



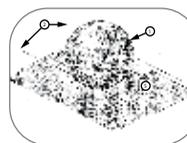
Seguridad eléctrica: el ejercicio profesional y el uso de las herramientas, leyes y reglamentaciones en pos del cuidado de nuestra comunidad

Pág. **10**



Motores, conceptos básicos y métodos de arranque.

Pág. **52**



Los sistemas de protección contra rayos (SPCR) en la normativa técnica argentina e internacional: el método de la "esfera rodante"

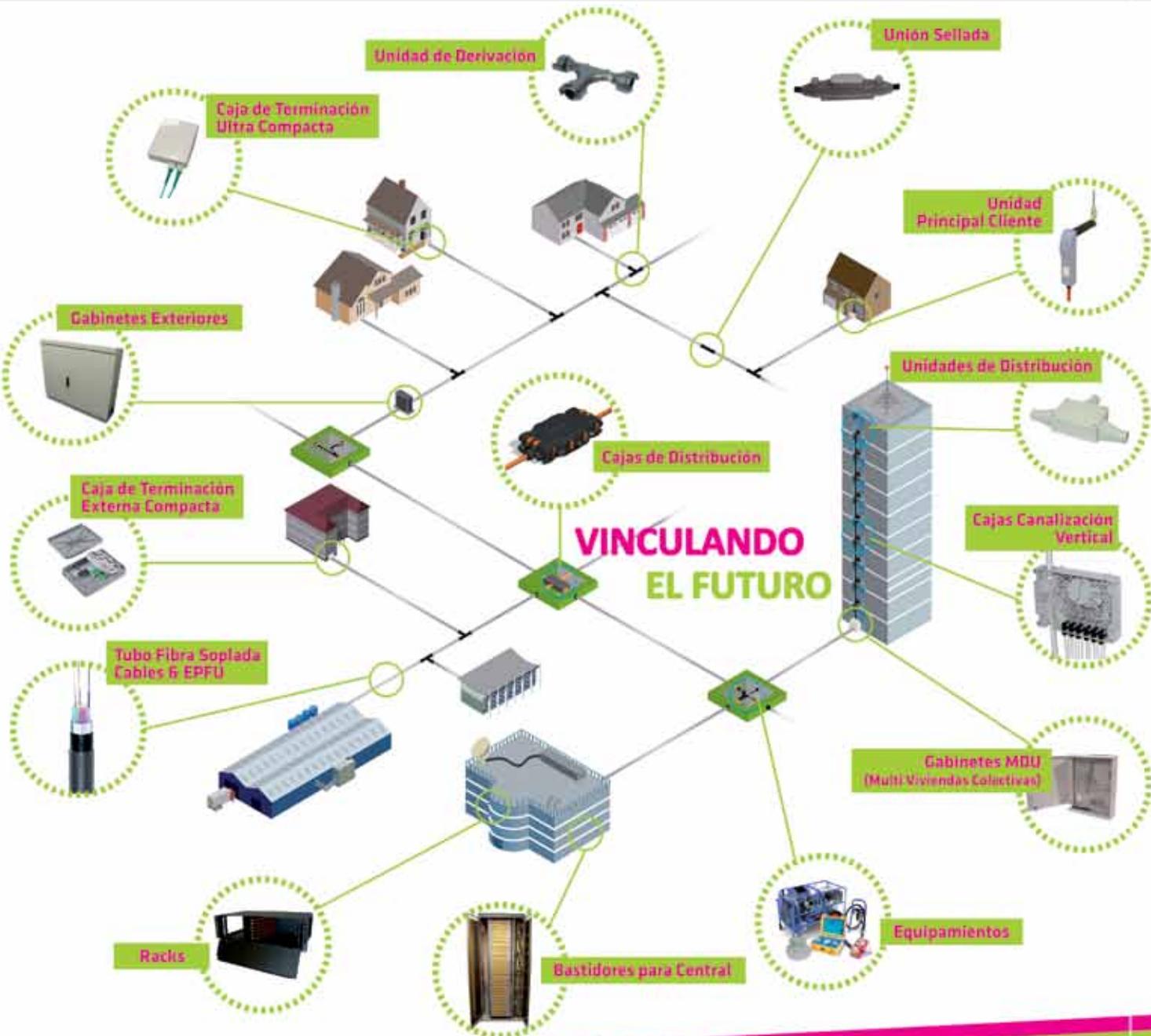
Pág. **86**

Temática en foco: tendido de líneas | Manejo y limpieza de aisladores | Sello de Seguridad Argentino, una tarea de todos los días

ELECOND

Eficiencia energética
Bancos de capacitores
y filtrado de armónicas
en baja y media tensión





Soluciones FTTH **SIROCCO**^{XS}



Shhhh ... algo nuevo está llegando

En mayo descubrirás, en los mejores distribuidores del país, la nueva familia de arrancadores suaves PSTX.

ABB Net: **0810 222 0638**

 /ABBArgentina  @ABB_Argentina

Power and productivity
for a better world™ 

Ingeniería Eléctrica es una producción integral de:



Director
Jorge Luis Menéndez

R.N.P.I. N.: 5082556
I.S.S.N.: 16675169

Miembro de:

AADECA

Asociación Argentina de Control Automático

APTA

Asociación de la Prensa Técnica Argentina

CADIEEL

Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas, Luminotécnicas, Telecomunicaciones, Informática y Control Automático

Revista propiedad de

EDITORES S.R.L.

Av. La Plata 1080
(1250) Buenos Aires
República Argentina
Telefax: (54-11) 4921-3001
info@editores-srl.com.ar
www.editores-srl.com.ar



Impresa en

Gráfica Offset S. R. L.

Santa Elena 328 - CABA
4-301-7236 / 8899
www.graficooffset.com



Japón planea poner paneles solares en órbita

Japón está decidida a no depender definitivamente de la energía nuclear que tantos dolores de cabeza le ha dado en estos últimos años desde que un terremoto, maremoto y *tsunami* birlaran la extrema seguridad de su planta de Fukushima en marzo de 2011, elevando los niveles de radiación de la zona.

Pero la isla asiática ubicada casi en las antípodas de nuestro país aún no encuentra una solución definitiva que le permita cubrir su gran demanda eléctrica sin necesidad de plantas nucleares, pues antes del desastre era incluso uno de los países que más dependía de este tipo de generación eléctrica, con una gran cantidad de plantas aún en funcionamiento.

Hasta ahora, parte de la solución a la problemática consiste en inversiones en proyectos científicos ambiciosos, generalmente orientados a fortalecer la incidencia de las energías alternativas, uno de los cuales es el que se presenta en este editorial: aprovechamiento de energía solar a través de paneles ubicados en el espacio exterior.

El Sol es la estrella de nuestro sistema planetario. Giramos a su alrededor, y dependemos de su luz y energía para desarrollar la vida. Pero se sabe que la humanidad podría sacar aún más provecho del astro rey, por lo pronto, en cuanto a energía se refiere. La escasez y los problemas ambientales que la generación tradicional acarrearán hacen que miremos al Sol con ojos cada vez más amigables, pues a solo ocho minutos luz de distancia tenemos a nuestra disposición una fuente de energía constante.

La Agencia Espacial Japonesa (JAXA) trabaja ahora para colocar grandes plataformas de paneles solares en la estratósfera que captarían la energía, para después enviarla a la superficie vía microondas. El objetivo es llegar a 2030 con el proyecto ya desarrollado, para lo cual está agendada una prueba preliminar dentro de solo cinco años, en 2020.

Aunque la idea pueda parecer muy estafalaria ante ojos inexpertos, sin duda sería una verdadera proeza de la ingeniería de hoy, los especialistas indican que los impedimentos para su realización son de carácter más político que técnico. Por el momento no se dispone de la tecnología necesaria para llevarlo a cabo, pero se considera que el plazo asignado es suficiente para inventarla.

Habrá que esperar, entonces, y evaluar con el tiempo si efectivamente es un proyecto posible o no.

Noticias del sector

- 110 Riesgo eléctrico, un libro lo analiza de forma clara y exhaustiva

Nota técnica y/o aplicaciones

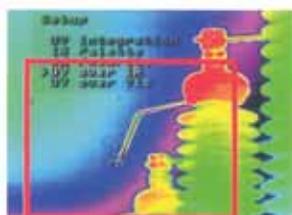
- 10 Seguridad eléctrica: el ejercicio profesional y el uso de las herramientas, leyes y reglamentaciones en pos del cuidado de nuestra comunidad | Por Leandro A. Fazzito



- 16 Iniciativas en favor de la eficiencia



- 22 Diagnóstico de aisladores

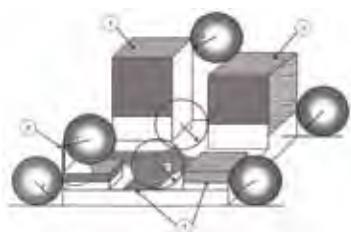


- 52 Motores, conceptos básicos y métodos de arranque. Parte 1 | Por Ing. Rafael Caputo

- 68 La tecnología y sus desechos | Por Arq. Marta Micaela Gómez

- 76 Admitancia fácil, la función de protección de fallo a tierra definitiva para redes compensadas

- 86 Los sistemas de protección contra rayos (SPCR) en la normativa técnica argentina e internacional: el método de la "esfera rodante" | Por Ings. J. C. Arcioni y F. Giménez



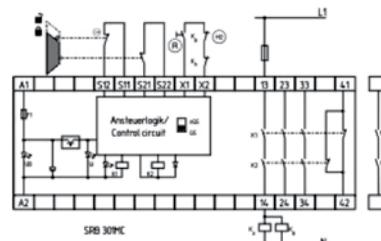
- 96 Estrategia de detección de fallas de circuito abierto en semiconductores de convertidores CC-CC aislados | Por Andrés M. Airabella, y otros

Descripción de productos

- 28 Reactores para filtrado de corriente armónicas en bancos de capacitores | Por Elecond



- 58 Relé de seguridad Schmersal SRB 301 MC | Condelectric S. A.



- 62 Generadores eléctricos solares para diferentes usos | Por Solartec

Congresos y exposiciones

- 106 En octubre, Argentina Oil & Gas Expo, para la industria energética del país



REVISTA electrotécnica

La presente edición de *Ingeniería Eléctrica* incluye la edición del trimestre enero-marzo de 2015 de la *Revista Electrotécnica* de la AEA, Asociación Electrotécnica Argentina.

Ver en páginas 31 a 48

ingeniería ELÉCTRICA

Un nuevo año comienza con gran expectativa

Ingeniería Eléctrica y AEA

La Asociación Electrotécnica Argentina renovó su compromiso con Editores SRL, y nuevamente apuesta por *Ingeniería Eléctrica* para que en ella se publique revista *Electrotécnica* como suplemento trimestral. En esta edición la encontrará, asimismo en junio, en septiembre y en diciembre. La estrecha colaboración entre la Asociación y nuestra editorial es solo una muestra del carácter técnico que nuestra revista busca, sin olvidar que uno de sus objetivos es acercar a la industria y al público en general las nuevas investigaciones que colaboren con su desarrollo.

Seguimos con "Temáticas en Foco"

El año pasado, *Ingeniería Eléctrica* se atrevió a una nueva aventura: la publicación de temáticas en foco, es decir, suplementos integrados a la publicación estándar, donde se trataron temas específicos del rubro. Hicieron aportes muy importantes empresas del sector tanto como investigadores académicos, logrando un mirada múltiple y enriquecedora sobre cada tema.

El éxito de la iniciativa nos alienta a continuar este año con ella, y ya estamos trabajando para ofrecer a nuestros lectores nuevas temáticas con enfoques novedosos. Así, en el mes de abril llegará "Motores eléctricos", con toda la información necesaria para conocer el estado de la técnica en nuestro país.

CONEXPO Litoral

El 11 y 12 de junio se llevará a cabo *CONEXPO Litoral*, la séptima en la región y la septuagésimo-primer en la historia de este ya reconocido congreso y exposición de ingeniería eléctrica, luminotecnía, automatización y seguridad.

Rosario será la ciudad anfitriona. Ubicada a orillas del río más importante de nuestro Interior, el Paraná,

es casi el centro geográfico de nuestro extenso país, pero también, uno de sus polos industriales más importantes, en donde se desarrollan con éxito numerosas empresas.

CONEXPO llevará productos, tecnología, disertaciones y seminarios de la mano del tradicional e incondicional apoyo de las cámaras, asociaciones y universidades no solo nacionales sino también de la propia región, que recibe a *CONEXPO* con los brazos abiertos.

Festejaremos juntos el número 300

La edición que tiene en sus manos corresponde al número 296 de *Ingeniería Eléctrica*. Sabiendo que la revista es mensual y que nunca en su historia ha interrumpido su edición, usted mismo ya sabe entonces que en julio de este año llegará a su domicilio el número 300.

Se cumple una centena más de esta revista que supo ser testigo de históricos eventos de Argentina y del mundo, no solo de sus historias sino también de lo que atañe específicamente al sector. Todos los cambios tecnológicos han sido plasmados en las páginas de *Ingeniería Eléctrica*, y así seguirá sucediendo.

El julio, festejaremos, y queremos que todos los actores del sector se unan a nuestra alegría.

Este año, BIEL

Con más de trescientos números editados, el número 302 de *Ingeniería Eléctrica* verá la luz junto con la exposición bienal más importante del sector. En septiembre de este año llega *BIEL Light + Building*, en donde nos encontraremos cara a cara con todos los amigos y compañeros, con proyectos y ánimos para llegar a más lectores y generar nuevos compromisos laborales.

¡Estimado lector!

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

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

partamento de redacción puede colaborar en la tarea, sin que nada de esto implique un compromiso económico.

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

Contacto: Alejandra Bocchio
alejandra@editores-srl.com.ar





Exposición de productos | Conferencias técnicas | Seminarios



CONEXPO

Litoral 2015

7ª Edición | Rosario

11 y 12 de junio | Ciudad de Rosario
Prov. de Santa Fe



METROPOLITANO
Centro de eventos y convenciones
Complejo Alto Rosario Shopping

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

Organización y
Producción General



EDITORES

Medios auspiciantes

ingeniería
ELECTRICA

28A

REVISTA
electrotecnica

luminotecnia

INGENIERIA DE
CONTROL
AUTOMATIZACION

4 revista
ACYEDE



Editores
online

Zona de
influencia



www.conexpo.com.ar

CONEXPO

La Exposición Regional del Sector, 70 ediciones en 22 años consecutivos

Av. La Plata 1080 (1250) Cdad. de Bs. As. - Telefax: (54-11) 4921-3001 - Email: conexpo@editores-srl.com.ar



LUMINARIAS SUBACUÁTICAS

Ideales para Piscinas ya Construidas

Construidas en Acero Inoxidable Calidad AISI 304



LAGUNA 50

p/ Plaqueta de LEDs RGB o Monocolor
o p/ lámpara Bipin 12V. - 50W.



LAGUNA 100

p/ lámpara Bipin 12V. - 100W.
o p/ Plaqueta de LEDs RGB o Monocolor.



www.beltram-iluminacion.com.ar

CONSULTE DISTRIBUIDOR

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



Simbologías correspondientes a Luminarias

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

Pértiga de maniobra telescópica

Sección triangular - VTT



DETECTORES DE TENSION



GRAPA DE LÍNEA VIVA



PUESTA A TIERRA TEMPORARIA

Convertidor de Frecuencia

Línea CFW-11

- Potencia 1.5kW a 450kW.
- Inductores simétricos en el link CC incluidos.
- Funciones de SoftPLC, incorporadas.
- Conexión USB a PC, software Superdrive G2.
- Display gráfico retroiluminado de gran tamaño.
- Hasta 50°C ambiente sin sobredimensionar.
- Tecnología Plug & Play de reconocimiento y configuración de accesorios.
- Reloj en tiempo real .
- Función TRACE, para diagnóstico de fallas con fecha, hora, minuto y segundo.
- Comunicación RS-232, RS-485, CanOpen, DeviceNet, Profibus DP, Ethernet TCP/IP.



www.weg.net



WEG EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS S.A.

Santiago Pampiglione 4849 • Parque Industrial • (2400) San Francisco (Cba.)
 Tel.: (03564) 421484 • Fax: (03564) 421459 • e-mail: wegee@weg.com.ar
 Chacabuco 314 Piso 8° • C1069AAH Buenos Aires
 Tel.: (011) 4334 1901 • Fax: (011) 4345 6646 • e-mail: wegba@weg.com.ar

Seguridad eléctrica: el ejercicio profesional y el uso de las herramientas, leyes y reglamentaciones en pos del cuidado de nuestra comunidad

Por Leandro A. Fazzito

Habitualmente, cuando somos estudiantes de carreras específicas del sector eléctrico, si bien somos formados en materias que respetan a cuestiones netamente técnicas, en general hay un hueco en el conocimiento de las leyes específicas que regulan el rubro. Cuando hacemos nuestras primeras armas en el campo laboral, vamos tomando dimensión de estas cuestiones ya que, desarrollando la actividad profesional, resolvemos constantemente problemas inherentes a la seguridad de las personas, los bienes y los animales domésticos.

Es importante clarificar algunos conceptos que ayudarán a todos los que integramos el sector. Actuemos en función de la comunidad entera, a favor de la seguridad eléctrica.

El decreto Ley 17.946/44 del 7 de julio de 1944 es el primer antecedente legislativo del ejercicio profesional de la agrimensura, arquitectura e ingeniería. El ejercicio profesional es la realización de una actividad, a título oneroso o gratuito, o la prestación de cualquier servicio propio de cada profesión que requiera la capacitación proporcionada por una entidad de educación técnica y/o universitaria que otorgue un título habilitante con responsabilidad civil y penal, ya que las profesiones de mecánica y electricidad son de riesgo para las personas, animales y/o cosas. Los consejos profesionales son sumamente importantes en esta cuestión, porque deben controlar las actividades profesionales que comprometen al interés público, ya que pueden

poner en riesgo la salud, la seguridad, el patrimonio y los derechos de las personas.

Estos profesionales son las personas físicas (ingenieros y técnicos) que, luego de cursar y aprobar sus estudios, obtienen un título profesional habilitante conforme a la legislación y luego adquieren su matrícula en el consejo profesional interviniente. Por decreto Ley 6070/58 se agregaron los técnicos con título secundario al régimen de matriculación obligatoria para ejercer la profesión.

Para realizar cualquier tarea dentro de la rama, como ser prestación de servicios o ejecución de obras, estudios, proyectos, asesoramientos, direcciones, ensayos, certificaciones, informes, etc., es imprescindible estar inscripto en la matrícula correspondiente de

su especialidad (Art. 11 del mismo decreto Ley 6070/58). Este punto es vital, ya que los miembros de la sociedad pueden descansar en los servicios de un profesional actuante, quien está habilitado para realizar las tareas anteriormente nombradas y asumir responsablemente la representación del comitente (persona física o jurídica que encare una obra o servicio. Puede ser el propietario de un inmueble o el administrador de un consorcio, por ejemplo).

¿Cuáles son las formas de salvaguardar la responsabilidad profesional y de tener instalaciones eléctricas seguras para los usuarios finales?

- Decreto N° 1099/84 (código de ética): constituye un conjunto de normas que establecen los deberes de los agrimensores, agrónomos, arquitectos, ingenieros y técnicos en relación con los entes, personas y actividades con los que están relacionados en el ejercicio de su profesión.
- Cumplir con las reglamentaciones y normativas vigentes. Si hacemos cumplir las mismas, nos aseguramos el bienestar de la comunidad entera.

Las principales son:

- 1) Ley N°24065/91 (régimen de

la energía eléctrica): en su artículo 16, enuncia: *“los generadores, transportistas, distribuidores y usuarios de electricidad están obligados a operar y mantener sus instalaciones y equipos en forma que no constituyan peligro alguno para la seguridad pública y a cumplir con los reglamentos y resoluciones que el ente (ENRE) emita a tal efecto. Dichas instalaciones y equipos estarán sujetos a la inspección, revisión y pruebas que periódicamente realizará el ente (ENRE), el que tendrá, asimismo, facultades para ordenar la suspensión del servicio, la reparación o reemplazo de instalaciones y equipos, o cualquier otra medida tendiente a proteger la seguridad pública”.*

2) Ley N° 19587 (higiene y seguridad en el trabajo): establece las generalidades de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo abarcando todo el territorio de la república, a través de las normas de dicha ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dictaren.

3) Decreto 351/79 (reglamentario de la Ley N° 19587): establece en su Anexo VI, capítulo 14, punto 3 “condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas”, la obligatoriedad de cumplir con la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmue-

bles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

4) Resolución N°225/11 (ENRE): establece que para solicitar nuevos suministros T1, T2 y T3, es necesario se emitan declaraciones de conformidad de dichas instalaciones (acorde a AEA 90364). Dicha resolución ha sido ampliada por la 269/12 y, entre otras cosas, clarifica las protecciones y líneas entre tablero de seccionamiento desde el punto de medición y el tablero principal.

- Utilizar patrones referenciales objetivos: determinar condiciones mínimas de uso específico, para un material, producto a servicio, a través de disposiciones de instituciones como el IRAM (nacionales) e internacionales (IEC), para alcanzar el objetivo de seguridad eléctrica en las personas y bienes.
- Utilizar materiales que posean el sello de seguridad argentino. Al momento de proyectar y diseñar, inspeccionar y auditar, construir y remodelar, tener en cuenta la utilización de materiales y equipos eléctricos que se encuadren dentro de la Resolución 92/98 de la Ex-SICM, evitando el riesgo que pueden producir la comercialización y uso de productos no certificados.

Nota técnica

Como compendio, por un lado, de la verificación de las instalaciones requeridas por un cliente (cualquiera sea) y llevadas a cabo por un profesional, surgirá el estado y condición de las mismas. Con el desarrollo de la documentación y el asesoramiento se resolverán y corregirán los desvíos hallados, utilizando las herramientas que le brindan los aspectos reglamentarios.

Por otro lado, el buen desempeño del matriculado en su correcto ejercicio profesional comentado

en la introducción, amparado en las normas técnicas descriptas y en el uso de materiales certificados, implicará un beneficio sinérgico para el bien de la comunidad entera, ya que ambos aspectos brindan al usuario final la seguridad que sus instalaciones eléctricas necesitan, conservando sus bienes y patrimonio y, fundamentalmente, preservando la vida de nuestros semejantes.

Acerca del autor

Leandro A. Fazzito es Técnico

Electromecánico orientación en Energía Eléctrica, estudiante de Ingeniería Industrial (UTN-FRH) y consejero titular del Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista (COPIME). Al mismo tiempo, se desempeña como presidente de la Comisión de Técnicos (COPIME) e integra la Comisión de Difusión y Comunicación del Consejo de Seguridad Eléctrica por COPIME ■

Material gentileza de CONSE

Hace 50 años que certificamos productos eléctricos y así los identificamos



Marca IRAM de conformidad
con normas IRAM

Buscá esta marca en el producto. Exigí productos seguros.



www.iram.org.ar   

ANALIZADORES DE REDES ELECTRICAS.



PowerGUIDA440s

4 canales de I y 4 canales V, aislados

Display Táctil

Registros de A, V, F, PF, W, Var, VA, Flicker, Armónicos, Energía, etc.

Registro de transitorios

Disparos cruzados

Memoria 4 Gb

Software DranView 6 para análisis y reportes.

Aprobado por 



Caja de fibra de vidrio para intemperie [opcional]

PowerGUIDE4400



Características del 4400 más Monitores de calidad de suministros en motores eléctricos, Corriente de arranque y Módulos de respuesta de calidad de suministro.



PowerXPLORER

Características del PG4400 más muestreo de 1Mhz para perturbaciones rápidas y frecuencia nominal de 400Hz (PX5-400) para la industria aeronáutica.

Los primeros analizadores de acuerdo a la NORMA: IEC-61000-4-30 Clase A



AMPLIA FINANCIACION



SOLICITE DEMOSTRACION
demo@hertig.com.ar

DETRAS DE NUESTROS EQUIPOS HAY UN GRAN EQUIPO



HERTIG
GRUPO EQUIPOTECHNICA

www.hertig.com.ar

Bolívar 1335-C1141AAC-Bs. As.-Argentina
☎ 4361-7136 ☎ 4300-3372
SUCURSAL: Rioja 421-X5000EVI-Córdoba Capital
☎ (0351)424-4137
ventas@hertig.com.ar

Caños curvables y autorrecuperables (corrugados)
para canalizaciones eléctricas

PLÁSTICOS
LAMY S.A.

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

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



Serie BLOCK

Cuadros de distribución IP66



Made in Argentina

Los cuadros de la serie BLOCK están dotados de una estructura extremadamente compacta. Diseñados en material termoplástico ABS: autoextinguible, filtro a los rayos UV. Son la solución indicada para la distribución de energía eléctrica en obras cubriendo las más altas exigencias de seguridad para el profesional.



SCAME
electrical solutions



Iniciativas en favor de la eficiencia

Por Festo

Cada aplicación industrial debe cumplir determinados criterios técnicos y económicos, entre ellos, por ejemplo, velocidad, resistencia, precisión, grado de eficiencia, robustez, costos de adquisición (precio, puesta en funcionamiento, montaje) y costos operativos (mantenimiento, duración, costos energéticos). La eficiencia energética tiene una importancia cada vez mayor en todas las aplicaciones.

Con frecuencia algunas pocas medidas son suficientes para aumentar la eficiencia energética. Por ejemplo, recurriendo al servicio de ahorro de energía, acudiendo a cursos, optando por sistemas de ahorro de aire comprimido, reduciendo el peso de los actuadores o usando actuadores de dimensiones apropiadas, reduciendo las fugas, disminuyendo la presión, seleccionando tubos de

menor volumen o aminorando las fricciones.

Sin embargo, muchos fabricantes y usuarios de máquinas y equipos dudan a la hora de adoptar medidas concretas de eficiencia energética. Numerosas soluciones aplicadas por empresas industriales alemanas marcan ahora la ruta a seguir. Bien podrían hacer las veces de ignición inicial para la difusión generalizada del uso sensato de los limitados recursos energéticos del planeta.

Nada parece indicar que sea posible que a medio plazo no sigan aumentando los precios de la energía. Entre otras razones, porque el crecimiento de los estados BRIC demanda un gran consumo de energía y, además, porque los combustibles fósiles son limitados. A ello se suman las dudas sobre la posibilidad de sustituirlos algún día completamente por

agentes energéticos renovables. Los hechos no dejan lugar a dudas: el precio de la energía que necesita el sector industrial ha experimentado un crecimiento promedio anual de un 12,5 por ciento desde hace diez años. De esta manera, estos costos aumentan entre dos hasta cuatro veces más rápidamente que los costos de personal, que siempre fueron considerados estratégicos.

Sorprende que muchas empresas no tengan una noción precisa sobre la estructura de sus costos energéticos. Si bien es cierto que los responsables suelen saber cuánto ascienden los costos energéticos anuales, pocas veces cuentan con datos exactos sobre el consumo como para poder evaluar la incidencia de una medida de ahorro específica en los costos totales. También es usual agregar los costos energéticos a los costos

fijos o variables de la producción, sin considerarlos por separado. Diversas iniciativas como Green Carbody, Blue Competence, EnEffAH, ZVEI o aquellas adoptadas por el VDI/VDE-GMA, así como el servicio de ahorro de energía de Festo, al que recurren muchas empresas, tratan de cambiar esa situación. Estas iniciativas muestran el camino a seguir hacia una mayor eficiencia energética.

El 20 por ciento de la energía que consumirá un automóvil se consume ya durante su fabricación. 60 empresas alemanas han lanzado la iniciativa "Green Carbody Technologies" con el fin de reducir ese porcentaje.

En Alemania, las empresas Volkswagen, Boge Kompressoren, Festo y el instituto Fraunhofer IWU cooperan en el subproyecto "Planificación del uso eficiente de aire

comprimido" con el fin de reducir el consumo de aire comprimido en aplicaciones neumáticas. Se trata especialmente de aplicaciones como accionamiento de pinzas para soldar, pinzas convencionales o articuladas para sujetar piezas, cilindros y otros actuadores. Pero también se consume aire en otras partes del proceso, como, por ejemplo, en secciones de soldadura por rayos láser.



Potencial de ahorro en la fabricación de automóviles: el 20 por ciento de la energía que consumirá un automóvil durante su vida útil se consume ya durante su fabricación

Aplicación

Realizando un análisis minucioso del consumo de aire en la sección de fabricación de carrocerías, consiguiendo una mejor relación entre la generación y el consumo de aire, realizando simulaciones para configurar los sistemas y efectuando controles y diagnósticos, es posible reducir considerablemente el consumo de energía. Así se obtienen datos sobre el consumo, es posible detectar las operaciones que admiten una mayor eficiencia energética y, además, así se pueden detectar errores de planificación y

determinar pérdidas ocasionadas por los procesos mismos.

Durante la fase de planificación es posible definir una relación óptima entre la generación y el consumo de aire comprimido.

Por otro lado, aproximadamente el 70 por ciento del consumo industrial de energía eléctrica se debe a los motores eléctricos. Sin embargo, no existen datos exactos que diferencien entre el consumo de estos motores y el consumo de los sistemas de manipulación de piezas. También faltan datos precisos sobre la dis-

tribución del aire comprimido. Los expertos que participan en el proyecto EnEffAH que aborda el tema de la eficiencia energética en relación con sistemas de actuadores y manipulación, consideran que es posible reducir a la mitad el consumo de motores eléctricos y sistemas de aire comprimido. Este proyecto, que cuenta con el apoyo del gobierno alemán y en el que participan Kaeser Kompresoren, Cooper Tools, Festo, institutos de la universidad de Stuttgart y el instituto Fraunhofer, tiene la finalidad de elaborar estrategias básicas de ahorro de energía y de encontrar soluciones optimizadas para sistemas de manipulación neumáticos y eléctricos.

La iniciativa de sostenibilidad de VDMA con la etiqueta "Blue Competence" ya ha redundado en considerables aumentos de eficiencia en máquinas y equipos. En comparación con el año 2000, el ahorro conseguido en este sector equivale a la energía eléctrica consumida por los 48 millones de hogares existentes en Alemania, Austria y Suiza ■



Localización de fugas con detector de ultrasonidos: mantener bajo control el consumo de energía en la planta con el servicio de ahorro de energía de Festo

Primeros, siempre.

La innovación y el liderazgo son características que marcan cada una de nuestras acciones.

Somos la primera Empresa de transformadores en obtener cuádruple certificación.



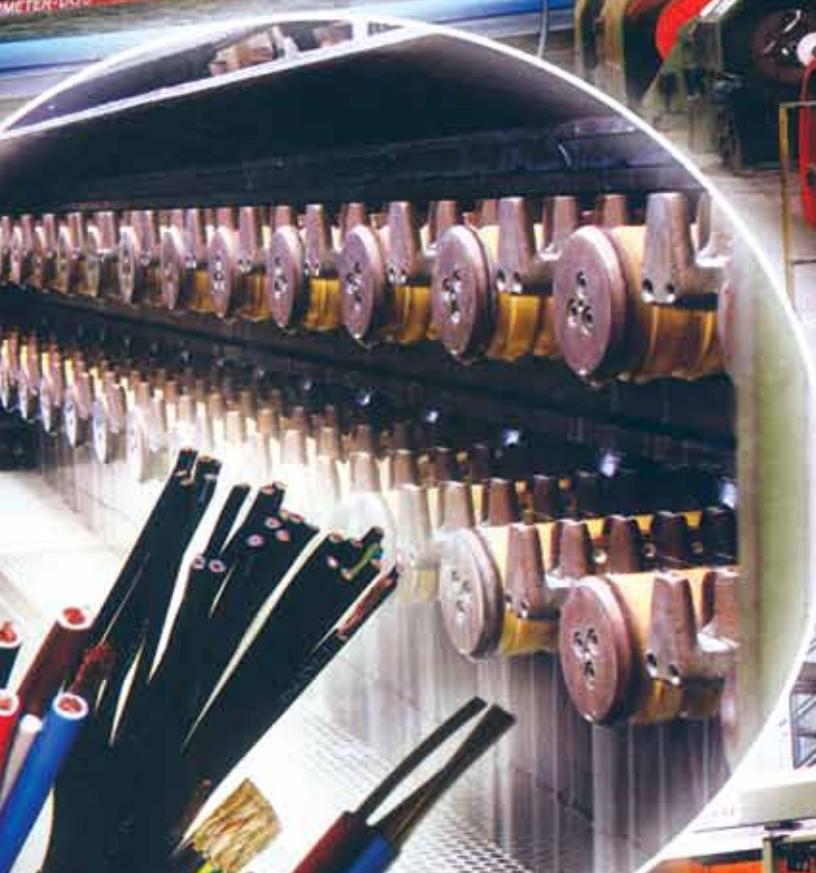
CESI



1959-2009

Fettorossi

Cables eléctricos



Si su problema es el cable,
SOLUCIONARLO
es nuestro trabajo



TECNOLOGÍA LED QUE ILUMINA TUS MOMENTOS



*Disponibilidad Inmediata



www.iluminatusmomentos.com.ar
[/verbatim.iluminatusmomentos](https://www.facebook.com/verbatim.iluminatusmomentos)
[@VerbatimLED_LAM](https://twitter.com/VerbatimLED_LAM)
[/verbatimledlam](https://www.pinterest.com/verbatimledlam)

Verbatim.
LED LIGHTING

¡Sumate a nuestra RED Comercial!
info@verbatim.com.ar

Diagnósticos de aisladores

Por Pfisterer

Existe una amplia variedad de aisladores, diferentes procesos de fabricación, varias normas de diseño, y naturalmente diversidad de material. Esto implica que, una vez instalados, se quiera llevar a cabo diferentes métodos de diagnóstico.

Principios de diagnóstico

De los siguientes métodos de diagnóstico, se explicarán luego

más detalladamente la inspección visual, la medición de campos electromagnéticos y la medición de UV/IR.

Inspección de la línea

La inspección visual de la línea fue el primer método y sigue siendo el más aplicado por las empresas de abastecimiento de energía. Así se descubren normalmente

daños superficiales del revestimiento que pueden ser un indicador para defectos internos. Estos defectos, a menudo, son apenas visibles. La inspección visual de la línea precisa tanto de un piloto de helicóptero muy versado como de un inspector de línea con experiencia. Mediante la inspección por helicóptero se puede inspeccionar también la parte superior

Técnicas de diagnóstico

Muestra no instalada		Muestra en línea
Repetición de los métodos de ensayo IEC utilizados para materiales y calificación de construcción	Ensayos específicos	
IEC 61109	Comprobador <i>hot stick</i>	Medición de campos electromagnéticos
IEC 62217	PD/RIV	Medición de UV (de noche y de día)
IEC 60587	Calor y tensión	Inspección visual de la línea
	Medición infrarroja	Medición infrarroja
	Medición de UV (visión típica de noche	
	Medición de campos electromagnéticos	
	Visual	
	Detección acústica directa	

de los conjuntos de amarre, cosa que desde tierra generalmente es más bien difícil.

Medición del campo eléctrico

La medición con una cabeza de medida de campo es un método exacto, pero que exige mucho tiempo. Al principio esta técnica fue desarrollada para la evaluación de aisladores tipo casquete en servicio. A causa de una aplicación creciente de aisladores compuestos, se ha modificado el método de medición para ser empleada también para la evaluación de la nueva tecnología de aisladores.

Durante la medición se registra el campo eléctrico a lo largo del aislador. En caso de encontrar un defecto, el campo eléctrico muestra inmediatamente un cambio. La humedad ambiente tiene una importante influencia sobre los registros, lo cual complica, en algunos casos, la interpretación de los resultados.

Medición UV/IR

Progresos en las industrias ópticas y electrónicas han producido cámaras que pueden transmitir simultáneamente imágenes ultravioletas, infrarrojas y normales de instalaciones eléctricas, incluyendo conjuntos de aisladores y aparatos.

Las actividades del efecto corona se pueden medir a la luz del día, al igual que se puede detectar puntos calientes. Las imágenes pueden ser superpuestas, lo que simplifica la interpretación de los resultados.

No obstante, para la interpretación de las imágenes se necesita experiencia. Por ejemplo, es importante distinguir los diferentes modos de descargas eléctricas que pueden ocurrir en un aislador. Descargas por encima de bandas secas de una capa ajena también tienen radiación UV, pero suelen ser causadas por contaminación en la superficie del aislador. Por otro lado, descargas secas de efecto corona se ocasionan en zonas con alta intensidad eléctrica del campo a causa de puntos agudos o irregulares en superficies metálicas o aislantes. Ya que la descarga por efecto corona es provocada por una descarga disruptiva parcial del aire, es importante registrar las condiciones meteorológicas del momento simultáneamente con la medición. La experiencia ha demostrado que la medición visual de la actividad por efecto corona tiene que realizarse tanto en condiciones de humedad atmosférica alta como baja para lle-

gar a una conclusión asegurada sobre el estado del aislador o del conjunto completo del aislador.

La medición del incremento de temperatura proporciona mucha información también en estaciones de transformación y para contactos bajo tensión eléctrica.

En la evaluación de aisladores compuestos, las experiencias iniciales muestran que la mejor manera de detectar un estado de envejecimiento avanzado es la medición combinada de UV/IR.



Figura 1. La actividad del efecto corona se puede medir a la luz del día



Figura 2. Imagen superpuesta de mediciones IR y de corona en la misma ejecución

Nota técnica

Los resultados existentes de mediciones de aisladores con defectos internos y externos han demostrado claramente que las cámaras modernas sirven como remedio auxiliar durante la inspección; sin embargo, la interpretación correcta de las imágenes todavía precisa de un inspector de líneas experimentado ■

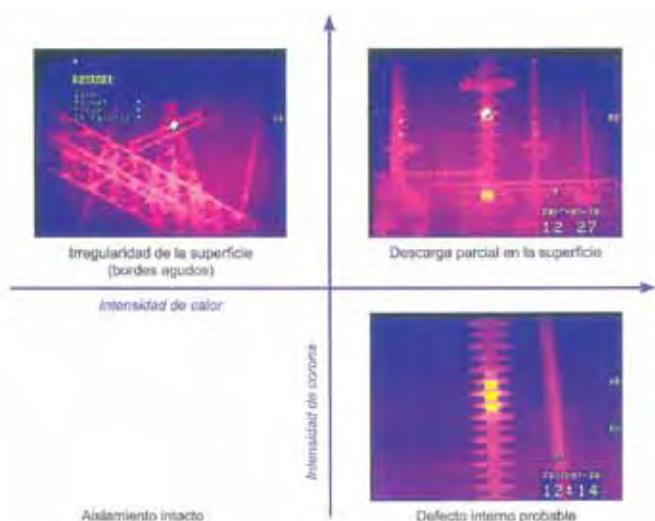


Figura 3. Propuesta para una matriz de interpretación de fallas (fotos por cortesía de CSIR)

ATQ
Sistemas Integrales

ATQ
Bme. Mitre 337 6° piso A/B
(B1832)DE Lomas de Zamora
Buenos Aires - Argentina
Tel: (005411) 4245-5885 (L. R.)
Fax: (005411) 4292-5667
ventas@atq-ackermann.com
www.atq-ackermann.com

ACKERMANN



Cinco de Mayo - Canales de Paralel - Sol. Usado Paciente Enferma

La Protección por Excelencia



www.zoloda.com.ar

Bases Portafusibles Seccionables

Fijación a Riel DIN.
 Accesorio para unión de 2, 3 y 4 polos.
 Indicación luminosa de fusible quemado.
 Dimensiones 8x31, 10x38, 14x51 y 22x58 mm.
 Amplia variedad de fusibles.

BMFN

Base para fusibles de 8x31 y 10x38 mm.
 Indicación luminosa de fusible quemado 12-60v y 110-380v.
 Industria Argentina.

BMF

Base para fusibles de 14x51 y 22x58 mm.
 Indicación luminosa de fusible quemado 110-220v.



* De acuerdo a la última Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina AEA.



Acompañándolo desde 1959

Exportamos ingeniería y mano de obra argentina con certificaciones reconocidas internacionalmente.



Tecnark 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

Ahorro de energía con lámparas eficientes y duraderas

Hi-Power LED 6W



Ángulo: 36°
Luminosidad: 400 Lm
Vida útil: 25.000 hs
Formato: MR16 (Ø 50mm)

Color Luz día	Color Bco. cálido	220-240 Vca GU10	12 Vca / Vcc GUS.3
911221 911231	911220 911230		

Reemplazo de
 Halógena 50W

Hi-Power LED 6W



Ángulo: 36°
Luminosidad: 250 Lm
Vida útil: 25.000 hs
Formato: MR16 (Ø 50mm)

Dimmerizable	Color Luz día	Color Bco. cálido	220-240 Vca GU10
	911621	911620	

Reemplazo de
 Halógena 35W

Hi-Power LED 6W



Ángulo: 30°
Luminosidad: 250 Lm
Vida útil: 25.000 hs
Formato: MR16 (Ø 50mm)

Color Luz día	Color Bco. cálido	220-240 Vca GU10
911601	911600	

Reemplazo de
 Halógena 35W

AR111 - 13,5W y 15W



Ángulo: 25°
Luminosidad: 750 Lm
Vida útil: 30.000 hs
Formato: AR111 (Ø 111mm)

Color Luz día	Color Bco. cálido	220-240 Vca GU10	12 Vca / Vcc G53
911583 911585	911582 911584		

Reemplazo de
 Halógena AR111 / 75W

Tubos de LED



Luminosidad: 750 / 1500 Lm
Vida útil: 30.000 hs
Largo: 9W 610 mm
18W 1220 mm
Tensión: 100-250 V.c.a.

Color Luz día	Casquillo G13
------------------	------------------

Reemplazo de
 Tubo fluorescente
18/20W y 36/40W

9W - 914261
18W - 914263

Luminarias empotrables LED



Fijas de 14W - 24W

Ángulo: 90°
Luminosidad: 800 - 1200 Lm
Vida útil: 30.000 hs
Diámetro: 150 - 190 mm
Largo: 60 - 70mm
Tensión: 220 - 240 V.c.a.

Color Luz día	Color Bco. cálido
------------------	----------------------

14W - 911541 911540
24W - 911543 911542

Reemplazo de
 Luminarias empotrables
Bajo Consumo



Orientables de 3W :: 7W :: 12W

Ángulo: 30°
Luminosidad: 200 - 450 - 800 Lm
Vida útil: 30.000 hs
Diámetro: 87, 110, 138mm
Largo: 45, 67, 70 mm
Tensión: 220 - 240 V.c.a.

Color Bco. cálido	Orientable
----------------------	------------

3W - 911530
7W - 911531
12W - 911532

Reemplazo de
 Luminarias empotrables
Dicroicos

PAR38 - 19W



Ángulo: 25°
Luminosidad: 900 Lm
Vida útil: 30.000 hs

Color Bco. cálido	220-240 Vca E27
----------------------	--------------------

911572

Reemplazo de
 Halógena
PAR38 / 80W

Bipin - 2W



Luminosidad: 90 Lm
Vida útil: 25.000 hs
Formato: T3

Color Luz día	Color Bco. cálido	220-240 Vca G9
------------------	----------------------	-------------------

911311 911310

Reemplazo de
 Halógena
Bipin

Línea completa de tiras de LED



Colores: Blanco cálido, Luz día
RGB, Azul, Verde, Rojo, Amarillo
Alta intensidad SMD 5050 y 3528
Disponemos de drivers y
controladores RGB

LED 60 x metro	Tensión 12 Vcc	Modelo LED 5050 ULTRA LED	Intemperie	Interior
-------------------	-------------------	------------------------------	------------	----------

9111XX



Reactores para filtrado de corrientes armónicas en bancos de capacitores

Los reactores de filtro Epcos, disponibles en todo el país a través de la firma Elecond, permiten agregarle al banco de corrección del factor de potencia las siguientes funciones:

- Evitar la eventual resonancia paralelo.
- Evitar la amplificación de corrientes armónicas.
- Evitar la aparición de corrientes armónicas.
- Evitar la aparición de sobretensiones de pico.
- Absorber parcialmente la corriente de quinta armónica, (cuyo caso típico se da en aplicaciones industriales trifásicas).



- Bloquear el paso de todas las corrientes armónicas a través de los capacitores (necesario cuando predomina la corriente de tercera armónica cuyo caso típico se da en edificios comerciales debido a la iluminación con lámparas de descarga gaseosa).

Los reactores de Epcos tienen alta linealidad y muy bajas pérdidas. Tienen alta capacidad de absorción de corrientes armónicas, bajo nivel de ruido y excelente terminación. Incluyen protector térmico insertado dentro de bobinado central para evitar sobrecalentamiento por eventual exceso de corrientes armónicas o falla del sistema de ventilación forzada. Los modelos de baja potencia están bobinados en alambre de cobre y los de alta potencia en *foil* de aluminio.

La fabricación se realiza en Alemania. Se ofrecen para redes de 400 V y 50 Hz en tres distintas gamas de desintonía:

- Factor de desintonía 7% para absorción parcial de corriente

de quinta armónica. Requiere capacitores de 400 V.

- Factor de desintonía 5,67 para mayor absorción parcial de corriente de quinta armónica. Requiere capacitores de 440 V.
- Factor de desintonía 14% para bloqueo de todas las armónicas. Requiere capacitores de 480 V.

Para cada factor de desintonía se ofrecen modelos para 12,5, 25, 50, 75 y 100 kVar. Además, están diseñados para operar hasta THDV3 igual al 0,5%, THDV5 igual al 6%, THDV7 igual al 5%, THDV11 igual al 3,5% y THDV13 igual al 3%.

La tecnología de corrección del factor de potencia con filtros desintonizados puede también combinarse con la tecnología dinámica (conmutación por módulos tiristores). Un caso típico sería la corrección del factor de potencia en soldadura.

Por
Elecond



80° Aniversario

80 años acompañando al sector eléctrico

Certificación de Seguridad según Resolución ex S.I.C.M n° 92/98, Etiquetado de Eficiencia Energética en los campos obligatorio y voluntario, Certificación voluntaria de acuerdo a normas y especificaciones, Certificación de Sistema de Gestión de Calidad (IRAM-ISO 9001), Ambiental (IRAM-ISO 14001), Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001) y Sistema de Gestión de la energía (IRAM-ISO 50001).

IRAM es representante de ISO en Argentina

www.iram.org.ar





En Electro Universo le brindamos
el profesionalismo de hoy.

Con los valores de siempre.

El mundo cambia.

Las tecnologías avanzan.

Y en Electro Universo, profesionalizamos cada sector de la empresa, para estar a la altura de las mayores exigencias.

Desde el proceso de compra, mediante una refinada gestión de nuestros stocks, pasando por el mejor asesoramiento técnico que pueden brindarle nuestros ingenieros, hasta llegar a un sistema de logística y entrega de excelencia, hallará en Electro Universo lo mejor y más moderno.

Claro que en algunas cuestiones no nos modernizamos.

El respeto, la honestidad, la responsabilidad, y el cumplimiento, son los mismos ahora que hace más de 50 años

Porque los valores, en Electro Universo, permanecen.



Sabemos más
damos más

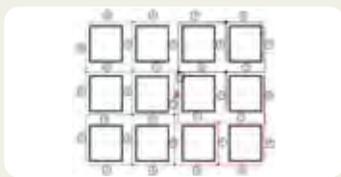
RedElec
ARGENTINA





- Capacitación en AEA
- Organismos de estudio activos 2014

Pág. 33



Estudio de un sistema de distribución con alta penetración de generación de energía solar

Pág. 34

Ciclo año Pila	42 (2010)	43 (2011)
11	1,018 232 51	1,018 233 60
41	1,018 255 20	1,018 254 52
51	1,018 222 59	1,018 222 32
71	1,018 237 02	1,018 236 75
81	1,018 230 38	1,018 230 15
91	1,018 234 85	1,018 234 77
101	1,018 215 23	1,018 215 68
Media volt _{LEM}	1,018 232 54	1,018 232 54

Comportamiento de los grupos patrones de referencia

Pág. 41



Reglamentaciones.

Pág. 47

AEA | 101 AÑOS

La electricidad es vida

www.aea.org.ar

Revista de la Asociación Electrotécnica Argentina



EDITORIAL

La electricidad es vida

El hombre, acicateado por la curiosidad y la necesidad de resolver los problemas que se suceden, ha descubierto, hace ya algunos miles de años, la existencia de un curioso fenómeno al que denominó "electricidad". Los Griegos, cuna de nuestra civilización, descubrieron que si se frotaba un trozo de resina vegetal solidificada con algo suave y peludo, como una piel de gato, al trozo de resina se le pegaban las pelusas y pequeños trocitos de hojas secas y quedaban adheridos por una fuerza débil, que, al cabo de un cierto tiempo desaparecía. Ese material resinoso se denomina "ámbar", según su versión latina, pero, en la versión griega se llama "electrón" y entonces, a la curiosa propiedad descubierta se la denominó "electricidad". Ahora, transcurrido tanto tiempo y con mayores conocimientos, la denominamos "triboelectricidad". De la curiosidad, la electricidad pasó a tomar un sesgo más comercial ¡debía servir para algo! Al principio no se le encontró ninguna utilidad industrial, entonces se la utilizó para llamar la atención tanto en ambientes científicos como vulgares y para ello se necesitaban demostraciones sorprendentes a las que siempre somos tan afectos los humanos, con explosiones y luces, chasquidos y chispas; surgieron entonces los generadores de carga eléctrica, que con el tiempo derivaron en una ciencia, la electrostática, pero, aún no había una aplicación práctica con fines industriales. Ocurrió algo entonces, un médico italiano, de apellido Galvani estaba disecando una rana cuando el bisturí de acero tocó un soporte de bronce y la pata de la rana se contrajo. En un principio se creyó que la electricidad se generaba en el cuerpo de la rana y no por el contacto de dos metales diferentes, un físico contemporáneo de Galvani, Alessandro Volta demostraría esto unos años más tarde. Los subproductos de este simple hecho, dos ciencias, la neurofisiología y la electrotecnia.

Se demostró entonces que la electricidad generada por la pila de Volta y la que hacía contraer la pata de la rana de Galvani era la misma cosa. Como siempre y afortunadamente ocurre, el hombre cuestionó, discutió, trabajó y finalmente encontró las respuestas a muchos interrogantes. Las nuevas ciencias crecieron y se desarrollaron otras, se encontraron valiosas aplicaciones industriales y científicas.

Así, llegamos a descubrir el mecanismo de la bomba de sodio-potasio, que genera un potencial eléctrico entre el interior y el exterior de las células animales y participa fundamentalmente en la transmisión de los impulsos nerviosos; en los vegetales, que no poseen nervios, también se generan potenciales de acción con un mecanismo similar, utilizando una bomba de potasio-calcio y se han descubierto además organismos unicelulares como la *geobacter* que puede generar electricidad a partir de hidrógeno y dióxido de carbono o que puede continuar viva si se le suministra un flujo de electrones como comida, sin otros nutrientes.

En definitiva, la electricidad está íntimamente relacionada con la vida... La electricidad es vida. ¡Alegrémonos entonces de ser partícipes del desarrollo de la electrotecnia!

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

Distribución:

- Gratuita para socios de la AEA. Para más información sobre cómo asociarse a la AEA | www.aea.org.ar | info@aea.org.ar
- Por suscripción a la revista *Ingeniería Eléctrica*

REVISTA
electrotecnico
Enero - Marzo 2015

Asociación Electrotécnica Argentina,
Posadas 1659, C1112ADC, CABA, Argentina
+54-11 4804-3454 / 1532
info@aea.org.ar / www.aea.org.ar

Encuéntrenos en linkedin 

Los contenidos de cualquier índole firmados reflejan la opinión de sus autores por lo que son de su exclusiva responsabilidad.

La reproducción total o parcial de los contenidos y producciones gráficas requieren de la autorización expresa por escrito de la editorial.

Comisión asesora

Ing. Jorge Magri
Ing. Miguel A. Correa
Ing. Miguel Toto
Ing. Norberto O. Broveglio
Ing. Pablo Mazza
Ing. Gustavo J. Wain
Ing. Víctor Osete

Gerencia Administrativa

Cdra. Mónica S. Méndez

Gerencia Técnica

Ing. Carlos A. García del Corro

Editor:

EDITORES S.R.L
Av. La Plata 1080 (1250)
Ciudad de Buenos Aires
www.editores-srl.com.ar

Comisión Directiva de la AEA 2013/2014

Presidente: Ing. Vignaroli, Ernesto O.
Vicepresidente 1°: Ing. Rosenfeld, Pedro A.
Vicepresidente 2°: Ing. Nitardi, Eduardo L.
Secretario: Ing. Broveglio, Norberto
Prosecretario: Ing. Cresta, Abel J.
Tesorero: Ing. Mazza, Juan P.
Protesorero: Ing. Grinner, Luis A.
Vocales: Ing. Correa, Miguel A. | Ing. Giachetti, Alberto | Ing. Magri, Jorge | Ing. Manili, Carlos M. | Ing. Mansilla, Carlos A. | Ing. Milito, Daniel | Ing. Salvatierra, Alejandro I. | Ing. Toto, Miguel A. | Ing. Veronese, Enrique | Ing. Vinson, Edgardo G. | Ing. Wain, Gustavo J.

Documentos en discusión pública AEA

Discusión pública, comité 34: Líneas aéreas exteriores de baja tensión

A partir del 14 de enero de 2015 y hasta el 20 de abril de 2015 inclusive se encuentra abierto el período de discusión pública del documento:

AEA 95201 - Reglamentación de líneas aéreas exteriores de baja tensión

Discusión pública comité 51 Instalaciones eléctricas de alumbrado público

A partir del 14 de enero de 2015 y hasta el 20 de abril de 2015 inclusive se encuentra abierto el período de discusión pública del documento:

AEA 95703 - Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas de alumbrado público y señales de control de tránsito vial

Discusión pública del grupo de trabajo GT 10 H Paneles fotovoltaicos

A partir del 17 de noviembre 2014 y hasta el 02 marzo de 2015 inclusive se encuentra abierto el período de discusión pública del documento:

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

Discusión pública comité 101 Electrostática

A partir del 15 de diciembre de 2014 y hasta el 16 de marzo de 2015 inclusive se encuentra abierto el período de discusión pública del documento:

AEA 91340 - Reglamentación sobre electrostática. Parte 1: Fenómenos electrostáticos. Principios y mediciones

Acceso a los documentos en: www.aea.org.ar/normalizacion

Nuevo Grupo de Trabajo GT 08 A | Generación distribuida

En julio de 2014, la Comisión de Normalización propuso la creación del Grupo de Trabajo 08A: "Instalaciones eléctricas a partir de generación distribuida", con el objeto de emitir un proyecto de reglamentación sobre las instalaciones eléctricas a ejecutar entre los generadores distribuidos de bajas potencias y los

usuarios de dicha energía. Se establecerán las condiciones de diseño, proyecto, ejecución, puesta en servicio y mantenimiento de la instalación, con el fin de preservar la seguridad y el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto. Este nuevo grupo de trabajo ya se encuentra activo en la AEA a partir del 2015.

Estudio de un sistema de distribución con alta penetración de generación de energía solar

Por:

Edgardo Vinson edgardovinson@yahoo.com.ar

Alejandro Jurado ajurado@fi.uba.ar

Pablo Gigli gigli@pab@gmail.com

Grupo Energía y Ambiente (GEA); Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería-UBA

Presentado en CIDEL Argentina 2014

Palabras clave:

Generación distribuida, generación solar, límite de penetración, control de tensión

Resumen

En general los sistemas de distribución eléctrica son diseñados asumiendo una generación centralizada. Como consecuencia de esto, el flujo de potencia está dirigido siempre desde las subestaciones transformadoras hacia los consumos.

Cuando se incorpora generación distribuida, conforme aumenta su nivel de penetración, estos flujos de potencia pueden invertirse, causando diversos problemas operativos tales como sobretensiones, incremento de niveles de cortocircuito, actuación indebida de protecciones de sobrecorriente, etc.

La generación solar fotovoltaica, por su adaptabilidad y por la creciente competitividad de su costo de instalación, es una fuente renovable con amplia perspectiva de aplicación a la generación distribuida en redes de distribución de BT residenciales, pudiéndose prever que alcancen un elevado nivel de penetración.

Entre los problemas que puede traer la alta penetración de generación solar en la red de distribución, el más directo es el de regulación de la tensión en las redes de MT y BT, íntimamente ligado con la reversibilidad del flujo de potencia, afectado además por las distintas características de los perfiles de la potencia generada y de la demanda residencial.

En el trabajo propuesto se estudia, con ayuda de modelos computacionales, el impacto de la generación distribuida fotovoltaica en la regulación de tensión en una red de distribución de baja tensión, sometida a distintos niveles de penetración, con distintas estrategias de regulación de tensión.

1 | Introducción

La necesidad de reducir el consumo de recursos no renovables, y particularmente de combustibles fósiles, ha impulsado el desarrollo de diversas tecnologías para un mayor aprovechamiento de recursos renovables, tales como los eólico, solar e hidráulico.

Al respecto, por la propia naturaleza fundamentalmente de los recursos solar y eólico, y las tecnologías disponibles, las unidades de generación son de potencia pequeña o mediana, en relación a las grandes potencias de las plantas generadoras tradicionales. Por este hecho, junto con la natural dispersión de estos recursos, se ha consolidado la tendencia de instalar unidades aportando energía directamente a la red de distribución de media o de baja tensión, dado que los módulos resultan del rango considerado para generación distribuida (GD) [1][2]. En particular, por los módulos típicos, es habitual que la generación solar aporte a la red de BT y la eólica, a la red de MT.

La incorporación de la GD tiene influencia en diversos aspectos tanto a nivel técnico como económico. Los impactos económicos y técnicos principales, según la naturaleza de la fuente, son:

Técnico-económicos: Variación de costos directos de generación y explotación de redes, diferencia de inversión en GD respecto de la convencional, reducción de la inversión en la red de distribución (descarga de instalaciones), aumento de inversión en sistemas de control, comunicaciones y sistemas protectores.

Técnicos: Variación de pérdidas técnicas, variación de los perfiles de tensión y fluctuaciones, variación de la potencia de cortocircuito, polución armónica introducida por eventuales inversores, influencia en la disponibilidad y confiabilidad de suministro.

Respecto de los aspectos económicos, en [3] se presenta una metodología completa para efectuar una evaluación integral y establecer estrategias de incorporación de GD, que se aplicara junto con otros criterios en [4] para determinar el impacto económico por kW incorporado, cuando la fuente permite el aporte voluntario a la punta.

Los impactos técnicos determinan la potencia de GD que puede conectarse a un sistema, dado que debe mantenerse la tensión dentro de los límites exigidos, como también verificar la capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito de las instalaciones agua abajo del punto de conexión común. En particular la influencia sobre las variaciones de tensión y

las pérdidas puede ser positiva o negativa [5] [6] [7] dependiendo del grado de penetración de la GD, la ubicación y dispersión, la modalidad de operación y el perfil de demanda de la red.

Respecto de la penetración, a medida que aumenta, los desvíos en la tensión y en las pérdidas disminuyen hasta alcanzar un mínimo, y luego crecen, pudiendo sobrepasar las que se producen sin GD, lo que se analiza para distintas tecnologías en [5].

En particular, los paneles fotovoltaicos se adaptan naturalmente a las instalaciones residenciales de BT, presentando una alta dispersión, pero con un nivel de penetración que, de masificarse su uso a largo plazo, puede resultar relevante. Esto último, sumado a que el aporte de potencia máximo no coincide generalmente con la demanda máxima, puede resultar en una inversión del flujo de potencia en parte del día y consecuentemente en un aumento de la amplitud de variación de tensión y de las pérdidas técnicas, a menos que se dispusiera de acumulación.

En los puntos siguientes se plantea el problema conceptualmente, se describen recursos para el control de la tensión, y se efectúa el modelado de la red para distintos niveles de penetración y recursos empleados.

2 | La problemática del control de la tensión con generación solar

2.1. Perfiles de demanda residencial y de generación solar

Las áreas en que resulta natural la instalación de GD solar son las urbanizaciones de media a baja densidad, generalmente constituidas por viviendas unifamiliares. Por lo tanto el perfil de demanda diaria presenta valores diferenciados según los tres tramos horarios característicos de punta, resto y valle. En la figura (1) se observa un perfil relevado de un centro de transformación MT/BT (CT) con demanda residencial.

La potencia de paneles solares que podría instalar un usuario oscila entre 1 y 5 kWp, considerando que ocupan una porción del área de techo de los inmuebles, donde generalmente se disponen. En [8] han considerado hasta 3,8 kWp, correspondientes a la superficie de techo de viviendas del Plan Federal. Considerando un número de horas solares pico (HSP) de 2.500, la generación de energía solar anual resulta

de entre 2.500 y 12.500 kWh, pudiendo superar el consumo anual del cliente que los instala. Por ejemplo, un consumo típico de un usuario residencial del GBA es 5.000 kWh.

El perfil típico diario de generación solar asume la forma de la densidad de radiación solar captada, presentando su valor máximo en las primeras horas de la tarde, desplazado de la demanda residencial máxima. En la figura (1) se observa la curva unitaria de generación junto con la de demanda, poniendo en evidencia que, según el nivel de penetración de la generación solar, el flujo de potencia puede invertirse.

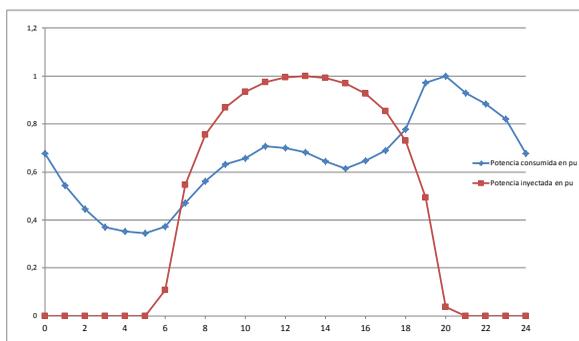


Figura 1: Perfiles unitarios de generación solar y demanda residencial

Por ejemplo, asumiendo una demanda máxima simultánea por usuario a nivel de transformación MT/BT de 1,3 kW con un tiempo de utilización anual de 4.000 hs, para compensar el consumo anual, cada usuario necesitaría instalar una potencia de PFV de 2,1 kWp, con lo que superaría ampliamente la demanda en horas de resto.

Un factor adicional que no se refleja en la curva de demanda exhibida (válida para una cantidad de del orden de 60 o más), es que la demanda de cada usuario es aleatoria, pudiendo ser desde 0 hasta 3,5 veces la máxima simultánea del grupo por cliente. En este estudio no se considerará esta condición, prevista evaluar en análisis futuros.

2.2. Límites de tensión exigidos y su influencia en la penetración límite

Las variaciones de tensión son uno de los atributos de calidad técnica de suministro eléctrico considerados

en las regulaciones de cada país, estableciéndose valores de referencia. En el área del GBA, en la que rigen las regulaciones aplicadas a las concesiones nacionales, las variaciones de tensión máximas permitidas son: $\pm 5\%$ para red subterránea, y $\pm 8\%$ para red aérea.

2.3. Influencia en la tensión. Análisis conceptual

La tensión observada por los usuarios conectados a la red de BT resulta de las distintas caídas de tensión observadas en las distintas etapas de distribución, de las histéresis de regulación, y de las posiciones de tomas de conmutación sin tensión de los transformadores MT/BT.

En general, cuando se planifican las redes de distribución, se consideran límites de caídas de tensión para redes MT y BT que permitan cumplir con los desvíos establecidos por las regulaciones [9] en las distintas etapas, considerando solamente recursos de control de tensión tradicionales (regulación de tensión en barras MT de la ET AT/MT).

$$\Delta U = \pm \delta_{REG.SE} + \Delta U_{MT} - \Delta U_{REL.TR} + \Delta U_{CT} \pm \Delta U_{REG.CT} + \Delta U_{BT} \quad (1)$$

Donde:

$\delta_{REG.SE}$: la oscilación de tensión ocasionada debido a la histéresis de la regulación automática bajo carga de los transformadores de la ET.

ΔU_{MT} : caída de tensión en la red de MT.

$\Delta U_{REL.TR}$: diferencia entre tensión en vacío de los transformadores MT/BT y nominal del sistema (5%).

ΔU_{CT} : caída de tensión propia de los transformadores.

$\Delta U_{REG.CT}$: definida por la posición de la toma de la regulación del transformador MT/BT.

ΔU_{BT} : caída de tensión en la red de BT.

Cuando el sistema de distribución es pasivo y radial, los escenarios determinantes son la máxima tensión en horas de valle del cliente más próximo al centro de transformación MT/BT (CT) más próximo a la ET, y la mínima tensión para el cliente más alejado de la red BT del CT más distante de la ET, en horas de punta. El CT más desfavorable de cada caso puede resultar distinto según el cambio de posición de tomas. Pero como se vio anteriormente, cuando se incorpora GD con alto nivel de penetración, las caídas de tensión en

las distintas etapas a determinados horarios pueden invertirse.

Para efectuar un análisis conceptual se pueden evaluar las caídas en cada etapa mediante expresiones simplificadas como las indicadas a continuación (símbolos a las aplicadas en [10]):

$$\Delta U_{p.u.líneas} = \frac{S_b}{U^2} \cdot L \cdot (r \cdot P_{p.u.} + x \cdot Q_{p.u.}) \cdot kd \quad (2)$$

$$\Delta U_{p.u.ct} = Fc \cdot (p_{cc-p.u.} \cdot P_{p.u.} + x_{cc-p.u.} \cdot Q_{p.u.}) \quad (3)$$

Donde:

r y x son los parámetros de líneas por km.

$P_{p.u.}$ y $Q_{p.u.}$ son la potencia activa y reactiva que ingresa a la línea o al transformador, por unidad del valor máximo de potencia aparente de la etapa.

Kd es el factor que considera la caída de tensión por distribución de demanda a lo largo de la línea. Para líneas con carga distribuida uniforme resulta 0,5 y para demanda concentrada en el extremo opuesto 1.

$P_{cc-p.u.}$ y $x_{cc-p.u.}$ son la potencia y la reactancia de cortocircuito por unidad del transformador MT/BT.

Fc es el factor de carga máxima del transformador MT/BT (considerando que en muchas distribuidoras se considera un margen respecto de la demanda).

En general las líneas aéreas de MT presentan reactancia y resistencia del mismo orden, los cables subterráneos MT y BT y las líneas aéreas de BT presentan una resistencia dominante, y el transformador, reactancia dominante. Dado que en general las caídas en las líneas prevalecen respecto de la caída de tensión en el transformador MT/BT, y que en redes urbanas los circuitos de MT no presentan longitudes excesivas, para radios de distribución BT típicos la caída de tensión mayor se presenta en la etapa de BT, y la potencia activa tiene una influencia en ésta mayor que la reactiva. Esta situación es similar a la indicada en [10] al conectar GD en líneas débiles.

Aplicando las expresiones simplificadas anteriores para un sistema de red aérea MT y BT sin medios adicionales de regulación de tensión, con un nivel de penetración de GD tal que compense el consumo de energía de los usuarios, las tensiones por cada nodo

resultan adecuadas para los escenarios sin aporte (coincidentes con situaciones límite sin GD), pero no en hora de aporte máximo (ver tabla 1), quedando de manifiesto que o bien debe limitarse el nivel de penetración en el área de influencia de cada CT, o bien es necesario contar con estrategias de regulación de tensión adicionales.

	Valle	Resto	Punta
Barra MT	101%	101%	99%
CT próximo			
Caída primer tramo MT	0%	0%	0%
Primario CT próximo	101%	101%	99%
Posición toma	0%	0%	0%
Caída interna CT	0,9%	-0,1%	2,5%
Relación transf	5%	5%	5%
Secundario CT próximo	105%	106%	101%
Caída red BT	2%	-4%	4%
Extremo red BT CT próximo	103%	111%	97%
CT mas alejado			
Caída total MT	1,3%	-1,9%	3,7%
Primario CT mas alejado	99,7%	102,9%	95,3%
Posición toma	-2,5%	-2,5%	-2,5%
Caída interna CT	0,9%	-0,1%	2,5%
Relación transf	5%	5%	5%
Secundario CT mas alejado	106%	111%	100%
Caída red BT	2%	-6%	7%
Extremo red BT CT mas alejado	104%	117%	94%
Datos:			
Línea aérea de MT 3x95/15 Al A ² , longitud 8 km			
Línea BT preensamblada 3x95/50 Al, longitud 0,4 km			
Transformador MT/BT 315 kVA			

Tabla 1: Tensiones en puntos y escenarios críticos

2.4. Recursos empleados para el control de la tensión

2.4.1. Recursos de regulación de tensión en redes sin GD

Transformador AT/MT con regulación de tomas bajo carga automático

El sistema mantiene la tensión de barra MT en un valor determinado, a menos de una histéresis de regulación que debe ser suficientemente mayor a un paso de regulación, a efectos de evitar una frecuencia de operación excesiva. Generalmente se controla un valor de consigna constante del 100% en barras MT, luego el perfil de tensión a lo largo de la red cae de forma aproximadamente parabólica (con el mínimo en extremo opuesto) considerando distribución uniforme de carga.

Una mejora para reducir el impacto de la caída de MT en los usuarios es aumentar el valor de consigna según la carga de modo de mantener la tensión en el 100% en un punto intermedio de la red MT, o bien hacerlo de forma efectiva midiendo la tensión en éste y controlándola por telecomando. La variación de tensión observada en MT se reduce a la mitad, observándose elevación de tensión para los CT próximos a la ET.

Reguladores de tensión intermedios

En líneas MT extensas, permiten reducir la variación de tensión en MT fijando un valor de consigna del 100% en un punto intermedio de la red, conjuntamente con el control de tensión en barra de MT de la ET en 100% por parte del transformador AT/MT. De este modo se reduce la caída en MT observada aproximadamente a la mitad.

Los reguladores de tensión están confeccionados por autotransformadores con múltiples etapas de ajuste. En general la variación es de la tensión nominal con 32 pasos, es decir, un 0,625% por paso. Los pasos de ajuste pueden realizarse controlando la tensión al 100% de forma local, o por telecomando tomando una determinada barra de referencia.

Banco de capacitores en derivación

Al compensar el consumo de reactivo, se reduce la componente de caída de tensión provocada por la circulación de reactivo. Suelen ser de conexión fija, o conmutable (cuando se prevé riesgo de sobretensiones por sobrecompensación). No obstante, como en los sistemas de distribución urbana predomina la componente resistiva de la impedancia, la regulación de reactivo no es del todo eficaz para el control de la tensión. Por otra parte, para elevación de tensión por flujo de potencia inverso no resulta como el caso de estudio no sería de aplicación.

2.4.2. Recursos de regulación de tensión en redes con GD

Transformadores de centros de transformación con regulación automática bajo carga

Recientemente están apareciendo en el mercado transformadores de los CT de regulación automática bajo carga para mantener los niveles de tensión en las

redes de baja tensión [9][5]. Este punto encuentra su limitación en el alto mantenimiento y en el costo inicial de reemplazo de los transformadores. Otro factor a tener en cuenta es la estrategia de control utilizada, ya que los flujos bidireccionales pueden provocar confusión en la lógica de control de los cambiadores de tomas, como también en el RAT de ET.

Compensación de potencia reactiva

Este método se basa en la absorción de energía reactiva cuando la tensión crece debido a la inyección de potencia activa proveniente de la GD. Según el tipo de generador puede emplearse éste mismo (por ejemplo, GS o paneles con inversor apropiado), o dispositivos *facts* (compensador estático, STATCOM, SVC), de alto costo [11a]. También con PFV, según el tipo de inversor, puede absorberse reactivo [9].

No obstante como se mencionara, en la red de distribución urbana residencial el valor de tensión depende fundamentalmente de los flujos de potencia activa, siendo de esperar que en períodos de baja carga y alto aporte de generación solar se presenten casos de sobretensión, y que el margen de mejora por control de potencia reactiva sea limitado. Puede entonces que deba limitarse la inyección de potencia activa, con la consecuente pérdida de eficiencia económica de la generación.

Por otra parte, cuando la dispersión es elevada, las regulaciones deben efectuarse de forma coordinada para que el control sea estable, requiriendo dotar a la red de un nivel de inteligencia adecuado.

Para mantener la tensión se pueden en principio aplicar varias estrategias:

- ▶ GD coordinada con la demanda de carga local: Cuando no es posible la inyección de energía reactiva por los generadores, se controla directamente la tensión a través de la potencia activa generada, de modo que la generación siga la demanda [10a]. En el caso de PFV implicaría un desaprovechamiento importante de la energía captada.
- ▶ Control de Q: Generando una potencia activa dada, se absorbe el reactivo necesario para mantener la tensión en el nodo de generación. Pueden absorberse cantidades importantes de reactivo en el sistema, sobre todo en nuestro caso, compro-

metiendo el equipamiento de generación al límite de su capacidad. [10] [13], [14].

- ▶ Método $\cos \varphi$: Este método consiste en calcular la potencia reactiva de referencia del generador en función de la potencia activa generada por el mismo. Cuando la potencia activa generada es baja, el sistema de control hace trabajar al convertidor en la función de factor de potencia constante [11], pero cuando la potencia activa aumenta, el generador comienza a absorber energía reactiva pasando a trabajar en un rango de $\cos \varphi$ que va de 1 a 0,9 para mantener la tensión dentro de los límites aceptables, pero sin medirla. La principal desventaja es que no se tiene en cuenta la ubicación del generador [12a]. Una estrategia mejorada es el control distribuido de factor de potencia y tensión [10], en el que se cambian los factores de potencia límite inductivo y/o capacitivo según la tensión se encuentre en determinados rangos.
- ▶ Gestión de la generación: Similar al primer caso, en éste, cuando la tensión excede los límites permitidos, se limita la potencia activa entregada por la GD o desconecta directamente, siendo desventajoso para los propietarios de los generadores [12]. Un caso típico de esta situación aparece en los sistemas fotovoltaicos [15], siendo evitable cuando existe almacenamiento, o se aplique otra estrategia de control.

2.4.3. Recursos considerados para GD con PFV

De lo evaluado, si bien la contribución del control de reactivo podría ser positiva en el caso de GD con PFV eligiendo la estrategia adecuada (como en [10]), no es tan significativa y requiere dotar al sistema de una mayor intercomunicación e inteligencia. Por lo tanto, se considera más apropiado por su modalidad de operación autónoma el control mediante reguladores bajo carga en transformaciones AT/MT, CT MT/BT y eventualmente reguladores de tensión en la red.

4 | Estudio de comportamiento de un sistema de distribución con distintos niveles de penetración de GDS

4.1 Descripción de la red modelo de MT y BT empleadas en el análisis

A efectos de estudiar el impacto de la GD con PFV

en la tensión con una mejor aproximación a las redes reales que en el estudio simplificado antes expuesto, se desarrolló un modelo representativo de una red de distribución aérea de MT y de BT típica de un área de 2 MW/km² de densidad de demanda, figuras 2a y 2b al final del trabajo. Se adoptó una línea aérea de MT 3x95/15 Al/A^o, con 12 CT MT/BT de 500 kVA equiespaciados a 500 m. Para la red de BT se adoptó un trazado típico de una línea por calle siguiendo la urbanización en damero con cuatro circuitos por CT como se observa en el esquema, considerando puntos de derivación de consumo o inyección en nodos uniformemente distribuidos, representativos de los puntos en que se ejecutan las derivaciones de línea a usuarios (estructuras de línea BT). Las líneas de BT son de tipo preensamblado, y las secciones se indican en la figura correspondiente. Conforme los usuarios previstos, los transformadores de MT/BT resultan cargados al 80% en el momento de máxima carga.

Los PFV se consideraron como generadores a coseno ϕ unitario.

El modelo de red y los cálculos se efectuaron mediante el Sincal. Se efectuó un flujo de potencia en cada hora del día, teniendo en cuenta el perfil de potencia inyectada por los paneles solares y del consumo de potencia activa y reactiva de los clientes.

4.2. Estrategias de control de tensión y escenarios de generación considerados

Se modelaron distintas estrategias de control de la tensión, y en cada caso se variaron los niveles de penetración, incluyendo un nivel de 170%, correspondiente aproximadamente a una energía generada aproximadamente igual a la consumida y carga de CT en resto igual a punta, y hasta 220%, nivel que corresponde al límite de sobrecarga de las instalaciones de BT y CT. Las estrategias consideradas fueron:

a) Regulación de tensión de transformador AT/MT manteniendo 100% en barra MT, considerando una banda de histéresis de regulación de 2%.

b) Regulación de tensión de transformador AT/MT manteniendo 100% en punto intermedio de red MT, con una banda de histéresis de regulación de 2%.

c) Regulación de tensión a) combinada con regulación de tensión en barras de CT MT/BT, con una banda de histéresis de 3%, y pasos de 2%.

d) Regulación de tensión b) combinada con regu-

lación de tensión en barras de CT MT/BT

Se aclara que la penetración se adoptó como relación entre la potencia de punta generada y la potencia de punta demandada, no coincidentes en horario.

4.3. Resumen de resultados

En el cuadro se indican los resultados resumidos de tensión para los nodos críticos:

Modalidad de control de tensión	Penetración	Cliente + próximo primer CT	Cliente + alejado último CT	Cliente + alejado último CT
		valle	resto	punta
En barra MT de ET	0%	102,7	98,7	96,4
En barra MT de ET	50%	102,7	98,7	96,4
En pto. medio MT	50%	102,7	98,7	96,4
En barra MT de ET y en BT de CT	50%	100,7	100,3	96,4
En pto. medio MT de ET y en BT de CT	50%	99,8	100,3	97,1
En barra MT de ET	100%	102,7	104,3	96,4
En pto. medio MT	100%	103,9	104,3	99,3
En barra MT de ET y en BT de CT	100%	100,7	100,3	96,4
En pto. medio MT de ET y en BT de CT	100%	99,8	100,3	97,1
En barra MT de ET	170%	102,7	108	96,4
En pto. medio MT	170%	103,9	106,8	99,3
En barra MT de ET y en BT de CT	170%	100,7	104	96,4
En pto. medio MT de ET y en BT de CT	170%	99,8	104	97,1
En barra MT de ET	220%	102,7	110	96,4
En pto. medio MT	220%	103,9	108,9	99,3
En barra MT de ET y en BT de CT	220%	100,7	104,3	96,4
En pto. medio MT de ET y en BT de CT	220%	99,8	105	97,1

Tabla 2: Cuadro resumen de los resultados

Se observa que con una penetración algo superior al 100% los medios de regulación clásicos pueden no ser suficientes. Más aún, antes que la penetración alcance el 170% la tensión excede el límite máximo.

Asimismo, se observa que el control de tensión en un punto intermedio de MT no mejora mucho la tensión en resto (horario de mayor aporte de los PFV).

Se aclara que, si bien el desvío admisible es un 8%, hay que agregar a los cálculos la discrepancia por posición de toma (pues el programa adopta una pero el regulador podría adoptar otra dentro de la banda), y la diferencia de tensión en la acometida. Ambos conceptos en suma resultan de 1,5%.

Por otra parte, se pudieron evaluar las pérdidas de energía diaria totales por nivel de penetración. Los valores se exhiben en la siguiente gráfica.

Se observa que las pérdidas de energía por encima de una penetración 1,5 resultan mayores a las pérdidas sin GD.

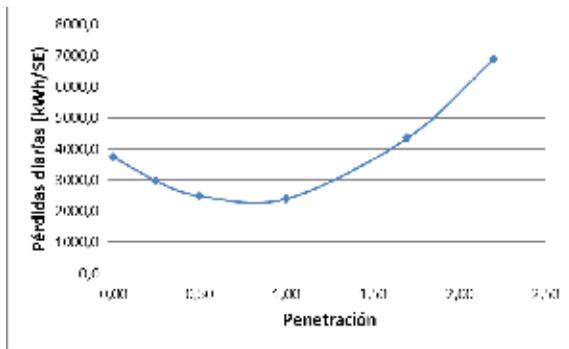


Figura 3: Pérdidas de energía totales

5 | Conclusiones

Conforme lo analizado, se concluye lo siguiente:

Con un nivel de aporte de GD próximo al necesario para compensar el consumo de energía diario, las variaciones de tensión pueden superar los límites actualmente exigidos.

Regular la tensión local por medio del aporte o consumo de reactivo por parte de las propias unidades de GD, puede resultar en una limitación de la potencia generada, dado que la variación de tensión en BT es menos sensible a la potencia reactiva. Si bien se puede optimizar mediante el uso de inteligencia central, esto implica una mayor inversión.

El uso de transformadores MT/BT con regulación de tensión permite satisfacer los niveles exigidos en nuestro país, aun cuando la penetración sea tal que las instalaciones alcancen su límite de carga admisible.

En otros países donde los desvíos de tensión admitidos son más exigentes, puede ser necesario reducir el escalón de las tomas de los transformadores MT/BT, u operar conjuntamente con control de reactivo ■

6 | Bibliografía

- [1] IEEE: "Application Guide for IEEE Std 1547 Standard for Interconnecting distributed Resources with Electric Power Systems". IEEE Std 1547.2 – 2008.
- [2] Francisco M. Gonzalez Longatt: "Generación Distribuida: una introducción" disponible en www.giaelec.org. 2008.

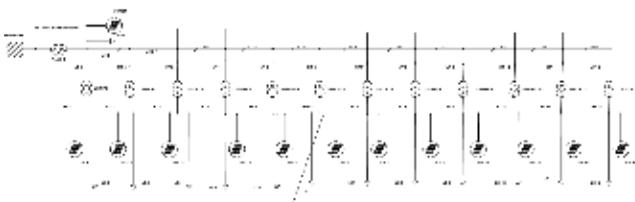


Figura 2.a: Modelo de alimentador de MT con los CT MT/BT

[3] G.W. Ault, J.R; McDonald and G.M. Burt: "Strategic analysis framework for evaluating distributed generation and utility strategies". IEE Proceedings On Generation Transmission and Distribution. N° 4 July 2003.

[4] N. A. Lemozy, E. G. Vinson, y L. M. Donzelli: "La Generación Distribuida, su impacto en las Redes de Distribución y Evaluación de Factibilidad". IX CLAGTEE, 2011.

[5] David Treballe. La Generación Distribuida en España. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. 2006.

[6] Victor Hugo Méndez Quezada. Generación Distribuida: Aspectos técnicos y su tratamiento regulatorio. UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS DE MADRID.2005

[7] Dr. Ing. Gonzalo Casaravilla, Msc Ing. Mario Vignolo, et al "Generación Distribuida en el Uruguay: Evaluación de Fortalezas, Oportunidades y Tratamiento Regulatorio". 2006

[8] M. Facchini; V. Doña; F. Morán Valoración Técnica y Económica del Impacto de penetración de la generación solar distribuida a través de energía solar fotovoltaica.

[9] D.Geibel, T.Degner, A.Seibel, T.Bulo, M.Pflzgraf, K.Boldt, P.Muller, Active INtelligent Low VOLTage Networks-Concept, Realization and Field Test Results, 22° CIRED.

[10] P.Vovos, A. Kiprakis, R. Wallace, G.Harrison, Centralized and Distributed Voltage Control: Impact on Distributed Generation Penetration, TPWRS 00207-2006

[11] F.M Gonzales-Longatt. Impacto de la Generación Distribuida en los Sistemas de Potencia. Caracas, Junio 2008.

[12] TengkeJuhanaTengkuHashim, et al. A review on voltage control methods for active distribution networks. PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097,R.88NR.6/2012

[13] BogdanCraciun, TamasKerekes, Dezso Sera, RemusTeodorescu. Control of Grid Connected PV Systems with Grid Support Functions. Department of Energy Technology - Pontoppidanstræde101 Aalborg University, Denmark. 2012

[14] E. F. Mogos, and X. Guillaud. A Voltage Regulation System for Distributed Generation. 7803-8718 IEEE. 2004

[15] Conti S., Greco A. , Messina N. Local Voltage regulation in LV distribution networks with PV distributed generation. International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (2006), 519-524

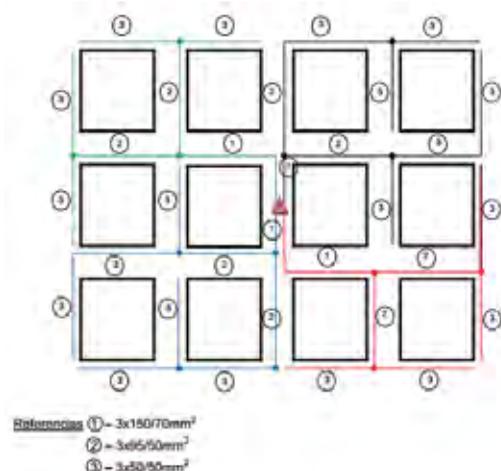


Figura 2.b: Trazado de red BT urbana de un CT

Comportamiento de los grupos patrones de referencia

Actualización de las unidades *volt* y *ohm* del laboratorio eléctrico de metrología (LEM), FIUBA

Por:
Ings. Carlos A. Pérez, Gabino E. Colangelo,
Rafael J. Albarracín Valencia
Laboratorio Eléctrico de Metrología (LEM) FIUBA
lem@fi.uba.ar
www.laboratorioelectricodemetrologia.fi.uba.ar

41

Introducción

Este trabajo es continuación de la publicación efectuada en el año 2004 [1] referente a la actualización de las Unidades de FEM (tensión) *volt*, de resistencia *ohm* del LEM, como consecuencia de las calibraciones y asignación de valores de los patrones de referencia, efectuados en el periodo 1987 (19) [2] 2002(34) trazables a los del Instituto Nacional Galileo Ferraris de Italia.

A partir del año 2003 a 2004 estas unidades son trazables a las del INTI, datos que fueron incorporados en la referida publicación.

Desde el año 2005 y hasta la fecha no fueron puestos en conocimiento público, por lo que hemos decidido publicarlas.

Como luego indicaremos, la estabilidad de ambas unidades de continua es perfectamente coherentes por lo que se concluye, que tanto el *volt* como el *ohm* mantienen en el tiempo, a través del excelente comportamiento de los grupos patrones de referencia, elevados valores de estabilidad, compatibles con los provenientes de otros laboratorios de metrología de alta jerarquía, este es un signo de confianza en las tareas de calibración que realizamos a terceros.

A tal efecto y conforme a la norma ISO/IEC 17025-IRAM301 declaramos el cumplimiento respecto a la trazabilidad externa, como así también a la interna, a través de la cadena de calibraciones ininterrumpidas de las restantes unidades del sistema eléctrico y magnético utilizado.

Patrones viajeros

Antes de analizar el comportamiento de los grupos patrones de referencia de FEM (tensión) (GPRW), y de resistencia (GPRR), efectuaremos un breve comentario sobre los patrones viajeros, previamente calibrados en el INTI, que utilizamos como puente entre el Ente Nacional de Metrología y nuestro Laboratorio, que garantiza la trazabilidad durante los años del período considerado.

En el caso del resistor patrón viajero LEM 6 -06, su valor certificado original ha sido corregido a la tempe-

ratura de 25 °C, mediante sus coeficientes α y β , valor establecido de referencia para las calibraciones del grupo de resistencia, de los patrones de transferencia Hamon (10 pasos: 10 Ω , 1 k Ω , 100 k Ω) y de los resistores de trabajo.

(Ver Referencias [2] indica N° de ciclo.)

En el caso del patrón viajero Fluke 732B "F1", que es la fuente de tensión continua de estado sólido, su temperatura se mantiene constante, dentro de la tolerancia dada en su manual de instrucciones; el sistema de control es verificado a través de su resistor medido exteriormente, por lo tanto no hay que efectuar ninguna corrección en el valor certificado.

En los siguientes cuadros se muestran sus características, valores certificados, denominaciones, etc.

Es interesante destacar que las calibraciones mencionadas provienen de entes oficiales de metrología de distintos países y cuyos certificados muestran una coherencia en sus valores, con una altísima constancia en el tiempo, por ejemplo: respecto al patrón viajero de resistencia, entre los años 1994 y 2014, su valor se ha mantenido exacto en el nivel del $\mu\Omega$, siendo su variación anual en los 20 años transcurridos del orden del 0,01 $\mu\Omega$. En el caso del patrón de tensión, durante los mismos años, su variación fue de -8 μV y su anual de 0,4 μV . Estas importantes cifras muestran que ambos patrones viajeros son altamente estables y muy adecuados para el objetivo que se lo ha destinado.

Descripción: calibraciones realizadas entre los años 1994 y 2014.

Grupos patrones de referencia

Ciclos de calibración y asignación de valores

El uso de una metodología común para la realización de los ciclos de calibración (comparación) y asignación de valores (intercomparación), no es la adecuada por las características particulares que presentan, los elementos integrantes de los grupos de referencia. En el caso del GPRW, se trata de elementos con un funcionamiento *activo*, pues son generadores de FEM

**Patrón viajero Resistor marca L&N, tipo Thomas N° 1883406 denominación LEM 6 -06-
Depositados a 25°C (±0, 01°C)**

Instituto Nac. Metrología	Año	N° Certificado	Valor certif. Ω	Incertid. ppm	Diferencia en $\mu\Omega$ en años (<i>variación anual</i>)				País**
					1997-1994	2003-1997	2009-2003	2014-2009	
IEN	1994	29206.02	1,000 000 44	0,1					Italia
	1997	31038.01	1,000 000 79	0,1	0,35 (0,11)				
INTI	2003	6569	1,000 000 58	0,5		-0,21 (-0,03)			Argentina
	2009	13075	1,000 000 48	0,2			-0,10 (0,02)		
	2014	0102-00016831	1,000 000 62	0,2				0,14 (0,03)	

Patrón viajero de estado sólido de Tensión - Denominación LEM "F1" FLUKE 732B N° 6050011

Instituto Nac. Metrología	Año	N° Certificado	Valor certif. V	Incertid. ppm	Diferencia en μV en años (<i>variación anual</i>)				País**
					1997-1994	2004-1997	2009-2004	2014-2009	
IEN	1994	29206.01	1,018 150 9	1					Italia
	1997	31038.02	1,018 147 6	1	-3,3 (-1,1)				
INTI	2004	7520	1,018 145 7	0,5		-1,9 (-0,27)			Argentina
	2009	13072	1,018 143 8	0,2			-1,9 (-0,38)		
	2014	FM-0102-00016831	1,018 142 2	0,2				-1,6 (-0,32)	

**Trasladados personalmente

y por lo tanto su comparación debe ser básicamente mediante equilibrios entre ellos, mientras en el GPRR sus resistores presentan el tipo *pasivo*, y por lo tanto su comparación debe ser encarada a través de corrientes circulantes en medios que permitan obtener equilibrios. Este análisis conduce a implementar dos metodologías de medición distintas.

1. Grupo patrón de referencia Weston GPRW

Este grupo de referencia está integrado por 7 pilas patrones de sulfato de cadmio saturadas de alta estabilidad, representativo de la Unidad de FEM (tensión) *vol/LEM* dispuestas en un baño termoestabilizado a 28 °C (±0,001 °C), mantenidas permanentemente en el tiempo, y con diez pilas similares que actúan como elementos de reserva GPOW, denominadas *de observación* y cuya totalidad pueden ser conectadas a vo-

luntad entre sí, en la disposición oposición-serie, con dispositivos (puentes) de cobre. [2]

1.1 Ciclos de calibración

En esta instancia se calibran los diecisiete elementos depositados en el citado medio.

El método de comparación utilizado consiste, en equilibrar la diferencia, de la tensión del patrón viajero y el de una pila patrón con la tensión de un potenciómetro de resistor constante, dispuesto éste también en el aludido baño, constituyendo básicamente el principio de medición de patrones de tensión.

A fin de reducir al máximo la incidencia de los efectos parásitos (termocuplas, contactos, etc.), principalmente por la acción de la corriente de compensación, la operatoria del potenciómetro recomienda establecer cuatro equilibrios mediante inversiones en

el detector de señal y en la corriente. El promedio de los cuatro valores de tensión obtenidos, suministra la diferencia de las tensiones de los respectivos patrones.

En consecuencia, la FEM de la pila patrón requerida, se obtiene del valor certificado del patrón viajero (Fluke "F₁"), sumando o restándole dicha diferencia, conforme a la polaridad que correspondiere.

El mismo procedimiento es empleado para los restantes elementos.

Durante los nueve días consecutivos de medición y siguiendo la misma metodología, se repiten las diecisiete comparaciones versus el patrón viajero, obteniéndose las respectivas diferencias de tensión y luego los correspondientes valores certificados individuales. Se eligen siete patrones de la mayor estabilidad (menor desviación estándar, D E) entre los diecisiete patrones calibrados, que serán denominados de *referencia* que formaran el GPRW.

La media de los valores certificados de los integrantes del grupo patrón de referencia representa la unidad $1,018\ 2\dots\text{volt}_{\text{LEM}}$ que será constante en el periodo considerado.

Dicho periodo, entre dos calibraciones, puede tener una duración aproximada entre tres a seis años.

1.2 Asignación de valores (valores asignados)

Durante el periodo correspondiente y a partir del primer año, en forma anual y hasta una nueva calibración, se intercompararán los siete elementos que integran el GPRW en un total de 21 (número combinatorio $7(7-1)/2$) lecturas de diferencia de tensión ($\Delta\bar{U}$), entre cada uno de pares de pilas permite, a través de la unidad $1,018\ 2\dots\text{volt}_{\text{LEM}}$, obtener el valor individual (E_i) de cada uno de los elementos del grupo de referencia. Se utiliza el mismo procedimiento de las cuatro lecturas para obtener el promedio de la diferencia de tensión $\Delta\bar{U}$, en forma similar a lo indicado en 1.1.

Mediante la fórmula de medición aplicada a la pila N° 1 resulta

$$E_1 = 1,018\ 2\dots\text{V}_{\text{LEM}} - \frac{1}{7} \sum_{i=1}^6 \Delta\bar{U}_{i1}$$

Para el resto de los integrantes se utiliza el mismo procedimiento de evaluación, estas mediciones de intercomparación se realizan en los nueve días siguientes.

El valor asignado de cada una de las pilas patrones de referencia resulta a partir del promedio de los diez valores individuales medidos.

Se demuestra que la media de los siete valores asignados resulta igual a: $1,018\ 2\dots\text{volt}_{\text{LEM}}$.

2. Grupo patrón de referencia de resistencia GPRR

Está compuesto por siete resistores patrones marca L&N tipo *thomas* que conforman, el grupo patrón de referencia, representativo del ohm_{LEM} dispuesto en un baño termostatzado a $25\ ^\circ\text{C}$ ($\pm 0,01\ ^\circ\text{C}$) y numerado por su posición en la medición y los dos últimos de su serie, a saber: 1-91-, 2-38-, 3-81-, 4-92-, 5-14-, 6-06-patrón viajero-,7-29-.

2.1 Ciclo de calibración

La metodología de sustitución utilizada, consiste en disponer del patrón viajero (06), el puente comparador de corrientes de Kusters (3)* (Guildline) y de un resistor auxiliar R_T (Tara), de valor de $1\ ohm$, que debe ser estable durante las mediciones efectuadas, única condición requerida y de los resistores de referencia respectivos.

La relación del resistor viajero R_{06} y el resistor auxiliar R_T es decir (R_{06}/R_T), suministra las décadas de medición D_{06} del puente comparador, que será tomada luego como referencia, para los respectivos cálculos, el puente dispone de siete décadas de medición.

Con posterioridad se obtendrá la relación del resistor de referencia generalizado R_i y el resistor Tara, es decir (R_i/R_T) mediante las décadas de medición D_i en consecuencia operando con estas relaciones, se obtendrá el valor del resistor de referencia generalizado R_i previos equilibrios simultáneos magnéticos (AV) y de continua (tensión), realizados en el puente, es decir:

$$R_i = \frac{D_i}{D_{06}} R_{06}$$

En forma sucesiva se obtienen los seis resistores de referencia calibrados del GPRR.

A fin de reducir los efectos parásitos presentes en los equilibrios, el patrón de referencia R_T se lo obtiene mediante el promedio de seis lecturas sucesivas, tres mediciones por conexión y desconexión del aludido resistor y dos por inversión de la corriente respectiva.

Durante los nueve días siguientes se repiten las mediciones precedentes.

Por lo tanto, el promedio de los diez valores medidos, suministra el valor certificado de cada resistor de referencia; en consecuencia, la media de los siete valores respectivos incluido el correspondiente al del patrón viajero resulta el ohm_{LEM} que será constante durante el periodo considerado. La duración del periodo puede ser del orden entre tres a seis años.

2.2 Asignación de valores

Los ciclos de asignación de valores (valores asignados) se obtendrán a través de la intercomparación de los siete resistores de referencia. Los valores asignados resultan de las diferencias de los valores de los resistores en forma similar al anterior punto 1.2, pero con las modalidades impuestas por el Puente comparador. Las mediciones se efectúan en diez días corridos, el valor asignado de cada integrante del grupo, resulta del promedio de los valores medidos.

Por otro lado, la media de los siete valores asignados del grupo de referencia debe ser igual al ohm_{LEM} .

3. Mediciones realizadas en calibración y asignación de valores de los grupo patrones de referencia

A continuación se destacan en los siguientes cuadros de los valores medidos, en los ciclos de calibración y asignación de los GPRW y GPRR para los tres últimos periodos realizados y su valoración.

3.1 Mediciones realizadas en el GPRW

Periodo: años 2004 a 2008.

Ciclo de calibración: año 2004.

Se efectúa el ciclo N° 36 obteniéndose los diecisiete valores calibrados del conjunto de las pilas depositadas en el baño, como se observa en la tabla siguiente.

N° LEM	Marca	FEM V	D E ± ppm
1I	Muirhead	1,018 234 28	0,07
2I	Eppley	1,018 202 66	0,40
3I	Muirhead	1,018 256 29	0,25
4I	Muirhead	1,018 258 53	0,11
5I	PTB*	1,018 225 15	0,10
6I	PTB*	1,018 220 87	0,11
7I	PTB**	1,018 239 82	0,12
8I	PTB**	1,018 233 04	0,11
9I	PTB**	1,018 237 88	0,11
10I	Eppley	1,018 217 75	0,10
1D	Muirhead	1,018 233 13	0,07
2D	Eppley	1,018 206 28	0,11
3D	Eppley	1,018 202 86	0,36
4D	Eppley	1,018 203 91	0,34
5D	Muirhead	1,018 237 07	0,10
6D	PTB*	1,018 217 78	0,11
7D	Muirhead	1,018 259 38	0,15

* Braunschweyg, ** Berlín

Se eligen las siete pilas de la mayor estabilidad (menor D E) constituyendo el grupo patrón de referencia Weston-GPRW-integrado por las pilas: 1 I, 4 I, 5 I, 7 I, 8 I, 9 I, 10 I. La media de los valores certificados representa la unidad de FEM 1, 018 235 21 $volt_{LEM}$ cuyos elementos resultan los mismos del periodo anterior, este valor se mantendrá constante hasta el próximo periodo, como se indica en la tabla siguiente.

Pila N° LEM	Ciclo 36 calibración Valor de la FEM 28 °C*	D E ± ppm
1I	1,018 234 28	0,07
4I	1,018 258 53	0,11
5I	1,018 225 15	0,10
7I	1,018 239 82	0,12
8I	1,018 233 04	0,11
9I	1,018 237 88	0,11
10I	1,018 217 75	0,10
Media $volt_{LEM}$	1,018 235 21	

Asignación de valores

Los ciclos de intercomparación en el periodo resultan los siguientes.

Pila/Ciclo	37 (2005)	38 (06)	39 (07)	40 (08)
1I	1,018 234 50	1,018 235 22	1,018 235 66	1,018 235 10
4I	1,018 257 70	1,018 257 80	1,018 257 58	1,018 257 63
5I	1,018 224 82	1,018 224 87	1,018 224 65	1,018 224 97
7I	1,018 239 91	1,018 239 61	1,018 239 81	1,018 239 80
8I	1,018 233 34	1,018 233 21	1,018 233 26	1,018 233 60
9I	1,018 238 25	1,018 237 89	1,018 238 02	1,018 238 05
10I	1,018 217 94	1,018 217 87	1,018 217 50	1,018 217 32
Media $volt_{LEM}$	1,018 235 21	1,018 235 21	1,018 235 21	1,018 235 21

Periodo: años 2009 a 2013

Ciclo de calibración: año 2009

Se efectúa el ciclo N°41

Se obtienen los diecisiete valores de las pilas calibradas indicadas en la tabla siguiente.

N° LEM	Marca	FEM V	D E ± ppm
1I	Muirhead	1,018 231 77	0,69
2I	Eppley	1,018 203 20	0,41
3I	Muirhead	1,018 253 13	0,51
4I	Muirhead	1,018 249 16	0,25
5I	PTB*	1,018 223 58	0,17
6I	PTB*	1,018 217 04	0,36
7I	PTB**	1,018 238 18	0,29
8I	PTB**	1,018 232 12	0,27
9I	PTB**	1,018 236 16	0,24
10I	Eppley	1,018 216 83	0,19
1D	Muirhead	1,018 231 74	0,19
2D	Eppley	1,018 204 02	0,25
3D	Eppley	1,018 213 92	1,50
4D	Eppley	1,018 207 27	1,26
5D	Muirhead	1,018 234 22	0,31
6D	PTB*	1,018 214 69	0,18
7D	Muirhead	1,018 266 24	0,93

Se eligen las siete pilas más estables, que conforman el grupo patrón de referencia Weston -GPRW- similar al anterior grupo, la media representa la unidad de FEM: 1,018 232 54 volt_{LEM} indicadas en la siguiente tabla.

Pila N° LEM	Ciclo 41 Calibración Valor de la FEM 28 °C*	D E ± ppm
1I	1,018 231 77	0,69
4I	1,018 249 16	0,25
5I	1,018 223 58	0,17
7I	1,018 238 18	0,29
8I	1,018 232 12	0,27
9I	1,018 236 16	0,24
10I	1,018 216 83	0,19
Media volt_{LEM}	1,018 232 54	

Asignación de valores

Los ciclos de intercomparación se vieron alterados cuando se comenzó la realización del tercer ciclo (año 2012), surgieron dificultades en los equilibrios por lo que se efectuó el cambio de los patrones 4 I, 7 I, 9 I por los del grupo de observación 6I, 1D, 5D, recapturándose la unidad con los valores respectivos de las pilas incorporadas en 1,018 226 76 volt_{LEM} , como se indica en las siguientes tablas.

Ciclo año Pila	42 (2010)	43 (2011)
1I	1,018 232 51	1,018 233 60
4I	1,018 255 20	1,018 254 52
5I	1,018 222 59	1,018 222 32
7I	1,018 237 02	1,018 236 75
8I	1,018 230 38	1,018 230 15
9I	1,018 234 85	1,018 234 77
10I	1,018 215 23	1,018 215 68
Media volt_{LEM}	1,018 232 54	1,018 232 54

Ciclo año Pila	44 (2012)	45 (2013)
1I	1,018 234 07	1,018 233 28
6I	1,018 218 68	1,018 219 41
5I	1,018 222 42	1,018 222 92
8I	1,018 232 06	1,018 231 74
10I	1,018 215 35	1,018 215 93
1D	1,018 230 06	1,018 230 23
5D	1,018 234 68	1,018 233 81
Media volt_{LEM}	1,018 226 76	1,018 226 76

Periodo año 2014

Ciclo de calibración N°46

En el siguiente cuadro se muestran los valores calibrados de las diecisiete pilas depositadas versus el patrón viajero Fluke 732B, de él se desprende que el patrón de referencia 1I (Muirhead) presenta una desviación estándar superior a las restantes integrantes del

grupo, por lo que se lo reemplaza por la pila de observación 7I (PTB), en consecuencia el GPRW queda integrado entonces por las pilas: 5I, 6I, 7I, 8I, 10I, 1D, 5D. La media resulta entonces, la unidad de FEM 1,018 223 72 que se considerará constante hasta una nueva calibración, necesaria para los ciclos de intercomparación futuros.

Es interesante destacar que si se compara esta media con la obtenida en el segundo periodo, cuando en el año 2012 se debió efectuar el cambio de tres patrones, se constata que la diferencia entre las medias del GPRW anterior respecto al actual resulta con una variación anual del orden del μV , cifra aceptable por las características de los patrones de FEM.

N° LEM	Marca	FEM V	D E ± ppm
1I	Muirhead	1,018 226 86	0,43
2I	Eppley	1,018 197 45	0,28
3I	Muirhead	1,018 251 91	0,21
4I	Muirhead	#	
5I	PTB*	1,018 219 47	0,14
6I	PTB*	1,018 216 17	0,15
7I	PTB**	1,018 233 06	0,08
8I	PTB**	1,018 226 83	0,14
9I	PTB**	1,018 231 08	0,18
10I	Eppley	1,018 213 01	0,21
1D	Muirhead	1,018 226 66	0,22
2D	Eppley	1,018 200 53	0,56
3D	Eppley	1,018 187 80	2,36
4D	Eppley	1,018 194 40	1,29
5D	Muirhead	1,018 230 82	0,28
6D	PTB*	1,018 212 58	0,19
7D	Muirhead	1,018 250 80	1,01

Dificultad en el equilibrio

Se eligen las siete pilas con la menor desviación estándar para integrar el GPRW como se indica a continuación.

Pila N° LEM	Ciclo 46 Calibración Valor de la FEM 28 °C	D E ± ppm
5I	1,018 219 47	0,14
6I	1,018 216 17	0,15
7I	1,018 233 06	0,08
8I	1,018 226 83	0,14
10I	1,018 213 01	0,21
1D	1,018 226 66	0,22
5D	1,018 230 82	0,28
Media volt_{LEM}	1,018 223 72	

3.2 Mediciones efectuadas en el GPRR

Periodo: años 2003 a 2009

Ciclo de calibración: año 2003

Corresponde al ciclo N° 34 bis. Los valores calibrados versus el patrón viajero (06) del GPRR corresponden a los siguientes.

Resistor N° LEM (N° serie)	Valor Resistencia Ω , 25 °C	D E \pm ppm
1 (91)	0,999 986 57	0,02
2 (38)	0,999 998 88	0,01
3 (81)	0,999 994 86	0,02
4 (92)	0,999 999 47	0,01
5 (14)	0,999 996 85	0,01
6*(06) Pv	1,000 000 58	---
7 (29)	0,999 997 91	0,02
Media, ohm_{LEM}	0,999 996 45	

Valores asignados

Los ciclos de intercomparación corresponden a los siguientes.

Ciclo Resistor LEM	35 (2004)	36 (2005)	37 (2006)	38 (2007)	39 (2008)	40 (2009)
1	0,999 986 39	0,999 986 26	0,999 986 01	0,999 985 89	0,999 985 66	0,999 985 48
2	0,999 998 98	0,999 999 06	0,999 999 20	0,999 999 25	0,999 999 31	0,999 999 48
3	0,999 994 60	0,999 994 38	0,999 994 07	0,999 993 78	0,999 993 55	0,999 993 38
4	0,999 999 58	0,999 999 61	0,999 999 78	0,999 999 76	0,999 999 82	0,999 999 94
5	0,999 996 95	0,999 997 04	0,999 997 12	0,999 997 25	0,999 997 30	0,999 997 39
6	1,000 000 67	1,000 000 74	1,000 000 87	1,000 000 98	1,000 001 07	1,000 001 08
7	0,999 997 97	0,999 998 07	0,999 998 11	0,999 998 24	0,999 998 45	0,999 998 40
Media ohm_{LEM}	0,999 996 45					

Periodo: 2009 a 2013

Ciclo de calibración: 2009

Corresponde al ciclo N° 40 bis. Los valores calibrados versus al patrón viajero (06) del GPRR corresponden a los siguientes.

Resistor N° LEM (N° serie)	Valor Resistencia Ω , 25 °C	D E \pm ppm
1 (91)	0,999 984 88	0,05
2 (38)	0,999 998 88	0,05
3 (81)	0,999 992 78	0,06
4 (92)	0,999 999 34	0,04
5 (14)	0,999 996 79	0,02
6*(06) Pv	1,000 000 48	---
7 (29)	0,999 997 80	0,04

Valores asignados

Los ciclos de intercomparación corresponden a los siguientes:

Ciclo Resistor N° LEM	41 (2010)	42 (2011)	43 (2012)	44 (2013)
1	0,999 984 68	0,999 984 54	0,999 984 16	0,999 984 05
2	0,999 999 00	0,999 998 96	0,999 999 12	0,999 999 21
3	0,999 992 49	0,999 992 33	0,999 991 88	0,999 991 74
4	0,999 999 39	0,999 999 45	0,999 999 56	0,999 999 63
5	0,999 996 90	0,999 997 00	0,999 997 16	0,999 997 20
6	1,000 000 59	1,000 000 71	1,000 000 91	1,000 000 90
7	0,999 997 89	0,999 997 97	0,999 998 16	0,999 998 21
Media ohm_{LEM}	0,999 995 85	0,999 995 85	0,999 995 85	0,999 995 85

Periodo: año 2014

Ciclo de calibración

En este ciclo de calibración N° 45 (2014), como es de práctica se efectúan las mediciones de los seis integrantes del GPRR versus el resistor patrón viajero (06) resultando los siguientes valores calibrados.

Resistor N° LEM (N° serie)	Valor Resistencia Ω 25 °C	D E \pm ppm
1 (91)	0,999 983 54	0,05
2 (38)	0,999 998 92	0,06
3 (81)	0,999 991 23	0,05
4 (92)	0,999 999 32	0,03
5 (14)	0,999 996 98	0,03
6*(06) Pv	1,000 000 62	---
7 (29)	0,999 997 91	0,07
Media ohm_{LEM}	0,999 995 50	

La media $0,999 995 50 ohm_{LEM}$ será tomada constante hasta la próxima calibración para los ciclos de intercomparación futuros.

4. Resumen de los ciclos de calibración

Grupo patrón de referencia Weston -GPRW-

Año	Ciclo	$volt_{LEM}$	$\Delta\mu volt$	$\Delta\mu volt/año$
2004	36	1, 018 235 21	---	---
2009	41	1, 018 232 54	-2,67	-0,53
2014#	46	1, 018 223 72	---	---

En razón que los grupos de referencia no están constituidos por los mismos elementos no corresponde efectuar la comparación entre ellos.

Grupo patrón de referencia de resistencia GPRR

Año	Ciclo	Ω_{LEM}	$\Delta\mu\Omega$	$\Delta\mu\Omega/año$
2003	34bis	0, 999 996 45	---	---
2009	40bis	0, 999 995 85	-0,60	-0,12
2014	45	0, 999 995 50	-0,35	-0,07

Conclusiones

Como se puede observar en los cuadros precedentes, se deducen las siguientes importantes conclusiones.

Respecto al GPRW, este ha presentado en el transcurso del primer periodo (2004 -2009) una inestabilidad anual de $-0,53 \mu volt$, mientras que en el segundo periodo (2009 a 2014) no corresponde establecer la inestabilidad anual en razón que los grupos patrones de referencia no están integrados por las mismas pilas en el periodo señalado.

En lo referente al GPRR, cuyas inestabilidades en ambos periodos (que comprenden en total once años), son del orden del centésimo del $\mu\Omega$, confirma lo que ya habíamos expresado en anteriores publicaciones, que el comportamiento de este grupo patrón de resistencia presenta características de altísima estabilidad, similares a los provenientes de entes nacionales de metrología ■

Referencias

- [1] Ing. Carlos A. Pérez e Ing. Rafael J. Albarracín Valencia: "Actualización de las Unidades ohm y $volt$ del LEM Nuevos Ciclos de Calibración", *Revista Electrotécnica* Marzo-Abril 2004.
- [2] Ing. Carlos A. Pérez: "Nueva Instalación del Patrón FEM - Evolución del $volt$ -LEM", *Revista Electrotécnica*, Septiembre-Octubre 1987, págs. 187-194. Anexo Control de Temperatura de Precisión Ing. Alberto Lazarte págs. 195 a 197.
- [3] Ing. Carlos A. Pérez: "Moderna técnica de medición de resistencia en el Laboratorio Eléctrico de Metrología (LEM) FI-UBA", *Revista Electrotécnica* págs. 63 a 68.

► Capacitación en AEA

La mayoría de nuestros cursos presenciales incluyen la entrega de Reglamentaciones AEA.

Recuerde que usted puede asociarse a la AEA y gozar, entre otros beneficios, de importantes descuentos en capacitación.

6ª Edición Curso de posgrado: Desarrollo nuevas estrategias resolución de fallas y mantenimiento de instalaciones energizadas, del 24 de abril al 19 de Diciembre 2015.

Ver más en www.aea.org.ar

La AEA es Unidad Capacitadora del SEPYME.

Marzo

K22 | Proyecto de instalaciones eléctrica de baja tensión en viviendas | e-learning, por Ing. Carlos García del Corro

Inicio: 16 de Marzo | Duración: 6 semanas

K04 | Taller de diseño: líneas aéreas de MT y centros de transformación aéreos MT/BT, por Ing. Raúl González

19 y 20 de Marzo

K14 | Cálculo simplificado de corrientes de cortocircuitos, por Carlos Manili

26 de Marzo

Abril

K01 | Proyecto de instalaciones eléctricas, por Ing. Carlos Manili

8 y 9 de Abril

K29 | Mantenimiento de transformadores de distribución en baño de aceite y encapsulados en resina epoxi, por Eduardo Min del y Téc. Gustavo Savino

9 de Abril

K10 | Riesgo eléctrico, por Ing. Norberto Broveglio

13 de Abril

K03 | Sistemas de puesta a tierra en instalaciones de baja tensión, por Ing. Carlos Manili

21 de Abril

K07 | Centros de transformación y suministro en media tensión, por Ings. Edgardo Vinson y Magri

8 y 9 de Abril

K02 | Protección y comando de motores eléctricos de baja tensión, por Ing. Juan Carlos Spano

27 y 28 de Abril

Mayo

K13 | Instalaciones eléctricas en salas de uso médico, por Ing. Héctor Ruiz

4 y 5 de Mayo

K15 | Clasificación de zonas y equipos en instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas, por Ing. Alfredo Lorenzo

14 y 15 de Mayo

K12 | Seguridad hospitalaria, por Ing. Sergio Lichtenstein

15 de Mayo

► Organismos de estudio activos 2014

Comité 08: **Redes eléctricas inteligentes**

Documento publicado: 92559

Comité 08 A: **Instalaciones de generación distribuida a partir de energías renovables**

Documento publicado: S/P

Comité 10: **Instalaciones eléctricas en inmuebles**

Documento publicado: 90364-7-771

Comité 10 G: **Eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión**

Documento publicado: 90364-8-1

Comité 10 H: **Paneles fotovoltaicos**

Documento publicado: S/P

Comité 11: **Instalaciones eléctricas en salas de uso médico**

Documento publicado: 90364-7-710

Comité 15: **Instalaciones eléctricas de protección contra las descargas atmosféricas**

Documento publicado: 9007-14 y 90079-17

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

Documento publicado: 95702

Comité 31: **Instalaciones eléctricas en atmósferas antiexplosivas**

Documento publicado: 90790

Comité 32: **Centros de transformación y suministro de distribución**

Documento publicado: 95401

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

Documento publicado: 95301

Comité 34: **Líneas aéreas exteriores de baja tensión**

Documento publicado: 95201

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

Documento publicado: 95101

Comité 51: **Instalaciones eléctricas de alumbrado público**

Documento publicado: 95703

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

Documento publicado: 95705

Comité 61: **Instalaciones eléctricas con tensiones mayores a 1 kV**

Documento publicado: S/P

Comité 78: **Arco eléctrico**

Documento publicado: S/P

Comité 99: **Estaciones transformadoras**

Documento publicado: 95402

Comité 101: **Electrostática**

Documento publicado: S/P

Comité 106: **Campos electromagnéticos**

Documento publicado: S/P

Reglamentaciones

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

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



Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento. AEA 90079-17



Protección contra los rayos. Guía para la elección de los sistemas de protección contra los rayos (SPCR). AEA 92305-11. Edición 2013.



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



Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 701: Baños, lugares y locales conteniendo bañeras, duchas u otros artefactos con grifería emisora de agua. AEA 90364-7-701



Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas. Parte 14: Proyecto, selección y montaje de las instalaciones eléctricas. AEA 90079-14



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

Además...

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

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.

Parte 7: Reglas particulares para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles. Sección 7711: Viviendas, oficinas y locales (unitarios). AEA 90364-7-771. Edición 2006.

Reglamentación para estaciones transformadoras. AEA 95402. Edición 2011.

Reglamento para la ejecución de trabajos con tensión en instalaciones eléctricas con tensiones mayores a un kilovolt (1 kV). AEA 95702. Edición 2012.

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

Finaliza aquí la *Revista Electrotécnica*. Desde la Comisión Directiva de la Asociación Electrotécnica Argentina, saludamos a los lectores hasta la próxima edición, la cual llegará de la mano de *Ingeniería Eléctrica* correspondiente al mes de junio de 2015.

Seguridad + Confiabilidad Total

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



Transformadores Encapsulados en Resina Epoxi

100 % Fabricación Nacional

Cumple con la clasificación E2-C2-F1

Autoextinguibles - No dañan el Medio Ambiente

Elevada capacidad de sobrecargas

Importante reserva de potencia

ISO 9001



Tadeo Czerweny Tesar S.A.



servicio técnico

llame al teléfono o envíe un mail

++ 54 - 3404 - **482713** - Int.113
servicio@tadeoytesar.com.ar

Planta Industrial: Tel: ++54 - 3404 - 481627 / Fax: ++54 - 3404 - 482873 / e-mail: tecnicatt@tadeoytesar.com.ar

Administración: Tel: ++54 - 3404 - 481627 / Fax: ++54 - 3404 - 482873 / e-mail: administracion@tadeoytesar.com.ar

Ventas: Tel: ++54 - 3404 - 482713 / Fax: ++54 - 3404 - 483330 / e-mail: ventas@tadeoytesar.com.ar

Oficina Comercial Buenos Aires: Tel: ++54-11-52728001 / Fax: ++54-11-52728006 / e-mail: bsas@tadeoytesar.com.ar

www.tadeoczerwenytesar.com.ar

Todo lo que buscás
lo encontrás en



**ELECTRO
TUCUMAN S.A.**

RedElec
ARGENTINA



- VARIEDAD DE MARCAS.
- AMPLIO STOCK.
- ENTREGA INMEDIATA Y SIN CARGO EN CAPITAL Y GRAN BUENOS AIRES.

- EXPOSICIÓN PERMANENTE DE PRODUCTOS
- SHOWROOM DE ILUMINACIÓN.
- CURSOS GRATUITOS DE ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN.
- ESTACIONAMIENTO EXCLUSIVO PARA CLIENTES.



ELECTRO TUCUMÁN S.A.[®]
MATERIALES ELECTRICOS PARA LA CONSTRUCCION E INDUSTRIA
"Primera exposición permanente de Material Eléctrico"



VENTAS Y ADMINISTRACION: SARMIENTO 1342 - Bs. As - ARGENTINA (C1041ABB)

Tel.: 4371-6288 (LINEAS ROTATIVAS) FAX: 4371-0260

E-mail: electro@electrotucuman.com.ar / etventas@electrotucuman.com.ar

<http://www.electrotucuman.com.ar>

Salón exposición: Sarmiento 1345 - Bs.As - ARGENTINA - Tel.: 4374-6504 / 1383 - Fax: 4371-6123



Tmax XT. Simplemente eXTraordinario.

 reddy design award

Ganador del premio 2010



Tmax XT, una gama eXTraordinariamente completa de interruptores automáticos en caja moldeada hasta 250A.

ABB establece un nuevo estándar tecnológico y les ofrece libertad para crear y realizar instalaciones extraordinarias de altas prestaciones.

Tmax XT cuenta con los valores más elevados del mercado para la protección de cortocircuitos. Está equipada con electrónica de última generación que asegura la máxima fiabilidad y precisión; sin olvidar la renovada y amplia disponibilidad de accesorios, incluso con versiones específicas para aplicaciones particulares.

La evolución continúa.

www.bol.it.abb.com/TmaxXT

ABB S.A.

Tel. +54 11 4229 5500

Fax. +54 11 4229 5636

www.abb.com/ar



facebook.com/ABBArgentina



[@ABB_Argentina](https://twitter.com/ABB_Argentina)

Power and productivity
for a better world™

ABB

Motores, conceptos básicos y métodos de arranque. Parte I

Ing. Rafael Caputo
Product Manager - Control & Protection
ABB Argentina S. A.
rafael.caputo@ar.abb.com

Motor de rotor jaula

El motor asincrónico con rotor jaula de ardillas es el más común en el mercado. Es relativamente barato y los costos de mantenimiento normalmente son bajos. Hay gran cantidad de fabricantes y variedad en cuanto a la calidad. Un motor de alta eficiencia representa una mayor inversión inicial pero luego nos brinda un ahorro energético importante durante su vida útil.

Otro aspecto a considerar es el diseño del rotor, ya que este influye directamente sobre la corriente y el torque de arranque. Para una misma potencia en kW, dos motores de distintos fabricantes pueden tener corrientes y torques de arranque muy diferentes.

El torque de arranque es un parámetro fundamental si se piensa utilizar el motor con un *softstarter*. Un motor que normalmente tiene

un gran torque inicial en un arranque directo (DOL) va a permitir que el *softstarter* ajuste este parámetro al mínimo valor necesario requerido por la carga, reduciendo así la corriente de arranque. En cambio, un motor de bajo torque de arranque no deja demasiado paño para jugar, por lo cual la reducción de corriente de arranque será mínima.

El número de polos del motor también afecta directamente al torque de arranque. Un motor de dos polos, por ejemplo, tiene un torque de arranque menor que uno de cuatro polos.

Velocidad

El número de polos también influye en la velocidad del motor. Un motor de dos polos será más rápido que uno de cuatro o seis. El otro parámetro que afecta directamente a la velocidad de rotación

del motor es la frecuencia de red a la cual se conecta.

A continuación, la fórmula utilizada para calcular dicha velocidad y un ejemplo.

$$n = \frac{2 \times f \times 60}{p}$$

n = velocidad en r.p.m.

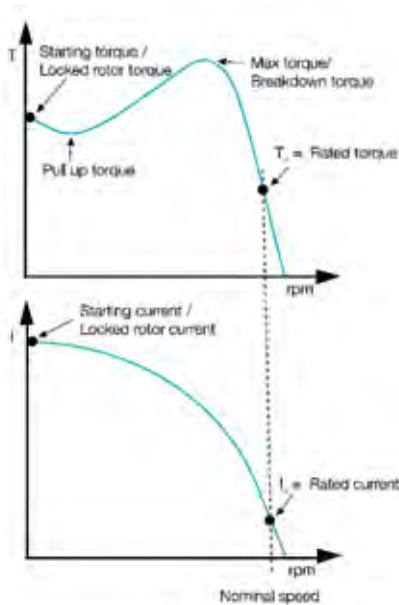
f = frecuencia de red

p = número de polos

Ejemplo: para un motor de cuatro polos conectado a una frecuencia de red de 50 Hz

$$n = \frac{2 \times 50 \times 60}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

A esta velocidad se la conoce como "velocidad de sincronismo" y un motor asincrónico, como su nombre lo hace suponer, jamás podrá alcanzarla, ya sea uno de rotor jaula o de anillos rozantes.



Cuando el motor se encuentra descargado su velocidad es muy próxima a esta, pero a medida que la carga en el eje aumente esta velocidad caerá.

La diferencia entre la velocidad sincrónica y asincrónica se denomina "resbalamiento" y puede calcularse del siguiente modo:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

s = resbalamiento (normalmente 3%)

n_1 = velocidad de sincronismo

n = velocidad nominal (asincrónica)

Esta es una tabla que muestra las distintas velocidades nominales en r.p.m. de los motores conectados en 50 Hz según el número de polos.

Nro. de polos	50 Hz
2	3.000
4	1.500
6	1.000
8	750
10	600
12	500
16	375
20	300

Tensión

Los motores trifásicos normalmente pueden conectarse a dos niveles de tensión distintos en función de cómo se interconecten sus bobinados. Estas dos opciones son en estrella (Y) o en triángulo (D).

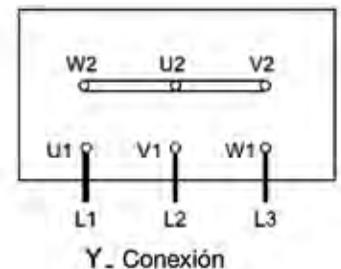
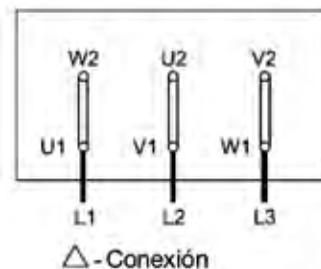
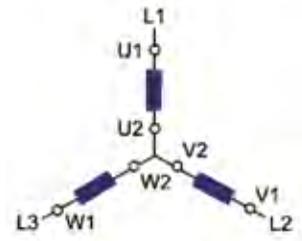
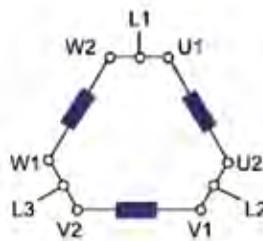
Un motor conectado en triángulo recibe sobre cada bobinado la tensión de red, en cambio al conectarse en estrella, esta tensión se ve afectada por un valor igual a raíz de tres, es decir, se reduce

1,73 veces. Por lo tanto, un motor conectado a una red de 3x380 Vca tendrá una tensión aplicada sobre cada bobinado de 380 V si se conecta en triángulo, pero si está conectado en estrella la tensión que cae sobre cada bobinado será de 220 Vca.

Corriente

La corriente nominal que podemos encontrar en la chapa característica de un motor es la corriente que el motor toma de la red cuando está completamente cargado y andando a velocidad nominal. Si la carga del motor es menor, la corriente también lo será y si el motor está sobrecargado, la corriente aumentará.

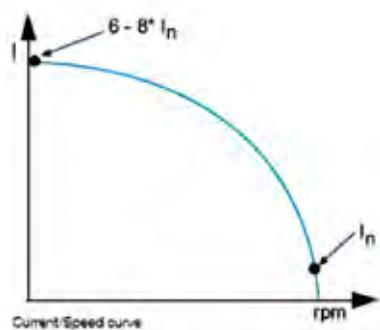
Durante un arranque directo el motor toma normalmente entre



Nota técnica

seis y ocho veces la corriente nominal, pero en ocasiones, este valor puede llegar a ser de diez veces.

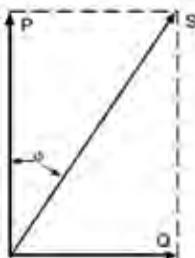
Esto se puede apreciar claramente en un gráfico corriente/velocidad. Aquí se observa cómo la corriente es inicialmente alta y va disminuyendo a medida que el motor acelera. Para cuando el motor alcanza la velocidad de régimen, la corriente se establece en el valor de corriente nominal.



Factor de potencia

Un motor consume potencia activa que luego transforma en movimiento rotacional del eje, pero también necesita potencia reactiva para magnetizarse, y esta no produce ninguna acción mecánica.

En el siguiente gráfico se representa la potencia activa (P) y la reactiva (Q), que juntas conforman la potencia aparente (S).



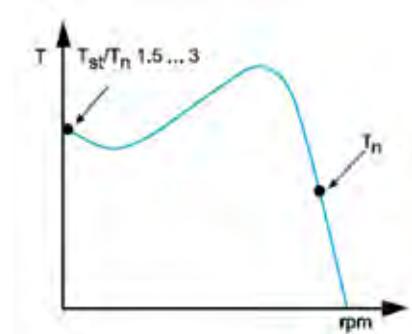
La diferencia entre la potencia activa P (kW) y la potencia aparente S (kVA) se conoce como "factor de potencia" y en particular en los motores es coincidente con el coseno ϕ .

Normalmente los motores tienen un $\cos \phi$ de entre 0,7 y 0,9 pero esto varía según el tamaño del motor y el estado de carga del mismo. Los motores de gran potencia tienen habitualmente un mejor $\cos \phi$ que los pequeños, es decir, más próximo a 1. Por otra parte, un motor descargado puede tener un pésimo $\cos \phi$, tal vez cercano a la mitad del valor que tendría a plena carga.

Torque

El torque de arranque varía sustancialmente con el tamaño del motor, por ejemplo, los motores chicos, de hasta 30 kW, tienen un torque de arranque que oscila entre 1,5 y 2,5 veces el torque nominal, mientras que en los motores medianos, digamos hasta 250 kW, la relación entre el torque de arranque y el torque nominal puede ser de dos a tres veces.

Por el contrario, los motores realmente grandes suelen tener un torque de arranque muy bajo, incluso a veces menor que el torque nominal, por lo cual no pueden ser arrancados con plena carga, ni aún en un arranque directo.



Distintos estados de carga

Los motores se utilizan para una gran variedad de aplicaciones, tanto en el arranque como en régimen. Estas diferentes aplicaciones representan un estado de carga distinto para el motor en cada caso. Hay dos factores fundamentales a tener en cuenta a la hora de analizar una aplicación y son los siguientes: torque de la carga, también conocido como cupla resistente, y momento de inercia.

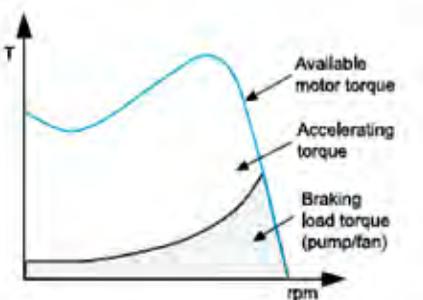
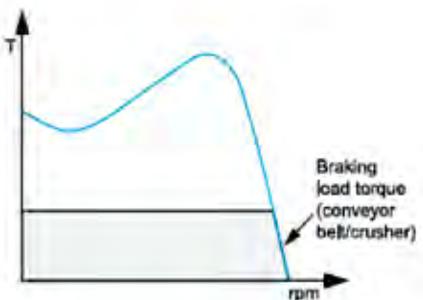
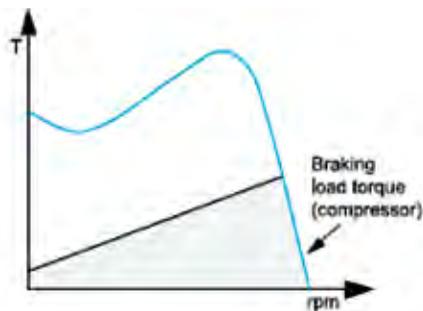
Torque de la carga

Es una fuerza que se manifiesta en el eje del motor e intenta frenarlo. Para acelerar, el motor debe ser más fuerte que la carga. La diferencia entre el torque disponible del motor y el torque de la carga es el torque de aceleración y es quien va a decir si el motor puede arrancar o no. Muchos métodos de arranque reducen el torque del motor y por lo tanto también el torque de aceleración, por consiguiente, el tiempo de arranque se incrementará.

Torque de aceleración = Torque disponible del motor – Torque de la carga

La curva de la carga puede tener diferentes características dependiendo de la aplicación.

Algunos de los tipos más comunes se pueden apreciar a continuación.



Habitualmente en muchas aplicaciones pesadas se hace un arranque sin carga y luego esta se aplica cuando el motor alcanza la velocidad nominal. De este modo se puede reducir entre un 50 y 90% la cupla resistente que debe vencer el motor para arrancar comparado con un arranque a plena carga.

Momento de inercia

Es una representación teórica que involucra la masa de la carga conectada al eje del motor en forma de volante.

Normalmente a las aplicaciones con un bajo momento de inercia se la conoce como “arranque normal” y a las que tienen un momento de inercia alto se las denomina “arranque pesado”.

En un arranque normal el momento de inercia de la carga es bajo y el tiempo que el motor se toma hasta alcanzar su velocidad nominal es corto, en general inferior a los 10 segundos, por eso normalmente se protegen con relés de sobrecarga de clase de disparo 10 para tiempos de arranque cortos.

Entre las aplicaciones más comunes de arranques normales encontramos a las bombas, los compresores y las cintas transportadoras de poca longitud.

Los arranques pesados, por el contrario, deben enfrentar grandes momentos de inercia y por lo tanto, el tiempo de arranque necesario para alcanzar la velocidad nominal será elevado.

Esto hace que el consumo de corriente de arranque se prolongue en el tiempo y por consiguiente sea necesario tener una protección de sobrecarga con clase de disparo 30, ya que un relé de sobrecarga clase 10 actuaría por calentamiento en el arranque.

Un mayor momento de inercia va a tener como consecuencia un mayor tiempo de arranque para un mismo motor y un torque de carga.

En la siguiente tabla podemos ver distintos tiempos de arranque según el estado de carga y el método de arranque empleado ■

	Arranque directo	Estrella triángulo	Arranque suave
Motor sin carga	0,2 a 0,5 seg.	0,4 seg.	1 seg.
Arranque normal	2 a 4 seg.	3 a 6 seg.	6 seg.
Arranque pesado	6 a 8 seg.	8 a 12 seg.	12 seg.

En la segunda parte de este artículo, que se publicará en la siguiente edición, haremos una breve descripción de los métodos de arranque más comunes para motores jaula de ardilla.

EH *ELECTRICIDAD* *CHICLANA*

MATERIALES ELÉCTRICOS



GREMIO



INDUSTRIA



ASESORAMIENTO TÉCNICO



CONSTRUCCIÓN



INGENIERÍA

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





El mejor preformado ahora fabricado en Argentina

Más de 600.000 preformados fabricados
en el país desde 2012 con calidad internacional



www.plpargentina.com.ar

info@plpargentina.com.ar

(0237) 483-6975

PLP ARGENTINA SRL

Parque Industrial del Oeste | Ruta 25 cruce con Ruta 24 (1744) Moreno | Provincia de Buenos Aires
Tel: (0237) 483-6975 | info@plpargentina.com.ar | www.plpargentina.com.ar

Relé de seguridad Schmersal SRB 301MC

Los relés de seguridad verifican y monitorean un sistema de seguridad y permiten que la máquina arranque o ejecute comandos para detener la máquina. Son la solución más económica para máquinas pequeñas en las que se requiere un dispositivo de lógica dedicada para completar la función de seguridad.

Los mismos, se emplean para monitoreos modulares y configurables y son ideales cuando se requiere un número grande y diverso de dispositivos de protección y control de zona mínima.

Asimismo, se utilizan para la evaluación de las señales emitidas por diferentes tipos de interruptores de seguridad.

- Pulsadores de paro de emergencia.
- Interruptores mecánicos.
- Interruptores magnéticos.
- Sensores fotoeléctricos (cortinas/barreras).

Gracias a su versatilidad con todos los diferentes tipos de in-

terruptores, el relé de seguridad SRB 301MC resulta ser la opción más compacta, eficiente y económica.

Su dimensión es de 100 x 22,5 x 121 mm y permite hasta la categoría de control 4, según las normas DIN EN ISO 13849-1, DIN EN 61508-2 y DIN EN 62061.

Este dispositivo fue diseñado para montarse sobre rieles estandarizados (según EN 60715) con temperaturas de trabajo de entre -25C° y +60C°. Posee un *switch* interno que permite seleccionar cuando las entradas de seguridad serán o no transistorizadas.

Configuración

El relé de seguridad SRB 301M posee la siguiente configuración:

- 3 salidas de seguridad normales abiertas (13-14 / 23-24 / 33-34) que se utilizan para darle señal a la máquina sobre el cambio de estado del interruptor de seguridad para que la máquina ejecute una acción de acuerdo a como se conecta-



ron estas salidas.

- 1 salida auxiliar de seguridad normal cerrada (41-42) que permite conectar un testigo el cual evidenciará el cambio de estado de las salidas de seguridad.
- 2 entradas de seguridad (S11-S12 / S21-S22) en donde se conectan lo diferentes interruptores de seguridad. Posee 2 para la doble redundancia.

- 1 entrada de rearme (X1-X2) que se emplea para rearmar el circuito interno del relé. La función puede ser automática (por medio de un puente entre los contactos) o manual (por medio de un pulsador).
- 1 conexión de alimentación (A1-A2). Estos contactos son utilizados para energizar el relé de seguridad con una tensión de 24Vdc.

Funciones de los Leds

K1: estado canal 1

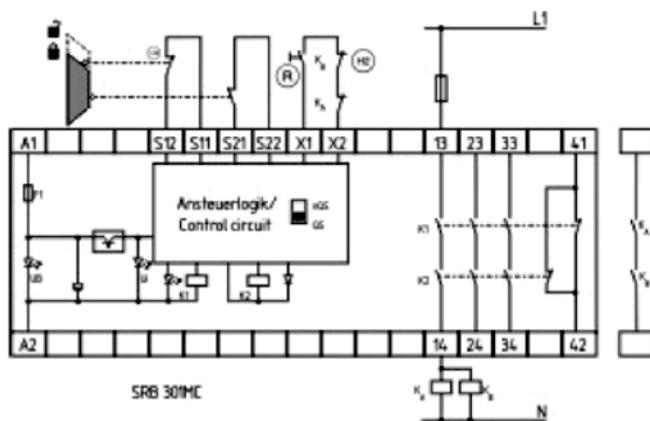
K2: estado canal 2

UB: estado de la tensión operativa (Led iluminado si hay tensión de operación en los terminales A1 – A2).

Ui: estado de la tensión operativa interna (Led iluminado si hay tensión de operación en los terminales A1 - A2 y el fusible no ha reaccionado) ■

Por

Condelectric S.A.



Ejemplo de conexionado con un interruptor de puerta



Ingrese con Testo al mundo de la termografía

Nuestros modelos más simples le ofrecen:

- Gran pantalla de 3,5"
- Detector de 160 x 120 píxeles
- Autodetección de punto más frío y más caliente
- Software profesional gratuito IRSof

www.testo.com.ar/termografia

Av. Directorio 4901 (C1440ASB) Bs. As., Argentina
 Tel.: (011) 4683-5050 - Fax: (011) 4683-2020
 info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

UNICOS EN ZONA SUR

**GARANTÍA
ALSINA**

★★★★
SIN SUCURSALES

**La trayectoria no se inventa,
se construye todos
los días.**



**Construcción • Industrias • Gremio • Asesoramiento
Atención Personalizada • Capacitación
Variedad de productos**



Visítanos en:

www.electricidadalsina.com.ar



**ESTACIONAMIENTO
GRATUITO**

Av. Belgrano 727/731, CPA: B1870ARF, Avellaneda - Prov. de Bs. As.

Ventas: (011) 4201-8162/8602/8929 4222-5727/2484 - L. Rotativas, Fax: (011) 4222-6815

e-mail: administracion@electricidadalsina.com.ar

Administración: (011) 4201-8511/4201-1320 - Fax: 4222-7720

e-mail: ventas@electricidadalsina.com.ar

RedElec
ARGENTINA



TRANSFORMADORES **FOHAMA**[®] ELECTROMECHANICA S.R.L.

- Transformadores de potencia hasta 20 MVA.
- Transformadores para distribución y subtransmisión.
- Transformadores petroleros para variadores de velocidad y bombas electrosumergibles.
- Transformadores para la industria minera.
- Transformadores para electrificación rural.
- Transformadores para la industria electroquímica - Rectificadores.
- Transformadores encapsulados en resina epoxi.

- Ejecución y ensayos según Normas IRAM/IEC/ANSI
- Ventilación normal o forzada.
- Sumergidos en baño de aceite mineral, aceite biodegradable, líquido siliconado o FEPI (fluido de alto punto de inflamabilidad)



Av. Larrazabal 2328 | (C1440CVP) | Cdad. de Buenos Aires
Tel: (+54-11) 4682-5910 | Fax: (+54-11) 4682-5910 int. 126
Ventas: (+54-11) 4635-8862

www.fohama.com.ar
transformadores@fohama.com.ar

Generadores eléctricos solares para diferentes usos

Los generadores eléctricos de la empresa Solartec se utilizan para electrificar viviendas, bombeo de agua, electrificación de alambrados, y otras aplicaciones. Los generadores son simples, económicos, silenciosos y de mantenimiento mínimo, con vida útil superior a los veinte años.

Cada generador se entrega con las instrucciones necesarias para su instalación, para lo cual solo es necesario contar con conocimientos elementales de electricidad. Los generadores se colocan sobre una estructura soporte, la cual se puede fijar al suelo, amurar

a la pared, techo o torre de comunicación en posición vertical.

Generadores eléctricos para viviendas

Los ocho modelos son ideales para abastecer a pequeñas viviendas. Algunos modelos con, y otros sin regulador, generan energía suficiente para abastecer necesidades de una hora por día de los equipos de comunicación, entre tres y ocho horas por día de la televisión (blanco y negro o color según el modelo), y entre siete y once horas por día de la iluminación.

Las medidas de los módulos fotovoltaicos se comprenden entre 918 x 343 y 1478 x 686 milímetros, con corrientes entre 2,60 y 7,5 A, tensiones entre 15 y 17,8V, y potencias entre 40 y 130 W.

Generadores eléctricos para escuelas, casillas, y otros

Para viviendas medianas, los modelos 1000R, 1500R y 2000R se presentan para abastecer necesidades de iluminación, televisión color LCD, antena satelital, dividió, equipo de audio, computadora portátil, cargador del celular, lavadoras y bomba *shurflo* 9300.



Configuración de los Generadores Eléctricos Solares (GES)

Las medidas de estos módulos fotovoltaicos se comprenden entre 1478 x 1372 y 1478 x 2744 milímetros, con corrientes entre 15 y 30 A, tensiones de 17,4 V, y potencias entre 260 y 520 W.

Además, se ofrecen generadores para electrificadores de alambrados, con corrientes nominales entre 0,36 y 1,16 A, tensiones nominales entre 8,7 y 17,4 V y potencias nominales entre 3 y 20 W.

Un generador eléctrico solar está constituido por uno o más módulos fotovoltaicos, los cuales convierten directamente la radiación solar en corriente eléctrica continua, una estructura soporte de los módulos, un regulador de carga de baterías y un banco de baterías para acumular la energía generada durante las horas de luz.

Si una parte o la totalidad del consumo requiere corriente alterna, es necesario instalar un inversor de corriente entre el banco de baterías y dichos consumos.

El generador puede ser completado con otros elementos tales como un indicador del estado de carga de las baterías y un tablero de distribución de energía a los distintos consumos.

Este sistema puede trabajar en forma independiente o en paralelo con otro sistema convencional

de generación eléctrica, por ejemplo, un grupo electrógeno.

Generadores autorregulados (sin regulador)

El empleo de este tipo de generadores es aconsejable cuando el consumo de energía es diario o con interrupciones no mayores a dos días.

Su principal ventaja es su extraordinaria sencillez y su bajo costo ya que el módulo fotovoltaico va conectado directamente a la batería.

En estos equipos se utilizan módulos formados por 30 o 32 celdas fotovoltaicas de silicio policristalino de alto rendimiento, conectadas en serie. Con este número de celdas se limita el voltaje operativo del generador entre los 14,5 a 15,5 V cc, con lo que se autorregula la generación de corriente, dependiendo del estado de carga de las baterías.

Al aproximarse el voltaje de la batería a su estado de carga máxima, disminuye la intensidad de corriente que entrega el generador y de esta forma se evita la sobrecarga de las mismas.

Generadores regulados (con regulador)

En estos generadores se usan módulos fotovoltaicos formados por 36 celdas fotovoltaicas de si-



licio policristalino de alto rendimiento, conectadas en serie. Este tipo de generadores entrega un voltaje superior al de los módulos autorregulados. Con estos generadores es imprescindible utilizar un regulador de carga de baterías para impedir su sobrecarga. El regulador de carga puede a su vez proteger a las baterías contra una sobredescarga por un alto consumo en relación a la generación.

Los reguladores deben instalarse próximos a las baterías, de manera de poder observar su condición de funcionamiento por medio de luces indicadoras.

No es aconsejable que se instalen adosados a los módulos por las razones expuestas y porque, además, aumenta considerablemente su temperatura de trabajo, disminuyendo su vida útil.

Generadores de corriente alterna

Se pueden utilizar módulos autorregulados o con regulador. Entre la batería y los consumos

se instala un inversor de corriente que transforma la corriente continua de la batería en alterna.

Baterías

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luz para que pueda utilizarse cuando la fuente no está. Otra función importante es proveer una intensidad de co-

rriente superior a la generada por el sistema fotovoltaico en determinado momento.

Para darle autonomía al sistema de por lo menos cinco días sin recibir corriente de los paneles solares, la capacidad nominal del banco de baterías recomendado en 12 V para los generadores que ofrece la empresa es entre 55 y 900 Ah según el modelo.

En el caso de generadores con regulador de carga que alimentan consumos esporádicos, por ejemplo, una casa de fin de semana, es conveniente duplicar estos bancos para disponer de mayor capacidad de acumulación de energía. Se puede consumir más de lo que el generador produce en el día, ya que habrá días en que no se consume en los cuales se recuperará la carga de la batería.

Estos bancos pueden formarse por una sola batería de 12 V, o hasta cuatro conectadas en paralelo. En el caso de instalaciones existentes, pueden usarse baterías co-

munes de plomo-ácido. A la hora de comprar una batería nueva es aconsejable elegir las baterías de uso fotovoltaico dada su mayor vida útil, menor mantenimiento y baja autodescarga.

Solartec S. A. fabrica módulos fotovoltaicos desde el año 1986, en su planta ubicada en la provincia de La Rioja. Cada producto cuenta con todas las certificaciones IRAM correspondientes. La empresa, además, brinda servicios de ingeniería y cuenta con un departamento especial dedicado a la energía térmica ■

Por
Solartec



Generador eléctrico solar	Corriente de carga a 1000 w/m ² en amperios	CAPACIDAD DE GENERACIÓN PROMEDIO ANUAL EN AH/DÍA					
		A	B	C	D	E	F
SOLARTEC 180 - 180R	2.62 - 2.60	6.35 - 6.34	8.23 - 8.16	10.35 - 10.27	10.98 - 10.89	11.58 - 11.49	12.18 - 12.09
SOLARTEC 230 - 250R	3.33 - 3.75	8.11 - 9.15	10.46 - 11.78	13.15 - 14.81	13.95 - 15.71	14.72 - 16.58	15.48 - 17.44
SOLARTEC 360 - 360R	5.24 - 5.20	12.74 - 12.65	16.45 - 16.33	20.70 - 20.54	21.96 - 21.79	23.16 - 22.98	24.33 - 24.18
SOLARTEC 460 - 500R	6.66 - 7.50	16.25 - 18.20	20.91 - 23.55	26.31 - 29.63	27.91 - 31.34	29.44 - 33.15	30.91 - 34.88
SOLARTEC 1000R	15.00	36.60	47.10	59.25	62.85	66.30	68.75
SOLARTEC 1500R	22.50	54.90	70.65	88.88	94.28	99.45	104.61
SOLARTEC 2000R	30.00	73.20	94.20	118.5	125.70	132.60	139.5
VARIACION DE GENERACION: VERANO (+) INVIERNO (-)		40%	30%	25%	20%	15%	10%
HORAS DIARIAS DE INSOLACION A 1000 W/m ²		2.41	3.14	3.95	4.19	4.42	4.61

Toda una pasión...



CASA
BACHETTI
MATERIALES ELECTRICOS

Nuestra Misión: Proveer y distribuir materiales eléctricos de calidad y amplio stock, a través de un trabajo profesional en equipo, garantizando de esta manera la satisfacción de nuestros clientes.



Casa Bachetti S.A.
Av. San Martín 3045/3051 (1824) Lanús Oeste - Buenos Aires
Tel: 4262-1788 Tel/Fax: 4262-6688
info@casabachetti.com.ar - www.casabachetti.com.ar



...Los líderes transitan por "el gran camino"

Es ahí donde la razón y el corazón se ponen de acuerdo, creando nuevos espacios para no defraudar ninguna situación. Esto quiere decir no tener que renunciar a nada y mucho menos a lo que de verdad le interesa:..."Ser el número uno"



Blanco Encalada 576 - V.Martelli - Buenos Aires - Argentina
Tel/Fax: 54 - 011 4709-4141 / 3573 - ventas@elece.com.ar

w w w . e l e c e . c o m . a r

Panel de salvataje y maniobra



Para maniobrar cumpliendo con lo indicado en el ANEXO VI DEL CAPITULO 14 DE LA LEY N° 19587 DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

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

EMDE S.A. Calle 99 (Ex Cuenca) N° 984 - B1650IBD - San Martín - PBA
Tel/Fax: (54 11) 4755-7771/8855/9977/8880 y 5290-1400/1441
www.emdesa.com.ar - emdesa@emdesa.com.ar

EMDESA
Empresa de Desarrollos Especiales



ventas@gcmayo.com



PRODUCIMOS PARA LA GENTE
QUE TRABAJA CON ENERGÍA

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

CASA CENTRAL: Av. Carranza y 25 de Mayo - Villa Nueva - Córdoba - CP 5903
Tel. 0353.4918601 - Fax: 0353.4918666

FÁBRICA Y SUCURSAL ROSARIO: Pje. Santa María 3694 - Rosario - Santa Fe
CP 2000 - Telefax: 0341.4320351

SUCURSAL CÓRDOBA: Av. 24 de Septiembre 1212 - Córdoba Capital - CP 5000
Telefax: 0351.4514343

PLANTA FABRIL CÓRDOBA: Defensa s/n - Córdoba Capital

PLANTA IMPREGNADORA: Chacro 101 - Paso de los Libres - Corrientes

E-mail: ventas@gcmayo.com / Sitio Web: www.gcmayo.com

 Mayo Transformadores SRL

La tecnología y sus desechos

Por Arq. Marta Micaela Gómez
Universidad Católica de Santa Fe
arq.martagomez@gmail.com

Resumen

Este artículo intenta hacernos reflexionar sobre algunos temas:

- ¿Qué estamos haciendo como personas inmersas en este mundo tecnológico actual para la adecuada disposición final de los componentes electrónicos que desechamos continuamente?
- Nuestra comunidad, ¿posee políticas adecuadas al desechar sus computadoras, impresoras, teléfonos celulares, tabletas, fotocopiadoras, faxes, lámparas, etc. que están en desuso?
- ¿Estamos informados como sociedad de los peligros medioambientales y del riesgo para la salud de los seres vivos que encierran, por ejemplo, los monitores de las computadoras y las baterías de los celulares que contienen plomo, mercurio, cadmio, entre otros, lámparas fluorescentes compactas, si no son tratados adecuadamente?

1. Introducción

Nuestro tiempo, la era de las tecnologías, el mundo de las conquistas científicas y técnicas, jamás logradas anteriormente, han desencadenado desde hace varias décadas los principales problemas ambientales que apesadumbran al planeta y que hoy día son bien conocidos tanto por la comunidad científica como por el ciudadano común.

Las computadoras viejas, celulares, electrodomésticos, reproductores de mp3, mp4, impresoras, etc., se rompen o quedan sin las prestaciones actuales que avanzan a pasos acelerados por el avance de la tecnología.

La inquietud de la contaminación y la conciencia ambiental forman parte de nuestra vida cotidiana no solo por los efectos a futuro de problemas concretos como, por ejemplo, el calentamiento global, la contaminación de los ríos o la acumulación de residuos, sino por los ya

evidentes efectos nocivos que estos problemas tienen aquí y ahora en la vida humana en todo el mundo.

Sin embargo, los problemas ambientales adquieren distinta significación y alcance en diferentes regiones del mundo y, además, hacen sentir su influencia en distinto grado sobre las distintas poblaciones o incluso sobre individuos de un mismo grupo social debido a las diferencias en su vulnerabilidad por razones socioeconómicas, etarias, culturales y de género.

La dinámica poblacional, el continuo crecimiento demográfico, genera fuertes presiones en términos de requerimientos adicionales de alimentos, agua potable y recursos naturales.

Las consecuencias de este crecimiento en relación con el medioambiente natural son numerosas. Varios factores principales han posibilitado no solo una mayor conciencia ambiental en el ciudadano que ve efectivamente

afectada su calidad de vida por los problemas ambientales, sino también un conocimiento más profundo y más abarcador de las causas y los efectos, a corto, mediano y largo plazo, de estos problemas tanto en el medioambiente como en la salud de las personas.

Algunos de estos factores son:

1) La difusión masiva a través de medios de comunicación de los distintos temas mencionados más arriba, contaminación de aguas, explotación de desarrollos mineros, depredación, tala de bosques, etc., desde Internet a medios escritos de información, llevados a cabo por distintas franjas de la población, pobladores naturales, ONG, grupos de interés científico, periodísticos, etc., y 2) la nueva concepción de "medioambiente", que incluye no solo el medio sino todo el ambiente, el natural y el social, que posibilita la visión de que el deterioro de nuestro hábitat es consecuencia de una multiplicidad de factores económicos, políticos, tecnológicos, sociales y culturales, y que por lo tanto el problema de la contaminación ambiental debe ser abordado desde una perspectiva amplia, transdisciplinaria, que contemple la complejidad de estos factores con una visión holística.

La problemática que acarrea hoy la llamada "basura electrónica"

es que no recibe un tratamiento adecuado, sino que en la mayor parte de los casos se deposita a cielo abierto en lo que se denomina corrientemente "basurales", o se utiliza como relleno en cavas, ubicadas en las afueras de las ciudades o en pequeñas localidades sin ningún tipo de tratamiento de seguridad, en donde los habitantes circundantes ven considerablemente disminuida su calidad de vida, y cuya economía generalmente depende de la basura o está asociada a ella, como el caso de los trabajadores informales.

Aquí es donde el abordaje de la temática se centrará en el punto de los desechos generados por las nuevas tecnologías que se producen en las grandes ciudades, y su disposición final, reconociendo su incidencia en la salud de la población en general, porque algunos de ellos poseen elementos tóxicos que se depositan junto con los residuos urbanos.

2. Medioambiente y tecnología

Pareciera que el hombre no ha aprendido a buscar avances completos, y que cada avance genera un retroceso o una complicación mayor que la mejora que se pretendía obtener.

Desde hace más de treinta años se inició una carrera vertiginosa en la creación de productos tecnológicos, en la que todos hemos tenido mucho que ver. Se trata de la revo-

lución tecnológica, basada fundamentalmente en el desarrollo de la electrónica y su incorporación a nuestra vida cotidiana en forma de teléfonos celulares, computadoras, impresoras, etc.

La cantidad de desechos electrónicos producidos en el mundo aumentará en un tercio entre 2012 y 2017, según pronosticó la Iniciativa "Resolver el Problema de los Residuos Electrónicos" (*Solving the E-Waste Problem -StEP- Initiative*) al lanzar un mapa interactivo en línea que representa la cantidad de desechos electrónicos producidos en los diferentes países del mundo, y un informe que muestra la cantidad de residuos electrónicos enviados desde Estados Unidos hacia los países en desarrollo.

En promedio, cada persona en el planeta produjo siete kilogramos de desechos electrónicos en 2012, es decir 48,9 millones de toneladas en total, y StEP estima que la cifra llegará a 65,4 millones de toneladas en 2017.

Estados Unidos produjo la mayor cantidad total de desechos electrónicos en 2012 -cerca de 9,4 millones de toneladas- seguido por China, que generó casi 7,3 millones de toneladas. Per cápita, sin embargo, encabezó la lista Qatar, con 63 kilos por persona, nueve veces el promedio mundial, mientras que las menores producciones globales

Nota técnica

por persona se dieron en Etiopía (680 gramos), y en la República Democrática del Congo (210 gramos).

Según datos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Argentina generó unas 440.000 toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en 2012, ubicándose en el tercer lugar en la región, solo detrás de México y Brasil. En promedio, cada argentino genera unos cuatro kilos de RAEE, de acuerdo a las cifras citadas en el informe *eWaste* en América Latina, publicado por la Asociación GSMA. Pero la industria del reciclado es casi nula, los equipos electrónicos son cada vez más sofisticados, con una vida útil más corta, lo que nos impide darnos el tiempo de pensar detenidamente qué sucede con ellos cuando los eliminamos o los cambiamos por otros.

En todo el mundo están dejando de funcionar miles de aparatos que, aunque no hayamos tomado conciencia, se convierten en una amenaza mortal para el medioambiente. Desde ese entonces, hemos comenzado a hablar de “basura electrónica” o “e-waste”.

El problema comienza cuando esa computadora, ese celular, esas lámparas después de ser desechados de manera irresponsable y sin control, llegan a un sitio en donde hay humedad y calor excesivos, y se disponen en terrenos no pre-

parados para recibir componentes que generarán reacciones químicas nocivas que se pueden convertir en contaminantes mortales.

Resumiendo, aunque las dos definiciones parezcan ajenas, la verdad es que los problemas de la contaminación y los desechos se hacen muy cercanos, pues todos los desechos están afectando de forma grave nuestro medioambiente, ya que nuevos productos están llegando al mercado y el reemplazo constante es cada vez más cuantioso y habitual.

3. Reciclar desechos tecnológicos

La importancia de que estos aparatos no vayan a parar a vertederos ilegales o rellenos sanitarios convencionales es una vía que se debe comenzar a transitar. Al derretirse sus componentes, éstos pasan directamente al agua, contaminándola con sustancias mortales para la población, o en algunos casos se evaporan y contaminan por inhalación.

Si un celular es renovado, como promedio, cada 18 meses, y una PC, cada seis, sumemos a esta realidad, la iluminación artificial, las lámparas que iluminan nuestras calles, que contienen vapores metálicos, mercurio, sodio, las utilizadas como ahorradoras o de bajo consumo que ya no solo contienen mercurio sino hasta tres capas de fósforo. Con

la aparición de nuevos productos, no solo aumentará el volumen de la basura tecnológica, sino que esta situación nos obligará a repensar el impacto que genera el consumo de tecnología, en algunos casos utilizadas para ahorrar energía, como el caso del recambio de lámparas incandescentes por LFC.

En total, son cerca de mil materiales, muchos de ellos tóxicos, entre los que se encuentran solventes basados en cloro, retardantes de flama policromados, PVC, metales pesados, plásticos y gases que se utilizan para fabricar productos electrónicos y sus componentes.

Un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) afirma que la basura electrónica es el desecho que más ha aumentado entre los desperdicios de las ciudades del mundo desarrollado: “*La reducción en los costos de reemplazar computadoras, teléfonos móviles y otros aparatos electrónicos, y la velocidad con la cual la tecnología se vuelve obsoleta, hacen que cada vez haya más cosas para eliminar*”.

En años anteriores, la solución para muchos de los países industrializados fue enviar gran parte de dichos residuos a países asiáticos como China (Shantou) e India (Bangalore), donde existen áreas de procesamiento especializadas. No obstante, la incineración, des-

ensamblaje y eliminación sin control en estos sitios han causado problemas sanitarios y ambientales, afectando directamente al personal involucrado en el proceso, comenta un informe de la Basel Action Network, organización dedicada a combatir el comercio de productos tóxicos en el mundo.

Como las regulaciones en estas naciones se han vuelto cada vez más estrictas, ahora la basura termina en África, en países como Kenia. *“Si fueran equipos de segunda mano, pero de buena calidad, sería un comercio positivo e importante para el desarrollo de estas regiones”*, dijo a la BBC Nelson Sabogal, funcionario a cargo de asuntos científicos del PNUMA. Pero aseguran expertos locales que hasta un 75 por ciento de estos artículos, que incluye televisores, monitores y teléfonos, es inservible.

Para minimizar el impacto de esta creciente cantidad de desechos, diversas empresas y gobiernos en todo el mundo han iniciado campañas para disminuir el impacto de las tecnologías que se vuelven obsoletas con el paso del tiempo.

Ante esta perspectiva, autoridades gubernamentales y ambientales de todo el mundo están lanzando una voz de alerta por lo que se considera una amenaza latente para el planeta.

4. Conclusiones

Es primordial que los consumidores y los educadores, intentemos reflexionar:

- ¿Qué estamos haciendo cada uno de nosotros como personas inmersas en este mundo tecnológico actual frente a esta problemática?
- ¿Estamos informados como sociedad de los peligros medioambientales y del riesgo para la salud de los seres vivos que encierran todos los residuos electrónicos si estos no son tratados adecuadamente?

Es interesante al respecto lo que declara Adriana Tripelli, doctora en Derecho, docente de “Derecho Ambiental” en la Facultad de Derecho de la UNR y jefa del Departamento de Asuntos Jurídicos Delegación Zona Sur de la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe: *“En materia ambiental, dos han sido a nuestro criterio las principales consecuencias o efectos del desarrollo científico y su impacto tecnológico en nuestra era: A mayor conocimiento científico, mayor probabilidad de impactos negativos en el ambiente y mayor posibilidad de aplicación de tecnologías para evaluar y proteger al medio natural de los efectos nocivos de la actividad humana; y como contrapartida y paradójicamente, a*

mayor conocimiento científico, mayor incertidumbre en ciertas áreas aún no descifradas: necesidad de regulación” ■

- 1] Bibliografía
- 2] <http://old.clarin.com/suplementos/informatica/2003/03/12/f-529093.htm>
- 3] http://www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia_supl.html?id_articulo=15834&tabla=articulos
- 4] <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2007/03/06/60478.aspx>
- 5] <http://www.greenpeace.org/chile/news/la-basura-electrica-convierte>
- 6] <http://microasist.com.mx/noticias/inter-net/achin170804.shtml>
- 7] <http://www.xtec.es/~acastan/textos/Contaminacion%20y%20material%20informatic.pdf>
- 8] <http://www.eluniversal.com.mx/notas/416866.html>
- 9] <http://www.eco2site.com/news/mayo-05/ele-mex.asp>
- 10] <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2007/04/03/54158.aspx>
- 11] <http://www.jornada.unam.mx/2005/05/19/a02n1cie.php>
- 12] <http://www.greenpeace.org/mexico/news/presentamos-videos-de-contamin>
- 13] <http://intececológico.com/>
- 14] <http://www.cpushack.net/life-cycle-of-cpu.html>
- 15] <http://www.ewaste.es/>
- 16] http://wasteage.com/Recycling_And_Processing/
- 17] http://www.lasegunda.com/ediciononline/ciencia_tecnologia/detalle/index.asp?idnoticia=420184

Acerca de la autora

La arquitecta Marta Micaela Gómez es investigadora, docente titular en Santa Fe, Rafaela y Posadas, maestranda de Evaluación de Impacto y Gestión Ambiental (UCSF).

Tableros de distribución de baja tensión

con protocolo de ensayos de tipo según IEC 60439-1

MultiBOX
Tableros de
Distribución
de Baja Tensión
hasta 6300A



MasterBOX

MiniBOX

MaxiBOX



TIPEM
Tableros Eléctricos
de baja y media tensión



Metalset

Tableros CCM ejecución fija y extraíble

SYSTEM-6

Celdas Compactas 3-36kV en SF6 con protocolo
de ensayos de tipo según IEC 60694 y 62271



2 años
de garantía

A prueba
de arco
interno

Tipem S.A.

Gral. Eugenio Garzón 4757
(C1407HMI) Buenos Aires - Argentina
Tel. (54-11) 4635-1412 Líneas Rotativas
info@tipem.com.ar

www.tipem.com.ar



EQUIPAMIENTOS
GRUBEN S.A.
TENDIDOS Y REDES ELÉCTRICAS

**Quando el aumento de consumo
colapsa la red eléctrica
¡¡¡Hay una solución!!!**

PTMs GRUBEN

Plataformas transformadoras aéreas en monopostes

Diseñadas y fabricadas por Equipamientos Gruben SA para
250, 500, 1000 y 2000 kilos de capacidad de porte.



PTM 500 | Co. de S.A. de Areco



PTM 1000 | Co. de Río Grande



PTM 2000 | Co. de Gral. Pico

- » Rápida en su armado y montaje
- » Ergonómica y de liviana robustez
- » Estéticamente compatible con el entorno
- » Económica inversión

Telefax: 54-11 4623-7658
grupobensa@gmail.com
www.grupobensa.com.ar





MP S.R.L.

FÁBRICA ARGENTINA DE AISLADORES Y DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

Descargadores de media tensión



Descargadores de baja tensión



Riel DIN



Telefónicos

Protección
medidores



Orgánicos
baja tensión

Aisladores orgánicos



AMR554 | AMR555 | AMR561 | AMR561C
AMRC561C | AMR561CF

Aisladores porcelana



- Riendas
- Pasantes transformadores
- Especiales

Vías de chispa



EGP | EDP

México 5126 • (B1603AFP) • Villa Martelli • Prov. de Bs. As.
Telefax: (54-11) 4709-4376 • E-mail: ventas@mpsrl.com.ar



mosa®



www.mpsrl.com.ar



Chillemi Hnos.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

LIDER EN INYECCION DE PLASTICO Y MATRICERIA



www.chillemihnos.com.ar

Cuando *MEDIR BIEN* es lo más importante...

FLUKE

Distribuidor Autorizado

Herramientas profesionales
robustas y confiables

Ahora también
los **NUEVOS** Calibradores
de lazos de corriente Ex
intrínsecamente seguro.

Analizador trifásico de energía
Clase A
Modelos 435/434

Nuevo



Cámaras
termográficas
Ti100/105/110/125

Nuevo

Megóhmetro digital
Modelos F-1550C/1555
de 5-10 Kv

Multímetro F-289

Vimelec s.a.
IMPORTA - REPRESENTA - DISTRIBUYE

Virrey Liniers 1882/6 (C1241ABN) Bs. As. • Arg.
Telefax: (+54-11) 4912-3998/4204 // 4911-7304
vimelec@vimelec.com.ar • www.vimelec.com.ar



Nuevo

Multímetro + módulos
con comunicación inalámbrica
Modelo CNX-3000



Osciloscopio digital
200 MHz, 4 canales.
Modelo F-190 II



Multímetro F8845-A
6 1/2 dígitos



Pinzas digitales
Modelos
F-381/376/375/374/373



LANDTEC S.R.L.
ARGENTINA

ELECTRODOS DINAMICOS

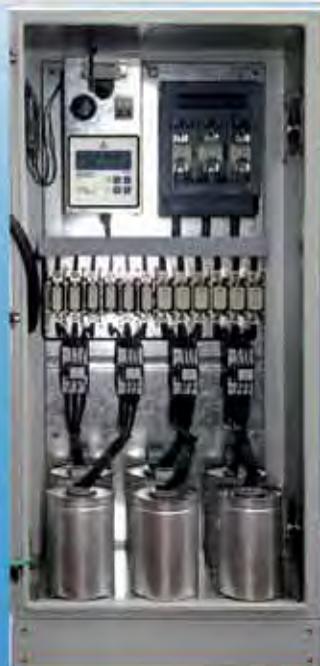
PUESTA A TIERRA DE EXCELENCIA
NORMA IRAM 2314*

DEPARTAMENTO TECNICO Y VENTAS: JERONIMO CORTES Nº727 - X5001AEO CORDOBA - TE/FAX: 54 351 473-8031
E-mail: info@landtec.com.ar - Site: www.landtec.com.ar

ELECOND

— *Capacitores S.A.* —

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



Elecond Capacitores S.A.
San Antonio 640, Buenos Aires (1276)
Tel: +54 11 4303 1203

info@elecond.com.ar
www.elecond.com.ar

Admitancia fácil, la función de protección de fallo a tierra definitiva para redes compensadas

Por Ari Wahlroos, Janne Altonen, Przemyslaw Balcerek, Marek Fulczyk – ABB

Una red compensada es una red en la que el punto neutro del sistema está conectado a masa mediante una bobina de compensación. Esta conexión a masa reduce las corrientes de fallo a tierra capacitivas producidas por la red hasta casi cero en el punto de fallo y facilita las condiciones de autoextinción de fallo sin necesidad de interruptores automáticos y sin provocar cortes al cliente. Por eso aumenta sin cesar el número de redes de media tensión que se están transformando al tipo compensado. Sin embargo, las bajas intensidades de fallo de las redes compensadas desafían los principios tradicionales de protección frente a fallos a tierra.

A principios del decenio de 1980 se desarrolló en Polonia un principio alternativo basado en la admitancia medida en el punto neutro. Este principio, sencillo

pero muy inteligente, tiene muchas ventajas sobre los métodos tradicionales y puede aplicarse a todo tipo de redes sin conexión a tierra y compensadas, incluidas las arterias con compensación distribuida. La función de protección del fallo a tierra basada en la admitancia en el punto neutro se presenta en los productos Relio REF615 y REF630 de ABB.

A principios del siglo XIX, Waldemar Petersen descubrió que conectando una inductancia al punto neutro del transformador principal, la corriente capacitiva del fallo a tierra producida por la red podía reducirse hasta casi cero y, de este modo, la mayoría de los fallos a tierra con arco se autoextinguían. Actualmente, estos componentes de inductancia



se llaman "bobinas de Petersen", "bobinas de compensación" o "bobinas de supresión de arcos".

Los fallos a tierra pasajeros causan la mayor parte de los apagones, y el uso de bobinas de compensación reduce sustancialmente la frecuencia de cortes, con el resultado de un suministro más fiable y de más calidad. La compensación permite también que la red siga funcionando durante un fallo a tierra sostenido, siempre que se cumplan las condiciones para tensiones peligrosas impuestas por las leyes y los reglamentos.

Por ello, la aplicación de bobinas de compensación se ha hecho común en redes de distribución de media tensión en todo el mundo.

Las redes compensadas ponen a prueba los métodos de protección

Aunque la compensación tiene ventajas para la explotación, la protección frente a los fallos a tierra de la red es más complicada debido a las corrientes de fallo extremadamente bajas que se producen como consecuencia del efecto compensador de la bobina de Petersen. A menudo, estas corrientes son solo una fracción de la corriente de carga normal, y son insuficientes para disparar un relé convencional de sobreintensidad.

Tradicionalmente, la protección frente al fallo a tierra en redes compensadas se ha basado en el componente activo de la corriente residual (principio de locosphi) o de la potencia residual (principio de Watt-meric). A principios del decenio de 1980 se formuló en Polonia otro principio basado en la admitancia medida en el punto neutro que se ha convertido en un requisito funcional para las empresas de suministro de ese país.

El concepto de protección de la admitancia en el punto neutro

La protección de la admitancia en el punto neutro, como otros métodos de protección del fallo a tierra, se basa en los componentes de la frecuencia fundamental de la intensidad residual (I_0) y la tensión residual (U_0). Pero, la magnitud sobre la que se actúa no es ni la intensidad residual ni la potencia ($S_0 = U_0 I_0$), sino la vigilancia del valor de la admitancia medida en el punto neutro, Y_0 , definida como el cociente de los factores de la intensidad y la tensión residuales:

$$Y_0 = (I_0 / U_0) = G + j B$$

donde "G" es la conductancia y "B" es la susceptancia. La admitancia medida está directamente relacionada con parámetros conocidos

del sistema, como resistencias en *shunt*, capacitancias e inductancias de la red. La parte resistiva de la admitancia en el punto neutro, es decir, la conductancia G, corresponde a las resistencias de *shunt* y a las pérdidas del sistema, y la parte imaginaria, es decir, la susceptancia B, corresponde a las capacitancias y las inductancias de *shunt* del sistema. Como estos valores son la base del análisis de la protección del fallo a tierra de la red, sus valores siempre se conocen y se guardan habitualmente en los sistemas de gestión de la distribución (DMS).

La principal ventaja de vigilar el cociente de I_0 y U_0 , es decir, la admitancia en el punto neutro es que, idealmente, este cociente permanece mientras varía la resistencia del fallo a tierra, pues I_0 y U_0 disminuyen cuando aumenta la resistencia del fallo. Esto contrasta con la protección tradicional del fallo a tierra, donde la magnitud de la cantidad con la que se opera, basada en la corriente o en la potencia residuales, está muy reducida por la resistencia del fallo. Esta característica del principio de la admitancia en el punto neutro mejora la sensibilidad de la protección del fallo a tierra y la discriminación entre las condiciones con fallo y sin fallo, especialmente a los valores de resistencia más elevados.

Nota técnica

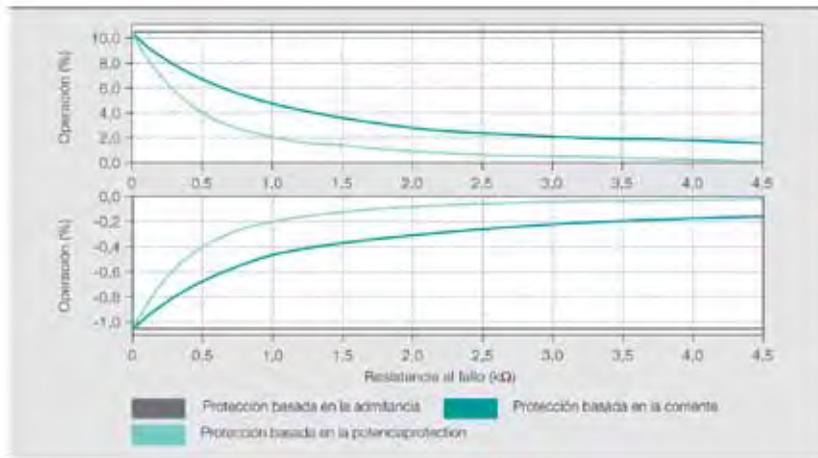


Figura 1. Distintos principios de protección frente a fallos de tierra que muestran la magnitud de la operación como un porcentaje del valor nominal de Y_{ϕ} , I_{ϕ} o S_{ϕ} frente a la resistencia al fallo

La teoría de la protección de la admittance en pocas palabras

En el caso de un fallo fuera de la arteria protegida, la admittance medida es igual al negativo de la admittance total en el punto neutro de la arteria protegida: $-Y_{fdot}$.

Esta admittance es la suma de las admittancias totales de los conductores de fase de la arteria protegida, Y_{Fd} , y las admittancias de las bobinas de compensación situadas en la arteria protegida, Y_{FdCC} (en su caso). La parte resistiva de la admittance medida corresponde a las pérdidas resistivas del *shunt* de la arteria y a las pérdidas de las bobinas distribuidas situadas en la arteria protegida. La parte imaginaria es proporcional a la suma de las

capacitancias de fase a tierra de la arteria y las inductancias de las bobinas de compensación distribuidas situadas en la arteria protegida.

En el caso de fallo dentro de la

arteria protegida, cuando la protección debe funcionar, la admittance medida es igual a la admittance total en el punto neutro de la red de fondo, Y_{bgot} . Esta admittance es la suma de las admittancias totales de los conductores de fase de todas las demás arterias de la subestación, Y_{Bg} , y de las admittancias de las bobinas de compensación situadas fuera de la arteria protegida en la subestación, Y_{CC} , o en las arterias próximas, Y_{BgCC} . La parte real de la admittance medida es siempre positiva, pero el signo de la parte imaginaria, es decir, la susceptancia, depende de la sintonía de la bobina de compensación. Normalmente, la protección se prepara para actuar con el componente adicional de inten-

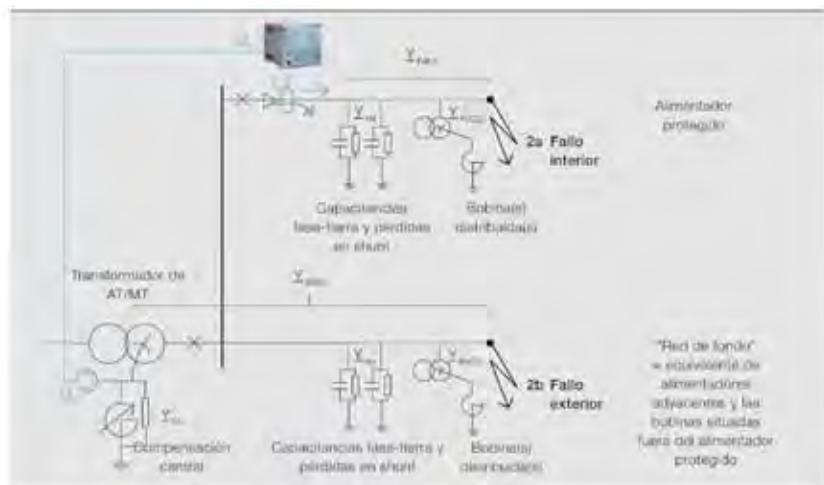


Figura 2. Circuito equivalente monofásico simplificado de una red compensada con un fallo de tierra situado bien en el alimentador protegido (2a), bien en la red de fondo (2b)

alidad resistiva introducido por el resistor en paralelo de la bobina. En la medición de la admitancia, el aumento de la intensidad resistiva se mide directamente en la parte real de la admitancia, es decir, la conductancia.

El principio fundamental de funcionamiento de la protección de fallo a tierra basada en la admitancia se apoya en la discriminación entre las admitancias en el punto neutro resultantes de los fallos interiores y exteriores. La protección actúa, es decir, dispara el interruptor del circuito, cuando se mide la admitancia interna del fallo, pero no cuando se mide la admitancia externa. Esta condición se caracteriza por los límites de funcionamiento, que pueden ser circulares o estar formados por una o varias líneas. La protección actúa cuando el punto de la admitancia calculada se desplaza fuera de estas líneas.

El principio de la admitancia en el punto neutro tiene la flexibilidad suficiente para ser aplicable a todos los tipos de impedancia elevada en redes conectadas a tierra, no conectadas y compensadas, incluidas las arterias con compensación distribuida. Esto últimos dispositivos se están haciendo más comunes a medida que los ten-

didos aéreos, vulnerables al mal tiempo, se van sustituyendo por cables subterráneos. Estos cables multiplican la corriente de fallo a tierra producida por tales arterias, lo que habitualmente exige compensación local con bobinas distribuidas. Las bobinas distribuidas pueden ser problemáticas para los métodos convencionales de protección del fallo a tierra, pues sus características no pueden adaptarse fácilmente cuando la configuración de la línea de alimentación cambia sustancialmente.

La flexibilidad del principio también mejora la protección durante los fallos a tierra repetidos, pues hay un margen mayor antes de que pueda producirse el funcionamiento en falso.

Plenamente compatible con la protección tradicional del fallo a tierra

Como en la protección tradicional del fallo a tierra, el principio de la admitancia en el punto neutro utiliza el estado de sobretensión residual como criterio general de partida para definir la sensibilidad de la protección básica. Esto permite la combinación con los principios tradicionales, útil cuando se utilizan varios principios de protección en el área de distribución de una subestación.

Mejora del principio de admitancias

Tradicionalmente, la protección del fallo a tierra se basa en los fasores de intensidad y tensión residual

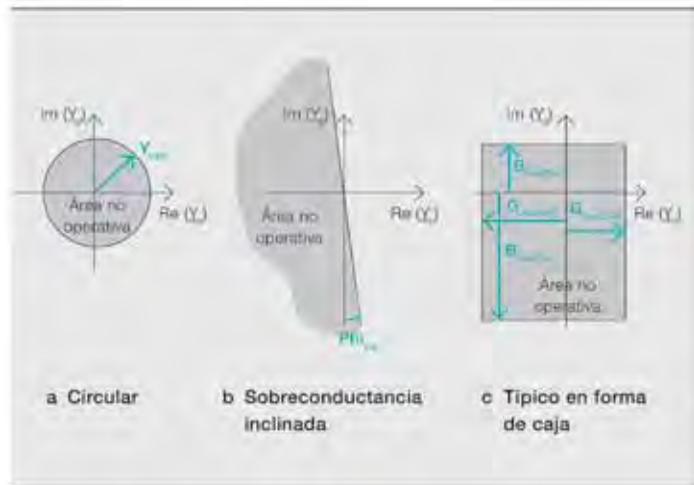


Figura 3. Ejemplos de características de admitancias reales (Re) e imaginarias (Im). El área sombreada es el área no operativa, es decir, donde la protección funciona cuando la admitancia calculada está fuera de la línea o líneas límites

Nota técnica

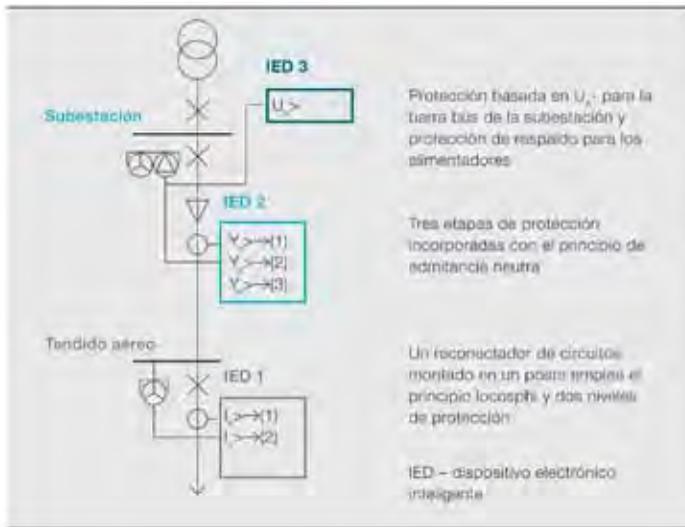


Figura 4. Ejemplo de diagrama de protección para una protección de alimentadores de media tensión utilizando admitancia neutra y funcionalidad clásica de protección frente al fallo a tierra

que se calculan en cuanto se detecta el fallo a tierra. Cuando la red está formada primordialmente por tendidos aéreos, puede haber en ella una tensión residual de estado sin fallos de magnitud elevada debido a conductores de fase no traspuestos. Esta asimetría de la red afecta a las cantidades con las que se opera, por lo que el resultado del cálculo depende de que haya una fase defectuosa, por ejemplo. Esta dependencia aumenta con la resistencia de fallo, y puede afectar negativamente a la sensibilidad de la protección del fallo a tierra. Con el principio de admitancias en el punto neutro se puede eliminar el efecto de la asimetría de la red a partir de los resultados de la me-

dicción. Esto se logra utilizando las llamadas cantidades delta: los valores anteriores al fallo de los fasores de intensidad y tensión residual se restan de los valores medidos durante el fallo antes de calcular la admitancia en el punto neutro. Los algoritmos apropiados son fáciles de implementar en los modernos dispositivos electrónicos inteligentes.

Un problema se convierte en una oportunidad

En las redes de media tensión están apareciendo más componentes armónicos debido al creciente número de cargas generadoras de armónicos y de diversos componentes no lineales. En con-

secuencia, también hay muchos más armónicos en la corriente de fallo a tierra de una sola fase.

Como la bobina de compensación solo compensa el componente de frecuencia fundamental de la corriente del fallo a tierra capacitiva, permanecen los otros componentes de frecuencia. Tradicionalmente, estos componentes se consideran perturbaciones que deben filtrarse. Por el contrario, la protección del fallo a tierra basada en la admitancia en el punto neutro se aprovecha de estos armónicos para mejorar la discriminación entre condiciones con y sin fallo. En los dispositivos electrónicos inteligentes modernos, las admitancias armónicas pueden calcularse fácilmente y sumarse a la admitancia de la frecuencia fundamental en formato de fasor, lo que hace la discriminación entre estados con y sin fallo aún más clara.

Años de experiencia positiva

Desde su invención, el método de protección del fallo a tierra basado en la admitancia en el punto neutro se ha difundido desde Polonia a otros países europeos. Puede aplicarse a la protección del fallo a tierra direccional habitual, pero también a la detección del fallo a tierra de alta impedancia e inter-

mitente. ABB, en colaboración con empresas eléctricas de Finlandia, ha hecho avances en este aspecto. Sobre la base de completas pruebas sobre el terreno puede concluirse que la técnica tiene realmente una sensibilidad superior a la de los principios tradicionales de protección del fallo a tierra. Con los valores apropiados y mediciones exactas, pueden detectarse fallos a tierra con resistencias de fallo de hasta 10 k Ω .

En comparación con los métodos tradicionales, la protección basada en la admitancia en el punto neutro presenta varias características atractivas, como mayor sensibilidad y seguridad frente a fallos a tierra continuos y repetidos. Además, es de aplicabilidad universal, incluidas las redes con compensación distribuida; por lo tanto, el principio es una opción segura para aplicaciones de redes inteligentes. Por último, la confi-

guración de la protección puede determinarse fácilmente a partir de datos básicos del sistema, lo que permite la optimización sencilla y práctica de las características operativas ■

Nota del editor: Esta nota fue originalmente publicada en ABB review 2/2013

LÍNEA DE CABLES
PAYTON
PVC *Superflex*
BAJA TENSIÓN

Cables de energía uni, bi, tri, tetra y pentapolares subterráneos extraflexibles en cobre Aislación y vaina de PVC Noflamex® ecológico.

I.M.S.A.

Recuerde, la calidad es importante

www.imsa.com.ar

industria argentina

La más alta eficiencia del mercado

- ▶ 40W para 67 Lm/W
- ▶ 55W para 100 Lm/W
- ▶ 188W para 91 Lm/W

LED

Artefacto serie EWL High Bay

- ▶ Proyector
- ▶ Colgante



Colgante



Proyector

- ▶ Zona 1, 2, 21, 22
- ▶ Ahorro en los costos de energía, mantenimiento e instalación
- ▶ Encendido inmediato y alta luminosidad
- ▶ Adaptada para GAS categoría IIC

II 2GD Ex de IIC T5 Gb
Ex Ib IIC T100°C Db IP66



Ex de



THE EXZONE

Agrupamiento Industrial Ensenada | Ruta provincial N° 215 - Km. 2,0
Ensenada (1925) Prov. de Bs. As. | Argentina | Tel.: +54 221 422 1956 | info@theexzone.com.ar

MATERIALES ELÉCTRICOS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

www.theexzone.com.ar



IOCCA
PLAST

INDUSTRIA DE PRODUCTOS ELECTRICOS

www.ioccaplast.com.ar

UPS

Sistemas ininterrumpibles de energía

Instalaciones Eléctricas | Proyectos "llave en mano"

Servicio Técnico Especializado | Grupos Electrógenos

Estabilizadores y Transformadores de Aislación



emelec[®]

La energía continúa

Sede Central: Pichincha 1422 (C1249ABF) Buenos Aires - Argentina - T. 54-11 4308 2134 - F. 54-11 4308 1030

Suc: Comodoro Rivadavia: Viamonte 162 P.A.(U9000BTD) Comodoro Rivadavia - Argentina - T. 54 0297 444 0716

emelec@emelec-sa.com.ar - www.emelec-sa.com.ar

SOLUCIONES PARA SEGURIDAD Y AUTOMATIZACIÓN EN MÁQUINAS

SCHMERSAL

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



Para más información:
www.schmersal.net
www.harting.com

Conectores Industriales

HARTING



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

Visite nuestra web: www.condelectric.com.ar

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

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

GSG 上海电缆厂有限公司
 SHANGHAI CABLE & WIRE CO., LTD.

山东电力设备厂

CYG

JSB 浙江江山变压器有限公司
 ZHEJIANG JIANGSHAN TRANSFORMERS CO., LTD.

NGK INSULATORS, LTD.

江苏安靠
 ANKUA



Inno
 Representaciones

- Cables OF y extruidos 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



OLIVERO Y RODRÍGUEZ ELECTRICIDAD S.A.I.C.F.I



Calidad
Certificada



**Materiales eléctricos certificados
para áreas clasificadas**

Argentina: Guardia Nacional 82 (C1408HWB) Buenos Aires
+54 11 4682 3502 ventas@olivero.com.ar

www.olivero.com.ar

Los sistemas de protección contra rayos (SPCR) en la normativa técnica argentina e internacional: el método de la “esfera rodante”

Una presentación de los SPCR y del método de la esfera rodante para estudiar y poder aplicarlo a los sistemas de protección contra los rayos según las normas argentinas e internacionales

Por Ing. Juan Carlos Arcioni, IRAM, e Ing. Jorge Francisco Giménez, CITEDEF

1. Introducción

1.1 Términos y sus definiciones para la introducción de nuestra nota técnica

A continuación presentamos las definiciones que proponemos para los cuatro términos siguientes:

1.1.1 Sistema [4]:

1.1.1.1 Sistema inmaterial (no material), con cinco ejemplos [4].

Definición: conjunto de reglas o de principios sobre una materia, racionalmente enlazados entre sí. (Nota: Materia: tema, asunto, cuestión.) Ejemplos:

- Sistema acusatorio (en derecho).
- Sistema inquisitivo (en derecho).
- Sistema métrico decimal (en la ciencia y la técnica).

- Sistema de numeración (en matemática).
- Sistema lingüístico (fonológico, gramatical y léxico).

1.1.1.2 Sistema material, con siete ejemplos:

Definición: conjunto de cosas ordenadamente relacionadas entre sí que contribuyen a un determinado objeto. Ejemplos:

- Sistema periódico (de elementos químicos).
- Sistema nervioso (de la anatomía).
- Sistema métrico decimal (de pesas y medidas de la metrología).
- Sistema planetario (de la astronomía).
- Sistema solar (de la astronomía).

- Sistema cristalográfico (de la física y de la mineralogía).
- SPCR -sistema de protección contra rayos- (de la ingeniería eléctrica y electrónica).

1.1.2 Modelo [4]

Definición: esquema teórico (generalmente de forma matemática) de un sistema o de una realidad compleja (por ejemplo, la evolución económica de un país) que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento

1.1.3 Método [3]:

1.1.3.1 Definición: *método* es una palabra compuesta por otros dos del griego: *meta*, que significa **término, fin, extremo, objeto final**, y *odos*, que significa **vía o**

camino. Así, fácilmente se entiende que *método* debe significar la **vía o camino que conduce a un fin determinado**, o por extensión, **el modo o medio de realizar un propósito**.

1.1.3.2 Comentario: esta definición presenta un problema de lógica: determinar los medios se-

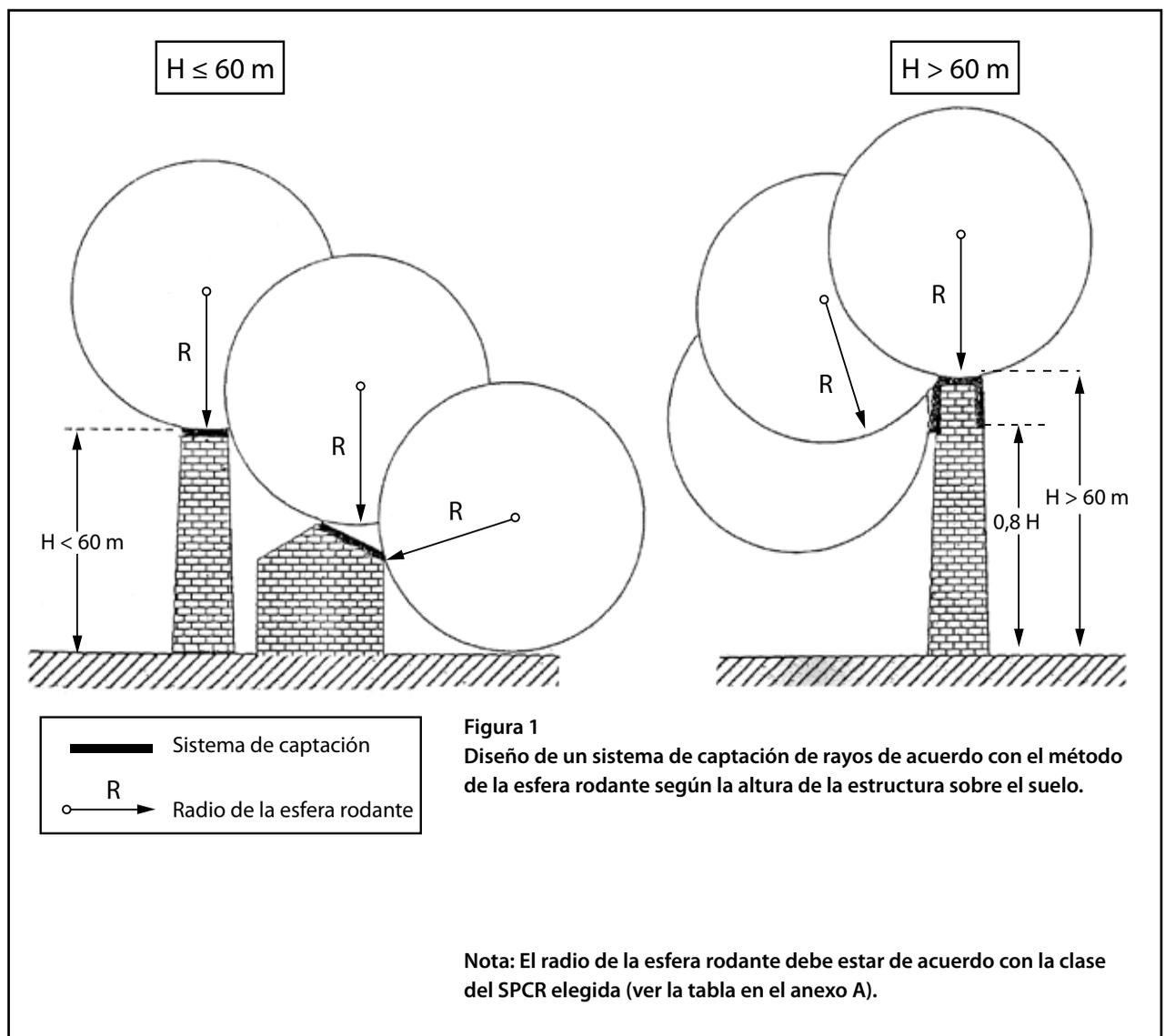
gún el conocimiento que se tenga del fin. Para adoptar un camino es indispensable concebir el punto final al cual se dirige.

1.1.3.3 Reseña histórica: en el Anexo B damos una reseña del método científico que se inicia con Galileo y se perfecciona con Newton.

1.1.4 Procedimiento [4]

Definición: es un método de ejecutar algunas cosas conforme a una práctica o conveniencia. (Nota: **sinónimos de método**; modo, forma, manera, sistema, regla, plan.)

Hemos tomado las definiciones del *Diccionario de la Real*



Nota técnica

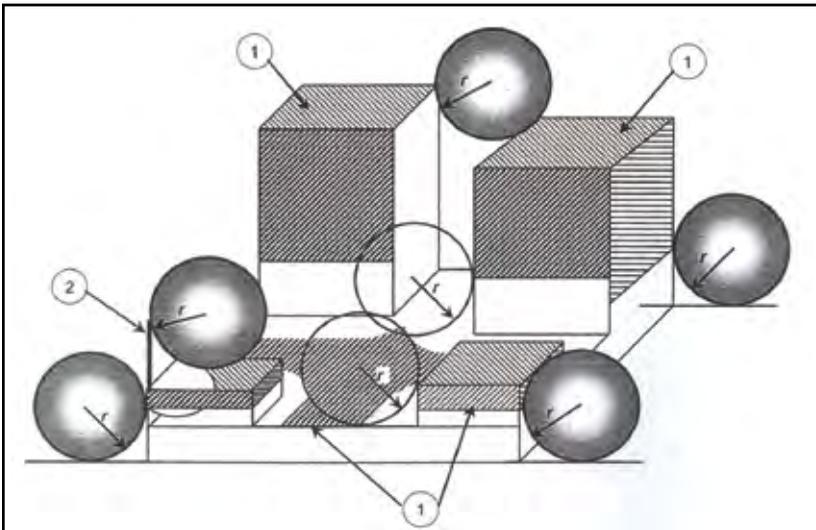


Figura 2
Diseño de una red de dispositivos de captación de un SPCR en una red con forma compleja.

Referencias:

1. Las zonas sombreadas están expuestas a los impactos de los rayos y necesitan protección según la tabla A1.

2. Mástil de la estructura.

R. Radio de la esfera rodante según la tabla 2.

Nota: Se requiere protección contra las descargas de rayos laterales de acuerdo con el apartado 5.2.3 y el capítulo A.2 de [1].

Academia Española [4] y del autor Rodolfo Rivarola [3], con comentarios, notas y ejemplos de aplicación donde corresponda.

2. Aplicación del método de la esfera rodante según IEC 62305-3 [1]

El método de la esfera rodante se debe emplear para identificar el espacio protegido o partes expuestas y zonas de una estructura cuando se excluye el empleo del

método del ángulo de protección según la tabla A1, reproducida en el anexo A.

Aplicando este método, el posicionamiento de un sistema de captación es adecuado si ningún punto del volumen a proteger está en contacto con una esfera de radio rodando sobre el suelo, alrededor y en la parte superior de la estructura en todas las direcciones posibles. Por lo tanto, la esfera solo debe tocar la tierra y/o el

sistema de captación, tal como se ilustra en la figura 5 [2].

El radio R de la esfera rodante depende de la clase del SPCR (ver la tabla A1). El radio de la esfera rodante está correlacionado con el valor I de cresta (o pico) de la corriente del rayo que impacta en la estructura: $R = 10 I^{0.65}$, donde I se expresa en kA_c (kA de cresta).

La figura 2 muestra la aplicación del método de la esfera rodante en diferentes estructuras. La esfera de radio r rueda alrededor y sobre la estructura hasta que encuentra el plano de tierra o un objeto en contacto con el plano de tierra, que es capaz de actuar como conductor del rayo. Un impacto se podría producir donde la esfera toque a la estructura, entonces en estos puntos se requiere colocar sistemas de captación (o bien tolerar a los rayos).

Cuando se aplica el método de la esfera rodante sobre los planos de la estructura, se deben considerar todas las direcciones para asegurar que en una zona no protegida no haya ninguna saliente (un punto que se podría pasar por alto si solo se consideran las vistas frontales o laterales de los planos).

La zona protegida contra los rayos por un captador de SPCR es el volumen no penetrado por la

esfera rodante cuando ella está en contacto con el captador y aplicada a la estructura.

La figura 3 muestra la protección dada por los dispositivos de captación de un SPCR según el método de la malla, el método de la esfera rodante y el método del ángulo con una disposición general de los elementos de captación.

3. Procedimiento para la colocación del sistema de captación de rayos en una estructura mediante el método de la esfera rodante

Aplicando este método, la colocación del sistema de captación es adecuada si, en función de la clase del SPCR, ningún punto de la estructura protegida está en

contacto con una esfera de radio, que rueda alrededor y en la parte superior de la estructura en todas las direcciones posibles. De esta manera, la esfera solamente toca el sistema de captación (ver la figura 1, izquierda y derecha).

En todas las estructuras cuya altura sea mayor que el radio de la esfera rodante, se pueden producir descargas laterales. Cada punto lateral de la estructura tocado por la esfera rodante es un posible punto de impacto. Sin embargo, las probabilidades de descargas laterales de rayos a tierra son generalmente despreciables en estructuras con alturas inferiores a 60 metros.

En estructuras más altas, la mayor parte de las descargas alcanzará la parte superior, los bordes horizontales y las esquinas de la estructura. Solamente un pequeño porcentaje de las descargas se produce lateralmente.

Además, los datos de observación muestran que la probabilidad de descargas laterales decrece rápidamente con la altura media desde el suelo. Por tanto, se debe considerar instalar sistemas de captación laterales en la parte superior de las estructuras (normalmente, el 20% superior de la altura de la estructura). En este caso, el método de la esfera rodante se

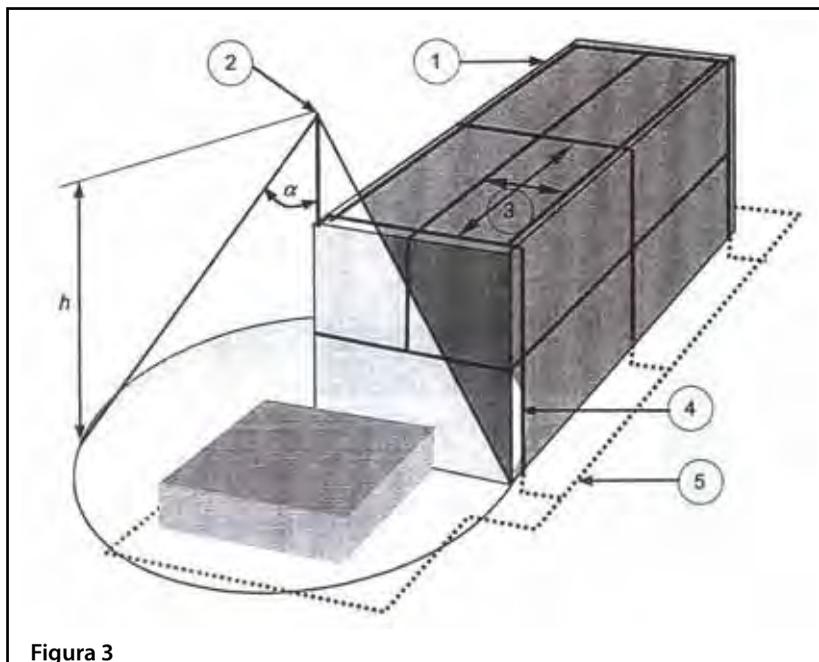


Figura 3

Diseño de un sistema de captación de un SPCR de acuerdo con el método del ángulo de protección, con el método de la malla y disposición general de los dispositivos de captación [1].

Nota: El método de la esfera rodante se verifica para el radio $R > h$.

Referencias:

1. Conductor horizontal de captación.
 2. Punta de captación.
 3. Tamaño de la malla.
 4. Conductor de bajada.
 5. Sistema de puesta a tierra con anillo conductor exterior.
- h.** Altura del terminal de captación sobre el plano de referencia (punta 2).
 α . Ángulo de protección de la punta 2.

Nota técnica

debe emplear solamente para posicionar el sistema de captación en la parte superior de la estructura (figura 1, derecha).

4. Distancia de penetración de la esfera rodante [1]

En el caso de un sistema de captación formado por dos conductores horizontales colocados por encima del plano horizontal de referencia, como se indica en la figura 4, la distancia de penetración p de la esfera rodante, en el espacio entre dos conductores y por debajo del nivel de los conductores, puede calcularse con la ecuación 1 siguiente:

$$(1) p = R - \sqrt{[R^2 - (d/2)^2]}$$

La distancia de penetración p debe ser menor que la menor de las alturas h_i de los objetos a proteger (el motor en la figura 4).

El ejemplo de la figura 4 también es válido para tres o cuatro puntas captadoras (por ejemplo, cuatro puntas de la misma altura h colocadas en las esquinas de un cuadrado; en este caso, d , en la figura 4 corresponde a la diagonal del cuadrado formado por cuatro puntas).

Posiciones críticas de la esfera rodante [2]

Cuando la esfera rodante

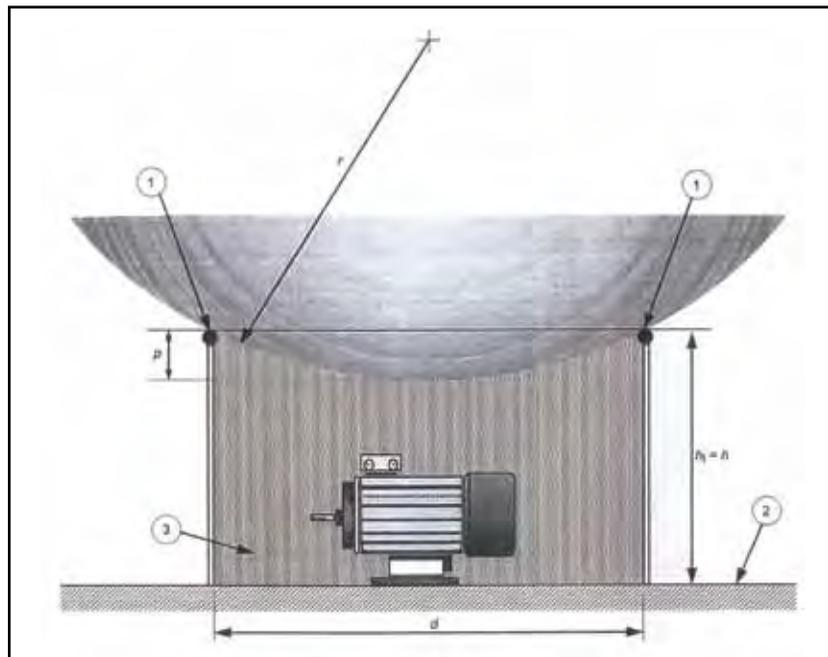


Figura 4
Espacio protegido por un sistema de captación formado por dos cables horizontales paralelos o por dos puntas ($R > h_i$).

Referencias:

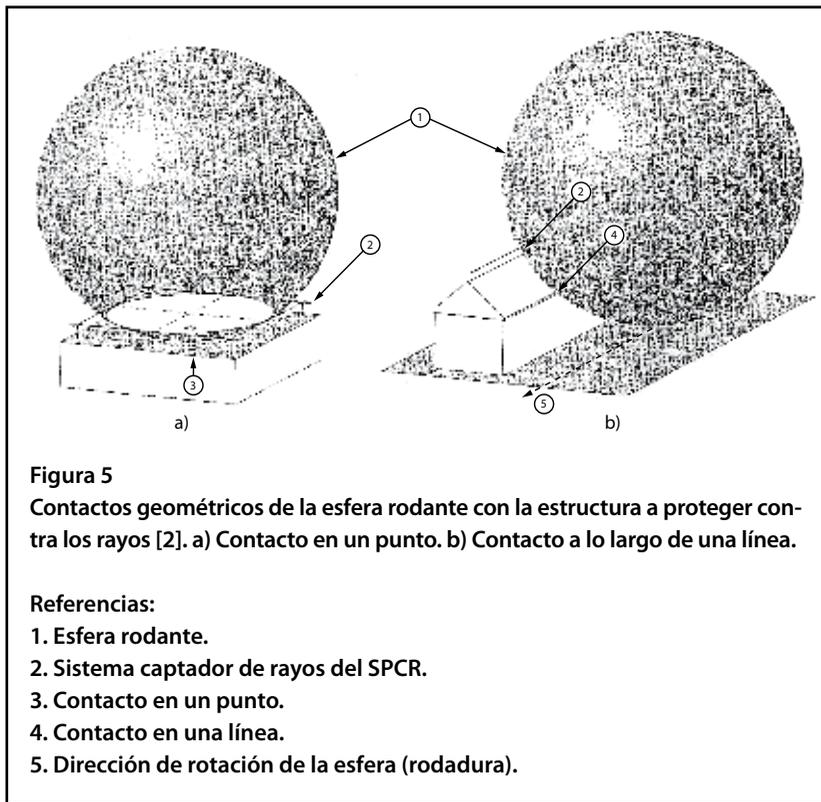
1. Cables horizontales.
 2. Plano de referencia.
 3. Espacio protegido por un sistema de captación formado por dos cables horizontales paralelos o por dos o más puntas franklin.
- h_i . Altura física de las puntas de captación sobre el plano de referencia.
 p . Distancia de penetración de la esfera rodante.
 h . Altura del sistema de captación según la tabla 2.
 R . Radio de la esfera rodante
 d . Distancia de separación entre los dos cables horizontales (o las dos puntas de captación).

Nota: La distancia de penetración p de la esfera rodante debe ser menor que la menor de las alturas h_i de los objetos a proteger, con el fin de proteger los objetos en el espacio entre ambos captadores (cables o puntas).

"toca", es decir, hace contacto geométrico, al sistema de captadores y/o la tierra (plano de tierra), pueden ocurrir las cinco posiciones críticas siguientes:

a) La esfera rueda sobre la tierra cuando se mueve a lo largo de los conductores del sistema de captadores (figura 6 a).

b) La esfera rueda sobre la tierra

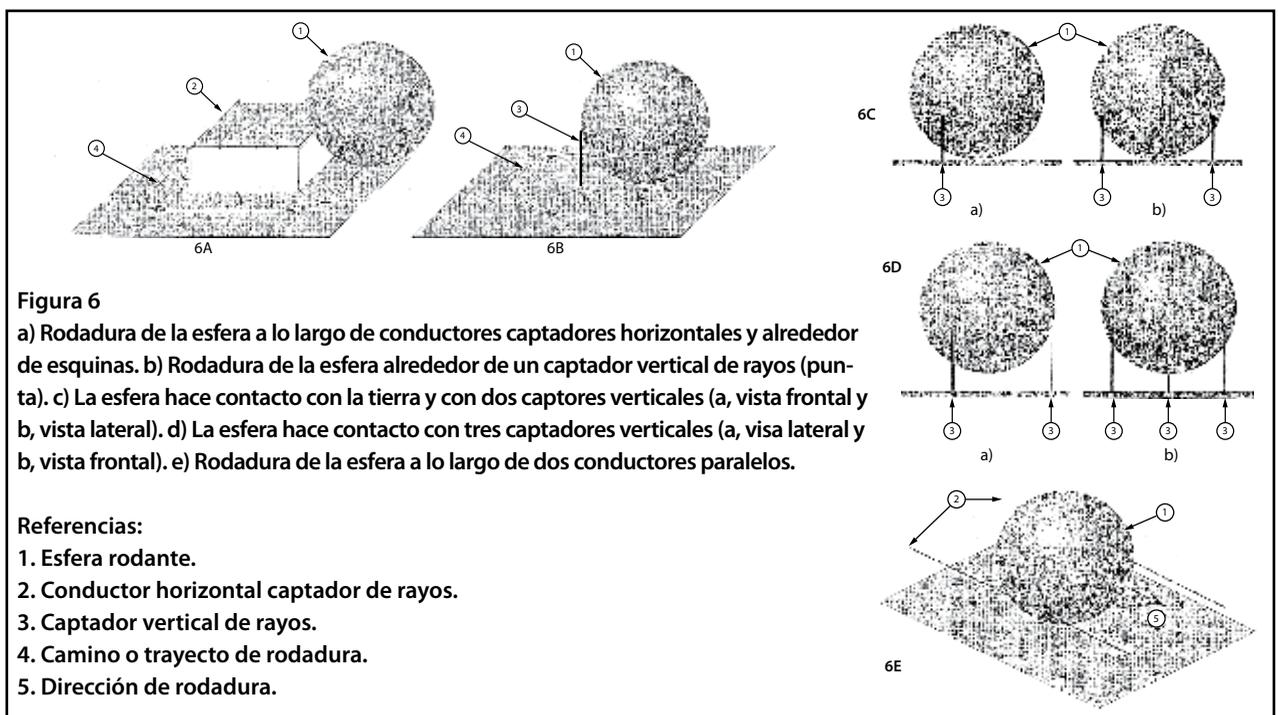


y rota alrededor de la punta de una punta captora vertical o la esquina (vértice) de un conductor captor horizontal (figura 6 a y b).

c) La esfera hace contacto (toca) simultáneamente con la tierra y con un SPCR en dos o más puntos (figura 6 c).

d) La esfera hace contacto simultáneamente en tres o más puntos de un SPCR cuando ella no puede rotar más sin moverse hacia arriba (figura 6 d).

e) La esfera rota a lo largo de dos conductores horizontales paralelos mientras está continuamente en contacto con ellos (figura 6 e) ■



Nota técnica

Bibliografía consultada

- [1] IRAM y AEA (documento en estudio). "Norma IRAM 2184-3 / Reglamentación AEA 92305-3 (IEC 62305-3:2010). Protección contra los rayos. Parte 3: Daños físicos a estructuras y riesgo humano." Buenos Aires, Argentina, 2012.
- [2] Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Comité técnico 81: Protección de ilu-

- minación. IEC 62305-3 *Protection against lightning. Part 3: Physical damage to structures and life hazard. Document 81/455/DC (2013-11-08) – Draft for comments (until 2014-03-14) for IEC members.*
- [3] Rivarola, Rodolfo. *Filosofía dispersa y amable (para educadores y educandos.* Buenos Aires, Roldán, 1934.
- [4] Real Academia Española, *Diccionario de*

la lengua española, Madrid, Ediciones XXI, 1992.

- [5] Corcho Orrit, Roger: "Galileo: El método científico, la naturaleza se escribe con fórmulas". Buenos Aires, RBA Coleccionables SA, 2014.
- [6] Durán Guardado, Antonio J. : "Newton: La Ley de Gravedad, la fuerza más atractiva del Universo. Buenos Aires, RBA Coleccionables, 2014.

Anexo A

Tabla A1. Posicionamiento de captadores de rayos según los niveles de protección contra rayos NPR (definidos en las normas IEC 62305 e IRAM 2184/AEA 92305), y sus tres métodos de protección normalizados.

Nivel de protección NPR (clase del SPCR)	Mínima corriente presunta del rayo de retorno (kAc de cresta)	Eficiencia de la protección	Método de la esfera rodante: radio de la esfera, R	Método de ángulo de protección para las alturas de los captadores indicados. Ángulo α				Método de las mallas: distancia máxima entre conductores paralelos
				20 m	30 m	45 m	60 m	
I	3 kAc	99%	20 m	25°	*	*	*	5 m
II	8 kAc	97%	30 m	35°	25°	*	*	10 m
III	10 kAc	91%	45 m	45°	35°	25°	*	15 m
IV	16 kAc	84%	60 m	55°	45°	35°	25°	20 m

Fuente: Cooray, Vernon. *Lightning protection*. (Libro editado por el autor en el Reino Unido.) Versión argentina de la tabla 4.1, a cargo de Juan Carlos Arcioni.

Anexo B

Reseña del método científico desde Galileo, y pasando por Newton

B.1 El método científico [5]

Desde Galileo (1564 – 1642) en adelante, hasta la actualidad, el método de la ciencia consiste en lo siguiente:

- Proponer hipótesis, formuladas matemáticamente, que describan un aspecto de la realidad.
- Deducir consecuencias empíricas y comprobables experimentalmente.

• Aislar (separar) los factores que intervengan en la realidad para crear una situación artificial, y así comprobar dichas hipótesis mediante experimentos, haciendo uso de instrumentos de medición de precisión y exactitud que sean capaces de determinar si concuerdan la predicción matemática y el experimento.

El método científico se conoce como "Método hipotético-deductivo", y Galileo fue quien contribuyó a su desarrollo en todas sus fases.

B.2 El método newtoniano [6]: el método científico moderno

Según Newton (1642-1727), la esencia del método científico moderno es la elaboración de modelos matemáticos simples que se comparan con los fenómenos naturales. De estas comparaciones surgen nuevas versiones, más complicadas, de los modelos previos.

Con Newton, la matemática se convirtió verdaderamente en la esencia de la teoría física.



LÍNEA DE PRODUCTOS 2015



Strand®

Un paso más allá de lo conocido en iluminación



Asociación de Instaladores Electricistas de Tucumán



Visite nuestro SITIO WEB

► www.aiet.org.ar



MYSELEC S.R.L.

REPRESENTANTE OFICIAL
TYCO ELECTRONICS S.A.

AMP SIMEL

MÁS DE
18
AÑOS EN
CALIDAD
SERVICIO Y
EXPERIENCIA

Nueva identidad, misma calidad y servicio de siempre

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

RBC SITEL
ELECTRONICA DE CONTROL

- Fotocontroles Electrónicos
- Atenuadores de Luz
- Detectores Infrarrojos
- Reguladores de Velocidad
- Temporizadores
- Señalización Luminosa y Sonora
- Interruptores Electrónicos
- Iluminación a Led

Para mayor información solicite nuestro catálogo de productos

Tel./Fax: (54) (11) 4224-2477/2436 • e-mail: info@rbcsitel.com • www.rbcsitel.com

Protectores de Tensión



Para riel din
Trifásico con detección
de secuencia de fase.
Monofásico 5 KW
(Para potencias superiores
puede utilizarse con
un contactor)

Individual 2000W
Carcasa abatible 180°
con respecto al tomacorriente.



-  **Buscador inteligente de productos.**
Encuentre fácilmente nuestros productos.
-  **Buscador inteligente de distribuidores.**
Busque la sucursal más cercana.
-  **Sitio adaptable a tablets y smartphones.**



Estrategia de detección de fallas de circuito abierto en semiconductores de convertidores CC-CC aislados

Por Andrés M. Airabella*, Germán G. Oggier, Laureano Piris-Botalla,
Cristian A. Falco, Guillermo O. García
Grupo de Electrónica Aplicada (GEA), Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Río Cuarto

* a.airabella@ieee.org

Resumen

En este trabajo se analiza la operación de un convertidor CC-CC cuando uno de los semiconductores de potencia presenta una condición de falla de circuito abierto. Se propone una nueva estrategia de diagnóstico de falla, la cual consiste en medir la caída de tensión a bornes de cada uno de los semiconductores de potencia utilizando la información disponible en los circuitos de activación. La tensión medida se compara con un valor de referencia para determinar si un semiconductor presenta una condición de circuito abierto. Esta estrategia tiene la ventaja de que puede llevarse a cabo sin incluir sensores adicionales. Se incluyen resultados experimentales para validar la teoría.

Palabras clave

Convertidor CC-CC - Puentes duales activos - Diagnóstico de fallas.

1. Introducción

En sistemas eléctricos híbridos, tales como vehículos eléctricos o sistemas de energía renovables, es necesario adaptar diferentes niveles de tensión y corrientes, además de controlar el flujo de potencia de manera bidireccional (Inoue y Akagi, 2007). Los convertidores de corriente continua a corriente continua (CC-CC), en particular los convertidores con puentes duales activos (CPDA) brindan la posibilidad de controlar el flujo de la energía bidireccionalmente, pueden operar en modo elevador o reductor, son aislados

por medio de un transformador de alta frecuencia lo que permite reducir el volumen del sistema y funcionar con un alto rendimiento gracias a la posibilidad de operar con conmutación suave (Oggier *et al.*, 2009; Han y Divan, 2009), lo que los hace adecuados para las aplicaciones mencionadas.

Cuando alguno de los semiconductores de potencia de un convertidor presenta un estado de falla, pueden aparecer niveles de tensión y corrientes elevados o anómalos en diferentes puntos del circuito, pudiendo dañar otros componentes o incluso sacar al convertidor de operación. Por esta razón es conveniente poder detectar rápidamente la ocurrencia de una falla, de manera de poder apagar el convertidor o llevar a

cabo una reconfiguración de la topología para que este pueda operar en un esquema tolerante a fallas (Choudhary et al., 2008)(Pei et al., 2012)(Hemmer, 2009).

En (Yang *et al.*, 2011) se presentan los resultados obtenidos en una encuesta realizada a diferentes usuarios de convertidores de potencia, pertenecientes a la industria aeroespacial, automatización, automotor, accionamientos eléctricos y electrónica de potencia, entre otras. El 31% de los encuestados remarcó que los semiconductores de potencia son los dispositivos más frágiles, seguidos por los capacitores (17%) y los circuitos de activación (15%).

Existen trabajos sobre diagnóstico de fallas en convertidores CC-CC que proponen diferentes técnicas para su detección. Por ejemplo, en (Nie et al., 2010) proponen agregar un tercer bobinado al transformador de alta frecuencia, cuya señal de tensión puede brindar información si se produjo alguna falla de circuito abierto o cortocircuito en los semiconductores de potencia. El inconveniente de este método es que no puede discriminarse cual es el semiconductor fallado. La acción que se toma es de apagar el convertidor. En (Kim et al., 2008) se mide la corriente en el bus de CC utilizando

un transformador de corriente. A partir de la información de su forma de onda se demuestra que es posible diagnosticar fallas de cortocircuito o en los circuitos de activación de las llaves (equivalentes a circuito abierto en el transistor). Sin embargo, en este trabajo no se discrimina si la falla de circuito abierto se produce en el diodo en anti-paralelo o en el transistor.

Por otro lado, los circuitos de activación de semiconductores de potencia disponibles actualmente incluyen protecciones por sobrecorrientes y sobretensiones. La acción que ejecutan es que detienen la operación del convertidor ante un evento de falla sin dar posibilidad a una reconfiguración del sistema para seguir transfiriendo la energía requerida por la carga (Hemmer, 2009).

En (Airabella *et al.*, 2011) se analiza la operación de un CPDA cuando ocurren fallas de diodo y transistor abierto incluyendo también fallas de cortocircuito, y se propone una estrategia para determinar qué tipo de dispositivo (diodo o transistor) está abierto, o si está en cortocircuito. Sin embargo, la estrategia propuesta en este trabajo no permite identificar cuál es el semiconductor que se encuentra en falla de circuito abierto.

En el presente trabajo se propone un esquema de detección de fallas el cual permite detectar fallas individuales de diodo abierto o de transistor abierto, midiendo la caída de tensión a bornes de cada uno de los semiconductores de potencia. El circuito propuesto para la detección de fallas se puede incorporar en el circuito de activación de los semiconductores, lo cual tiene la ventaja de que no requiere sensores adicionales para su implementación.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta la topología estudiada en funcionamiento normal. En la sección 3 se describen las fallas estudiadas sobre la topología propuesta. En la sección 4 se detalla el funcionamiento del esquema de detección propuesto. La sección 5 muestra los resultados de simulación, mientras que la sección 6 muestra los resultados experimentales obtenidos del detector. Finalmente, en la sección 7 se dan las conclusiones y las propuestas de trabajo futuro.

2. Topología adoptada para el análisis

En esta sección se presenta la topología y formas de onda de tensión y corriente de un CPDA en funcionamiento normal, sin fallas en los semiconductores de potencia.

Nota técnica

El Grupo de Electrónica Aplicada (GEA), lugar de trabajo de los autores, posee una línea de investigación relacionada con vehículos eléctricos (VE) y sistemas eléctricos híbridos. Debido a que se dispone de un CPDA de 2 kW, se decidió utilizar este convertidor. Además, ya que su funcionamiento normal requiere circulación de corriente tanto por los transistores como por los diodos que forman ambos puentes, permite estudiar fallas de circuito abierto en ambos dispositivos.

La figura 1 (a) muestra un CPDA, el cual está formado por dos puentes, P1 y P2, conectados por medio de un transformador de alta frecuencia, cuya inductancia de dispersión referida a uno de los lados del transformador es L .

Cuando la energía fluye desde V_1 hacia V_2 , el puente P1 opera en modo inversor mientras que

el puente P2 opera en modo rectificador. Cuando la energía fluye desde V_2 hacia V_1 , se invierte el modo de funcionamiento de ambos puentes. El control del flujo de energía en un CPDA se realiza aplicando un determinado desfase δ entre las tensiones a bornes del transformador (De Doncker et al., 1991)(Han y Divan, 2009).

En la figura 1 (b) se observa el circuito utilizado para implementar el par S11 – S12, marcado en el área sombreada de la figura 1 (a), cuya función es generar en forma controlada las fallas de diodo abierto y transistor abierto en S11.

Para generar una falla de diodo D11 abierto, se desactiva la señal de disparo del transistor marcado como D11 en la figura 1 (b), mientras que para generar una falla de transistor T11 abierto, se desactiva la señal de disparo del

transistor marcado como T11 en la misma figura.

En la figura 1 (a) se observa que cada puente del convertidor está compuesto por cuatro llaves semiconductoras, S_{xx} . Cada una de las llaves está formada por un transistor de potencia, T_{xx} , y el correspondiente diodo en antiparalelo, D_{xx} .

En la figura 2 se muestran las formas de onda de tensión a bornes del transformador, v_{T1} y v_{T2} , y corriente i_{Lx} ($x=1,2$) del convertidor operando en régimen permanente y funcionamiento normal, en modo reductor, cuando la energía fluye desde V_1 hacia V_2 . En esta figura, se indican los semiconductores que conducen en cada uno de los seis intervalos correspondientes a un ciclo de conmutación para ambos modos de funcionamiento: reductor y elevador. En esta figura δ es el desfase entre v_{T1} y v_{T2} .

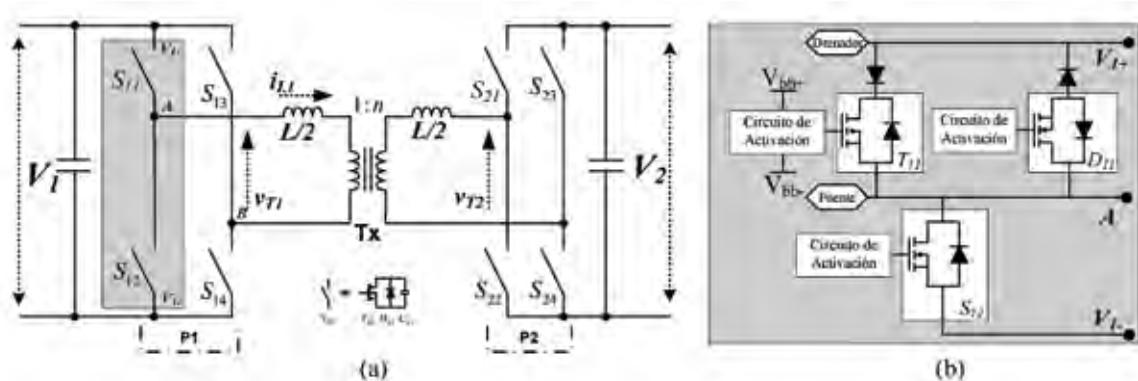


Figura 1. a) Topología CPDA, b) Esquema implementado para el estudio de fallas a circuito abierto en semiconductores

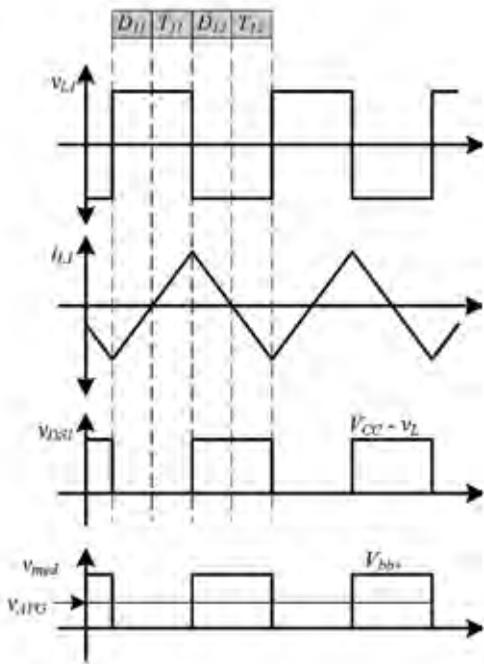


Figura 2. Formas de onda en funcionamiento normal

Para simplificar el análisis, se opera el CPDA con $d=1$, siendo d la relación de conversión de tensiones entre la entrada y la salida, afectados por la relación de transformación n .

Para analizar el convertidor en funcionamiento normal y en falla, es importante poder determinar qué señales pueden aportar información útil para la detección de la falla. Se presenta el análisis para el Puesto 1, ya que para el Puesto 2 el funcionamiento es análogo.

La tensión $vT1$ a bornes del transformador depende directamente del estado de los semiconductores y, ante la falla en alguno de ellos, las deformaciones en la

tensión que aparezcan a bornes de los mismos se verán reflejadas en la tensión que alimenta al transformador. Por lo tanto, para explicar las fallas, se muestra la evolución de las tensiones $vT1$ y vDS (a bornes de la llave en falla).

Se incluye también la tensión $vmed$, la cual será obtenida con el circuito de medición propuesto (cuya descripción se incluye mas adelante).

Además, ante un evento de falla, las deformaciones de tensión a bornes del transformador hacen que la corriente que circula por el devanado conectado al puente en falla posea una componente de continua distinta de cero, la cual no se verá reflejada en el otro puente. Por tal motivo, dado que se presenta el estudio para las fallas en el Puesto 1, se muestra la corriente $iL1$.

En funcionamiento normal, cuando el diodo o el transistor conducen, la tensión a bornes de los mismos es igual a la caída de tensión en estado de conducción, mientras que en estado de bloqueo, ésta se eleva a aproximadamente la tensión de alimentación de CC.

En la figura 3 se observa también la forma de onda de corriente, con valor medio nulo, en estado estacionario y operación sin falla.

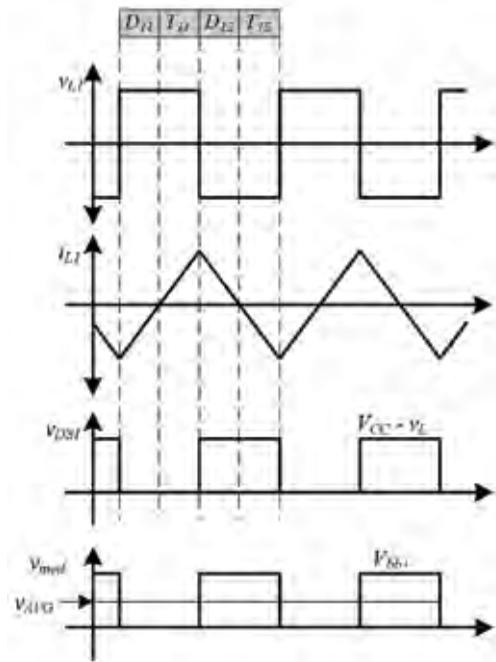


Figura 3. Formas de onda en funcionamiento normal

3. Fallas estudiadas

Esta sección detalla el comportamiento del CPDA ante fallas de circuito abierto en el diodo D11 y en el transistor T11.

3.1 Falla de diodo abierto

En esta sección se describe el comportamiento del CPDA cuando ocurre una falla de diodo abierto en el Puesto 1.

La figura 4 muestra la forma de onda de la corriente $iL1$, tensión $vT1$, tensión vDS en la llave S11 y $vmed$ cuando ocurre una falla de circuito abierto en D11.

La corriente a través de $iL1$ no puede continuar circulando por D11. Idealmente, aparecería una

Nota técnica

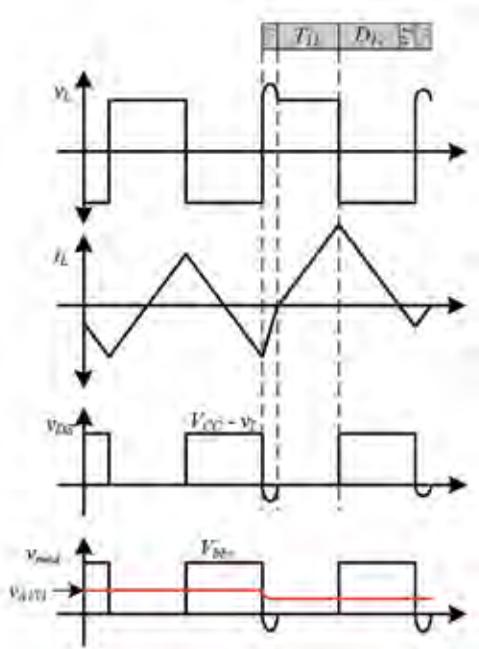


Figura 4. Formas de onda de la corriente i_L , tensión v_T , tensión v_{DS} en la llave S11 y V_{med} para falla de diodo abierto

tensión infinita a bornes del transformador, para disminuir a cero la corriente a través de la inductancia de dispersión. Dicha tensión se vería reflejada a bornes de D11. En un circuito real, la capacitancia de salida propia del transistor puede producir una oscilación que causa una disminución en el valor medio de v_{DS} . Además, dada la imposibilidad de circulación de corriente por D11, i_L posee ahora una componente de CC.

La figura 4 también muestra los intervalos de conducción de cada semiconductor de la pierna S11 – S12.

3.2 Falla de transistor abierto

En esta sección se describe el comportamiento del CPDA cuando ocurre una falla de transistor abierto en el Puesto 1.

La figura 5 muestra las formas de onda de la corriente i_L , tensión v_T , tensión v_{DS} en la llave S11 y v_{med} cuando ocurre una falla de circuito abierto en T11.

En funcionamiento normal T11 entra en conducción de manera natural cuando la corriente por D11 cruza por cero. Dado que T11 se encuentra abierto, la inductancia de dispersión L y la capacitancia en paralelo con el transistor (por

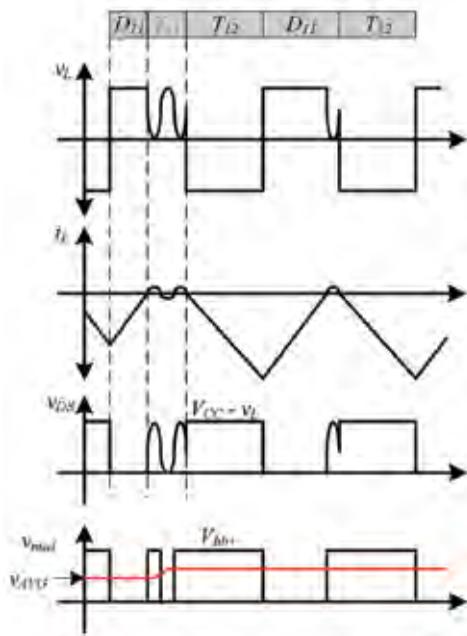


Figura 5. Formas de la corriente i_L , tensión v_T , tensión v_{DS} en la llave S11 y V_{med} onda para falla de transistor abierto

ejemplo, la capacitancia de salida propia del transistor) forman un circuito resonante, produciéndose una oscilación que causa un incremento en el valor medio de v_{DS} . Además, dada la imposibilidad de circulación por T11, i_L posee ahora una componente de continua.

La figura 5 también muestra los intervalos de conducción de cada semiconductor de la pierna S11 – S12.

4. Estrategia de detección

A partir del análisis presentado en la sección anterior, puede observarse que el valor medio de la tensión v_{DS} puede ser considerado un indicador de falla, e inclusive permitiría discriminar si la falla se encuentra en el diodo o en el transistor.

Con el fin de disminuir costos en el convertidor, se propone no utilizar sensores de tensión. Sin embargo, los circuitos de potencia pueden presentar elevados valores de tensión a bornes de los semiconductores, complicando la conexión de los bornes de la llave a un circuito de medición de tensión a bornes de la misma.

En lugar de utilizar sensores de tensión, se propone un esquema similar al utilizado en las protecciones por sobrecorriente de los circuitos de disparo de las llaves o

protección de desaturación (Mohan, 2003).

Este circuito, mostrado en la figura 6, parte A, consiste en un diodo rápido de alta tensión, D_m cuyo cátodo está conectado al drenador/colector del transistor, en serie con una resistencia que se conecta a la tensión de alimentación positiva del circuito de disparo, V_{bb+} . El ánodo del diodo D_m se conecta a la entrada no inversora de un amplificador diferencial, mientras que la entrada inversora se conecta directamente a la fuente/emisor del transistor.

La tensión medida a la entrada del amplificador diferencial se denomina en este trabajo v_{med} , y su forma de onda en funcionamiento normal, en falla de diodo y en falla de transistor fue presentada en las figuras 3, 4 y 5, respectivamente.

Puede observarse que para este circuito el valor de pico la tensión v_{med} está limitado por la tensión V_{bb+} , el cual puede ser de un valor inferior a V_1 . A la salida

del amplificador diferencial, hay un filtro pasa-bajo cuya función es entregar el valor medio de la tensión v_{med} , llamado en el circuito v_{AVG} . El valor ideal y en funcionamiento normal de v_{AVG} es $v_{ideal} = V_{bb+} + V_{Dm}$, por lo tanto, cualquier desviación de este valor puede utilizarse como un indicador de falla.

Para poder identificar las fallas en cada uno de los pares transistor/diodo, debe agregarse un circuito de detección en el circuito de activación de cada llave. De esta manera, cada circuito de disparo entregará dos señales de identificación de falla, correspondiente a la falla de transistor y falla de diodo.

4.1 Detección de falla de diodo

Como se muestra en la figura 4, el valor de v_{AVG} disminuye cuando se presenta una condición de falla de diodo abierto. Por lo tanto, utilizando el circuito que se muestra en la figura 6 Parte C, se realiza una comparación con el

valor v_{Dcom} .

Si $v_{med} < v_{Dcom}$ se activa la señal Falla D.

4.2 Detección de falla de transistor

Como se muestra en la figura 5, el valor de v_{AVG} aumenta cuando se presenta una condición de falla de transistor. Por lo tanto, utilizando el circuito que se muestra en la figura 6 Parte B, se realiza una comparación con el valor v_{Tcom} .

Si $v_{med} > v_{Tcom}$ se activa la señal Falla T.

4.3 Determinación de v_{Dcom} y v_{Tcom}

El valor de v_{Dcom} y v_{Tcom} se establecen cercanos a v_{ideal} . La variación de v_{Dcom} y v_{Tcom} respecto de v_{ideal} dependerá de la caída de tensión de los semiconductores de potencia y de la caída de tensión en el diodo D_m .

5. Resultados de simulación

En esta sección se presentan los resultados de simulación llevados a cabo para validar la estrate-

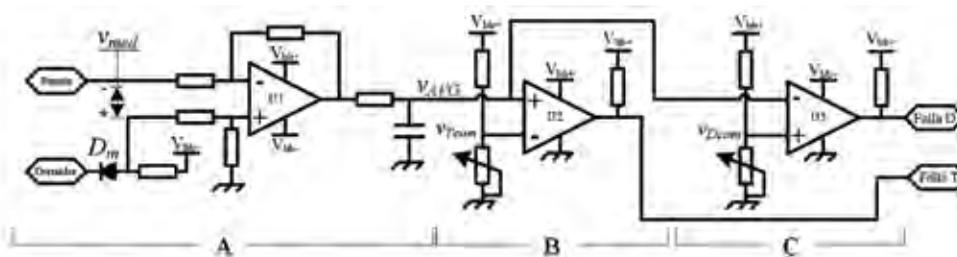


Figura 6. A) Circuito de medición v_{DS} , B) Comparador para falla de transistor C) Comparador para falla de diodo

Nota técnica

gia de detección de falla de circuito abierto en diodos y transistores propuesta.

Se simuló un convertidor CPDA como el de la figura (a) donde la pierna compuesta por S11 – S12 se implementó de acuerdo al esquema que se muestra en la figura

(b). Se estableció $V1 = V2 = 40\text{ V}$. En un primer análisis, no se utilizó un transformador de alta frecuencia. En su lugar se colocó una inductancia de dispersión $L = 1,113\text{ mH}$. La frecuencia de conmutación es $f = 20\text{ kHz}$. Se simuló también el circuito de detección como el mos-

trado en la figura 6 conectado a bornes de la llave S11.

5.1 Simulación de falla de diodo abierto

La figura 7 muestra los resultados de simulación para la falla de diodo abierto. En la figura se observa: la señal Falla D (falla de diodo), la señal falla T (falla de transistor), la corriente por el primario del transformador $iL1$ y la tensión a bornes del transformador $vT1$.

Puede observarse que cuando se produce la falla de diodo, la señal Falla D se activa, indicando la falla.

5.2 Simulación de falla de transistor abierto

La figura 8 muestra los resultados de simulación para la falla de transistor abierto. En la figura se observa: la señal Falla D (falla de diodo), la señal Falla T (falla de transistor), la corriente por el primario del transformador $iL1$ y la tensión a bornes del transformador $vT1$.

Puede observarse que cuando se produce la falla de transistor, la señal falla T se activa, indicando la falla.

6. Resultados experimentales

Con el objetivo de validar el esquema de detección propuesto, se construyó un CPDA como el de la figura 1 (a) donde la pierna

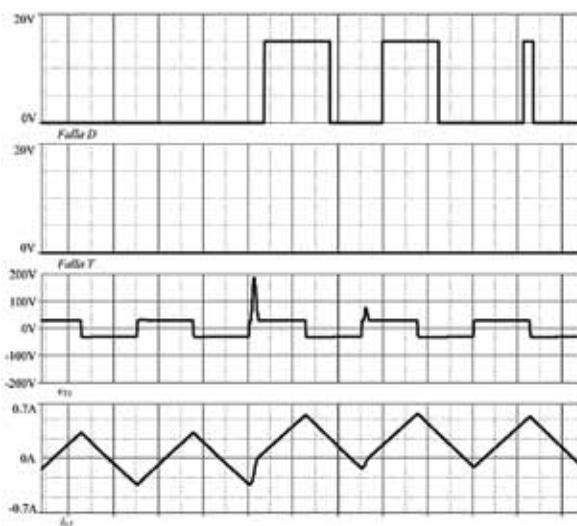


Figura 7. Resultados de simulación para falla de diodo abierto

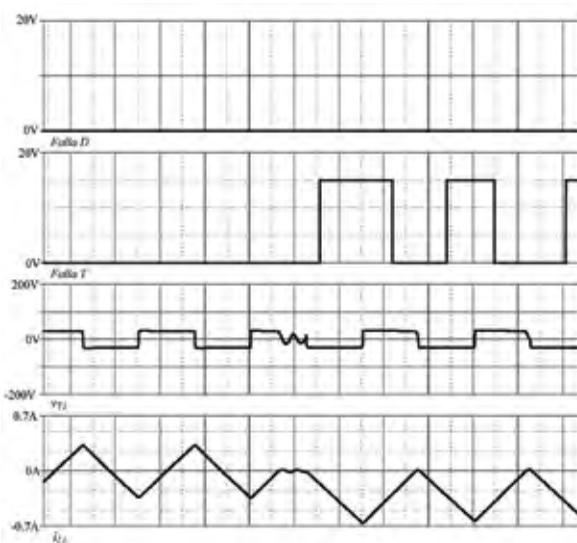


Figura 8. Resultados experimentales para falla de transistor abierto

compuesta por S11 - S12 se implementó de acuerdo al esquema que se muestra en la figura 1 (b). Las tensiones, valor de inductancia y frecuencia de operación utilizadas poseen los mismos valores que los utilizados para la simulación. Un circuito de detección como el mostrado en la figura 6 se agregó a los circuitos de activación de la llave S11.

6.1 Falla de diodo abierto

La figura 9 muestra las mediciones de los resultados experimentales. En la figura se observa: en el canal 1 la señal falla T (falla de transistor), en el canal 2 la señal falla D (falla de diodo), en el canal 3 la corriente por el primario del

transformador iL1 y en el canal 4 la tensión a bornes del transformador vT1.

Puede observarse que luego del instante t0 cuando se produce la falla de diodo, la señal falla D se activa, indicando la falla.

6.2 Falla de transistor abierto

La figura 10 muestra las mediciones de los resultados experimentales. En la figura se observa: en el canal 1 la señal falla T (falla de transistor), en el canal 2 la señal falla D (falla de diodo), en el canal 3 la corriente por el primario del transformador iL1 y en el canal 4 la tensión a bornes del transformador vT1.

Puede observarse que luego del instante t0 cuando se produce la falla de transistor, la señal falla T se activa, indicando la falla.

7. Conclusiones

Se analizó un convertidor CC-CC con puentes duales activos (CPDA), cuando ocurre una falla de circuito abierto en los diodos y transistores, y se mostraron los principales síntomas de cada falla.

Se determinó qué señal puede aportar información sobre la falla, siendo esta última la caída de tensión en el dispositivo. Dado que la tensión en el mismo en estado de bloqueo puede ser tan alta como la tensión de alimentación de CC, se tuvo en cuenta esta característica al diseñar el circuito de medición.

Cuando el dispositivo se encuentra en estado de conducción, el circuito propuesto mide la caída de tensión a bornes del mismo. Mientras que, cuando el dispositivo se encuentra en estado de bloqueo, el circuito de medición presenta una tensión cercana a la tensión de alimentación del circuito de activación. Esto permite ingresar al circuito de detección con niveles de tensión conocidos, que incluso podrían ser inferiores a los de la tensión de alimentación de CC del puente.

Luego, un circuito simple y de

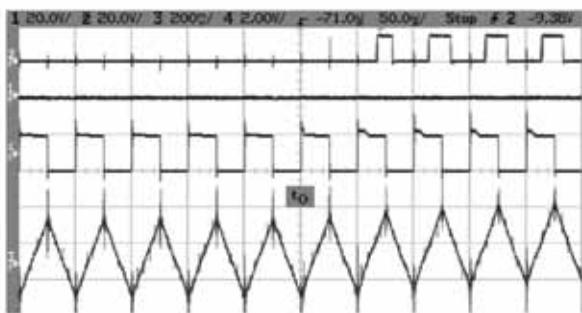


Figura 9. Resultados experimentales para falla de diodo abierto

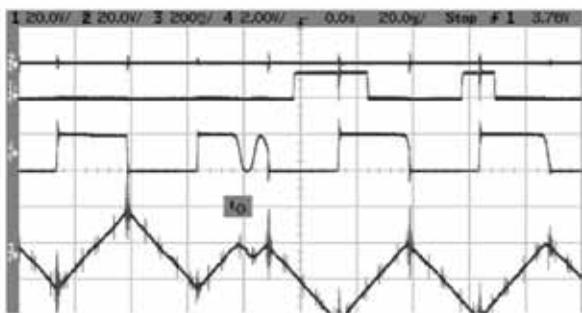


Figura 10. Resultados experimentales para falla de transistor abierto

Nota técnica

bajo costo basado en amplificadores operacionales es utilizado para determinar si el dispositivo (diodo o transistor) está conduciendo apropiadamente o si se encuentra en falla.

Se simuló el convertidor CPDA en funcionamiento normal, en falla de diodo y en falla de transistor abierto. Además, se simuló el detector de fallas propuesto.

Finalmente, se construyó un CPDA y un circuito detector para validar el funcionamiento de la estrategia de detección, se mostraron resultados experimentales, concluyéndose que el circuito propuesto puede utilizarse para detectar individualmente fallas de circuito abierto en diodos y transistores.

Como trabajo futuro se espera integrar el detector en un convertidor CPDA tolerante a fallas en los semiconductores de potencia. Este detector servirá para informar al control del convertidor que dispositivo está en falla, para que pueda tomar la acción correctiva apropiada y asegurar la transferencia de potencia requerida por la carga ■

8. Referencias

Airabella, A.M., G.G. Oggier, L.E. Piris-Botalla y G.O. García (2011). Diagnóstico de fallas en semiconductores de potencia de convertidores cc-cc con puentes duales activos. XIV Reu-

nión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control RPIC 2011.

Choudhary, V., E. Ledezma, R. Ayyanar y R.M. Button (2008). Fault tolerant circuit topology and control method for input-series and output-parallel modular dc-dc converters. *Power Electronics, IEEE Trans. On* 23(1), 402–411.

De Doncker, R.W.A.A., D.M. Divan y M.H. Kheraluwala (1991). A three-phase soft-switched high-power-density dc/dc converter for high-power applications. *Industry Applications, IEEE Trans. on* 27(1), 63–73.

Han, Sangtaek and D. Divan (2009). Dual active bridge buck-boost converter. In: *Energy Conversion Congress and Exposition, 2009. ECCE 2009. IEEE. pp.* 2905–2911.

Hemmer, R. (2009). Intelligent igbt drivers with exceptional driving and protection features. In: *Power Electronics and Applications, 2009. EPE '09. 13th European Conference on. pp.* 1–4.

Inoue, S. and H. Akagi (2007). A bidirectional dc-dc converter for an energy storage system with galvanic isolation. *Power Electronics, IEEE Trans. on* 22(6), 2299–2306.

Kim, Sung Young, Kwanghee Nam, Hong-Seok Song and Ho-Gi Kim (2008). Fault diagnosis of a zvs dc-dc converter based on dc-link current pulse shapes. *Industrial Electronics, IEEE Trans. on* 55(3), 1491–1494.

Mohan, Ned. (2003). *Power Electronics. Converters, Application and*

Design. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Nie, Songsong, Yu Chen, Xuejun Pei y Yong Kang (2010). A dsp-based diagnostic system for dc-dc converters using the shape of voltage across the magnetic components. In: *Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2010 IEEE. pp.* 1908–1915.

Oggier, G.G., G.O. García y A.R. Oliva (2009). Switching control strategy to minimize dual active bridge converter losses. *Power Electronics, IEEE Trans. on* 24(7), 1826–1838.

Pei, X., Songsong Nie, Y. Chen y Y. Kang (2012). Open-circuit fault diagnosis and fault-tolerant strategies for full-bridge dc-dc converters. *Power Electronics, IEEE Trans. On* 27, 2550–2565.

Yang, Shaoyong, A. Bryant, P. Mawby, Dawei Xiang, Li Ran and P. Tavner (2011). An industry-based survey of reliability in power electronic converters. *Industry Applications, IEEE Transactions on* 47(3), 1441–1451.

Nota del editor: La nota aquí publicada fue originalmente presentada por los autores en AADE-CA 2012, Semana de Control Automático.



**PUENTE
MONTAJES
SRL**

**27°
Aniversario**

Todas las soluciones un solo lugar

- Materiales eléctricos para la construcción e industrias
- Iluminación profesional
- Asesoramiento técnico integral, apuntando al futuro con productos inteligentes y eficientes para la gestión de la energía, optimizando sus costos, cuidando al planeta



GE
Industrial Solutions

Schneider
Electric



Av. Hipólito Yrigoyen 2299 - Cruce Fcio. Varela - Buenos Aires
Telefax: (+5411) 4255-9459 / 3109
www.puentemontajes.com.ar

SEGUINOS EN:



En octubre, *Argentina Oil & Gas Expo*, para la industria energética del país

Se desarrollarán actividades especiales para la actualización profesional, el debate y el intercambio de información técnica y científica.

El Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG) organiza la *Argentina Oil & Gas Expo 2015*. La exposición reúne a los principales protagonistas del sector del petróleo, gas (tanto en reservorios convencionales como no convencionales) y energías renovables. De este modo, otorga el marco propicio de negocios para que las empresas de la industria expongan productos, servicios y tecnologías.

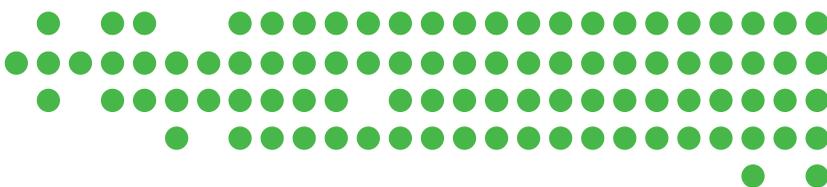
En simultáneo se realizará el 2° Congreso Latinoamericano y del Caribe de perforación, termi-

nación, reparación y servicios de pozos, un espacio pensado para la realización de disertaciones y la presentación de trabajos relacionados con estas actividades. El mismo contará con la presencia de destacados oradores de nivel internacional y su temática se enfocará en dar respuesta a la creciente demanda de conocimiento acerca de los desafíos de la perforación en la coyuntura energética actual.

Algunos de los temas que se planean abordar serán: nuevas tecnologías; automatización de equi-

pos; seguridad, salud ocupacional y medio ambiente; operaciones *off-shore* en aguas profundas; pozos horizontales y multilaterales; operaciones en yacimientos maduros; fluidos de perforación, terminación y reparación; cementación y estimulación; operaciones en yacimientos no convencionales (*tight gas, shale oil/shale gas*, petróleos pesados, etc.); integridad de pozos; abandono de pozos; geomecánica de rocas; capacitación y desarrollo del personal de perforación; tubulares; control de pozos: estudio de casos y sistemas de transporte de los equipos de perforación sin desmontar para distancia cortas (por medio de rieles y *walkingsystems*).

En el marco de *Argentina Oil &*



Gas Expo 2015 se realizarán diversas conferencias de expositores, donde las empresas más prestigiosas del sector ofrecerán charlas técnicas sobre diversos temas de interés, presentaciones comerciales, novedades de productos y demostraciones.

Argentina Oil & Gas Expo 2015, la exposición internacional del petróleo y del gas, se desarrollará del 5 al 8 de octubre en La Rural Predio Ferial de Buenos Aires y proyecta la participación de 250 empresas en una superficie de 35.000 m² y la visita de 20.000 profesionales y

empresarios del sector. Para más información sobre la exposición: www.aog.com.ar ■

Por Instituto Argentino del
Petróleo y del Gas

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

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.

iAPG

www.aogexpo.com.ar

A AOG

X ARGENTINA OIL&GAS
EXPO 2015

Exposición Internacional del Petróleo y del Gas



2° CONGRESO
LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE
PERFORACIÓN
TERMINACIÓN, REPARACIÓN Y SERVICIO DE POZOS

5 – 8.10.2015

La Rural Predio Ferial
Buenos Aires, Argentina

Organiza y Realiza

iAPG

INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

Comercializa y Realiza: Messe Frankfurt Argentina - Tel.: + 54 11 4514 1400 - e-mail: aog@argentina.messefrankfurt.com



messe frankfurt

Riesgo eléctrico, un libro lo analiza de forma clara y exhaustiva

Salió a la luz *Riesgo eléctrico*, el último título de la autoría del ingeniero Alberto Luis Farina, bajo la confección y supervisión de la Librería y Editorial Alsina.

Llega hasta los dispositivos gracias a la implementación de variantes constructivas de las instalaciones eléctricas, las cuales siempre deben atenerse a lo que las normas de seguridad exigen.

Riesgo eléctrico elige tratar directamente la temática, de forma clara y profesional, de todo lo que atiene a las instalaciones eléctricas, desde sistemas de suministro hasta aspectos normativos, pasando por cada uno de los componentes involucrados, como ser tableros, interruptores y puesta a tierra, entre otros. Asimismo, analiza los orígenes y consecuencias del accidente eléctrico, y las formas de evitarlo a través de correctas medidas de protección y verificación de instalaciones, redes o aparatos, que arrojen datos precisos de riesgo de cortocircuito, sobrecarga, etc.

Por otro lado, no olvida que las necesidades eléctricas no son siempre iguales, y analiza los casos específicos,

como las instalaciones hospitalarias.

Todos los temas son estudiados en varios niveles de dificultad, propicios para estudiantes de escuelas técnicas y facultades de arquitectura e ingeniería en sus distintas especialidades; pero también para escuelas terciarias y cursos o carreras de postgrado. Por la forma y los temas desarrollados, constituye también una referencia para quienes trabajan o están relacionados con las instalaciones eléctricas y la seguridad en general.

Toda la información se presenta de forma clara, con un texto desarrollado en forma simple y apoyado en una gráfica aún más esclarecedora.

"He volcado en las páginas del libro no solo mis conocimientos sino también la experiencia que me ha dado el transitar el mundo de las instalaciones eléctricas", declaró el autor, con el convencimiento de que quienes asumen alguna de las

responsabilidades constructivas, de supervisión o funcionales de las instalaciones eléctricas deben inexorablemente compenetrarse, no solo de la faz electrotécnica de las mismas sino también de la seguridad, y es para ello que se deben estudiar desde este punto de vista los diversos aspectos como los que desarrolla en las páginas de su libro ■

Por

[Alberto Luis Farina](#)



ABB SA..... 1/51 www.abb.com/ar	ELSTER MEDIDORESContratapa www.elstermetering.com	OLIVERO Y RODRÍGUEZ SA85 www.olivero.com.ar
AIET94 www.aiet.org.ar	EMELEC83 www.emelec-sa.com.ar	PLÁSTICOS LAMY SA 14 plasticoslamy@ciudad.com.ar
ARGENTINA OIL & GAS 2015 ... 109 www.aog.com.ar	EMDESA66 www.emdesa.com.ar	PLP ARGENTINA57 www.plpargentina.com.ar
ARMANDO PETTOROSSO20 www.pettorossi.com	EQUIPAMIENTOS GRUBEN SA72 www.grupobensa.com.ar	PRYSMIAN ENERG. SA.....Ret. de tapa www.prysmian.com.ar
ATQ.....24 www.atq-ackermann.com	FASTEN SA.....8 www.fasten.com.ar	PUENTE MONTAJES SRL..... 105 www.puentemontajes.com.ar
BELTRAM ILUMIN. SRL6 www.beltram-iluminacion.com.ar	FOHAMA ELECTROM. SRL61 www.fohama.com.ar	RBC SITEL94 www.rbcritel.com.ar
BIEL LIGHT+BUILDING 2015 ...Ret. CT www.biel.com.ar	GALILEO LA RIOJA SA...Contratapa www.elstermetering.com	SCAME ARGENTINA SA 15 www.scameargentina.com.ar
CASA BACHETTI SA65 www.casabachetti.com.ar	GRUPO CORPORATIVO MAYO67 www.gcmayo.com	STRAND.....93 www.strand.com.ar
CHILLEMI HNOS. SRL 74 www.chillemihnos.com.ar	GRUPO EQUITÉCNICA-HERTIG..... 13 www.equitecnica.com.ar www.hertig.com.ar	TADEO CZERWENY SA 19 www.tadeoczerweny.com.ar
CIOCCA PLAST.....82 www.cioccaplast.com.ar	IMSA.....81 www.imsa.com.ar	TADEO CZERWENY TESAR SA49 www.tadeoczerwenytesar.com.ar
CONEXPO 5 www.conEXPO.com.ar	INDUSTRIAS SICA27 www.sicaelec.com	TECNIARK SA.....26 www.tecniarksa.com.ar
CONDELECTRIC SA84 www.condelectric.com.ar	INNO84 www.innoconsulting.com.ar	TESTO59 www.testo.com.ar
CONSEJO DE SEG. ELÉCTR. 108 www.consumidor.gob.ar	IRAM12/29 www.iram.org.ar	THE EXZONE82 www.theexzone.com.ar
ELECE BAND. PORTACABLES66 www.elece.com.ar	JELUZ SA95 www.jeluz.net	TIPEM SA.....72 www.tipem.com.ar
ELECOND CAPACITORES Tapa/75 www.elecond.com.ar	KEARNEY & MACCULLOCH..... 107 www. Kearney.com.ar	VERBATIM21 www.iluminatusmomentos.com.ar
ELECTRICIDAD ALSINA.....60 www.electricidadalsina.com.ar	LANDTEC SRL74 www.landtec.com.ar	VIMELEC SA74 www.vimelec.com.ar
ELECTRICIDAD CHICLANA.....56 ventas@e-chiclana.com.ar	LCT7 www.lct.com.ar	WEG EQUIP. ELÉCT. SA..... 9 www.weg.net
ELECTRO TUCUMÁN SA50 www.electrotucuman.com.ar	MP SRL.....73 www.mpsrl.com.ar	ZOLODA SA25 www.zoloda.com.ar
ELECTRO UNIVERSO30 www.electrouniverso.com.ar	MYSELEC SRL94 www.myselec.com.ar	

Costo de suscripción a nuestras revistas:

Ingeniería Eléctrica por un año | Diez ediciones mensuales y un anuario | Costo: \$ 300.-

Ingeniería Eléctrica por dos años | Veinte ediciones mensuales y dos anuario | Costo: \$ 500.-

Ingeniería de Control por un año | Cinco ediciones bimestrales y un anuario | Costo: \$ 200.-

Ingeniería de Control por dos años | Diez ediciones bimestrales y dos anuario | Costo: \$ 300.-

Para más información envíe un mail a suscripcion@editores-srl.com.ar o llame al +11 4921-3001

Adquiera los ejemplares de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería de Control del 2014 que faltan en su colección

Usted puede adquirir las ediciones faltantes de *Ingeniería Eléctrica e Ingeniería de Control* publicadas en el 2014 a precios promocionales: **1 edición: \$50*** | **3 ediciones: \$120*** | **6 ediciones: \$200***

*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-srl.com.ar o al 011 4921-3001.

Revistas disponibles para comprar



Tendido de líneas



Transformadores



PAT



Interruptores



Tableros de distribución y comando



Cables y conductores eléctricos



Cajas y gabinetes



Aparatos de maniobra, control y protección



Motores eléctricos, comando y protección



Edición 121
Septiembre/Octubre 2014



Edición 120
Julio/Agosto 2014



Edición 119
Mayo/Junio 2014



Edición 118
Marzo/Abril 2014



Edición 116
Noviembre/Diciembre 2013

Suscríbese gratuitamente a nuestro newsletter:

www.editores-srl.com.ar/nl/suscripcion



El newsletter de Editores

INGENIERÍA DE **ELECTRICA** **CONTROL** **luminotecnía** **26A** **CONEXPO**

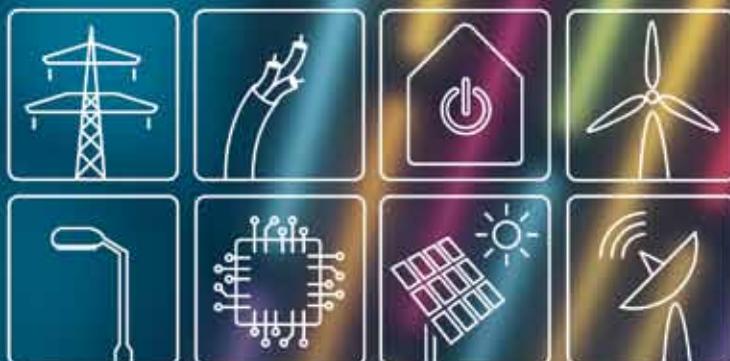
BIEL light+building BUENOS AIRES

Bienal Internacional de la Industria Eléctrica,
Electrónica y Luminotécnica.
14° Exposición y Congreso Técnico Internacional.

En conjunto con:

SEGURIEXPO
BUENOS AIRES

15.–19.9.2015
La Rural Predio Ferial
Buenos Aires, Argentina



La exposición es exclusiva para profesionales del sector.
No se permitirá el acceso a menores de 18 años incluso acompañados por un adulto.

Para mayor información: Tel: + 54 11 4514 1400
e-mail: biel@argentina.messefrankfurt.com - website: www.biel.com.ar



CADIEEL
CAMARA ARGENTINA DE INDUSTRIAS ELECTRONICAS,
ELECTROMECANICAS Y LUMINOTECNICAS



messe frankfurt



Concentrador de Lectura para Edificios (para medidores eléctricos Elster)

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

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

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



Para mayor información visite nuestra web:

www.elster.com.ar

o contáctese con:

Elster Medidores SA. - Galileo La Rioja SA.

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

E-mail: elster.medidores@ar.elster.com

