Sarmiento, Córdoba, IRAM. (2002) 2281-2 (2016/2017 en revisión), BSI (1991) BS 7430

#### Nota del autor:

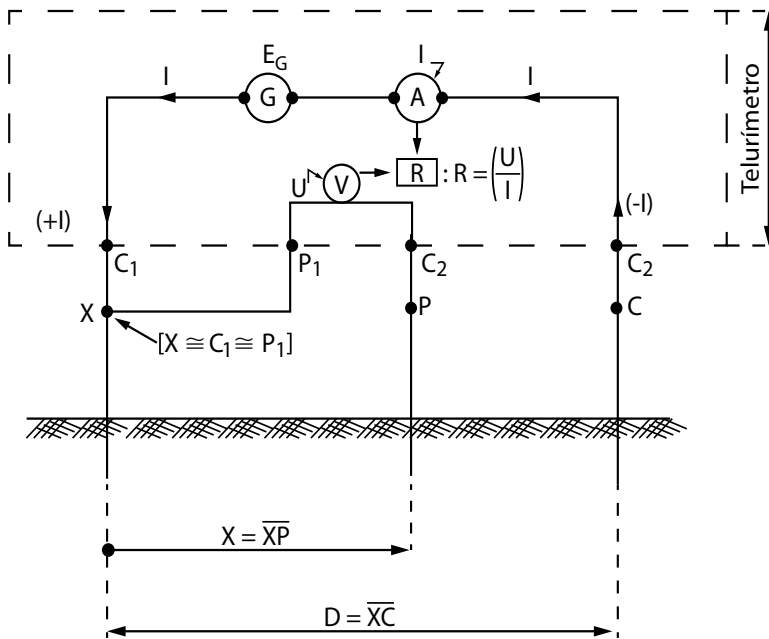


Figura 5. Esquema de principio de medición de  $R_x$  del electrodo X con un telurímetro de lectura directa con cuatro bornes  $C_1, P_1, P_2, C_2$  para la disposición XPC de los electrodos

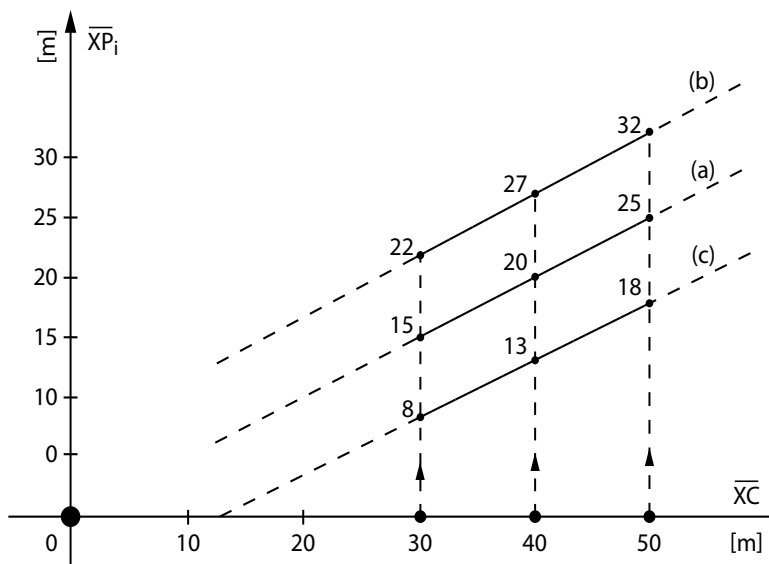


Figura 6. Ejemplo de distancias  $XP_i$  en función de la distancia paramétrica  $XC$  (fijada) para medir la resistencia de puesta a tierra =  $R_x$  mayor a un ohm de un electrodo X (jabalina, cable horizontal, etcétera), siendo:  
 $XP_1 = XC/2$  para medir  $R_{X1}$  (ohm) [a]  
 $XP_2 = XC/2 + 7$  m para medir  $R_{X2}$  (ohm) [b]  
 $XP_3 = XC/2 - 7$  m para medir  $R_{X3}$  (ohm) [c]  
 Nota: ver el esquema de medición de la figura 5.

El autor aprendió el método citado en el último párrafo con el querido colega Prof. Ing. Ilmar Manifesto, exjefe del Laboratorio Electromecánico de Explotación, de SEGBA (1958-92) durante sus trabajos (1961-92) en esa empresa para las mediciones de puesta a tierra. Vaya esta nota técnica como el agradecimiento

del autor y en feliz memoria a la persona del distinguido colega y amigo fallecido en esta década.

# Desde la idea hasta el servicio posventa, 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).



# ¿ PREOCUPADO POR EL CONSUMO ?

## ENERGÍAS RENOVABLES & EFICIENCIA ENERGÉTICA

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA ▪ ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍAS

BIOMASA ▪ PROYECTOS DE MEJORAS

GEOTERMIA ▪ CÁLCULOS DE COSTOS / BENEFICIOS

SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN INTELIGENTE ▪ CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

PRENSADO Y COMPACTACIÓN ▪ PROYECTOS DE ADQUISICIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS Y RENOVABLES

GRUPO  
**EQUITECNICA**

El conjunto de soluciones que su empresa necesita.



Equitecnica **40** años

**HERTIG** 75 años

**GPEX** años

Vademarco **40** años

# EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA COMIENZA CON NUESTRA MEDICIÓN

## Medidores Electrónicos Monofásico HXE12 y Trifásico HXE34

- Energías Activas, Reactivas y Máxima Demanda configurables.
- Display de alta resolución, mayor tamaño y mayor rango de temperatura de trabajo.
- Detección de apertura de tapa de bornera.
- El display sigue informando hasta 24 hs. sin energía.
- Medición a distancia a través de puerto infrarrojo bidireccional con memocolectora (HHU).
- Preparado para Upgrade a multitarifa hasta 4T y 4D.
- Códigos OBIS.
- Autolectura programable, almacenable hasta 3 meses y permite balances energéticos de cada SET (todos los meses).
- Mayor vida útil por estar preparado para cualquier cambio de estructura tarifaria; su inversión está protegida.



**HEXING-TSI**

# Línea de contactores MC2

## La evolución del contactor Argentino!



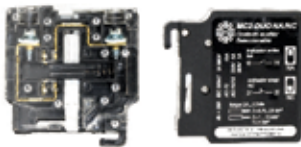
Experiencia y confiabilidad  
en aparatos de maniobra.



**MC2**  
Fabricado en  
Argentina

### Máxima Modularidad!

#### Único contacto auxiliar reversible MC2-DUO



✓ Sistema de  
Rápida elección

#### Beneficios:

- Nuestro sistema permite que Ud. elija la posición de trabajo del contacto auxiliar, NA o NC

#### Patines de teflón Antiadhesivos y Autolubricados



#### Beneficios:

- Mejor deslizamiento de la torre
- Menor desgaste de las piezas plásticas.

✓ Sistema de mayor durabilidad mecánica

### Innovamos!

El contacto móvil no roza con el termoplástico de la torre

Vía móvil de potencia con fleje de acero inoxidable



#### Beneficios:

- Mejor disipación de temperatura
- Menor desgaste por rozamiento
- Mayor vida útil

✓ Sistema de baja temperatura

Innovamos para obtener resultados reales.  
Auxiliares modulares de rápida configuración!  
Menor temperatura sobre los contactos. Mayor vida útil!

Superamos es nuestro desafío, que Ud. nos elija nuestra satisfacción!

Experiencia + Dedicación



I+D



Innovación + Invención

**MONTERO S.A**

Experiencia y confiabilidad en aparatos de maniobra.

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

# Tipem: protagonista también en media tensión

Tipem  
www.tipem.com.ar

Desde el año 1988, *Tipem* se dedica a la fabricación de tableros eléctricos para todo el mercado local, y también de países limítrofes. Sus primeros pasos los dio haciéndose fuerte en el sector de baja tensión, y desde el 2000, decidió apostar con mayor énfasis a la media tensión, extender la capacidad productiva y ampliar el horizonte de llegada. Con la calidad como caballito de batalla, sorteó todos los obstáculos y ya ha inaugurado una ampliación de su planta productiva y se jacta porque su incidencia en el mercado de la media tensión ya iguala al de baja.

Este 2017 no la encuentra ociosa tampoco. Presenta un nuevo producto (celdas primarias *SYSclad*), y gracias a que la nueva planta tiene la capacidad para fabricar 120 celdas por mes, pretende expandir su cartera de clientes e incluir, no solo a las grandes distribuidoras de energía (con quienes ya trabaja), sino también a las más pequeñas y en todas las provincias.

La actividad de *Tipem* está dirigida hacia una amplia gama de áreas para generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, ya sea para compañías de distribución de energía estatales, cooperativas eléctricas, etcétera, como también en instalaciones edilicias comerciales o industrias para los rubros de gas y petróleo, petroquímicas, textiles, metalúrgicas, navales, químicas, papeleras, alimenticias, entre otras.

La empresa cuenta, desde hace más de diez años, con un Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2008, y sus productos cuentan con ensayos de tipo realizados en CESI Italia y en laboratorios internacionales de Argentina.

*Tipem* es representante exclusiva de *Sarel*, empresa italiana innovadora y líder en el mercado, en nuestro país, adquiere el *know-how* y lleva adelante todos los procesos productivos con el aval de las certificadoras más exigentes.

Todas las etapas del sistema de producción se realizan bajo procedimientos preestablecidos, y son controlados por el personal de control de calidad, lo que asegura la calidad y la eficiencia de la ejecución de los trabajos.

Para conocer un poco más acerca del presente de esta empresa, *Ingeniería Eléctrica* entrevistó a Alejandro Moreira, gerente de la firma.

## ¿Cuáles son las novedades de la empresa?

Los hitos más importantes de este último tiempo son dos: la nueva planta y productos nuevos, que son las celdas primarias, la línea *SYSclad*. *Sarel* cuenta con todas las líneas de secundarias y de primarias. Nosotros empezamos con las secundarias, que es la que estamos vendiendo a todas las compañías de energía: *Edenor*, *EPEC*, *EDEMSA*, *EPE*, es decir, las compañías más grandes de distribución de energía en el país.



### ¿Fabrican nuevos productos?

Otra tecnología que también desarrolló Sarel era la celda primaria, que de hecho también usan Edenor, Edesur, EPEC, entre otras, no como sistema de distribución en la calle, sino de distribución interna. Nosotros no la fabricábamos, pero ahora sí. Sarel nos dio el know-how, el desarrollo, un proceso que nos llevó un año aproximadamente, y hoy ya hemos concertado órdenes de compra y entregas, por ejemplo, a EDEMSA (en Mendoza) y Subterráneos de Buenos Aires. Estamos muy expectantes con ese producto, el producto es muy bueno.

### ¿Cuál es la expectativa con el nuevo producto?

Queremos seguir ampliando el espectro de compañías de distribución que compran celdas Tipem. Es un trabajo complejo, porque nos deben homologar, pero siempre lo logramos. Algunos años atrás, trabajar en el sector era un proyecto, hoy se lleva la mayor parte de la actividad de la empresa. Años anteriores siempre fabricamos mucho más baja tensión que media; la tendencia se fue revirtiendo y yo creo que en un años la media tensión superará a la baja.

### Tipem ya comercializa sus productos con grandes distribuidoras, ¿cuál es el siguiente paso?

En la franja central del país es donde se encuentra la mayor cantidad de población, en las provincias de Santa Fe, Mendoza, Córdoba y Buenos Aires. En esas cuatro, estamos presentes, trabajamos con las



empresas más grandes, y por eso sabemos que podemos también llegar a las más chicas. Queremos reforzar el trabajo que empezó Ricardo (Neira, director comercial de Tipem) con la franja central del país, es decir, sumar otras provincias, eso también es parte del proyecto de este año.

### ¿A qué adjudica los buenos resultados en esta nueva etapa de la empresa?

Nosotros nos caracterizamos por ofrecer productos de buena calidad, todos nos los elogian. Cuando entregamos, nunca tienen problemas, nadie se queja. Cuando quisimos adentrarnos en el sector de distribución pública, eso nos permitió llegar a empresas a las que no teníamos llegada. Con este proyecto por suerte nos fue muy bien y pudimos crecer bastante, ahora queremos expandirlo. Buena calidad implica varios aspectos: uno es la continuidad del servicio. Una instalación eléctrica de media tensión es compleja, y si la celda tiene fallas, deja la planta sin energía. Nuestra celda cumple eso.





Otro es la seguridad de las personas, porque un cortocircuito en media tensión es un fogonazo impresionante. Tiene que ver con los materiales que usás, el diseño y el desarrollo del producto. Nosotros le hicimos ensayo de arco interno en CESI Italia, mandamos una celda allá para que le hagan un cortocircuito, adelante de la celda ponen unos testigos de tela a veinte centímetros (20 cm) y no se tiene que quemar ninguno. La celda evacua los gases hacia atrás, nada sale por adelante ni por el lateral, es la famosa prueba de arco interno. Estos testigos de tela simulan la piel. Si un testigo se quema, no aprobas el ensayo.

#### ¿A qué países exportan?

Exportamos a países limítrofes: Uruguay, Paraguay, Bolivia y Chile. Viajo yo y últimamente se expandió mucho nuestro comercio exterior respecto de otros años, sobre todo Paraguay, que es un país que creció en los últimos años. Queremos crecer más en Bolivia también.

#### ¿Participarán este año en Biel?

Estamos volviendo a la Biel, porque no participábamos desde 2011. Nuestra presentación va a estar enfocada en media tensión, hoy en día es nuestro fuerte.

Mostraremos dos celdas que fabricamos en el país (SYStem-6 y SYSclad) más una línea que se fabrica en Italia, la línea RMSYS, que es algo mucho más específico. Tienen un proceso de fabricación muy complejo.

### Celdas primarias y secundarias de media tensión

#### SYStem-6

Las celdas de media tensión SYStem-6 son unidades modulares normalizadas, están diseñadas para ser usadas en la distribución eléctrica secundaria de media tensión. En particular pueden emplearse para la protección y alimentación de líneas eléctricas, en recintos de transformación, en instalaciones de cogeneración, instalaciones fotoeléctricas, etc.

Están constituidas por cubicles normalizados, modulares y compactos del tipo *metal-enclosed* (LSC2A-PI) con seccionadores de maniobra bajo carga aislados en hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), y con interruptores automáticos en vacío, que se pueden complementar con equipos de medición, protección, etc.

Cada compartimiento está provisto de interbloqueos mecánicos y esquemas sinópticos, que aseguran las operaciones de maniobra con condiciones de absoluta seguridad.

Su diseño se basa en el concepto de la seguridad de las personas y de los bienes, por lo que están ensayadas a prueba de arco interno.

Las reducidas dimensiones permiten que sean instaladas en salas pequeñas, obteniendo un adecuado aprovechamiento de los espacios y consiguiendo así resolver situaciones complejas. El grado de protección es IP 2X, y el acceso es exclusivamente frontal, tanto para la operación, como para el mantenimiento.

#### RMSYS

Las celdas de media tensión RMSYS están constituidas por un bloque único subdividido en unidades operativas integradas, y se utilizan en distribución de potencia secundaria de media tensión



### ***SYSclad*: celdas primarias**

Las celdas de media tensión *SYSclad* están compuestas por una serie estandarizada y modular de tipo blindada de paneles *metal-clad* (LSC-2B), equipadas con interruptores de vacío extraíble de la serie *WL/r*. Son adecuadas para las redes de distribución primaria y pueden emplearse en centrales eléctricas, subestaciones de alta y media tensión, industrias y en otras aplicaciones especiales.

Cada uno de los compartimentos funcionales de las celdas posee sistemas de evacuación de gases independientes, que garantizan la ejecución de arco interno de acuerdo con las normas IEC 62271-200, anexo AA, clase A de accesibilidad, criterio 1 a 5.

Cada cubicle está equipado con los enclavamientos mecánicos necesarios para garantizar la máxima seguridad del operario.

La ejecución resistente al arco interno y el alto grado de protección permiten que estas celdas se coloquen en condiciones extremas. ■

pública o privada. En particular, pueden ser utilizados en líneas de potencia e instalaciones con transformadores en una red en forma de anillo.

La envoltura de acero inoxidable está completamente sellada, en su interior incluye los diversos aparatos de maniobra y todas las partes activas.

Las posibles combinaciones de seccionadores de maniobra de tres posiciones (cerrado, abierto y puesta a tierra) con interruptores automáticos de vacío o fusibles garantizan la protección de los transformadores y/o de las líneas salientes.

En cada unidad operativa hay un compartimiento especialmente destinado a la instalación de terminales de cable tipo *plug-in*. De acuerdo a las normas IEC 62271-1, una válvula de alivio garantiza la seguridad en el caso de que aparezca una sobrepresión interna en el contenedor. La presión está constantemente monitoreada por un manómetro especialmente ubicado en el panel frontal del cubicle.

El sistema responde a las normativas CEI alegato EE, relativas a sistemas de presión sellados.



# **Tecniark** TABLEROS ELECTRICOS

**NUEVA  
LINEA**



## **GABINETES MODULARES**



Congreso 9200 • (1657) • Loma Hermosa • Partido de 3 de Febrero • Buenos Aires • Tel.: 4739-1100  
info@tecniarksa.com.ar • [www.tecniarksa.com.ar](http://www.tecniarksa.com.ar)



# 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)

# Crece la expectativa por CONEXPO Córdoba 2017

Nueva fecha: 8 y 9 de junio, en Córdoba

Editores SRL  
CONEXPO Córdoba  
[www.conexpo.com.ar](http://www.conexpo.com.ar)

El congreso y exposición de ingeniería eléctrica, control, automatización e iluminación que la editorial *Editores SRL* organiza en forma consecutiva hace más de veinte años abrirá sus puertas nuevamente los próximos 8 y 9 de junio en la provincia de Córdoba.

Hacia más de diez años la exposición no visitaba la región, por lo que la expectativa es grande, hecho que se ve reflejado en la cantidad de empresas cuya participación está confirmada, más el aval institucional de entidades representativas de alcance nacional y regional.

Respecto de estas últimas, participarán activamente (con stand y actividades propias). Ellas son: AADECA (Asociación Argentina de Control Automático), AADL (Asociación Argentina de Lumino-tecnia), CADIEC (Cámara de la Industria Eléctrica de Córdoba), CADIME (Cámara Argentina de Distribuidores de Materiales Eléctricos), CAEPE (Cámara Argentina de Empresas de Porteros Eléctricos), CIIECCA (Cámara de Industrias Informáticas, Electrónicas y de Comunicaciones del Centro de

Argentina), Decomobi, EPAC (Electricistas Profesionales Asociados de Córdoba), FECECOR (Federación de Cooperativas de Córdoba), IRAM (Instituto Argentino de Normalización), regional Córdoba de la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) y las universidades nacionales de Río Cuarto y de Córdoba.

Se suma, además, que esta CONEXPO Córdoba estará caracterizada por una mayor cantidad de actividades respecto de las que usualmente ofrece el evento; quizá se debe a la riqueza industrial de la provincia más el potencial de desarrollo que tiene para seguir creciendo.

## **Exposición de productos y servicios**

Profesionales, ingenieros, arquitectos, empresarios y demás interesados tendrán la oportunidad de recorrer la exposición de materiales y soluciones que ofrecerán en sus stands, los diferentes actores reconocidos en la industria de la iluminación, ingeniería eléctrica, control, automatización



y seguridad; encontrando el asesoramiento de los especialistas de cada empresa.

Serán expuestos al público equipos, materiales y productos para transmisión y distribución en baja y media tensión; instrumentos de medición eléctrica; automatización de edificios; control de procesos; elementos de automatización hidráulica, neumática y eléctrica; sistemas antiexplosivos; componentes eléctricos y electrónicos; elementos de comando para tableros; sistemas e instrumentos de medición; control y medición de fluidos; lámparas y luminarias de avanzada tecnología, etc.

En aire libre está confirmada la participación de *Vademarco*, con una instalación de paneles fotovoltaicos, y *Electroingeniería* con productos de alta tecnología y de producción e integración local, lo que se convierte en un atractivo más para los visitantes.

Algunas de las empresas que estarán presentes se listan a continuación: *Accelar, Bael Iluminación, Beltram, Brother, CCH Commax, Chillemi Hermanos, Cimex, Ciocca Plast, Comsid Soluciones, Deep, Disproserv, Eaton, Elecond Capacitores, Electroingeniería ICS, ELT Argentina, Enersystem, Enexar, Equipamientos Gruben, Equitécnica, Estabilizadores Work, Fem, Gama-Sonic, Grupo Corporativo Mayo, Grupo LGS, Hertig, IEP de Iluminación, Industrias Wamco, Ing. Rubén Levy, La Casa de los Terminales*

*LCT, Lago Electromecánica, Landtec, LM Sistemas Lumínicos, Marlew, Megabarre, Melectric, Measure, Microcontrol, Moeller, Montero Contactos Eléctricos, MRZ, Myselec, RBC Sitel, Red Tecnológica MID, Spotsline, Strand, Tecno Tronic, The ExZone, Tipem, TrivialTech, Vademarco, Viditec y WEG Equipamientos Eléctricos.* Vale comunicar que corresponde a la última actualización, llevada a cabo hacia fines del mes de abril, y que cambios posteriores a la impresión de este número de la revista no están incluidos. Es menester la aclaración, pues semana a semana, el listado se agranda.

### **Conferencias técnicas**

Junto a la exposición, tres salas estarán abiertas para dar lugar a conferencias técnicas, en donde especialistas de las mismas empresas y entidades representativas de distintos puntos del país tratarán temas de actualidad, conformándose en una oportunidad para intercambiar experiencias y recibir capacitación, que sin duda podrá ser aplicada rápidamente en las diversas tareas de los sectores involucrados.

Las disertaciones tocarán los temas que atañen a la actualidad en el rubro: automatización y control, sistemas para energías renovables, productos para instalaciones eléctricas, iluminación con artefactos de leds, ahorro y eficiencia energética en



los sistemas eléctricos de media y baja tensión, sistemas de gestión energética, tecnologías en empalmes de cables, compensación del factor de potencia, seguridad en alumbrado de emergencia y alumbrado eficiente, soluciones en telecomunicaciones, entre otras.

Dentro de esta actividad, se destaca una conferencia en particular: sobre redes inteligentes en distribución, y seguridad eléctrica y normalización, a cargo de IRAM.

### Jornadas

#### Iluminación y Diseño

Diez especialistas fueron especialmente convocados por la Asociación Argentina de Luminotecnia para llevar adelante una jornada sobre iluminación y diseño en el marco de CONEXPO Córdoba.

El objetivo es reunir a profesionales, funcionarios y técnicos de municipios y empresas, fabricantes, comercializadores, ingenieros, arquitectos, diseñadores e instaladores, relacionados con la iluminación en todos sus ámbitos, espacios urbanos, edificios públicos y privados, industrias, etc., para discutir temas de actualidad y difundir el conocimiento. Un tema de especial relevancia será el diseño de iluminación con tecnología led.

#### Automatización y Control

**Fecha: jueves 8 de junio, de 9 a 17 horas**

"La automatización en la cuarta revolución industrial: industria 4.0, internet industrial de las cosas" es el título de la jornada que organiza la Asociación Argentina de Control Automático. Contará con un espacio privilegiado para brindar charlas en cada área, tratando, entre otros temas, el aumento de la productividad utilizando instrumentación, control y sistemas industriales, Industria 4.0, movimiento bajo control, calibración y mantenimiento de instrumentos y sistemas.

Esta jornada es el motivo por el cual CONEXPO Córdoba tiene asegurada la presencia de visitantes del ámbito industrial, especialmente, gerentes y técnicos de plantas productivas.

#### Energías renovables

Según un informe respaldado por la ONU, "Tendencias mundiales en las inversiones energía renovable 2016", la generación de electricidad con carbón y gas en 2015 en el mundo atrajo menos de la mitad de la inversión registrada realizada en energía solar, eólicas y otras energías renovables. A este dato, se suman que Argentina cuenta con un potencial privilegiado para el aprovechamiento de este tipo de fuentes de energía, y que a la fecha, el campo está fértil para presentar proyectos



que conviertan ese potencial en una realidad. CONEXPO contará con un espacio destacado donde especialistas informarán y debatirán con el público acerca de nuevas tecnologías, inversiones y tendencias del mercado actual y futuro. Para la organización, participan también CADIEC y EPAC.

## Encuentros

### Instaladores eléctricos

Prestigiosos especialistas disertarán en cada materia, brindarán conferencias y debates sobre temas como instalaciones eléctricas seguras, responsabilidades de los instaladores, accidentes y aspectos legales. Para la organización y convocatoria está involucrada de forma directa EPAC.

### Distribuidores de productos eléctricos e iluminación

Reunirá a los expertos del sector que tratarán temáticas vinculadas a la distribución de insumos para las industrias eléctrica, electrónica y luminotécnica. CADIME desarrollará esta reunión en defensa del valor de distribuidor en el canal de comercialización.

Será una oportunidad única, dentro de un ámbito exclusivo que congregará a colegas de toda la región. Se tratarán y analizarán temas comunes del sector en un ambiente de diálogos e intercambio

de experiencias, con el objetivo de consolidar políticas comunes para fortalecerse.

Para esta reunión, ya confirmaron su presencia varios distribuidores regionales.

En base a ediciones anteriores, se estiman cinco mil (5.000) visitantes, siendo estos instaladores, técnicos, ingenieros, instrumentistas y/o idóneos de empresas distribuidoras de materiales eléctricos, iluminación y automatización; casas de iluminación; cooperativas eléctricas y empresas de energía; industrias manufactureras de diversos rubros; estudios de ingeniería, arquitectura y obras civiles; empresas de instalaciones y montajes; reparticiones públicas y/o municipales; entidades educativas; cámaras, asociaciones y colegios del sector.

CONEXPO Córdoba ya está dando que hablar, y, los próximos 8 y 9 de junio, ofrecerá además mucho para ver y para aprender. ■



Siempre cerca tuyo...

¡Lanzamos nuestra App para hacer que tu trabajo sea más fácil!

ASESORAMIENTO ONLINE

CUENTA CORRIENTE

OFERTAS / COTIZACIONES

PUNTOS ELECPLUS

Download on the App Store

Get it on Google play

Con esta herramienta innovadora sumamos proximidad para darte el mejor servicio. Podés cotizar en el momento y te confirmamos stock, chatear con un vendedor online para hacer consultas, ver ofertas y descuentos, verificar tu cuenta corriente y tus puntos ELECPLUS, usar una tabla de cálculo para saber qué tipo de cables necesitás para tu instalación y más.

Ya sabés dónde encontrarnos.

**et** **ELECTRO  
TUCUMAN**

- **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

# A better tomorrow is driven by drives

Estás listo?

No importa donde te encuentres, sea cual sea tu aplicación, estamos allí para acompañarte en una amplia gama de industrias. Ofrecemos la disponibilidad de expertos de nivel internacional, productos de calidad y soluciones de accionamientos de CA optimizadas según sea tu necesidad, que permitan al mundo del mañana hacer más con menos.

Desde 1968, hemos sido pioneros en el sector de los convertidores. En 2014 la fusión de Vacon y Danfoss dio lugar a una de las compañías más grandes del sector. Nuestros convertidores de CA pueden adaptarse a cualquier tecnología de motores. Suministramos productos en un rango de potencias de entre 0,18 kW y 5,3 MW.

## 5.000

millones de personas  
en todo el mundo se  
beneficiarán diariamente  
con los productos de  
Danfoss Drives en 2025



## 4.800

especialistas trabajan  
para desarrollar  
convertidores de  
frecuencias cada vez  
más eficientes

# Calentamiento de agua con energía solar

Vademarco  
[www.vademarco.com.ar](http://www.vademarco.com.ar)

Grupo Equitécnica  
[www.grupoequitecnica.com.ar](http://www.grupoequitecnica.com.ar)

Vademarco presenta sistemas para energía solar térmica, los cuales se diferencian en función del tipo de tecnología que utilizan para calentar el agua. La empresa fabrica placa plana, que consiste en un panel con un dispositivo en su interior que recibe la energía solar y la transmite a una cañería por donde circulará el agua. A partir de ahí, puede haber diferentes sistemas: termosifónico (o doble circulación natural) y doble circuito, en donde intervienen mecanismos no atmosféricos. Vademarco se dedica a fabricar placa plana en sus dos versiones: doble circuito, mediante bombas, y circulación natural. Luego hay otro tipo de sistemas que no se fabrican en el país y que Vademarco importa para atender necesidades más específicas. Para cualquiera de las dos modalidades, doble circuito o circulación natural, existen dos formatos: panel y tubos de vacío.

## Calefón solar por termosifón

Los equipos compactos por sistema termosifón son una solución para calentamiento de agua mediante el aprovechamiento de la energía solar. Además de no necesitar elementos de control (bombas, válvulas, etcétera) funcionan sin cuidado alguno. Permiten tener agua caliente a una temperatura de entre cuarenta y noventa grados centígrados (40 y 90 °C).

El sistema soporta presión a cuatro bar (conectado a la red). Cuenta con superficie absorbadora de dos metros cuadrados (2 m<sup>2</sup>), con captador sensitivo de titanio y vidrio templado de cuatro milímetros (4 mm) que soporta granizo.



Los tanques están contruidos con acero inoxidable de excelente calidad y tapas toriesféricas que garantizan un rango seguro de operación, con cubierta de poliuretano expandido de alta densidad de cincuenta milímetros (50 mm) como protección térmica. Pueden ser provistos en versiones de circulación abierta o cerrada, en la cual el agua de la red no circula por los paneles captadores, eliminado los peligros que originan la cal y las heladas.

Se provee con todos los accesorios necesarios para su armado e instalación. Se incluye el panel captador, el bastidor para superficie plana, el tanque de ciento ochenta litros (180 l) y todas las conexiones necesarias para su armado.

En lugares donde se dan noches con temperaturas de congelamiento o donde hay problemas de aguas duras, se recomienda utilizar un equipo por circuito cerrado. En este caso, el agua de consumo





se calienta en forma indirecta por transmisión de calor del agua que circula por el circuito, y se le agrega una solución que evita daños por congelamiento e inhibe la corrosión. En días nublados, el colector igualmente absorbe radiación trabajando normalmente, a excepción de días lluviosos o de excesiva concentración de nubes. En estos casos, un termostato automático (opcional) pone en funcionamiento un equipo de mantenimiento que conserva la temperatura por encima de los cuarenta y dos grados (42 °C) utilizando energía convencional. Se ofrecen modelos estándar, y también especiales bajo especificaciones para aplicaciones específicas.

### Línea TQ de tanques acumuladores

Los tanques acumuladores *Vademarco* de la línea TQ pueden ser suministrados con o sin serpentín interior, son ideales para la producción de agua caliente sanitaria en instalaciones solares con o sin aporte de otra fuente de calor. Están contruidos en acero inoxidable AISI 304 de 2,5 milímetros de espesor, sus fondos son del tipo toriesféricos con cuerpo de rolado completo, soldados eléctricamente con la más alta tecnología en máquinas automáticas.

La aislación térmica para los modelos de hasta quinientos litros (500 l) es de poliuretano de alta

densidad de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor, para los modelos de mayor capacidad la aislación es de poliuretano expandido flexible.

Además de las conexiones estándar de entrada y salida de agua sanitaria, se dispone de otras conexiones para la instalación de sensores de temperatura como así también la posibilidad de instalar resistores eléctricos para calentar el agua en momentos de baja radiación solar. Para evitar la acción de la corrosión el tanque dispone de un ánodo de magnesio. ■

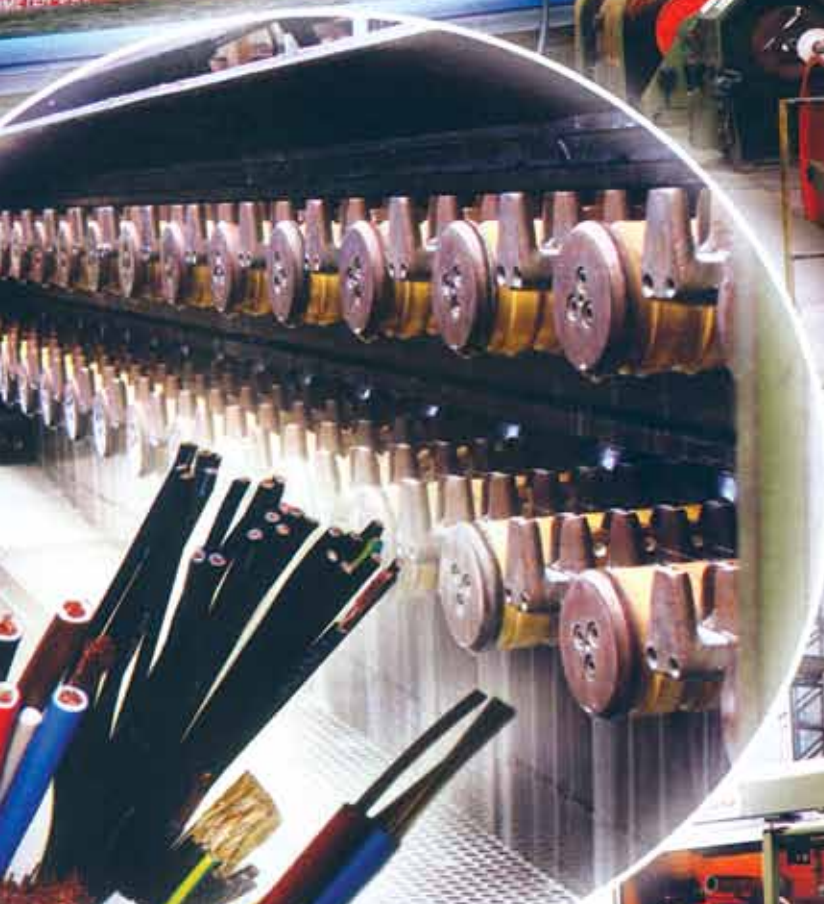




1959-2009

# Pettorossi

*Cables eléctricos*



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



# YARLUX

## NUEVA GENERACIÓN LED

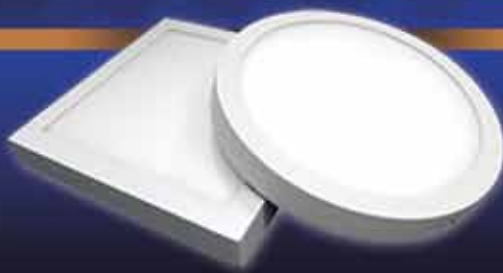
LÁMPARAS LED SMD DIMERIZABLES

LISTONES LED BAJO ALACENA

LÁMPARAS LED FILAMENTO

PANELES LED

PROYECTORES LED



Importación de productos de iluminación

Medina 1538 (C1407JFB) - Ciudad de Bs. As. - Argentina / Tel.:(54 11) 4674-1818 - Fax: (54 11) 4674-4848

[ventas@yarlux.com](mailto:ventas@yarlux.com) - [www.yarlux.com](http://www.yarlux.com)

# Grupos electrógenos: instalación y mantenimiento

Luis Alberto Chavarría

Ingeniero Electricista

Consultor en soluciones de energía y energía para telecomunicaciones

Breve descripción sobre los criterios a utilizar para realizar la instalación y mantenimiento de grupos electrógenos generando en baja tensión con motores a combustión dentro de potencias de emergencia que van de treinta a ochocientos kilovolt-amperes (30 a 800 kVA).

## Palabras clave

Grupo electrógeno, instalación, mantenimiento, nivel de ruido, vibraciones, combustible.

## Especificaciones para la instalación

### Espacio a dejarse entre el grupo y su periferia para permitir el mantenimiento y los posibles desmontajes

Alrededor del grupo debe haber un espacio mínimo que permita realizar los mantenimientos cómodamente (se recomienda un metro, aproximadamente).

También se deberá verificar en aquellos grupos que cuenten con cabinas de insonorización, que las puertas se pueden abrir por completo, habilitando de esta manera el acceso de los materiales para el mantenimiento así como que se pueda desmontar totalmente el grupo.

### Nivel de ruido y cantidad de arranques

En ciertas instalaciones, estos son criterios extremadamente sensibles, que pueden provocar adecuaciones del local con importante incidencia en la envergadura económica en el proyecto.

Se mencionan revestimientos y/o tecnologías absorbentes y/o aislantes de ruidos, resistentes al fuego, aislantes térmicos, etcétera.

La insonorización del local se conseguirá por la combinación de tres procedimientos:

- » Aislamiento: impedir que el ruido atraviese las paredes; en ese caso, el elemento más importante es el espesor de la pared.
- » Absorción: los materiales absorben la energía sonora; este procedimiento se utilizará en las aberturas de ventilación. El resultado es un aumento de las secciones de entrada y salida del aire.
- » Elección de escapes silenciosos.

## Vibraciones

Un grupo electrógeno en funcionamiento genera cierta cantidad de energía vibratoria, la cual se transmite al suelo a través del chasis.

Aunque los grupos, generalmente, incluyen tacos aislantes que absorben esta vibración, es conveniente montarlo sobre una capa protectora adicional. Es decir, una aislación respecto al chasis y otra del chasis respecto al soldado de la construcción. Esta solución es recomendable colocarla en todos los casos de potencia.

## Aberturas del local

El local debe tener cierto número de aberturas, necesarias para su funcionamiento:

- » La puerta que permita el ingreso de los operadores del grupo electrógeno.
- » Aberturas de ventilación (entrada de aire fresco y salida del aire caliente) ubicadas de tal modo que el aire circule en el sentido del alternador hacia el motor. Sus superficies dependerán de la potencia del grupo electrógeno que se vaya

a instalar, de las condiciones atmosféricas generales, del sistema de refrigeración elegido y del procedimiento de la eventual insonorización.

### Acopios de combustible

Con respecto al combustible, es habitual equipar las instalaciones fijas con un depósito diario y un depósito de almacenamiento. Estos dos depósitos pueden reducirse a uno solo si el consumo de combustible líquido del grupo electrógeno es bajo.

El consumo está dado en función de la capacidad de potencia a entregar; como ejemplo, para un grupo electrógeno de treinta y tres kilovolt-amperes (33 kVA), podría ser el de la tabla siguiente.

Consumo	Litros por hora
100% de la carga	9,9
100% de la carga	8,2
75% de la carga	6
50% de la carga	4,2

### Gases de escape

La evacuación de los gases de escape debe ser a los cuatro vientos y cumplir con la normativa vigente de la zona de instalación.



Se debe tener en cuenta que el conjunto de los elementos instalados en la cañería de escape no genere pérdidas (debido a la presión atmosférica) por la altura de escape superiores a la presión admisible por el motor.

### Protección de personas

Es necesario conectar el grupo electrógeno a tierra. Para ello, se recomienda utilizar un cable de cobre de una sección de veinticinco milímetros cuadrados (25 mm<sup>2</sup>) como mínimo para un cable desnudo y dieciséis (16 mm<sup>2</sup>) para un cable aislado, conectado a la toma de tierra del grupo electrógeno y a una jabalina de tierra de acero galvanizado (o cobre) hincada verticalmente en el suelo.

El valor de la resistencia a tierra debe verificar la normativa establecida para este tipo de medición y con referencia al ajuste diferencial de la instalación.

### Antes de la puerta en marcha

#### Comprobaciones de la instalación

- » Verificar que se respetan las recomendaciones generales de instalación (ventilación, escape, fluidos, etcétera).
- » Comprobar niveles (aceite, agua, gasoil, batería).
- » Comprobar que la toma de tierra del grupo electrógeno esté conectada a tierra.

#### Comprobaciones de las conexiones

- » Comprobar los telemandos en su sección y en su número (sector, SA, TGBT, etcétera).
- » Poner bajo tensión los SA para verificar la bomba de combustible (consumo y sentido de rotación), el precalentamiento del agua (intensidad y tensión), el cargador de baterías, etcétera.

### Comprobaciones del grupo electrógeno

#### Verificaciones generales

- » Mecánicas (presión de aceite, temperatura del agua, ausencia del ruido, etcétera).
- » Eléctricas (tensión y frecuencia).

- » Seguridad (parada de urgencia, presión de aceite, temperatura de agua, etcétera).

### Pruebas con carga en la instalación

- » Verificación del campo giratorio.
- » Verificación de la tensión, la frecuencia y la intensidad.
- » Verificación de conmutación de tablero de transferencia normal/urgencia o acoplamiento.

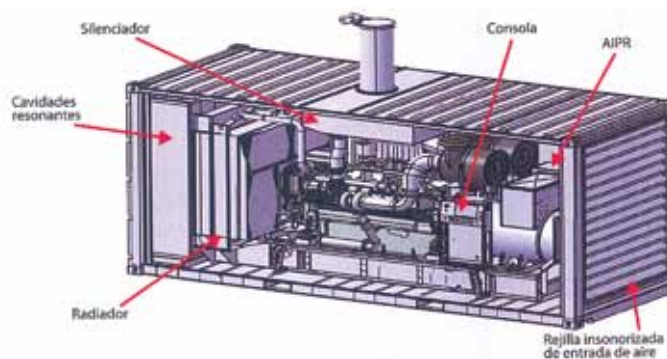
Se recomienda realizar mensualmente una prueba con cincuenta a ochenta por ciento (50-80%) de carga del grupo electrógeno durante una hora, una vez los parámetros se hayan estabilizado. No se recomienda hacer pruebas en vacío (sin carga) y, en caso de que se realice, no debe superar los diez minutos de duración.

### Mantenimientos preventivos

Los planes de mantenimiento preventivo y predictivo se definen en los manuales del fabricante, según corresponda a motores, alternadores, accesorios del tipo de tablero de transferencia y según el modo de funcionamiento (modo continuo, emergencia).

### Controles mecánicos

- » Ajustes mecánicos, tensión de las correas, etcétera.



Representación de un grupo electrógeno de 800 kVA dentro de un contenedor típico

- » Equipos de refrigeración.
- » Ajuste de las fijaciones de los equipos, reajuste de los tornillos y pernos.

### Eléctricos

- » Controles eléctricos, de automatismo y seguridad; baterías; sistemas de carga de las baterías de arranque.
- » Comprobaciones de dispositivos de regulación eléctrica; aislamiento de los auxiliares y su consumo de corriente.
- » Reajuste del juego de barras del alternador.

### Generales

- » Inspección y verificación del funcionamiento general; del sistema de señalización, medición y



La imagen muestra el consumo de energía en el 2002. Para el año 2030, se espera un consumo de energía 50% mayor respecto de los niveles de referencia.



control de sistemas automáticos en caso de que se encuentren instalados.

- » Puesta en marcha del equipo con simulación de emergencia y toma de potencia mediante transferencia de carga real, abasteciendo las cargas habituales.
- » Control y reposición de nivel y presión de lubricante; nivel del fluido refrigerante; funcionamiento de termostatos.
- » Controles del sistema: escape y/o silenciador (nivel de ruido), ventilación y aislación; automatismo de arranque por corte de energía eléctrica de la red (tablero de transferencia automática); refrigeración y/o ventilación, intercambiador de calor y radiador; precalentamiento y/o lubricación; alimentación de combustible (presión de trabajo, filtros).
- » Verificaciones: buen funcionamiento de los circuitos electrónicos de comando y sistema cargador de baterías; mecanismos de seguridad (sistema de alarma, parada y arranque de emergencia); estado de carga, nivel de electrolito; limpieza y lubricación de bornes de los acumuladores; lubricación y temperatura de los rodamientos del alternador en funcionamiento.
- » Chequeo del sistema de renovación del aire.

Potencia	Abono mensual
20- 100 kVA	\$ 1.700
101-400 kVA	\$ 2.400
401-800 kVA	\$ 3.000

- » Ajuste de conexiones eléctricas; limpieza y calibración de contactos y/o protecciones.
- » Ensayo de termografía y detección de puntos calientes en conexionado y tableros de potencia.
- » Limpieza integral.

### **Puntos críticos de una inspección de la autoridad de aplicación**

- » Nivel de ruido (residencial, industrial, franja horaria).
- » Efluentes gaseosos.
- » Puesta a tierra del grupo.
- » Transmisión de vibraciones.
- » Sala dedicada para grupo con puertas.
- » Red de bombas de incendio conectadas a la que accedan los bomberos.
- » Bandeja antiderrame de grupo electrógeno y de tanque de combustible en el caso que se encuentre separado del grupo, así como el tanque auxiliar, si lo tiene.
- » Plano de instalación (memoria técnica).

### **Costos estimados de mantenimiento típicos**

#### **Normativa y legislación para consulta**

- » AEA, *Reglamento para instalaciones eléctricas en inmuebles*
- » ISO 3046 parte 1, 8528; IEC 34; IEC 439; IEEE 115; VDE 0530
- » IRAM 2181, 2200, 2182, G-6, 2046, 2008; IRAM DEF D10-54
- » Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y decretos reglamentarios
- » Ley 13.660 sobre Seguridad de instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos; y decretos reglamentarios
- » Código de líquidos inflamables y combustibles. ■

**Nota del editor:** la nota aquí reproducida fue originalmente publicada en *COPIME La Revista*, edición de agosto de 2016.

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



# Cuadros IP66 para el sector industrial y de la construcción



## Calidad, innovación, seguridad y cuidado del medio ambiente:

son palabras clave que caracterizan la filosofía de SCAME, empresa fundada en Italia en 1963 produce componentes y sistemas para instalaciones eléctricas para uso civil, comercial e industrial.

Los cuadros de la serie BLOCK están dotados de una estructura extremadamente robusta. Fabricados en material termoplástico (ABS, auto extinguido, filtro a los rayos UV). Disponible en versiones para 1, 3, 4 y 5 tomas del tipo industrial.

La serie BLOCK de Scame es la solución indicada para la distribución de energía eléctrica en obras e industrias, cubriendo las más altas exigencias y estándares de calidad internacional, convirtiéndose en la mejor elección para todo profesional del sector eléctrico.

# Nueva tecnología de baterías

EnerSystem Argentina  
www.enersystem.com

Según datos de Naciones Unidas, hoy día hay unas siete mil millones de líneas móviles, la misma cantidad de habitantes que puebla el planeta. El tráfico de datos asociado crece más rápido aún. Esto hace que los proveedores de telecomunicaciones sigan invirtiendo en infraestructura y actualización de sus plataformas para estar a la altura de estas necesidades crecientes.

Algo similar ocurre con la infraestructura de centros de datos (datacenters), donde el crecimiento continúa.

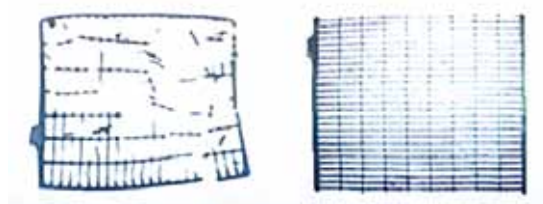
*Los proveedores de telecomunicaciones y almacenamiento de datos necesitan energía de reserva confiable para proteger su infraestructura en expansión.*

Más que nunca, los proveedores de telecomunicaciones y almacenamiento de datos necesitan energía de reserva confiable para proteger su infraestructura en expansión, proporcionar servicio durante los cortes e integrar la energía procedente de fuentes renovables. Asimismo, las empresas buscan reducir sus costos de energía tratando de eliminar la dependencia de los entornos de clima controlado. Por otra parte, el número de interrupciones relacionadas con el clima ha aumentado considerablemente desde 1992 debido a las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático; esto hace que tiempos menores de recuperación sean recomendables.

A mediados de 1970, la compañía *Gates* se adelantó a su tiempo introduciendo una nueva

generación de baterías de plomo ácido conocidas como reguladas por válvula (VRLA). En este tipo de baterías, el electrolito es capturado en un separador de fibra de vidrio que mantiene al electrolito en contacto con el material activo de las placas. Este diseño transforma a la batería en un sistema cerrado gracias a la recombinación de los gases, lo que reduce su mantenimiento.

La pureza de los materiales utilizados en la producción de baterías tiene un efecto pronunciado sobre su rendimiento debido a su estructura de grano más fino que resiste a la corrosión anódica, un factor importante en la degradación de una batería.



Corrosión en placas std (izquierda) y TPPL (derecha)

El arte de la fabricación de baterías TPPL (placa fina de plomo puro) con plomo puro al cien por ciento (100%) se basa en años de experiencia y métodos automatizados que permiten colocar gran cantidad de placas finas comprimidas dentro de los monoblocks, lo que redundará en mayor energía disponible.

*La pureza de los materiales utilizados en la producción de baterías tiene un efecto pronunciado sobre su rendimiento.*

Hoy día, la tecnología TPPL de EnerSys está disponible en capacidades desde 0,5 hasta novecientos amperes-hora (0,5 a 900 Ah), en bloques de doce volts corriente continua (12 Vcc) y celdas de dos (2 Vcc) para todo tipo de aplicaciones.

La necesidad de una batería que puede trabajar a temperaturas extremas, ofreciendo mayor densidad de energía y logrando alta disponibilidad hacen de la tecnología de plomo puro (TPPL) de EnerSys una opción adecuada. Algunos beneficios concretos de esta tecnología son:

- » Mayor tiempo de almacenamiento
- » Tolerancia a temperaturas extremas, logrando bajar costos en controlar el clima
- » Alta densidad de energía, que se traduce en ahorro de espacio



Baterías PowerSafe SBS



Celdas de dos volts continua (2 Vcc) y monoblocks de doce (12 Vcc)

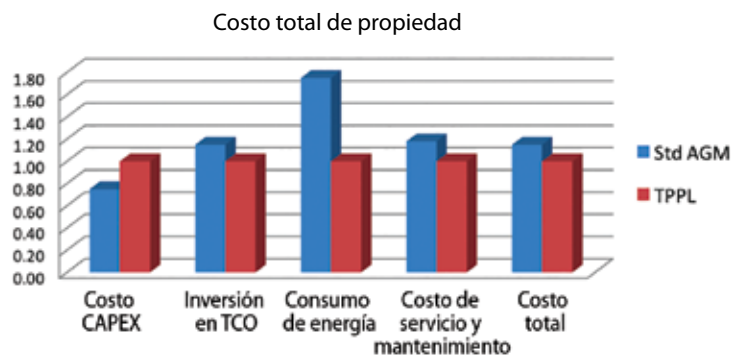
- » Carga rápida que aumenta la disponibilidad ante cortes reiterados
- » Muy baja corriente de flote que permite un ahorro de energía significativo
- » Muy baja corrosión en las placas, aumentando así la vida útil

Estos beneficios se resumen en un costo total de propiedad (TCO) menor a cualquier otra tecnología.

La continuidad de servicio depende principalmente de un elemento (la batería) que ha sido tradicionalmente el eslabón más débil dentro de los sistemas eléctricos.

*Una batería que puede trabajar a temperaturas extremas, ofreciendo mayor densidad de energía y logrando alta disponibilidad.*

Con su gran rendimiento, perfil de alta densidad energética y larga duración, incluso en temperaturas extremas, la tecnología TPPL de EnerSys es la más adecuada para proporcionar el respaldo confiable para sus líneas de comunicaciones de hoy y mañana. ■



# **EH** *ELECTRICIDAD* *CHICLANA*

MATERIALES ELÉCTRICOS



**GREMIO**



**INDUSTRIA**



**ASESORAMIENTO TÉCNICO**



**CONSTRUCCIÓN**



**INGENIERÍA**

**Al servicio de nuestros clientes  
con todas las soluciones.**





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)

# Megabarre está disponible en Argentina

Megabarre  
[www.megabarre.com.br](http://www.megabarre.com.br)

Organización Vulcano  
Servicios empresariales  
[servicioempresariales@ovulcano.com.ar](mailto:servicioempresariales@ovulcano.com.ar)

*Megabarre* es una empresa multinacional brasileña especializada en la fabricación y diseño de soluciones completas para el transporte, la distribución y control de energía eléctrica. Ahora, presente en Argentina gracias a la representación exclusiva de Servicios Empresariales Vulcano, a cargo de Ricardo Silvenses.

Fabricamos una amplia gama de líneas eléctricas inteligentes que incluyen iluminación orientada, distribución en potencias pequeñas (220/380 volts, 25-40 amperes), medianas (un kilovolt, 400-5.000 amperes) y máximas (36 kilovolts, 800-20.000 amperes), con economía, eficiencia, seguridad y mínimas pérdidas.

Estamos en continuo proceso de mejoras tecnológicas, la actualización de nuestros productos, la mejora constante de nuestros medios de fabricación, de los sistemas de gestión e industriales, las inversiones en nuevas máquinas y equipos como así también la formación de nuestro personal son factores críticos para convertirse en un líder del mercado.

Ofrecemos los más modernos medios para garantizar la calidad, la rapidez y la puntualidad en el servicio a nuestros clientes.

Nuestro equipo altamente especializado asesora a los clientes de una manera diferente: pues dibujar en 3D el proyecto de la instalación —diseñado para reducir el tiempo entre la etapa de aprobación y el inicio de la producción— lo que reduce el tiempo de entrega de los productos, ya sea en zonas industriales, edificios, centros comerciales o en las plantas de generación de energía termoeléctrica, hidroeléctrica, etcétera. Los equipos son modulares y ofrecen un producto adaptado a la zona en

cuestión, respetando los tamaños y formas de los espacios, proporcionando así una instalación ideal y segura.

El concepto de calidad “total” y la orientación al cliente son las principales características de *Megabarre*. Tenemos la certificación ISO 9001, ISO 14000 y 18000 OHSAS. Además, todos nuestros productos y componentes son probados previamente en laboratorios reconocidos internacionalmente y certificados de conformidad con las normas técnicas requeridas.

## **Mistral: solución más eficiente para la distribución de los proyectos de iluminación**

El sistema *Mistral* blindado de líneas eléctricas prefabricadas se utiliza para la distribución de los puntos de iluminación y pequeñas potencias hasta cuarenta amperes. Está diseñado principalmente para ser instalado en edificios industriales, comerciales y de servicios.



Los valores nominales de corriente del sistema *Mistral* son 25 y 40 amperes IP 55. Las fases

conductoras son de cobre electrolítico y están aisladas en toda su longitud, con un material termoplástico autoextinguible y libre de halógeno. La carcasa también se utiliza como conductor a tierra, está disponible tanto en acero galvanizado en caliente como en acero galvanizado revestido en caliente con poliéster (blanco, ral 9016), siendo este último recomendado en los lugares donde se requiere resistencia a los agentes químicos. Se proveen en circuitos simples o dobles, separando los dos circuitos con una división mecánica, a lo largo del barral.

### **Barras de distribución de baja tensión**

#### ***MV*, bus de barras ventilado**

El sistema de líneas eléctricas prefabricadas *MV* ha sido diseñado para redes de potencia media y está especialmente recomendado para la distribución de energía en industrias; centros comerciales; edificios públicos, comerciales y residenciales; hoteles; hospitales; etcétera.



Se proporciona el sistema de la línea *MV* eléctrica prefabricada para corrientes nominales de 630 a 6.000

amperes con barras conductoras de aluminio o cobre, conductores en baja tensión (hasta un kilovolt). Tiene cajas de derivación *plug-in* hasta 800 amperes para permitir la inclusión de diversos sistemas de protección, tales como disyuntores, seccionadores o fusibles. El grado de protección del bus ventilado *MV* es IP 31.

El sistema puede tener varias configuraciones. La protección a tierra se lleva a cabo por la envolvente, cumpliendo IEC 60439-2. Los conductores de aluminio son totalmente estañados y aislados, mientras que el cobre no recibe recubrimiento, simplemente aislamiento.

El sistema de línea de *MV* eléctrica prefabricada consta de una carcasa con canales de ventilación, a través de dos perfiles tipo omega de chapa de acero galvanizado en caliente que se utiliza como conductor de protección. Estas carcasas tienen aberturas para derivar cada 0,5 metros, alternadamente, protegidas por ventanas que impiden el contacto accidental con las barras conductoras, incluso cuando están abiertas.

Los aisladores del sistema prefabricado *MV* se comprimen sobre bases de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tienen excelentes propiedades dieléctricas de alta resistencia mecánica a los esfuerzos de cortocircuito y no son higroscópicos.

#### ***MB*: bus de barras blindado**

El sistema de líneas eléctricas prefabricadas *MB* ha sido diseñado para redes eléctricas de potencia media y está especialmente recomendado para la distribución de energía en las industrias, centros comerciales, edificios públicos y residenciales, hoteles, hospitales, etcétera. El sistema de la línea *MB* eléctrica se proporciona prefabricada para corrientes nominales de 160 a 800 amperes con aluminio o cobre, conductores en baja tensión (hasta un kilovolt). Tiene accesorios *plug-in* hasta 800 amperes para permitir la inclusión de derivaciones y diversos sistemas de protección, tales como disyuntores, seccionadores o fusibles. El grado de protección del bus blindado *MB* es IP 54.

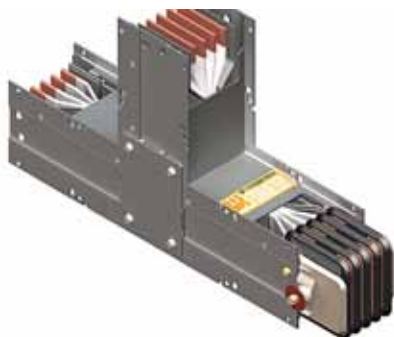
El sistema puede tener varias configuraciones. La protección a tierra se lleva a cabo por la envolvente, cumpliendo IEC 60439-2. Los conductores de aluminio son totalmente estañados y aislados, mientras que el cobre no recibe recubrimiento, simplemente aislamiento.

El sistema de línea de *MB* eléctrica prefabricada consta de una carcasa ciega de dos perfiles tipo omega ( $\Omega$ ) de chapa de acero galvanizado en caliente que se utiliza como conductor de protección. Estas carcasas tienen aberturas para derivar cada 0,5 metros, alternadas, protegidas por ventanas

que impiden el contacto accidental con las barras conductoras, incluso cuando están abiertas.

Los aisladores del sistema prefabricado *MB* se comprimen sobre bases de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tienen excelentes propiedades dieléctricas de alta resistencia mecánica a los esfuerzos de cortocircuito y no son higroscópicos.

El bus ventilado *MB* se puede pintar de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por el cliente.



### **Impact: bus de campo de barras pegadas**

El sistema de líneas eléctricas prefabricado *Impact* fue diseñado para el transporte y distribución de energía eléctrica de alta potencia y está especialmente recomendado para las subestaciones, conexiones transformador-cuadros de distribución y como sistema de distribución principal de energía para industrias, centros comerciales, edificios comerciales y residenciales, hoteles, hospitales,

etcétera. Se proporciona para corrientes nominales de 400 a 4.000 amperes, con conductores de aluminio y para corrientes nominales de 630 hasta 5.000 con conductores de cobre. La carcasa está fabricada de aleación de aluminio extruido, que le da al producto una excelente rigidez y resistencia mecánica. La versión estándar se puede utilizar en condiciones climáticas extremas o cuando las especificaciones requieren un campo magnético de baja inducción (como edificios comerciales de alto valor u hospitales).

El producto estándar se ofrece con distintas configuraciones. Los conductores de aluminio están completamente estañados, mientras que el cobre no recibe recubrimiento como estándar, pero pueden ser estañados o de plata electrochapada, de acuerdo con las especificaciones del cliente. La versión estándar del sistema *Impact* se suministra pintada en color ral 7037.

El sistema de prefabricado líneas eléctricas *Impact* se produce con tecnología sándwich, las barras colectoras se comprimen sin dejar ningún espacio dentro de la carcasa y están completamente aislados por una película de poliéster no higroscópico y libre de halógenos (clase térmica 150 grados centígrados). Esta tecnología garantiza el alto rendimiento de los productos en relación con la caída de tensión, incluso a largas distancias por las corrientes altas. El grado de protección IP 55 es estándar (IP 66 a petición) solo para líneas de transmisión sin cajas de conexiones. Para instalaciones en la intemperie, se debe utilizar una cobertura adicional.

La unión entre los elementos se realiza por medio de un sistema monobloque con uno o más tornillos (dependiendo del sistema de la corriente nominal), que proporciona continuidad eléctrica entre elementos de trayecto. El tornillo de sujeción tiene dos cabezas hexagonales: la primera se utiliza durante la instalación, la aplicación del par de apriete especificado (85 nanómetros) que rompe la cabeza dejando solo la segunda, que permanecerá disponible para el mantenimiento futuro. Una etiqueta de advertencia roja confirma el par de apriete correcto



en una sola pieza. No hay necesidad de ninguna herramienta especial para el montaje del sistema monobloque. La conexión mecánica se completa con la instalación de la tapa de unión, asegurando así la protección IP 55 (o IP 66, de encargo). Un bloqueo mecánico evita que el instalador pueda completar la instalación mecánica, en caso de que la conexión eléctrica no se haya realizado correctamente.



Fase no segregada (IP55) MT-FS



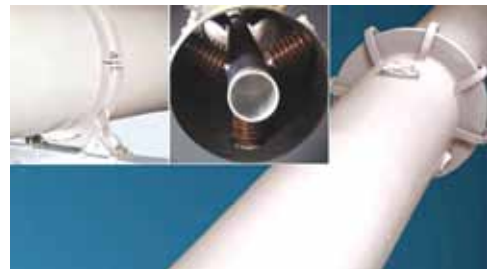
Fases segregadas (IP55) MT-FI



Etapas aislados (IP65)

### **MT, conducción en transmisión de energía en media tensión, hasta 36 kilovolts**

Con varias aplicaciones y, en general, utilizadas en la interconexión entre los generadores y transformadores elevadores, aparatos de maniobra para derivar protección y maniobra a los transformadores auxiliares en las plantas de generación de energía. El tipo de metal enclosed también se utiliza en grandes instalaciones industriales para hacer la conexión entre el transformador y paneles de celdas de media tensión. ■



# 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**.

DIRECCIÓN NACIONAL DE  
**DEFENSA DEL  
CONSUMIDOR**



Organización de los  
Estados Americanos



RED DE CONSUMO  
SEGURO Y SALUD

Secretaría de Comercio



Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación

# ¡Si la marca es **STECK**, la producción no se detiene!

Desde 1975 **STECK** esta reconocida por el alto grado de tecnología y calidad de su amplio portafolio de productos. Orientada a la excelencia del interfaz hombre-maquina, **STECK** ha desarrollado su línea de control y protección basado en los más altos estándares de tecnología, ergonomía y seguridad al usuario, aunado al ya reconocido costo beneficio de sus productos.

No te equivoques, para mayor control, eficiencia y seguridad de sus operaciones industriales, **STECK es tu marca.**



**Energizando nuestro continente**



Belisario Hueyo 165 - Avellaneda - CP B1870BNA - Buenos Aires - República Argentina  
Tel.: +54 11 4201-1489/7534 / Fax: +54 11 4222-2473 - [ventas.ar@steckgroup.com](mailto:ventas.ar@steckgroup.com)

# STECK

# Prysmian celebra un siglo en Argentina

Prysmian Group  
ar.prysmiangroup.com

Con una presencia a nivel global, Prysmian es uno de los proveedores más importantes en sistemas de energía y telecomunicaciones donde se requieren soluciones innovadoras de alta calidad y tecnología. Empresas de todo el mundo la han considerado para la realización de proyectos estratégicos que precisan un diseño específico, adaptándose a las necesidades particulares de cada cliente.

Ciento cincuenta años de experiencia, una facturación de 7,5 millones de euros, 21.000 dependientes en cincuenta países y 82 plantas



industriales son números que dan cuenta de la relevante posición que la empresa ocupa en la industria de cables y sistemas de energía y telecomunicaciones a nivel mundial.

*En 1921, en el establecimiento de Donato Álvarez (barrio de Flores, ciudad de Buenos Aires) comenzó una producción de considerable importancia, y la planta local se convirtió en la primera de corte industrial de la empresa fuera de Europa.*

## Los inicios

La historia de Prysmian es prácticamente la misma que la de la industria del cable. En 1872, Giovanni Battista Pirelli fundó una empresa en Milán (Italia), y la bautizó con su propio apellido. Rápidamente se convirtió en una de las marcas más conocidas a nivel

mundial: primero lideró el mercado en su país, se extendió por Europa y llegó hasta América. Ahora, en Sudamérica, *Prysmian* tiene fábricas en Brasil y oficinas comerciales en Chile, además de una extensa red de representantes en el resto de los países.

En julio del 2005, se fundó *Prysmian* tras la adquisición de las actividades de cables y sistemas de energía y comunicaciones del grupo *Pirelli*. En el año 2011, se produjo la fusión con *Draka*, dando origen a la denominación *Prysmian Group*, por la cual se la conoce actualmente, transformándose así en el líder mundial en la producción y comercialización de cables y sistemas de energía y telecomunicaciones.

### En Argentina...

El año 1917 marcó el comienzo de la actividad comercial de cables en Argentina.

Numerosos son los acontecimientos que se han sucedido a lo largo de la vida de *Prysmian* en el país durante los últimos cien años.

En 1921, en el establecimiento de Donato Álvarez (barrio de Flores, ciudad de Buenos Aires) comenzó una producción de considerable importancia, y se convirtió en la primera planta industrial de *Pirelli* fuera de Europa, marcando un hito en la historia de la compañía. A efectos de abastecer la creciente demanda de cables, en 1929, sobre una extensa área del barrio de Mataderos, se construyó



otro importante complejo industrial —actual fábrica “La Rosa”— dotado con las tecnologías más avanzadas del momento.

Desde el inicio de sus actividades, la empresa protagonizó hechos de orden tecnológico y empresarial que vale mencionar; algunos de ellos, con trascendencia nacional, como fue la instalación en el año 1939 del laminador de cobre Krupp, la planta más importante de laminación y trefilado de cobre de Sudamérica. Esto permitió abastecer al país de alambro de cobre, cuya importación había quedado totalmente suspendida como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial. En 1960 se marcó otro hito en la vida de la empresa con la inauguración del primer equipo en América para la fabricación de cable OF (*oil filled*) con circulación de aceite fluido para la transmisión de energía eléctrica hasta 132 kilovolts. Desde principios de aquella década, se proveyó e instaló la mayor parte de las redes de cables de 132 y 220 kilovolts (algunas continúan en servicio), incluidos los accesorios para su instalación y mantenimiento.

En 1982 se inauguró la planta de cables ópticos, la primera en su tipo en Sudamérica. El año 2001 marcó el inicio para la renovación del equipamiento para fabricación de cables subterráneos de alta tensión. En el año 2006, se fabricó el primer cable subterráneo de 220 kilovolts en Argentina.



### El presente

*Prysmian* participa en grandes obras de transmisión y distribución de energía eléctrica, y en la construcción de redes de telecomunicaciones y obras de infraestructura para transportes vial y ferroviario. Asimismo, en infinidad de obras de las diversas actividades industriales, como petroquímica, siderúrgica, agroalimentaria y construcción, entre otras, por lo que afirma que ha ocupando un rol protagónico en el desarrollo de la Argentina.

Con el soporte internacional de un importante número de centros de investigación y desarrollo, *Prysmian* ha lanzado constantemente líneas de productos de vanguardia con marcas registradas que perduran en el tiempo y se han convertido en referentes del mercado como sinónimo de un producto de alta calidad y confiabilidad. El apoyo de una amplia red de distribuidores permitió que los productos llegaran hasta los puntos más extremos de nuestra geografía.

Actualmente, dentro de la extensa gama de productos, se incluyen todos los cables necesarios para la alimentación de energía e iluminación de edificios domiciliarios e industriales, la conexión de aparatos electrodomésticos, máquinas, equipos y circuitos de comando. *Prysmian* suministra todos los cables y accesorios de baja, media y alta

tensión utilizados por las compañías eléctricas en sus instalaciones urbanas y rurales, tanto para líneas aéreas como subterráneas. La provisión de materiales se complementa con el de servicios llave en mano, segmento en el que cuenta con una vasta experiencia internacional en el diseño e instalación de redes de energía y comunicaciones, tanto terrestres como submarinas.

*En 1982 se inauguró la planta de cables ópticos, la primera en su tipo en Sudamérica. El año 2001 marcó el inicio para la renovación del equipamiento para fabricación de cables subterráneos de alta tensión. En el año 2006, se fabricó el primer cable subterráneo de 220 kilovolts en Argentina.*

*Prysmian* fabrica cables multipares de cobre con distintos tipos de aislación y protecciones de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Las nuevas instalaciones para fabricación de cables ópticos permiten satisfacer la demanda del mercado de las telecomunicaciones en continuo ascenso. Proyectos como FTTH (*fiber to the Home*) con provisión de cables y accesorios es un nuevo mercado que ya comenzó a crecer.



## Los valores de siempre

El mayor patrimonio de *Prysmian Group* es la experiencia, innovación y conocimientos de sus empleados. Desde sus inicios, la empresa ha sido escuela para todos los que ingresaron a trabajar en ella. Por eso, desde el año 2015 participa del programa "Graduates": tras un importante proceso selectivo, los profesionales que ingresan en las diversas disciplinas (ingeniería, economía, administración), mediante un plan de capacitación y de entrenamiento laboral en variadas funciones, aprenden todo lo relacionado con el negocio. Después de un año de entrenamiento en el país de origen, los incorporados a la empresa desarrollarán funciones en cualquiera de las filiales que *Prysmian* posee alrededor del mundo, iniciando de esta forma su carrera laboral con una capacitación de base completa.

"Excelencia", "integridad" y "comprensión" son los tres conceptos en los que ha basado su permanencia en el mercado. A continuación, lo que entiende por cada uno:

- » Excelencia: lo bueno, nunca es suficientemente bueno. Combinación de rigor e instinto de negocio para brindar soluciones novedosas para cada tipo de requerimiento.
- » Integridad: en el campo de la ética, ningún desafío es demasiado grande o pequeño, si implica hacer las cosas de manera correcta.
- » Comprensión: respeto por las diferencias de opiniones e ideas, y enfoque más agudo sobre las necesidades de los clientes.

*Prysmian participa en grandes obras de transmisión y distribución de energía eléctrica, y en la construcción de redes de telecomunicaciones y obras de infraestructura para transportes vial y ferroviario. Asimismo, en obras de las diversas actividades industriales, por lo que afirma que ha ocupando un rol protagónico en el desarrollo de la Argentina.*

## El futuro

Respecto del futuro de la empresa, *Prysmian Argentina* ha sido elegida como centro de excelencia en Sudamérica para la producción de cables subterráneos de alta tensión (132-220 kilovolts).

Durante el mes de enero 2017, se ha aprobado un importante plan de inversión de doce millones de dólares para dotarla del equipamiento de las más altas tecnologías, tanto en los procesos productivos como en los laboratorios de pruebas, generando a su vez fuentes de trabajo genuino directa e indirectamente.

En el área de las telecomunicaciones, la fábrica de cables ópticos fue dotada de nuevo equipamiento. La actual capacidad de producción permite absorber la creciente demanda de cable óptico de las empresas operadoras de voz, video y datos.

## Conclusiones

La continua actividad desarrollada por *Prysmian* durante estos cien años de vida industrial en Argentina, independientemente de los ciclos económicos de nuestro país, demuestran la profunda vocación de atender con productos y servicios al creciente mercado de la energía y las telecomunicaciones.

Cien años es más que un acontecimiento en la vida de una empresa, en verdad, es la suma de infinitud de historias de personas que con esfuerzo, dedicación y lealtad han hecho posible construir este hecho histórico. ■

**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  
Comisión de Regulación de Energía Eléctrica

Te invitamos a conocer más  
acerca de nosotros entrando a

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

100

AEA | 100 AÑOS





Dynamic  
Design



BLANCO



NEGRO



ROJO



CHAMPAGNE



AZUL ELECTRICO



GLAM



**NUEVO PRODUCTO**  
Módulo conector USB 1A

Siempre  
conectado



Carga  
celulares y tablets



VERENA  
BLANCO | NEGRO | GRIS



PLATINUM  
BLANCO



PLATINUM  
NEGRO

# Propuesta de aislamiento más amigable con el medioambiente

Thomas Diggelmann, Denis Tehlar,  
Jocelyn Chang, Sebastian Zache  
ABB Suiza  
ABB Alemania  
[www.abb.com](http://www.abb.com)

Durante décadas, las propiedades únicas del hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ) lo han convertido en el medio preferido de aislamiento y conmutación para la aparata eléctrica. Pero el hexafluoruro de

azufre es un gas con efecto invernadero y los costos de gestión del ciclo de vida aumentan con el uso. ABB lleva varios años investigando alternativas con propiedades de aislamiento e interrupción del arco



Figura 1. El hexafluoruro de azufre ha demostrado su eficacia como medio de aislamiento para aparata eléctrica, pero preocupa su contribución al calentamiento global. ABB ha desarrollado una alternativa que, en algunos casos, tienen el mismo rendimiento que el hexafluoruro de azufre. La imagen ilustra GIS de alta tensión.

eléctricas similares a las del hexafluoruro de azufre pero con menor impacto ambiental. En Suiza, presenta la primera planta piloto de aparataje aislada en gas (GIS) del mundo que emplea una nueva mezcla de gases.

En la industria y los servicios de suministro, el calentamiento global y el cambio climático están impulsando la sustitución de muchos productos por alternativas respetuosas con el medioambiente. El omnipresente hexafluoruro de azufre, un gas artificial creado a principios del siglo XX como medio de aislamiento y conmutación, no es una excepción. Por sus excelentes propiedades de aislamiento eléctrico e interrupción de arco, el hexafluoruro de azufre permite operaciones seguras y fiables e instalaciones de aparataje mucho más pequeñas.

Pero el hexafluoruro de azufre es un gas con efecto invernadero y los costos de gestión del ciclo de vida asociados a su manipulación están creciendo, especialmente al retirar del servicio subestaciones antiguas. Estos costos aumentarán con la demanda de electricidad y, por tanto, de aparataje de alta y media tensión aislada en gas. Este factor convierte en urgente la búsqueda de una alternativa al hexafluoruro de azufre respetuosa con el medioambiente.

ABB ya ha desarrollado y puesto en servicio interruptores de alta tensión aislados en aire que emplean dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como medio de aislamiento y extinción de arcos, y unidades de anillo principal (RMU) de media tensión que emplean aire en un diseño de aparataje aislada en gas. Pero estas soluciones solo solventan una parte del problema: necesitamos una alternativa al hexafluoruro de azufre que se pueda usar en un campo de aplicaciones más amplio.

### La búsqueda de un medio de aislamiento y conmutación

Las características técnicas principales para un gas aislante para aparataje son la resistencia dieléctrica y la capacidad de extinción de arcos. Para GIS, hay otras propiedades menos obvias pero igualmente importantes: punto de ebullición bajo,

toxicidad baja, estabilidad, inflamabilidad baja, ausencia de potencial de agotamiento del ozono (ODP) y potencial de calentamiento global (GWP) muy bajo [1]. El GWP se expresa como la relación entre la cantidad de calor atrapado por una masa de gas determinada y la cantidad atrapada por una masa similar de dióxido de carbono. Se calcula por un intervalo de tiempo dado, normalmente, veinte, cincuenta o cien años.

Grupos de investigación de todo el mundo han trabajado mucho para encontrar una alternativa adecuada al hexafluoruro de azufre. Hasta el momento, no se ha descubierto ninguna que reúna todas las propiedades necesarias.

*Hace falta una alternativa al hexafluoruro de azufre que se pueda usar siempre.*

### Mezcla de gases a base de fluorocetona

Para facilitar la búsqueda de un sustituto del hexafluoruro de azufre, se emplearon métodos informáticos (desarrollados por terceros) para cribar moléculas apropiadas para el aislamiento de alta tensión [5]. Estos métodos hacen un cribado virtual de moléculas para detectar su GWP, toxicidad, inflamabilidad, etcétera, seguido de un estudio de



Figura 2. Modelo molecular de  $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$

descomposición y punto de ebullición. Muy pronto surgió una familia de fluoroalquenos, fluoroalquil sulfuros, fluoroalcoholes y fluoroalquilaminas como fuente de un posible candidato [5].

Tras muchos años de investigación, ABB identificó una alternativa al hexafluoruro de azufre respetuosa con el medioambiente y que reunía todas las propiedades necesarias. La mezcla de gases se basa en un producto de la empresa 3M llamado *Novac 5110 Dielectric Fluid*, una cetona perfluorada con cinco átomos de carbono ( $C_5$  PFK) [1, 6] (ver figura 2). Suministrado como líquido, se vaporiza y se mezcla durante el proceso de llenado. La mezcla de gases de fluorocetona para aplicaciones de aparata se desarrolló en colaboración con 3M y se ha bautizado con el nombre de *AirPlus*.

La nueva mezcla de gases contiene:

- » Fluorocetona, dióxido de carbono y oxígeno para GIS de alta tensión
- » Fluorocetona, nitrógeno y oxígeno para GIS de media tensión

Esta molécula fluorada se descompone rápidamente bajo la luz ultravioleta en la atmósfera inferior. El ciclo de vida atmosférico de la molécula es corto (unos quince días, frente a 3.200 años del hexafluoruro de azufre). Se descompone en dióxido de carbono que permanece en la atmósfera y otras moléculas arrastradas por la lluvia. Las cantidades son bajas, y la contribución al calentamiento global, insignificante. Gracias a ello, el GWP de la nueva mezcla de gases es inferior a uno, menor que dióxido de carbono ( $GWP = 1$ ). Además, la molécula fluorada es prácticamente no tóxica, no inflamable y ni la propia sustancia ni sus productos de descomposición destruyen la capa de ozono.

Las pruebas en laboratorios de ABB han demostrado el elevado potencial de las mezclas de fluorocetona como medio de conmutación e interrupción con valores nominales de transporte y distribución. La mezcla de gases no pone en peligro la calidad y la fiabilidad de los equipos y tiene

un GWP extremadamente bajo. Es el único medio de aislamiento disponible hasta el momento con un GWP menor o igual a uno testeado según normas IEC y que cumple criterios de comportamiento similares a los establecidos para el hexafluoruro de azufre.

*Tras muchos años de investigación, ABB ha identificado una mezcla de gases que sirve como alternativa al hexafluoruro de azufre y reúne todas las propiedades necesarias.*

### Análisis del ciclo de vida (LCA)

Según la norma de gestión ambiental ISO 14040, el LCA tiene en cuenta tres principales contribuyentes a las emisiones de dióxido de carbono equivalentes:

- » Materiales
- » Fugas del gas de aislamiento y pérdidas durante su manipulación
- » Pérdidas de energía

Las condiciones límite asumidas para GIS de alta tensión son:



Figura 3. Contribuciones relativas a emisiones de dióxido de carbono equivalentes

- » Ciclo de vida de treinta años
- » Tasa de fugas de gas del 0,1 por ciento al año y pérdidas del uno por ciento durante la manipulación y del uno por ciento durante la retirada del servicio
- » Funcionamiento al cincuenta por ciento del flujo de corriente nominal durante treinta años

El LCA indica que la GIS de alta tensión con Air-Plus puede reducir las emisiones de dióxido de carbono equivalentes hasta un cincuenta por ciento. El porcentaje restante se atribuye a materias primas, fabricación y pérdidas térmicas.

Aunque la contribución de los materiales a las emisiones de dióxido de carbono equivalentes es ligeramente mayor para GIS con la mezcla de gases PFK, las pérdidas de energía son menores y las pérdidas por fugas y manipulación, casi nulas (ver figura 3).

Además, en equipos de media tensión, que tienen presiones y cantidades de gas menores, *AirPlus* ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono equivalentes a lo largo del ciclo de vida de la aparata. Cuando la manipulación no es responsabilidad del fabricante o queda fuera de su control, la

nueva mezcla de gases garantiza la reducción de casi el total del impacto climático de los escapes de gas.

La nueva tecnología tiene otras ventajas:

- » Se evitan los procedimientos reglamentarios exigidos para el hexafluoruro de azufre, como mantenimiento de registros de inventarios, requisitos especiales de manipulación y medidas a adoptar para llenar y desmantelar los equipos.
- » Se evitan los impuestos relacionados con el SF aplicables en algunos países.

### **Primera instalación de GIS con la nueva mezcla de gases**

Cuando se inició el desarrollo, de la nueva tecnología, la compañía eléctrica suiza *EWZ* se encontraba en las primeras fases de planificación de una nueva subestación en Zúrich para sustituir la aparata aislada en aire (AIS) de los años '40. Se había fijado el objetivo de utilizar tecnologías innovadoras con baja huella de carbono en la subestación, en línea con su visión de suministrar energía sostenible siempre que fuera posible. También se tuvieron en cuenta nuevas tecnologías que aún no estaban comercializadas.

La nueva tecnología de *ABB* encajaba perfectamente con la idea de *EWZ*: GIS fiable, compacta y con bajo impacto ambiental en los lados de alta



Figura 4. GIS con la nueva mezcla de gases instaladas en Zúrich.  
a) GIS de alta tensión, 170 kilovolts; b) GIS de media tensión, 24 kilovolts

y de media tensión. Ambas empresas colaboraron para integrar la nueva tecnología en la red en una instalación piloto. La subestación de Zúrich recién puesta en servicio consta de ocho bahías GIS de alta tensión y cincuenta de media tensión (ver figuras 4 y 5). Tiene todos los componentes de una GIS convencional con terminales de cable.

Los paneles de media tensión proceden de la moderna fábrica de GIS de ABB en Ratingen

(Alemania), mientras que la GIS de alta tensión se fabricó en la vanguardista planta de ABB en Oerlikon (Suiza), situada junto a la nueva subestación de EWZ (ver figura 6).

Las bahías de GIS se activaron en el verano de 2015 y empezaron a transportar y suministrar electricidad a la ciudad de Zúrich un par de meses más tarde.

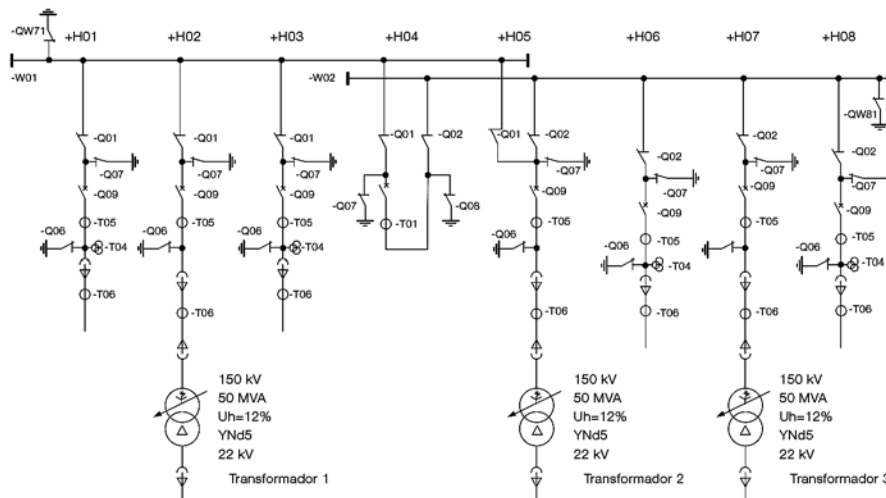


Figura 5. Esquema de una línea de aparata de alta tensión instalada en la subestación EWZ



Figura 6. Subestación de EWZ de Zúrich: la primera instalación de aparata piloto con la mezcla de gases que sustituye al hexafluoro de azufre. a) El edificio de la subestación de Oerlikon; b) la fábrica de GIS alta tensión de ABB se ve detrás de la subestación.

La subestación piloto marca un hito importante en la senda hacia una alternativa al hexafluoruro de azufre y proporcionará experiencia operativa a largo plazo del funcionamiento de la red. En los próximos años, *EWZ* y *ABB* aplicarán esta experiencia para reducir aún más la huella de carbono de la aparatación.

*La mezcla de gases se basa en una cetona perfluorada con cinco átomos de carbono y se desarrolló en colaboración con 3M.*

### **Futura huella de carbono de la red**

La aparatación con hexafluoruro de azufre se usa desde hace décadas y está aceptada en el sector eléctrico. Su diseño compacto y su bajo impacto ambiental convierten la GIS en una evolución sostenible. La manipulación en circuito cerrado y las bajas tasas de fugas reducen la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida de la GIS. Por ello, el hexafluoruro de azufre seguirá siendo el principal medio de aislamiento de GIS en los próximos años. Pero una alternativa como AirPlus podría reducir aún más la huella de carbono de la red eléctrica. ■



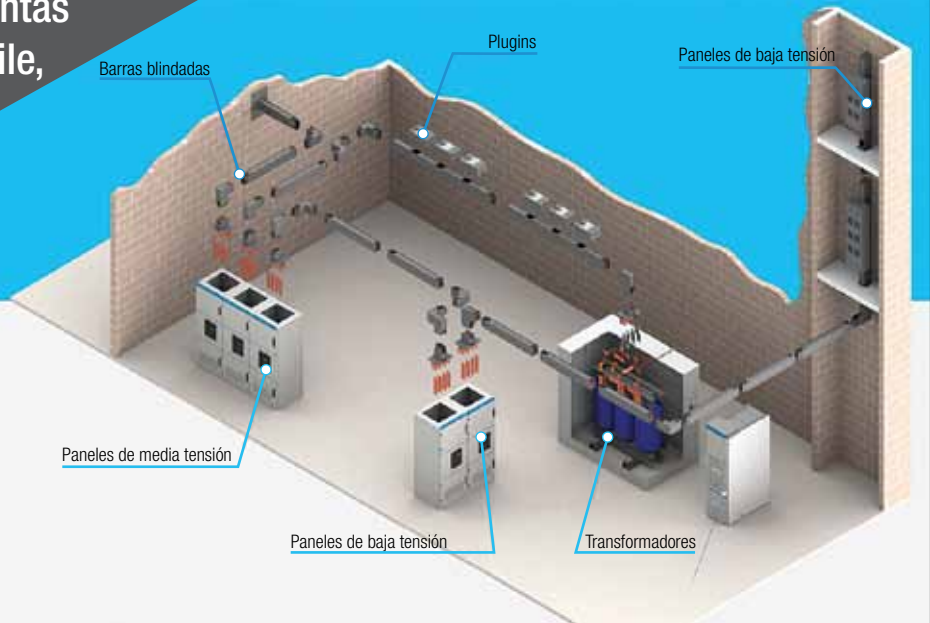
### **Referencias**

- [1] Simka, P. y Ranjan, N. (2015), "Dielectric Strength of C5 Perfluoroketone," en *19th International Symposium on High Voltage Engineering*, Pilsen, Czech Republic
- [2] Devins, J. C. (1980) "Replacement gases for SF<sub>6</sub>," *IEEE Transactions on Dielectric Electrical Insulation*, vol. 15, pp. 81–86.
- [3] Christophorou, L. G. et al. (1997), "Gases for electrical insulation and arc interruption: possible present and future alternatives to pure SF<sub>6</sub>," *National Institute of Science and Technology (NIST)*, Washington D.C., *Technical Note 1425*
- [4] L. Niemeyer (1998), "A systematic search for insulation gases and their environmental evaluation" en *Gaseous Dielectrics VIII*, New York, Kluwer/Plenum pp. 459–464.
- [5] Rabie, M. y Franck, C. M. (2015), "Computational screening of new high voltage insulation gases with low global warming potential," *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 11, no. 1, pp. 296–302.
- [6] Mantilla J. D. et al. (2014), "Investigation of the insulation performance of a new gas mixture with extremely low GWP," *IEEE 2014 Electrical Insulation Conference*, Philadelphia, pp. 469–473.

**Nota del editor:**

Nota publicada originalmente en *ABB Review* 2/2016.

Megabarre es una empresa dedicada al diseño y fabricación de sistemas para el transporte, el control y la distribución de energía eléctrica en Media y Baja Tensión, con origen en Brasil y plantas industriales en Italia y Chile, **ahora en ARGENTINA**



Representante exclusivo

Organización VULCANO Sistemas Empresariales  
[sempresariales@ovulcano.com](mailto:sempresariales@ovulcano.com)



**BANCOS AUTOMÁTICOS  
 DE COMPENSACIÓN DEL  
 FACTOR DE POTENCIA Y  
 FILTRADO DE ARMÓNICOS**



Anchoris 273 (C1280AAE)  
 Buenos Aires, Argentina  
 Tel: (+54 -11) 4304-1056  
 Fax: (+54-11) 4306-9950





Av. Corrientes 5060 (C1414AJQ) C.A.B.A.  
Tel. (011) 4858 1640 / 4854 8672  
[www.lummina.com.ar](http://www.lummina.com.ar)

# IRAM celebra sus 82 años

Fundado en 1935, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) festeja el 2 de mayo un nuevo aniversario.

Instituto Argentino de Normalización  
IRAM  
[www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar)



Con la visión de constituirse en referente en el ámbito nacional, regional e internacional para la mejora de la competitividad de las organizaciones y el bienestar de las personas, el IRAM representante de ISO en Argentina, conmemora sus 82 años de vida el 2 de mayo.

Creado en el año 1935 por representantes de los diversos sectores de la economía, del gobierno y de las instituciones científico-técnicas, IRAM nació como una institución técnica, independiente y representativa que, desde 1937, ha sido reconocido como Organismo Nacional de Normalización por sucesivas legislaciones nacionales.

Con la misión de contribuir a mejorar la calidad de vida y la seguridad de personas y bienes, así como promover el uso racional de los recursos y la innovación, y facilitar la producción, el comercio y la transferencia de conocimiento, su actividad fundamental consiste en el desarrollo de normas y procesos que contribuyan a obtener mejores servicios y productos en pos del bienestar de todos. Así, a lo largo de 2016, ha elaborado más de 130 normas IRAM, gestionado más de 30.000 consultas, otorgado más de 7.400 certificaciones y recertificaciones, capacitado a más de 14.700 personas y recibido a más de 90 nuevos socios.

“Los logros de IRAM tienen como destinatarios a la sociedad en su conjunto; desde el sector

productivo y de servicios, hasta el de los consumidores; orientados siempre hacia la sostenibilidad de las actividades y abarcando todo lo que hace a la mejora de la calidad de vida de la población”, señaló Héctor Cañete, presidente del IRAM.

Por su parte, el director general, Ing. Alberto Schiuma, puntualizó: “El desafío de nuestro Instituto es acercar la normalización al ámbito de lo cotidiano, para que sea una herramienta cada vez más simple y expeditiva, ya que las normas están presentes en la mayoría de las actividades que realizan los consumidores”.

## Acerca de IRAM

IRAM es una asociación civil sin fines de lucro, de carácter privado, dirigida por organizaciones que representan a los sectores de la producción, el consumo y el interés general, cuyo objetivo es contribuir a mejorar la calidad de vida y la seguridad de personas y bienes. Además, promueve el uso racional de los recursos y la innovación.

En el campo de la normalización, IRAM es el único representante argentino ante las organizaciones regionales de normalización, como la Asociación Mercosur de Normalización (AMN) y la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), y ante las organizaciones internacionales: Organización Internacional de Estandarización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en este caso, en conjunto con la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

Además, ofrece servicios de certificación, defendiendo la posición argentina en organismos regionales e internacionales del rubro, y cuenta con un área de formación de recursos humanos. ■

EDIFICIOS DE  
DEPARTAMENTOS  
Y CORPORATIVOS

CLIENTES  
COMERCIALES

PARQUES  
INDUSTRIALES



CLIENTES  
RESIDENCIALES



EMPRESA  
DISTRIBUIDORA



## Sistema Elster EnergyAxis®

La solución integrada en redes bidireccionales de radiofrecuencia para empresas distribuidoras de electricidad, gas y agua.

Elster es el líder de la industria y principal proveedor de soluciones de Infraestructura Avanzada de Medición (AMI - Advanced Metering Infrastructure), comunicaciones y sistemas automatizados de medida para las empresas de distribución en el mundo. Pionero en el desarrollo y despliegue de redes controladas con tecnología mesh, presenta el sistema EnergyAxis®, una solución integrada de AMI, para usuarios residenciales comerciales e industriales de las compañías distribuidoras de electricidad, gas y agua.

Sustentado por una red inalámbrica de radiofrecuencia sin antenas ni costos de infraestructura, el EnergyAxis® con comunicación de dos vías utiliza tecnología multi-hop, de repetición y auto-registro para enviar y recibir información hacia y desde los medidores instalados. EnergyAxis® potencia a las distribuidoras para minimizar sus costos, mejorar la eficiencia operacional, reducir las pérdidas no técnicas e implementar nuevos programas de demanda y cambio de tarifas en forma remota.

Para conocer como redefinir la medición en su empresa, contáctenos:  
Elster Medidores S.A. / Galileo La Rioja S.A.  
Tel.: (011) 4229-5600 - Fax: (011) 4229-5656  
e-mail: [elster.medidores@ar.elster.com](mailto:elster.medidores@ar.elster.com)



elster

RETROFIT

TABLEROS

CONDUCTOS

Somos una empresa Argentina de diseño, fabricación y montaje de tableros y equipamiento eléctrico, tanto en baja y media tensión. Fundada en 1992, emprendemos el objetivo de desarrollar las mejores soluciones de control y distribución de energía eléctrica, para que nuestros clientes puedan desempeñar sus funciones de la mejor manera, con la óptima eficiencia energética para el cuidado del medio ambiente.



www.disproserv.com.ar

# DISPROSERV

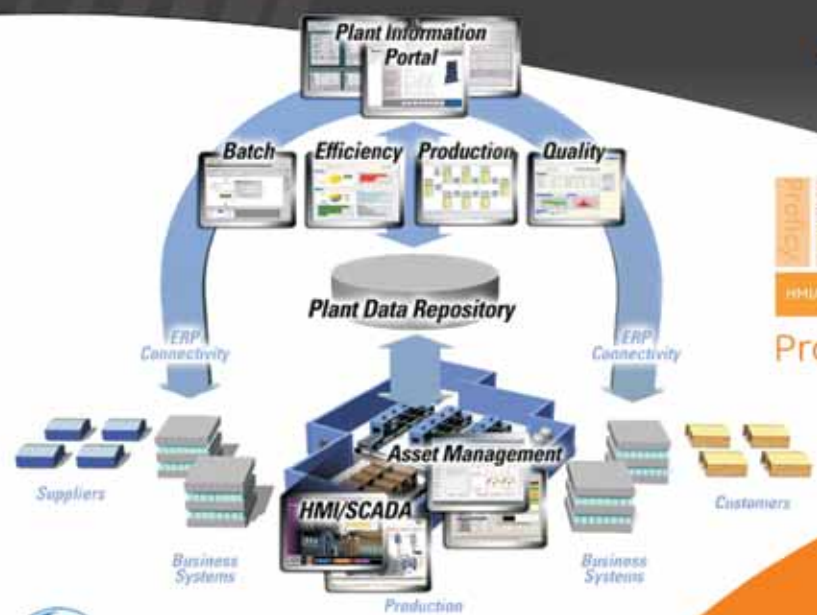
Representantes oficiales de NOREN

Esmeralda 4668 (B1604CSM), Florida Oeste  
Buenos Aires, Argentina  
TEL: (+54 11) 4760 6710  
FAX: (+54 11) 4760 7663  
ventas@disproserv.com.ar

Tu empresa crece,  
nosotros te acompañamos...

## ila group

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



Proficy HMI/SCADA - iFIX



GE Intelligent Platforms

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

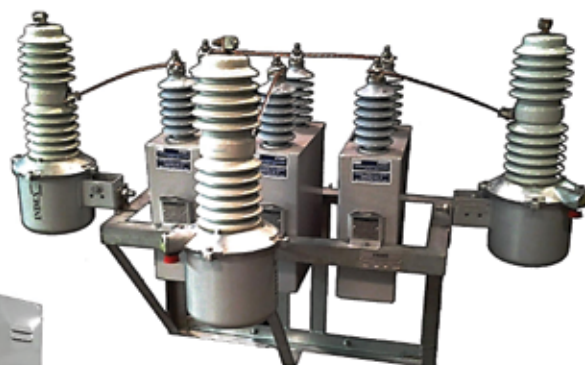


## Ahorre energía eléctrica y dinero corrigiendo el factor de potencia y filtrando corrientes armónicas

Ingeniería y Asesoramiento para la corrección de factor de potencia y filtrado de armónicas.

Servicios especializados en la gestión de energía y mejoramiento de la eficiencia energética.

Productos disponibles en baja y media tensión.



Comprá en nuestra **tienda online** desde cualquier lugar y momento

+54 11 4303 1203

info@grupoelecond.com

www.grupoelecond.com

San Antonio 640, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

# Tablet PC para aplicaciones industriales

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

Siemens ha lanzado al mercado una tablet PC veloz, denominada *Simatic ITP1000*. Tiene una pantalla proyectiva-capacitiva, táctil, de 10,1 pulgadas, el último procesador *Intel Core i5 Skylake*, y un módulo de plataforma segura (TPM). Gracias a su diseño industrial, está especialmente preparada para servicios, producción, medición y pruebas, además de permitir el monitoreo y control de sistemas de automatización por parte del operador in situ al lado de la máquina o proceso.

Soporta *Windows 7* y *Windows 10*. Con muchas interfaces diferentes y características de productos, la tablet es versátil, se puede usar en cualquier lado, y se puede integrar a conceptos de planta nuevos y existentes.

Esta tablet PC está equipada con un chipset de alto rendimiento con la última tecnología para CPU, *Intel Skylake*. La DDR4 RAM se puede mejorar hasta 16 gigabytes, y también se puede agregar una unidad SSD (unidad de estado sólido) de



256 o 512 gigabytes. Aún las tareas de automatización adaptadas a medida se manejan de modo flexible con las funciones industriales tales como RFID (identificación por radio frecuencia), lector de códigos de barra, cámara, y seis botones de funciones de programación libre. Una amplia variedad de interfaces como Bluetooth, WAN, LAN de un gigabit, RS 232 DC-in en serie, miniDP, ranura para tarjeta SD, un puerto USB tipo C y también brindan soporte dos puertos USB 3.0. La PC tiene un módulo TPM 2.0 integrado para proteger el sistema y los datos, y un sistema de cierre Kensington para evitar robos. Se ha diseñado también una estación de conexión (*docking station*) con replicador de puertos que permite un práctico acoplamiento con una sola mano para poder utilizar la nueva tablet PC de Siemens como una estación de trabajo completa con monitor externo.

*Está especialmente preparada para servicios, producción, medición y pruebas, además de permitir el monitoreo y control de sistemas de automatización por parte del operador in situ al lado de la máquina o proceso.*

Las aplicaciones de servicios típicas de la nueva *Simatic ITP1000* son videos tutoriales para tareas de mantenimiento simples, información de servicio relacionada con la ubicación y acceso remoto a las plantas. En los campos de la medición y pruebas, el uso que se le puede dar a esta tablet PC incluye simulaciones mecánicas como aquellas que minimizan el nivel sonoro emitido por automóviles y aeronaves, además de mediciones de consumo de energía, flujo y temperatura. Las aplicaciones de producción incluyen videos para capacitación de empleados nuevos, estaciones de montaje móviles, gestión de

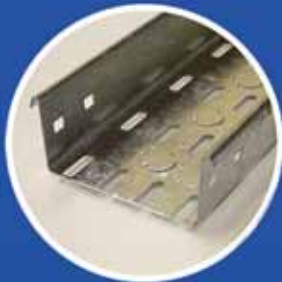
calidad, básculas para recolección de pedidos y sistemas de transporte sin conductor. Para el control y monitoreo del operador, el *Simatic ITP1000* es útil para tareas relacionadas con ubicación, navegación interna, *SmartAccess* a los paneles y visualización basada en Web. Las aplicaciones de *Office* para evaluación de datos de producción, por ejemplo *Excel*, completan la propuesta de posibles aplicaciones de la nueva tablet PC industrial de Siemens.

*Las aplicaciones de producción incluyen videos para capacitación de empleados nuevos, estaciones de montaje móviles, gestión de calidad, entre otros.*

### **Información general**

La nueva tablet PC industrial es parte del portafolios Siemens de PC industriales *Simatic*. Esto incluye las líneas de productos escalables de PC box, panel y rack, que se complementan con las versiones adicionales para aplicaciones especiales. La línea *Simatic IPC* —desde dispositivos compactos sin ventilador hasta potentes IPC de alta gama expandibles— está específicamente diseñada para aplicaciones industriales. Para ingeniería de automatización móvil, los usuarios también utilizan los dispositivos de programación industrial *Simatic Field PG*. ■

Línea perforada



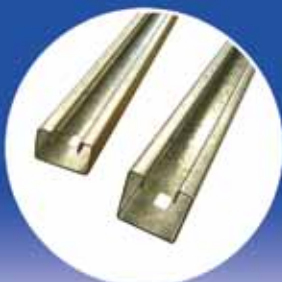
Línea escalera



Pintura, iluminación y decoración



Línea perfil "C"



Accesorios



La distribución de la energía es un tema difícil, ELECE le simplifica una buena parte

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



## Pértiga de maniobra telescópica Sección triangular - VTT



**DETECTORES DE TENSION**



**GRAPA DE LÍNEA VIVA**



**PUESTA A TIERRA TEMPORARIA**

FASTEN S.A. | Perdriel 1606 | Buenos Aires, Argentina | Telefax: (+54 11) 4301 6938 // 4301 5986 // 4302 8567 // 4302 8573  
[fasten@fasten.com.ar](mailto:fasten@fasten.com.ar) | [www.fasten.com.ar](http://www.fasten.com.ar)



# EL DISEÑO HACE UNA DIFERENCIA

## ELEMENTO FUSIBLE A EXPULSION

### Otros Fabricantes

#### LOS LLAMADOS ELEMENTOS DE PLATA

Algunos fabricantes afirman que ofrecen elementos fusibles con elemento de plata, pero en realidad los elementos no son totalmente de plata sino de construcción de cobre o estaño.

Los elementos fusibles de Cobre y Estaño no absorben el calor con efectividad. Cuando estos fusibles llevan corrientes cercanas a su punto mínimo de fusión, los fusibles pueden sufrir daños. Esto afecta su capacidad de interrumpir las corrientes de falla con la precisión para la cual fueron diseñados.

Con el paso del tiempo, los elementos fusibles se convierten en menos tolerantes al calor y operan bajo corrientes de carga o corrientes de falla bajas.

#### DISEÑO EMOBINADO

Otros fabricantes utilizan un diseño en donde el elemento está devanado apretadamente al alambre tensor. Este tipo de diseño puede no tolerar el estrés mecánico que causa el cambio diario en la corriente de carga o las sobretensiones. Esto puede llevar a que el elemento fusible se dañe, a una operación no deseada y a una interrupción no planeada para sus clientes.

#### CONEXIÓN CRIMPADA

Las conexiones crimpadas tienen el potencial de aflojarse durante el manejo normal y la operación. Cuando la conexión del elemento fusible está comprometida, el eslabón fusible operará y a menudo llevará a una operación no deseada.

### Elementos Fusibles Positrol®

#### ELEMENTOS DE PLATA

47  
Ag  
107.87

La plata se funde a 960° C, a una temperatura mucho más alta que los otros elementos. Durante el 90% de su tiempo de fusión, la plata se encuentra en la fase de calentamiento y absorbe mucho calor antes de cambiar de estado.

Esto permite a los eslabones fusibles con elementos de plata llevar corrientes que están muy cerca del tiempo mínimo de fusión sin que el elemento sufra ningún daño en sí mismo.

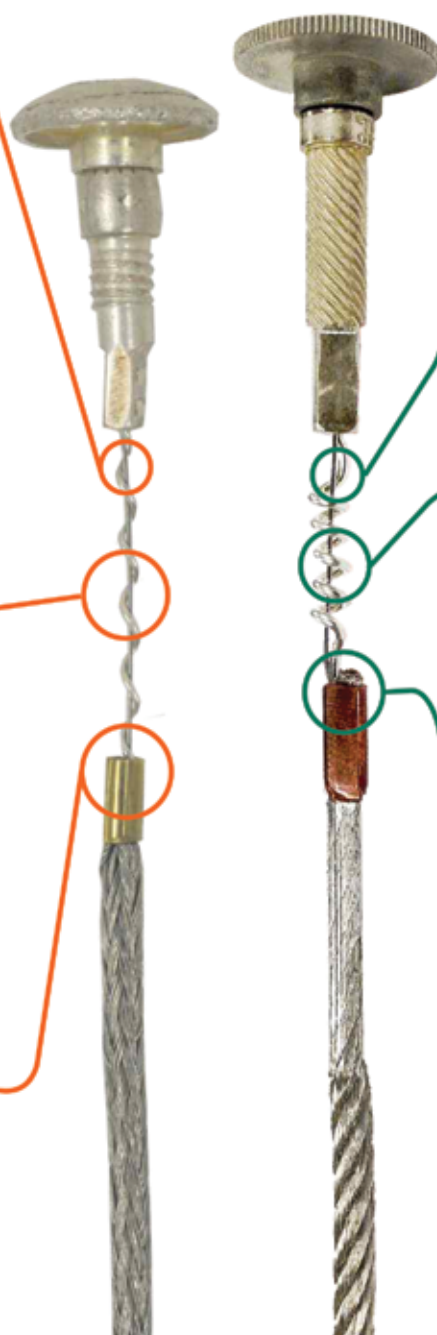
#### EMBOBINADO HELICOIDAL

Los eslabones fusibles instalados en un cortacircuito están sujetos a tensión mecánica. Conforme el elemento en el fusible se calienta y se enfría bajo condiciones típicas de corriente de carga, el elemento se expande y se contrae.

Un diseño de emboinado helicoidal permite estas tensiones mecánicas y eléctricas. Esto evita el daño al elemento fusible bajo condiciones normales de operación.

#### CONEXIÓN PENSADA

El cómo un elemento fusible está conectado al eslabón fusible influye en que tan confiablemente éste operará. El prensado permite al elemento fusible estar sujeto con seguridad a los otros componentes del eslabón fusible. Esto proporciona una conexión confiable para la transferencia de corriente y una conexión segura mientras el eslabón fusible está sujeto a tensión mecánica.



## S&C ELECTRIC COMPANY

Excelencia a través de la Innovación

Conéctese con nosotros:

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

© S&C Electric Company 2016, All Rights Reserved

Fabricado en Argentina bajo licencia exclusiva:

**FAMMIE**  
**FAMI S.A.**

Homero 340 - CABA - Argentina

Tel 11.4635.5445 / [fami@fami.com.ar](mailto:fami@fami.com.ar)

# Protección de fase segura

SBT-630: seccionador unipolar NH hasta 630 amperes

LCT  
www.lct.com.ar

LCT presenta en su catálogo un vasto listado de productos para la protección de fase. En esta oportunidad, destaca el seccionador unipolar para líneas aéreas preensambladas de baja tensión.

Su uso es recomendado para la intemperie, especialmente para el seccionamiento y protección con fusibles NH de líneas aéreas preensambladas de aluminio. Admite fusibles NH-1, 2 y 3, y un rango de conductores de veinticinco a noventa y cinco milímetros cuadrados (25 a 95 mm<sup>2</sup>).

El diseño de la tapa permite un cierre independientemente de contar o no con un fusible en su interior, lo cual garantiza que las partes metálicas con tensión no queden expuestas.

El dispositivo cuenta con diversos indicadores luminosos que dan cuenta del estado del fusible (colocado o quemado). Asimismo, presenta ojal con precintado y su diseño es encastrable (para conexiones de dos, tres o cuatro fases). Dadas sus características, LCT sostiene que su SBT-630 constituye un elemento de seguridad indispensable en cualquier tendido de cable preensamblado.

La fabricación responde a los requisitos de la norma 60974 de la Comisión Electrotécnica Internacional. Está compuesto por materiales de calidad, con un cuerpo de nailon 6/6 con treinta y tres por ciento (33%) de carga de fibra de vidrio. Por su



parte, los contactos son de cobre electrolítico y están recubiertos superficialmente con estaño.

## Acerca de LCT

LCT es una empresa argentina que se dedica a la fabricación y comercialización de productos para el tendido de líneas, desde herramientas, hasta terminales e incluso, seccionadores. Su planta industrial está ubicada en la ciudad de Buenos Aires, y desde allí atiende a todo el país y exporta a dieciocho más. Lleva adelante una política de stock permanente, lo que le permite satisfacer con rapidez los pedidos recibidos. La misma relevancia da a la calidad. ■

Modelo	Entrada	Salida	Fusible	Amperaje máximo	Conexión
SBT-630C	25-95 mm <sup>2</sup>	25-95 mm <sup>2</sup>	NH-1, 2 y 3	630 A	Conector (incluido)
SBT-630T	25-95 mm <sup>2</sup>	25-95 mm <sup>2</sup>	NH-1, 2 y 3	630 A	Terminal (no incluido)



## LÍNEA OFICINA



Panel Led Dimerizable  
50W



Panel Led Dimerizable 50W  
Con Control de  
Temperatura de Color



Panel Led 50W Con Rajas  
De Inyección Aire Acondicionado



Panel Led Dimerizable  
1200 x 300 mm  
50W



Downlight Led Para Embutir  
18W



Downlight Led Para Aplicar  
18W

## LÍNEA INDUSTRIAL / ESTACIONES DE SERVICIO



Luminaria Estanco LED 32W  
220 VCA Y 24 VCC  
(Alimentación)



Campana Industrial Led  
75W



Campana Industrial Led  
Y Alero de Estación de Servicio  
100W



Campana Industrial Led  
Y Alero de Estación de Servicio  
150W

## LÍNEA EXTERIORES Y PERIMETRAL



Proyector Led  
25W



Proyector Led  
50W



Proyector Led  
150W

## EQUIPOS AUXILIARES



Protector Contra  
Sobretensiones de Rayos



Driver Led  
Interior Y Exterior  
Corriente y Tensión Constante  
Dimerizable



Placa Led 140W  
(Varias Potencias  
Y Tamaños)



Lentes/Ópticas  
(Simétricas y De  
Alumbrado Público)



Módulo Led  
Multipropósito  
25W



# 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)

# CUANDO MEDIR BIEN ES LO MÁS IMPORTANTE

**ETS-LINDGREN**  
An ESDO Technologies Company

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"

**QUALITROL**  
Defining Reliability



Monitor inteligente para transformadores  
**ITM 509**

**MTE**

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**



**Vimelec s.a.**  
IMPORTA - REPRESENTA - DISTRIBUYE

Virrey Liniers 1882/6 (C1241ABN) CABA | Argentina  
Telefax: (+54-11) 4912-3998/4204 // 4911-7304  
vimelec@vimelec.com.ar | [www.vimelec.com.ar](http://www.vimelec.com.ar)



GRUPO CORPORATIVO  
**MAYO**

- FÁBRICA DE TRANSFORMADORES
- PLANTA IMPREGNADORA DE POSTES
- FÁBRICA DE MORSETERÍA Y HERRAJES
- DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS
- TRANSPORTE PROPIO A TODO EL PAÍS



PRODUCIMOS PARA LA GENTE QUE TRABAJA CON ENERGÍA

# Nuevas tendencias en iluminación de emergencia

Gamasonic  
www.gamasonic.com.ar

Al analizar la elección de un sistema de emergencia debemos basarnos en las siguientes consideraciones:

- » Costos de instalación y mantenimiento
- » Calidad de la iluminación
- » Disponibilidad de la iluminación

## Costos de instalación y mantenimiento

Frecuentemente, al estudiar un proyecto, focalizamos nuestro análisis en el costo de cada luminaria, pero no es la única variable a tener en cuenta, siendo mucho más importante, en este sentido, el costo total de la instalación, de mantenimiento y la calidad de la iluminación, lo cual detallaremos a continuación.

### Costo total de la instalación

En primer lugar, debemos calcular la cantidad de equipos de iluminación de emergencia necesarios para cubrir el área a iluminar.

Esto depende de la luminosidad total de los equipos (al final de la autonomía) y de la distribución de la luz que brinda cada uno de ellos de acuerdo a sus características (lentes, direccionamiento de faros, apertura angular, orientabilidad, etc.).

### Costo de mantenimiento

Dado que en la actualidad los equipos de emergencia se fabrican con leds y la vida útil es muy elevada, es poco probable que un equipo quede fuera de servicio por esta causa.

Por lo tanto el mantenimiento estará vinculado a las baterías.

Dependiendo de la calidad y tipo de material con el que está fabricada la batería, nos obligará a realizar cambios con mayor o menor frecuencia.

Por lo tanto, la instalación más económica será aquella que demande menos cantidad de equipos para iluminar el mismo área con el mismo nivel de iluminación, ya que ahorraremos por un lado en cantidad de equipos y por el otro en la mano de obra para la instalación de estos.

En ese caso, la elección de equipos sin todos estos avances tecnológicos resultará más costosa aunque el valor unitario de cada uno sea menor.

El equipo más barato no generará una provisión completa e instalación más barata.

Tipo de batería	Vida útil (años)	Ciclos de operación (unidades)	Temperatura ambiente máxima (°C)	Memoria
Litio	5	1200	60	Sin memoria
Níquel - Cadmio	5	800	60	Con memoria
Plomo - Ácido (GEL)	2	---	25	Con memoria

## Calidad de la iluminación

### Lentes

Dado que hoy en día la gran mayoría de los equipos de iluminación de emergencia utilizan como fuente luminosa el led, esto brinda la oportunidad del uso de lentes para el redireccionamiento de la luz hacia la zona que lo necesite y así garantizar la homogeneidad de la iluminación y un mayor alcance.

De esta manera permite realizar el diseño específico de la lente, acorde a cada necesidad.

Como ejemplos de aplicación de lentes, podemos señalar los siguientes:

- » Lentes para pasillos
- » Lentes para ambientes rectangulares
- » Lentes con gran apertura angular, para áreas cercanas.

- » Lentes con reducida apertura angular, para áreas lejanas.

En todos los casos, obtiene una mayor cobertura luminosa que con un equipo tradicional.

### Direccionamiento de faros

Hay aplicaciones en las cuales resulta necesario el direccionamiento de la iluminación, por ejemplo en el encuentro a 90° de dos pasillos, logrando iluminar dicho sector y parte de ambos pasillos.

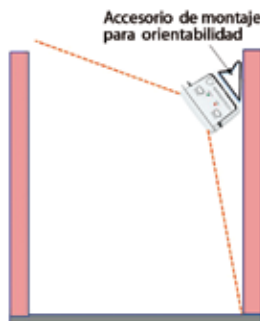
### Apertura angular

Los equipos sin direccionamiento deben tener una apertura angular de 120°, de forma tal de lograr una amplia cobertura lateral y vertical. De esta manera deberemos colocar menos equipos y lograremos homogeneizar el nivel de iluminación a nivel de piso.



### Orientabilidad

Habitualmente debemos iluminar el camino de salida de emergencia y por lo tanto el equipo debe contar con accesorios que lo inclinen y así iluminar el piso como objetivo principal. En estas condiciones lograremos un mayor nivel de iluminación sobre el piso y/o lugar de trabajo.



### Luminosidad constante

Por otra parte, resulta importante contar con un nivel de iluminación constante durante el período de emergencia y por ende durante la autonomía indicada por el fabricante.

Para ello, el equipo debe contar con un sistema que garantice luminosidad constante desde el primer instante hasta el último.

Existen muchos equipos que, al no contar con esta tecnología, iluminan su nivel máximo al

comienzo de su autonomía pero esta va disminuyendo a medida que avanza dicho período, llegando a niveles muy bajos de luminosidad al final.

### Cantidad de leds

Hoy en día y con todos los avances tecnológicos indicados anteriormente, no es relevante la cantidad de leds por equipo.

Particularmente un equipo con cien leds puede iluminar mucho menos que uno con un solo led de alto rendimiento.

Por lo tanto los datos a tener en cuenta son el flujo luminoso total (lm) y la distribución luminosa.

Por lo tanto la calidad de iluminación está directamente relacionada con la mayor uniformidad en la distribución de luz y la uniformidad de la luz a lo largo de la autonomía. En ese caso hablamos de una mejor instalación.

### Disponibilidad de la iluminación

#### Encendido inteligente

Cuando se produce el corte de suministro y comienza a funcionar el equipo puede suceder que se necesite apagarlo.

Luego, al regresar el suministro eléctrico el equipo se reseteará automáticamente y ante un nuevo evento volverá a encenderse, contando así con disponibilidad permanente.

Esto nos garantiza la disponibilidad del equipo sin necesidad de operar interruptor o selector, con la consiguiente probabilidad de olvido en el cambio de posición del mismo y no encenderá ante un nuevo evento.

Muchos equipos que se comercializan en el mercado poseen interruptor/selector. En estos casos, al interrumpirse la energía durante el día, por ejemplo en edificios, muchos encargados los apagarán y luego quedarán los interruptores en esa posición, manteniéndose apagadas para el próximo corte de energía, quedándose a oscuras...

Por esa razón es muy importante el encendido inteligente.

Según la norma IEC 60598-2-22, las luminarias de emergencia, en el caso que posean modo de inhibición, este debe anularse automáticamente al regreso de la tensión de línea.

**Variedad de oferta Gamasonic**

Todos los productos *Gamasonic* indicados a continuación poseen encendido inteligente.

Dentro de la amplia oferta disponible en productos *Gamasonic*, podemos clasificarlos de acuerdo a su aplicación del siguiente modo:

**Uso Interior (IP20): oficinas, pasillos de salida de emergencia, viviendas, hotelería, gastronomía, comercios, linterna portátil.**

- » Línea: Argenta (GX-4040 SLIM) – 40 leds – 250 lm – Autonomía 15 hs
- » Línea: Argenta (GX-4040) – 40 leds – 250 lm – Autonomía 30 hs.
- » Línea: Argenta (GX-4033 SLIM) – 32 leds + 1 led de 1 W – 200 lm – Autonomía 4 hs.
- » Línea: Argenta (GX-4033) – 32 leds + 1 led de 1W – 200 lm – Autonomía 9,5 hs.
- » Línea: Argenta (GX-4060 SLIM) – 60 leds – 380 lm – Autonomía 10 hs.
- » Línea: Argenta (GX-4060) – 60 leds – 380 lm – Autonomía 20 hs.
- » Línea : Argenta (GX-4060 PLUS) – 60 leds – 380 lm – Autonomía 30 hs
- » Frog: con lente para pasillos
- » Frog: con lente para ambientes
- » Frog: con lente para áreas medianas a grandes

**Uso (IP43): pasillos industriales de salida de emergencia, depósitos, áreas operativas, producción y áreas industriales interiores. 2 faros orientables**

- » Línea: GX2F – 8 leds con apertura 25° y 4 leds con apertura 100° – 1300 lm – Autonomía 6 hs. Área de cobertura: 400 m².
- » Línea: GX2F Plus – 18 led – 3.800 lm – Área de cobertura: 1.600 m².

**Uso (IP65) intemperie: playas de maniobra para despacho al intemperie, playas de estacionamiento intemperie, centros de distribución, gimnasios, natatorios, estadios, espacios públicos al aire libre, industria alimenticia y otras donde requieran lavar los equipos instalados. Tres faros orientables**

- » Línea: GX3F – 18 leds con apertura 25° – 1.560 lm – Autonomía 3,5 hs. Área de Cobertura: 600 m². ■



Línea GX3F



Línea Argenta



Línea Frog



Línea GX2F



Línea GX2F Plus



# DISTRIELECTRO

Distribuidor de  
materiales eléctricos

Seguinos en



Somos una empresa distribuidora mayorista de materiales eléctricos con gran trayectoria en el campo de las compañías mayoristas más importantes del país. Desde hace tiempo que trabajamos con profesionalismo y dedicación para ofrecerle a todos nuestros clientes los mejores productos en el rubro de electricidad.

Nuestro objetivo es brindar el mejor servicio a través de materiales eléctricos de excelente calidad. Para cumplir con esta meta contamos con un equipo de trabajo que está compuesto por expertos en la venta de materiales eléctricos. Cada uno de los miembros de este equipo se capacita continuamente para conocer las

novedades sobre estos productos y así estar listos para asesorar a nuestros clientes de la mejor manera. El compromiso y la dedicación es parte del trabajo diario que desarrollamos en nuestro local y en nuestro sitio web.

Contamos con una  
amplia línea en tecnología LED

 **SILVER LIGHT**



Productos Eléctricos

**ZURICH**

Tecnología innovadora

**Pro'sKit**

Herramientas de mano confiables

secuen

**Epuyen** **surix**

**TACSA** **Verbatim.**

**IOCCA PLAST** **sica**

**COMMAX**

**FONSECA**  
CONDUCTORES ELÉCTRICOS

**ABB** **CONEXTUBE**

**SIEMENS** **FERROLUX**

**Schneider**  
Electric

**CLEOS**  
Groll

**PHILIPS**

**Pronext**  
Electricity & Security

**JELUZ** **TREFILCON**

**netyer** **OSRAM**

**YARLUX** **ROKER**

**faroluz**

**TBCin**



**AHORA 12**

PROGRAMA DE FOMENTO AL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN

DE JUEVES A DOMINGO

**12** CUOTAS  
SIN  
INTERÉS

**0800-444-3532876**  
(electro)

Lunes a viernes de 9 a 12:30 y  
13:30 a 18 hs. | Sábados de 9 a 14 hs.



ENVÍOS A  
TODO EL PAÍS



**mercado  
pago**

**VISA** **MasterCard** **Amex** **rapipago**



PAGO 100%  
SEGURO



Visita nuestra Web  
desde tu movil

We measure it. **testo**



Más simple y segura:

La nueva era de instrumentos para medición de parámetros eléctricos de Testo.

## Tecnología de medición eléctrica. Reinventada.

Los innovadores instrumentos de medición eléctricos de Testo convencen por su extraordinaria sencillez a la hora de usar y establecen nuevos estándares con una tecnología inteligente sin precedentes.

- Pinzas amperimétricas con un mecanismo de sujeción único (testo 770)
- Multimetros digitales con reconocimiento automático de parámetros (testo 760)
- Detectores de tensión y corriente (testo 755)
- Detectores de tensión con visualización patentada (testo 750)
- Detector de tensión sin contacto (testo 745)

[www.testo.com.ar/electricos](http://www.testo.com.ar/electricos)

Yerbal 5266 - 4º Piso (C1407EBN) Bs. As., Argentina  
Tel.: (011) 4683-5050 - Fax: (011) 4683-2020  
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

# REYNA

ACCEDÉ AL  
NUEVO SITIO  
DEL LÍDER EN  
PROTECCIÓN



[Escanee para la Web]

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



# 29A

ONLINE

Vigésimo noveno Anuario de  
INGENIERÍA ELÉCTRICA,  
CONTROL Y LUMINOTECNIA

[www.editores.com.ar/anuario](http://www.editores.com.ar/anuario)



EDITORES

ingeniería  
**ELÉCTRICA**  
electrotécnica

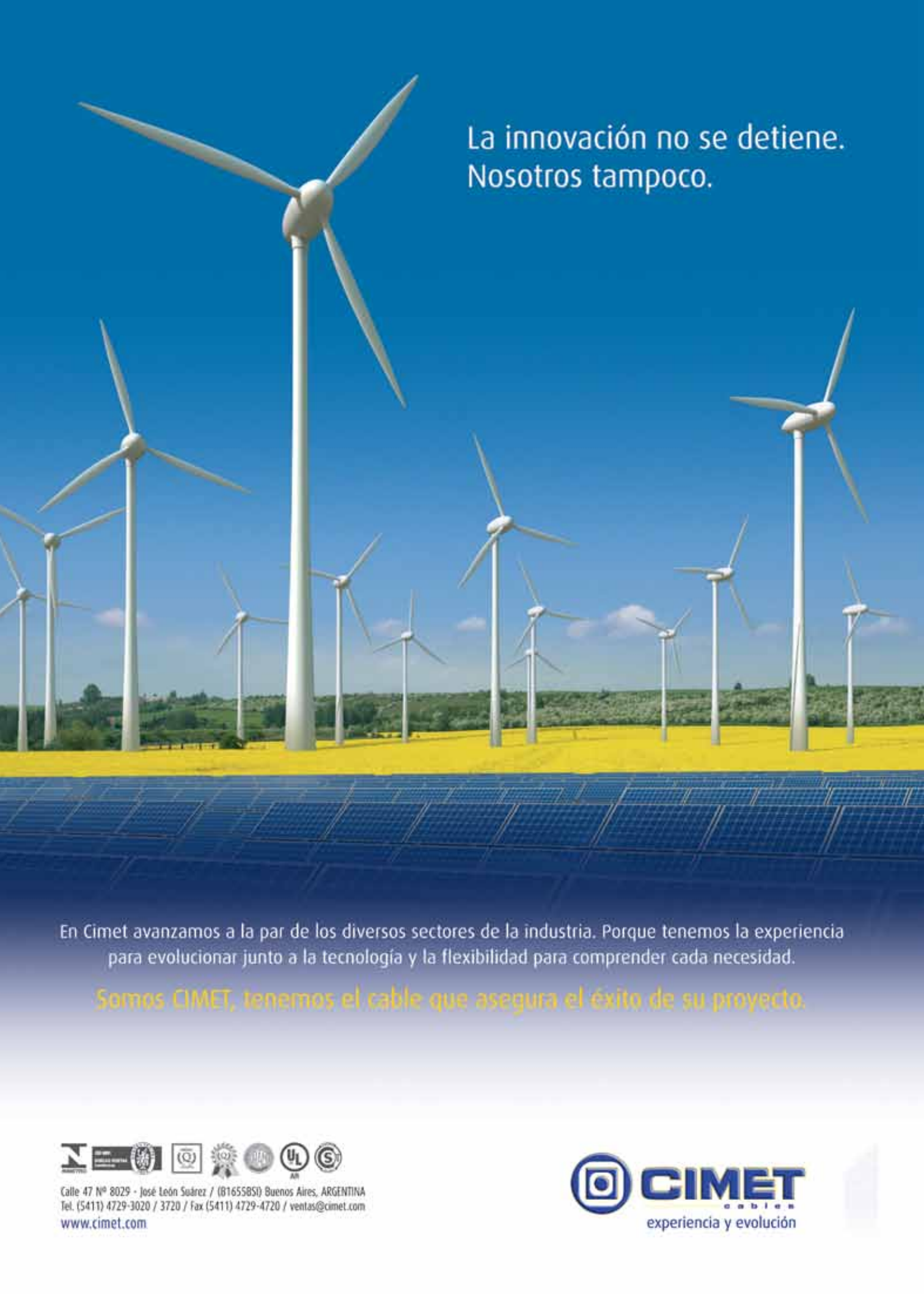
-luminotecnia-



Editores  
online

| +54 11 4921 3001 |

| [www.editores.com.ar](http://www.editores.com.ar) |



La innovación no se detiene.  
Nosotros tampoco.

En Cimet avanzamos a la par de los diversos sectores de la industria. Porque tenemos la experiencia para evolucionar junto a la tecnología y la flexibilidad para comprender cada necesidad.

**Somos CIMET, tenemos el cable que asegura el éxito de su proyecto.**



Calle 47 N° 8029 - José León Suárez / (B1655B51) Buenos Aires, ARGENTINA  
Tel. (5411) 4729-3020 / 3720 / Fax (5411) 4729-4720 / ventas@cimet.com  
[www.cimet.com](http://www.cimet.com)

 **CIMET**  
cables  
experiencia y evolución

# Cables no propagantes de incendio y libres de halógenos

Marlew  
www.marlew.com.ar

Son cada vez más los países que exigen la utilización de materiales libres de halógenos para instalaciones eléctricas de túneles de trenes subterráneos, túneles de minas, tiendas, locales, cines, teatros, supermercados y demás lugares riesgosos o con gran afluencia de público, a fin de facilitar la evacuación de las personas y la tarea de los bomberos durante el incendio.

*La no propagación de las llamas no garantiza por sí sola la segura evacuación del inmueble afectado.*

Según se ha comprobado, durante un incendio, el calor que irradia un cable en combustión es absorbido por los cables vecinos, que así entran en combustión e irradian energía. En estas condiciones, todo el conjunto aumenta su temperatura y se propaga la llama ampliamente a otros sectores.

Existen ensayos que cuantifican la mayor o menor capacidad de un cable para evitar la propagación del fuego. Los ensayos más rigurosos y

reconocidos a nivel mundial son los descritos en la norma IEC 60332-3. Durante las pruebas sometidas bajo dicha norma, se reproduce y recrea la situación habitual de una bandeja portacables afectada por un incendio. En ella, durante veinte minutos se somete a los conductores dispuestos en forma vertical a la acción de una llama con una potencia calórica de 7.000 BTU por hora a una temperatura de 750 grados centígrados. Los materiales plásticos se consumen completamente y el fuego comienza a extenderse por los cables. Una vez retirada la llama, el incendio debe autoextinguirse. Se considera que el cable es no propagante de incendio si el fuego no avanzó más de 2,5 metros en sentido vertical desde donde se coloca el mechero.

*Los materiales termoplásticos no son propagantes del incendio, pero liberan grandes cantidades de humos negros muy tóxicos para las personas.*



*EK Instalar, cable para instalaciones domiciliarias, unipolar flexible*



*AE Miliar, instrumentación y electrónica*



FM, cable de comando, multipolar



EF, cable de potencia, uni- o multipolar

Sin embargo, la no propagación de las llamas no garantiza por sí sola la segura evacuación del inmueble afectado. De hecho, los materiales termoplásticos como el PVC, si bien no son propagantes del incendio, liberan grandes cantidades de humos negros que obstaculizan la visión de las personas en busca de las vías de escape, y los gases que producen provocan la intoxicación y el desvanecimiento (incluso la muerte) de quienes los inhalan. Para solucionar este serio problema, se han desarrollado materiales no propagantes de las llamas, libres de halógenos, que no generan gases tóxicos y corrosivos, y además, que no emiten humos oscuros durante la combustión.

Estos materiales desarrollados especialmente para estos casos reciben el nombre de LSZH o LSOH (*Low Smoke, Zero Halogen*, 'bajo humo, cero halógenos') o también HFFR (*Halogen Free, Flame Retardant*, 'libre de halógenos, retardante de la llama'). Para saber de la eficacia de estos materiales y el cumplimiento de sus propiedades, se ensayan los cables según diversas normas:

- » La generación de gases tóxicos y no corrosivos se ensaya con la norma IEC 60754-1/2.
- » La ausencia de humos se ensaya con la norma IEC 61034 o también con la norma ASTM E 662.
- » El nivel de toxicidad se ensaya con la norma italiana CEI 20-37 o la norma NES 713.

*Los cables LSOH permiten que las personas expuestas a los gases de la combustión de los cables durante veinte minutos no sufran daños irreversibles a su salud.*

Estos productos cuentan con las siguientes ventajas:

- » No actúan como medio propagante del incendio.
- » Los humos emitidos son transparentes y por lo tanto no obstruyen la visión.
- » Permiten que las personas expuestas a los gases de la combustión de los cables durante veinte minutos no sufran daños irreversibles a su salud. ■



**Chillemi Hnos. S.R.L.**  
AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

**VENTA DIRECTA**

**DIVISION ELECTRICIDAD**



Teléfono: (54) 11.4252.7937

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



**Ingeniería eléctrica s.a.**

MATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA INDUSTRIA

Distribuidores  
técnicos de materiales

**SIEMENS**

**OSRAM**



**SCAME**



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



**Lumenac**



**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)



Asociación de Instaladores  
Electricistas de Tucumán

Visite nuestro  
**SITIO WEB**

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



TRANSFORMADORES ENCAPSULADOS EN RESINA EPOXI



FUSIONAMOS LOS ESFUERZOS,  
DUPLICAMOS LOS LOGROS.

- 2006: Fabricación 100% nacional.
- 2010: Certificación ISO 9001:2008.



**Tadeo Czerweny Tesar**



Planta Industrial: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 482 873 / E-mail: [tecnicatt@tadeoytesar.com.ar](mailto:tecnicatt@tadeoytesar.com.ar)  
Administración: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 482 873 / E-mail: [administracion@tadeoytesar.com.ar](mailto:administracion@tadeoytesar.com.ar)  
Ventas: Tel: ++54 - 3404 - 487200 (l.rotativas) / Fax: ++54 3404 487200 (int. 250) / E-mail: [ventas@tadeoytesar.com.ar](mailto: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](mailto: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)

# Protección contra descargas atmosféricas en sistemas de monitoreo de campo

Por Esteban Eduardo Roussineau (*eroussin@itba.edu.ar*),  
 Juan Luis Matus (*jmatus@itba.edu.ar*),  
 Pablo Cossutta (*pcossutt@itba.edu.ar*),  
 Miguel Pablo Aguirre (*maguir@itba.edu.ar*)  
 Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)

Ante la necesidad de contar con una protección eficaz y económicamente viable para los equipos de monitoreo instalados en campo, se decide diseñar, simular e implementar una electrónica capaz de resistir las descargas atmosféricas indirectas recibidas tanto por la alimentación como por la medición. En el presente trabajo, se explicarán las premisas de las cuales se partió así como resultados experimentales de su aplicación. Se diseñó íntegramente un sistema de protección, partiendo de cálculos y comprobándolos mediante simulaciones de *Spice*, para luego finalizar con la construcción e implementación de un prototipo.

Palabras clave: protecciones, descargas atmosféricas, rayos.

## Introducción

Varias empresas, entre ellas las pertenecientes a la industria petrolera, requieren para su funcionamiento cotidiano, equipos instalados en campo. Estos equipos han evolucionado incorporando mayor cantidad de electrónica, la cual es menos robusta frente a descargas atmosféricas que su predecesora mecánica. En el presente trabajo, se realiza un análisis completo de las razones por las cuales las descargas atmosféricas afectan estas nuevas tecnologías, cómo se producen los fallos catastróficos en los equipos que comparten tierra (alimentación y descarga) y las acciones correctivas que se podrían tomar como alternativa a la protección.

La problemática de proteger circuitos eléctricos de las descargas atmosféricas no es nueva, pero

cuando se intenta proteger sistemas en campo, las problemáticas son diferentes debido a que normalmente son equipos que no se encuentran aislados de tierra. Por este motivo, las protecciones estándar del mercado suelen fallar cuando intentan evitar que los equipos reciban descargas eléctricas peligrosas, y dado que los equipos se alimentan con transformador exclusivo para ellos, carecen del filtrado natural que proveen los tendidos eléctricos de mayor envergadura.

Este tipo de equipos no se encuentran aislados de tierra y las variables que miden se encuentran referenciadas a diversos puntos, diferentes de la referencia que utiliza el equipo para su protección. Un caso típico de esta problemática se observa en la figura 1. Es por ello que la protección tiene que poder proteger vivo, neutro y tierra de referencia

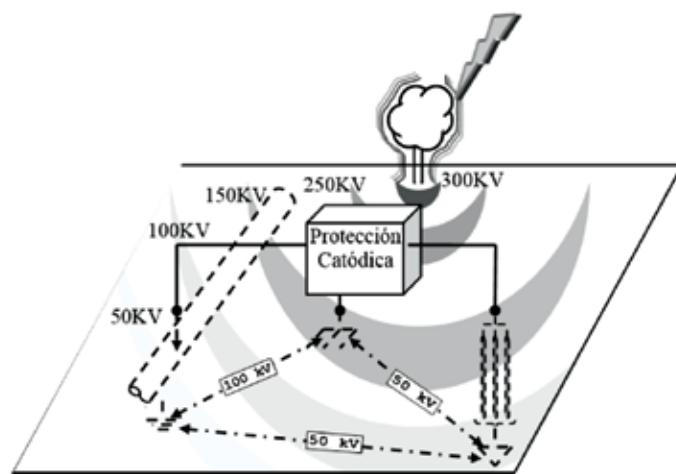


Figura 1. Distintas puestas a tierra, diferentes a la referencia del sistema



indistintamente, lo cual no sucede en las protecciones que se encuentran comercialmente, que solo ofrecen una protección del tipo vivo contra tierra y neutro contra tierra. En dichas protecciones, cualquier descarga que ingrese por la tierra de referencia continúa su camino hasta que descarga en el interior del equipo sobre su eslabón más débil.

Las protecciones comerciales contemplan la existencia de una impedancia propia de la red y la utilizan de manera complementaria al circuito de protección para funcionar adecuadamente. Sin embargo, en una instalación de campo, la situación difiere de este escenario, dado que usualmente la alimentación proviene de un transformador de media tensión exclusivo para el equipo, de un generador eléctrico de combustión interna exclusivo para tal fin. Por lo tanto, la impedancia del sistema es muy baja. Ello obliga a calcular una protección rápida, eficiente y con capacidad de absorber mayor energía que las protecciones comerciales existentes.

### **Efectos de las descargas atmosféricas**

Del análisis de fallas repetitivas en los equipos instalados en campo, se desprende que estos reciben frecuentes descargas eléctricas de gran energía. De la observación del nivel de destrucción presente en los equipos, se concluye que estas descargas eléctricas solo pueden ser generadas por fenómenos atmosféricos, y que en ninguno de los casos fueron por impactos directos, sino por inducción en la red de tendido eléctrico o por dispersión a través del suelo.

Dado que todo el equipo se encontraba conectado en varios puntos distintos a tierra, se procedió a investigar la naturaleza de las causas de los daños producidos por estas descargas, teniendo en cuenta una estructura similar a la observada en la figura 1.

Al producirse una descarga, se presentarán grandes diferencias de potencial entre los terminales de salida del rectificador y/o entre estos y la conexión a tierra del equipo. Esta diferencia de potencial hará circular por los cables una gran corriente debido a la alta conductividad estos respecto de la tierra. De acuerdo a lo explicado en Micheloud, Aguirre,

Nevmirosky (2008), se concluye que los conductores generan un camino ideal para facilitar la circulación de la corriente de la descarga atmosférica.

La problemática a resolver por una protección paralelo reside en que debe absorber en un tiempo muy corto (del orden de los microsegundos) toda la energía de la descarga, presentando una impedancia respecto a la referencia lo suficientemente baja como para que la tensión entre sus bornes no supere la máxima tolerada por el equipo a proteger.

En el presente trabajo, se analiza la situación particular en la cual la referencia no puede comportarse como la descarga a tierra normal. Esto se debe a que durante la dispersión de la descarga atmosférica por el suelo, los valores de referencia tienden a diferir de su valor nominal de cero volts en varios órdenes de magnitud, oscilando entre cientos y miles. Por lo tanto, se decidió implementar una protección en estrella entre vivo, neutro y tierra, manteniendo al equipo aislado de tierra. Para la caracterización de la descarga atmosférica, se aplicó el estándar IEC 61643-11 (figura 2).

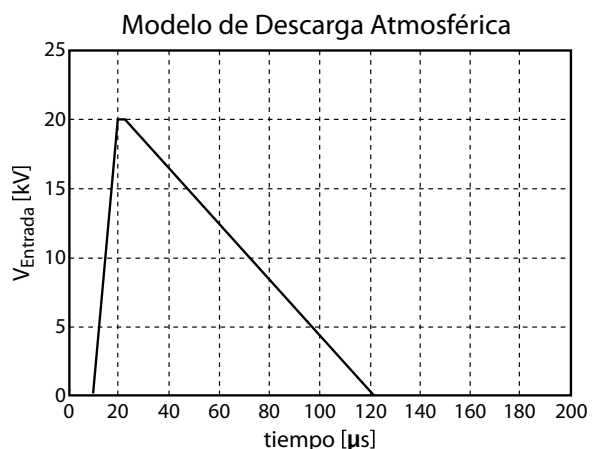


Figura 2. Descarga atmosférica del tipo 10/100 microsegundos

Este define descargas de 30/350 microsegundos para impactos directos, 8/20 para impactos indirectos y 1,2/50 para las sobretensiones inducidas.

Durante el análisis de fallas, se encontró que en este tipo de equipos las fallas provienen de una combinación de los tres casos. Por lo tanto, haciendo coincidir las simulaciones con los resultados experimentales, se halló que la caracterización que más se asemeja es la de descargas del tipo 10/100 microsegundos.

Por último, el diseño no solo debe evitar que una descarga genere tensiones y corrientes peligrosas, sino que mientras estas no existan, el sistema debe comportarse como un conductor.

## **Diseño del sistema de protección**

### **Requerimientos de diseño**

Los requerimientos utilizados en la etapa de diseño son:

- » El circuito deberá ser colocado en serie con un equipo que presenta una alta impedancia de entrada, operando con tensiones de corriente continua de hasta 150 volts y corrientes máximas de cuatro miliampers. En todo momento en el que el equipo se encuentre operando en condiciones normales, la protección deberá ser transparente.
- » Se deberán utilizar, dentro de lo posible, componentes *off-the-shelf* (disponibles). Ello reducirá los costos y facilitará los procesos de producción y mantenimiento.
- » Dado que el circuito será diseñado como un elemento consumible (caso contrario, los costos superarían con creces los límites de este proyecto), se debe llegar a una relación de compromiso entre los costos de producción y los costos de mantenimiento de los equipos en campo. Una gran vida útil reducirá los costos de mantenimiento pero aumentará los costos de producción, y viceversa.
- » Dado que el circuito será un elemento consumible, deberá ser de fácil instalación en campo, adecuándose a los equipos existentes.
- » El costo final de producción y el volumen del circuito deberán ser acordes a los márgenes establecidos por la aplicación.

### **Topología utilizada y detalle del funcionamiento**

Como primer paso en el diseño del circuito, se debe elegir un dispositivo con una alta capacidad de absorción de energía. Los descargadores gaseosos serían la opción ideal para utilizar en este circuito ya que son capaces de conducir grandes cantidades de corriente presentando una muy baja tensión debido a la baja impedancia del gas ionizado (*Schneider Electric*, 1999). Además, en los últimos años los avances tecnológicos han permitido que las velocidades de activación de estos dispositivos se reduzcan drásticamente, pasando de milisegundos a decenas de nanosegundos (Littlefuse, 2015); esto ha permitido realizar implementaciones con una menor cantidad de componentes que se encarguen de absorber y almacenar la energía mientras el descargador gaseoso logra activarse, ya que el tiempo de activación actual del descargador es tres órdenes de magnitud inferior al periodo de la señal emitida por la descarga atmosférica (figura 2). Sin embargo, dado que el sistema de protección a diseñar tiene como objetivo su instalación en sistemas remotos en campo, colocar un descargador gaseoso como componente principal sería la mejor opción solo a primera vista. La activación del descargador provocaría prácticamente un cortocircuito entre sus terminales, permitiendo la circulación de varios miles de amperes entre los terminales de entrada del circuito de protección. Esto provocaría la activación del resto de los sistemas de protección del equipo de campo (fusibles, llaves interruptoras, etc.), lo que obligaría ante cualquier evento atmosférico menor a tener que ir a la locación y realizar tareas de mantenimiento para restablecer manualmente el funcionamiento.

Por lo tanto, la estrategia llevada a cabo será la de realizar un diseño centrado en los varistores y su capacidad de absorber energía, ya que presentan una respuesta rápida (limitada solo por la inductancia de sus conexiones) y una alta capacidad de corriente. Se utilizará como parámetro de diseño la vida útil de los varistores para luego determinar la vida útil del circuito que realiza la protección. El diseño permitirá que los descargadores gaseosos se

activen únicamente cuando los varistores hayan llegado al fin de su vida útil. De esta manera, cuando el descargador gaseoso active las protecciones extra del equipo en campo, un equipo técnico autorizado se deberá acercar a la locación para resetear las protecciones del equipo y cambiar el circuito de protección que llegó al fin de su vida útil. Por lo tanto el circuito deberá ser implementado de manera modular, permitiendo que sea reemplazado en el equipo con facilidad.

A la entrada del circuito se colocarán fusibles debidamente seleccionados para que solo se activen cuando el descargador gaseoso se active. De esta manera, quedará un registro fiel de que el descargador gaseoso fue el que se activó (y activó las demás protecciones del equipo de campo), y el circuito de protección llegó al final de su vida útil.

Para su correcto funcionamiento, el varistor requiere una alta impedancia serie, de manera que la caída de tensión en dicha impedancia sea alta cuando el varistor conduzca corriente. Sin embargo, durante el funcionamiento normal del circuito, esta impedancia debe ser despreciable, ya que la protección debe ser transparente en todo momento en el que no haya una descarga. Es por ello que se coloca una inductancia serie en las líneas de entrada del circuito, que presentarán una impedancia dependiente de la frecuencia. En funcionamiento normal, la inductancia presentará una impedancia muy baja debido a que la señal de trabajo es una señal de corriente continua o ligeramente variable.

Si la señal nominal de trabajo fuera una señal de AC, las inductancias de ambos bornes deberían encontrarse acopladas en el mismo núcleo magnético, de manera de presentar inductancia únicamente frente a perturbaciones de modo diferencial. La impedancia serie de las inductancias contribuirá a limitar la densidad de corriente que circulará por el varistor y el capacitor, logrando una reducción de la tensión resultante en el nodo del varistor. Dentro de una misma etapa, el modelo de inductor debe ser el mismo en los dos caminos de la señal ( $Li+ = Li-$ ) para mantener la simetría entre las líneas de tensión.

Agregar un capacitor en paralelo para formar un filtro pasabajos LC permite maximizar el tiempo de respuesta del varistor al demorar el pulso de entrada y reducir el tiempo de subida de la tensión y la corriente en los bornes del varistor. Ello permite al varistor actuar de manera más eficiente, ya que desviará una mayor cantidad de energía hacia la tierra o el borne negativo, dependiendo de la polaridad de la descarga.

La descarga atmosférica puede presentarse entre cualquier par de cables en la entrada del circuito de protección, y con cualquier polaridad. Por lo tanto, todas las combinaciones posibles deben ser tenidas en cuenta en el diseño. Es por ello que las protecciones paralelo se colocan en las tres combinaciones posibles (positivo-negativo, positivo-tierra y negativo-tierra) en la primera etapa, logrando una protección simétrica.

Una posible estrategia de diseño sería realizar una sola etapa de absorción y reducción como la descrita anteriormente, asegurando que la salida cumpla los requerimientos. Aunque con este diseño se lograría un volumen reducido, colocar solo una etapa produciría un estrés energético muy elevado en los componentes. A su vez, los componentes incrementarían su costo considerablemente para que el circuito pueda cumplir los requerimientos de vida útil. Por este motivo, es preferible diseñar la reducción con diferentes etapas conectadas en cascada. Con esta configuración, existe un catálogo más amplio de componentes con variedad de precios, otorgando más flexibilidad a los grados de libertad del diseño. Mediante distintas simulaciones y análisis de los componentes disponibles en el mercado, se llegó a la conclusión de que la utilización de tres etapas en cascada es la mejor relación costo/beneficio para los requerimientos particulares de esta protección.

El esquema final utilizado se presenta en la figura 3. Debido a que el equipo a proteger no posee una conexión a tierra, únicamente la primera etapa incluye una protección contra posibles descargas en tierra. Cada una de las etapas tendrá valores de

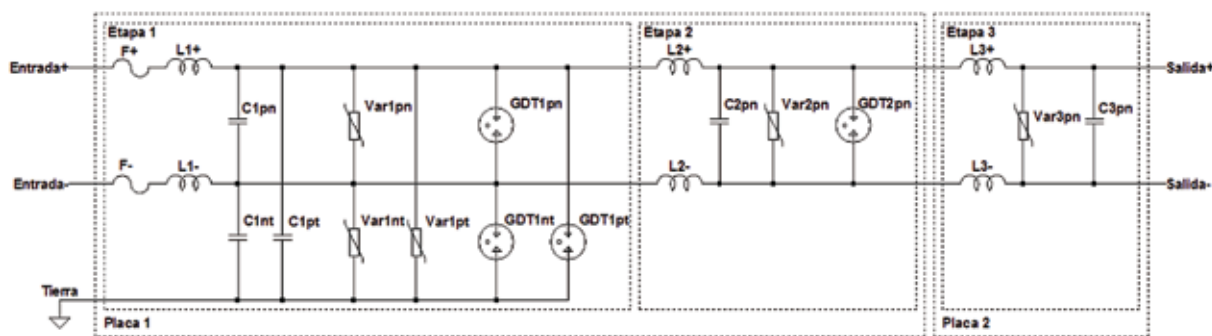


Figura 3: Diagrama esquemático del circuito a utilizar

tensión de entrada y cantidad inferiores de energía a absorber debido al accionar de las etapas que la preceden. Teniendo en cuenta los requerimientos de modularidad, se determina que las tres etapas se encuentren separadas físicamente en dos placas distintas, siendo las primeras dos etapas la parte consumible del circuito. La última etapa será la encargada de realizar el ajuste fino de tensión de salida, y será diseñada para que su vida útil sea infinita de acuerdo al punto de operación de los diferentes elementos que la componen.

### Cálculo de componentes

El proceso de cálculo matemático de los valores de los componentes se aleja del objetivo del presente trabajo dado que el circuito debe ser representado por un sistema de ecuaciones diferenciales acopladas de varios órdenes de magnitud, en el cual cada una de las etapas carga a la siguiente, y existen componentes que presentan comportamientos no lineales, como los varistores y los descargadores gaseosos. Además, en el proceso de diseño influyen otros factores, como requerimientos de costos y volumen del circuito. Es por ello que para cada componente se realiza un proceso

iterativo para minimizar una función de peso como la de la siguiente ecuación:

$$c = \min (k_1 C + k_2 E + k_3 V + k_4 PO + k_5 \tau + k_6 TR + \dots)$$

siendo  $k_i$  parámetros de ajuste para cada una de las variables  $Q_i$  que sea de interés minimizar en el diseño del componente, como el costo (C), la escasez en el mercado (E), las dimensiones físicas (V), el porcentaje de overshoot (pasada por alto) que presentará en el sistema (PO), el retardo en la respuesta ( $\tau$ ) y el tiempo estimado de recambio (TR), entre otros.

Este proceso se realiza mediante diversas simulaciones en un entorno *Spice*, analizando los valores elegidos para los componentes y la sensibilidad del circuito en los parámetros más importantes: tensión máxima a la salida, tiempo de respuesta, energía manejada por cada componente, valores de tensión intermedios y vida útil de cada componente. La elección de un determinado componente no se podrá hacer de manera aislada, sino que el diseño deberá realizarse de manera iterativa y global, eligiendo todos los componentes a la par.

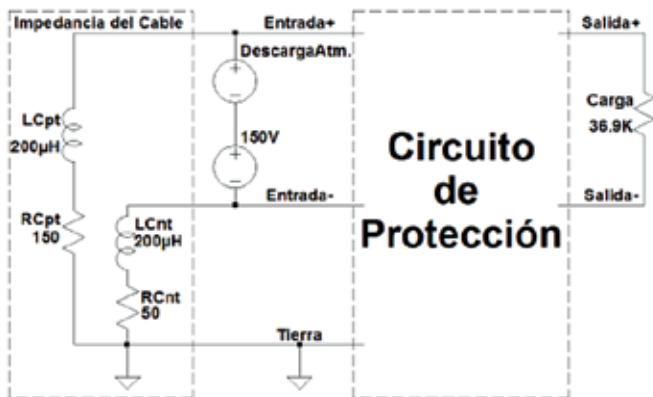


Figura 4. Entorno de simulación del circuito

### Simulación del circuito de protección

Se procede a realizar la simulación del circuito para poder completar el proceso de diseño de los componentes de la topología de la figura 3 y validar el funcionamiento de la misma. Como se observa en la figura 4, las condiciones especiales de funcionamiento de este equipo requieren un modelado simplificado de los parámetros distribuidos de los cables de entrada para poder reproducir de manera más fiel las condiciones a las que el equipo se va a enfrentar una vez instalado en campo. Por otro lado, la descarga atmosférica es simulada durante el peor caso de funcionamiento nominal. Es decir, se simula la tensión máxima de trabajo a la entrada (150 volts) con una carga a la salida equivalente a la impedancia de entrada del circuito que se quiere proteger.

El circuito fue diseñado teniendo en cuenta todos los posibles casos de descarga atmosférica entre pares de terminales de entrada y polaridad pero, por simplicidad, durante este trabajo analizaremos y mostraremos resultados únicamente del caso

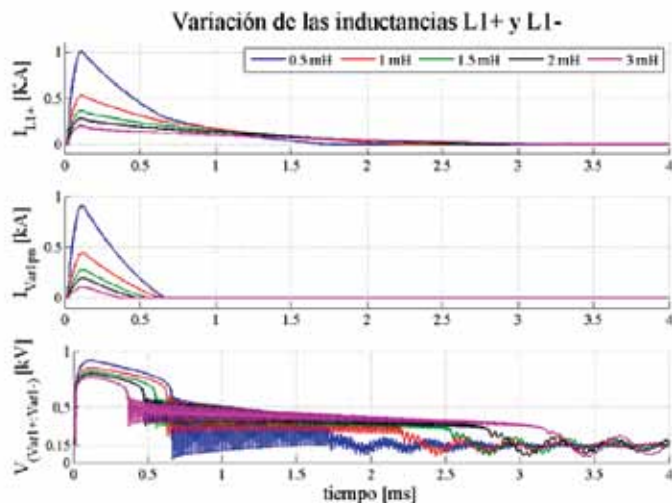


Figura 5. Corriente en el inductor y tensión y corriente en el varistor paramétricos con el valor de inductancia (etapa uno). Luego de la descarga, la tensión y corriente se estabilizan en los valores normales de trabajo

presentado en la figura 4, ya que es el que posee mayor probabilidad de ocurrencia.

En la figura 2 se puede observar la simulación de la tensión resultante de una descarga atmosférica típica. La descarga utilizada como *input* del diseño presenta un periodo de 120 microsegundos, con un tiempo de subida de 10 microsegundos y un tiempo de caída de 100 microsegundos. La amplitud de tensión será variada entre uno y cincuenta kilovolts para poder determinar la vida útil de la placa ante diferentes eventos atmosféricos. La salida del circuito de protección estará conectada a una entrada de alta impedancia, cuya tensión máxima de trabajo es de 150 volts y su tensión máxima admisible es de 400, por lo que ante cualquier evento atmosférico, la salida de la protección nunca tiene que alcanzar o sobrepasar este valor.

### Pasa-bajos LC

Las inductancias son componentes que deben responder a grandes flancos de tensión y corriente. Por lo tanto, se deberá buscar elementos con buena

respuesta en frecuencia, como por ejemplo núcleos de ferrita. Como se puede observar en la figura 5, el valor de inductancia (y su valor de resistencia serie parásita) resulta crítico en la respuesta del sistema.

La impedancia que presenta el inductor es directamente proporcional al valor de inductancia y a la frecuencia de la señal. Con bajos valores de inductancia, la corriente pico será mayor, al igual que el valor de tensión pico en los bornes del varistor y el capacitor. Como consecuencia, si el modelo de varistor no es modificado, el varistor reducirá su vida útil ya que será expuesto a mayores niveles de tensión y corriente; o, el varistor deberá ser rediseñado para mayores tensiones y corrientes máximas, incrementando su valor. Situación similar presenta el capacitor. Por el contrario, incrementar la inductancia disminuye la corriente que circula por el inductor y los valores de tensión. La desventaja directa sobre el inductor será un mayor volumen y costo en comparación con una inductancia menor (si ambas se encuentran caracterizadas para la misma corriente máxima). Como consecuencia, el estrés sobre el varistor y el capacitor serán menos prohibitivos, permitiendo un diseño más laxo y económico en estos componentes.

Se observa en las simulaciones que el valor medio de la tensión durante la resonancia del LC (cuando el varistor se desactiva y deja de conducir

corriente) no presenta una gran sensibilidad con el valor de inductancia. Analizando las tres etapas en conjunto y los niveles de tensión en cada uno de los nodos intermedios (tensiones en varistores y capacitores), se determinaron los siguientes valores de inductores: 1)  $L1+ = L1- = 1,5 \text{ mH}$  (*Bourns Inc.* 1130-152K-RC, 0,518 ohms); 2)  $L2+ = L2- = 0,33 \text{ mH}$  (TDF Corporation TSL1315RA-331K1R4-PF, 0,3 ohms); 3)  $L3+ = L3- = 1,5 \text{ mH}$  (*Bourns Inc.* RLB9012-152KL, 3,8 ohms).

Se observa en las simulaciones (figura 6) que, habiendo definido un modelo de inductor y varistor, la tensión pico en los bornes del capacitor y del varistor prácticamente no tiene variación frente a cambios en los valores de capacidad (incluso variando el valor de capacidad a lo largo de cinco décadas en el rango de los nano- y microfaradios). El parámetro dependiente de la capacidad será la frecuencia de corte del filtro pasa-bajos, y la pendiente de crecimiento de los valores de tensión. Por lo tanto, conociendo el valor de tensión pico y capacidad deseada, resta determinar la tecnología de capacitores. Para las primeras dos etapas, son determinantes los valores de inductancia serie y corriente pico máxima, por lo que se debe optar por capacitores cerámicos (mica) tipo KVX, que tienen una muy baja impedancia de conexión. En la tercera etapa, debido al alto valor de capacidad, se deben utilizar capacitores de poliéster de alta frecuencia. Se determinaron los siguientes valores de capacitores: 1)  $C1pn = C1nt = C1pt = 10.000 \text{ pF}$  1 kV cerámica (*Murata Electronics* RDE-R73A103K3K1H03B); 2)  $C2pn = 10.000 \text{ pF}$  1kV cerámica (*Murata Electronics* RDER73A103K3K1H03B); 3)  $C3pn = 0,47 \text{ uF}$  450V poliéster (*Epcos* B32522N6474J).

De acuerdo a lo explicado en la sección "Descargador gaseoso" (ver más abajo), en caso de falla del varistor, la tensión en el capacitor puede ser mucho mayor que la tensión pico mencionada en este apartado. Para evitar una mayor propagación de fallas y comportamientos impredecibles del circuito, la tensión de los capacitores (un kilovolt) es elegida en base a la máxima tensión que podría llegar a ocurrir en los bornes de los capacitores (la

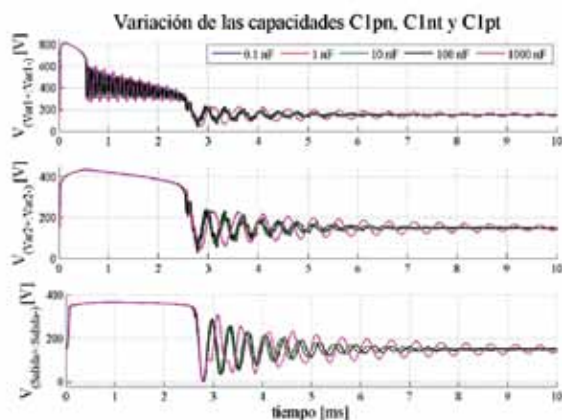


Figura 6. Tensión en los capacitores de las tres etapas. La tensión pico no varía frente a cambios en la capacidad

tensión de activación elegida para los descargadores gaseosos).

### Varistor

Se encontró que la mejor relación costo/beneficio para la rápida absorción de grandes cantidades de energía en un varistor que deba ser utilizado en un circuito impreso es utilizar varistores de óxido metálico (MOV, por *Metal Oxide Varistors*). El proceso de elección requiere definir el diámetro de los varistores a utilizar, como así también la tensión de activación. La corriente máxima que puede conducir el varistor y la potencia máxima que puede disipar son funciones del diámetro del MOV. Se requiere que los varistores de las tres etapas sean de veinte milímetros de diámetro (serie S20K), que es el mayor diámetro disponible para este tipo de aplicaciones. La elección de la tensión de activación está directamente relacionada con el proceso de selección del inductor de la etapa, la vida útil del varistor ante una descarga modelo, y de cómo se quiere realizar la distribución porcentual de la energía de la descarga entre las distintas etapas. Aumentar la tensión de activación del varistor de una etapa provocará que esa etapa absorba menos energía, aumentando de esta manera la vida útil del varistor. No obstante, la energía no absorbida por ese varistor fluye a las etapas siguientes, poniendo más estrés en ellas.

La vida útil de cada una de las etapas depende principalmente de la vida útil del varistor de la etapa, y no es independiente de la vida útil de las demás etapas, ya que depende de cómo se realice la distribución de la energía de la descarga entre las diferentes etapas. Como se mencionó previamente, la tercera etapa debe ser diseñada para que su vida útil sea infinita, por lo que esta restricción obliga a que la mayor parte de la energía de la descarga sea absorbida en las primeras dos etapas. Por lo tanto, es deseable que las primeras dos etapas presenten una vida útil similar y no mejorar una etapa en detrimento de la otra, ya que cuando falle el circuito, fallará debido a la etapa que presente una menor vida útil.

La vida útil del varistor se puede calcular utilizando las curvas paramétricas de las hojas de datos. Mediante la simulación de una descarga modelo, se puede obtener la corriente máxima que circulará por el varistor y el tiempo durante el cual circula dicha corriente. En base a estos dos parámetros, es posible determinar la cantidad de descargas similares que puede soportar el componente antes de fallar.

En caso de falla, el MOV falla en la mayoría de los casos como un cortocircuito (*Littlefuse Inc., 1999*), activando los fusibles de la placa de protección. Si por algún motivo el MOV falla como circuito abierto, la descarga atmosférica provocará un aumento desmedido de la tensión en esta etapa, activando el descargador gaseoso que a su vez activará los fusibles.

En la figura 7 se puede observar la descarga atmosférica, las tensiones en los varistores de las tres etapas (entre terminales positivo y negativo) y las corrientes de los varistores. Se distingue con claridad cómo fluye la energía a través de las etapas, disminuyendo la tensión y la corriente en cada uno de los varistores. En la tercera etapa, el varistor casi no conduce corriente en comparación con las otras dos, pero conduce la corriente suficiente para mantener la tensión dentro de los

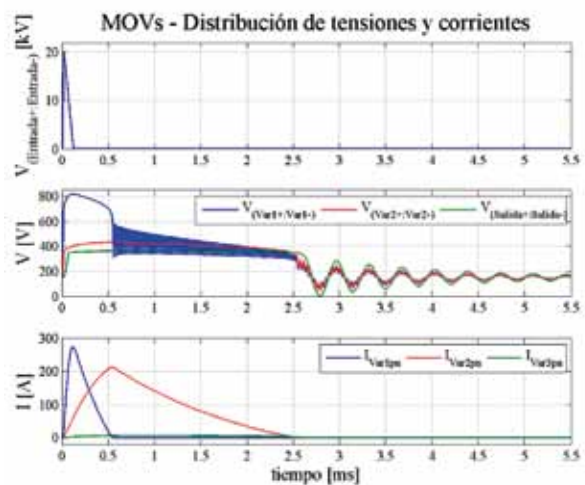


Figura 7. Distribución de tensiones y corrientes en los varistores de las tres etapas frente a una descarga atmosférica

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
1 kV	$\infty$	$\infty$	$\infty$
5 kV	$10^6$	$10^4$	$\infty$
10 kV	$10^3$	$10^3$	$10^6$
15 kV	$10^2$	$10^2$	$10^6$
20 kV	10	10	$10^5$
30 kV	10	10	$10^5$
40 kV	2	1	$10^4$
50 kV	1	1	$10^3$

Tabla 1. Cantidad de veces que soporta cada etapa del circuito una descarga de determinada tensión pico

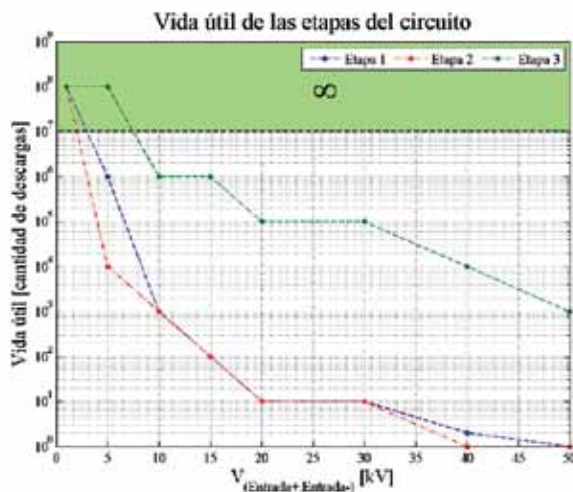


Figura 8. Vida útil de las etapas del circuito de protección en función de la tensión de la descarga atmosférica

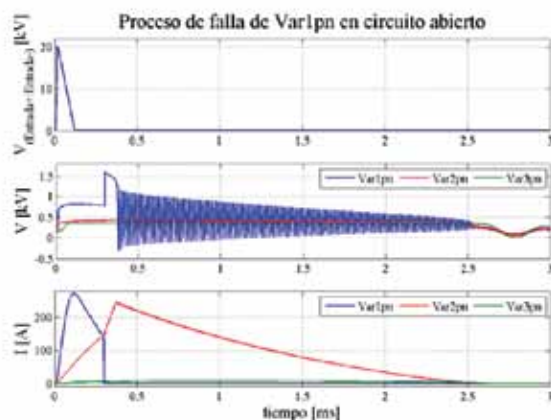


Figura 9. Simulación de la falla de un varistor en modo circuito abierto para diseñar la tensión de activación del GDT

requerimientos establecidos. Cuando el varistor de la etapa uno deja de conducir corriente, la tensión en sus bornes queda liberada y comienza a oscilar debido al circuito LC de la etapa. Cuando el varistor de la etapa dos deja de conducir, los circuitos LC acoplados de las primeras dos etapas comienzan a oscilar con la misma frecuencia. La primera etapa es la que mayor tensión y corriente tendrá a su entrada, por lo que su varistor deberá tener la mayor tensión de activación. Se determinaron los siguientes valores de varistores: 1) Var1pn = Var1nt = Var1pt = S20K320 (Epcos S20K320E3K1); 2) Var2pn = S20K175 (Epcos S20K175E2); 3) Var3pn = S20K175 (Epcos S20K175E2).

### Estimación de la vida útil

Luego de determinar los principales componentes del circuito, se procede a estimar cuántas descargas atmosféricas de distintas magnitudes puede soportar cada una de las etapas. Los resultados se incluyen en la tabla 1 y en la figura 8.

### Descargador gaseoso (GDT)

El descargador gaseoso es el último recurso de protección en caso de que todo lo demás falle. Si el circuito cumple su vida útil y alguno de los varistores presenta un modo de falla con circuito abierto en lugar de cortocircuito, el descargador gaseoso debe activarse para activar a su vez los fusibles de la protección. Si en este escenario, el descargador no se encontrara instalado, la tensión en los terminales del varistor de la etapa subiría considerablemente, conduciendo toda la energía a la próxima etapa, produciendo de esta manera un fallo en cascada de las etapas y posiblemente del equipo que se está protegiendo.

En la figura 9, se puede observar la simulación de un modo de falla circuito abierto del varistor Var1pn de la etapa uno durante una descarga atmosférica. La falla ocurre a los 0,3 milisegundos de comenzada la simulación, momento en el cual la tensión del nodo queda liberada, elevándose



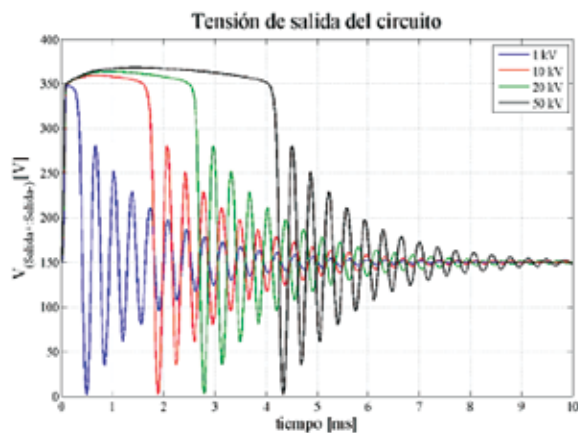


Figura 10. Tensión de salida del circuito en función de la tensión pico de la descarga atmosférica

considerablemente y luego oscilando debido al circuito LC. Las tensiones en los varistores de las etapas dos y tres no se ven afectadas, pero se observa un incremento considerable de la corriente del varistor de la etapa dos (tanto en amplitud como en duración) ya que debe absorber la energía que no está absorbiendo la etapa uno a causa de la falla. Cabe destacar que, incluso en esta situación de falla crítica, la corriente del varistor de la etapa tres no se ve afectada, por lo que la tercera etapa sigue teniendo una vida útil infinita. Sin embargo, no es deseable que la protección siga en funcionamiento cuando una de las etapas ha quedado fuera de servicio, ya que una muy probable falla puede ocurrir en la etapa restante, trasladando toda la energía hasta la etapa tres y el equipo, produciendo fallas en ambos. Por lo tanto, los GDT son diseñados para actuar cuando una de las etapas ha fallado. Para ello, la tensión de activación se elige en base a un valor de tensión que solo se puede alcanzar en modo de falla, como por ejemplo un kilovolt para el caso de la figura 9. Estos componentes poseen una alta velocidad de respuesta (en el orden de las decenas de nanosegundos) y una alta capacidad de transporte de corriente (dos kiloamperes para el componente elegido). Se determinaron los siguientes valores

de descargadores gaseosos: 1) GDT1pn = GDT1nt = GDT1pt = 1kV (*Epcos B88069X6561B502*); 2) GDT2pn = 1kV.

### Tensión de salida

El valor máximo de la tensión de salida del circuito no se ve afectado por la amplitud de la descarga en la entrada (figura 10). El circuito cumple los requerimientos de tensión en los bornes de salida para los

Componente	Costo unitario
F1+; F1-	0,65 US\$
L1+; L1-	6,49 US\$
Var1pn; Var1nt; Var1pt	1,44 US\$
C1pn; C1nt; C1pt; C2pn	0,68 US\$
GDT1pn; GDT1nt; GDT1pt; GDT2pn	2,04 US\$
L2+; L2-	1,72 US\$
Var2pn; Var3pn	0,99 US\$
L3+; L3-	0,58 US\$
C3pn	0,79 US\$
PCB E1 + E2	5,80 US\$
PCB E3	1,98 US\$
Par conectores macho/hembra (por cuatro)	0,66 US\$
Total	47,27 US\$

Tabla 2. Detalle del costo de los componentes del circuito

distintos valores de amplitudes que puede presentar una descarga, regresando a los valores nominales una vez que la descarga ha sido absorbida.

### Fusible

La elección del fusible se realiza mediante el cálculo del parámetro  $I_{2t}$ . Teniendo el resto del circuito definido, se simula cuál será la corriente máxima pico a la entrada del circuito ante el peor caso de descarga atmosférica y su tiempo de duración. Con estos dos valores, se puede obtener el parámetro  $I_{2t}$  (*Littlefuse Inc.*, 2014) y elegir el fusible con el valor del parámetro inmediatamente superior.

En el proceso de selección, también influye el valor de tensión nominal del circuito (cuando no se encuentra afectado por una descarga), ya que el fusible tiene que permanecer desactivado en este estado. Se determinaron los siguientes valores para

los fusibles: 1) F1+ = F1- = Fuse Cerm 5 A 250 VAC 150 VDC 5X20 (Schurter Inc. 0001.2511.PT).

### **Construcción del prototipo**

La construcción del circuito requiere ubicar a los componentes a modo de minimizar las inductancias y resistencias de conexión y reducir las capacidades parásitas entre componentes y cables.



Figura 11. Circuito impreso que contiene las etapas uno y dos



Figura 12. Circuito impreso que contiene la etapa tres

### **Análisis del costo**

En la tabla 2 se encuentra prorrateado el costo del circuito entre los diferentes componentes.

El costo total unitario de los componentes del circuito asciende a 47,27 dólares, y se reduce considerablemente si se implementa una economía de escala (por ejemplo, si se fabrica un lote de cien unidades, el costo unitario se reduce en un cuarenta por ciento). El mayor costo (y volumen) proviene de

los inductores de la primera etapa, representando alrededor del 28 por ciento del costo total. Ello se debe a sus requerimientos elevados en valores de inductancia y corriente, lo que se traduce en una mayor cantidad de cable y diámetro. Es por ello que en este componente en particular se invirtió el mayor tiempo en realizar simulaciones y optimizaciones de sus parámetros. La placa consumible (etapas uno y dos) tiene un costo aproximado de 41,03 dólares, mientras que la placa de la etapa tres es la menos costosa debido a sus bajos requerimientos, con un costo de 6,24 dólares.

### **Circuito impreso**

En las figura 11 y 12 se pueden observar los diseños de los circuitos impresos para las placas de protección. La etapa 3 se encuentra separada de las primeras dos, integrada en un circuito impreso que realiza otras funciones dentro del equipo, mientras que las primeras dos etapas se encuentran en una placa separada de manera modular.

Especial cuidado se tuvo al momento de realizar la distribución de componentes, manteniendo una distancia prudencial entre las pistas de las distintas señales para evitar una potencial ionización del aire y un arco eléctrico entre pistas ante una descarga atmosférica. A la vez, se intentó minimizar las dimensiones de la placa para que su instalación pueda realizarse sin modificar otras variables de diseño integrales del equipo a proteger como, por ejemplo, las dimensiones físicas del gabinete. En la figura 13 se observa el circuito impreso ya construido e instalado en campo.

### **Conclusiones**

En este trabajo se presenta la falla catastrófica que sufren los equipos electrónicos instalados en campo cuyas mediciones se encuentran referenciadas a tierra, debido a descargas atmosféricas, demostrando que una protección paralela convencional a tierra no es suficiente. La protección debe proteger al equipo de las descargas atmosféricas de alta energía logrando en simultáneo que las señales a medir no sean alteradas.



Figura 13. Circuito impreso instalado en campo

Debido a la complejidad de las matemáticas involucradas y que las alinealidades de los componentes hacen compleja una resolución teórica del sistema, la única herramienta disponible para solucionar esta problemática es una combinación de herramientas de simulación, un análisis exhaustivo de las fallas y los componentes involucrados, los cuales permitieron diseñar, implementar y probar satisfactoriamente una solución para la aplicación.

En este trabajo se demuestra mediante simulaciones y la construcción de un prototipo que es posible construir un circuito que evite que las

descargas atmosféricas dañen los equipos electrónicos instalados en campo, cumpliendo con todos los requerimientos de diseño exigidos.

Se ha descrito el diseño de un circuito que permite detener infinitas descargas del orden de un kilovolt, cien descargas del orden de diez kilovolts o una descarga del orden de los cincuenta kilovolts, aumentando el tiempo medio entre fallas de los equipos electrónicos instalados en campo y, por lo tanto, aumentando su vida útil, así como minimizando las tareas de mantenimiento.

#### Bibliografía

- [1] Glushakow, B., Neri, D. (2004) A call to standardize the waveforms used to test SPDs. ICLP, Avignon.
- [2] Krein, Philip T. (1998). Elements Of Power Electronics. Oxford. New York.
- [3] Littlefuse Inc. (1999), The ABCs of MOVs. AN9311.6.
- [4] Littlefuse Inc. (2014), Fuseology Selection Guide. Fuse Characteristics, Terms and Consideration Factors.
- [5] Littlefuse Inc. (2015), Gas Discharge Tubes CG/CG2 Series.
- [6] Micheloud, O., Aguirre, M. and Nemirovsky N. (2008). Protección catódica sin fallas catastróficas por descargas atmosféricas. AADECA. Buenos Aires.
- [7] Neri, D. (1997), "Surge Protection: Where and How Much?". En EC&M Electrical Construction & Maintenance. MCG Electronics. New York.
- [8] Peabody, A.W. (2001). Peabody's Control of Pipeline Corrosion. Second Edition, R.L. Bianchetti - Nace Press.
- [9] Schneider Electric (1999) "LV surges and surge arresters. LV insulation co-ordination" en Cahier technique n.º 179. París
- [10] Waggoner, R (1993). "Lightning strikes and travelling waves" en EC&M Electrical Construction & Maintenance. MCG Electronics. New York.

#### Agradecimientos

A YPF, por su apoyo tanto técnico como económico, en especial a Federico Ernst, Jorge Ronchetti y Juan Manuel Pardo.

**Nota de los autores:** El presente trabajo fue realizado gracias a la financiación de la empresa YPF, que cuenta con decenas de equipos instalados en campo a lo largo del país, con gran tasa de fallas, la mayoría, catastróficas.

**Nota del editor:** la nota aquí reproducida fue originalmente presentada por los autores como artículo de investigación en la *Semana de Control Automático, AADECA 2016*.



# ELECTRODOS DINAMICOS

**PUESTA A TIERRA DE EXCELENCIA**  
NORMA IRAM 2314\*

DEPARTAMENTO TECNICO Y VENTAS: JERONIMO CORTES N°727 - X5001AEO CORDOBA - TE/FAX: 54 351 473-8031  
E-mail: info@landtec.com.ar - Site: www.landtec.com.ar

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  
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

**RBCSITEL**  
ELECTRONICA DE CONTROL

**30  
AÑOS**  
INNOVANDO

- 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

## Nuevos productos en módulos



- Atenuador para lámparas LED**
- Para lámparas LED dimerizables (220v)
  - Potencia máxima 100 W

- Toma USB**
- Tensión de salida 5Vcc
  - Corriente de carga 700 mA



Disponibles para las distintas líneas de llaves existentes en el mercado

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

"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**

### Actividad en las comisiones técnicas de ADEERA

Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina  
ADEERA  
[www.adeera.com.ar](http://www.adeera.com.ar)

Las comisiones técnicas de Impuestos y de Calidad realizaron nuevas reuniones de trabajo en la sede de ADEERA.

El viernes 21 de abril se reunió la Comisión Técnica de Impuestos. Estuvieron presentes representantes de Edenor, Edesur, EDEN – EDES, EPE, EDESE SA y Energía San Juan. Analizaron las novedades en la materia, como la Ley 27.349, sobre el apoyo al capital emprendedor; las resoluciones 4/2017 y 5/2017; el acuerdo de intercambio de información fiscal con Brasil; y el impacto del tapón fiscal para el periodo fiscal 2016, entre otros. Además, se estableció que Marcelo Pugliese de EDESUR será el nuevo coordinador de la comisión a partir de la próxima reunión.

Por su parte, el jueves 27 de abril se realizó una reunión de la Comisión Técnica de Calidad y Productividad. Participaron representantes de Edesur; EPEC; EDEN; Luis Álvarez, asesor de ADEERA, y José Luis Maccarone, especialista de la UTN La Plata. En este caso, el nuevo Coordinador de la Comisión es el Ing. Alejandro Feysulaj de EDEN. Durante la reunión, el Ing. José Maccarone realizó una presentación sobre "Implementación de planes de eficiencia energética". Finalmente, analizaron indicadores de calidad de servicio y definieron el temario y cronograma anual de la comisión. ■



### Se creó el plan Alumbrado Eficiente

Ministerio de Energía y Minería  
[www.minem.gob.ar](http://www.minem.gob.ar)

El Ministerio de Energía y Minería informó que un nuevo Plan Alumbrado Eficiente se pone en marcha en todo el país. Consiste en un recambio de luminarias de vía pública por equipos más eficientes de tecnología led, que permite ahorrar energía. La primera etapa permitirá generar un ahorro de energía de hasta el cincuenta por ciento (50%) respecto del consumo actual.



El plan está dirigido a las provincias y/o municipios que cumplan con los criterios de selección especificados en la reglamentación.

La implementación del nuevo Plan contribuirá a la eficiencia de los sistemas de alumbrado público en toda la República Argentina e incluirá un relevamiento de las instalaciones actuales para la generación de una línea de base con las características principales de dichos sistemas.

Este trabajo forma parte de uno de los objetivos de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, que consiste en el desarrollo e implementación de programas en los distintos sectores de consumo de energía.

La implementación del nuevo Plan Alumbrado Eficiente se encuentra a cargo de la Dirección Nacional de Ejecución de Programas de Ahorro y Eficiencia Energética. ■

## Proyectan una nueva línea de alta tensión hacia Comodoro Rivadavia

Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico  
CAMMESA  
[www.cammesa.com](http://www.cammesa.com)

Directivos de CAMMESA presentaron el 27 de abril pasado en reunión con la Sociedad Cooperativa Popular Limitada (SCPL) y representantes del gobierno provincial un ante-proyecto para la instalación de una estación transformadora y extender dos líneas de 132 kilovolts, que tendría capacidad de transportar una potencia de trescientos megawatts (300 MW) de potencia hacia Comodoro Rivadavia. Esto posibilitaría resolver el déficit energético de la región y proyectar perspectivas de crecimiento a veinte años.

En concreto, la nueva línea permitiría absorber parte de la potencia generada por los nuevos parques eólicos instalados en la provincia de Chubut, que tendrán una capacidad de generación del orden de los novecientos megawatts (900 MW) de potencia. Lo que se acordó en la reunión es la elaboración del proyecto definitivo, para establecer el presupuesto final de la obra.

Por otro lado, se estableció un plan de contingencia por la situación actual, ya que Energía del Sur se encuentra fuera de servicio, tras haber perdido una de las celdas de vapor del ciclo combinado. La central de zona norte tiene una capacidad de generación de ciento sesenta megawatts (160 MW) y actualmente quedó absolutamente paralizada, por lo que la ciudad se abastece principalmente por sesenta megawatts (60 MW) que llegan desde Pico Truncado, cuarenta (40) de Dique Ameghino y otros diez (10) de la usina de Km 5. A ese total, se suman otros cincuenta megawatts (50 MW) que pueden generar los equipos móviles. Lo que se acordó con CAMMESA es cómo se tendrá que actuar en caso de que esta contingencia se complique o haya una suba abrupta de la demanda. ■

## Se presentó la plataforma Escenarios Energéticos

Asociación de Distribuidores  
de Energía Eléctrica de la República Argentina  
ADEERA  
[www.adeera.com.ar](http://www.adeera.com.ar)

El lunes 17 de abril se realizó la presentación de la plataforma Escenarios Energéticos en el Salón Belgrano del anexo del Senado. Se trata de una iniciativa que busca impulsar el desarrollo de una visión energética sustentable de largo plazo para Argentina, presentando diversos escenarios elaborados por instituciones del sector privado, académico y de la sociedad civil.

La apertura estuvo a cargo del diputado Juan Carlos Villalonga y la senadora Lucila Crexell. Mauricio Roitman, subsecretario de Escenarios y Evaluación de Proyectos del Ministerio de Energía y Minería, realizó la presentación del Escenario Energético del MINEM. Además, disertaron José Dallo, jefe de la Oficina de Cono Sur de ONU Ambiente, y Ramiro Fernández, director de Cambio Climático y Nueva Economía de Fundación Avina.

El Ing. Claudio Bulacio, gerente de ADEERA, asistió a la presentación especialmente invitado por el diputado Juan Carlos Villalonga. El evento se centró en abordar la evolución de la matriz energética argentina y la importancia de diversificarla. ■



# BATEV17

28 DE JUNIO 1 DE JULIO | La Rural

WWW.BATEV.COM.AR

**BATIMAT**  
**EXPOVIVIENDA**  
EXPOSICIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA VIVIENDA



**FEMATEC**  
FEDERACIÓN ARGENTINA DE EMPRESAS DE LA MATERIA DE LA CONSTRUCCIÓN

[ CONSTRUYENDO  
EL FUTURO ]

## RESERVE HOY SU STAND Y PARTICIPE DE LA 24° EDICIÓN



### TENDENCIAS

Para conocer el escenario presente y futuro que vive la industria.



### PRODUCTOS Y SERVICIOS

Plataforma ideal para lanzamientos y testeo del mercado de forma "real", evaluando el interés/opinión de los clientes.



### NEGOCIOS

Nuevas oportunidades de negocios, identificando con precisión las necesidades de la oferta y la demanda.



### CONOCIMIENTO

Actividades Paralelas cuyo objetivo es la capacitación, actualización, formación y debate.

Inspirando, renovando y conectando a todo el entorno de la construcción y la vivienda

Sponsor Diamond



Sponsor Diamond



#### Más Información:

@ info@batev.com.ar

📍 BatevArgentina

☎ (+54 11) 4343-7020

📌 BatevArgentinaExpo

Organizan







Para garantizar su seguridad y la de su hogar, use productos con Sello IRAM

**La marca de certificación IRAM es sinónimo de calidad y seguridad**



Desarrollamos normas técnicas destinadas a una variada gama de productos y servicios, certificando su estricto cumplimiento.



# En marzo, mayor consumo

Fundelec  
www.fundelec.com.ar

Con temperaturas superiores a las registradas en 2016, marzo presentó un ascenso de la demanda de 5,7 por ciento, en comparación con el mismo período del año anterior, con importantes ascensos en varias de las regiones del país, que se sumaron a la suba en la ciudad de Buenos Aires y su conurbano. Así, los fuertes ascensos se evidenciaron, por primera vez desde septiembre del año pasado, en los tres tipos de demanda: residencial, comercial e industrial.

En este sentido, se alcanzó la segunda marca más importante para el mes de marzo (en consumo nominal), tras marzo de 2015, que había representado 11.547 gigawatt-hora. Cabe aclarar que marzo de 2017 tiene el mayor crecimiento de la demanda luego de nueve meses de consumos inferiores al cinco por ciento, de los cuales solo junio de 2016 (4,9%), julio de 2016 (0,2%) y enero de 2017 (0,9%) fueron ascensos.

## Los datos de marzo de 2017

En marzo de 2017, la demanda neta total del MEM fue de 11.051,7 gigawatt-hora; mientras que, en el mismo mes de 2016, había sido de 10.458,1. Por lo tanto, la comparación interanual evidencia un ascenso de 5,7 por ciento, mientras que el crecimiento intermensual fue de 0,4 por ciento debido a que febrero de 2017 tuvo una demanda, en términos nominales, de 11.008,4 gigawatts-hora.

En tanto, el acumulado del primer trimestre da saldo negativo: -0,1 por ciento. Asimismo y según los datos de CAMMESA, se puede discriminar que, del consumo total del mes, 41 por ciento (4.478,3 GWh) pertenece a la demanda residencial, mientras que el

sector comercial representó 29 por ciento (3.216,2 GWh) y el industrial, el 30 (3.357,3 GWh). También en comparación interanual, la demanda residencial subió 11,3 por ciento mientras que la demanda de los comerciales ascendió 2,1 y, por último, los industriales mostraron un crecimiento de 1,9%.

Por otro lado, este mes presenta un crecimiento que corta con una tendencia recesiva de 2017, ya que febrero había implicado el descenso más pronunciado desde octubre del año pasado cuando la caída fue de 7,2 por ciento. Así, el consumo superó nuevamente la barrera de los 11.000 gigawatts-hora, siendo la segunda mejor marca para este mes luego de marzo de 2015.

Así, los registros anteriores muestran que abril, 10.284 gigawatts-hora; mayo, 11.352,8; junio, 11.809,8; julio, 11.922,8 GWh; agosto, 10.842,1 GWh; septiembre, 10.358,7 GWh; octubre, 9.941,6 GWh; noviembre, 10.125,7; diciembre representó 11.751,3; enero de 2017, 12.442,3 y, por último, febrero de 2017 llegó a los 11.008,4.

Por otro lado, cabe destacar los registros del mes de marzo en los últimos cinco años. En primer lugar, en 2012 registró 10.178,2 gigawatts-hora, mientras que en 2013 tuvo 9.756,8. En tanto, marzo de 2014 tuvo un consumo de 9.783,3, al tiempo que en 2015 representó 11.547. Por último, en el año 2016 se demandaron 10.458,1 gigawatts-hora.

## Consumo a nivel regional

En cuanto al consumo por provincia, en marzo, se registraron apenas cinco descensos en los requerimientos eléctricos al MEM en Río Negro (14%), Chubut (8%) EDEA (5%), EDES (3%) y San Juan (2%).

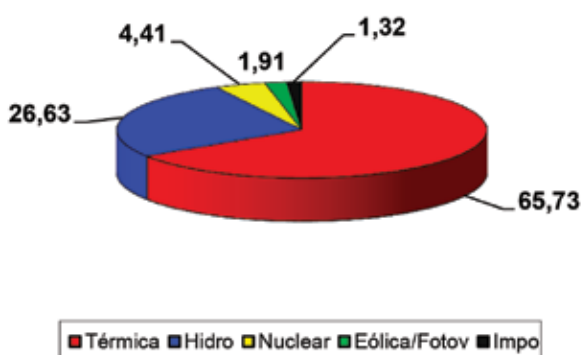
Por su parte, 22 fueron las provincias y empresas que marcaron descensos: Misiones (38%), Chaco (24%), Jujuy (17%), Corrientes (13%), Santiago del Estero (12%), Santa Fe (9%), Entre Ríos (8%), Córdoba (6%), EDELAP (5%), La Rioja (5%), Tucumán (5%), EDEN (5%), Mendoza (4%), Neuquén (4%), Catamarca (3%), Santa Cruz (3%), San Luis (2%), Salta (1%), La Pampa (1%), entre otros.

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

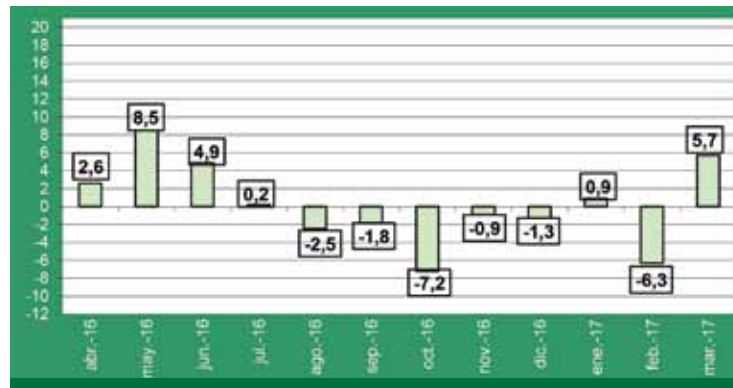
- » Chubut y Santa Cruz: -5,8%
- » La Pampa, Río Negro y Neuquén: -3,6%
- » Buenos Aires (sin contar Gran Buenos Aires): +0,9%
- » San Juan y Mendoza: +2,5%
- » Córdoba y San Luis: +5,1%
- » Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires: +5,8% (+6,7 para Edenor y 4,8 para Edesur)
- » Tucumán, Salta, Jujuy, La Rioja, Catamarca y Santiago del Estero: +5,9%
- » Entre Ríos y Santa Fe: +8,3%
- » Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones: +19,5%

### Temperatura

La temperatura media de marzo fue de 22,2 grados centígrados, mientras que en el mismo mes del año anterior había sido de 21,3, y la histórica del mes es de 21,8.



Generación por tipo de origen - Marzo 2017 - en porcentaje



Evolución interanual del consumo de energía eléctrica de los últimos 12 meses (%)

### Datos de generación

La generación local tuvo un decrecimiento de 3,9 por ciento, siendo 11.395 gigawatts-hora para este mes contra 12.867 para el mismo periodo del año anterior.

Según datos globales de todo el mes, la generación térmica sigue liderando ampliamente el aporte de producción con un 65,73 por ciento de los requerimientos. Por otra parte, el aporte hidroeléctrico ascendió este mes porque proveyó el 26,63 por ciento de la demanda. En tanto, el aporte nuclear descendió levemente a un 4,41 por ciento, mientras que las generadoras de fuentes alternativas (eólicas y fotovoltaicas) aumentaron su producción al 1,91 por ciento del total. Por otra parte, la importación representó apenas el 1,32 por ciento de la demanda total. ■



Inno  
Representaciones

- Cables OF y extruídos hasta 500 kV
- Cables especiales y para minería
- Accesorios para cables de Alta Tensión
- Transformadores hasta 500 kV
- Descargadores para Alta Tensión
- Aisladores para líneas de Transmisión

Inno Representaciones - Directorio 150 6° B - (1424) C.A.B.A - TE 011 4922-4692 - e-mail: innoconsulting@live.com.ar  
www.innoconsulting.com.ar/innorep/html/index.html

## 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



Electrotecnia | Iluminación | Automatización y control



# CONEXPO

## Córdoba 2017

**NUEVA FECHA**

**8 y 9 de Junio de 2017**

16:00 a  
21:00 hs

Forja Centro de Eventos | Córdoba, Argentina

Exposición de  
productos y  
servicios

Congreso  
técnico

◀ Conferencias técnicas ▶

◀ Encuentros ▶

Instaladores eléctricos  
Distribuidores de productos eléctricos e iluminación, CADIME

◀ Jornadas ▶

Iluminación y diseño, AADL  
Automatización y control, AADECA  
Energías renovables

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

Organización y  
Producción General



Medios auspiciantes

Ingeniería  
**ELECTRICA**

**28A**

REVISTA  
**electrotecnica**

-luminotecnia-

**AADECA**  
REVISTA



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



CONEXPO | La Exposición Regional del Sector, 73 ediciones en 25 años consecutivos

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

# Viviendas inteligentes industrializadas

Roberto Ángel Urriza Macagno  
robertourriza@yahoo.com.ar

En el marco de la exposición española *Constru-tec*, desarrollada en octubre de 2016, una empresa de Barcelona presentó *Smart Home, Mother Ship*, un sistema de vivienda inteligente para control de ventanas, accesos, iluminación y climatización.

Este proyecto, que se fabrica por módulos que facilitan su transporte y montaje, lo cual inexorablemente reduce la fase de ejecución de la obra, ha mostrado cómo se puede trabajar controlando y mejorando los tiempos, como así también los niveles más altos de calidad.

Para la ocasión, se presentaron dos módulos, con una superficie total de sesenta metros cuadrados. Se pudo ver la estructura de acero sin terminar, lo que permitió apreciar la composición de todos los materiales: las vigas, los encajes y el sistema de soldaduras estaban a la vista.



## Domótica de herrajes y cerramientos

La vivienda modular se abre al exterior mediante huecos en los que se han instalado diversos sistemas de aluminio RPT (rotura de puente térmico). Las ventanas son oscilobatientes, lo que facilita su manejo.

El control de la luz solar se realiza mediante un sistema de persianas *Griesser*, que permiten regular la intensidad de la luz del día que ingresa a la vivienda. Gracias a esto, se evita el sobrecalentamiento del interior, lo que favorece el ahorro en el consumo energético.



El sistema de control se llama *Smart Home* e interactúa con las ventanas y los accesos, además de gestionar el sistema de control solar, la iluminación, y la climatización. Este sistema transmite información de un sensor o temporizador a un sistema que es capaz de accionar, por ejemplo, la apertura y bloqueo de las ventanas de forma totalmente automática, mediante el sistema *Roto E-tec-drive*.

El sistema *Roto E-tec-drive* consiste en una solución de ventilación basculante eléctrica, completamente oculta e integrada en el herraje. Combinada con sensores inteligentes, temporizadores o sistemas de bus, permite abrir y bloquear las ventanas de manera automática.

Este proyecto se presenta como una vivienda industrial completa que se puede erigir dentro de un periodo de ocho semanas como máximo. Cuando se decide el montaje, los módulos se transportan en camiones hasta la obra. ■

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



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

# Una exposición eficiente

Expo Eficiencia Energética: 7 al 9 de junio, en Buenos Aires

Expo Eficiencia Energética  
[www.expoeficiencia-energetica.com.ar](http://www.expoeficiencia-energetica.com.ar)

Entre el 7 y el 9 de junio próximos se llevará a cabo la exposición Expo Eficiencia Energética, organizada por la empresa de marketing estratégico *Arma Productora*. El evento tendrá lugar en el Centro Costa Salguero, en la ciudad de Buenos Aires.

El encuentro se concibe a sí mismo como una exposición internacional de proveedores de productos y servicios, y en consonancia con esto, ya cuenta con el aval de empresas como *Tecno Perfiles*, *Eaton*, *Danfoss* e *Idero*, que a la vez están interesadas en estar asociadas a eventos que boguen por la eficiencia energética y el cuidado del medioambiente, quizá porque son banderas que también ellas enarbolan.

En detalle, los temas a tratar serán ahorro de energía, aislantes, biocombustibles, biomasa, carbón, climatización, energía eólica, energía geotérmica, energía hidráulica, energía solar fotovoltaica, energía solar térmica, energía solar termoeléctrica, equipos para la industria, gas, generadores de energía, iluminación, impermeabilizantes, mantenimiento, otras energías, petróleo, refrigeración, servicios, es decir, todas las expresiones que ha encontrado la búsqueda de tecnologías energéticas más amables con el medioambiente, y los diversos usos que se le pueden dar a las fuentes de energía no-tradicionales, renovables.

Dada la relevancia de la temática en el país, la exposición ya cuenta con el auspicio institucional de relevantes entidades de alcance nacional de orden educativo, profesional o industrial: Sociedad Central de Arquitectos; Consejo Profesional de Ingeniería Civil; ASADES; CADIEEL (Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas); CAME (Cámara Argentina de



la Mediana Empresa); CAFLED (Cámara Argentina de Fabricantes de Luminarias Eficientes y Domótica); AHK Cámara de Comercio Argentina-Alemania; CEMA (Cámara Empresaria de Medioambiente); UTN BA (Universidad Tecnológica Nacional regional Buenos Aires); Cámara Argentina de Calefacción, Aire Acondicionado y Ventilación; Asociación Argentina del Frío, y CAI (Centro Argentino de Ingenieros), entre otros.

En paralelo, y a través de un programa de conferencias especializadas, los profesionales de distintos sectores disertarán en cursos y seminarios acerca de las energías renovables, energías alternativas, políticas a seguir y nuevas técnicas con el objetivo de optimizar el uso de la energía en todos los ámbitos.

Expo Eficiencia Energética 2017 reunirá durante tres días de negocios a empresas, instituciones, organismos públicos y privados, quienes mostrarán los últimos adelantos tecnológicos acerca del uso racional de la energía y todo lo relacionado al desarrollo sustentable en Argentina. Para visitarla, solo hay que esperar al 8 de junio. ■



# Índice de anunciantes

AEA .....54 <a href="http://www.aea.org.ar">www.aea.org.ar</a>	ELECTRO UNIVERSO .....99 <a href="http://www.electrouniverso.com.ar">www.electrouniverso.com.ar</a>	MARLEW .....Contratapa <a href="http://www.marlew.com.ar">www.marlew.com.ar</a>
AIET ..... 84 <a href="http://www.aiet.org.ar">www.aiet.org.ar</a>	ELT ITALAVIA .....73 <a href="http://www.eltargentina.com">www.eltargentina.com</a>	MEGABARRE .....62 <a href="http://www.megabarre.com">www.megabarre.com</a>
ANGEL REYNA Y ASOC. ....80 <a href="http://www.reynayasociados.com.ar">www.reynayasociados.com.ar</a>	FAMMIE FAMI .....71 <a href="http://www.fami.com.ar">www.fami.com.ar</a>	MONTERO ..... 17 <a href="http://www.monterosa.com.ar">www.monterosa.com.ar</a>
AOG 2017 ..... 109 <a href="http://www.aogexpo.com.ar">www.aogexpo.com.ar</a>	FASTEN .....70 <a href="http://www.fasten.com.ar">www.fasten.com.ar</a>	MYSELEC .....74 <a href="http://www.myselec.com.ar">www.myselec.com.ar</a>
ARMANDO PETTORROSSI .....32 <a href="http://www.pettorossi.com.ar">www.pettorossi.com.ar</a>	GALILEO LA RIOJA .....65 <a href="http://www.elstermetering.com">www.elstermetering.com</a>	PRYSMIAN ENERGÍA ..... 1 <a href="http://www.prysmian.com.ar">www.prysmian.com.ar</a>
BATEV + FEMATEC 2017 ..... 102 <a href="http://www.batev.com.ar">www.batev.com.ar</a>	GAMA SONIC ARGENTINA.....Ret. de tapa <a href="http://www.gamasonic.com.ar">www.gamasonic.com.ar</a>	PUENTE MONTAJES .....43 <a href="http://www.puentemontajes.com.ar">www.puentemontajes.com.ar</a>
BIEL LIGHT + BUILDING 2017 .....Ret. de CT <a href="http://www.biel.com.ar">www.biel.com.ar</a>	GE .....43 <a href="http://la.geindustrial.com">la.geindustrial.com</a>	RBC SITEL .....98 <a href="http://www.rbcritel.com.ar">www.rbcritel.com.ar</a>
CHILLEMI HNOS. .... 84 <a href="http://www.chillemihnos.com.ar">www.chillemihnos.com.ar</a>	GRUPO CORPORATIVO MAYO .....75 <a href="http://www.gcmayo.com">www.gcmayo.com</a>	SCAME ARGENTINA .....39 <a href="http://www.scame.com.ar">www.scame.com.ar</a>
CIMET .....81 <a href="http://www.cimet.com">www.cimet.com</a>	GRUPO EQUITÉCNICA ..... 15 <a href="http://www.grupoequitecnica.com.ar">www.grupoequitecnica.com.ar</a>	STECK .....49 <a href="http://www.steckgroup.com">www.steckgroup.com</a>
CONEXPO CÓRDOBA 2017 ..... 107 <a href="http://www.conexpo.com.ar">www.conexpo.com.ar</a>	HONEYWELL .....65 <a href="http://www.honeywell.com">www.honeywell.com</a>	STRAND ..... 6 <a href="http://www.strand.com.ar">www.strand.com.ar</a>
CONSEJO DE SEGURIDAD ELÉCTR. .... 48 <a href="http://www.consumidor.gob.ar">www.consumidor.gob.ar</a>	ILA GROUP .....66 <a href="http://www.ilagroup.com">www.ilagroup.com</a>	TADEO CZERWENY ..... 5 <a href="http://www.tadeoczerweny.com.ar">www.tadeoczerweny.com.ar</a>
DANFOSS .....29 <a href="http://www.danfoss.com">www.danfoss.com</a>	INGENIERÍA ELÉCTRICA ..... 84 <a href="http://www.ing-electrica.com.ar">www.ing-electrica.com.ar</a>	TADEO CZERWENY TESAR .....85 <a href="http://www.tadeoczerwenytesar.com.ar">www.tadeoczerwenytesar.com.ar</a>
DAYTON .....79 <a href="http://www.dayton.com.ar">www.dayton.com.ar</a>	INNO ..... 106 <a href="http://www.innoconsulting.com.ar">www.innoconsulting.com.ar</a>	TECNIARK .....22 <a href="http://www.tecniark.com.ar">www.tecniark.com.ar</a>
DISPROSERV .....66 <a href="http://www.disrposerv.com.ar">www.disrposerv.com.ar</a>	IRAM ..... 103 <a href="http://www.iram.org.ar">www.iram.org.ar</a>	TECNO STAFF ..... 16 <a href="http://www.tsi-sa.com.ar">www.tsi-sa.com.ar</a>
DISTRI ELECTRO .....79 <a href="http://www.distrielectro.com.ar">www.distrielectro.com.ar</a>	JELUZ .....55 <a href="http://www.jeluz.net">www.jeluz.net</a>	TESTO .....80 <a href="http://www.testo.com.ar">www.testo.com.ar</a>
EECOL ELECTRIC ARGENTINA .....98 <a href="http://www.eecol.com.ar">www.eecol.com.ar</a>	KEARNEY & MACCULLOCH ..... 106 <a href="http://www. Kearney.com.ar">www. Kearney.com.ar</a>	TIPEM ..... Tapa <a href="http://www.tipem.com.ar">www.tipem.com.ar</a>
ELECE BANDEJAS PORTACABLES .....70 <a href="http://www.elece.com.ar">www.elece.com.ar</a>	LANDTEC .....98 <a href="http://www.landtec.com.ar">www.landtec.com.ar</a>	VIMELEC .....74 <a href="http://www.vimelec.com.ar">www.vimelec.com.ar</a>
ELECOND CAPACITORES .....67 <a href="http://www.elecond.com.ar">www.elecond.com.ar</a>	LCT .....23 <a href="http://www.lct.com.ar">www.lct.com.ar</a>	WEG EQUIP. ELÉCT ..... 7 <a href="http://www.weg.net">www.weg.net</a>
ELECTRICIDAD ALSINA .....38 <a href="http://www.electricidadalsina.com.ar">www.electricidadalsina.com.ar</a>	LENZE .....14 <a href="http://www.lenze.com">www.lenze.com</a>	YARLUX .....33 <a href="http://www.yarlux.com">www.yarlux.com</a>
ELECTRICIDAD CHICLANA .....42 <a href="mailto:ventas@e-chiclana.com.ar">ventas@e-chiclana.com.ar</a>	LEYDEN .....62 <a href="http://www.leyden.com.ar">www.leyden.com.ar</a>	
ELECTRO TUCUMÁN .....28 <a href="http://www.electrotucuman.com.ar">www.electrotucuman.com.ar</a>	LUMMINA .....63 <a href="http://www.lummina.com.ar">www.lummina.com.ar</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 2016 que faltan en su colección | Consultar por ediciones agotadas

Usted puede adquirir las ediciones faltantes de *Ingeniería Eléctrica* publicadas en el 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 319**  
Abril 2017



**Edición 318**  
Marzo 2017



**Edición 316**  
Diciembre 2016



**Edición 315**  
Noviembre 2016



**Edición 314**  
Octubre 2016



**Edición 313**  
Septiembre 2016



**Edición 312**  
Agosto 2016



**Edición 311**  
Julio 2016



**Edición 310**  
Julio 2016



**Edición 309**  
Mayo 2016

Suscribese gratuitamente a nuestro newsletter:

[www.editores.com.ar/nl/suscripcion](http://www.editores.com.ar/nl/suscripcion)



## El newsletter de Editores

ingeniería  
**ELECTRICA**

REVISTA  
**electrotécnica**

**AADECA**  
REVISTA

**-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.

13.–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

 @BIELBuenosAires

 /BIEL.LightBuilding.BuenosAires

### Horarios

Miércoles a viernes de 14 a 20 hs. | Sábado de 10 a 20 hs.

Evento exclusivo para profesionales y empresarios 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)



**CADIEEL**  
CAMARA ARGENTINA DE INDUSTRIAS ELÉCTRICAS,  
ELECTRÓNICAS Y LUMINOTÉCNICAS



**messe frankfurt**

# Marlew S.A.

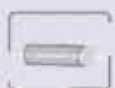
## Conductores Eléctricos

LÍDERES ABSOLUTOS EN CABLES  
DE INSTRUMENTACIÓN  
Y COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

### CABLE INSTRUMENTACIÓN



Resistente a  
Hidrocarburos



Markado  
Secuencial



Inmune al  
Ruido de  
Radiofrecuencia



Resistente  
a la Luz Solar



Directamente  
Enterrado

Certificados



### LIBRE DE HALÓGENOS



Conductores  
Flexibles



Bajas  
Humos



Espacios Públicos  
Cerrados



Libre de  
Halógenos



No propagación  
de incendio

Certificados



GESTIÓN  
AMBIENTAL



GESTIÓN  
DE LA CALIDAD



TRABAJAMOS CUMPLIENDO TODOS LOS REQUISITOS  
DE LAS NORMAS ISO14001:2004 / ISO 9001:2008

contacto@marlew.com.ar

www.marlew.com.ar

AE 75/2 - 12PR 18 AWG - PLTC - LSOH

6 SEIS  
1 UNO  
5 CINCO  
E02017 - EN 0725 - 7x1,5mm<sup>2</sup> - 0,6 kV/III - XLPE/LSOH - 90°C - MARLEW - 324 MTS



ONLINE COURSE

© 2013 Pearson Education, Inc. All rights reserved. This publication is protected by copyright. Any unauthorized distribution, reproduction, or use of this material is strictly prohibited. For more information, contact Pearson Education, Inc., 501 Boylston Street, Boston, MA 02116.